

НАПРЕДАК

Часопис за политичку теорију и праксу

Издавач

Фондација „За српски народ и државу“, Београд

Суиздавач

Институт за политичке студије, Београд

За издавача

Татјана Вукић, директор

За суиздавача

Др Миша Стојадиновић, научни саветник, директор

РЕДАКЦИЈА

Главни и одговорни уредник

Проф. др Зоран Јевтовић

Политика

Проф. др Урош Шуваковић

Др Миша Стојадиновић, научни саветник

Проф. др хаб. Ева Бујвид-Курек

Спољна политика и међународни односи

Иван Мркић, амбасадор

Доц. др Александар Врањеш

Европско право и политички систем ЕУ

Проф. др Бранко Ракић

Проф. др Зоран Чупић

Геополитика

Др Љубиша Деспотовић, научни саветник

Одбрана и безбедност

Проф. др Обрад Стевановић

Др Марија Ћорић, виши научни сарадник

Историја

Проф. др Марко Атлагић

Проф. др Далибор Елезовић

Култура

Мр Бојана Борић Брешковић

Екологија

Проф. др Дарко Надић

Медији и друштво

Проф. др Дејан Вук Станковић

Часопис излази три пута годишње.

Први број часописа *Напредак* изашао је
на Видовдан, 28. јуна 2020. године

Тираж: 500 примерака • Штампа: Бирограф, Београд

Адреса Редакције: Палмира Тољатија 5, Београд

<http://fondacijasnd.rs/casopis-napredak/>

Радови се пријављују електронски

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

32(497.11)

НАПРЕДАК : часопис за политичку теорију и праксу / главни и одговорни уредник Зоран Јевтовић.
- [Штампано изд.]. - Vol. 1, no. 1 (2020)- . - Београд
: Фондација „За српски народ и државу“, 2020-
(Београд : Бирограф). - 24 cm

Три пута годишње. - Повремено са тематским бр. -
Друго издање на другом медијуму: Напредак (Београд.
Online) = ISSN 2683-6114. - Има издање на другом
језику: Progress (Belgrade) = ISSN 3042-0261
ISSN 2683-6106 = Напредак (Београд)

COBISS.SR-ID 15570185

Vol. V / No. 2 2024.

Тематски број | Thematic issue

Вештачка интелигенција
– отворена капија будућности

Artificial intelligence
– an open gate to the future

Садржај | Content

Редакција

Вештачка интелигенција у Србији – отворена капија будућности. 5

Чланци | Articles

Стефан Р. Баџа

Развој вештачке интелигенције у Србији.

Србија као регионални лидер. 11

Stefan R. Badža

Development of Artificial Intelligence in Serbia.

Serbia as the Regional Leader

Ивана М. Лукнар

Вештачка интелигенција као изазов 19

Ivana M. Luknar

Artificial intelligence as a challenge

Драган В. Вукмировић, Дејана С. Кресовић

Трансформациони потенцијал генеративне вештачке интелигенције 29

Dragan V. Vukmirović, Dejana S. Kresović

The transformative potential of generative artificial intelligence

Љубиша М. Војић, Милан М. Чабаркапа

Стратешко улагање у истраживање и развој мемристор технологије у Републици Србији 43

Ljubiša M. Vojić, Milan M. Čabarkapa

Strategic Investment in the Research and Development of Memristor Technology

in the Republic of Serbia

Ненад Д. Филиповић

Компјутерско моделирање и вештачка интелигенција с великим подацима за бољу

дијагностику и терапију кардиоваскуларних болести 51

Nenad D. Filipović

Computer modelling and artificial intelligence with big data for better diagnostics and therapy

of cardiovascular disease

Драгорад А. Миловановић Одговорна и етична примена система вештачке интелигенције у здравству кроз студију случаја у дијагностици и персонализованој медицини	71
Dragorad A. Milovanović Responsible and ethical application of artificial intelligence systems in healthcare through a case study in diagnostics and personalized medicine	
Данимир П. Мандић Нова парадигма образовања и потенцијали вештачке интелигенције	83
Danimir P. Mandić A New Paradigm of Education and Potentials of Artificial Intelligence	
Жељко Б. Здравковић Креативна Србија и ВИ: Потенцијали обликовања креативне генеративне вештачке интелигенције у уметностима будућности кроз пример Midjourney/Discord апликације	97
Željko B. Zdravković Creative Serbia and AI: Potential of Shaping Creative Generative Artificial Intelligence in Arts of the Future through the Example of Midjourney/Discord Application	
Милош З. Агатоновић Да ли је могућа права аутономија робота (филозофско разматрање)	109
Miloš Z. Agatonović Is True Robot Autonomy Possible? (A Philosophical Consideration)	
Слободан Ђ. Продић Страх од вештачке интелигенције инициран верским осећањима	119
Slobodan Đ. Prodić Fear of artificial intelligence initiated by religious feelings	
Урош В. Шуваковић Креатор садашњости у покушају да разуме будућност или о ономе што можемо убројати, али не на то и свести, Кисинџерово наслеђе	129
Uroš V. Šuvaković Creator of the present in an attempt to understand the future or what can be counted as, but not reduced to, Kissinger’s legacy	

Вештачка интелигенција у Србији – отворена капија будућности

Међу проучаваоцима друштвених наука вековима се тражи одговор који открива тајну функционисања моћи: ко је чува, како функционише, где је скривена, шта је њен смисао и зашто је нема довољно за све. Проблем управљања информацијама увек је био део друштвених изазова – простор политичких и правних система прикривао је лавиринт „дубоких тајни“ на којима функционише држава, док је дисбаланс економске, војне и безбедоносне снаге омогућавао међународном поретку да се устали. Детаљно надгледање других, уз прикупљање и обраду огромних количина података, постало је један од најзначајнијих облика моћи, којој су научници широм света посветили последњих осам деценија. Борба за технолошку превласт прелила се и на област националне безбедности у којој системи вештачке интелигенције чине важну инфраструктуру будућих сукобљавања на идеолошким или војним полигонима. Екстремна будућност која нас очекује биће пуна промена, изазова и ризика што значи да и наше

начине размишљања морамо прилагођавати измењеној визури компјутерског окружења. Спој нанотехнологије, биотехнологије, информационе технологије и неуротехнологије обликоваће знања и иновације на новим тржиштима, која ће бити изложена перманентним притисцима мегакорпоративног капитала.

С почетком XXI века успон вештачке генеративне интелигенције унео је у видокруг глобалног друштва нове оријентире јер је дигитална технологија стратешки изменила човеково окружење, од економије, енергетике и политике, преко здравства и екологије, музике и уметности, до науке, образовања и религије. У академском пољу могућности су постале неисцрпне јер генерисање идеја и обрада података поједностављују најсложеније научне замисли и операције. Нације које на време не уоче дубину и смер промена запашће у велике проблеме јер им радна снага више неће бити конкурентна, док ће егзистенција милиона људи бити угрожена. Мапа будућности се црта сада, у контексту

дигиталног амбијента и геополитичког преמודелирања, виртуелне стварности и општеприсутних мрежа које утичу на наш живот, мењајући нас а да то ни не примећујемо.

Отуда потреба да академски прецизно и научно компетентно одговоримо на значај, карактеристике и улогу примене вештачке интелигенције у српском друштву. Државе које одлуче да не користе благодети вештачке интелигенције остаће заробљене у прошлости, јер се несвесно одричу економског напретка и бројних стратешки важних информација, од климатских промена до медицинских операција и лечења. Стратешко улагање у истраживање и развој вештачке интелигенције један је од приоритета Владе Србије и председника Александра Вучића, што илуструју економски показатељи: 2012. године имали смо извоз ИКТ сектора од 375 милиона долара, да би деценију касније он био између 3,6 и 3,7 милијарди долара! Наша земља је технолошки хаб Западног Балкана, регионални центар за америчке ИТ компаније и лидер у развоју софтвера, вештачке интелигенције и паметних ИТ решења, која се примењују у свим секторима нашег окружења.

На питање шта се дешава иза врата великих технолошких компанија и ко вештачку интелигенцију учи етици и естетичким вредностима у овом тематском издању не можете добити прецизан одговор. Чињеница је да приватне компаније контролишу већину процеса развоја у Европи и САД, што значи да им је фокус на даљем стицању капитала. У Кини и Русији оваква истраживања финансирају владе, уз снажну координацију приватних и јавних инвестиција. Парламент ЕУ је почетком 2024. усвојио Закон о

вештачкој интелигенцији (AI Act), који од почетка следеће године намеће значајне казне за непоштовање одредаба о употреби забрањених ВИ система. Истраживачи уочавају да у недостатку глобалног управљања развојем вештачке интелигенције компаније које то данас чине имају моћ која је некада била својствена развијеним националним државама. Србија је брзо схватила и почела да примењује потенцијал креативних индустрија, постајући чланица организације *Глобално партнерство за вештачку интелигенцију* (GPAI), равноправно са Француском, САД, Великом Британијом, Индијом, Јапаном, Немачком, Канадом и још двадесетак држава. Као потврду исправног стратешког опредељења и специфично међународно признање стигло је именовање, којим у наредне три године наша држава председава радом ове организације која тежи да успостави глобалне стандарде и правила за развој вештачке интелигенције.

Читајући тематски различите текстове аутора који у новом броју *Најпрећка* мултидисциплинарно анализирају овај технолошко-социјални феномен уочићете колико прагматичност нових технологија на међународној сцени повећава ефикасност заједница које их користе. На информативном нивоу сазнаћете колико је напора уложила Влада Србије да би постала лидер промена у Југоисточној Европи, од усвајања Националне стратегије 2019. и формирања Института за вештачку интелигенцију две године касније, преко имплементације нових технолошких знања у образовни систем, до ширења истраживачке инфраструктуре и активне примене у међународном окружењу. Генеративна вештачка интелигенција може фундаментално

променити тржиште рада, повећати глобални бруто домаћи производ и унапредити јавни и приватни сектор, доказују наши аутори, посебно указујући на актуелне трендове и структурне промене у области економије. Нудимо вам и опсежан преглед литературе да бисте с нама анализирали теоријске појмове, тренутне исходе истраживања ВИ и могуће примене мемристор технологије, уз етичка разматрања и анализу регулаторних оквира. Наши аутори указују на то да развој мемристор технологије може позиционирати нашу земљу на место предводника у иновацијама код хардвера ВИ и привући међународне инвеститоре, подстичући технолошки напредак целе привреде. Основна сврха нашег темата јесте да мотивише све заинтересоване стране, државно руководство, научну и стручну јавност, правнике, иноваторе, па и све бројније кориснике да размотре изазове који проистичу из примене нове технологије, док истицање широког дијапазона ризика представља искорак у идентификовању и разумевању проблема с којима се треба спремно суочити, како бисмо могли да их благовремено избегнемо и предупредимо.

У последње две деценије у Србији интензивно покушавамо да унапредимо образовну технологију коришћењем мултимедије, хипермедије, виртуелне и проширене реалности, као и образовних софтвера, што води ка подизању квалитета учења, повећању динамичности и очигледности наставе, као и подстицању мотивације ученика. У последњих неколико година посебно истражујемо сферу персонализованог учења, динамичнијег подучавања, као и комплексног вредновања рада ученика. Нова парадигма образовања коју предлажемо једним

од текстова предвиђа и значајније коришћење робота у настави са циљем да се подстакну креативност и критичко мишљење, те да се развијају вештине решавања проблема кроз развој алгоритамског мишљења. У последњих годину дана интензивира се примена ChatGPT-а, што значи да је неопходно дефинисати правила и процедуре којима би ова технологија доприносила настави и учењу. Уосталом, аутономија робота и данас звучи као фантастика иако су аутономни роботи већ постали реалност. Наши аутори показују да аутономија код робота није несувисла идеја, већ реална замисао, коју је могуће детаљно разрадити и остварити конструисањем информационих система који могу аутономно поступати, уз ограду да због могућих злоупотреба треба озбиљно промишљати о њиховој примени. Кроз интердисциплинарни приступ, који комбинује уметност, технологију и друштвене науке, у овом броју пружамо и увид у потенцијале и изазове које доноси интеграција вештачке интелигенције у уметност, посебно у контексту креативне Србије.

Захваљујући демократизацији технологије и изградњи квалитетне инфраструктуре која је у међувремену направљена, вештачка интелигенција је одавно постала доступна најширој популацији. Основни домени примене ВИ технологије у здравству видљиви су свакодневно у клиничкој пракси и клиничким истраживањима, али и у производњи нових лекова, персонализованој медицини, јавном здравству и здравственој администрацији. Конкретно, истраживачи Института за вештачку интелигенцију Србије (IVI, 2024) реализују више пројеката у области здравства, међу којима је и дијагностика канцера

и ретких болести... Циљ је да се омогући бржа и једноставнија детекција карцинома, смањи комплексност дијагностике ретких болести и скрати време до постављање тачне дијагнозе, смањи притисак на здравствени систем, а последично трошкови лечења преусмере на адекватну иновативну терапију, као и да се убрза процес откривања и развоја нових лекова.

Страх од вештачке интелигенције инициран верским осећањима један је од углова којем приступамо свесни да свака нова технологија производи и питања моралности њене примене. Мишљења верника су подељена, што не чуди ако знамо да свеprisутност феномена страха у хришћанству историјски производи одређене отпоре и сумње. Најчешћи разлог за то је недовољна упућеност у то шта је вештачка интелигенција и какво је њено место у савременом друштву. Када говоримо о верским заједницама огромна одговорност у односу према вештачкој

интелигенцији заправо је на свештенству и његовој спремности да о њој разговарају с људима који су им поверени на духовно руковођење.

Опредељењем да посебан број тематски посветимо вештачкој интелигенцији изнели смо и став наше редакције. У протеклих педесет година у свету се догодило више промена него у претходних педесет хиљада година. Убрзање је несхватљиво, промене радикалне и екстремне, а места на планети нема за све... У наредне две године (до краја 2026) Србија ће у развој вештачке интелигенције уложити око сто милиона евра, од којих ће тридесет милиона бити уложено у суперкомпјутер, који ће бити бесплатан за истраживаче и стартапе, док ће иста сума бити издвојена за развој вештачке интелигенције и њену ширу примену. Стратегија и опредељење Владе су јасни, капије екстремне будућности отворене, а на нама је само да кроз њих чврсто закорачимо напред!

Чланци | Articles



Стефан Р. Баџа^[1]

Савет за вештачку интелигенцију
Владе Републике Србије
Саветник председнице Народне скупштине
Београд (Србија)

УДК 004.8(497.11)
005.21:004.8(497.11)
Прегледни научни рад
Примљен: 01.08.2024.
Прихваћен: 09.08.2024.
doi: 10.5937/napredak5-52537

Развој вештачке интелигенције у Србији. Србија као регионални лидер

Сажетак: Вештачка интелигенција (ВИ) трансформише индустрије и друштвене сфере, а Србија се истакла као лидер у Југоисточној Европи. Усвајањем Националне стратегије за ВИ 2019. године и оснивањем Института за ВИ 2021. године, Србија је поставила чврсте темеље за развој ове технологије. Увођење ВИ у образовни систем, развој истраживачке инфраструктуре и активно учешће у међународним иницијативама допринели су значајним резултатима. Етичке смернице усвојене 2023. године постављају основу за одговорну примену ВИ. председавање Глобалним партнерством за ВИ 2024. године додатно потврђује позицију Србије. Континуирана подршка владе, образовних институција и привредног сектора кључна је за даљи развој ВИ технологија.

Кључне речи: вештачка интелигенција, Србија, Национална стратегија, Институт за ВИ, етичке смернице, међународне иницијативе

Увод

Вештачка интелигенција (ВИ) једна је од најзначајнијих технологија данашњице која трансформише различите индустрије и друштвене сфере. ВИ обухвата широк спектар технологија, укључујући машинско учење, обраду природног језика, рачунарску визију и роботске системе, омогућавајући машинама да обављају задатке који су традиционално захтевали људску инте-

лигенцију. Ова технологија има потенцијал да унапреди ефикасност и продуктивност, побољша доношење одлука и створи нове економске прилике. Многе земље препознале су значај ВИ и инвестирају у њено истраживање и развој, а Србија се истакла као један од лидера у овој области у Југоисточној Европи.

Према дефиницији коју користи Европска комисија, ВИ се односи на системе који показују разумно, интелигентно понашање на

[1] stefan.badza@parlament.rs

основу анализе свог окружења и доносе одлуке са одређеним степеном аутономије да би остварили конкретне циљеве. Системи засновани на вештачкој интелигенцији могу бити искључиво софтверски и деловати у виртуелном свету (као што су виртуелни асистенти, софтвери за анализу фотографија, интернет претраживачи, системи за препознавање говора и лица) или могу бити уграђени у уређаје – хардвер (као што су напредни роботи, аутономна возила, дрoнови и сл.) (European Commission, 2018).

истраживачке инфраструктуре, подстицање иновација, интеграцију ВИ у различите секторе, као и развој људских ресурса кроз образовање и обуку (Strategy for the Development of Artificial Intelligence in the Republic of Serbia for the period 2020–2025, 2019).

Године 2021. Србија је направила значајан корак у образовном систему увођењем вештачке интелигенције у наставни програм у основним и средњим школама. Увођењем ВИ као дела два предмета у основним школама и као изборног предмета у средњим школама, Србија је омогућила младим генерацијама да се већ од раног узраста упознају са основама ове технологије и њеним применама. Србија је крајем 2021. године била једна од 11 држава на свету које су према UNESCO анализи увеле ВИ у основно и средње образовање на државном нивоу (UNESCO, 2021).

12 |

Методологија

Анализа у овом чланку базирана је на званичним документима, извештајима владе, научним радовима и изјавама стручњака из области вештачке интелигенције. Подаци су прикупљени из националних и међународних извора, укључујући публикације OECD-а и Глобалног партнерства за вештачку интелигенцију (GPAI). Коришћени су примарни извори из архива Србије, као и секундарни извори из научних радова и књига.

Србија је 2019. године постала прва држава у Југоисточној Европи која је усвојила Националну стратегију за вештачку интелигенцију.

Осим тога, те исте године основан је и први Институт за вештачку интелигенцију у Југоисточној Европи, који има кључну улогу у истраживању и развоју ВИ технологија. Институт данас

има више од 50 научника који покривају следеће теме – обраду језика, компјутерски вид, генеративну вештачку интелигенцију и друго.

У 2022. години Србија је наставила да јача своје позиције на глобалној сцени кроз седам нових мастер програма из области вештачке интелигенције, покренутих на шест факултета и четири универзитета. Ови програми пружају студентима прилику да стекну напредне вештине и знања која су кључна за даљи развој

Резултати

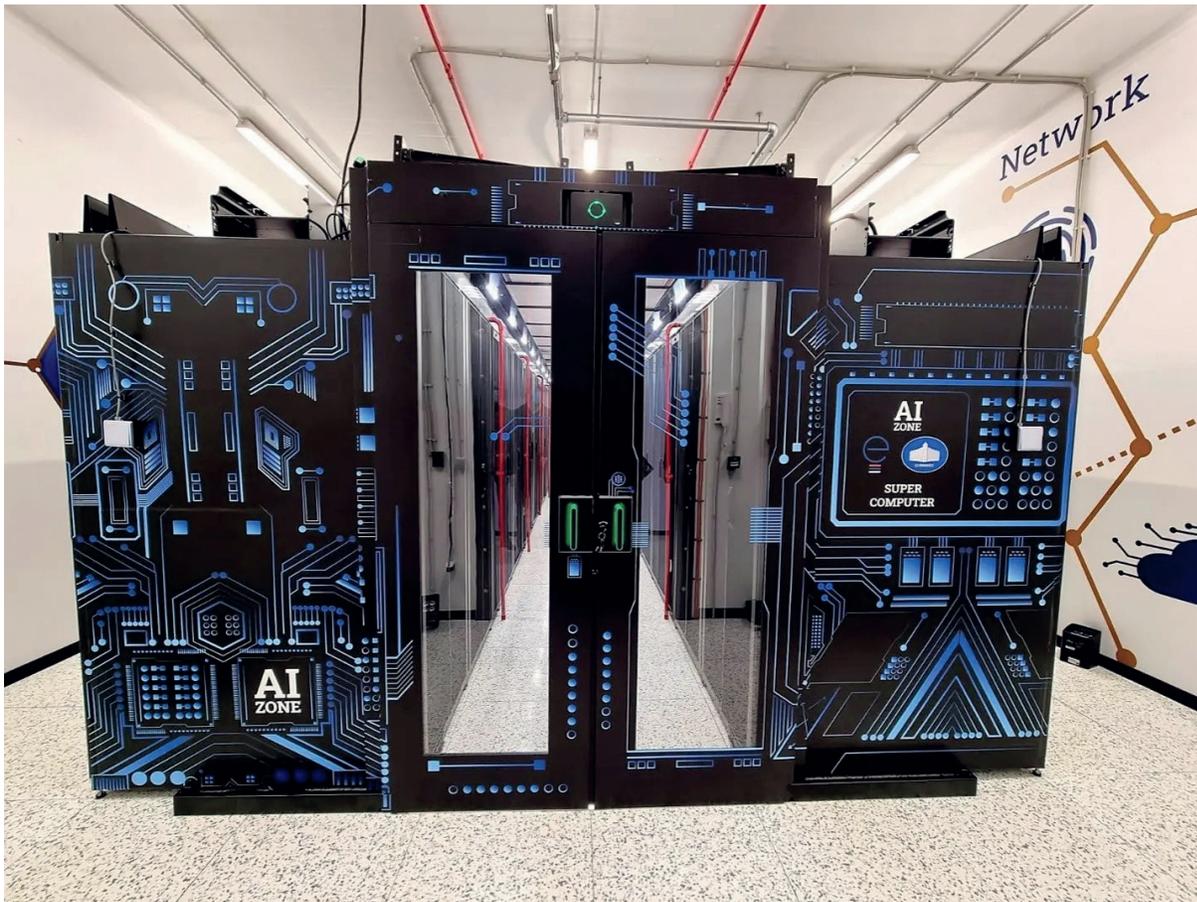
Ова стратегија, која покрива период од 2020. до 2025. године, поставила је чврсте темеље за развој ВИ кроз дефинисање кључних циљева и приоритета. Циљеви стратегије укључују развој

Стефан Р. Баца

Развој вештачке интелигенције у Србији.
Србија као регионални лидер

и примену ВИ. Исте године, Србија је постала део Глобалног партнерства за вештачку интелигенцију (GPAI), што јој је омогућило да учествује у глобалним иницијативама и размењује искуства с водећим стручњацима и институцијама. Тиме је Србија постала део елитног друштва од само 29 држава GPAI, који је основан на иницијативу председника Француске Макрона и премијера Канаде Трудоа.

Националну ВИ платформу Србије, супер-компјутер који је бесплатно дат на коришћење универзитетима, факултетима, институтима и домаћим стартап компанијама, OECD је оценио као један од најиновативнијих пројеката у јавном сектору у 2023. години (OECD, 2023). Ова платформа је изабрана међу 10 најбољих иновационих пројеката у конкуренцији од 1.048 пројеката из 94 земље. На Глобалном самиту у



Национална платформа за вештачку интелигенцију (суперкомпјутер) која се налази у Државном дата центру у Крагујевцу.
Фото: Канцеларија за информационе технологије и електронску управу

Дубаију Влада Србије је препозната као једна од најиновативнијих влада на свету, а иницијатива да се стартаповима омогући рад на Националној ВИ платформи издвојена је као једна од најиновативнијих (The Global Partnership on Artificial Intelligence (GPAI), 2024).

Током 2023. године Србија је усвојила етичке смернице за развој и примену вештачке интелигенције, осигуравајући да се ВИ технологије користе на одговоран и етички прихватљив начин. Ове смернице су поставиле основу за даље регулисање ове области и промовисање принципа транспарентности, одговорности и заштите приватности (Ethical guidelines for development, implementation, and use of robust and accountable AI, 2023).

Година 2024. доноси још једно велико признање за Србију, јер ће председавати Глобалним партнерством за вештачку интелигенцију (GPAI). Организација, која је интегрисана у OECD и проширена на 45 чланица, одржаће велику конференцију у Србији, која ће окупити неколико хиљада стручњака из области ВИ. Планирано је да на конференцији учествују представници више од 50 држава на министарском нивоу, што ће Србију позиционирати као централно место за дискусију о будућности ВИ.

Дискусија

Србија је успела да се позиционира као лидер у области вештачке интелигенције у Југоисточној Европи кроз стратешке иницијативе и улагања. Континуирано улагање у образовање, истражи-

вање и развој, као и интеграција у међународне иницијативе, омогућили су Србији да постигне значајне резултате у релативно кратком периоду. Кључни фактор успеха лежи у синергији између владиних иницијатива, образовних институција и приватног сектора.

Примене добре праксе укључују организацију Симулационог центра при Медицинском факултету Универзитета у Београду, који користи виртуелну и проширену реалност за обуку медицинског особља. ГовТек програм окупља представнике јавног сектора и привреде ради идентификације проблема који се могу решити применом ВИ. Примери примене ВИ укључују „читај ми“ функцију на сајту Владе Србије, дигитални аватар на станици Прокоп за помоћ особама са оштећеним слухом и систем „око соколово“ за контролу паркирања у Београду.

Србија је направила и прве кораке у вези са могућностима примене вештачке интелигенције у области аутономних возила. Промењен је Закон о основама безбедности саобраћаја на путевима (Law on bases of traffic safety on roads, 2009) у који је уведен појам аутономног возила, донет је Правилник о условима за обављање аутономне вожње (Rulebook on the Conditions for Conducting Autonomous Driving, 2023) и измењен Правилник о испитивању возила (Rulebook of Technical Inspection of Vehicles, 2012), чиме је омогућено испитивање и издавање дозвола за тестирање ових возила до нивоа четири у стварном саобраћају.

У претходном периоду, Србија је остварила значајан напредак у области образовања

у вези са ВИ. У основне школе уведена су два изборна предмета, док су у средњим школама доступна три изборна предмета. На више факултета постоје студијски програми који се у потпуности или делимично баве ВИ. Поред тога, основан је Центар за роботiku и вештачку интелигенцију у образовању на Универзитету у Београду. Национална академија за јавну управу организује обуке за државне службенике са темама у вези са ВИ.

Србија је такође препознала важност развоја инфраструктуре потребне за ВИ. Успостављена је суперкомпјутерска платформа за вештачку интелигенцију у Државном дата центру која се користи за развој и примену ВИ технологија. Платформу је 2023. године ОЕСД препознао као један од 10 најбољих иновационих пројеката у јавном сектору (ОЕСД, 2023).

Даље, унапређење инфраструктуре, као и доступност података, кључни су за развој ВИ. У Србији тренутно постоји више од 2.500 сетова података доступних на Порталу отворених података. Усвајање Закона о електронској управи 2018. године омогућило је јавности право на поновну употребу података у комерцијалне или некомерцијалне сврхе (Electronic Administration Act, 2018).

Правни оквир за развој ВИ у Србији укључује усвајање етичких смерница које су израђене у складу с препорукама UNESCO и Европске уније. Србија активно учествује у раду међународних тела као што је Глобално партнерство за вештачку интелигенцију (GPAI). Израда правног и институционалног оквира важан је услов за даљи развој и примену вештачке

интелигенције. То је механизам који ће уредити активности у вези са вештачком интелигенцијом и истовремено дефинисати оквир који ће омогућити да Србија искористи своје специфичности а да буде у складу с међународним правилима и начелима.

Неки од кључних изазова су правилан развој и примена технологије, што укључује сигурну, безбедну и поуздану ВИ у свим фазама животног циклуса. Такође, потребни су информисање и едукација свих чланова друштва о могућностима и ризицима које носи вештачка интелигенција. У складу с наведеном потребом и чињеницом да је неопходно да се природа, услови, начин развоја, могућности и начин примене вештачке интелигенције на прави начин прикажу свим члановима друштва, постоји идеја да треба додатно унапредити промоцију и образовање. Осим на предности, ради правилног коришћења и заштите свих субјеката кампање промоције треба да укажу и информишу о потенцијалним изазовима и ризицима, као и на начине за превазилажење тих ризика.

У овој фази развоја вештачке интелигенције треба у већој мери укључити привредне субјекте као и професионалце из области које нису инжењерске. Вештачка интелигенција захтева свеобухватни приступ и није довољно развијати само инжењерске капацитете већ и регулаторне и употребне капацитете да би оно што се развија могло да буде употребљено на прави начин.

Нарочито је важно да развијамо језичке технологије да бисмо заштитили свој језик и културу. У том смислу, посвећује се пажња про-

налажењу решења да се прикупе, систематизују, дају на употребу и даље развијају ресурси за употребу српског језика, и то како писаног текста, тако и говора, а потенцијално и видео-садржаја. Чини се веома важно да се у овај процес укључе и све креативне индустрије и културне и националне институције да бисмо заједно очували српски језик, српску културу, српски поглед на свет.

Закључна разматрања

16 |

Србија је остварила значајан напредак у развоју вештачке интелигенције кроз стратешке иницијативе, улагање у образовање и истраживање, те активно учешће у међународним иницијати-

вама. Континуирана подршка владе, образовних институција и привредног сектора кључна је за даљи развој и примену ВИ технологија у Србији. Изазови укључују потребу за додатном регулацијом, едукацијом и развојем инфраструктуре да би се осигурала сигурна и етички прихватљива примена вештачке интелигенције. Са даљим улагањима и сарађом Србија има потенцијал да постане лидер у области вештачке интелигенције у региону и шире.

У будућности, фокус треба да буде на даљој интеграцији ВИ у образовни систем, повећању улагања у истраживачку инфраструктуру и јачању међународне сарадње. Такође, треба развијати етичке и правне оквире, који ће осигурати одговорну примену ВИ, узимајући у обзир потенцијалне ризике и изазове.

Documents and Legal Regulations / Документи и законска регулатива

Electronic Administration Act. 2018. Official Gazette of RS - No 25/2018.

Ethical Guidelines for Development, Implementation and Use of Robust and Accountable AI. Official Gazette of RS - No 23/2023

Law on Bases of Traffic Safety on Roads 2009. (2009). Official Gazette of the RS, No 50/1988-1337, 63/1988-1604, 80/1989-1987, 29/1990-1014, 11/1991-181, 34/1992-645, 13/1993-284 16/1993-333, 31/1993-685, 41/1993-857, 50/1993-1020, 24/1994-29, 41/1994-573, 28/1996-5 (3/2002-44, 101/2005-28, 41/2009-3

Rulebook of Technical Inspection of Vehicles (2012.). Official Gazette of RS - No 8/2012-123, 13/2013-51, 31/2013-76, 114/2013-291, 40/2014-5, 140/2014-38, 18/2015-96, 82/2015-21, 88/2016-55, 108/2016-48, 129/2021-139, 83/2023-21, 7/2024-32, 55/2024-14

Rulebook on the Conditions for Conducting Autonomous Driving (2023). Official Gazette of the RS, No. 104/23.

Стефан Р. Баџа

Развој вештачке интелигенције у Србији.

Србија као регионални лидер

Strategy for the Development of Artificial Intelligence in the Republic of Serbia for the period 2020-2025. (2019). Official Gazette of the RS - No. 96/2019-5

Sources/Извори

Global Partnership on Artificial Intelligence (GPAI). 6th meeting of the GPAI Ministerial Council - New Delhi. (2024). Available at: <https://pib.gov.in/PressReleasePage.aspx?PRID=2030534>

Official Page of European Commission (2018). A definition of AI: Main capabilities and scientific disciplines, Independent High-Level Expert Group on Artificial Intelligence set up by the European Commission. Available at: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/definition-artificial-intelligence-main-capabilities-and-scientific-disciplines>

Official Page of OECD (2023). OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2023. Available at: <https://www.oecd.org/en/topics/policy-issues/government-innovation.html>

Official Page of UNESCO (2021). Global education monitoring report, 2021, Central and Eastern Europe, Caucasus and Central Asia: inclusion and education: all means all: summary Available at: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377713_srp

| 17

Stefan R. Badža

Council for Artificial Intelligence

Government of the Republic of Serbia

Adviser to the President of the National Assembly

Belgrade (Serbia)

Development of Artificial Intelligence in Serbia. Serbia as the Regional Leader

Summary

Artificial intelligence (AI) is transforming industries and social spheres, and Serbia has come forward as the leader in Southeast Europe. By adopting the National Strategy for Artificial Intelligence in 2019 and founding the Institute for Artificial Intelligence in 2021, Serbia laid strong foundations for the development of this technology. The introduction of AI in the educational system, the development of the research infrastructure and active

participation in international initiatives have contributed to important results. Ethical guidelines adopted in 2023 constitute the basis for accountable AI application. Being elected Chair of the Global Partnership on Artificial Intelligence for 2024 further confirms Serbia's position. Continued support of the Government, educational institutions and the economic sector is crucial for the future development of AI technologies.

Keywords: artificial intelligence, Serbia, National Strategy, Institute for Artificial Intelligence, Ethical Guidelines, international initiatives



Ивана М. Лукнар^[1]
Институт за политичке студије
Београд (Србија)

УДК 004.8
Прегледни рад
Примљен: 05.08.2024.
Прихваћен: 19.08.2024.
doi: 10.5937/napredak5-52577

Вештачка интелигенција као изазов

Сажетак: У раду се разматра технологија вештачке интелигенције као савремени изазов. Основна сврха чланка је да мотивише све заинтересоване стране, државно руководство, научну и стручну јавност, правнике, иноваторе, па и крајње кориснике да размотре изазове који проистичу из примене ове технологије. Тумачење технологије вештачке интелигенције из угла различитих дисциплина и пракси доприноси њеном бољем разумевању, док истицање широког дијапазона ризика представља искорак у идентификовању и разумевању проблема с којима се треба спремно суочити. Ако је могуће, неке од проблема треба благовремено избећи и предупредити. Основни циљ рада је да укаже на изазове који произилазе из примене ове савремене технологије и пробуди свест о важности уређивања производње и примене технологије вештачке интелигенције. У раду се полази од хипотезе да је познавање и решавање најшире могуће лепезе изазова предуслов за уређивање ове савремене технологије на опште добро. Чланак пружа анализу садржаја и детаљан приказ литературе која се бави вештачком интелигенцијом из угла различитих научних дисциплина. Значај студије огледа се у томе што представља користан подстицај за покретање дебате о тој теми. Друштвени допринос ове студије је велики јер се њоме у први план истиче питање изазова вештачке интелигенције и доприноси јачању свести о потреби да се сви могући изазови идентификују и размотре ради њиховог решавања. У интересу је целог човечанства усредсређивање на уређивање вештачке интелигенције, с примарним фокусом на остварење опште друштвене добробити, а не на пуко стицање профита или неке друге интересне предности. Једино се на тај начин можемо заштитити од евентуалних штетних последица ове савремене технологије.

Кључне речи: вештачка интелигенција, изазови

[1] ivanaluknar@gmail.com ; <https://orcid.org/0000-0003-4867-2263>

Увод

Питање изазова који произилазе из производње и примене вештачке интелигенције један је од најзначајнијих проблема данашњице. Укрштање физичког простора и сајберпростора ствара нови виртуелни простор за међусобну сарадњу људи помоћу система вештачке интелигенције, али и за формирање специфичне везе људи са ВИ системима. Такво комплексно окружење, које чине човек и савремене технологије, ствара нове форме повезивања и извор је нових комплексних ризика и „сајберпретњи“ (Luknar & Jovanović, 2024). Технологија вештачке интелигенције дочекала нас је релативно неспремне имајући на уму да се она у одређеној мери већ примењује у различитим индустријским гранама широм света, а да не постоји усаглашен законодавни оквир којим се ова технологија уређује. Технолошки развој лако измиче законодавном уређивању услед недовољне флексибилности правног система и мањкавости које настају због потребе за усаглашавањем и уклапањем одређене регулативе са целокупним законодавним системом једне земље. Такође, процедуре изискују одређено време да би се установиле у пракси. Услед недостатка адекватне правне регулативе предлагане су етичке смернице које се односе на производњу и примену ове савремене технологије (Luknar & Jovanović, 2023).

Развијене технологије револуционарно брзо мењају људски живот, постају део наше свакодневице и утичу на начин на који обављамо свакодневне активности, те постоји раскорак између технолошког развоја и његовог правног уређивања. Оваква ситуација захтева ургентно реаговање и намеће потребу за уређивањем даљег

тока развоја и примене вештачке интелигенције која може да покрије најшири дијапазон ризика. Владајуће структуре, научни и академски радници, правници, стручњаци, иноватори и све остале заинтересоване стране треба да понуде осврт на поменути проблем, јер се једино тако може доћи до пријемчивог и ефикасног свеобухватног оквира за уређивање вештачке интелигенције. Најпре треба тежити општем моделу уређивања који се генерално односи на производњу и примену вештачке интелигенције и у складу је са основним друштвеним циљевима, чија се корисност и ефикасност не постижу на штету људских права, слобода и безбедности. Потом тај модел треба ускладити са специфичним захтевима, јер се технологија вештачке интелигенције примењује у различитим облицима за обављање специјализованих задатака у различитим индустријским гранама. На овај начин се дедуктивном методом може даље уредити специјализована производња и примена вештачке интелигенције и пружити заштита од њене злоупотребе у датом специфичном окружењу. Први корак у адекватном уређивању вештачке интелигенције јесте што детаљније идентификовање изазова и суочавање са њима на најефикаснији начин. С обзиром на комплексност технологије и шаролику примену система вештачке интелигенције у пружању одговора на истраживано питање неопходан је мултидисциплинаран приступ.

Технологија вештачке интелигенције

Први корак у уређивању одређеног друштвеног феномена јесте његово разумевање, односно

дефинисање. Технологија вештачке интелигенције је комплексан систем различитих технолошких алата који имају одређену специјализовану примену за коју је систем дизајниран. Најразвијенији системи вештачке интелигенције настоје да се понашају по узору на жив организам, односно настоје да имитирају когнитивне функције које поседује човек. Дакле, ова технологија пружа широк дијапазон функција и могућих примена, што може изазове конфузију приликом њеног теоријског одређења. Упоредо с развојем перформанси вештачке интелигенције настајале су њене различите дефиниције. Да бисмо у потпуности разумели ову технологију, неопходно је да узмемо у обзир њене основне карактеристике, односно њене технолошке перформансе. Отуда се она може дефинисати са становишта компјутерских наука или других дисциплина, у зависности од примарног фокуса, односно од тога да ли је тумачимо превасходно са становишта степена њене развијене интелектуалности или области практичне примене, као што су на пример: подршка функционисању круцијалне државне инфраструктуре, рад државне управе, за комуникацију, у области културе, забаве и др. Такође, не смемо да занемаримо чињеницу да се ова технологија развија и усложњава невероватном брзином, што уноси додатне нејасноће.

Неретко се она погрешно изједначава са машинским учењем, које представља само један њен сегмент. У вештачку интелигенцију убрајамо различите врсте технолошких система који функционишу у оквирима унапред задате логике и правилности; системи који раде по моделу перцепције код људи, повлаче и одабирају податке из базе, баратају великом

количином података, откривају правилности и доносе закључке или одређене врсте предикција на основу идентификованих правилности. Све наведено убраја се у технологију вештачке интелигенције. Ова технологија је примарно направљена са циљем да одмени човека у свим оним активностима које машина може да обавља прецизније, тачније, брже, ефикасније и јефтиније као што су, на пример: различите математичке и статистичке операције које се користе за електронско банкарство или трговину, прикупљање података и предикција временских прилика, усложњавање и поједностављивање податка о саставу земљишта и тла за потребе паметне земљорадње, брже и једноставније идентификовање аномалија и промена на кожи и многе друге активности.

У савременој литератури помињу се различите врсте вештачке интелигенције (ВИ), које донекле могу да помогну да се схвате размере потенцијала који има ова технологија. Најнижи ниво вештачке интелигенције који се развијао од њеног настанка јесте „уска ВИ“ (*Artificial Narrow Intelligence*), позната и као „слаба вештачка интелигенција“, дизајнирана да обавља најједноставније задатке. Следећа врста је „генерална ВИ“ (*Artificial General Intelligence*), позната и под називом „хипотетичка ВИ“, и она може да обавља било који интелектуални задатак попут човека, рецимо: учење, разумевање и примена одређених знања. Овај ниво вештачке интелигенције и даље се развија и могуће је да неће бити достигнут њен подједнак развој у свим доменама. Хипотетичка ВИ је ниво развоја који се наводи као антипод „слабој ВИ“. Следећа врста ВИ је „генерално сврсисходна ВИ“ (*General Purpose*

AI),^[2] која се помиње у правно обавезујућем Акту о вештачкој интелигенцији Европске уније (EU Artificial Intelligence Act, 2024). Генерално сврсисходна ВИ односи се на машине које уопштено имају способност да обављају широк спектар интелектуалних задатака подражавајући когнитивне способности човека. За разлику од специјализоване ВИ, која је дизајнирана да обавља специфичне задатке, овај ниво интелигенције настоји да опонаша људску интелигенцију, односно налик је људској интелигенцији приликом обављања активности (Pinto, 2024). У овај тип интелигенције убрајамо *Open AI GPT*, *Dolly AI*,

Claude AI by Anthropic, *Meta's Liama* и друге сличне ВИ системе. Системи вештачке интелигенције који су представљени почетком двадесетих година XXI века корак су испред „слабе ВИ“, али још нису достигли ниво „јаке ВИ“, те се отуда налазе између ова два нивоа развоја вештачке интелигенције (слика 1). Последњи ниво развоја вештачке интелигенције је супер ВИ (*Artificial Super Intelligence*), која не само да опонаша и реплицира генералну (хипотетичку) ВИ него се и сврстава у *science fiction* категорију (Jones, 2024). Детаљније о овој врсти ВИ, тзв. суперинтелигенцији писао је Бостром (Bostrom, 2014).



Слика 1. Фазе развоја вештачке интелигенције

Масовна дигитализација потпомогла је ширење ове технологије у свакодневном животу кроз паметне уређаје, виртуелне асистенте, софтвер који омогућава персонализацију услуга, персонализовано претраживање, анализу фотографија, препознавање говора и лица и многе друге функције. Интелигенција машина настаје као резултат комплексних процеса као што су: прикупљање података, баратање доступним

информацијама и базама података на основу претходно програмираних циљева/логике који служе за решавање одређених задатака. У прилогу чинијеници да је реч о комплексној технологији говори и то што процес прикупљања података може да се одвија на неколико различитих начина, било преко сензора, директним уношењем инструкција, било из комуникације с другим машинама. Аутори указују на карактеристике

[2] У говорној пракси, односно у српском језику се није усталио превод овог термина. За потребе овог истраживања аутор је навео овакав превод који најприближније осликава појам о којем је реч. Из тог разлога су навођени оригинални називи у загради.

које одређени уређај мора да поседује да би се сматрао интелигентним:

„• могућност обраде природног језика за обављање успешне комуникације на енглеском;

• представљање знања на основу складиштенних информација;

• аутоматизовано резонување и коришћење сачуваних информација приликом пружања одговара на задата питања и доношења нових закључака;

• способност машинског учења да се прилагоди новим околностима и да открије и екстраполира образце“ (Russel & Norvig, 2009, str. 2).

Ова савремена технологија има потенцијал да знатно употпуни и олакша обављање различитих људских делатности. Међутим, проблем је што постојећи дизајнирани системи могу да буду недовољно флексибилни у препознавању етичких питања и проблема, а истовремено и небезбедни у недостатку адекватне правне регулативе која се односи на дизајн и примену технологије вештачке интелигенције.

Изазови који произилазе из развоја и примене вештачке интелигенције

Технологија представља значајну полугу моћи у данашњем друштву. Вештачка интелигенција је схваћена као технолошки императив у најразвијенијим земљама света. На међународном нивоу је актуелна трка у технолошком развоју и иновацијама које дају конкурентску предност, али истовремено потврђују позицију једне државе у систему моћи. Вештачка интелигенција

заузима централно место у арени равнотеже међународних снага и сукоба интереса. Државе широм света (САД, Русија, Уједињени Арапски Емирати, Индија, Кина, Србија и многе друге) уврстиле су развој технологије вештачке интелигенције у своје развојне стратешке планове као један од примарних циљева. Државне индустријске и трговинске политике имају директан утицај на развој, производњу и примену основне опреме која је неопходна за производњу и примену вештачке интелигенције. Међународна конкуренција поводом вештачке интелигенције у пракси се манифестује углавном кроз конкуренцију у ланцу снабдевања производима који обезбеђују више рачунарске снаге и кроз (не) доступност алата и перформанси који пружају потребну подршку у раду ове технологије.

Осим постизања конкурентности на међународном плану, не смемо да занемаримо ни структуру тржишта и конкуренцију међу компанијама на националној основи која подстиче технолошки развој, примарно у такмичарском духу, оријентисан на стицање профита. Таква ситуација може да потисне у други план суштину технологије, која треба да служи општем интересу, а не да буде у служби пуког стицања профита или остварења других бенефита који произилазе из технолошког развоја. Постоји опасност да због ривалства наступи најгори сценарио, тј. да вештачка интелигенција настави да се развија самостално, без људског надзора. Људи су већ изумели технологију (симулационо учење, самостална игра и метаучење) која би развој вештачке интелигенције могла да скрене у непожељном правцу, што би људима знатно отежало праћење развоја и држање под контролом ВИ. Иако је

примарна сврха метода самоучења да се повећа ефикасност машинског учења; постоји опасност од постепеног умањења важности људског учешћа у креирању и раду паметних машина. Дугорочно посматрано, услед редовне примене система ВИ, гради се поверење у рад ове технологије. Постоји ризик да ВИ почне да се прихвата „здрово за готово“, односно да се исправност њених *output*-а током времена уопште не разматра, већ да се беспоговорно прихвата као истинита, а да се исправност њених садржаја уопште не доводи у питање. Можемо рећи да је та савремена технологија налик мачу с две оштрице.

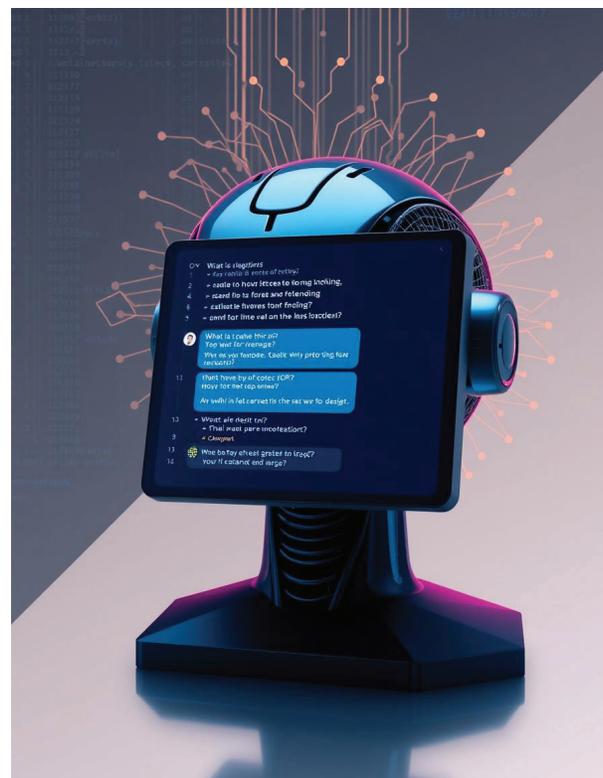
24 |

Технологија није константна, односно непроменљива и управо због тога захтева активан приступ њеном тумачењу и регулисању. Морамо да будемо свесни свих изазова који произилазе из производње и примене ове савремене технологије, јер ћемо једино тако сазнати где треба усмерити пажњу приликом њеног регулисања. Кључни изазови који се доводе у везу с технологијом вештачке интелигенције јесу:

1. производња и дизајн – кључни изазов је како да њена корисност буде већа од штетности;
2. регулатива – кључни изазов је пронаћи најбоља решења да се кроз право, политику, процедуре и прописе уреде области производње, дизајна, примене и развоја технологије вештачке интелигенције;
3. безбедност и исправност садржаја података и база над којима системи ВИ оперишу;
4. питање власништва над системима и базама података, одређивање одговор-

ности и санкција за одређена кршења и злоупотребе;

5. поштовање и имплементација генералних етичких смерница у дизајну и начину функционисања система ВИ, као и људских права и слобода, и антидискриминационих начела.



ChatGPT

Фотографију је генерисао AI images generator на платформи Freepik Picasso

Мислиоци широм света упозоравају на широк дијапазон ризика које доводе у везу с технологијом вештачке интелигенције. Ниједна технологија коју је човек раније изумео није

изазвала такву забринутост за егзистенцијални опстанак човечанства као што је то учинила вештачка интелигенција. Чак су и најпознатији компјутерски инжењери показали забринутост. Џефри Хинтон, који је радио на развоју савремених технологија и вештачке интелигенције, дао је отказ у компанији Гугл јер је увидео потребу да укаже на опасност и ризике од ове технологије по друштво. Хинтон је изјавио да ће машине ускоро бити у стању да мисле боље од нас и да могу да одлуче да преузму кормило над нашим друштвом, што би требало нарочито да нас забрине, те треба осмислити како да спречимо да се то догоди (Allyn, 2023). Илон Маск такође указује на штетне ефекте ове савремене технологије и сматра вештачку интелигенцију „најразорнијом силом у историји“ (Times Now, 2023). Мишљења о овој технологији изразито се разликују и изазивају како страх и крајње одбијање, указивање на њене штетне последице, тако и њено потпуно прихватање. Светски лидери деле ставове о вештачкој интелигенцији као о неизбежној технологији будућности. Међутим, озбиљни изазови произилазе из аутоматизације оружја и примене ове технологије у различитим војним операцијама (Kissinger, Schmidt & Huttenlocher, 2023).

Предуслови за развој неке државе у савремено доба јесу њена флексибилност и спремност да прихвати иновације. Осим несумњивих предности које произилазе из примене технологије вештачке интелигенције, отварају се и бројна питања. Технологија вештачке интелигенције се у свом раду служи информацијама којима располаже. Отуда најпре произилазе питања која се односе на податке, као што су: питања

приватности и заштите података, квалитет и потпуност података, доступност и безбедност података, правичност, транспарентност и др. (Donald et al., 2023).

Технологија вештачке интелигенције може да репродукује постојећу социоекономску неједнакост, утиче на токове капитала, али и да допринесе продубљивању јаза између богатих и сиромашних. Сиромашни остају у зачараном кругу сиромаштва због недовољне технолошке развијености и непоседовања потребних технолошких алата и стручности у области компјутерских наука због чега су принуђени да обављају слабије плаћене послове. Такође, вештачка интелигенција може да буде узрок бројних промена на тржишту рада и да се негативно одрази на тржишну волатилност. Аутоматизација и роботизација могу да утичу на нестанак појединих занимања. ВИ има потенцијал да значајно утиче на понуду и потражњу одређених врста занимања (Goos, Manning & Salomons, 2014). Осим тога, као ризици су примећени кршење приватности и алгоритамска пристрасност услед неисправних и несензитивних података на различите форме дискриминације. Примена технологије вештачке интелигенције у образовању може да послужи као значајна подршка у учењу, али једино уколико се ова технологија „правично и ефективно“ (Mandić, Mišćević & Vujišić, 2024) примени у образовању. Такође, постоји забринутост да би развој перформанси ове технологије и њена све већа употреба могли да минимализују хумани аспект и истисну у други план људски елемент у креирању савремених технологија. Као један од изазова намеће се питање како спречити развој неконтролисане

и самосвесне вештачке интелигенције. Такође, један од изазова је прекомерно ослањање на системе вештачке интелигенције, што може да доведе до инертности и претераног ослањања људи на услуге ВИ чак и у обављању најједноставнијих задатака, а лака доступност дигиталних асистената до некритичког ослањања на рад ВИ алата. Познато је да се интелигенција код људи развија приликом свакодневног суочавања са одређеним проблемима/задацима или доношења одлука. Слепа вера у веродостојност рада ВИ, дугорочно посматрано, може да утиче на то да нове генерације не буду у стању да самостално решавају ни најједноставније задатке, јер су навикли да се ослањају на ВИ алате. Осим претходно наведених изазова, као проблеми се намећу потрошња и потражња одређених материјала који се користе у производњи ВИ алата. Изазов који треба решити јесте и шта чинити са технолошким отпадом небиолошке природе који, уз већ познате климатске промене и проблеме, не гарантује светлу будућност, осим ако се алати вештачке интелигенције не примене за проналажење најефикаснијег еколошког решења.

Ризици који произилазе из технологије вештачке интелигенције могу се сумирати у одређене групе ризика. У прву групу убрајамо ризике који произилазе из недостатка транспарентности и јасноће. Системи вештачке интелигенције могу да буду тешки за разумевање чак и онима који се служе том технологијом,

а подаци над којима ВИ извршава операције нејасни су и недовољно транспарентни. У другу групу ризика убрајамо економске ризике и оне који се односе на тржиште услед процеса аутоматизације и роботизације. Трећа група ризика су социјални ризици, који се односе на манипулацију, угрожавање приватности и безбедности људи (*deepfakes*), политичку манипулацију, културне притиске, слабљење људског елемента и др.

Закључак

Вештачка интелигенција се сматра виталном стратешком технологијом. У савременим друштвено-политичким условима ова технологија заузима централно место у међународном одмеравању снага и сукобу интереса. Међутим, у целом свету актуелна регулатива савремених технологија већ значајно заостаје. Први закон који се односи конкретно на технологију вештачке интелигенције усвојила је Европска унија крајем 2023. године. Овом закону су претходиле бројне директиве и етичке смернице које нису правно обавезујуће. Неопходно је најпре да међународна заједница усагласи генерални правни оквир за примарно уређивање производње, примене и дистрибуције ове савремене технологије, чиме треба свеобухватно покрити широк дијапазон изазова и проблема који су овом раду представљени.

References / Литература

- Allyn, B. (2023). *'The godfather of AI' sounds alarm about potential dangers of AI*, NPR. Available at: <https://www.npr.org/2023/05/28/1178673070/the-godfather-of-ai-sounds-alarm-about-potential-dangers-of-ai>
- Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. UK: Oxford University Press.
- Donald, D., Aditya S. S., T., Rekha, K., Anjali, D., Dwaraka S. (2023). The Data Revolution: A Comprehensive Survey on Datafication. *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, III (1), 41–51. DOI:10.48175/IJARSC-9007
- EU Artificial Intelligence Act (2024). Up to date developments and analysis of the EU AI Act. Available at: <https://artificialintelligenceact.eu/>
- Goos M, Manning, A., Salomons, A. (2014). Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring. *American Economic Review*, CIV (8), 2509–2526. DOI: 10.1257/aer.104.8.2509
- Jones, B. (2024). *AI literacy fundamentals*. Washington: Data Literacy Press.
- Kissinger, H., Schmidt, E., Huttenlocher, D. (2023). *The Age of Artificial Intelligence and Our Human Future*. Beograd: Club Plus. [In Serbian]
- Luknar, I. & Jovanović, F. (2024). Various types of cyber threats. *Srpska politička misao*, LXXXIII (1), 161–177. DOI: 10.5937/spm83-46059 [In Serbian]
- Luknar, I. & Jovanović, F. (2023). An Ethics for Emerging Technologies. In: Đ. Jovanović et al (eds) *2nd International Conference Proceedings "Conference on Advances in Science and Technology COAST 2023"* (1046-1056). Montenegro, Herceg Novi: Faculty of Management.
- Mandić, D., Mišćević, G., Bujišić, Lj. (2024). Evaluating the quality of responses generated by ChatGPT. *Methodology Theory and Practice*, XXVII (1), 5-19. doi:10.5937/metpra27-51446
- Pinto, T. (2024). General-purpose AI under the AI Act. Available at: <https://artificialintelligenceact.com/general-purpose-ai-under-the-ai-act/>
- Russell, S. & Norvig, P. (2009). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (3rd Edition). UK: Pearson.
- Times Now (2023). Elon Musk raises alarm bells: AI – 'The most destructive force in history!' Available at: <https://www.timesnownews.com/technology-science/elon-musk-says-ai-the-most-destructive-force-in-history-article-104942193>

Ivana M. Luknar

Institute for Political Studies

Belgrade (Serbia)

Artificial intelligence as a challenge

Summary

28 |

This paper addresses the technology of artificial intelligence as a modern challenge. The main purpose of this article is to motivate all interested parties, the government leaders, scientific and expert public, lawyers, innovators, as well as end users to consider the challenges deriving from the application of this technology. Interpreting the technology of artificial intelligence from the perspective of different disciplines and practices contributes to its better understanding, while emphasizing a broad range of risks is a step forward in identifying and understanding the problems which we must readily encounter. If possible, some of the problems should be avoided and prevented in a timely manner. The main goal of the paper is to point to the challenges deriving from the application of this modern technology and raise awareness of the importance of organizing production and application of artificial intelligence technology. The paper starts from the hypothesis that knowing and resolving the broadest possible range of challenges is a prerequisite for regulating this modern technology for the common good. The article provides the analysis of content and a detailed review of literature dealing with artificial intelligence from the perspective of different scientific disciplines. The importance of the study is seen in its being a useful stimulus for initiating a debate about this topic. The social contribution of this study is huge because it puts forward the question of the challenges of artificial intelligence and leads to the strengthening of the awareness of the need for identifying and considering all potential challenges for the sake of their resolution. It is in the interest of whole humanity to focus on regulating artificial intelligence, with the primary focus on the achievement of general social welfare, and not on mere acquisition of profits or some other interest advantages. Only in this way can we protect ourselves from potential harmful consequences of this modern technology.

Keywords: artificial intelligence, challenges



**Драган В.
Вукмировић^[1]**

Универзитет у Београду,
Факултет организационих
наука
Београд (Србија)



Дејана С. Кресовић^[2]

Комисија за хартије
од вредности
Београд (Србија)

УДК 330.341:004.8
004.8

Оригинални научни рад
Примљен: 09.07.2024.
Прихваћен: 22.07.2024.
doi: 10.5937/napredak5-52069

Трансформациони потенцијал генеративне вештачке интелигенције

Сажетак: Овај рад анализира трансформациони потенцијал генеративне вештачке интелигенције на макро, мезо и микро нивоу друштвених и економских структура. Циљ је утврђивање утицаја ових технологија на различите аспекте друштва и економије, укључујући пословне операције и тржиште рада. Кроз свеобухватну анализу података и студија истражен је потенцијал нових технологија да повећају продуктивност, трансформишу пословне моделе и створе нове професионалне улоге. Закључено је да генеративна вештачка интелигенција може фундаментално променити тржиште рада, повећати глобални бруто домаћи производ и унапредити јавни и приватни сектор. Рад пружа увид у будуће трендове и неопходне регулаторне и структурне промене за оптимизацију њене примене.

Кључне речи: генеративна вештачка интелигенција (ГенВИ), трансформациони потенцијал – макро, мезо и микро

Увод

Глобално друштво доживљава убрзани развој у области вештачке интелигенције (ВИ). Овај напредак обухвата имплементацију технологија које омогућавају машинама способност учења и извршавања когнитивних задатака који су традиционално били резервисани за људе. Овај технолошки напредак може имати значајне по-

следице на друштво и културу. Будући да је ВИ когнитивна технологија, њен утицај се прожима кроз кључне домене као што су образовање, наука, култура и комуникација. Системи засновани на ВИ све чешће пружају савете лекарима, научницима и правосудним органима (UNESCO, 2019).

Постоји обиље радова који се баве техничким аспектима и апликацијама ВИ уопште,

[1] dragan.vukmirovic@fon.bg.ac.rs ; <https://orcid.org/0000-0003-0248-016X>

[2] dejana.kresovic@sec.gov.rs ; <https://orcid.org/0009-0008-9798-0733>

почевши од педесетих година прошлог века. На пример, у раду Талиб и сарадника (2020) извршен је систематски преглед литературе о хардверској имплементацији алгоритама ВИ и машинског учења (МУ). Аутори су анализирали 169 истраживачких радова објављених између 2009. и 2019. године, фокусирајући се на имплементацију неуронских мрежа као алата за детекцију објеката у различитим апликацијама (Talib et al., 2020).

Истраживање референтне литературе такође указује на то да је у публикованим радовима релативно мало пажње посвећено свеобухватном разматрању социоекономских последица које ВИ носи са собом. Евидентан је јаз у истраживању када је у питању разумевање утицаја ВИ на друштвену динамику и економске структуре, нарочито у контексту радне снаге, образовних система, и политичких политика на глобалном нивоу. Стал и сарадници (Stahl et al., 2023) наводе да је у њиховом раду први пут извршен систематски преглед литературе о процени утицаја (енгл. *Impact assessment*) ВИ. Аутори су анализирали 38 докумената о процени утицаја да би разумели њихове сврхе, опсег, организациони контекст, очекиване проблеме, временски оквир, процесе и методе, транспарентност и изазове. Закључили су да постоји одређени степен конвергенције између различитих процена утицаја ВИ, али још нема потпуне сагласности о садржају, структури и имплементацији. Процене утицаја најбоље се могу разумети као средство за подстицање размишљања и дискусије о друштвеним и етичким последицама екосистема ВИ. Аутори признају ограничења своје студије, укључујући тешкоће у дефинисању ВИ и одређивању обима процена

утицаја и истичу потребу за додатним истраживањима како би се боље разумео њихов утицај и улога у ширем екосистему ВИ. Овај рад пружа важан допринос разумевању процена утицаја и њихове потенцијалне улоге у управљању ВИ, и његови налази релевантни за истраживаче, доносиоце политика и организације које се баве ВИ.

За ГенВИ је карактеристично да своје место налази у домену интелектуалних, креативних и генерално боље плаћених послова, што представља истинску друштвено-економску револуцију, а у најмању руку еволуцију.

Свака индустријска револуција до сада била је обележена доминацијом технологија у производњи које су углавном замењивале мануелни рад, од парне машине до индустријских робота (Fahle, Prinz & Kuhlenkötter, 2020). Оно што ГенВИ чини посебном јесте њен потенцијал да утиче на послове који захтевају интелектуалне и креативне вештине. Ова значајна промена не само да доноси технолошку иновацију већ и дубоко утиче на друштвено-економски контекст, чинећи ову технологију изразито реметилачком.

Ово потврђује све већи број научних и стручних радова који истражују ГенВИ као реметилачку технологију. Ови радови покривају различите аспекте примене ГенВИ у разним индустријама, као и њен утицај на пословање и друштвене структуре.

На пример, истраживање објављено у *Nature Reviews Urology* разматра како ГенВИ може трансформисати научно издаваштво, постављајући питање да ли је ова технологија реметилачка или деструктивна за постојеће методе рада у овој области. Студија показује да ГенВИ може убрзати процес иновација и побољшати ква-

литет научних радова, али исто тако доноси и изазове у погледу аутентичности и интегритета рада (Bertolo & Antonelli, 2023).

Слично томе, *MIT Technology Review* извештава о утицају ГенВИ на пословне функције као што су иновације производа, логистика снабдевања и искуство купаца. Овај рад истиче да ГенВИ не само да мења начин на који се обављају одређени послови већ и како организације приступају иновацијама и конкурентности у својим индустријама. Извештај показује да већина руководилаца очекује значајне промене у наредних пет година, али истовремено указује на технолошке и организационе препреке које могу омести успешну имплементацију ГенВИ (MIT Technology Review Insights, 2024).

Документ „The GenAI is out of the bottle: generative artificial intelligence in various domains“, објављен на *Springer*-у, анализира примену ГенВИ у разним индустријама и њен потенцијал да изазове значајне промене у пословању и друштву. Кроз шест хипотеза аутори разматрају како ГенВИ демократизује приступ знању, комбинује фактографско знање и креативно размишљање и мења скуп вештина потребних за креирање садржаја. Анализирају се три индустрије – софтверско инжењерство, здравствена нега и финансијске услуге – да би се показале потенцијалне промене у пословним моделима. Документ наглашава брзи раст и потенцијал ГенВИ, али и истиче изазове попут етичких питања и потребе за регулацијом. У закључку, рад доприноси разумевању како компаније могу користити ГенВИ за иновације и унапређење својих пословних модела (Kanbach, Heiduk, Blueher, Schreiter & Lahmann, 2024).

Документ „How Generative AI Will Transform Knowledge Work“, објављен у *Harvard Business Review*, бави се тиме како ГенВИ може трансформисати знањем засноване послове и који су изазови у њеној примени. ГенВИ има потенцијал да аутоматизује одређене задатке засноване на знању, али то не подразумева замену свих радника. Напротив, ГенВИ може омогућити запосленима више времена за обављање значајнијих задатака, чиме се побољшавају њихове перформансе и продуктивност. Текст детаљно објашњава начине на које ГенВИ може подржати рад са знањем, укључујући смањење когнитивног оптерећења кроз аутоматизацију структурираних задатака, унапређење когнитивних способности за неструктуриране задатке и побољшање процеса учења на радном месту. Аутори такође пружају препоруке менаџерима о томе како да помогну запосленима у оптималном коришћењу ГенВИ (Alavi & Westerman, 2023).

Аутори документа „How to Capitalize on Generative AI“ (McAfee, Rock & Brynjolfsson, 2023) разматрају важност и ризике ГенВИ у односу на потенцијалне користи. Пример велике софтверске компаније показује како ГенВИ може побољшати ефикасност и задовољство клијената, посебно кроз подршку агентима за корисничке услуге. ГенВИ треба посматрати као технологију опште намене, сличну електричном погону или интернету, која ће брзо утицати на економију захваљујући већ постојећој инфраструктури. Људи могу лако да комуницирају са овим системима, што снижава баријере за њихову употребу. Аутори препоручују пословним лидерима да предузму кораке као што су

инвентаризација радних улога, процена користи и приоритизација пројеката с најбољим односом користи и трошкова, уз потребу за експериментисањем и брзим итерацијама да би се максимално искористиле предности ГенВИ.

Свеобухватан преглед литературе о ГенВИ тек се очекује, јер су постојеће студије и даље у раној фази и углавном се баве техничким питањима. Будућа истраживања требало би да пруже дубљи увид у дугорочне ефекте ГенВИ на друштво, радну снагу и економске политике. Ова истраживања ће бити кључна за разумевање и ефикасно управљање трансформацијама које доноси ова револуционарна технологија.

У првом делу рада представљени су резултати објављених студија и преглед постојеће литературе о ГенВИ. У другом делу рада анализирани су трансформациони нивои утицаја ГенВИ, подељени на три сегмента: макро, мезо и микро ниво. Трећи део рада обухвата резултате истраживања и дискусију, где су представљени налази и њихове импликације на друштвене и економске структуре. На крају, у четвртом делу рада, сумирани су кључни закључци и дате препоруке за будућа истраживања и примену ГенВИ у пракси.

Методологија

Истраживање представљено у овом раду бави се дубинском анализом утицаја ГенВИ на социјалне и економске системе. Циљ је двојак:

1. Идентификација начина на које се ГенВИ интегрише у различите секторе:
 - о Како ГенВИ промовише иновације?

- о Које нове професионалне могућности ствара?

2. Истраживање изазова које ГенВИ доноси:
 - о Како утиче на постојеће праксе и парадигме?
 - о Које су потенцијалне опасности?

Кроз ово свеобухватно истраживање, тежимо да пружимо јасну слику могућности и изазова које ГенВИ представља за модерно друштво.

Трансформациони потенцијал на макро, мезо и микро нивоу

ГенВИ означава значајну прекретницу у еволуцији технолошког развоја, носећи са собом изузетан потенцијал за фундаменталну трансформацију како појединачних живота, тако и ширих друштвених и економских структура. С обзиром на широки спектар њеног утицаја, од индивидуалног до глобалног нивоа, ГенВИ отвара нове перспективе у ефикасности, иновативности и адаптивности. Ова технологија помера границе традиционалних методологија, чиме омогућава револуционарне промене у модалитетима пословања, образовања и комуникације.

Широка доступност ових алата буди све веће интересовање јавности. ChatGPT се издвојио као један од најупечатљивијих примера, поставши најбрже растућа потрошачка апликација у историји. Након лансирања, ChatGPT је за само два месеца привукао 100 милиона корисника (Baum et al., 2023), оборивши све претходне рекорде брзине раста корисничке базе у односу на било коју другу дигиталну услугу.

Овај феноменални успех не само да илуструје растућу привлачност ГенВИ технологија већ и наглашава потенцијал који ове иновације имају у трансформацији како пословних, тако и личних аспеката наших живота.

Да би се максимално искористиле могућности које ГенВИ пружа, императив је дубинско разумевање њених импликација на различитим нивоима трансформације – **макро, мезо и микро нивоа**. Комплексност ове технологије захтева свеобухватан приступ који интегрише интердисциплинарно знање и стратешко планирање да би се идентификовали и искористили потенцијали ГенВИ, уз симултано разматрање потенцијалних ризика и етичких изазова. Овај приступ омогућава имплементацију стратешких парадигми које ГенВИ доноси у различите сфере друштва и економије.

На макроекономском нивоу, ГенВИ поседује капацитет за темељну трансформацију економске и друштвене инфраструктуре. Ова технологија има кључну улогу у обликовању глобалних трендова и усмеравању економских политика, с потенцијалом да редефинише тржиште рада. Имплементација ГенВИ може резултирати значајним променама у структури запослености, при чему би се одређена занимања могла угасити, док би друга, нова, могла настати. Таква динамика захтева свеобухватну ревизију образовних програма и стратегија обуке радне снаге да би се одговорило на нове захтеве тржишта.

Економски учинци ГенВИ потенцијално су револуционарни. Како је Пол Кругман (Paul Krugman), добитник Нобелове награде за економију, истакао, продуктивност има кључну улогу

у дугорочном економском расту (Colford, 2016). Предвиђања указују на то да би опсежна примена ГенВИ могла повећати годишњу стопу раста продуктивности рада за око 1,5% у наредној деценији у Сједињеним Америчким Државама (САД) и другим развијеним земљама. Очекује се да ће такав тренд имати значајан утицај на глобални бруто домаћи производ (БДП), с пројекцијама повећања до 7% годишње. Анализе финансијских институција као што је Goldman Sachs сугеришу да би вредност индекса, као што је S&P 500, могла расти за до 9% захваљујући побољшањима у продуктивности и корпоративним перформансама (Goldman Sachs, 2023).

Динамичан раст тржишта ВИ бележи се сваке године. Величина глобалног тржишта ВИ у 2023. години износила је око 208 милијарди долара, с предвиђањима да ће до 2030. године нарасти на приближно 1,85 билиона долара. Ове бројке не само да наглашавају брзину развоја технологије ВИ него и њену све већу интеграцију у различите сегменте економије и друштва (Duarte, 2024).

Настављајући разматрање утицаја вештачке интелигенције на друштвене и културне сфере неопходно је истражити и њене економске импликације. Према проценама извештаја компаније McKinsey из 2023. године, ВИ би могла допринети глобалној економији додавањем импресивних 25,6 билиона долара. Ова бројка указује на потенцијал ВИ да трансформише економске структуре широм света (Chui et al., 2023).

ГенВИ има потенцијал да значајно подстакне раст бруто домаћег производа (БДП) кроз неколико кључних механизма:

- **Повећање продуктивности рада:** Аутоматизација понављајућих и временски

захтевних задатака омогућава радницима да се фокусирају на сложеније и креативније активности, што директно доприноси економском расту. Алати за обраду природног језика, анализу података и аутоматизацију пословних процеса могу трансформисати оперативне моделе компанија, смањити трошкове и повећати капацитете.

- **Иновације и развој нових индустрија:** Примена ГенВИ омогућава стварање нових производа, услуга и индустрија, од напредних здравствених технологија до персонализованих дигиталних асистената. Ово стварање нових и проширење постојећих тржишта значајно доприноси економском расту.
- **Стварање нових радних места:** Поред оптимизације постојећих задатака, ГенВИ ствара потребу за новим врстама занимања. Појављују се послови који захтевају специјализоване вештине у управљању, надзору и побољшању ВИ система, укључујући стручњаке за етику ВИ, инжењере за ВИ сигурност и аналитичаре података.
- **Оптимизација ланца снабдевања и логистике:** ГенВИ може значајно побољшати ефикасност ланца снабдевања кроз анализу и предвиђање, смањујући губитке и оперативне трошкове, што доприноси укупном економском благостању.
- **Побољшање јавних услуга и администрације:** Аутоматизација и анализа података помоћу ГенВИ могу унапредити ефикасност јавних услуга, оптимално

распоређивање ресурса и смањење трошкова, што позитивно утиче на економски раст.

- **Привлачење страних инвестиција:** Ефикасни и иновативни економски системи који користе ГенВИ постају привлачнији за стране инвестиције, доприносећи повећању директних страних инвестиција.

На мезо нивоу трансформације фокус ГенВИ усмерен је ка специфичним индустријама и секторима, наглашавајући како технологија може потакнути адаптацију и иновацију унутар пословних окружења. Индустрије попут финансија, здравства и правних услуга већ видно користе могућности ГенВИ за преобликовање својих операција. Ова технологија омогућава компанијама да аутоматизују рутинске задатке, креирају нове производе и услуге, те промене своје пословне моделе и оперативне стратегије. Такође, ГенВИ има кључну улогу у трансформацији корпоративне културе и развоју нових вештина унутар тимова.

ВИ такође нуди могућности за аутоматизацију широког спектра послова, што утиче на радну снагу на различите начине. Према извештају из 2023. године, око две трећине радних места има потенцијал да буде делимично аутоматизовано кроз примену ВИ технологија. Међутим, ово не значи нужно замену људског фактора, већ пре његово допуњавање, чиме се отварају нове могућности за раднике да се баве сложенијим задацима (Goldman Sachs, 2023)

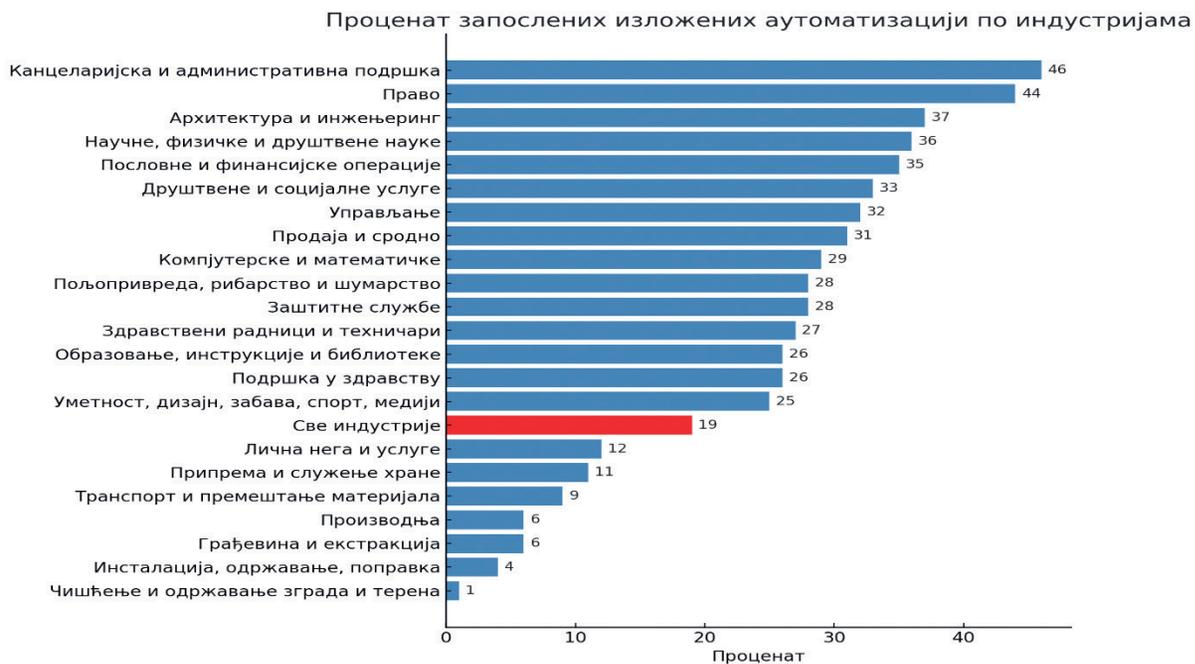
ГенВИ може имати значајан утицај на каријере високообразованих професионалаца у

економски вредним секторима. Ракеш Кочар истиче да „радници који су упознатији са ВИ виде више користи него штете“ (Kochhar, 2023). Овакве промене могу брзо и опсежно утицати на тржиште рада, покрећући значајне адаптације у већини професионалних области (Schulz, 2023).

Према анализи McKinsey Global Institute, значајан део радних задатака у САД стоји пред изазовом аутоматизације. Конкретно, између 20% и 50% послова у САД могло би доживети различите степене аутоматизације до краја 2030. године (Kenan Institute of Private Enterprise, 2023). Ова пројекција сугерише да би готово четвртина свих радних активности могла бити

пренесена на технологије засноване на ВИ, што имплицира значајне промене у структури радне снаге и потребним вештинама. Таква транзиција захтева свеобухватне стратегије прилагођавања како на индивидуалном, тако и на организационом нивоу, подстичући образовање и развој нових вештина у сврху ефикасног одговора на промењене тржишне захтеве.

Изазови аутоматизације радних задатака посебно су изражени међу женама, које су значајније погођене од мушкараца. Према извештајима, 21% више жена него мушкараца суочава се с ризиком од аутоматизације послова. Овај феномен делимично се објашњава чињеницом да мушкарци чине већину на тржишту



Слика 1. Процент изложености аутоматизацији радних места под утицајем ВИ (Goldman Sachs, 2023)

рада, али жене претежно обављају послове у секторима који су најподложнију аутоматизацији, као што су административна подршка, услуге корисницима и прехранбена индустрија (Kenan Institute of Private Enterprise, 2023).

Током анкете спроведене 2023. године међу професионалцима у САД откривено је да је 37% оних запослених у секторима рекламирања и маркетинга користило ВИ за подршку у пословним активностима. Насупрот томе, сектор здравства показао је најмањи степен примене ВИ, са свега 15% испитаника који су изјавили да користе ВИ у радном окружењу. Висока стопа усвајања ВИ технологија у маркетингу и рекламирању може се објаснити природом индустрије која интензивно интегрише креативне процесе и медије, чиме се отвара простор за ефикасније коришћење ВИ алата у оптимизацији и иновацијама (Statista, 2024).

Специјализована верзија ГенВИ, као што је ChatGPT Enterprise, пружа компанијама напредне алате, прилагођене пословним потребама. Ова платформа нуди побољшану сигурност и приватност, бржи приступ моделима попут GPT-4 и проширене функције за обраду комплексних захтева. Такве платформе омогућавају аутоматизацију четботова за корисничку подршку, олакшавају креативне процесе попут писања и маркетинга, и подстичу интеграцију с другим апликацијама. Ове иновације кључне су за побољшање оперативних перформанси и конкурентности компанија (Open AI), преко:

- **Унапређења пословних процеса:** ГенВИ омогућава оптимизацију пословних процеса кроз аутоматизацију и аналитику

података, повећавајући ефикасност, смањујући трошкове и скраћујући време извршења задатака. Ово омогућава бржи одговор на тржишне захтеве и преусмеравање ресурса на стратешке иницијативе.

- **Иновације у производима и услугама:** ГенВИ подстиче развој нових и унапређење постојећих производа и услуга. Анализом великих количина података компаније могу идентификовати трендове и потребе потрошача, омогућавајући креирање циљаних и иновативних решења, од персонализованих финансијских саветовања до напредних дијагностичких алата у медицини.

На микронивоу истраживање ГенВИ усмерено је на појединачне кориснике, мале тимове и специфичне примене у свакодневном животу и радном окружењу. Ова технологија омогућава појединцима да унапреде своју продуктивност преко персонализованих асистената који подржавају различите активности, укључујући писање, истраживање и друге креативне задатке. Осим тога, ГенВИ пружа прилагођена корисничка искуства у многим апликацијама, од е-трговине до едукативних алата, знатно побољшавајући њихов квалитет.

Важно је нагласити како ГенВИ трансформише приступ информацијама и ресурсима, омогућавајући корисницима да ефикасније користе своје време и ресурсе. На пример, платформе попут ChatGPT-а могу повећати продуктивност запослених у писању, било да је реч о генерисању идеја, уређивању текста, било о креирању

комплетних текстуалних садржаја. Ова технологија такође доприноси смањењу неједнакости на радном месту, омогућавајући запосленима с мањим вештинама да изводе задатке на нивоу својих колега са вишим способностима. Ово се посебно односи на унапређење граматике, правописа и организације мисли, дајући шансу радницима са мање развијеним вештинама писања да креирају квалитетне блогове, чланке, е-књиге и друге садржаје за онлајн публикавање (Vukmirović, 2024).

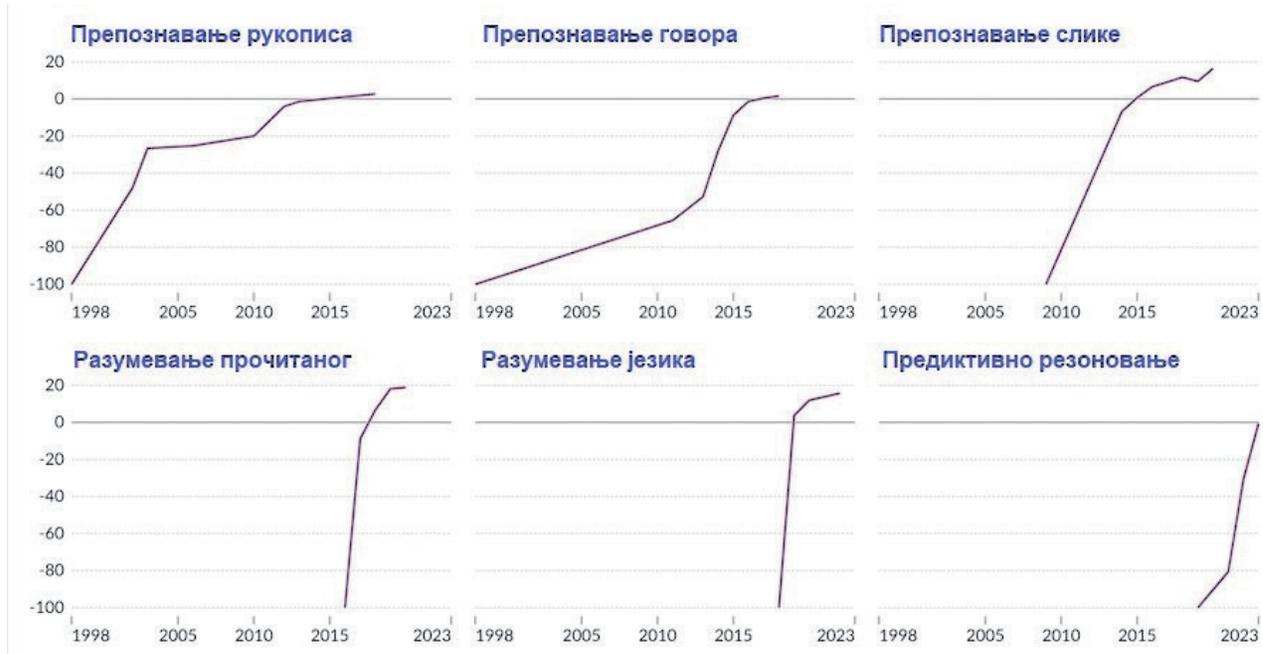
У контексту научних истраживања, ВИ почиње да игра кључну улогу у процесима анализе и интерпретације података. Осим тога, поступна замена традиционалног људског рада иновативним технологијама изискује развијање нових капацитета за отпорност и прилагодљивост у радним процесима. Чак су и угледни мислиоци попут Стивена Хокинга (Stephen Hawking) изразили забринутост да би ВИ могла представљати егзистенцијални ризик за човечанство с обзиром на њен потенцијал да преузме контролу над различитим аспектима нашег живота и друштвене структуре (UNESCO, 2019).

Резултати студије коју су 2023. године спровели аутори из National Bureau of Economic Research (NBER), са фокусом на квантификацију ефикасности решавања пословних задатака по сату, показала је да су запослени који су користили алате ГенВИ забележили за 14% већу продуктивност од колега који нису користили те алате. Ово побољшање продуктивности било је изразито изражено код новозапослених и радника с нижим квалификацијама. С друге стране, код висококвалификованих и професионалних радника пораст продуктивности био је мање

приметан. Ови резултати указују на потенцијал ГенВИ алата да унапреде ефикасност на радном месту, посебно у подстицању продуктивности мање искусних чланова тима, док се код већ успостављених професионалаца примењује у специфичнијим и сложенијим контекстима (Brynjolfsson, Li & Rejmond, 2023).

- **Утицај на персонализоване продуктивности:** ГенВИ омогућава корисницима да прилагоде алате својим потребама, што повећава ефикасност и задовољство. Корисници могу користити ГенВИ за организацију активности, управљање финансијама и здравствене савете. Персонализација побољшава продуктивност и ангажованост, али захтева регулацију ради заштите приватности и смањења пристрасности. Микрониво трансформација уз ГенВИ представља значајан напредак у начину на који појединци и тимови користе технологију, показујући како се технолошки напредак може прилагодити различитим аспектима људске активности.

У испитивању које је објавио Our World in Data у 2023. години (Kiela et al., 2023) тестиране су перформансе ВИ и упоређене с перформансама људи у истим областима. Тестирано је обављање задатака, од креирања слике, дизајнирања, па до разумевања језичких текстова. Резултати показују да је ВИ систем превазишао људске перформансе у разумевању језичких и текстуалних докумената, али и у препознавању фотографија, као и да изједначава перформансе са људским перформансама у препознавању говора, рукописа и предиктивног просуђивања.



38 |

Слика 2. За сваку област почетни учинак ВИ постављен је на 100, док се људске перформансе користе као основица, односно нула. Како се учинак ВИ побољшава и прелази основицу, она постиже боље резултате од људи (Kiela et al., 2023).

ГенВИ: корак даље

Иако су популарно названи „неуронским мрежама“, алати ВИ не функционишу на сличан начин као људски мозак. Машине са ВИ ослањају се пре свега на напредне статистичке методе за обраду података и генерисање одговора. У суштини, ове машине извршавају комплексне статистичке анализе, користећи алгоритме који се базирају на учесталости појављивања речи и обрасцима у великим скуповима података. Њихова способност за апстракцију и дубоко резоновање ограничена је јер не поседују унутрашње моделе

света који су карактеристични за људску когницију (Goldman Sachs, 2023).

Учење које ове машине спроводе заснива се на анализи огромних количина података, при чему се идентификују обрасци и корелације који омогућавају да се генеришу релевантни одговори на специфичне упите. Међутим, за разлику од људи, оне не могу да разумеју апстрактне концепте или комплексне интеракције које карактеришу људску перцепцију и мисао. Њихова интелигенција је, стога, ограничена на рефлексивне и статистичке задатке, без способности за истинско разумевање и свесност.

Планирано је да се „проучавање ВИ“ настави „на основу претпоставке да се сваки аспект учења или било која друга карактеристика интелигенције може у принципу тако прецизно описати да се машина може направити да то симулира“ (UNESCO, 2019). Ова претпоставка представља темељни принцип на којем се развијају савремени ВИ системи, ослањајући се на статистичке и математичке моделе који покушавају да имитирају људске когнитивне процесе.

Закључак

Истраживање је показало да генеративна вештачка интелигенција има капацитет за дубоку и свеобухватну трансформацију друштвених и економских структура на макро, мезо и микро нивоу. На макроекономском плану, имплементација технологија генеративне вештачке интелигенције може знатно повећати глобалну продуктивност рада, подстаћи иновације и створити нове професионалне могућности, што у коначници води ка расту бруто домаћег производа. Примена ових технологија на мезо нивоу омогућава индустријама попут финансијског, здравственог и правног сектора да редефинишу

своје пословне моделе и оперативне стратегије, чиме се додатно повећавају њихова ефикасност и конкурентност. На микронивоу, алати генеративне вештачке интелигенције пружају појединцима и малим тимовима могућности за унапређење личне продуктивности и побољшање корисничког искуства коришћењем персонализованих асистената и прилагођених апликација.

Ипак, док су потенцијали генеративне вештачке интелигенције као технологије несумњиво велики, треба истаћи да ова трансформација долази са значајним изазовима и ризицима. Етичка питања, укључујући приватност података, пристрасност алгоритама и потенцијалну замену људске радне снаге, морају бити пажљиво разматрана и регулисана. Да би се у потпуности искористиле предности које генеративна вештачка интелигенција нуди, неопходно је развити интердисциплинарне приступе и стратегије који интегришу технолошки развој са етичким и социјалним аспектима. Само тако ће бити могуће максимизовати позитивне ефекте ове револуционарне технологије и минимизирати потенцијалне негативне последице.

References / Литература

- Alavi, M., & Westerman, G. (2023). *How generative AI will transform knowledge work*. Harvard Business Review. Available at: <https://hbr.org/2023/11/how-generative-ai-will-transform-knowledge-work>
- Baum, A., et al. (2023, September). *Unleashing AI: The AI arms race*. City GPS: Global Perspectives & Solutions. Available at: <https://ir.citi.com/gps/JdGH5yFEQ39Tk0vIBoktHGihWIZj%2B%2FakJbUuxN2mF%2FE2AIVFsFFhvg8Eq8rUb9WUQEICCLGRYOc0xwXu%2B6CEQQ%3D%3D>
- Bertolo, R., & Antonelli, A. (2023, November 15). Generative AI in scientific publishing: disruptive or destructive?. *Nature Reviews Urology*, XXI (1–2) (2024). DOI: <https://doi.org/10.1038/s41585-023-00836-w>
- Brynjolfsson, E., Li, D., & Raymond, L. R. (2023). *Generative AI at work*. National Bureau of Economic Research. Available at: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w31161/w31161.pdf
- Chui, M., et al. (2023, June 14). *The economic potential of generative AI: The next productivity frontier*. McKinsey & Company. Available at: <https://www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier#business-value>
- Colford, C. (2016, November 15). *Productivity for prosperity: In the long run, it is almost everything*. World Bank Blog. Available at: <https://blogs.worldbank.org/en/psd/productivity-prosperity-long-run-it-almost-everything>
- Duarte, F. (2024, January 29). *AI market size statistics (2024)*. Exploding Topics. Available at: <https://explodingtopics.com/blog/ai-market-size-stats>
- Fahle, S., Prinz, C., & Kuhlentötter, B. (2020). Systematic review on machine learning (ML) methods for manufacturing processes - Identifying artificial intelligence (AI) methods for field application. *Procedia CIRP*, XCIII, 413–418. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2020.04.109>
- Goldman Sachs. (2023, April 05). *Generative AI could raise global GDP by 7%*. Available at: <https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/generative-ai-could-raise-global-gdp-by-7-percent.html>
- Goldman Sachs. (2023, July 10). *Generative AI: Hype, or truly transformative?* Available at: <https://www.goldmansachs.com/intelligence/pages/generative-ai-hype-or-truly-transformative.html>
- Kanbach, D. K., Heiduk, L., Blueher, G., Schreiter, M., & Lahmann, A. (2024). The GenAI is out of the bottle: generative artificial intelligence from a business model innovation perspective. *Review of Managerial Science*, XVIII (4), 1189–1220. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11846-023-00696-z>
- Kenan Institute of Private Enterprise. (2023, April 18). *Will generative AI disproportionately affect the jobs of women?* Available at: <https://kenaninstitute.unc.edu/kenan-insight/will-generative-ai-disproportionately-affect-the-jobs-of-women/>
- Kiela et al. (2023, Last updated 2024, April 2). *Test scores of the AI relative to human performance*. Our world in data. Available at: <https://ourworldindata.org/artificial-intelligence>
- Kochhar, R. (2023). *Which U.S. Workers Are More Exposed to AI on Their Jobs?* Pew Research Center. Available at: https://www.pewresearch.org/social-trends/wp-content/uploads/sites/3/2023/07/st_2023.07.26_ai-and-jobs.pdf

- McAfee, A., Rock, D., & Brynjolfsson, E. (2023, November 1). *How to capitalize on generative AI*. Harvard Business Review. Available at: <https://hbr.org/2023/11/how-to-capitalize-on-generative-ai>
- MIT Technology Review Insights. (2024, February 29). *Generative AI: Differentiating disruptors from the disrupted*. Telstra. Available at: <https://www.telstra.com.sg/en/campaigns/generative-ai-differentiating-disruptors-from-the-disrupted>
- Open AI. *What is ChatGPT Enterprise?* Available at: <https://help.openai.com/en/articles/8265053-what-is-chatgpt-enterprise>
- Schulz, B. (2023, August 4). *What jobs are most exposed to AI? Pew research reveals tasks more likely to be replaced*. USA Today. Available at: <https://www.usatoday.com/story/money/2023/08/04/jobs-most-exposed-ai/70523057007/>
- Stahl, B. C., et al. (2023). A systematic review of artificial intelligence impact assessments. *Artificial Intelligence Review*, LVI (11), 12799-12831. DOI: 10.1007/s10462-023-10420-8
- Statista. (2024, May 10). *Rate of generative AI adoption in the workplace in the United States 2023, by industry*. Available at: <https://www.statista.com/statistics/1361251/generative-ai-adoption-rate-at-work-by-industry-us/>
- Statista. (2024, May 28). *Market size and revenue comparison for artificial intelligence worldwide from 2020 to 2030*. Available at: <https://www.statista.com/statistics/941835/artificial-intelligence-market-size-revenue-comparisons/>
- Talib, M. A., Majzoub, S., Nasir, Q., & Jamal, D. (2020). A systematic literature review on hardware implementation of artificial intelligence algorithms. *The Journal of Supercomputing*, LXXVII, 1897–1938. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11227-020-03325-8>
- UNESCO Paris (2019, February). *Preliminary study on the ethics of artificial intelligence*. World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367823>
- Vukmirović, D. (2024). *The Transformational Potential of Generative Artificial Intelligence in Marketing and Communications*. DOI:10.13140/RG.2.2.31292.65927

Dragan V. Vukmirović

University of Belgrade,
Faculty of Organizational Sciences
Belgrade (Serbia)

Dejana S. Kresović

Securities Commission
Belgrade (Serbia)

The transformative potential of generative artificial intelligence

42 |

Summary

This paper analyses the transformative potential of generative artificial intelligence at macro, meso, and micro levels of social and economic structures. The aim is to determine the impact of these technologies on various aspects of society and economy, including business operations and the labour market. The potential of new technologies to increase productivity, transform business models, and create new professional roles has been examined through a comprehensive analysis of data and studies. It has been concluded that generative artificial intelligence can fundamentally change the labour market, globally increase gross domestic product, and improve both the public and private sectors. The paper provides insights into future trends and regulatory and structural changes that are necessary for optimising the application of generative AI.

Keywords: generative artificial intelligence (GenAI), transformative potential - macro, meso, and micro



Љубиша М. Бојић^[1]

Истраживачко-развојни
институт за вештачку
интелигенцију Србије
Нови Сад (Србија)



Милан М. Чабаркапа^[2]

Универзитет у Крагујевцу,
Факултет инжењерских наука,
Катедра за електротехнику
и рачунарство
Крагујевац (Србија)

УДК 004.8(497.11)

001.895

Оригинални научни рад

Примљен: 20.06.2024.

Прихваћен: 09.07.2024.

doi: 10.5937/napredak5-51738

Стратешко улагање у истраживање и развој мемристор технологије у Републици Србији

Сажетак: Убрзани напредак вештачке интелигенције (ВИ) значајно је утицао како на развој високе технологије, тако и на економски и друштвени развој. Република Србија се стратешки оријентисала да подржи истраживање и развој у области ВИ. Имајући у виду драматичну динамику развоја ВИ, циљ овог рада јесте да идентификује и опише мемристор технологију као тренутно веома актуелну и атрактивну, како би се оствариле технолошке иновације, друштвено-економски беневити и потенцијално глобални продор. У раду је представљен преглед литературе како би се анализирали теоријски појмови, тренутни исходи истраживања и могуће примене мемристор технологије. Анализе указују на то да развој ове технологије у Србији може позиционирати земљу на место предводника у иновацијама код хардвера ВИ и подстаћи међународну сарадњу, стимулишући технолошки напредак целе привреде. Стога се овим радом предлаже да се будућа истраживања усмере на превазилажење практичних изазова у производњи мемристор технологије, развој хибридних архитектура и формулисање напредних неуроморфних алгоритама.

Кључне речи: мемристори, неуроморфно рачунарство, технолошке иновације, стратешко позиционирње, глобални продор

Увод

ВИ се брзо трансформисала од уске области рачунарских наука, до важног чиниоца који обликује привреду и друштво у читавом свету. Будући да смо на прагу нове технолошке револуције,

неопходно је да се идентификује специфична област у оквиру ВИ како би се усмерили ресурси у истраживање и развој, са циљем да се остваре технолошки напредак и друштвено-економски беневит. Међу значајнијим потезима које је Република Србија спровела како би подржала

[1] ljubisa.bojic@ivi.ac.rs ; <https://orcid.org/0000-0002-5371-7975>

[2] mcabarkapa@kg.ac.rs ; <https://orcid.org/0000-0002-2094-9649>

развој у овој области јесу усвајање Стратегије развоја ВИ за период од 2020. до 2025. године, оснивање института који је посвећен истраживањима и развоју ВИ, усвајање смерница за етички развој ВИ и успостављање законског оквира за аутономну вожњу (Strategija, 2020; IVI, 2022; Etika 2023; Auto, 2023). У погледу ове области, Република Србија је у предности у односу на многе земље у свету захваљујући свом геополитичком положају, јаким академским институцијама и научно-технолошком систему.

44 | Главна питање које ће се разматрати у овом раду јесте на који начин стратешко улагање Републике Србије у област ВИ може довести до технолошких иновација. Усред динамичног развоја ВИ, поред области које су већ идентификоване у актуелној Стратегији развоја ВИ, као и геополитичко повољне позиције за успостављање форума који би радио на глобалним решењима за регулисање и етику ВИ (Војис, 2024; Војис, 2022), мемристор технологија се појављује као интересантна због очекивања да реши проблем од виталног значаја, а то је висока потрошња електричне енергије система ВИ, као што су велики језички модели (ChatGPT) (Војис et al., 2024, Talanov et al., 2024). Ово је нарочито важно јер велике технолошке компаније развијају вештачку интелигенцију генералног типа, која ће бити примењена кроз различита решења и

услуге у свим аспектима друштва. Стога рад првенствено разматра могућност развоја мемристора, предлажући да Република Србија започне улагање у ту врсту технологије за коју се очекује да омогући развој нове генерације неуралних мрежа и доведе до револуције у ВИ.

Мемристори и неуралне мреже треће генерације

Рад Леона Чуе (Leon Chua) из 1971. излаже теоријску основу о мемристорима у којој се они описују као елемент електричних кола, уз општепознате

елементе – отпорнике, кондензаторе и индукторе. Чуа објашњава да мемристори могу чувати и обрађивати информације слично активностима синапси у мозгу. Ова технологија на јединствен начин повезује електрични напон и магнетни ток, омогућавајући нелинеарну везу између напона и струје. Ова веза

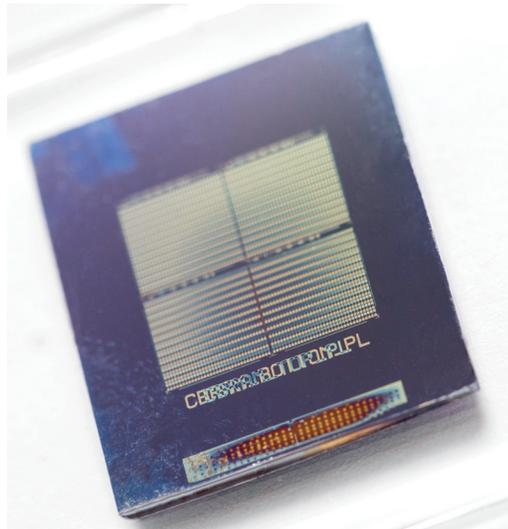
Мемристори представљају трећу генерацију неуралних мрежа које пружају већу ефикасност и могућност уштеде енергије код рачунарских процеса ВИ. Због карактеристике мемристор технологије да подражавају функције синапси мозга, ова технологија је погодна за примену у вештачкој интелигенцији.

омогућава мемристорима да задрже меморију без сталног напајања, што је карактеристика која подсећа на функционисање синапси мозга.

Мемристор технологија је била пуки теоријски конструкт све до 2008. када је конструисана помоћу нанометарске превлаке од титанијум-диоксида (Strukov et al., 2008). Ово откриће потврдило је претпоставке Леона Чуе и отворило пут за

Љубиша М. Бојић
Милан М. Чабаркапа

Стратешко улагање у истраживање и развој
мемристор технологије у Републици Србији



Мемристор, који су произвели Универзитет у Илиноису и Национална лабораторија за енергетску технологију Сједињених Америчких Држава који је изумео Леон Чуа 1971. године.

Фото: Wikipedia

даља истраживања. Синаптичка функционалност мемристор технологије проистиче из њене карактеристике да мења отпор на основу историје напона. Ово својство је познато као хистереза и оно опонаша синаптичку пластичност биолошких неуронских мрежа у којима синаптичка снага варира у зависности од неуронске активности.

Због тога што се у конструисању мемристор технологије користе нанометарске превлаке, могуће је значајно умањити потрошњу енергије у поређењу с традиционалним силиконским отпорницима. Пошто омогућавају брзу и ефикасну обраду информација, уређаји у којима се користе мемристоры могу створити способније системе ВИ, те се могу примењивати у различитим областима, од роботике до анализе података у реалном

времену. Скорија истраживања указују на примену неуронских мрежа заснованих на мемристорима у решавању задатака препознавања образаца (*pattern recognition*) (Prezioso et al., 2015), што поткрепљује чињеницу да системи мемристор технологије могу самостално учити и решавати проблеме на сличан начин као биолошки системи.

Технолошка достигнућа и изазови у конструисању мемристор технологије

Најзначајнија област истраживања у случају мемристор технологије односи се на материјале који се користе за њихову израду. Као што је поменуто,

прво се у изради користио титанијум-диоксид. Касније су се користили материјали као што су хафнијум-оксид, графен-оксид и органска једињења. Сваки материјал има јединствене особине које утичу на перформансе и трошкове производње мемристор технологије (Adhikari et al., 2012). Графен-оксид је погодан материјал због електричне проводљивости, механичке стабилности и флексибилности. Истраживање је показало да се мемристор технологија на бази графен-оксида одликује издржљивошћу и великом брзином функције прекидача (*switching speed*), што је веома важна карактеристика код примене у ВИ. Међутим, и даље постоје проблеми у вези с постизањем униформности у производњи. Променљивост својстава материјала доводи до неуједначених перформанси мемристор технологије. Зато су нове технике њене израде, као што су атомска депозиција и хемијска депозиција слојева превлака из парне фазе, предмет истраживања, а с циљем побољшања репродуктивности уређаја који користе мемристор технологије (Chang, Jo, Lu, 2011).

Примена мемристора у традиционалним рачунарским системима захтева иновативне приступе у дизајну електричних кола. За разлику од конвенционалних транзистора, нелинеарно понашање мемристор технологије захтева нове архитектуре електричних кола. Хибридна кола у којима мемристор допуњују традиционалне транзисторе могу допринети ефикасности рачунарских процеса (Wang et al., 2017). Значајан помак у развоју јесу попречни низови (*crossbar arrays*) у којима су мемристор распоређени по мрежној структури. Попречни низови омогућавају велику густину меморијског складиштења и паралелне рачунарске поступке. Истраживање је показало

да је могуће применити попречне низове у неуроморфним системима који су способни за препознавање образаца и самостално учење (Prezioso et al., 2015). Треба напоменути да је дизајнирање ефикасних механизма за читање и писање кола која су заснована на мемристорима неопходно за примену тих кола. Зато се истражују алгоритми читања и писања, као и технике за исправку грешака, како би се побољшала поузданост меморијских система који користе мемристор технологије.

Опонашајући пластичност синапси, мемристор могу олакшати синаптичко вагање (*synaptic weighting*) и прилагођавање (Yang et al., 2013). Акцелератори засновани на мемристорима превазилазе традиционалне системе засноване на графичким процесорима (*graphics processing unit – GPU*). Ширењем интернета ствари (*Internet of Things*) све је потребније ефикасно ивично рачунарство (*edge computing*), у којем се подаци локално обрађују, уместо да се ослањају на удаљене сервере. Системи засновани на мемристорима погодни су за примену у ивичном рачунарству, али и у ивичној ВИ (Ambrogio et al., 2018). Ови системи могу се применити код паметних мрежа и аутономних возила, на пример, што су само неке од бројних могућих примена мемристор технологије.

Примене мемристор технологије у различитим индустријама

Примене мемристор технологије су разноврсне и обећавају револуционарне промене у различитим индустријама, од здравства и пољопривреде, до енергетике и аутомобилске индустрије. Захваљујући својој способности да увећа енергетску

ефикасност и омогући напредне рачунарске процесе, мемристор технологија се сматра кључним носиоцем иновација и технолошког прогреса. У овом поглављу анализираћемо најзначајније примене мемристора у разним областима, као и њихове предности и изазове.

Мемристор технологија може значајно унапредити здравствену дијагностику и терапију. Неуроморфни системи засновани на мемристорима омогућавају напредне методе анализе медицинских слика и препознавања образаца у сложеним биомедицинским подацима. Ови системи могу помоћи лекарима при доношењу прецизнијих дијагноза у краћем временском року.

Једна од иновативних примена мемристор технологије јесте у развоју имплантабилних медицинских уређаја, као што су неуростимулатори и пејсмејкери. Мемристори могу поделити енергетске захтеве ових уређаја, смањујући потребу за честим заменама батерија или пуњењем уређаја. Уз то, ови уређаји могли би имати способност да се прилагођавају индивидуалним потребама пацијента, захваљујући својој способности за самоучење.

Пољопривреда се суочава с великим изазовима у смислу одрживости и ефикасности. Мемристор технологија може допринети решавању ових проблема кроз развој паметних механизма за наводњавање и управљање ресурсима. Системи засновани на мемристорима могу анализирати велику количину података у реалном времену, укључујући влажност земљишта, временске услове, и стање усева, како би оптимизовали коришћење воде и других ресурса.

Поред тога, мемристор технологија омогућава развој аутономних робота који могу обављати пољопривредне активности као што

су сејање, жетва и контрола штеточина. Ови роботи би могли користити напредне алгоритме за самостално учење и адаптацију на различите услове, чиме би значајно увећали ефикасност пољопривредних процеса.

Енергетска индустрија може такође имати велике користи од мемристор технологије. Једна од најперспективнијих примена јесте у развоју паметних мрежа (*smart grids*). Ове мреже могу користити мемристоре за складиштење енергије и управљање њеним протоком на ефикасан начин. Мемристори могу омогућити брзу обраду података и доношење одлука у реалном времену, што је кључно за оптимизацију потрошње енергије и интеграцију обновљивих извора енергије као што су соларни и ветроелектрични системи.

Поред тога, мемристор технологија може играти важну улогу у развоју енергетски ефикасних уређаја и система за складиштење енергије. Велика густина меморијског складиштења и мала потрошња енергије чине мемристоре идеалним за примену у батеријама нове генерације и другим системима за складиштење енергије.

Аутомобилска индустрија се припрема за револуцију с развојем аутономних возила. Мемристор технологија може значајно унапредити могућности ових возила кроз напредне системе обраде података и самосталног учења. Аутономна возила захтевају брзу и тачну обраду великих количина података који долазе од сензора и камера, а мемристори би могли обезбедити значајно већу ефикасност у обради ових података у односу на традиционалне системе рачунара.

Мемристори могу такође допринети развоју енергетски ефикасних система за складиштење енергије у електричним возилима. Смањена

потрошња енергије и повећана густина меморијског складиштења могу побољшати перформансе батерија и продужити време рада возила између пуњења.

Интернет ствари (IoT) све више постаје део свакодневног живота, а мемристор технологија може омогућити значајна побољшања у овој области. Уређаји засновани на мемристорима могу обрађивати податке директно на извору (ивично рачунарство), што смањује зависност од централних сервера и облака и омогућава брже и ефикасније доношење одлука. Примена мемристора у IoT уређајима може обухватати паметне сензоре за праћење околине, управљање енергијом у паметним домовима и развој самосталних робота и дронова. Мемристор технологија је идеална за овакву примену захваљујући својој малој потрошњи енергије и способностима самосталног учења и адаптације.

Иако мемристор технологија нуди многе предности, постоје и изазови у вези са етичким и безбедносним аспектима њене примене. Развој система који могу самостално учити и доносити одлуке намеће питања о одговорности и транспарентности. Постоји потреба за развојем етичких стандарда и регулаторних оквира који ће осигурати да употреба мемристор технологије буде у складу с принципима друштвене одговорности и заштите приватности.

Безбедносни изазови укључују и заштиту система заснованих на мемристорима од злонамерних напада и манипулација. Обезбеђење података и интегритета система мора бити приоритет у развоју и примени мемристор технологије.

Примене мемристор технологије у различитим индустријама имају потенцијал да донесу

значајне иновације и унапреде ефикасност и одрживост различитих система. Без обзира на то да ли је реч о здравству, пољопривреди, енергетици, аутомобилској индустрији или интернету ствари, мемристори пружају основу за развој напредних и ефикасних технолошких решења.

Међутим, успех примене мемристора зависи и од решавања изазова у вези с њиховом поузданошћу, производним трошковима и етичким аспектима. Сарадња академске заједнице, привреде и државе може подстаћи убрзани развој и широко прихватање мемристор технологије, чиме би се Србија позиционирала као лидер у области технолошких иновација.

Закључак

Инвестирање у истраживање и развој ВИ може позиционирати Србију на сам врх технолошких иновација и економског раста. Усмеравањем истраживања на мемристор технологије, као трећу генерацију неуралних мрежа, Република Србија може искористити своје јединствене геополитичке и економске предности да постане значајна на глобалном плану истраживања ВИ.

Улагање у ВИ и мемристор технологије треба да допринесе економском расту, као и добробити друштва у целини. Мемристор технологија треба да доведе до револуције у технологији ВИ и учини рачунарску технологију ефикаснијом, енергетски исплативијом и употребљивијом. Опонашањем синаптичких функција биолошких неуралних мрежа мемристори омогућавају неуроморфно рачунарство и напредну примену ВИ. Примене мемристор технологије у неуроморфним системима и ивич-

Љубиша М. Бојић
Милан М. Чабаркапа

Стратешко улагање у истраживање и развој
мемристор технологије у Републици Србији

но рачунарство омогућавају ефикасно решавање друштвених проблема и побољшање квалитета живота. Према наведеним закључцима у овом раду, будућа истраживања треба усмерити на напредне материјале, хибридне архитектуре, неуроморфне алгоритме и решавање проблема променљивости и поузданости мемристор технологије како би се оствариле све могућности мемристор технологије.

Сарадња између академске заједнице, привреде и државе може подстаћи развој и примену

мемристор технологије. Њен развој и њена примена у системима ВИ у здравству, пољопривреди и ивичном рачунарству, на пример, поред тога што ће допринети добробити друштва, треба даље да усмере истраживање и развој. Стратешким улагањем у истраживање и развој мемристор технологије Србија може искористити трансформативни потенцијал ове технологије.

References/Литература

| 49

- Adhikari, S. P. et al. (2012). Memristor bridge synapse-based neural network and its learning. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, XXIII (9), 1426-1435. <https://doi.org/10.1109/TNNLS.2012.2204770>
- Ambrogio, S. et al. (2018). Equivalent-accuracy accelerated neural-network training using analogue memory. *Nature*, DLVIII (7708), 60-67. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0180-5>
- Auto (2023). *New steps in the development of the legal framework for autonomous driving*. Available at: <http://www.ai.gov.rs/vest/sr/771/novi-koraci-u-razvoju-pravnog-okvira-za-autonomnu-voznju.php>
- Bojic, L. (2022). Metaverse through the prism of power and addiction: What will happen when the virtual world becomes more attractive than reality? *European Journal of Futures Research*, X (1), 22. <https://doi.org/10.1186/s40309-022-00208-4>
- Bojic, L. (2024). AI alignment: Assessing the global impact of recommender systems. *Futures*, CLX, 103383 <https://doi.org/10.1016/j.futures.2024.103383>
- Bojic, L. et al. (2024a). *AI and Energy Consumption: Social Aspects*, 1-4. DOI: 10.23919/SpliTech61897.2024.10612493.
- Chang, T., Jo, S.-H. & Lu, W. (2011). Short-term memory to long-term memory transition in a nanoscale memristor. *ACS Nano*, V (9), 7669-7676. <https://doi.org/10.1021/nn202983n>
- Chua, L. (1971). Memristor-The missing circuit element. *IEEE Transactions on Circuit Theory*, XVIII (5), 507-519. <https://doi.org/10.1109/TCT.1971.1083337>
- Etika (2023). *Adopted ethical guidelines for the development and use of artificial intelligence*. Available at: <https://www.srbija.gov.rs/vest/692988/usvojene-eticke-smernice-za-razvoj-i-upotrebu-vestacke-inteligencije.php>
- IVI (2022). *Artificial Intelligence Research and Development Institutes*. Available at: <https://ivi.ac.rs/>
- Prezioso, M. et al. (2015). Training and operation of an integrated neuromorphic network based on metal-oxide memristors. *Nature*, DXXI (7550), 61-64. <https://doi.org/10.1038/nature14441>
- Strategy (2020). *Strategy for the Development of Artificial Intelligence*. Available at: <https://www.srbija.gov.rs/tekst/437277/strategija-razvoja-vestacke-inteligencije.php>

- Strukov, D. B. et al. (2008). The missing memristor found. *Nature*, CDLIII (7191), 80–83. <https://doi.org/10.1038/nature06932>
- Talanov, M., Vallverdu, J., Bojic, L. (2024b). Neuropunk revolution: memristive spinal CPG learning approach. *9th International Conference on Smart and Sustainable Technologies (SPLITECH)*, June 25–28, 2024, Split, Croatia.
- Wang, Z. et al. (2017). Memristors with diffusive dynamics as synaptic emulators for neuromorphic computing. *Nature Materials*, XVI (1), 101–108. <https://doi.org/10.1038/nmat4756>
- Yang, J. J., Strukov, D. B., Stewart, D. R. (2013). Memristive devices for computing. *Nature Nanotechnology*, VIII (1), 13–24, <https://doi.org/10.1038/nnano.2012.240>

Ljubiša M. Bojić

Institute for Artificial Intelligence Research
and Development of Serbia
Novi Sad (Serbia)

Milan M. Čabarkapa

University of Kragujevac,
Faculty of Engineering Sciences,
Department of Electrical Engineering and Computing
Kragujevac (Serbia)

Strategic Investment in the Research and Development of Memristor Technology in the Republic of Serbia

Summary

The rapid advancement of Artificial Intelligence (AI) has significantly impacted both high technology development and economic and social progress. The Republic of Serbia has been strategically supporting research and development in the field of AI. Given the dramatic dynamic development of AI, the aim of this paper is to identify and describe memristor technology as currently very relevant and attractive, in order to achieve technological innovation, socio-economic benefits, and potentially global breakthroughs. The paper presents an overview of literature to analyze theoretical concepts, current research outcomes in AI, and possible applications of memristors. The analyses indicate that adoption and development of memristor technology in Serbia can position the country as a leader in AI hardware innovation, attracting international partners and fostering a technologically advanced industrial system. Therefore, this paper suggests that future research should focus on overcoming practical challenges in the production of memristors, developing hybrid architectures, and formulating advanced neuromorphic algorithms.

Keywords: memristors, neuromorphic computing, technological innovation, strategic positioning, global breakthrough



Ненад Д. Филиповић^[1]

Универзитет у Крагујевцу,
Факултет инжењерских наука
Крагујевац (Србија)
BioIRC Центар за биоинжењеринг
Крагујевац (Србија)

УДК 61:004.8
Оригинални научни рад
Примљен: 08.08.2024.
Прихваћен: 23.08.2024.
doi: 10.5937/napredak5-52622

Компјутерско моделирање и вештачка интелигенција с великим подацима за бољу дијагностику и терапију кардиоваскуларних болести

Сажетак: *In silico* клиничка испитивања су будућност медицине, а виртуелно тестирање и симулација будућност су медицинског инжењеринга. Коришћење рачунарске платформе може смањити трошкове и време потребно за развој нових модела медицинских уређаја и лекова. Рачунарска платформа у различитим пројектима као што је SILICOFCM развијена је коришћењем најсавременијег моделирања коначних елемената за макросимулацију интеракције флуидне структуре с микромоделирањем на молекуларном нивоу за интеракцију лекова са срчаним ћелијама. Платформа SILICOFCM користи се за предвиђање ризика и оптималну медикаментозну терапију породичне кардиомиопатије код одређеног пацијента.

STRATIFYNH пројекат треба да развије и клинички потврди иновативни систем за подршку одлучивању заснован на вештачкој интелигенцији за предвиђање ризика од срчане инсуфицијенције, олакшавајући њену рану дијагнозу и предвиђање прогресије, што ће радикално променити начин на који се управља срчаном инсуфицијенцијом у примарној и секундарној нези. Ова брза експанзија у компјутерском моделирању, модалитетима слика и прикупљању података доводи до генерисања такозваних великих података за које је медицинским стручњацима потребно много времена за анализу.

Да би се добила 3D реконструкција слике, архитектура U-мреже је коришћена за одређивање геометријских параметара за леву комору који су екстраховани из ехокардиографског апикалног и M-режима приказа. Развијен је микромеханички ћелијски модел који укључује три кинетичка процеса интеракције саркомерних протеина. Такође је приказана симулација лекова који су подељени у три велике групе дефинисане принципом деловања сваког лека.

Приказани су резултати добијени параметарским моделом леве коморе где дијаграми притисак-запремина (PV) зависе од промене Ca^{2+} . Ово директно утиче на фракцију избацавања. Приказани приступ

[1] fica@kg.ac.rs ; <https://orcid.org/0000-0001-9964-5615>

с варијацијама геометрије леве коморе и симулације који укључују утицај различитих параметара на PV дијаграме директно су повезани с ефектима лека на функцију срца. Укључује различите лекове као што су ентресто и дигоксин, који директно утичу на срчане PV дијаграме и фракцију избацивања. Рачунарске платформе као што су SILICOFCM и STRATIFYHF јесу нови алати за предвиђање ризика од срчаних болести код одређеног пацијента који ће сигурно отворити нови пут за *in silico* клиничка испитивања у будућности.

Кључне речи: моделирање срца, флуид-солид интеракција, машинско учење, велики подаци, моделирање лекова

1. Увод

Ћелијска и молекуларна биологија имају веома снажан утицај на наше разумевање структуре и функције срца на микроскопском нивоу. Срце на микроскопском нивоу функционише као пумпа која непрекидно шаље крв у читаво људско тело. Да би се схватила интегрисана функција срца, неопходно је применити интердисциплинарни приступ, јер су ту укључени електрицитет, физичка хемија, механика чврстих тела и динамика флуида (мултифизичка симулација). Да би се боље разумели разни догађаји током срчаног циклуса, треба узети у обзир како микроскопске, тако и макроскопске механизме за развој интегрисаног модела.

Породичне кардиомиопатије најчешће се дијагностикују или се развој болести прати путем *in vivo* снимања, било ехокардиографијом или, све више, магнетном резонанцом срца. Лечење симптома породичне кардиомиопатије уобичајеним терапијама може само делимично побољшати исход, док нове терапије треба раз-

вијати како би што значајније утицале на процес и временски ток болести.

Веома је важно користити детаљан, сложен, анатомски прецизан модел целокупне електричне активности срца, што захтева дуже време израчунавања, наменски софтвер, па чак и употребу суперкомпјутера (Gibbons et al., 2006, Pullan et al., 2005). Недавно смо развили методологију за реални 3D модел срца користећи модел линеарног еластичног и ортотропног материјала заснован на Холзапфеловим експериментима. Примењујући ову методологију, можемо прецизно предвидети пренос електричних сигнала и подручје деформисања у срчаном ткиву (Kojic et al., 2019). Мишићи у телу, осим срчаног мишића, активирају се електричним сигналимa који се преносе из нервног система у ћелије мишића, доводећи до промене потенцијала ћелијских мембрана. Поред тога, струја и концентрација калцијума унутар ћелија мишића јесу главни узрок генерисања активног стреса у мишићним влакнима. Клиничка потврда код људи је веома ограничена јер су симултани записи електричне

дистрибуције читавог срца недоступни како из практичних, тако и из етичких разлога (Trudel et al., 2004). Брз развој информационих технологија, симулационих софтвер пакета и медицинских уређаја у последњих неколико година пружа прилику за сакупљање велике количине клиничких информација. Стварање свеобухватних и детаљних рачунарских алата постало је кључно за обраду специфичних информација у обиљу расположивих података. С лекарског становишта, сада је од кључне важности разликовати „нормални“ фенотип од онога што личи на фенотип код одређеног пацијента како би се проценили прогресија болести, реаговање на терапију и будући ризици. Недавно развијени рачунарски модели значајно су унапредили интегративно разумевање понашања срчаног мишића код хипертрофичне и дилатирание кардиомиопатије. Развој нових интегративних приступа моделирању може бити делотворна алатка у препознавању типа и интензитета симптома код, на пример, пацијената с мултигенским поремећајем, као и у оцени степена у којем је оштећена нормална физичка активност.

Неки од главних проблема у развоју брзих и тачних алгоритама за аутоматску сегментацију леве коморе у апикалним сликама јесу присуство мрље, низак однос између сигнала и буке, слаб ехо итд., што се обично дешава приликом ултразвучног снимања. Надаље, не постоји једноставна веза између вредности интензитета пиксела на сликама и физичких карактеристика релевантних ткива, што онемогућава коришћење алгоритама прага у сегментацији ултразвучних слика (Moradi et al., 2019). Као резултат, многи аутори су покушали да се по-

забаве проблемом сегментације примењујући различите приступе, међу којима су и активни облик, активне контуре, методе изгледа, као и методе засноване на машинском учењу (Noble & Boukerroui, 2006). Њихов главни фокус јесте детекција ендокардијалне ивице на једном ехокардиографском снимку. Литература показује да приступи са одређеним нивоом нису тако осетљиви на првобитне услове, већ да су њихова главна ограничења услови снимања. За разлику од тога, деформабилни шаблони отпорни су на услове снимања, али су, међутим, веома осетљиви на почетне услове (Bosch et al., 2002).

Као резултат, технологије великих података садрже нове оквире за обраду медицинских података који имају важну улогу у управљању, организовању и анализи података путем примене приступа машинског учења и дубоког учења (Kounaou et al., 2018). Ово такође омогућава брз приступ подацима путем базе података NoSQL (Kounaou et al., 2018). У области анализе медицинских слика, захваљујући значајном унапређењу опреме за прикупљање слика, подаци су релативно велики (по величини се приближавају великим подацима) због чега анализа слика представља изазов (Razzak, Naz, Zaib, 2018). Каже се да услед дигитализације медицинских репозиторијума у болницама, као и употребе медицинских слика, величина медицинских архива расте експоненцијалном брзином (Ashraf et al., 2020). Према Глобалном институту Макинзи, ако здравствени систем САД буде користио велике податке на креативан и ефикасан начин, овај сектор би могао остварити вредност од преко 300 милијарди долара годишње. Две трећине те вредности биле би остварене снижавањем

трошкова здравствене заштите у САД (Belle et al., 2015). Оваква брза експанзија медицинског снимања и модалитета захтева значајне напоре и утрошено време здравствених стручњака који су субјективни и склони људским грешкама, а често међу њима постоје и личне разлике. Коришћење техника машинског учења за аутоматизацију процеса дијагностиковања јесте алтернативни одговор на горе поменуте изазове; међутим, типичне методе машинског учења не могу да се изборе са сложеним проблемима (Razzak, Naz, Zaib, 2018). Успешно комбиновање компјутера велике брзине с машинским учењем обећава могућност обраде велике количине података с медицинских слика ради постављања тачне и брзе дијагнозе (Razzak, Naz, Zaib, 2018). У последње време, машинско учење и вештачка интелигенција брзо су напредовали, проналазећи своју улогу у обради медицинских слика, дијагнози подржаној компјутерима, фузији слика, регистрацији, сегментацији слика, као и у лечењу вођеном сликама. Технике машинског учења извлаче информације (такозване карактеристике) из слика и успешно доносе одлуке (Razzak, Naz, Zaib, 2018).

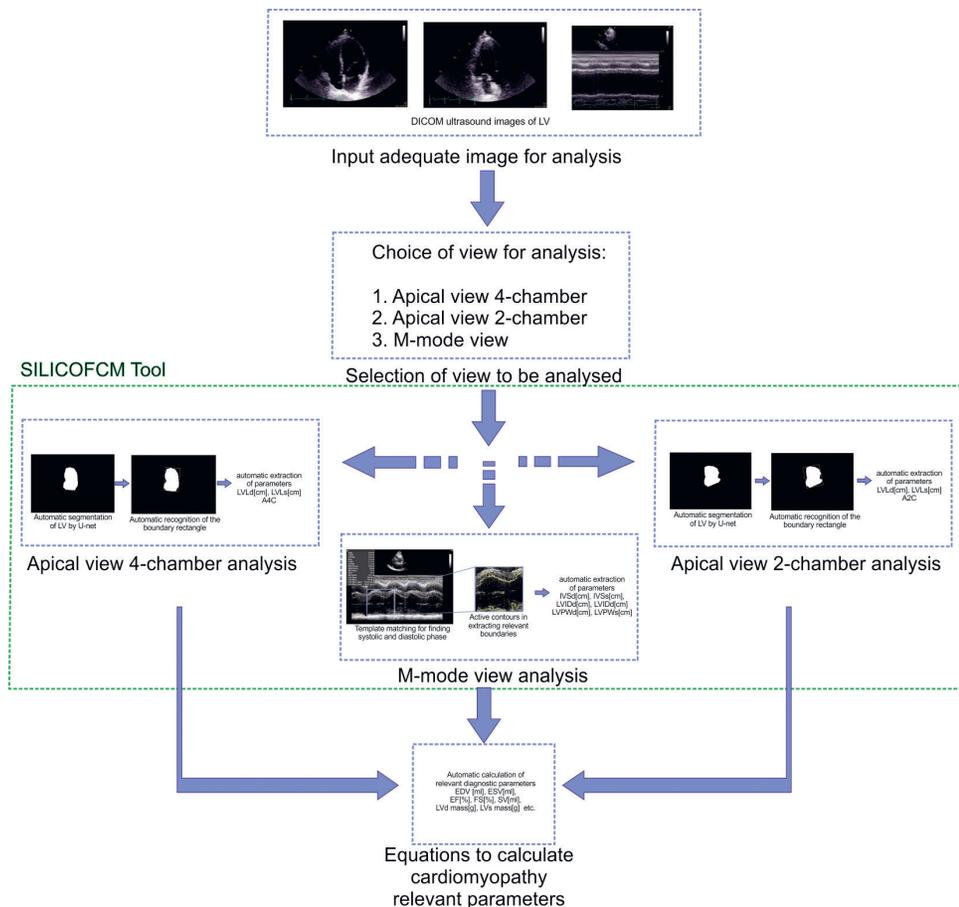
Главни фокус пројекта SILICOFCM (www.silicofcm.eu) јесте вишедимензијско моделирање породичне кардиомиопатије узимајући у обзир свеобухватни списак специфичних карактеристика пацијента, као што су генетски, биолошки, фармаколошки, клинички, радиолошки и ћелијски аспекти. Главни резултат овог пројекта јесте *in silico* клиничка платформа с биомехаником срца као главним делом. Коришћењем најсавременијег моделирања коначних елемената, развијена је платформа за макросимулацију флуид-солид ин-

теракције микромоделирањем на молекуларном нивоу за интеракцију лекова са срчаним ћелијама. Ова платформа се може користити за предвиђање ризика и оптималну медикаментозну терапију породичне кардиомиопатије код одређеног пацијента. Првенствени циљ пројекта STRATIFYHF јесу развој и клиничка потврда крајње иновативног система за подршку одлучивању заснованом на вештачкој интелигенцији за предвиђање ризика од срчане инсуфицијенције који олакшава рану дијагнозу и предвиђање прогресије болести, што ће из корена променити начин поступања у вези са срчаном инсуфицијенцијом како у примарној, тако и у секундарној нези. Овај систем интегрише податке усмерене на пацијента, добијене помоћу постојећих и нових технологија, дигиталне библиотеке о пацијентима и алгоритама и рачунарског моделирања заснованих на вештачкој интелигенцији.

2. Методологија

2.1. Реконструкција слике из ехокардиографије

Предложена методологија за реконструкцију ехокардиографских слика дели се у два дела: први део обухвата методе који се користе за анализу апикалног приказа, док други део обухвата методе који се користе за анализу М-режима приказа. Детаљан опис дат је на Слици 1. Формат слике DICOM користи се као улаз за овај систем. Крајњи корисник (стручњак) бира који је поглед најбоље представљен сликом и ту информацију уноси у алгоритам.



Слика 1. Опис предложене методологије за аутоматску ултразвучну сегментацију срца и екстракцију геометријских параметара

Алат SILICOFM пружа три алтернативне могућности: 4-коморни, 2-коморни или М-режим приказ. Овај алат ће додатно анализирати слике у зависности од типа приказа:

1. **Анализа апикалног 4-коморног приказа** подразумева сегментацију леве

коморе користећи претходно одређену U-мрежу и рачунајући гранични правоугаоник, као што је приказано на Слици 1. (лево), на основу чега се могу израчунати параметри LV(Ld [cm] и LV(Ls [cm] A4C. Корисник треба да одреди да ли

приказ представља систолну или дијастолну фазу.

2. **Анализа апикалног 2-коморног приказа** подразумева сегментацију леве коморе користећи претходно одређену U-мрежу и рачунајући гранични правоугаоник, као што је приказано на Слици 1. (десно), на основу чега се могу израчунати параметри LVLd [cm] и LVLs [cm] A2C. Корисник треба да одреди да ли приказ представља систолну или дијастолну фазу.
3. **Анализа M-режима приказа** подразумева граничење карактеристичких подручја леве коморе – септум у дијастоли, пречник у дијастоли, зид леве коморе у дијастоли, септум у систоли, пречник у систоли и зид леве коморе у систоли (Слика 1. [средина]). На основу ових подручја могу се израчунати параметри IVSd [cm], IVSs [cm], LVIDd [cm], LVIDs [cm], LVPWd [cm], LVPWs [cm]. Корисник треба да одреди да ли је реч о M-режим приказу.

Ако корисник има на располагању сва три приказа у систолној и дијастолној фази (што би требало да буде случај приликом снимања пацијента), сви релевантни параметри могу се израчунати на основу ова три приказа, а затим се може обавити аутоматско израчунавање релевантних дијагностичких параметара кардиомиопатије (тј., EF [%], ES [%], SV [ml], LVd маса [g], LVs маса [g] итд.).

2.2. Технологије великих података за обраду медицинских слика

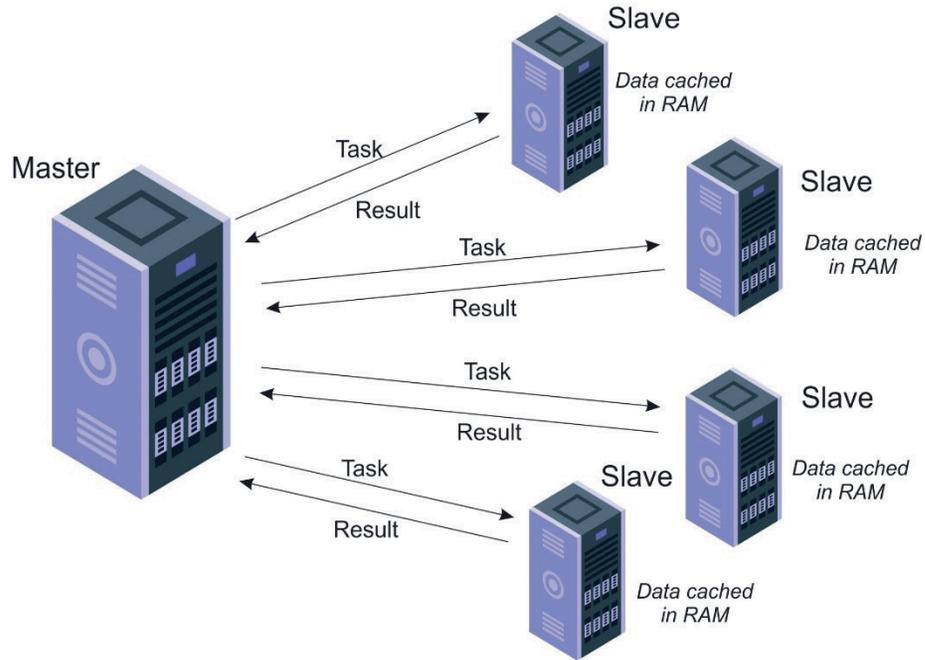
Паралелно рачунарство је препознато као кључна инфраструктура за управљање великим подацима. Оно може истовремено да обавља анализу на кластерима уређаја или суперкомпјутера. Технологија великих података се с вештачком интелигенцијом и масовним паралелним рачунањем може употребити за револуционарни начин предвиђања и персонализовану медицину (Dilsizian & Siegel, 2014). Нови модели паралелног рачунања, на пример Google's MapReduce (Dean & Ghemawat, MapReduce: поједностављена обрада података на великим кластерима, 2008) у протеклих неколико година предложени су за нову инфраструктуру великих података. Компанија „Apache“ је лансирала *Hadoop* (White, 2015), отворени софтвер MapReduce за управљање дистрибуираним подацима. Истовремени приступ подацима на кластерима сервера подржан је помоћу *Hadoop* система за дистрибуиране фајлове (HDFS). Услуге на бази софтвера *Hadoop* такође се могу сматрати „облак“ рачунарским платформама које омогућавају централизовано чување података, као и даљински приступ преко интернета. „Облак“ рачунарство као такво је револуционарни концепт за дистрибуцију прилагодљивих рачунарских ресурса широм мреже (Armbrust, Fox, Griffith, 2010) и може функционисати као инфраструктура, платформа односно софтвер за пружање интегрисаног решења. Осим тога, „облак“ рачунарство може повећати брзину, агилност и флексибилност система тако што ће елиминисати потребу за одржавањем хардвер-

ских или софтверских капацитета и захтевати мање ресурса за одржавање система, као што су инсталација, подешавање и тестирање. Технологије „облака“ су у средишту многобројних апликација великих података које су у процесу развоја (Luo, Wu, Gorukumar, & Zhao, 2016). Осим тога, оквири *Hadoop* и *Spark* препознати су као оптимална и ефикасна архитектура за анализу биомедицинских слика (Kouanou et al., 2018).

Поред тога, рачунарство високих перформанси (HPC) користи паралелну обраду и напредне програме, односно софтверски пакети убрзавају масовне калкулације. У том смислу, метода коначних елемената (FEM), која представља сталну методу за веома моћне научне рачунске анализе, чврсто почива на напредној рачунарској технологији и на рачунарству високих перформанси. Традиционалне технике базе података и софтвера не могу се употребити за прорачуне овако великих размера (Demchenko, Grosso, De Laat, & Membrey, 2013). Рачунарство високих перформанси може се употребити у медицини у оквиру великих података (Lavignon et al., 2013). Рачунање великих модела с вишедимензијским материјалним моделима или рачунање коначних елемената с прилагођавањем тачности решења може се вршити само на суперкомпјутерима с великим подацима на системима паралелних дискова (Parashar, 2014). Детаљан, сложен и анатомски прецизан модел целокупне електричне активности срца захтева огромно време прорачуна, и употреба суперкомпјутера су већ установљени у литератури (Gibbons, Kroeker, Adeeb, Tyberg & Shrive, 2006; Kojic et al., 2019). Аутори овог рада недавно су

развили методологију за реални 3D модел срца користећи модел линеарног еластичног и ортотропног материјала заснован на Холзапфеловим експериментима. Помоћу ове методологије може се прецизно предвидети пренос електричних сигнала и подручје померања у срчаном ткиву (Filipovic et al., 2022). Клиничка потврда код људи је веома ограничена јер су симултани записи електричне дистрибуције читавог срца недоступни како из практичних, тако и из етичких разлога (Filipovic et al., 2022).

С друге стране, *Spark* компаније „Apache“ је дистрибуирана рачунарска платформа која је постала један од најмоћнијих оквира за велике податке. Ова платформа пружа доследан и свеобухватан оквир за управљање потребама обраде великих података, користећи читав низ скупова података (подаци с графикона, подаци са слике / видео-снимка, подаци из текста итд.) из разних извора (серија, стримовање у реалном времену) (Tchito Tcharga et al., 2021). Према његовим креаторима, оквир *Spark* замишљен је да се позабави недостацима оквира *Hadoop*. У појединим случајевима, оквир *Spark* се показао бржи од оквира *Hadoop* (преко 100 пута у меморији). Перформанса може бити бржа у односу на остале технологије великих података захваљујући предностима као што су складиштење података у меморији и обрада у готово реалном времену (Tchito Tcharga et al., 2021). Оквир *Spark* може да припреми податке за итерацију, да их често испитује и уноси у меморију. Главни програм (покретач) оквира *Spark* надгледа много чворова и прикупља њихове резултате, док чворови читавају блокове података из дистрибуираног система фајлова, покрећу



Слика 2. Обављање задатка помоћу технологија *Spark* - кластер с једним покретачем и четири чвора

разне обрачуне и бележе резултате на диску (Слика 2). То значи да главни програм контролише и додељује задатке чворовима.

Spark, као и *Hadoop* изграђен је на MapReduce с паралелном обрадом који тежи да обрати податке на једноставан и транспарентан начин у кластеру компјутера. *Spark* омогућава SQL упите, стримовање података, машинско учење и обраду података с графикона поред операција *Map* и *Reduce* (Коианец, et al., 2018). У *Spark*-у, програм може повремено да покрене алгоритам у неколико чворова истовремено. Иако се број чворова може повећати услед величине скупа података, повећање броја чворова доводи и до продуженог времена обраде.

2.3. Ћелијски модел (Мијаиловићев и Продановићев модел сурогата и лекова)

Решавање коначних елемената (FE) захтева рачунање активног напона и променљиве укочености мишића у свакој интеграционој тачки у свим коначним елементима. Поред тога, релативно фина мрежа коначних елемената и, самим тим, велики број коначних елемената неопходни су за прецизно израчунавање промене у геометрији срца током откуцаја. С друге стране, израчунавање тренутно активног напона и укочености мишића помоћу, на пример, модела попречног моста с клизним влакнима захтева решавање парцијалних дифе-

ренцијалних једначина (PDE) или Монте Карло приступе (Mijailovich et al., 2019). Осим тога, комбиновање солвера коначних елемената који симулирају мишићну функцију на органском нивоу (Mijailovich et al., 2021) с још једноставнијим моделима, укључујући решење делимичних диференцијалних једначина путем методе карактеристика, захтева изузетно велику рачунарску меморију и дужи време за вршење симулација, чак и када су оне ограничене на грубе мреже коначних елемената.

Параметри за овај модел сурогата добијени су путем аутоматизованог процеса подударана параметара заснованог на генетском алгоритму. Циљ је био смањити на минимум средње квадратно одступање (RMS грешку) како би се добило предвиђање у вези с мишићима које би најближе одговарало оном предвиђеном у MUSICO Fiber (Mijailovich et al., 2021).

С обзиром на то да је период релаксације теже уклопити, врши се подешавање РМС грешке, дајући способности другог дела развоја силе већи утицај на насталу грешку.

2.4. Радни ток тестирања лекова

Дејства лекова се разликују у лечењу разних симптома повезаних са кардиомиопатијом.

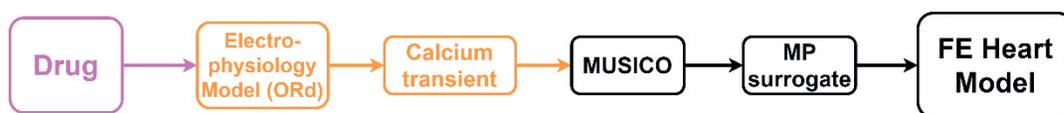
Пре свега, лекови који се симулирају користећи MUSICO (Mijailovich et al., 2021) деле се у три главне групе (правца) дефинисане главним дејством сваког лека, као што је утицај на модулирање прелазних калцијума или промена кинетике контрактилних протеина. Свака група састоји се од две подгрупе засноване на типу кардиомиопатије:

I. Модулација прелазних $[Ca^{2+}]$

НСМ – дисопирамид (disopyramide), који снижава крајње горње и основне нивое прелазних $[Ca^{2+}]$ током контракција;

DCM – Дигоксин (digoxin), који повећава највећу вредност прелазних $[Ca^{2+}]$ током контракција, али не мења време приликом највеће активности и релаксације.

Радни ток тестирања ових врста лекова приказан је на Слици 3. Експерименталне опсервације у акционим потенцијалима и променама у јонским струјама симулирају се помоћу електрофизиолошког модела О'Хара-Руди, који ствара међућелијске прелазне калцијуме као улаз за модел MUSICO и Мијаиловићев и Продановићев модел сурогата.



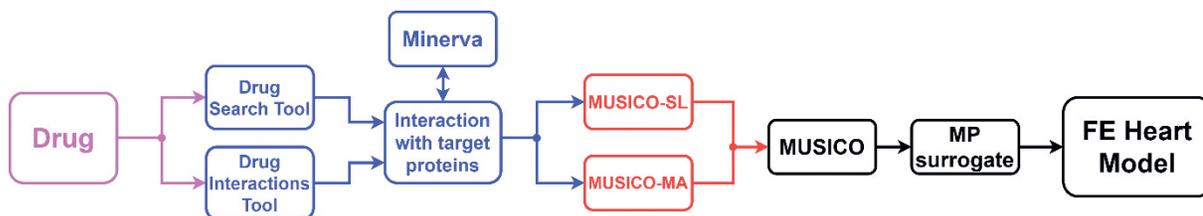
Слика 3. Путања бр. 1: Деловање лека преко модулације прелазних калцијума кроз промене у јонским струјама или у својствима мембране

II. Промене у кинетичким параметрима

HCM – мавакамтен (mavacamten), који се повезује са регулисањем кинетичких стопа транзиције између поремећених стања одвојеног миозина и нормалног SRX стања;
DCM – dATP, који модулира стопе циклуса попречног моста.

Радни ток тестирања ових врста лекова приказан је на Слици 4. Експерименталне опсервације у огледима *in vitro* које квантификују дејство одређеног лека (дозе) користе се за процену параметара у моделу MUSICO и Мијаиловићевом и Продановићевом моделу сурогата.

60 |



Слика 4. Путања бр. 2: Дејство лека кроз промене у кинетици контрактилних протеина

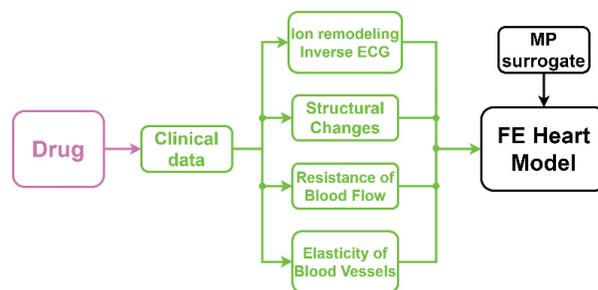
С обзиром на то да лекови у групама I и II директно утичу на параметре у моделу MUSICO и у моделу сурогата, успели смо да предвидимо помоћу својих алата исход на генерисање силе у саркомерима током контракција.

III. Промене у макроскопским параметрима

HCM – Ентресто® делује на ремоделирање зидова леве коморе и моделира еластичност крвних судова, обично смањујући отпор на крвоток и побољшавајући минутни волумен срца код хипертрофичне кардиомиопатије.

Радни ток тестирања ових врста лекова приказан је на Слици 5. Експерименталне оп-

сервације у бројним клиничким испитивањима користе се као улаз за моделе коначних елемената који дају прецизан начин деловања лека Ентресто®.

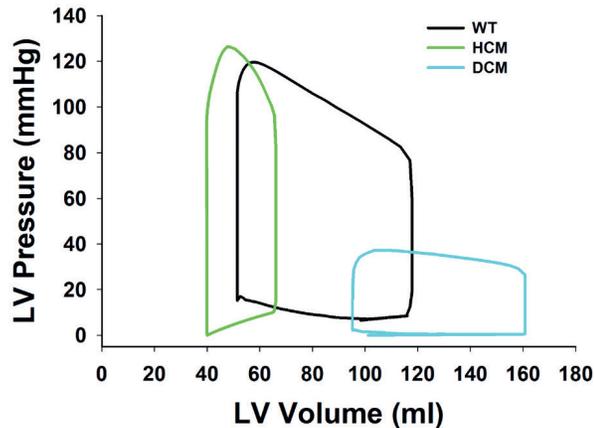


Слика 5. Путања бр. 3: Дејство лека у оквиру макроскопских промена структурног и граничног стања

3. Резултати

Симулације које користе виртуелно учитавање предвиђају промене у притиску и запремини леве коморе између здравог срца и срца с хипертрофичном кардиомиопатијом (HCM) и дилатираним кардиомиопатијом (DCM). Предвиђени трагови притиска и запремине током откуцаја

срца могу се приказати као петље притиска – запремине леве коморе (Слика 6). Ове симулације добијене су помоћу параметара модела сурогата и експерименталних прелазних стања калцијума, са измењеним нижим основним нивоима калцијума и променом механичког параметра „скалирања силе“ *eta* код модела сурогата с циљем повећања највећег скока напона до датог нивоа.



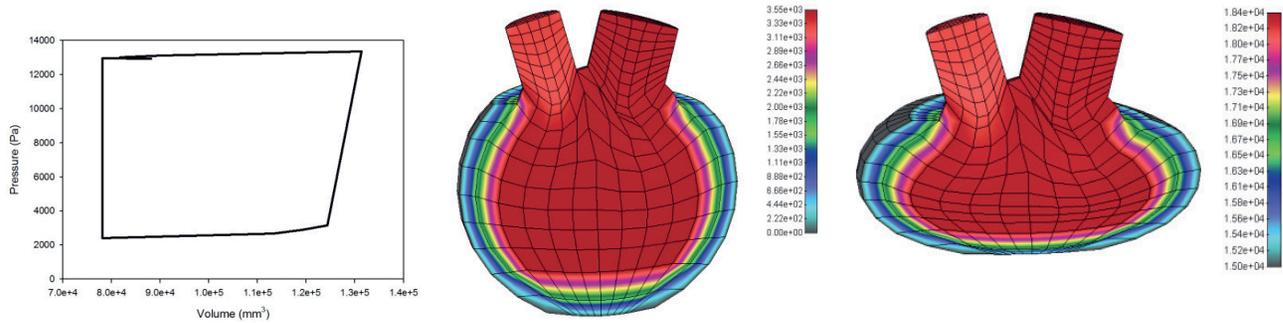
Слика 6. Лева комора, петље притисак-запремина током два узастопна откуцаја срца код нормалног срца (WT, црна линија), срца с хипертрофичном кардиомиопатијом (HCM, зелена линија) и с дилатираним кардиомиопатијом (DCM, плава линија) добијени су комбинацијом модела коначних елемената и микромодела сурогата

3.1. Утицај лека ентресто

Ентресто® (sacubitril/valsartan) доказано је бољи у односу на еналаприл у смањењу ризика од смрти и хоспитализације у случају срчане инсуфицијенције. Постоје и радови који процењују дејства сакубитрила/валсартана на клиничке, биохемијске и ехокардиографске параметре код пацијената са срчаном инсуфицијенцијом и смањеном фракцијом избацивања (HFrEF).

3.2. Нумерички резултати с платформе SILICOFCM код пацијената пре и после лечења леком Ентресто®

Овде смо покушали да опонашамо случајеве пацијената пре и после лечења леком Ентресто®. Дијаграм притисак–запремина, дијастолна дистрибуција притиска и систолна дистрибуција притиска пре лечења овим леком приказани су на Слици 7. Ово представља типичног пацијента



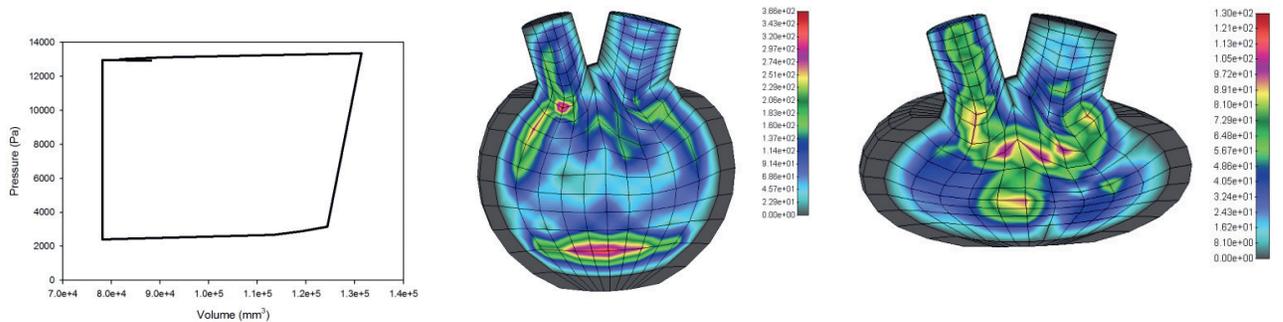
Слика 7. Дијаграм притисак-запремина, дијастолна дистрибуција притиска, систолна дистрибуција притиска у случају пре лечења леком Ентресто®

62 |

који болује од хипертрофичне кардиомиопатије са смањеном фракцијом избацивања и високим систолним притиском (Слика 7. [лево], дијаграм притисак–запремина).

После лечења Ентрестом® (Слика 8) можемо приметити нижи систолни притисак, као и

повећану разлику између крајње дијастолне и крајње систолне запремине. То директно води до повећане фракције избацивања. Дијаграм притисак–запремина, дистрибуција брзине у дијастолној и систолној фази у случају након лечења леком Ентресто®, приказан је на Слици 8.



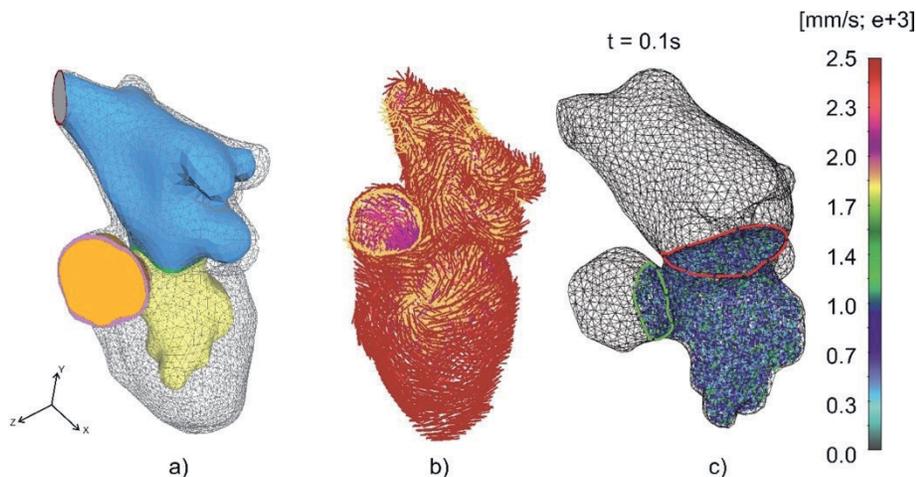
Слика 8. Дијаграм притисак-запремина, дистрибуција брзине у дијастолној фази, дистрибуција брзине у систолној фази у случају после лечења леком Ентресто®

3.3. Реална геометрија модела срца с деловима леве коморе и преткомора

Користећи експерименталне податке и фајлове DICOM добијене од одређених пацијената, реконструисали смо реални модел срца као STL формат с левом преткомором (Слика 9а [означено плавом]) и делом коморе (Слика 9а [означено жутом]) заједно с пратећим пресеком митралног залистка (Слика 9а [означено зеленом]) и делом аорте (Слика 9а [означено наранџастом]) модела с пресеком аорте укљученим у флуидни део модела, који је окружен чврстим зидом (Слика 9а, оквир). Модел коначних елемената састоји се од 1,5М хексаедарских 3D елемената с 1М чворова. Геометрија модела генерише се помоћу фајлова STL. Чворови солида налазе се око улазних/излазних попречних пресека (Слика 9а [црвени и љубичасти прстенови]) и у зони близу пресека митралног залистка. Остали

чворови солида су слободни. На Слици 9с, два подручја попречног пресека обележена су како би се одредиле прописане улазне и излазне зоне. Унутар течног подручја приказан је попречни пресек митралног залистка (део модела између коморе и преткоморе; Слика 9с [црвена линија]). Смер влакана у подручју солида реалног модела срца приказан је на Слици 9б, а део с на истој слици приказује дистрибуцију подручја брзине код реалног модела срца од 0,1 s. Може се видети да су вредности брзине највеће на улазним и излазним граничним пресецима (Слика 9с [црвена и зелена линија]), што је логично због прописане улазне функције и прописаних вредности на том пресеку на почетку симулације. Када је реч о употребљеним материјалним моделима, одабрали смо Холцапфелов материјални модел за добијање пасивних стресова у срчаном зиду, као и Хантеров материјални модел активације мишића за активне стресове.

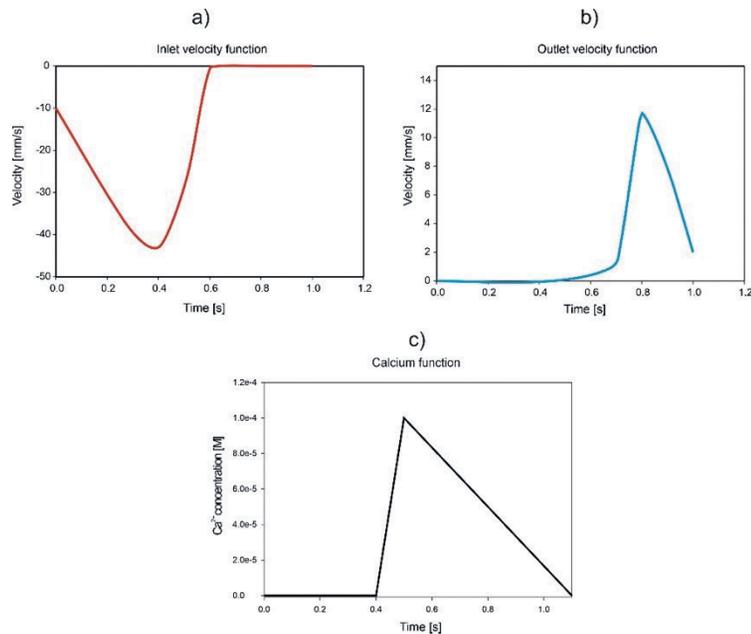
| 63



Слика 9. а) Реални модел срца (коначни елементи) с релевантним пресецима и флуидним деловима; б) правац влакана у чврстом делу реалног модела; с) подручје брзине течности у 0,1 s (означен пресек митралног залистка и залистка аорте)

Прописани профил функције улазне брзине приказан је на Слици 10а, као и пресек залистка аорте, док је профил функције излазне брзине

приказан на Слици 10б. Активација мишића постиже се помоћу функције калцијума, што је приказано на Слици 10с.



64 |

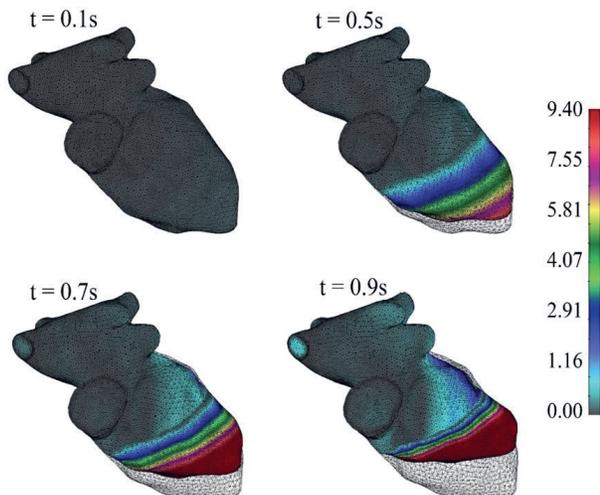
Слика 10. а) Улазна функција брзине на попречном пресеку митралног залистка; б) излазна функција брзине - на попречном пресеку залистка аорте; с) функција концентрације калцијума за активацију мишића

Подручје померања у зиду солида реалног модела срца, током четири различита временска корака у оквиру једног срчаног циклуса приказано је на Слици 11. Приликом првог корака (0,1 s), само пасивни део материјалног модела утиче на структуру зида солида, а до 0,4 s симулације запремина модела се повећава до отварања попречног пресека митралног залистка, када флуид почне да тече у део леве коморе.

Када се митрални залистак затвори и престане убацивање флуида, флуид почиње да излази из коморе кроз попречни пресек аорте, а функција калцијума у Хантеровом материјалном моделу почиње да делује (0,5 s) и изазива почетак контракције мишића до 0,9 s симулације, након чега се модел полако враћа у своје недеформисано стање.

Ненад Д. Филиповић

Компјутерско моделирање и вештачка интелигенција с великим подацима за бољу дијагностику и терапију кардиоваскуларних болести



Слика 11. Подручје померања у чврстом зиду реалног модела срца; четири различита периода. Недеформисана конфигурација је означена као црна мрежа

Велики модел читавог срца са симулацијом деформације и мрежом генерисаном помоћу 3М коначних елемената приказан је на Слици 12. Сви ови модели представљају интеграцију технологије великих података, рачунарства високих перформанси и модела коначних елемената.

Употребљена је крајње специфична хардверска и софтверска технологија да би се подржала ова интеграција. Неки од примера су SILICOFEM пројекти Европске уније посвећени *in silico* клиничким испитивањима.



Слика 12. Велики модел тоталног срца; а) симулација померања; б) мрежа генерисана помоћу 3М коначних елемената

4. Дискусија и закључци

Главни резултат пројекта SILICOFCM јесте мултимодуларно, иновативно решење за *in silico* клиничка испитивања у вези с дизајном и функционалном организацијом свеукупног функционисања срца и праћења делотворности фармаколошког лечења с циљем смањивања тестирања на животињама и клиничких испитивања на људима. Платформа SILICOFCM је заснована на интегрисаним мултидисциплинарним методама и методама вишеструких димензија ради анализе специфичних података о пацијенту и развоја специфичних модела за праћење и процену стања одређеног пацијента током прогресије болести. Пројекат STRATIFYHF треба да развије и клинички потврди крајње иновативан систем за подршку одлучивању заснован на вештачкој интелигенцији за предвиђање ризика од срчане инсуфицијенције, олакшавајући рану дијагнозу и предвиђање прогресије болести, што ће из корена променити начин поступања у вези са срчаном инсуфицијенцијом како у примарној, тако и у секундарној нези.

Моделирање срца за комбиновани приказ кардиомиопатије и електромеханике леве коморе анализирани су у пројектима SILICOFCM (www.silicofcm.eu) и STRATIFYHF (www.stratifyhf.eu). Аутоматска сегментација леве коморе и модел геометријских параметара који су екстраховани из ехокардиографског апикалног и М-режима приказа постигнути су помоћу архитектуре U-мреже. Развили смо модел који обухвата три кинетичка процеса интеракције

саркомерних протеина: (i) кинетички прелаз између три стања попречног моста (стања одвојености и стања пре и после нападања струјом); (ii) Ca^{2+} регулација танких филаментних прекидача између блокираног и отвореног стања (тј. путем азимуталног кретања регулаторних јединица које садрже комплексе тропонин-тропомиозин); и (iii) процес везивања миозина за актин, где су регулаторне јединице у отвореном стању. Дејства лекова се разликују у лечењу разних симптома повезаних с кардиомиопатијом. Пре свега, лекови симулирани помоћу модела MUSICO (Mijailovich et al., 2021) подељени су у три главне групе дефинисане према главном дејству сваког лека, као што је модулирање прелазних калцијума или мењање кинетике контрактилних протеина.

Представили смо дијаграме притисак–запремина са различитим пацијентима, као и дијастолну и систолну дистрибуцију притиска пре и после лечења лековима Ентресто® и дигоксин. Анализиране су различите путање деловања лекова који директно утичу на функционални рад срца. Ови лекови имају директан утицај на дијаграме срчаног притиска–запремине и на фракцију избацаивања. Представљени су троугаони, параболични, коси, померени параболични, шири параболични и одговарајући дијаграми притисак–запремина за различите функције концентрације Ca^{2+} .

Извесна ограничења овог истраживања представљају недостатак детаља у вези с физичким и биолошким својствима срца и потреба за специфичном проценом параметара из ограничених и не сасвим прецизних података,

обично добијених приликом неинванзивних мерења. Исто тако, ограничења представља и израчунавање коначних елемената у великим размерама које може потрајати и по неколико сати.

Рачунарске платформе, на пример SILICOF-CM и STRATIFYHF, јесу нови алати за предвиђање ризика породичне кардиомиопатије и срчане инсуфицијенције код одређеног пацијента које ће свакако отворити нови пут за *in silico* клиничка испитивања у будућности.

Изјаве захвалности

Овај рад подржали су програм Европске уније „Хоризонт 2020“ и Европски истраживачки и иновациони програм према уговору о бесповратним средствима SILICOF-CM, STRATIFYHF и Министарство науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије, број уговора [451-03-65/2024-03/200107 (Факултет инжењерских наука, Универзитет у Крагујевцу)]. Рад изражава искључиво ауторове погледе. Европска комисија није одговорна ни за какву потенцијалну употребу информација које садржи овај рад.

References/Литература

- Andreu-Perez, J., Poon, C., Merrifield, R., Wong, S., & Yang, G. (2015). Big data for health. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 19(4), 1193-1208.
- Armbrust, M., Fox, A., & Griffith, R. (2010). A view of cloud computing. *Commun ACM*, 54(4), 50-58.
- Belle, A., Thiagarajan, R., Soroushmehr, S., Navidi, F., Beard, D., & Najarian, K. (2015). Big data analytics in healthcare. *BioMed research international*, 370194.
- Bosch J. G. et al. (2002). Automatic segmentation of echocardiographic sequences by active appearance motion models. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 21 (11), 1374-1383, doi: 10.1109/tmi.2002.806427.
- Dean, J., & Ghemawat, S. (2008). MapReduce: simplified data processing on large clusters. *Communications of the ACM*, 51(1), 107-113.
- Demchenko, Y., Grosso, P., De Laat, C., & Membrey, P. (2013). Addressing big data issues in scientific data infrastructure. In: *2013 International conference on collaboration technologies and systems (CTS)* (pp. 48-55). IEEE.
- Dilsizian, S. E., & Siegel, E. L. (2014). Artificial intelligence in medicine and cardiac imaging: harnessing big data and advanced computing to provide personalized medical diagnosis and treatment. *Current cardiology reports*, 16, 1-8.
- Elliott, P. M. et al. (2014). *European Heart Journal*, 35(39):2733-79.

- Filipovic, N., Sustersic, T., Milosevic, M., Milicevic, B., Simic, V., Prodanovic, M., & Kojic, M. (2022). SILICOFCM platform, multiscale modelling of left ventricle from echocardiographic images and drug influence for cardiomyopathy disease. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 227, 107194.
- Gibbons Kroeker, C. A., Adeeb, S., Tyberg, J. V. and Shrive, N. G. (2006). A 2D FE model of the heart demonstrates the role of the pericardium in ventricular deformation, *American Journal of Physiology*, vol. 291, no. 5, pp. H2229-H2236.
- Hershberger et al. (2010). Official journal of the American College of Medical Genetics, 12(11): 655-667.
- Kojic, M., Milosevic, M., Simic, V., Milicevic, B., Geroski, V., Nizzero, S., Ziemys, A., Filipovic, N., Ferrari, M. (2019). Smearred Multiscale Finite Element Models for Mass Transport and Electrophysiology Coupled to Muscle Mechanics, *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, ISSN 2296-4185, (7) 381, 1-16, 2296-4185.
- Kojic, M., Milosevic, M., Simic, V., Milicevic, B., Geroski, V., & Nizzero, S. (2019). Smearred multiscale finite element models for mass transport and electrophysiology coupled to muscle mechanics. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 7(381).
- Kouanou, A. T., Tchiotso, D., Kengne, R., Zephirin, D. T., Armele, N. M., & Tchinda, R. (2018). An optimal big data workflow for biomedical image analysis. *Informatics in Medicine Unlocked*, 11, 68-74.
- Lavignon, J. F., Lecomber, D., Phillips, I., Subirada, F., Bodin, F., Gonnord, J., & Muggeridge, M. (2013). ETP4HPC strategic research agenda achieving HPC leadership in Europe.
- Luo, J., Wu, M., Gopukumar, D., & Zhao, Y. (2016). Big data application in biomedical research and health care: a literature review. *Biomedical informatics insights*, 8, BII-531559.
- McNally, E. M. et al. (2013). The Journal of Clinical Investigation, 123(1):19-26.
- Mijailovich, S. M., Prodanovic, M., Poggesi, C., Geeves, M. A., Regnier, M. (2021). Multiscale modelling of twitch contractions in cardiac trabeculae, *J Gen Physiol*, 153 (3).
- Mijailovich, S. M., Stojanovic, B., Nedic, D., Svcevic, M., Geeves, M. A., Irving, T. C., Granzier, H. (2019). Nebulin and Titin Modulate Cross-bridge Cycling and Length Dependent Calcium Sensitivity *J Gen Physiol* 151(5), 680-704.
- Moradi, S. et al. (2019). MFP-Unet: A novel deep learning-based approach for left ventricle segmentation in echocardiography, *Physica Medica*, 67, 58-69.
- Noble, J. A. and Boukerroui, D. (2006). Ultrasound image segmentation: a survey, *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 25, 8, 987-1010, doi: 10.1109/tmi.2006.877092.
- Parashar, M. (2014). Big data challenges in simulation-based science. *DICT@ HPDC*, 1-2.
- Pullan, A. J., Buist, M. L. and Cheng, L. K. (2005). Mathematically Modelling the Electrical Activity of the Heart - from Cell to Body Surface and Back Again, World Scientific.
- Razzak, M. I., Naz, S., & Zaib, A. (2018). Deep learning for medical image processing: Overview, challenges and the future. *Classification in BioApps: Automation of Decision Making*, 323-350.
- SILICOFCM: In Silico trials for drug tracing the effects of sarcomeric protein mutations leading to familial cardiomyopathy, 777204, 2018-2022, www.silicofcm.eu
- STRATIFYHF: Artificial intelligence-based decision support system for risk stratification and early detection of heart failure in primary and secondary care, No 101080905, 2023-2028, www.stratifyhf.eu

Ненад Д. Филиповић

Компјутерско моделирање и вештачка интелигенција
с великим подацима за бољу дијагностику и терапију
кардиоваскуларних болести

- Tchito Tchappa, C., Mih, T. A., Tchagna Kouanou, A., Fozin Fonzin, T., Kuetche Fogang, P., Mezatio, B. A. & Tchiotsop, D. (2021). Biomedical image classification in a big data architecture using machine learning algorithms. *Journal of Healthcare Engineering*, 1-11.
- Trudel, M. C., Dubé, B., Potse, M., Gulrajani, R. M. and Leon, L. J. (2004). Simulation of QRST integral maps with a membrane-based computer heart model employing parallel processing, *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 51, no. 8, pp. 1319-1329.
- White, T. (2015). *Hadoop: The Definitive Guide*. Sebastopol, CA: O'Reilly Media, Inc.

Nenad D. Filipović

University of Kragujevac
Faculty of Engineering,
Kragujevac (Serbia)

| 69

BioIRC Bioengineering Research and Development Centre
Kragujevac (Serbia)

Computer modelling and artificial intelligence with big data for better diagnostics and therapy of cardiovascular disease

Summary

In silico clinical trials are the future of medicine and virtual testing and simulation are the future of medical engineering. The use of a computational platform can reduce costs and time required for developing new models of medical devices and drugs. The computational platform in different projects, such as SILICOFCM, was developed using state-of-the-art finite element modelling for macro simulation of fluid-structure interaction with micro modelling at the molecular level for drug interaction with the cardiac cells. SILICOFCM platform is used for risk prediction and optimal drug therapy of familial cardiomyopathy in a specific patient.

STRATIFYHF project is to develop and clinically validate a truly innovative AI-based Decision Support System for predicting the risk of heart failure, facilitating its early diagnosis and progression prediction that will radically change how heart failure is managed in both primary and secondary care. This rapid expansion in computer modelling, image modalities and data collection, leads to a generation of so-called "Big Data" which are time-consuming to be analyzed by medical experts.

In order to obtain 3D image reconstruction, the U-net architecture was used to determine geometric parameters for the left ventricle which were extracted from the echocardiographic apical and M-mode views. A micro-mechanics cellular model which includes three kinetic processes of sarcomeric proteins interactions was developed. It allows simulation of the drugs which are divided into three major groups defined by the principal action of each drug. The presented results were obtained with the parametric model of the left ventricle, where pressure-volume (PV) diagrams depend on the change of Ca^{2+} . It directly affects the ejection fraction. The presented approach with the variation of the left ventricle (LV) geometry and simulations which include the influence of different parameters on the PV diagrams are directly interlinked with drug effects on the heart function. It includes different drugs such as Entresto and Digoxin that directly affect the cardiac PV diagrams and ejection fraction. Computational platforms such as the SILICOFCM and STRATIFYHF platforms are novel tools for risk prediction of cardiac disease in a specific patient that will certainly open a new avenue for in silico clinical trials in the future.

70 | **Keywords:** heart modelling, fluid-structure interaction, machine learning, big data, drug modelling



Драгорад А. Миловановић^[1]

Универзитет Привредна академија у Новом Саду,
Факултет организационих студија ЕДУКА у Београду
Нови Сад (Србија)

УДК 61:004.8

004.8:174

Прегледни научни рад

Примљен: 29.04.2024.

Прихваћен: 02.07.2024.

doi: 10.5937/napredak5-50751

Одговорна и етична примена система вештачке интелигенције у здравству кроз студију случаја у дијагностици и персонализованој медицини

Сажетак: У раду се разматрају нови изазови одговорне и етичне примене система вештачке интелигенције (ВИ) у здравству. Академска истраживања и комерцијални развој фокусиран на медицину показују експоненцијални раст; међутим, регулаторни прописи за клиничку употребу и комерцијално увођење напредују спорије. Након класификације ВИ примене, идентификовања изазова и ризика, презентује се студија случаја у дијагностици и персонализованој медицини. Основни резултат је јасан преглед надолazeћих трендова у медицини који могу послужити регулаторима да се припреме за креирање нових прописа и етичких принципа праксе за нове ВИ технологије. Неопходно је да технички експерти, креатори политике, законодавци и други доносиоци одлука прихвате одговорност.

Кључне речи: вештачка интелигенција, регулација, студија случаја, медицина

Увод

Употреба система и софтвера вештачке интелигенције (ВИ) у медицини и здравству је у експанзији. Академска истраживања и комерцијални развој бележе експоненцијални раст, међутим, регулатива за клиничку примену и глобално комерцијално тржиште прати много успоренији раст. Примена ВИ доноси специфичне предно-

сти али и ризике, тако да су неопходни одговорни и транспарентни системи који испуњавају регулаторне и етичке стандарде (Milovanović & Terzić, 2023).

Циљеви етичких смерница развоја, примене и употребе поуздане и одговорне вештачке интелигенције јесу увођење превентивног механизма који омогућава одговоран развој и поступке верификације. Неопходни су ВИ системи у складу

[1] dragoam@gmail.com ; <https://orcid.org/0000-0001-6430-7421>

с највишим етичким и безбедносним стандардима у погледу заштите података о личности, заштите од дискриминације приликом примене машинског учења и успостављање одговорног развоја вештачке интелигенције у складу с интернационалним етичким принципима. Наглашавамо значај опција политике чији су циљеви минимизирање ризика медицинске вештачке интелигенције, унапређење управљања и јачање одговорног развоја. Неопходно је да технички експерти, креатори политике, законодавци и други доносиоци одлука прихвате одговорност (Milovanović, Terzić, Vičetić, 2023).

Стратегија ЕУ заснива се на високим стандардима заштите од друштвених ризика које представља ВИ, за разлику од стратегије САД која се развија углавном кроз иницијативе приватног сектора и саморегулацију, и стратегије Кине коју, у суштини, води влада и коју карактерише снажна координација приватних и јавних инвестиција у ВИ технологије (Papakonstantinou & DeHert, 2024). Парламент ЕУ је почетком 2024. усвојио Закон о вештачкој интелигенцији (AI Act), који намеће значајне казне за непоштовање одредби употребе забрањених ВИ система од почетка следеће године (Müller & Kettemann, 2024). Закон се примењује на добављаче ВИ на тржишту ЕУ, али и на кориснике у ЕУ и на добављаче и кориснике у трећој земљи ако се излазни резултати користе у ЕУ. Закон садржи

знатне елементе процене за системе високог ризика који су потпуно забрањени, затим високо ризичне системе који нису по себи забрањени али значајно регулисани, и коначно, за све системе уводе се транспарентност и мере подршке иновацијама. ЕУ смернице промовишу поуздан ВИ систем који, у складу са свим важећим законима и прописима, обезбеђује поштовање етичких принципа и вредности, робустан и са техничке и са друштвене перспективе у избегавању не-

намерног наношења оштећења. Неопходно је да су софтверски и хардверски системи вештачке интелигенције усмерени на човека, да се развијају, примењују и употребљавају у складу са кључним етичким захтевима људског деловања: надзором, робусношћу и сигурношћу, приватношћу и управљањем подацима, транспарентношћу, разноликошћу, недискриминацијом и правичношћу, друштвеним и еколошким просперитетом и одговорношћу (Coeckelbergh, 2020).

намерног наношења оштећења. Неопходно је да су софтверски и хардверски системи вештачке интелигенције усмерени на човека, да се развијају, примењују и употребљавају у складу са кључним етичким захтевима људског деловања: надзором, робусношћу и сигурношћу, приватношћу и управљањем подацима, транспарентношћу, разноликошћу, недискриминацијом и правичношћу, друштвеним и еколошким просперитетом и одговорношћу (Coeckelbergh, 2020).

Изазови одговорне и етичне примене

ВИ технологија се прогресивно развија и уводи у готово све области медицине, од примарне заштите до ретких болести и биомедицинских истраживања. Очекује се да многи аспекти управљања у вези са здравственом администрацијом

(повећана ефикасност, контрола квалитета, савесније пословање) и политиком имају користи од нових алата посредованих вештачком интелигенцијом (Gerke, Minssen, Cohen, 2020).

ВИ системе у здравству је могуће класификовати на основу група корисника заинтересованих страна: пацијенти и грађани, клиничари и неговатељи, здравствени радници, стручњаци за јавно здравље и креатори политике. Основни домени примене ВИ технологије у здравству јесу: клиничка пракса, клиничка истраживања, нови лекови, персонализована медицина, јавно здравство и глобално здравље, и здравствена администрација. Класификација медицинских ВИ алата такође може бити заснована на окружењу у којем се алати користе: клиничка окружења (болнице, центри примарне здравствене заштите, центри за хитну помоћ), клиничка обрада и вођење поставки (лабораторија, апотека, радиологија), администрација. Усвојићемо свеобухватнију класификацију ВИ апликација у клиничкој пракси, истраживању, јавном здрављу и административним апликацијама.

Клиничка пракса. Потенцијал примене ВИ у клиничком окружењу је огроман и креће се од аутоматизације дијагностичких процеса, до доношења терапијских одлука и клиничких истраживања. Подаци неопходни за дијагнозу и лечење долазе из многих извора, укључујући клиничке белешке, лабораторијске тестове, податке из апотеке, медицинске слике и геномске информације. Радиологија је грана медицине која се превасходно бави откривањем болести и повреда, односно дијагностиком, тако да је доживела значајан развој применом ВИ током претходних година. ВИ технологије за обраду

снимака представљају помоћ радиолозима у интерпретацији медицинских слика. На пример, сегментација слика са ограниченим људским надзором постигнута је употребом дубоких мрежних модела DNN за аутоматско локализовање и означавање граница анатомских структура. ВИ алати могу предложити приоритет и пратити налазе који захтевају рану пажњу и омогућити радиолозима да се концентришу на највероватније патолошке снимке. Радиомикс је још једна техника обраде слике у којој се ВИ показала корисна. Иако термин није стриктно дефинисан, генерални циљеви јесу квантитативна анализа дијагностичких слика и планирање лечења (Larson et al., 2021). Обележја обухватају карактеристике ткива и лезија, као што су хетерогеност и облик, и могу се користити за решавање клиничких проблема самостално или у комбинацији с демографским, хистолошким, геномским или протеомским подацима, који се односе на протеине пацијента укључујући њихову експресију, модификацију и интеракцију. Значај радиомикса повећава се када се велика количина информација обрађује помоћу ВИ техника.

Биомедицинска истраживања. Медицинска истраживања поседују више користи од решења изведених од вештачке интелигенције у поређењу с клиничким применама, а недавни напредак такође показује обећавајуће примене ВИ у откривању клиничког знања. На пример, основни извори медицинског знања и сада користе ML алгоритме за рангирање резултата претраге, укључујући алгоритме који континуирано уче из понашања корисника у претраживању. На пример, PubMed је широко коришћен

претраживач за биомедицинску литературу. Алгоритам BestMatch за претрагу користи интелигенцију корисника и најсавременију ML технологију као алтернативу традиционалном редоследу сортирања датума. Алгоритам најбољег подударана „обучен“ је коришћењем претходних корисничких претрага с десетинама сигнала (фактора) рангирања релевантности (најзначајнији су претходна употреба чланка, датум објављивања, оцена релевантности и категорија чланка). Алгоритам значајно побољшава проналажење релевантних информација у односу на подразумевани временски редослед у PubMed и повећао је употребу претраге релевантности током времена. Кроз технике као што су екстракција информација, аутоматско сумирање и дубоко учење DL, ВИ располаже потенцијалом да трансформише статичне нарративне чланке у клиничке доказе специфичне за пацијенте. Дизајнери лекова интензивно примењују технике ML за претрагу хемијских информација у великим базама података једињења да би откривали нове лекове. Фокус промене јесте развој приступа ВИ за имплементацију иновативног моделовања заснованог на разноврсној природи скупова података за лекове. ВИ модели доприносе бољем разумевању широког спектра лекова и клиничких исхода које могу понудити.

Клиничка испитивања. Рандомизована контролисана испитивања RCT јесу најмоћнији метод за процену ризика и користи од било које медицинске интервенције. Међутим, спровођење RCT није увек изводљиво. Уобичајене потешкоће неуспешних RCT испитивања обухватају погрешан избор пацијената, неадекватну

рандомизацију, недовољну величину узорка и погрешан избор крајњих тачака. ВИ модели се обучавају да боље изаберу учеснике студије напредним статистичким методама и да процене крајње тачке студије методом заснованом на подацима. Примена ВИ генерише ефикасније извршење и већу статистичку снагу од традиционалних RCT истраживања. Поред ефикасног процеса селекције, довољно велики узорак је критичан да би се омогућило откривање статистички значајних разлика између група.

Персонализована медицина. Значајно је научно разумевање тога како јединствене карактеристике појединачног пацијента, као што су молекуларни и генетски профили, чине пацијента рањивим на болест и осетљивим на терапијски третман. Оригинални концепт персонализоване медицине проширен је да обухвати друга својства и индивидуалне клиничке карактеристике да би се коначно формирао нови концепт назван проширена персонализована медицина на основу додатних извора информација као што су клинички извори, демографски подаци, друштвени подаци, параметри животног стила (квалитет спавања, физичка активност, навике у исхрани), услови животне средине. Алати ВИ побољшавају напредак у персонализованој медицини проценом клиничке користи различитих истраживачких метода и више типова података.

Глобално здравље. Јавно здравље обухвата превенцију болести, продужетак живота и унапређење здравља кроз организоване напоре и информисане изборе друштва, организација, јавних и приватних, заједница и појединаца. Експерименти с релевантним ВИ решењима тренутно су у току у оквиру бројних области

јавног здравља. ВИ може помоћи да се идентификују специфичне демографске или географске локације на којима постоји распрострањеност болести или високоризично понашање. Опсег ВИ решења која могу побољшати надзор болести такође је значајан. Дигитални епидемиолошки надзор односи се на интеграцију надзора заснованог на случајевима и догађајима (вести и онлајн медији, сензори, дигитални трагови, мобилни уређаји, друштвени медији, микробиолошке лабораторије и клиничко извештавање) ради анализе приступа за верификацију претњи. Циљ је изградити системе раног упозорења за нежељене догађаје у вези с лековима и ниским квалитетом ваздуха. ВИ располаже потенцијалом да интензивира контакт с пацијентима, као и да персонализује услуге. Суштинска компонента иницијатива обухвата контактирање великог броја пацијената посредством различитих аутоматизованих, једноставно скалабилних метода, као што су текстуалне поруке и портали за пацијенте. Примена ВИ у јавном здрављу обухвата и ширу перспективу здравствене политике и управљања. Студије обухватају истраживање вештачке интелигенције с циљем побољшања перформанси здравствених установа и алокације ресурса из системске перспективе.

ВИ здравствена администрација. Системе здравствене заштите карактерише комплексан административни радни ток са широким спектром актера и институција, који обухвата пацијенте (управљање наплатом осигурања), здравствене раднике, здравствене установе и организације (проток пацијената), лабораторије (ланац снабдевања потрошним материјалом), апотеке, обвезнике и регулаторе. У оквиру при-

марне здравствене заштите идентификовани су потенцијални проблеми: време утрошено за финансијску надокнаду, уношење података у различите неинтегрисане информационе системе засноване на пракси, обраду информација из болница и других спољних пружалаца услуга и помоћ пацијентима у фрагментираним здравственом систему. ВИ може да обавља рутинске задатке на ефикаснији, тачнији и непристрасан начин. Један од аргумената у корист њене употребе у административној пракси јесте да су грешке у овим активностима мање озбиљне од грешака у клиничком окружењу. Међутим, питања безбедности и недостатак приватности и даље остају. ВИ апликације могу бити критичне у организацији протока пацијената. На пример, недостатак доступности кревета значајан је узрок отказивања хируршких интервенција; међутим, то може да представља административну грешку која се може спречити у протоку пацијената. Проблем се често јавља и такође је повезан с кашњењем отпуштања на клиничком одељењу.

У наставку идентификујемо основне ризике и могуће последице примене ВИ у медицини и здравственој заштити:

- повреда пацијената услед грешака ВИ (основни узроци су шум и артефакти у клиничким инпутима и мерењима, неочекиване варијације у клиничким контекстима и окружењима; медицинске последице су неадекватно лечење и погрешна заказивања или одређивање приоритета интервенција);
- злоупотреба медицинских ВИ алата (потенцијални узроци јесу недостатак

- обуке и довољно објашњења и информација; неправилна употреба ВИ алата може довести до погрешне медицинске процене и доношења одлука, а потом и до потенцијалне штете за пацијента);
- пристрасност ВИ и одржавање постојећих неједнакости (најчешћи узроци јесу недостатак транспарентности, неуравнотежени скупови података засновани на структурној пристрасности и дискриминацији, као и недостатак разноликости и интердисциплинарности у технолошким, научним, клиничким тимовима и тимовима за креирање политике);
 - питања приватности и безбедности (узрок недостатак транспарентности у погледу дизајна, развоја, евалуације и примене ВИ алата; специфични ризици обухватају недостатак разумевања и поверења, потешкоће у самосталном раду репродуковања и процена алгоритама, потешкоће у идентификацији извора грешака и дефинисање одговорности);
 - празнине у одговорности (основни ризици обухватају дељење личних података без потпуно информисаног пристанка, пренамена података без знања пацијента, повреде података како на индивидуалном, тако и на нивоу болнице или здравственог система);
 - алгоритамска одговорност (кључни аспект поуздане и применљиве ВИ, правне празнине и даље постоје у актуелним националним и међународним про-

писима, није једноставно дефинисати улоге и одговорности због вишеструкости актера укључених у процес од дизајна до примене, посебно ако ВИ модел који користе није у потпуности транспарентан);

- препреке у имплементацији (ограничен квалитет података, структура и интероперабилност у различитим клиничким центрима, потенцијалне промене у односу лекар–пацијент, повећан и недовољно регулисан приступ подацима о пацијентима, недостатак клиничке и техничке интеграције и интероперабилности ВИ алата са постојећим клиничким токовима рада и електронским здравственим системима).

Појаснили смо основне клиничке, друштвене и етичке ризике примене ВИ у здравственој заштити: потенцијалне грешке и претрпљена штета пацијената, ризик од пристрасности и повећане здравствене неједнакости, недостатак транспарентности и поверења, као и рањивост на хаковање и нарушавање приватности података. На изазове је неопходно одговорити и предупредити их, тако да је неопходно пратити процесе интернационалне стандардизације и регистрације патената.

Анализом међународних регистрованих патената с применом ВИ у медицини могуће је предвидети трендове нових технологија по специјалностима које захтевају нову регулативу. У новијем истраживању из 2022. идентификовано је више од 10.000 здравствених патената у последњих 10 година, што је омогућило регулаторима да сагледају јасне трендове надолазећих ВИ

технологија и неопходне стратешке активности. Прво, могуће је предвидети на које области је неопходно усмерити регулаторни фокус, како патенте следе производи/уређаји спремни за тржиште с предвидљивим кашњењем. Медицинске специјалности које се истичу значајним бројем регистрованих патената јесу радиологија, онкологија и офталмологија, тако да ће ове области у наредним годинама имати највећи број нових технологија у клиничкој пракси.

Студија случаја

Вештачка интелигенција располаже значајним потенцијалом да унапреди различите аспекте здравствене заштите и обухвата дијагнозу, лечење, управљање подацима и повећање ефикасности здравствених система (Recht et al., 2020). Наглашавамо трендове утицаја ВИ на здравство:

- **Дијагностика.** Развој ВИ система за анализу и интерпретацију медицинских снимака (US, RO, CT, NMR, PET) може побољшати брзину и прецизност дијагнозе и бити од помоћи у раду лекара клиничара.
- **Персонализовано лечење.** Употреба ВИ за анализу генетичких података и других фактора како би се прилагодило лечење индивидуалним потребама пацијената.
- **Предиктивна аналитика.** Имплементација ВИ система за анализу велике количине података како би предвидели ризик од одређених болести или компликација, омогућавајући превентивне мере.

- **Телемедицина и мобилне апликације.** Интеграција ВИ у апликације за праћење здравља и телемедицинске платформе омогућава боље праћење пацијената и пружање персонализоване неге на даљину.
- **Аутоматизација административних процеса.** Употреба ВИ за аутоматизацију административних задатака, као што су заказивање прегледа, фактурисање и управљање подацима.

С партнерима из здравственог сектора раде на развоју ВИ алата за дијагностику, персонализовану медицину и унапређење ефикасности здравствених услуга, као и дизајн нових лекова.

| 77

Истраживачи Института за вештачку интелигенцију Србије (IVI, 2024) реализују више пројеката у области здравства: дијагностика канцера и ретких болести, као и развој нових лекова.

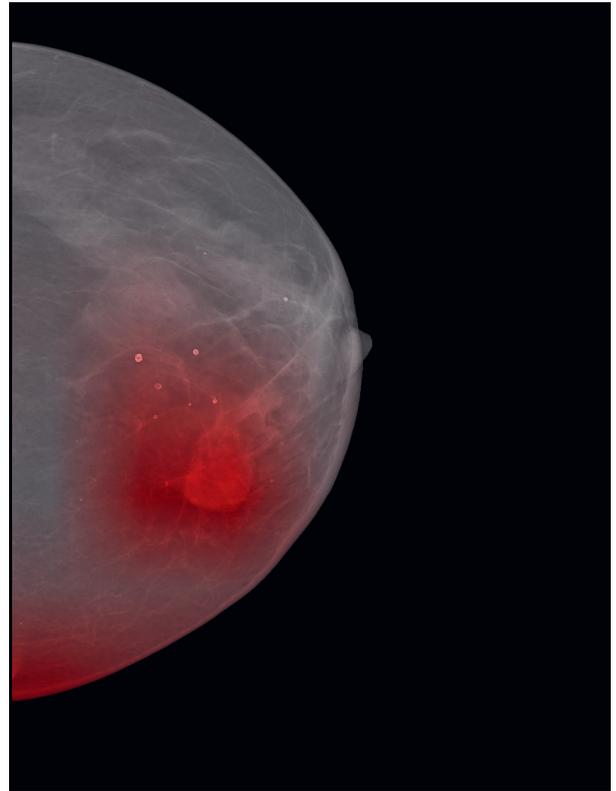
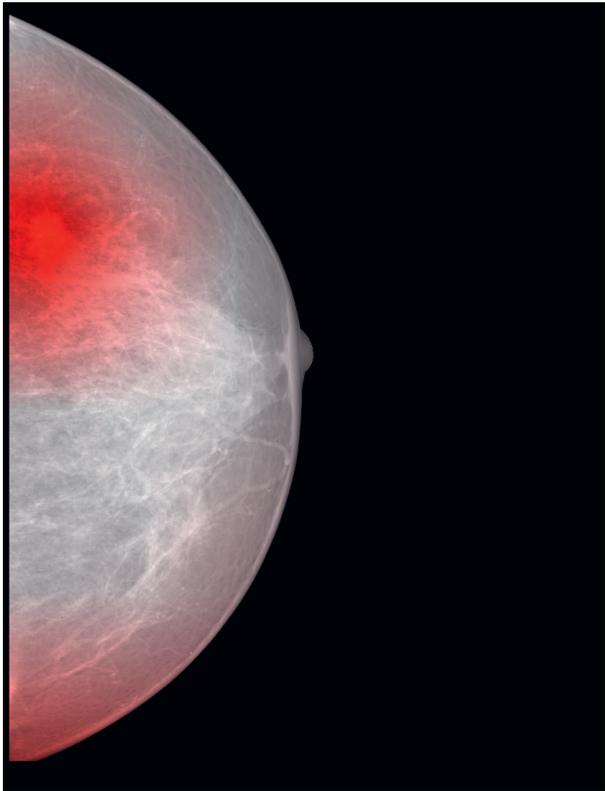
Циљ је да се омогуће бржа и једноставнија детекција карцинома, смањи комплексност дијагностике ретких болести и скрати време до постављање тачне дијагнозе, смањи притисак на здравствени систем, а последично трошкови лечења преусмере на адекватну иновативну терапију, као и да се убрза процес откривања и развоја лекова и смање трошкови фармацеутских истраживања.

Први пројекат обухвата ВИ анализу и рангирање мамографских снимака пацијената. Про-

цедура је да резултати раног скрининга указују на то да се не захтева даље праћење пацијента или да су неопходне додатне анализе. Решење је да се снимци рангирају по значају: на првом месту јесу снимци којима је неопходна додатна пажња, интерпретација, анализа или је неопходна биопсија, а на последњем месту су пацијенти којима није неопходан хитан преглед и који највероватније немају обољење. Свакако, радио-

лог доноси крајњу одлуку, тако да ВИ алат само омогућава боље организовање и оптимизацију радног времена лекара.

Пројекат откривања ретких болести је значајан због уоченог дугог временског интервала од кад пацијент региструје прве симптоме до одређивања дијагнозе. Истражује се употреба савремених техника ВИ за смањење комплексности дијагностике Фабријеве болести, скраћује



Истраживачко-развојни институт за вештачку интелигенцију Србије помоћу вештачке интелигенције врши анализу и рангирање мамографских снимака пацијената по значају ради бржег откривања карцинома.

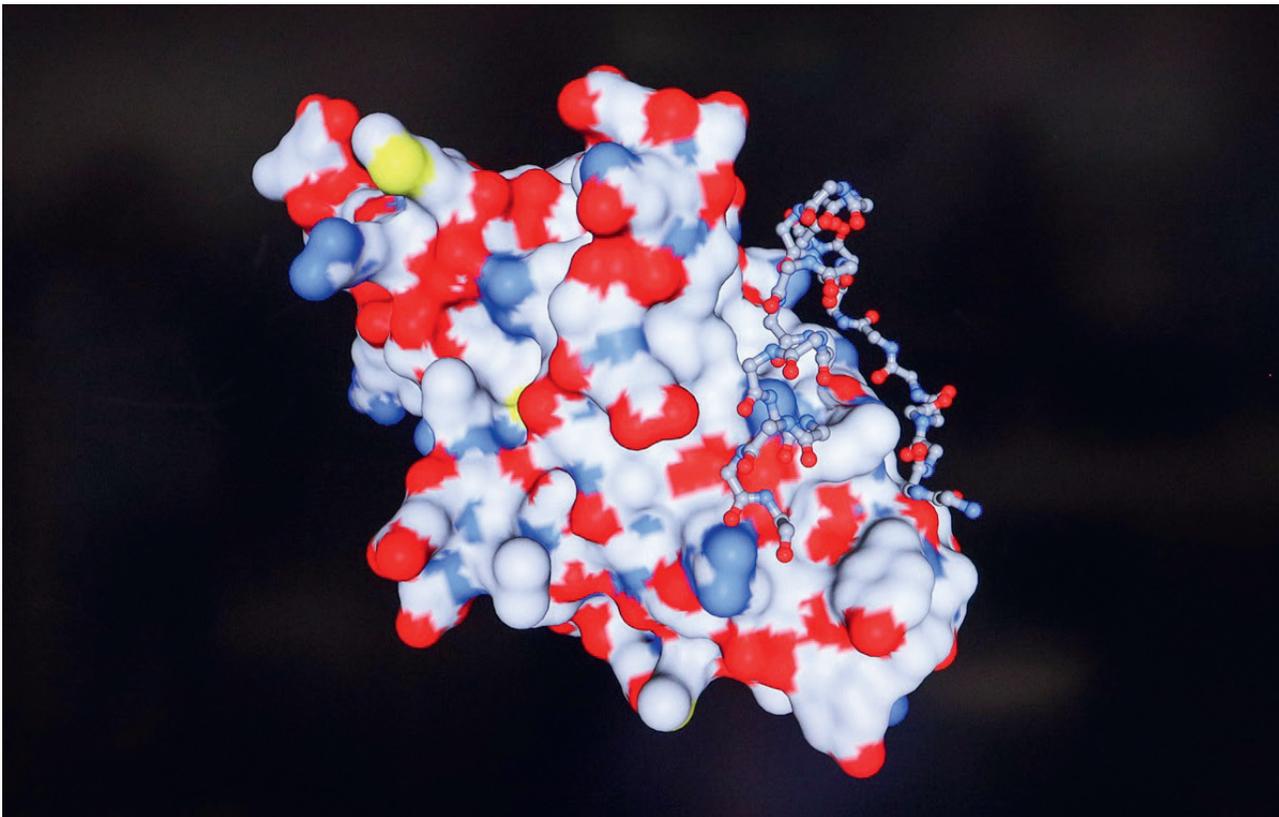
Фото: Истраживачко-развојни институт за вештачку интелигенцију

Драгорад А. Миловановић

Одговорна и етична примена система вештачке интелигенције у здравству кроз студију случаја у дијагностици и персонализованој медицини

време до постављања тачне дијагнозе, смањује притисак на здравствени систем, а последично трошкови лечења преусмеравају се на адекватну иновативну терапију. У порасту су изузетно ретке болести, али и надаље постоји проблем да лекари не прегледају често пацијенте који су оболели од ретких болести, а додатно и симптоми су веома различити. Истраживачи Института, захваљујући NLP моделима, прегледали су

велике количине медицинских података 50.000 пацијената и генерисан је одређени корпус знања о томе који су пацијенти потенцијални за дијагностиковање Фабријеве болести. Ранг-листа је настала на основу критеријума лекара специјалиста о најзначајнијим симптомима, као и оним мање значајним. Генерисан је ранг пацијената за тестирање на позив лекара. Рано откривање ретких болести значајно



Истраживачко-развојни институт за вештачку интелигенцију Србије у сарадњи са стартапом из Сједињених Америчких Држава развија платформу која се заснива на генеративној вештачкој интелигенцији за дизајн везивања петпида за жељени протеин.

Фото: Истраживачко-развојни институт за вештачку интелигенцију

продужава и побољшава квалитет живота пацијената, тако да развој ВИ алата доприноси и знатној уштеди у здравственом систему.

Институт ради на пројектима примене ВИ у сарадњи с фармацеутском индустријом на откривању и производњи нових лекова. Напредним техникама машинског учења PL и ВИ анализирају се велики сетови података из биомедицинских истраживања. Тренирани ВИ системи затим препознају обрасце и релације различитих биолошких ентитета и молекула што даље омогућава евалуацију ефикасности молекула као потенцијалних лекова. Наглашен је и развој генеративних ВИ модела за креирање молекула који нису присутни у стандардним библиотекама познатих молекула коришћених у терапеутске сврхе. Модели увелико проширују хемијски простор претраге за новим лековима и подржавају терапије за до сада нетретирани обољења. Пројекат је веома сложен и обухвата интеграцију и анализу велике количине биомедицинских података, као и развој генеративних ВИ модела који захте-

вају лабораторијску потврду потенцијалних молекула кандидата ради евалуације квалитета модела.

Закључак

У раду разматрамо актуелне регулаторне и друштвено-етичке аспекте ВИ у медицини и здравству. Вештачка интелигенција би могла револуционарно да трансформише начин на који пружамо и примамо здравствену услугу, кроз персонализовану медицину, ефикасније дијагнозе и третман, боље исходе за пацијенте и оптимизацију здравственог система. Предвиђање трендова ВИ у здравственој заштити је изазовно и узбудљиво.

Одговорним развојем и применом, ВИ може подржати прецизнију, ефикаснију и доступнију здравствену услугу. Изазов је да се преброде технички и етички изазови примене ВИ система како би се максимално искористио потенцијал и избегли могући ризици. Будућност здравствене заштите је неизбежно у вези с ВИ, а на нама је да је обликујемо на начин који користи друштву.

References/Literatura

- Coeckelbergh, M. (2020). *AI ethics*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Gerke, S., Minssen, T., Cohen, G. (2020). Ethical and legal challenges of artificial intelligence-driven healthcare. In: A. Bohr, K. Memarzadeh (eds.) *Artificial Intelligence in Healthcare* (295–336). Cambridge, MA: Academic Press.
- IVI, *Institute for Artificial Intelligence Research and Development of Serbia* (2024). Available at <https://ivi.ac.rs/en/news/>.
- Larson, D. B. et al. (2021). Regulatory frameworks for development and evaluation of artificial intelligence-based diagnostic imaging algorithms: summary and recommendations. *Journal of the American College of Radiology*, XVIII (3), 413–424. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jacr.2020.09.060>.
- Milovanović, D., Terzić, R. (2023). Responsible application of Artificial Intelligence in healthcare: ethical principles of practice and new regulations. In: M. Ivković, D. Drašković (eds.) *Proceedings of the 29th ICT Conference YU INFO 2023* (46–49). Beograd: Informaciono društvo Srbije. [In Serbian]
- Milovanović, D., Terzić, R., Vučetić, Č. (2024). Trends of application Artificial Intelligence in healthcare: challenges and regulation issues. In: *Proceedings of the 30th ICT Conference YU INFO 2024*. In preparation [In Serbian]
- Müller, M., Kettmann, M.C. (2024). European approaches to the regulation of digital technologies. In: H. Werthner et al (eds.) *Introduction to Digital Humanism* (623–637). Cham: Springer.
- Papakonstantinou, V., DeHert, P. (2024). *The Regulation of Digital Technologies in the EU*. Oxfordshire, England, UK: Routledge.
- Recht, M. P. et al. (2020). Integrating artificial intelligence into the clinical practice of radiology: challenges and recommendations. *European Radiology*, XXX (6), 3576–3584. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00330-020-06672-5>.

Dragorad A. Milovanović

University Business Academy in Novi Sad,
Faculty of Organizational Studies "Eduka" in Belgrade
Novi Sad (Serbia)

Responsible and ethical application of artificial intelligence systems in healthcare through a case study in diagnostics and personalized medicine

Summary

82 |

The paper discusses new challenges of responsible and ethical application of artificial intelligence (AI) systems in healthcare. Academic research and commercial development focused on medicine are showing exponential growth; however, regulatory requirements for clinical use and commercial introduction are progressing more slowly. After classifying AI applications and identifying challenges and risks, a case study in diagnostics and personalized medicine is presented. The main result is a clear overview of the upcoming trends in medicine that can help legislators prepare to create new regulations and ethical principles of practice for new AI technologies. It is essential that technical experts, policy makers, legislators and other decision-makers accept responsibility.

Keywords: artificial intelligence, regulation, case study, medicine



Данимир П. Мандић^[1]

Универзитет у Београду,
Факултет за образовање учитеља и васпитача
Београд (Србија)

УДК 37.091.39:004.8(497.11)
Прегледни научни рад
Примљен: 02.07.2024.
Прихваћен: 08.08.2024.
doi: 10.5937/napredak5-51939

Нова парадигма образовања и потенцијали вештачке интелигенције

Сажетак: Овај рад бави се могућношћу коришћења вештачке интелигенције (ВИ) у образовању и успостављањем правила, ограничења и процедура за безбедну примену ВИ у различитим областима. У последње две деценије покушавамо да унапредимо образовну технологију коришћењем мултимедије, хипермедије, виртуелне и проширене реалности, као и образовних софтвера. То је довело до подизања квалитета учења, повећања динамичности и очигледности наставе, као и подстицања мотивације ученика. У последњих неколико година истражују се могућности коришћења ВИ у образовању, посебно у сфери персонализованог учења, динамичнијег подучавања, као и комплексног вредновања рада ученика. У раду се анализирају користи, изазови и ризици у вези са коришћењем ВИ у образовању и наглашава важност одржавања равнотеже између ВИ и људске интеракције. Анализира се и коришћење робота у образовању с циљем да се подстакну креативност и критичко мишљење, те да се развијају вештине решавања проблема кроз развој алгоритаМСКОГ мишљења. У последњих годину дана интензивира се примена ChatGPT-а у образовању, те је неопходно дефинисати правила и процедуре којима би ова технологија дала допринос настави и учењу.

Кључне речи: вештачка интелигенција, образовна технологија, дигиталне компетенције

Увод

Савремене технологије интензивно доносе промене у области инжењеринга, саобраћаја, економије, медицине, док се у образовању промене дешавају нешто спорије. Данашњи развој образовне технологије усаглашава се с развојем

информационе технологије у складу с потребама ученика у XXI веку. Савремена образовна технологија заснована на ВИ утиче на увођење значајних промена у методама рада, организацији наставе, као и вредновању рада ученика. Интеграција технологија вештачке интелигенције у образовање омогућује индивидуализацију

[1] Danimir.Mandic@uf.bg.ac.rs ; <https://orcid.org/0000-0002-3986-6077>

и диференцијацију наставних садржаја у складу с могућностима, предзнањима и стилловима учења сваког ученика. Роботи и 3Д симулације у образовању пружају могућности практичног учења и експериментисања које је тешко обезбедити у традиционалној настави, а посебан значај имају у подстицању истраживања и активности ученика у процесу стицања нових знања. Србија спада у ред најавангарднијих држава које су увеле предмете и садржаје којима се стичу дигиталне компетенције

од предшколског узраста, до универзитетског нивоа образовања.^[2] У предшколском узрасту се, кроз пројектни приступ, омогућује коришћење најједноставнијих дигиталних уређаја, док се у прва четири разреда основне школе изучавају садржаји у вези с могућношћу коришћења дигиталних уређаја, безбедношћу деце и развоју алгоритамског мишљења. У вишим разредима основне школе и у средњој школи даље се унапређују дигиталне компетенције кроз предмет информатика, у коме ученици проучавају садржаје који се односе на хардвер рачунара, рачунарске мреже, базе података, као и елементарно програмирање. Наставним планом и програмом предвиђени су садржаји везани за начин функ-

ционисања и примену ВИ у различитим областима, чиме се ученици информишу о начину учења вештачке интелигенције, као и могућностима њене примене у различитим областима. Србија је међу предводницима у Европи у

дефинисању *Стратегије примене вештачке интелигенције до 2030. године*, у којој ће посебно место заузимати и примена ВИ у образовању, као и утицај ВИ на технологију наставе и учења. На Факултету за образовање учитеља и васпитача у Београду бу-

дући васпитачи и учитељи стичу дигиталне компетенције у складу с препорукама UNESCO-а и OECD-а. Република Србија је дефинисала *Нови оквир дигиталних компетенција за наставнике* у коме је 25 дигиталних компетенција груписано у шест области. Пратећи законску регулативу и препоруке Министарства просвете, Факултет за образовање учитеља и васпитача редовно иновира наставне планове и програме како би будући учитељи и васпитачи били адекватно оспособљени за најсавременије методе наставе и учења. У Центру за роботiku и вештачку интелигенцију у образовању (*Center for robotics and artificial intelligence in education – CRAIE*), који је основан у сарадњи с Педагошким

Коришћењем ВИ наставнику се оставља више времена за интеракцију с ученицима, развој вредносних ставова и карактерних особина личности, чиме се васпитању, које је занемарено у нашим школама, даје посебан значај.

[2] Србија је прва држава у Југоисточној Европи која је усвојила Стратегију развоја вештачке интелигенције у Републици Србији за период 2020–2025. године („Службени гласник РС“, број 96/19), а у току је израда нове стратегије за наредни период. Такође, придружила се Глобалном партнерству за вештачку интелигенцију (GPAI) и у наредне три године председаваће овом организацијом.

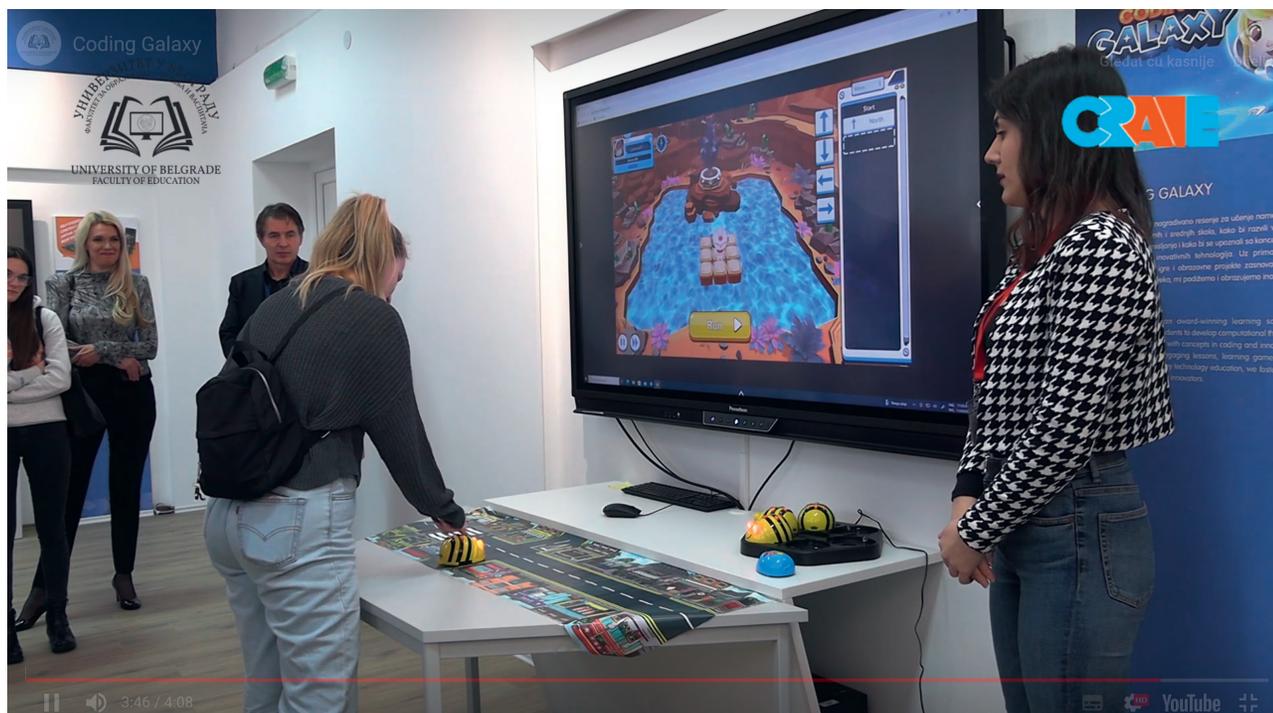
Данимир П. Мандић

Нова парадигма образовања и потенцијали
вештачке интелигенције

универзитетом из Пекинга (*Beijing Normal University – BNU*) и компанијом за развој софтвера *NetDragon Websoft* из Кине, инсталирани су најсавременија опрема и апликације везане за 3Д симулације, виртуелну реалност, холограме, роботiku и вештачку интелигенцију. *CRAIE* представља истраживачко-развојни центар, у оквиру Факултета за образовање учитеља и васпитача, који је намењен за оспособљавање студената и стално усавршавање наставника у области дигиталних технологија. У образовању се, од предшколског узраста, користе програмбилни роботи као што су *Bee-Bots*, који подстичу развој алгоритамског мишљења. Уз образовне

роботе користе се и напредни хуманоидни роботи који могу да помогну наставницима и ученицима у персонализацији знања, програмирању и обављању различитих задатака те симулирању ситуација из стварног живота уз сталну интеракцију и повратну информацију, чиме је омогућено праћење, мерење и вредновање напретка сваког ученика. Они могу помоћи у подучавању кодирања, математике, физике, као и других предмета, чинећи учење интерактивнијим и угоднијим. У интеракцији с роботима ученици развијају рачунарско размишљање, логичко закључивање и способност решавања сложених проблема. Избор адекватних метода рада и савремених

| 85



Рад са образовним роботима у Центру за роботiku и вештачку интелигенцију Факултета за образовање учитеља и васпитача

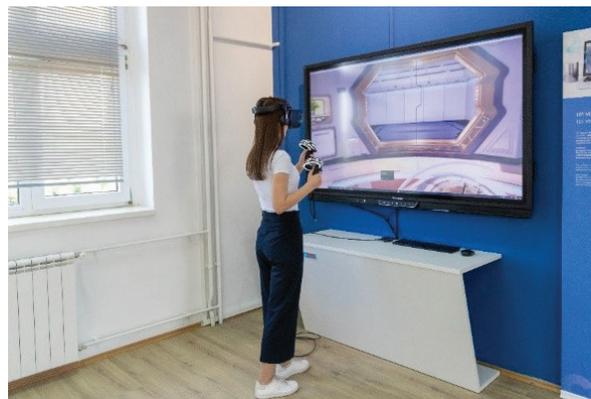
дидактичких система промовише сарадњу међу ученицима и тимски рад у процесу програмирања робота, решавању задатака и ангажовању у практичним пројектима. Ова искуства сарадње негују комуникационе вештине, емпатију, критичко мишљење и способност да се ефикасно ради у тиму. Они се могу прилагодити индивидуалним потребама ученика, и њиховом предзнању, као и способностима, нудећи прилагођен садржај, активности и повратне информације.

Анализом напретка ученика, роботи могу да идентификују недостатке у њиховом знању и пруже циљане интервенције, обезбеђујући да сваки ученик добије подршку која му је потребна за успех. У овој узбудљивој ери роботике у образовању писаћемо о могућностима промене наставе и учења прихватањем иновација, при чему ћемо бити сведоци трансформативног утицаја ових интелигентних машина. Ученици који уче уз помоћ нових технологија доживљавају наставу као путовање на којем се образовање сусреће са технологијом, оснажујући их да постану доживотни ученици, да критички мисле и решавају проблеме у свету који се стално мења.

ВИ и компетенције наставника

Како вештачка интелигенција постаје све значајнија у образовању, од суштинског је значаја за наставнике да развију нове компетенције и вештине како би ефикасно користили и интегрирали ВИ технологије у своју наставну теорију и праксу. Наставници би требало да буду информисани о могућностима које нуди ВИ и обучени за вешто коришћење алата и технологија вештачке

интелигенције. Ово укључује разумевање начина на који ВИ алгоритми функционишу, познавање платформи и апликација које покреће вештачка интелигенција и знање како да користите образовне ресурсе засноване на вештачкој интелигенцији. Такође, наставници би требало да буду обучени како да тумаче и анализирају податке које генерише ВИ како би могли да прате, мере и вреднују напредовање ученика и идентификују проблеме у учењу. Стална повратна информација обезбеђује већу мотивацију ученика и ствара добре услове за самоевалуацију чиме процес учења постаје ефикаснији и ефективнији.



Виртуелна реалност у Центру за роботiku и вештачку интелигенцију Факултета за образовање учитеља и васпитача

Наставници би требало да разумеју како да ефикасно интегришу ВИ технологије у своје садржаје и како да прилагоде наставне методе и систем вредновања рада ученика савременој образовној технологији. Ово укључује усклађивање алата вештачке интелигенције са циљевима учења, моделовање активности учења заснованих на вештачкој интелигенцији и коришћење

Данимир П. Мандић

Нова парадигма образовања и потенцијали
вештачке интелигенције

вештачке интелигенције као подршке различитих наставних стратегија у коришћењу модерне образовне технологије. Како се нове технологије развијају, наставници би требало да буду флексибилни и спремни да континуирано уче и ажурирају своје компетенције. Ово укључује информисање о најновијој технологији у образовању, учествовање у могућностима професионалног развоја и сарадњу с другим наставницима ради размене најбољих искустава. Наставници, такође, морају бити свесни етичких импликација коришћења вештачке интелигенције у образовању и неких проблема са апликацијама које нису у складу са етичким принципима. Требало би да разумеју питања у вези с приватношћу података, безбедношћу и алгоритамском пристрасношћу. Наставници треба да обезбеде да се ВИ алати користе одговорно, етички и на начин који поштује приватност ученика и промовише правичност (Milutinović, Mandić, 2022).



Вештачка интелигенција у Центру за роботiku и вештачку интелигенцију Факултета за образовање учитеља и васпитача

Веома је значајно да се код ученика развију критичко мишљење и компаративна анализа информација добијених од ВИ с информацијама које се налазе у рецензираним уџбеницима. Наставници би требало да буду у стању да олакшају сарадњу између ученика користећи платформе и алате засноване на вештачкој интелигенцији. Такође би требало да се оспособе за сарадњу са системима вештачке интелигенције, као што су виртуелни асистенти и чет-ботови, како би подржали индивидуално учење и пружили персонализоване повратне информације. Док вештачка интелигенција може да аутоматизује одређене задатке, наставници имају улогу да развијају вештине критичког мишљења и подстичу креативност ученика. Наставници би требало да осмисле савремене методе учења које подстичу ученике да критички размишљају о садржају генерисаном вештачком интелигенцијом, постављају питања о претпоставкама и развијају вештине креативног решавања проблема. Иако постоји стрепња да ВИ може да замени наставнике, то је тешко замисливо јер су људска интеракција, емпатија, социјализација и васпитни рад с ученицима незаменљиви. Наставници би требало да се фокусирају на изградњу сталне интеракције с ученицима, пружање емоционалне подршке, сарадњу и стварања подстицајног и инклузивног окружења у учионици. Развијањем ових компетенција наставници могу ефикасно да искористе ВИ технологије да побољшају своје наставне праксе, персонализују искуства учења и подрже успех ученика. За наставнике је важно да прихвате ВИ као алат који допуњује њихову стручност и побољшава њихову способност да задовоље различите потребе ученика у савременом добу (Mandić, 2023).

Наставник и ВИ

Као што смо већ поменули, део стручњака за образовање тврди да ће ВИ подржана настава потиснути наставнике дајући ученицима могућност за самообразовање и самоевалуацију. То би их могло учинити непотребним на извесан начин што би изазвало револуцију у настави стављајући ученике у позицију независног креатора учења. На основу истраживања може се закључити да настава, подржана паметним уређајима заснованим на ВИ с новим методама, мења улогу наставника, али не може да их замени. У складу с тим променама настава подржана ВИ омогућава да наставник промени своју улогу предавача, оцењивача и примарног извора знања у нову улогу која подразумева компетенције организатора, планера, истраживача, мотиватора и верификатора рада ученика. Иако су и учење и поучавање кључне компоненте образовног процеса, крајњи циљеви су да се ученицима олакшају бољи исходи учења и њихова мотивација за учење. ВИ може анализирати појединачне податке ученика и пружити персонализоване препоруке, садржај и активности прилагођене њиховим специфичним потребама и стилевима учења. Овај персонализовани приступ помаже ученицима да се дубље укључе у садржаје и оптимизују своје исходе учења. Процене засноване на вештачкој интелигенцији могу се прилагодити одговорима ученика, пружајући питања и задатке који су прилагођени њиховим интересовањима, способностима и предзнањима. Софтвер заснован на вештачкој интелигенцији може да пружи тренутне повратне информације ученицима о њиховом учинку, омогућавајући им

да идентификују и исправе грешке у реалном времену (Baker & Inventado, 2014).



Проширена реалност у Центру за роботичку и вештачку интелигенцију Факултета за образовање учитеља и васпитача

Ове правовремене повратне информације помажу ученицима да разумеју своје предности и слабости, омогућавајући им да направе промене и побољшају своје учење. ВИ може помоћи ученицима да приступе широком спектру образовних ресурса и информација. Платформе засноване на вештачкој интелигенцији могу препоручити релевантан садржај, предложити додатна читања и обезбедити приступ онлајн библиотекама, побољшавајући способност ученика да истражују и продубљују своје разумевање тема. Нове технологије, као што су виртуелна реалност (ВР), проширена реалност (ПР) и учење засновано на игри, могу да створе импресивна и интерактивна искуства учења. Наставници постају убеђени да настава и учење засновано на вештачкој интелигенцији, који се користе у комбинацији с другим врстама наставе, представљају сврсисходну иновацију. С друге стране, за састављање, верификацију и реализацију програма потребан је велики напор наставника, као

и материјална улагања и педагошки оспособљен кадар, што га чини тежим од традиционалног образовања. Из тог разлога многи програми, који се сада критикују, нису довољно стручно припремљени и нису у пракси тестирани од стране овлашћених стручњака. То би могло да доведе до ситуације у којој би наставници створили отпор према увођењу иновација ако сматрају да она није довољно педагошки обликована и осмишљена. Настава и учење засновано на вештачкој интелигенцији још увек је релативно нов концепт и још увек је недовољно разрађен и стога многе критичке примедбе и неке резултате треба узети условно. Све слабости ове наставе, о којој смо до сада говорили, неће се испољити у пракси ако је програмирана и организована професионално (Ristić, Mandić, 2018).

Резултати наставе и учења засновани на вештачкој интелигенцији задовољавају логику учења, отварају нове могућности учења, подстичу активност ученика, омогућавају напредовање сопственом брзином, чине наставу атрактивнијом, обезбеђују економичност и ефикасност наставе и самим тим спадају у ону врсту наставе која је најатрактивнија и одговара потребама и интересовањима младих. Најважније је да ова нова организација наставе и учења повећа интерну и екстерну мотивацију ученика и помогне им да стекну функционална знања, разумеју чињенице и процедуре. Такође, помаже ученицима да имају трајније знање. Ове технологије ангажују ученике, промовишу активно учење и чине процес учења пријатнијим и атрактивнијим. ВИ се може прилагодити различитим стиловима учења и преференцијама, прилагођавајући се различитим ученицима. На пример, неки ученици можда

више воле визуелно учење, док други могу више волети аудитивне или кинестетичке приступе. ВИ може да обезбеди садржај и активности који задовољавају индивидуалне преференције учења. Савремене технологије могу побољшати доступност за ученике с посебним потребама. Препознавање говора засновано на вештачкој интелигенцији и алати за претварање текста у говор могу помоћи ученицима са оштећењем вида или сметњама у учењу, омогућавајући им ефикаснији приступ образовним материјалима. ВИ може да анализира велике количине података о учинку ученика и обрасцима учења, пружајући драгоцене увиде наставницима. Ови увиди могу помоћи наставницима да схвате ефикасност својих наставних стратегија, идентификују области побољшања и прилагоде своје приступе подучавању како би боље задовољили индивидуалне потребе ученика.

Ученик и ВИ

Како се образовање развија са интеграцијом вештачке интелигенције, мењају се и улоге ученика. Суштинска промена јесте у томе да ученици неће бити пасивни актери у формалном образовању, већ би требало да постану активни учесници и истраживачи. Они имају приступ персонализованим искуствима учења, интерактивним ресурсима и прилагодљивим проценама. Ученици се подстичу да преузму иницијативу за учење, поставе циљеве и донесу одлуке које су у складу с њиховим интересовањима и предзнањима, као и способностима. ВИ технологије пружају студентима алате и ресурсе да се укључе

CRME

ROBOT EMA

Zdravo! Ja sam Emma, posebno dizajniran humanoidni robot na bazi vesačke inteligencije koji je razvila kompanija NetDragon Websoft Holdings Limited, sa sedištem u Kini. Pored toga što mogu da kličam glavom i trepćem, imam napredne vizuelne i govorne sposobnosti za komunikaciju sa ljudima i interakciju sa njima uz pomoć mobilnog telefona, kao i veštine za izvršavanje određenih instrukcija zadatih od strane čoveka.

Hello! I am Emma, a specially designed humanoid AI robot developed by NetDragon Websoft Holdings Limited based in China. Besides doing simple gestures like nod and blink, I have advanced visual and speech abilities to communicate with people and interact with them through mobile phone, and skills for completing human instructions.



у самостално учење. Ученици могу да истражују теме од интереса, приступају образовним материјалима сопственим темпом и преузимају одговорност за напредак у учењу. Платформе засноване на вештачкој интелигенцији могу понудити препоруке и смернице, оснажујући ученике да управљају сопственим искуствима учења. Осигуравају се доследност у темпу учења и детаљност презентованог садржаја, максимална прилагодљивост индивидуалним способностима ученика, њиховим психолошким карактеристикама, брзини и стилу учења. Материјали су логично изабрани у низовима у којима је стицање накнадног знања логички повезано с претходно наученим, укључујући сталну повезаност ученика с наставницима (D'Mello & Graesser, 2012).

ВИ подстиче ученике да развију критичко мишљење и вештине решавања проблема. Уместо да пасивно конзумирају информације, ученици су пред изазовом да анализирају, процењују и синтетизују знање. ВИ технологије могу пружити студентима могућности да се укључе у сложене задатке решавања проблема и развију своје аналитичке и креативне способности размишљања. ВИ олакшава кооперативно искуство учења, омогућавајући ученицима да раде заједно на пројектима, деле идеје и учествују у дискусијама. Ученици уче да ефикасно сарађују, саопштавају своје идеје и поштују различите перспективе. Алата засновани на вештачкој интелигенцији

могу да подрже виртуелну сарадњу, омогућавајући ученицима да се повежу и сарађују изван граница физичке учионице. Са интеграцијом ВИ ученици би требало да развију вештине дигиталне писмености. Они би требало да буду вешти у коришћењу ВИ алата, навигацији дигиталним платформама и критичком процењивању онлајн ресурса. Ученици уче да се одговорно сналазе у дигиталном окружењу, разумеју етичке импликације вештачке интелигенције и постају информисани савремени грађани. Нове технологије промовишу културу целоживотног учења. Ученици разумеју да учење није ограничено на учионицу и да треба да стално унапређују своје вештине и прилагођавају се свету који се брзо мења. ВИ технологије могу пружити персонализоване препоруке за даље учење, помажући ученицима да развију начин размишљања о напретку и жељу за сталним усавршавањем. Образовне технологије могу помоћи ученицима у изражавању њихове креативности. Ученици могу да користе алате засноване на вештачкој интелигенцији за дигиталну уметност, компоновање музике, приповедање и друге креативне подухвате. ВИ може пружити ученицима нове путеве да истраже и изразе своје јединствене таленте и перспективе. С вештачком интелигенцијом ученици имају прилику да изразе своја мишљења и залажу се за циљеве у које верују. Они могу да користе ВИ технологије за истраживање, прикупљање података

Фотографија на претходној страници: Хуманоидни робот Ема, ког је развила кинеска компанија NetDragon Websoft Holdings Limited и који се користи у едукацији будућих учитеља у Центру за роботiku и вештачку интелигенцију у образовању, на Факултету за образовање учитеља и васпитача Универзитета у Београду.

Фото: Факултет за образовање учитеља и васпитача

и ефикасно представљање својих идеја. Ученици постају оснажени заговорници друштвених и еколошких питања, користећи вештачку интелигенцију како би покренули позитивне промене у својим заједницама. Како образовање обухвата вештачку интелигенцију, улоге ученика се померају с пасивних прималаца знања на активне учеснике у сопственом учењу. Они развијају основне вештине, доживотно уче и доприносе сарадњи и иновативнијем образовном окружењу. Коришћењем вештачке интелигенције за побољшање процеса учења наставници могу да створе занимљивија, персонализованија и ефикаснија искуства учења за ученике. Док настава остаје суштинска компонента, фокус се помера ка омогућавању и подржавању бољих исхода учења за ученике и развијању емпатичности и социјалних компетенција (Mandić, Mišćević, Vujišić 2024).

Изазови и ризици примене ВИ у образовању

У досадашњем коришћењу ВИ могуће је уочити три различита приступа која су формирана у појединим државама. Они се разликују по односу наставника према коришћењу ВИ, користима које ученици имају, као и ризику од плагирања. У првој групи наставници и експерти за образовање у потпуности су против употребе ВИ у образовању и чине све да се ученицима забрани приступ ВИ. Они верују да резултати које добијају од ChatGPT, Gemini, Copilot апликација помажу студентима да смање властите напоре и ангажовање и да не постижу жељене компетенције предвиђене образовним циљевима.

Дешавало се да се неки есеји оцене најбољим оценама и да професори нису били свесни да је то био резултат рада ВИ, што је за последицу имало жестоке казне укључујући и избацивање из високообразовних институција. Наставници сматрају да су студенти недозвољено користили савремене изворе информација, а студенти су веровали да ће им сва технологија бити на располагању када заврше факултете, па нису могли да разумеју зашто их високошколске установе не припремају да користе технологије које им стоје на располагању како би оптимално решили дефинисане задатке. Према нашем мишљењу, наставници у овом случају не желе да се одрекну традиционалних метода наставе, а посебно начина вредновања знања студената. У другој групи наставници покушавају да игноришу присуство ВИ сматрајући да промене и резултати које дају софтвери ВИ неће имати значајније ефекте у блиској будућности. Према њиховом мишљењу ВИ је под контролом, ученици је неће превише користити, тако да у овом тренутку нема потребе за дефинисањем правила која се тичу њеног коришћења. У трећој групи експерти за образовање размишљају проактивно и свесни су брзих промена. Они знају да ће дипломирани студенти завршити своје пројекте и решавати проблеме користећи вештачку интелигенцију кад год је то могуће и нико неће бити против тога у компанијама за које буду радили. Наравно, неопходно је имати критички однос према резултатима које нам даје ВИ у овој фази свог развоја. Такође је значајно осигурати да приватност ученика буде заштићена и да се подаци безбедно чувају и користе у складу с релевантним прописима. Школе и просветни радници морају имати јасне полити-

ке за решавање проблема приватности података (Mandić, 2023). Системи вештачке интелигенције и роботи морају бити програмирани и етички коришћени у образовању. Важно је узети у обзир пристрасности и ограничења ВИ алгоритама, као и потенцијални утицај на добробит ученика и ментално здравље. Наставници треба да буду свесни етичких импликација вештачке интелигенције и да обезбеде да је њена употреба у складу са образовним вредностима и циљевима.

Док вештачка интелигенција и роботи могу побољшати искуство учења, такође је могуће да постоје неједнакости у приступу овим технологијама. Школе и окрузи морају да размотре питања правичности и да обезбеде да сви ученици, без обзира на социоекономско порекло, имају једнаке могућности да имају користи од вештачке интелигенције и роботике у образовању. Интеграција вештачке интелигенције и работа у учионицу захтева адекватну обуку и подршку наставника. Они треба да развију неопходне вештине и знања да ефикасно користе ове технологије и интегришу их у своју наставну праксу. Треба обезбедити могућности за стални професионални развој како би се обезбедило да наставници могу да искористе пуни потенцијал вештачке интелигенције и работа у образовању. Наставници треба да обезбеде да се технологија користи као средство за побољшање, а не за замену односа наставник–ученик. Примена вештачке интелигенције и роботике у образовању може довести до значајних трошкова, укључујући куповину хардвера, софтвера и текуће одржавање. Школе и окрузи морају пажљиво да размотре финансијске импликације и одрживост укључивања ових технологија у своје образовне програ-

ме. Школе треба да размотре прилагодљивост своје технолошке инфраструктуре и способност да буду у току са ажурирањима и напретком у области вештачке интелигенције и роботике. Ово осигурава да технологија остане релевантна и ефикасна у подршци исходима учења, васпитном раду наставника, развоју критичког мишљења и креативном потенцијалу ученика. Интеграција ВИ и работа у образовање може изазвати забринутост у вези с потенцијалним измештањем одређених послова у образовном сектору. Важно је размотрити друштвени утицај и импликације аутоматизације на радну снагу, као и потребу за преквалификацијом и усавршавањем наставника да се прилагоде променљивим улогама и одговорностима. Бавећи се овим ризицима и разматрањима, наставници могу максимално искористити предности вештачке интелигенције и работа у образовању, истовремено обезбеђујући одговорну и етичку употребу ових технологија. Неопходно је пажљиво планирати и имплементирати стратегије које дају приоритет добробити ученика, правичности и ефективної педагогији у контексту интеграције ВИ и роботике (Mandić, Mišćević, Vujišić, 2024).

На Факултету за образовање учитеља и васпитача реализовано је истраживање, у сарадњи са Унеском, под називом Могућности и ограничења савремене образовне технологије из угла наставника у Србији. Самоевалуација наставника је процес у коме они доносе судове о адекватности и ефективности сопственог знања, учинка, уверења и ефеката с циљем самоусавршавања. Ово нам је посебно било значајно у домену информисаности о могућностима које нуди образовна технологија подржана ВИ. Важно је осигу-

рати да ученици добију висококвалитетно образовање које ће их припремити за успех у савременом свету. Коришћен је алат за онлајн анкетирање под називом Survey Monkey. У упитнику су нашим испитаницима-наставницима постављена питања о њиховој процени достигнутог нивоа ИКТ компетенција, а посебно ВИ. Наши испитаници су били са свих нивоа образовања, од предшколског, преко основне школе, средње школе, до универзитетског нивоа. На слици испод можемо видети одговоре на једно од кључних питања.

Резултати истраживања показују да наставници нису у довољној мери информисани о могућностима које пружа ВИ, нити су оспособљени за њено коришћење. Да би се унапредиле ИКТ компетенције наставника неопходно је имати јасан акциони план и индикације напретка за коришћење

технологија у образовању. Факултет за образовање учитеља и васпитача Универзитета у Београду је спреман да, у сарадњи с Министарством просвете и ЗУОВ-ом, реализује обуке наставника и да континуирано прати њихов напредак.

Закључак

Последњих година суочавамо се с бројним променама у различитим друштвеним областима укључујући и образовање. Након периода пандемије у ком су наставници и ученици били приморани да користе нове технологије и платформе за онлајн учење у образовању су започете промене које су интензивирале развој дигиталних технологија. На основу релевантних светских

94 |

Како бисте оценили своје задовољство коришћењем модерне технологије засноване на вештачкој интелигенцији као што су ChatGPT, Bing или Gemini у свом наставном процесу? Оцените на скали од 1 до 5 (ова и све наредне скале ће увек бити оријентисане од негативног ка позитивном на следећи начин: 1 уопште нисам задовољан, 2- делимично нисам задовољан, 3- нисам ни задовољан ни незадовољан, 4- делимично сам задовољан, 5- потпуно сам задовољан)

3.0★
average rating



	1	2	3	4	5	TOTAL	WEIGHTED AVERAGE
★	24.74% 119	7.48% 36	27.86% 134	25.36% 122	14.55% 70	481	2.98

Истраживање спроведено на Факултету за образовање учитеља и васпитача

истраживања може се закључити да образовна технологија заснована на вештачкој интелигенцији ослобађа наставнике у одређеној мери од рутинских послова предавања и оцењивања, а да им се омогућује више времена за интеракцију са ученицима, развој критичког мишљења, вредносних ставова и креативног потенцијала. Наставник би могао да има више могућности да професионално напредује, да се бави креативним радом, истражује у настави, решава образовне проблеме, реализује програме образовно-васпитног рада и да се више друштвено ангажује у својој заједници. На овај начин наставник има више времена да планира свој рад, унесе неопходне иновације и обогати га својом креативношћу. Интеграција вештачке интелигенције и робота у образовање отвара свет могућности и предности како за ученике, тако и за наставнике. Ове технологије имају потенцијал да револуционарно промене искуство учења, чинећи га персонализованијим, привлачнијим и ефикаснијим. Платформе и роботи засновани на вештачкој интелигенцији пружају персонализоване путеве учења, прилагођавајући се индивидуалним потребама ученика и промовишући самостално учење. Они нуде практична искуства која подстичу критичко размишљање, решавање проблема и вештине сарадње. Вештачка интелигенција и роботи промовишу инклузивност у образовању обезбеђујући приступачна искуства учења за ученике с различитим потребама. Ове технологије могу се прилагодити да би подржавале различите стилове учења, индивидуализовану наставу, као и садржаје прилагођене ученицима с посебним потребама. Наравно, важно је узети у обзир ризике и опасности у

вези с употребом вештачке интелигенције и робота у образовању. Приватност, етичка употреба вештачке интелигенције, правичност, обука наставника и разматрање трошкова морају се пажљиво размотрити како би се обезбедила одговорна и ефикасна примена. Прихватањем вештачке интелигенције и робота у образовању можемо створити динамична и иновативна окружења за учење која припремају ученике за изазове будућности. Ове технологије имају моћ да подстакну радозналост, мотивишу на учење и оспособе ученике вештинама и знањем који су им потребни да напредују у свету који се брзо мења. Савремене методе наставе подразумевају смањење времена за предавања наставника који, за разлику од традиционалне наставе, не преносе готова знања ученицима, него их подстичу да самостално истражују и проналазе нове информације, те напредују у складу с властитим предзнањима и способностима. Вештачка интелигенција би могла да нам помогне да индивидуализацију и диференцијацију учинимо персонализованим за сваког ученика. У развијајућој настави ученик сам учи користећи разгранате личносно оријентисане уџбенике који би требало да замене застареле линеарне уџбенике, који се годинама користе на исти начин. Уверени смо да ће ВИ допринети томе да настава буде квалитетнија, те да ће наставници имати више времена за васпитни рад с ученицима, да ће их научити како се учи, да ће развијати логичко мишљење, функционалност знања, а посебно да ће се бавити развојем карактерних особина детета с циљем стварања што квалитетнијих личности, што је примарни интерес друштва у целини.

References/Литература

- Baker, R.S., Inventado, P.S. (2014). Educational Data Mining and Learning Analytics. In: Larusson, J., White, B. (eds) *Learning Analytics* (61-75). New York: Springer.
- D’Mello, S. & Graesser, A. (2012). Dynamics of affective states during complex learning. *Learning and Instruction*, XXII (2), 145-157. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2011.10.001>
- Mandić, D. (2023). Report on Smart Education in the Republic of Serbia. In: Zhuang, R., et al. (eds) *Smart Education in China and Central & Eastern European Countries. Lecture Notes in Educational Technology* (271-291). Singapore: Springer.
- Mandić, D., Mišević, G., Bujišić, Lj. (2024). Evaluating the quality of responses generated by ChatGPT. *Metodička teorija i praksa*, XXVII (1), 5-19. DOI:10.5937/metpra27-51446.
- Milutinović, V., Mandić, D. (2022). Predicting Teachers’ Acceptance to Use Computers at Traditional and Innovative Levels in Teaching Mathematics in Serbia. *Inovacije u nastavi*, XXXV (2), 71-88. <https://doi.org/10.5937/inovacije2202071M>
- Ristić, M., Mandić, D. (2018). Readiness of Education System for mobile learning. *LII* (3), 1044-1071. DOI: 10.5937/socpreg52-18707

Danimir P. Mandić

University of Belgrade,
Faculty of Education
Belgrade (Serbia)

A New Paradigm of Education and Potentials of Artificial Intelligence

Summary

This paper addresses the possibility of using artificial intelligence (AI) in education and establishing rules, restrictions and procedures for the safe use of AI in different fields. In the past two decades, we have been trying to improve educational technology by using multimedia, hypermedia, virtual and extended reality, as well as educational software. It has led to the raised quality of learning, increased dynamics and obviousness of the teaching process, as well as encouraged motivation of students. In the past few years, the possibilities of using AI in education have been researched, particularly in the sphere of personalized learning, more dynamic teaching, as well as complex evaluation of students’ work. The paper analyzes the benefits, challenges and risks in relation to the use of AI in education and emphasizes the importance of maintaining balance between AI and human interaction. It also analyzes the use of robots in education with the aim of encouraging creativity and critical thinking, as well as developing problem-solving skills through the development of algorithm thinking. In the past year, the application of ChatGPT has been intensified in education and that is why it is necessary to define rules and procedures in which this technology would contribute to teaching and learning.

Keywords: artificial intelligence, educational technology, digital competences



Жељко Б. Здравковић^[1]

Академија техничких струковних студија Београд,
Одсек Београдска политехника
Београд (Србија)

УДК 7:004.8(497.11)

338.46:7.05(497.11)

Стручни рад

Примљен: 30.04.2024.

Прихваћен: 02.07.2024.

doi: 10.5937/napredak5-50771

Креативна Србија и ВИ: Потенцијали обликовања креативне генеративне вештачке интелигенције у уметностима будућности кроз пример Midjourney/Discord апликације

Сажетак: Циљ рада јесте да истражи како вештачка интелигенција (ВИ) може да обликује будућност уметничког стваралаштва у Србији. Ова анализа фокусираће се на потенцијале нових алгоритамских алата креативне генеративне ВИ, тачније на апликације као што су Midjourney/Discord, као и специфичне примере и могућности уметничког израза које оне свакако отварају. Интеграција ВИ и уметности отвара нове могућности за креаторе и публику, али и истовремено поставља питања о аутентичности, оригиналности и улози уметника. Такође, овај рад ће истражити како технологија ВИ утиче на процес стварања уметничких дела, перцепцију публике и културне импликације. Кроз интердисциплинарни приступ који комбинује уметност, технологију и друштвене науке, овај рад ће пружити увид у потенцијале и изазове које доноси интеграција вештачке интелигенције у уметност, посебно у контексту креативне Србије.

Кључне речи: креативна Србија, генеративна вештачка интелигенција, уметност, будућност, Midjourney/Discord, алгоритми, процеси

Увод

Потреба за креативношћу и иновацијама у Србији представља кључни аспект који може утицати на развој и напредак друштва у разли-

читим сферама, укључујући економију, културу, образовање и технолошки сектор. Анализа овог питања захтева сагледавање актуелних стања, изазова и потенцијала које Србија има у области креативности и иновација. Прво што треба

[1] zzdravkovic@atssb.edu.rs

размотрити јесте контекстуални оквир. Србија се суочава са различитим изазовима, укључујући економске неједнакости, бирократију, још увек недовољно развијене образовне системе и „одлив мозга“, што представља озбиљну претњу за будући развој земље. У таквом окружењу, креативност и иновације постају кључни фактори који могу допринети решавању ових проблема. Креативност се може посматрати као способност генерисања нових идеја, док се иновације односе на примену тих идеја у пракси зарад стварања нових вредности. Потребно је подстицати развој креативних вештина кроз сталну креативну едукацију и културне програме.^[2] Осим тога, важно је створити темељно подстицајно окружење за иновације, које укључује подршку истраживању и развоју, олакшавање пословног окружења, као и константно јачање веза између академске заједнице, приватног сектора и државе.

Неки од кључних сектора у којима Србија може остварити значајан напредак кроз креативност и иновације јесу технолошки сектор и индустрија 4.0^[3]. Развој високотехнолошких индустрија, попут информационих технологија, биотехнологије, вештачке интелигенције и дигиталних медија, може створити нова радна места, привући стране инвестиције и унапредити конкурентност земље на међународном тржишту. Међутим, за остваривање овог потенцијала неопходно је улагање у образовање,

инфраструктуру и истраживање, као и већ споменуто стварање подстицајног окружења за иновативне стартапове (*startups*). Поред тога, креативност и иновације могу допринети и убрзаном развоју културне и креативне индустрије у Србији, посебно у областима примењених уметности, кинематографије и музичке уметности. Подстицање уметничког стваралаштва, подршка културним догађајима и фестивалима, као и промоција културног туризма, могу допринети економском развоју земље и јачању њеног међународног угледа. Кроз подстицање креативних индустрија, технолошких иновација и културног стваралаштва, Србија може остварити значајан напредак у економском, културном и друштвеном смислу, стварајући одрживу будућност за све своје грађане.

Србија има изузетно богату уметничку традицију и културно наслеђе, али постоји и потреба за новим облицима израза и иновацијама у уметности. Увођење креативне генеративне ВИ^[4] у ову област може да допринесе стварању нових, иновативних, па чак и никада до сада невиђених уметничких дела која омогућавају уметницима и дизајнерима да истражују нове видове и поља у уметности и изражавају се на потпуно нове начине. Дигитална експресија са генерисаним уметничким визуалима стреми ка новом поглављу и новој ери креативног стварања.

[2] Видети: <https://serbiacreatives.rs/> (приступљено 15. 4. 2024).

[3] Видети: <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab/> (приступљено 14. 4. 2024).

[4] ВИ – мисли се на вештачку интелигенцију.

Вештачка интелигенција у уметности

Појава вештачке интелигенције, као што је већ познато, отвара потпуно нове хоризонте у уметности. Генеративне технологије ВИ омогућавају рачунарима да стварају оригиналне слике, музику, текстове и друге форме креативног изражавања (Figoli, Mattioli, Rampino, 2022, str. 45). Уметници, дизајнери и архитекте могу користити ВИ као алат за експериментисање, инспирацију или чак као креативног дигиталног партнера.^[5] Ова технологија отвара могућности за стварање дела која прелазе границе људске имагинације и доносе нове естетске и концептуалне изразе у српској уметности. Компаративна анализа вештачке интелигенције у уметности може обухватити различите аспекте, укључујући примену ВИ у различитим гранама уметности, утицај на процес стварања уметничких дела, перцепцију публике и културне импликације. У сликарству алгоритми ВИ могу генерисати нове слике на основу стилских карактеристика познатих уметника или чак стварати потпуно нове естетике изражавања. У музици, ВИ може компоновати музику, генерисати звукове или чак имитирати гласове познатих извођача, док се у филму користи за генерисање специјалних ефеката, анимацију, постпродукцију или чак креирање сценарија на основу анализе постојећих филмских дела.

Код процеса стварања нових уметничких дела ВИ изузетно помаже у експерименту.

Дизајнери могу користити ВИ као алат за истраживање нових идеја, концептуални уметници за експериментисање с различитим техникама, а посебно може убрзати одређене фазе у процесу самог стварања уметничких дела, нарочито у сектору примењене уметности (Figoli, Mattioli, Rampino, 2022, str. 35).

Вештачка интелигенција као нови медиј свакако доноси револуцију у уметности, отварајући тако нове хоризонте за креаторе и публику, постављајући истовремено и изазове на релацији и улози уметника у културним импликацијама технолошких промена. Кључно је наставити даља истраживања, дијалоге и јавне расправе на ову тему, како бисмо, као српско друштво, разумели потенцијале, али и ограничења ове интеракције на релацији вештачка интелигенција, и како бисмо осигурали да ова технологија служи општем културном успону.

Надасве је увек интересантно размотрити потенцијал уметности генерисане вештачком интелигенцијом кроз дела вештих и креативних појединаца широм света, попут професора Џошуе Вермилиона (Joshua Vermillion)^[6] с Универзитета UNLV у Невади. Професор Вермилион само је један пример у мноштву оних који су у започели да експериментишу с генеративном ВИ. Како ове технологије настављају да се развијају и постају све софистицираније, можемо очекивати још интензивније интегрисање ВИ у свет уметности. То је неминовност у будућности већине креативних индустрија.

[5] Видети: The Intersection of Art and AI | Ai-Da Robot | TEDxOxford: <https://www.youtube.com/watch?v=XaZJG7jiRak> (приступљено 16. 4. 2024).

[6] Видети: <https://vermillion.faculty.unlv.edu/> (приступљено 17. 4. 2024).



Укрштање уметности и вештачке интелигенције – уметничке просторне инсталације професора Џошуе Вермилиона генерисане на Midjourney/Discord платформи

Извор: [artisticcloseup.com](https://www.artisticcloseup.com)

Креативна генеративна ВИ и њен потенцијал: Midjourney/Discord апликација као платформа за уметничку интеракцију

Дефинисали смо да је креативна генеративна ВИ област која се бави стварањем нових врста визуелизације, односно уметничких дела коришћењем алгоритамских процеса и компјутерског учења (Muntañola, 2022, str. 16). Међутим,

ова технологија, поред тога што може да анализира постојећа уметничка дела и генерише нове идеје, може да омогући и сарадњу између уметника и дизајнера у стварању потпуно нових интердисциплинарних уметничких дела. Примена креативне генеративне ВИ у Србији може да пружи уметницима и дизајнерима потпуно нове могућности за изражавање и унапређење креативних процеса.

Једна од тренутно најпопуларнијих онлајн апликација јесте Midjourney/Discord^[7]

[7] Видети: <https://www.quora.com/How-does-Midjourney-Discord-work> (приступљено 15. 4. 2024).

Жељко Б. Здравковић

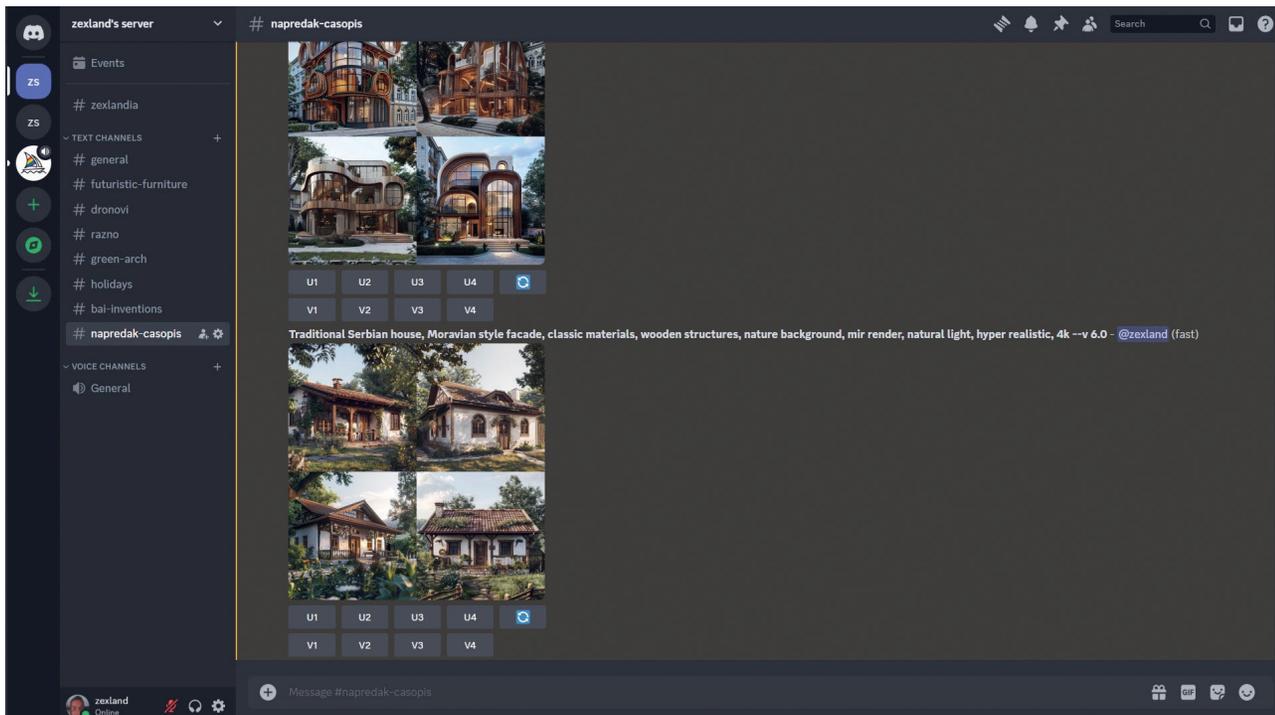
Креативна Србија и ВИ: Потенцијали обликовања креативне генеративне вештачке интелигенције у уметностима будућности кроз пример Midjourney/Discord апликације

платформа, која се користи за генерисање разних визуелних објеката. Да бисмо генерисали било коју визуелизацију, морамо најпре имати отворен Discord налог, као и претплату на сервер Midjourney. Када се придружимо овом серверу, можемо почети с генерисањем слика, за шта се користи термин „промптовање“ (*prompt*), тако што ћемо уносити одређене текстуалне команде, али с обавезним првим префиксом: `/imagine <prompt>`, где је `<prompt>` први текстуални опис слике коју желимо да генеришемо. На пример, да бисмо генерисали слику мачке која седи на плажи, откуцали бисмо следећу команду: `/imagine <prompt>`

/замислиће мачку која седи на њлажи. Такозвани Midjourney бот (Bot) затим ће нам генерисати слику на основу нашег упита и послати је назад у Discord налог.

Визуелизације генерисане на Midjourney/Discord платформи јавно су видљиве у галерији чланова, међутим, уколико имамо „про или мега“ претплату, можемо генерисати приватне слике које су видљиве само нама. Потребно је бити што прецизнији у својим упитима. Што смо конкретнији у упитима, резултати ће бити бољи. Можемо користити и више упита у једној команди. Ово нам може помоћи да генеришемо креативније и занимљивије резултате.

| 101



Уношење одређене текстуалне команде (промптовање)

Извор: Midjourney/Discord



Резултат: пример традиционалне српске куће у моравском стилу виђене очима ВИ
Извор: Midjourney/Discord

Midjourney и Discord као платформа могу временом да прерасту у место за умрежавање српских уметника, дизајнера и архитеката и да постану креативан *онлајн хаб* (*online hub*) за дискусију о уметничким темама и колаборацију на пројектима, било да су они у оквиру академске заједнице или привреде. Апсолутни беневит јесте и то што вештачка интелигенција у овом случају свакако може да помогне у проналажењу и повезивању сличних талената из различитих уметничких али и техничко-технолошких поља на основу њихових личних интересовања и професионалних циљева у будућности.

Уметности будућности

Жил Липовецки (Gilles Lipovetsky), француски филозоф, социолог и теоретичар културе, познат је по својим радовима који се баве феноменима савременог друштва, индивидуализмом, постмодернизмом и променама у културним обрасцима. С друге стране, тема потенцијала обликовања креативне генеративне вештачке интелигенције (ВИ) у уметностима будућности отвара широк спектар дискусија о томе како технологија може трансформисати уметнички процес и изражавање. Упоредивање ових тема

омогућава нам увид у начине на које се технолошки напредак и културне промене међусобно повезују. Липовецки у својој сјајној књизи *Доба њразнине* визионарски указује на будуће тенденције „дигиталних уметности“ и наводи да је „коришћење диспозитива за аутоматску обраду информација у почетку привукло само стручњаке, као што су Микаел Нол (Michael Noll) или Манфред Мор (Manfred Mohr),^[8] способне да владају не само овом техником већ и комбинаториком математичког и логичког типа“. Даље наглашава да се „дела која они стварају, инспирисана апстрактном геометријом више него интересовањем за фигурацију, играју графичким елементима, серијама и алгоритмизацијом боје“ (Lipovetsky, 2011, str. 317). У том контексту, уметност има кључну улогу као начин изражавања и артикулације индивидуалних искустава, идентитета и ширења граница традиционалних уметничких пракси у временима која долазе.

Липовецки такође анализира утицај технолошких промена на културу и друштво, укључујући дигитализацију и глобализацију. Међутим, поставља се питање како ова два аспекта могу међусобно бити у кохезији. Један од могућих праваца јесте да ВИ омогући уметницима да истраже нове димензије индивидуалности и идентитета кроз интеракцију с технологијом. На пример, ВИ може анализирати обрасце људског понашања и стварати персонализована уметничка дела која одражавају јединствене аспекте индивидуалних искустава.

Да ли су то онда синтетизовани симулакруми већ познатих уметничких дела? Такође, ВИ може послужити као алат за експериментисање с потпуно новим естетским правцима и формама изражавања, чиме се доприноси разноликости и иновацији, али и симулацији у уметничком стваралаштву, а самим тим, с новим и још увек непознатим уметностима будућности. С друге стране, постоји и потенцијални изазов у вези са коришћењем ВИ у уметности, а то је питање аутентичности и оригиналности. Како технологија ВИ постаје све напреднија у стварању уметничких дела, поставља се питање да ли та дела заиста могу бити сматрана аутентичним или оригиналним, с обзиром на то да су генерисана алгоритмима, дакле, симулирана из милијарди нама невидљивих пиксела са *world wide web*-а. Ово питање може изазивати дискусије на тему симулације уметности и улоге уметника у стварању новог алгоритамског уметничког дела.

А симулацију и симулакруме у контексту произвођења надстварног описује нам одлично Жан Бодријар (Jean Baudrillard) када говори о тродимензионалности симулакрума и каже: „Али зашто би симулакрум са три димензије био ближи стварном од дводимензионалног? Он би хтео да буде такав али његов је парадоксални ефекат, напротив, да нас чини осетљивијим за четврту димензију као скривену истину, потајну димензију сваке ствари, која одједном добија снагу очигледности“ (Baudrillard, 1979, str. 109).

[8] Видети: The Art of Generative Thinking | Manfred Mohr in Conversation with Margit Rosen. <http://www.emohr.com/> (приступљено 18. 4. 2024).



Пример истраживања форме аморфне савремене фасаде у бојама српске заставе виђене очима ВИ
Извор: Midjourney/Discord

Очигледно је да скривена креативност која се невидљиво преплиће међу билионима пиксела, који нам се репродукују за невероватно кратко време, има и своју другу скривену ис-

тину коју још увек не видимо макар законски у оквиру регулисања права и обавеза будућих „AI промпт дизајнера“^[9] током оваквог вида креативног процеса генеративне ВИ. Као и у свакој

[9] Видети: <https://www.internimagazine.com/features/che-cose-un-prompt-designer-e-come-diventarlo/> (приступљено 20. 4. 2024).

Жељко Б. Здравковић

Креативна Србија и ВИ: Потенцијали обликовања креативне генеративне вештачке интелигенције у уметностима будућности кроз пример Midjourney/Discord апликације

новој области, верујемо да ће се и ово питање регулисати у блиској будућности, како у свету тако и код нас, и да неће остати само загубљено у некаквој четвртој димензији.

Надасве, концепт четврте димензије у уметности често се повезује са идејом времена, простора и кретања. Уметници су се кроз историју трудили да изразе ове идеје кроз различите медије, попут слика, скулптура, перформанса или архитектуре. Примери уметничких дела која истражују четврту димензију укључују дела

попут *Nude Descending a Staircase (No. 2)*^[10] Марсела Дишана (Marcel Duchamp, 1887–1968) из 1912. или портрет Пабла Пикаса (Pablo Picasso, 1881–1973) под називом *Portrait of Daniel-Henry Kahnweiler*^[11] из 1910, који нам приказују покрет и кретање у више димензија кубистичког израза.

На самом крају, направили смо мали генерисани ВИ експеримент на Midjourney/Discord платформи, где смо Пикасову слику *Portrait of Daniel-Henry Kahnweiler* убацили у апликацију као инспирацију за дизајн савремене софе.



Резултат експеримента генерисаног Пикасовог дела

Извор: Midjourney/Discord^[10]

[10] Видети: <https://philamuseum.org/collection/object/51449> (приступљено 21. 4. 2024).

[11] Видети: <https://www.artic.edu/artworks/111060/daniel-henry-kahnweiler> (приступљено 22. 4. 2024).

Кроз анализе различитих трендова, технолошких иновација и стилова, уочили смо кључне карактеристике и потенцијале који носе нове уметности у будућности. Они представљају фасцинантан, динамичан и бесконачно неистражен простор креативности који се континуирано обликује под утицајем технолошких, културних и друштвених промена у којима живимо. Оне као интердисциплинарне, под утицајем ВИ као новог медија, даваће нам нова сазнања, ствараће нове уметничке вештине и нове уметнике за ХХИ век. Напокон, уметности будућности обећавају узбудљиву и инспиративну будућност која нас позива да истражујемо, сањамо и стварамо заједно.

Закључак

Анализирајући потенцијал обликовања креативне генеративне вештачке интелигенције у уметностима будућности кроз пример Midjourney/Discord апликације, стичемо увид у разноврсне могућности које ова технологија пружа, али и у изазове с којима се суочавамо у

том процесу. Као што смо и навели, уметност у Србији има дубоке корене и богато наслеђе које сеже кроз различите периоде и културне утицаје. Интеграција вештачке интелигенције у уметност може само допринети већем обогаћивању већ стеченог српског наслеђа кроз стварање нових форми изражавања, експериментисање с новим естетским приступима и интерактивним искуствима за публику. Midjourney/Discord апликација представља пример како се ВИ може користити за генерисање изузетно креативних садржаја који инспиришу, изазивају и ангажују уметнике, дизајнере, архитекте и будуће кориснике.

Закључујемо да потенцијали обликовања креативне генеративне вештачке интелигенције у уметностима будућности кроз пример Midjourney/Discord апликације пружају увид у динамичан спој технологије, локалне културе и креативности. Упркос изазовима, ова интеракција доноси могућности за иновације, промене и одрживи развој креативних индустрија у Србији, стварајући тако богату и инспиративну културну сцену за наше будуће генерације.

Жељко Б. Здравковић

Креативна Србија и ВИ: Потенцијали обликовања
креативне генеративне вештачке интелигенције
у уметностима будућности кроз пример
Midjourney/Discord апликације

References/Литература

- Baudrillard, J. (1979). *Simulacra and Simulation*. Beograd: Svetovi. [In Serbian]
- Lipovetsky, G. (2011). *L'ère du vide: Essais sur l'individualisme contemporain*. Novi Sad: Izdavačka knjižarnica Zorana Stojanovića. [In Serbian]
- Muntañola, J. (2022). *Arquitectonics Mind, Land & Society. Artificial intelligence and architectural design: an introduction*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya
- Figoli, F., Mattioli, F., Rampino L. (2022). *Artificial Intelligence in the Design Process. The Impact on Creativity and Team Collaboration*. Milano: FrancoAngeli.

| 107

Internet sources / Интернет извори

- <https://serbiacreates.rs/>
- <https://www.weforum.org/about/the-fourth-industrial-revolution-by-klaus-schwab/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=XaZJG7jiRak>
- <https://vermillion.faculty.unlv.edu/>
- <https://www.quora.com/How-does-Midjourney-Discord-work>
- <http://www.emohr.com/>
- <https://www.internimagazine.com/features/che-cose-un-prompt-designer-e-come-diventarlo/>
- <https://philamuseum.org/collection/object/51449>
- <https://www.artic.edu/artworks/111060/daniel-henry-kahnweiler>

Željko B. Zdravković

Academy of Applied Technical Studies,

Department Belgrade Polytechnics

Belgrade (Serbia)

Creative Serbia and AI: Potential of Shaping Creative Generative Artificial Intelligence in Arts of the Future through the Example of Midjourney/Discord Application

108 |

Summary

The paper aims to investigate how artificial intelligence (AI) can shape the future of artistic creativity in Serbia. This analysis will focus on the potential of new algorithmic tools of creative generative AI, more specifically on applications such as Midjourney/Discord, as well as the specific examples and possibilities of artistic expression that they certainly open up. The integration of AI and art opens up new possibilities for creators and audiences, but at the same time raises questions about authenticity, originality and the role of the artist. Moreover, this paper will explore how AI technology affects the process of creating works of art, audience perception and cultural implications. Through an interdisciplinary approach that combines art, technology and social sciences, this paper will provide insight into the potential and challenges brought by the integration of artificial intelligence into art, especially in the context of creative Serbia.

Keywords: creative Serbia, generative artificial intelligence, art, future, Midjourney/Discord, algorithms, processes



Милош З. Агатоновић^[1]

Академија васпитачко-медицинских струковних студија
Крушевац (Србија)

УДК 121:004.896

Стручни рад

Примљен: 23.04.2024.

Прихваћен: 02.07.2024.

doi: 10.5937/napredak5-50621

Да ли је могућа права аутономија робота (филозофско разматрање)

Сажетак: Циљ рада јесте да покаже да је за аутономију у поступању неопходно самолоцирање, тако да је могуће конструисати системе који поседују аутономију само ако су ти системи способни да се самолоцирају. У раду се у неколико црта представља историја идеје робота, да би се затим у главном делу појмовно разматрало питање могућности аутономије робота полазећи од проблема индексичких мисли. Рад полази од схватања Џона Перија да су индексичке мисли неопходне за поступање, да би затим представио схватање Џенан Исмаел према којем делатник представља информациони систем у којем индексичке информације, као на пример при самолокацији, повезују информациони модел са средином. У раду се указује на примере робота, као што је модел Figure 01, као системе какве описује Исмаел, који су способни да самостално обављају радње те да се самолоцирају.

Кључне речи: роботи, аутономно поступање, индексичне мисли, самолоцирање, модел робота Figure 01

Увод

Почетком 2024. године неке од највећих технолошких компанија у свету објавиле су пројекте у којима намеравају да произведу човеколике роботе који би били аутономни у правом смислу. Компанија OpenAI, позната по популарној интернет платформи ChatGPT, роботу за разговор (*chatbot*) који је заснован

на вештачкој интелигенцији (ВИ) и великим језичким моделима (*large language models* – LLM), започела је сарадњу с мањом роботичком компанијом Figure како би створиле аутономног робота у људском облику који је способан да самостално обавља разноврсне радње и задатке.^[2] Захваљујући удруживању Figure и OpenAI, роботике и ВИ, модел робота Figure 01 способан је да разговара, изводи

[1] milos.agatonovic@vaspks.edu.rs ; <https://orcid.org/0000-0001-6598-1792>

[2] Видети: <https://www.figure.ai/>

практичне закључке, обавља задатке на основу наредби које су формулисане природним језиком, опажа и препознаје предмете и на основу тога поступа.^[3] Велике технолошке компаније: Nvidia, Amazon, Microsoft, OpenAI, препознале су значај пројекта Figure, уложивши 675 милиона долара, чиме су значајно увећале његову вредност која је према тренутној процени 2,6 милијарди долара.^[4]

Идеја човеколиких робота и ВИ, која у савременом свету привлачи велика улагања и подстиче привредни развој, била је предмет разматрања мислилаца, филозофа и научника од античког доба. У овом раду ћемо у неколико црта представити историју идеје робота, да бисмо затим разматрали питање могућности аутономије робота полазећи од проблема индексичких мисли и самолоцирања. Циљ рада јесте да покаже да је за аутономију у поступању, било човека било робота, неопходно самолоцирање, тако да је могуће конструисати системе који поседују аутономију само ако су ти системи способни да се самолоцирају.

Кратка историја идеје робота

У античко доба идеја човеколиких машина је првобитно била присутна у митолошким и религијским наративима. Херон из Александрије (Heron ho Alexandreus, I век н. е.), старогрчки математичар и изумитељ, први је осмислио практичне аутомате изван митологије, због чега се сматра за оснивача кибернетике. Чувени су његови изуми аутомата који су се примењивали у позоришту и

музици. У средњем веку Ал-Џазари (Ibn ar-Razāz al-Jazarī, 1136–1206) такође је конструисао практичне аутомате, које је описао у *Књизи знања о џенијалним механичким уређајима* (*Kitab fi ta'rifat al-hiyal al-handasiya*). Од почетка модерног доба, мислиоци попут Леонарда да Винчија (Leonardo da Vinci), Ренеа Декарта (René Descartes) и Николе Тесле били су опчињени идејом чове-

коликих робота (Rosheim, 1994, str. 1). Марк Росхајм (Mark Rosheim) увео је термин „антробот“ за антропоморфне роботе (на старогрчком *antropos* – човек, *morphe* – облик) (Rosheim, 1990, str. 2162), да би тим термином одредио идеје човеколиких

Истраживања која су имала за циљ конструисање човеколике роботичке руке почела су шездесетих година 20. века, у чему су чланови Института „Михајло Пупин“, професори са Електротехничког факултета у Београду, били пионири (Томовић, 1960; Томовић & Воји, 1962; Ракић, 1964), конструисавши 1963. године прву бионичку шаку, адаптивну протезу са екстерним напајањем, познату као „Београдска шака“.

[3] Видети: „Figure Status Update – OpenAI Speech-to-Speech Reasoning“, доступно на https://youtu.be/Sq1QZB5baNw?si=g_nhbZSNRWMINpV (приступљено 11. 4. 2024).

[4] Видети: <https://www.cnbc.com/2024/02/29/robot-startup-figure-valued-at-2point6-billion-by-bezos-amazon-nvidia.html> (приступљено 11. 4. 2024).

Милош З. Агатоновић

Да ли је могућа права аутономија робота
(филозофско разматрање)

робота поменутих мислилаца (Rosheim, 1994, str. 1). Сам Росхајм је конструисао роботичку руку која је способна, у смислу покретљивости, да обавља сваки задатак који може да обавља и права људска рука (Rosheim, 1990, str. 2162). Росхајмова „омнидирекциона рука (*omnidirectional arm*)“ у погледу кинематике и структуре еквивалентна је људској руци, па је у том смислу „антроботичка“ (Rosheim, 1990, str. 2162).

Данас модели роботичке руке могу да обављају различите покрете и захвате у различитим положајима с великом прецизношћу и вештином. Штавише, поред тога што је модел робота Figure 01 способан да употребом својих руку разврста и постави посуђе у корпу, покупи насумично разбацане отпатке и стави их у канту за отпатке, ухвати и преда јабуку, као што можемо видети на промотивном снимку компаније,^[5]



„Београдска шака“ коју су 1963. године конструисали истраживачи са Института „Михајло Пупин“, део збирке Музеја науке и технике у Београду.

Фото: Музеј науке и технике

[5] Видети: „Figure Status Update – OpenAI Speech-to-Speech Reasoning“, доступно на https://youtu.be/Sq1QZB5baNw?si=g_nhbZSNRWMINVpV (приступљено 11. 4. 2024).

он може да *препозна* објекте, посуђе, корпу за посуђе, отпатке, канту за отпатке, јабуку, да *изводи закључке* о овим објектима, да се према њима *пракћично односи* на адекватан начин, да *одреди локацију* предмета у односу на себе и своју локацију у односу на предмете, да *извршава оквирне наредбе*, да *разговара* и *разуме* намеру саговорника и да *процењује* своје поступке. Овакав робот поседује наведене способности не само захваљујући конструкцији роботичких шака и сензора већ првенствено моделима неуронских мрежа који су обучавани на довољно великом броју података да могу самостално решавати проблеме. Удруживањем роботике и технологије машинског учења и неуралних мрежа на којима почива вештачка интелигенција остварује се идеја којој су мислиоци тежили још од антике, да машине могу бити аутономне у свом поступању као човек, да могу самостално решавати проблеме, доносити одлуке и извршавати практичне задатке.

Од индексичких мисли до аутономије

Према једном утицајном схватању у савременој филозофији, способност појединца да своје разумевање света преведе у поступање зависи од „индексичких мисли (*indexical thoughts*)“, то јест мисли у којима се указује, показује или упућује на нешто или некога. Један од представника таквог схватања јесте Џон Пери (John Perry), амерички филозоф који тврди да су индексички изрази, као што су лична заменица „ја“ и показне заменице („ово“, „оно“, „овде“, „онде“), у индексичким

мислима неопходни и незаменљиви. Ако бисмо индексичке изразе у индексичким мислима заменили дескриптивним терминима, имали бисмо неадекватно објашњење понашања.

Пери пружа сликовите примере у којима се указује на суштинску разлику између описа садржаја веровања и самих веровања у којима се индексички изрази не могу изоставити. Према мисаоном експерименту „немарни купац (*messy shopper*)“ (Perry, 1979), пошто је купац Џон Пери приметио да је шећер присут на поду радње, веровао је да је нека немарна муштерија направила неред. Међутим, пошто је увидео да је паковање шећера у његовој корпи пробушено, закључио је да је он одговоран за неред. Веровање да неко просипа шећер и веровање да Џон Пери просипа шећер суштински се разликују од његовог веровања које изражава реченицом: „Ја просипам шећер.“ Пошто је увидео да он просипа шећер у радњи, чиме је променио своје веровање, Пери је такође променио и своје понашање преставши да просипа шећер. Промена веровања у веровање изражено исказом: „Ја просипам шећер“, објашњава промену понашања. Без овог индексичког веровања, које делатнику указује на његово место, његову улогу и његов однос према описаној ситуацији, не би било промене понашања. Компонента која се изражава индексичким изразом у индексичком веровању не може се изоставити будући да помоћу ње делатник одређује своје место, своју улогу и свој однос према ситуацији, мотивишући његово поступање.

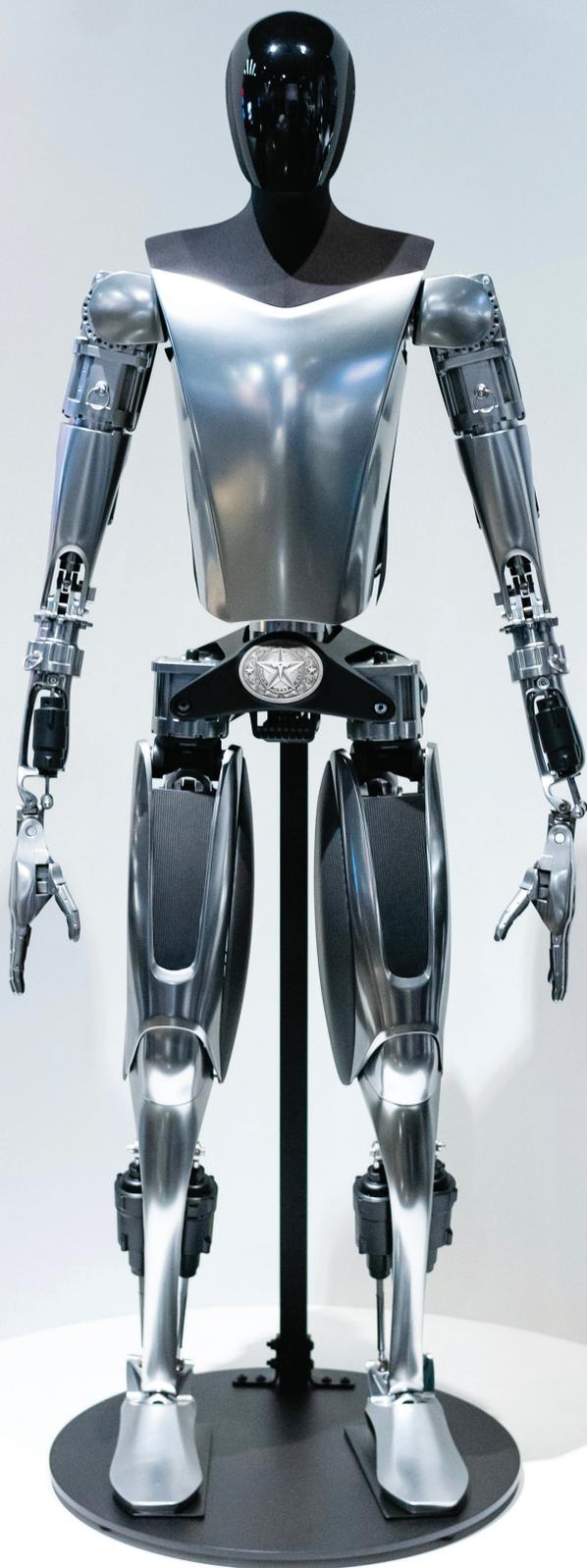
Полазећи од Перијевог схватања да способност делатника да преведе своје разумевање света у поступке зависи од индексичких мисли,

Џенан Исмаел разматра проблеме који су у вези с прикладним одговором и односом према околностима приликом управљања системом, околностима које су одређене разним контекстуално зависним контингентним чињеницама, при чему су решења ових проблема у вези с одговарајућим контекстом (Ismael, 2007, str. 18). Исмаел покушава да интегрише сопство (*the self*) у природни поредак, са циљем да објасни рачунарски модел сопства као компоненту утеловљеног (*embodied*) система који је конструисан да би решио пре свега практичне проблеме (Ismael, 2007, str. 18). Она истиче да улога или функција структуре која у глави представља свет није да пружа одраз природе већ да успостави везу између елемената унутрашње структуре и спољашњег простора како би усмеравала кретање тела у правом смеру (Ismael, 2007, str. 18). Да би делатник био способан да разуме своју средину, довољно је да му се пружи извор информација чија стања имплицитно имају „индексички просторни садржај (*indexical spatial content*)“ (Ismael, 2007, str. 18). Садржај стања динамички се мења с локацијом делатника, омогућавајући да понашање буде усклађено с тренутном позицијом. Делатник прима само информације које су непосредно релевантне за његове поступке.

Исмаел уводи дистинкцију између семантичких (*semantic*) и архитектонских (*architectural*) релација: семантичке релације односе се на везе између елемената у оквиру „представљачког медијума (*representational medium*)“, док архитектонске релације повезују елементе унутар „представљачког медијума“ с њиховим предметом или с елементима других медија који нису део исте семантичке мреже (Ismael, 2007, str. 33).

У оквиру овакве концепције, централни појмови су представљачки медији и координација, при чему представљачки медији обављају функцију информационих канала, а координација медијума у односу на његов предмет укључује успостављање и одржавање каузалних и контекстуалних релација које омогућавају да његова стања одговарају информацијама у различитим контекстима у којима се користе (Ismael, 2007, str. 6). Човекова свест је такав медијум, са улогом да ствара моделе сопства и ситуације, повезујући их самолоцирајућим поступцима. Ови модели могу бити сачињени од различитих елемената, док самолокација успоставља архитектонске релације између компоненти модела и света (Ismael, 2007, str. 34).

Пол Телер (Paul Teller) покушава да објасни идеје Џенан Исмаел на конкретним примерима вештачких система који могу аутономно поступати, при чему је овакав систем интегрисан у „природни поредак“ (Teller, 2011, str. 768). Телер описује пример „представљачког медијума“ у којем се обавља функција аналогна индексичким изразима и индексичким веровањима. Наиме, Телер описује групу робота који аутономно обављају радње пратећи инструкције које се ослањају само на представе трећег лица (Teller, 2011, str. 767). Телерови роботи су опремљени следећим уређајима: идентификационим регистром (*identification register*) који пружа роботима релевантне информације; модулима делиберације (*deliberation modules*) који процењују да ли треба обавити прописани задатак; и модулима перцепције (*perception modules*) који омогућавају препознавање и извештавање о одређеном догађају. Ови уређаји омогућавају да Телерови



Хуманоидни робот Оптимус, кога је произвела америчка мултинационална компанија Тесла, чији је прототип први пут представљен 2022. године. У мају 2024. године компанија Тесла презентовала је видео у којем робот обавља низ различитих задатака у њиховој фабрици.
Фото: Shutterstock

роботи успоставе семантичке релације, које обухватају информације које робот прикупља и интерпретира помоћу наведених уређаја и архитектонске релације које обухватају релације робота и његових уређаја с околином. Слично Перијевом сценарију „немарног купца“, у ситуацији у којој робот с пробушеним паковањем просипа шећер, догађај је записан на информационом регистру у трећем лицу, уз тачну идентификацију робота који просипа шећер. Запис овог догађаја на регистру узрокује покретање подмодула модула поступања (*action module*), „модула крпљења паковања шећера (*sugar bag patching module*)“, код оног робота код кога се просипа шећер (Teller, 2011, str. 767). На основу тога Телер закључује да сваки робот прикладно поступа на основу извештаја у трећем лицу да робот са извесном идентификацијом просипа шећер, тако да прави робот обави задатак крпљења паковања шећера, а да притом не користи ниједну индексичну информацију (Teller, 2011, str. 767). Међутим, Телер пренагљено изводи закључак да роботи не користе индексичне информације, будући да је читава поставка осмишљена тако да омогућава да роботи интерпретирају извештаје у трећем лицу са информационог регистра тако да се самолоцирају.

Телерови роботи су аутономни будући да самостално обављају радње. Међутим, да нема поставке која омогућава њихово самолоцирање, поступање не би било могуће. Модел робота Figure 01 је аутономан и без екстерне поставке у виду мреже регистара и модула, пре свега зах-

ваљујући великим језичким моделима који омогућавају не само разумевање језика, било говора, било језичког препознавања објеката, већ и активацију радње на основу језичких компоненти које у одговарајућем контексту представљају „окидач“ за радњу. „Окидач“ могу да буду наредбе, нормативни искази, питања, али и индексички искази. Figure 01 узима јабуку са стола испред њега и даје свом саговорнику пошто му је овај затражио нешто за јело.^[6] У свим радњама и образложењима радњи Figure 01 односи се према предметима, радњама и саговорнику, одређујући свој однос помоћу индексичких израза, експлицитно или имплицитно. Штавише, Figure 01 процењује своје радње исказом који почиње личношћу заменицом „ја“ (на енглеском „I“), образлажући због чега је успешно обавио задатке. То свакако не имплицира да робот има свест, али указује на чињеницу да се самолоцира приликом поступања. Без самолоцирања поступање не би било могуће: да Figure 01 не зна да је он поред јабуке и саговорника који му је затражио нешто за јело, он не би додао јабуку свом саговорнику.

Закључак

То што је самолоцирање неопходно за аутономно поступање робота указује на важност проблема симултане локализације и мапирања (*simultaneous localization and mapping* – SLAM) у роботизици. Овај проблем поставља питање да ли

[6] Видети: https://youtu.be/Sq1QZB5baNw?si=g_nhbZSNRWMINVpV (приступљено 11. 4. 2024).

је могуће да покретни робот на непознатој локацији у непознатој средини направи мапу ове средине истражујући је, истовремено одређујући своју локацију. Овакав начин кретања робота и возила разликује се од кретања које се управља помоћу спољашње навигације, на пример помоћу Глобалног позиционог система (*Global Positioning System – GPS*). SLAM чини да роботи и возила могу аутономно да се крећу у непознатој средини у којој спољашња навигација није могућа (Durrant-Whyte & Bailey, 2006).

Иако тема о аутономији робота и данас звучи као фантастика, аутономни роботи су постали реалност. Притом, као што се у овом раду намеравао показати, аутономија код робота није несувисла идеја, већ замисао коју је могуће детаљно разрадити и остварити конструисањем информационих система који могу аутономно поступати, као једноставни примери Телерових робота или софистицирани модел Figure 01 који смо овде разматрали. У будућности може се очекивати да аутономни роботи постану део свакодневице, па и да преузму већину људских послова. Економиста Гај Стендинг (Guy

Standing) тврди да ће предстојећа технолошка револуција, која доноси примену робота и ВИ, пореметити савремени живот и учинити га несигурним, тако да је потребно увести систем дистрибуције богатства у виду универзалног основног дохотка који би свакоме омогућио право на део економске користи коју доносе аутоматизација и ВИ (Standing, 2020, str. 31–32). Филозоф Ник Бостром (Nick Bostrom, 2024) говори о пострадачким утопијама (*post-work utopias*) као визијама друштва која су постигла потпуну аутоматизацију захваљујући којој је елиминисана потреба за радом. Према Бострому, са гледишта технолошке зрелости, пострадачка утопија представља реалистичну визију, док би са истог гледишта било нереалистично претпоставити да је људски рад потребан. Свакако, бројније су злослутне визије будућности у вези с применом аутономних робота, које су општепознате и које је сувишно помињати. У сваком случају, може се очекивати да ће роботи и ВИ променити свако друштво у свету, због чега је потребно озбиљно промишљати њихову примену и организацију друштва око њихове примене.

References / Литература

- Bostrom, N. (2024). *Deep Utopia: Life and Meaning in a Solved World*. Washington, DC: IdeaPress Publishing.
- Durrant-Whyte, H., Bailey, T. (2006). Simultaneous Localization and Mapping: Part I. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, XIII (2), 99-110. doi: 10.1109/MRA.2006.1638022
- Ibn ar-Razāz al-Jazarī. (1974). *The Book of Knowledge of Ingenious Mechanical Devices: (Kitab fi ma 'rifat al-hiyal al-handasiya)* (D. R. Hill, Trans.). Dordrecht/Boston: D. Reidel.
- Ismael, J. T. (2007). *The Situated Self*. Oxford: Oxford University Press.
- Perry, J. (1979). The Problem of the Essential Indexical. *Noûs*, XIII (1), 3-21. Available at: [https://www.uvm.edu/~lderosse/courses/lang/Perry\(1979\).pdf](https://www.uvm.edu/~lderosse/courses/lang/Perry(1979).pdf)
- Rakić, M. (1964). An Automatic Hand Prosthesis. *Medical Electronics and Biological Engineering*, II, 47-55. doi: 10.1007/BF02474360
- Rosheim, M. E. (1990). Design of an omnidirectional arm. *Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation*, III, 2162-2167. doi: 10.1109/ROBOT.1990.126324.
- Rosheim, M. E. (1994). *Robot Evolution: The Development of Anthrobotics*. New York: John Wiley and Sons.
- Standing, G. (2020). *Battling Eight Giants: Basic Income Now*. London & New York: I. B. Tauris.
- Teller, P. (2011). Robots, Action, and the „Essential Indexical“. *Phenomenological Research*, LXXXII (3), 763-771.
- Tomović, R. (1960). Human Hand as a Feedback System. *First IFAC Congress Moscow*, I (1), 624-628. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474667017701425?_cf_chl_tk=t9bi6xCM.BKCUKHeaDRyYVHnHPAMleajZ-VbNsDDNp9w-1721823180-0.0.1.1-3967
- Tomović, R., Boni, G. (1962). An adaptive artificial hand. *IRE Transactions on Automatic Control*, VII (3), 3-10. doi: 10.1109/TAC.1962.1105456

Internet sources / Интернет извори

- <https://www.cnn.com/2024/02/29/robot-startup-figure-valued-at-2point6-billion-by-bezos-amazon-nvidia.html>
- <https://www.figure.ai/>
- https://youtu.be/Sq1QZB5baNw?si=g_nhbZSNRWMINVpV

Miloš Z. Agatonović

Academy of Applied Preschool Teaching and Health Studies
Kruševac (Serbia)

Is True Robot Autonomy Possible? (A Philosophical Consideration)

Summary

118 | The paper aims to demonstrate that autonomy in action requires self-location so that it is possible to construct autonomous systems only if they are capable of self-localization. The paper briefly presents the history of the idea of humanoid robots, and then in the main part it conceptually discusses the question of the possibility of robot autonomy starting from the problem of indexicals. The paper starts from John Perry's thesis that indexicals are necessary for action, and subsequently, presents Jenann Ismael's concept of an agent representing an information system in which indexical information, for example in self-location, connects an information model with the environment. The paper points to examples of robots, such as the Figure 01 model, as systems described by Ismael, which are capable of autonomously performing actions as well as of self-locating.

Keywords: robots, autonomous action, indexicals, self-location, Figure 01 robot model



Слободан Ђ. Продић^[1]

Факултет за европске правно-политичке студије
Београд (Србија)

УДК 159.942.5:2

004.896

Прегледни научни рад

Примљен: 12.06.2024.

Прихваћен: 09.07.2024.

doi: 10.5937/napredak5-51599

Страх од вештачке интелигенције инициран верским осећањима

Сажетак: Вештачка интелигенција представља својеврстан феномен који у значајној мери утиче на савремено друштво. Као нешто што је релативно млада појава, вештачка интелигенција унутар заједница које пролазе кроз процес десекуларизације, она неминовно доводи до питања како је и на који начин прихватају верујуће особе. Мишљења верника о вештачкој интелигенцији су подељена. Код одређеног броја њих она изазива страх и крајње негативна осећања. Најчешћи разлог за то је недовољна упућеност у то шта је вештачка интелигенција и какво је њено место у савременом друштву. Када говоримо о верским заједницама, огромна одговорност у односу према вештачкој интелигенцији заправо је на свештенству и његовој спремности да о њој разговарају с људима који су им поверени на духовно руковођење.

Кључне речи: вештачка интелигенција, религија, страх

1. Уводне напомене

Вештачка интелигенција (у наставку рада: ВИ) несумњиво је област о којој се, с пуним разлогом, данас често говори. Разлог за то јесте околност да ВИ сваког дана постаје све присутнија у најразличитијим областима живота и да је, као таква, нешто што привлачи пажњу безмало целокупног друштва. ВИ је реалност и као таква остаће део

друштва. Оно у чему је ВИ увелико пронашла своју позицију превасходно су области различитих видова индустрије, здравства...

С друге стране, ВИ приметно проналази своје место и у другим сегментима који су, назовимо их тако, ближи обичном човеку. Ова чињеница у значајној мери допринела је томе да се управо унутар најширег слоја друштва, то јест особа које заправо нису уско специјализоване,

[1] porodicaprodic@gmail.com ; <https://orcid.org/0009-0007-2297-7460>

па самим тим и нису у довољној мери упознате о томе шта је ВИ и које су области у којима се она примењује, појави осећај страха који је карактеристичан за суочавање с непознатим (Luknar, 2023, str. 151–152). У овом сажетом раду намера нам је да се усредсредимо на само један од видова страха које примећујемо код особа које се по први пут сусрећу са ВИ или су пак само слушале или читале о њој, а то је страх инициран верским осећањима. У друштву попут нашег, то јест у друштву које је, статистички посматрано, веома религиозно и у коме, према подацима од пре неколико година, 72% људи себе декларише као верујуће особе, постоји потреба да се обрати пажња на детаљ као што је страх од ВИ потакнут верским осећањима, те да се предузму одређени кораци како би тај страх био контролисан и појединца не би доводио у стање nelaгоде.^[2]

2. Феномен страха у хришћанству

Значајан део историчара религије заступа становиште по коме је религија, у различитим формама и системима, нераскидиво повезана с човеком још од најстаријих времена. За верујућег човека она постоји још од момента његовог стварања од стране Бога, док за оне који нису верујуће особе, религија јесте човеков одговор на појаве које није био у стању да контролише, а за које је поверовао да долазе од неке више силе (Prodić, 2024, str. 7). Не упуштајући се дубље у решавање питања који је од ова два приступа

религији и њеном постојању у људском друштву старији и, да тако кажемо, научно утемељенији, оно шта се издваја као елеменат присутан у оба поменута става управо је постојање страха од онога шта човек сматра натприродним. Овај страх можда је најбоље дефинисан управо у хришћанству, то јест у терминологији Православне цркве где срећемо веома интересантан термин, а то је богобојажљивост.

Верујући човек прихвата догмат о томе да је целокупан свет, па самим тим и човек, заправо творевина Бога. Као таква, од Творца је добила јасан и недвосмислен задатак: „Рађајте се и множите се, и напуните земљу, и владајте њом, и будите господари од риба морских и од птица небеских, и од свега звериња што се миче по земљи“ (Постање, 1, 28). Једноставније речено, Бог као творац свега, према хришћанској вери, човека је поставио на позицију одговорног господара целокупне творевине. Такође, а то је нешто што савремени човек неретко „заборавља“, Творац је човеку ставио у удел и то да буде господар над самим собом, то јест над својим помислима, речима и поступцима. Мање или више свакоме је познато библијско казивање о грехопаду и његовим последицама. Овај акт прародитеља представљао је суштински битан однос човека према Богу и однос Бога према човеку. Човек, односно Адам и Ева прекршили су заповест Творца и због тога су изгубили непосредни однос с Њим који су имали пре пада у грех. С друге стране, Бог као Творац човека, њега (човека) не оставља без могућности да поново васпостави

[2] <http://www.o21.rs/story/Info/Srbija/105636/Koliko-ljudi-u-Srbiji-je-religiozno> (приступљено 12. 5. 2024).

однос какав је постојао пре грехопада јер, како ће се то пројавити обећаним доласком Спаситеља света, Господа Исуса Христа, Његовим васкрсењем, устројењем евхаристије и цркве, свакоме од нас као потомцима прародитеља, пружена је могућност да реализује заједницу с Богом у Царству небеском.

Ово су, у најкраћем, аксиоми хришћанске сотериологије и есхатолошке димензије православне вере. Оно што је на одређени, веома конкретан начин, свеприсутно као сегмент процеса спасења, између осталог, јесте и нужност постојања страха у човеку. Овај страх пројављује се на више начина, а у вези с темом о којој говоримо реч је о страху усредсређеном на то да човек, као појединац који се труди да задобије спасење и поново буде у заједници с Творцем, од Творца не буде препознат као Његов у суштински битном тренутку. Тренутак на који мислимо јесте време када човекова душа, након разлучења од тела, долази пред Господа у нади да Он, као Судија, ту личност препозна или не препозна „као свог“, као некога ко је вером у Бога уложио труд да овоземаљски живот проведе у чињењу свега онога шта се од верујућег човека очекује у процесу спасења.^[3] Управо у поменутом процесу спасења, који иначе траје током целокупног човековог живота, страх од тога да се не буде с Богом представља срж онога шта одређујемо термином богобојажљивост. Управо у наведеном страху, између осталог, своје утемељење има човекова потреба за трудом (ортопраксијом) који подразумева испуњење различитих заповести

Божијих како из времена Старог, а поготово из времена Новог завета Бога са човеком.

3. Хришћански морал као стабилизатор пред изазовима и искушењима

Свако од нас се небројено пута до сада срео с термином морал. У основи овај израз, из перцепције хришћанске вере, подразумева скуп прописа који веома конкретно постоје као одређена врста стабилизатора који има задатак да човека одржава унутар, сликовито речено, граница простора у којима се он може остварити као Богом створено биће, као круна Божије творевине. Морал је неопходност у односу човека према Богу, према ближњем (другим људима) и у односу према самом себи. Са овако значајним одредницама, наравно, уколико морал посматрамо из перцепције верујућег хришћанина, постаје јасно што постоји конкретна веза између етичких/моралних норми и раније поменуте богобојажљивости. Сведочанство тога данас јесте још увек доминантна хришћанска утемељеност европске цивилизације, базирана управо на библијским вредностима. Упркос све израженијем атаку на поменуте вредности, европско друштво још има осећај самоодговорности али и промишљеност у изазовима које са собом доносе одређене ситуације или, речено речником богословља, искушења. Илустрације ради нагласимо следеће: друштво на поменутом простору у мањој или

[3] Дobar пример било би новозаветно казивање о лудим и мудрим девојкама (Мт. 25, 1–13).

већој мери још увек реагује на чињење неправде према другом/другима пре свега у свакодневним ситуацијама. Емпатија која се примећује свој фундамент у великој мери има у хришћанству, то јест у свесности појединца о постојању недвосмислене заповести о хришћанским врлинама, чија реализација у свакодневном животу представља својеврстан бедем пред искушењем себичности или било ком другом облику склирокардије. Наиме, „окамењеност срца“, што би био буквалан превод поменутог грчког термина, заиста представља илустративан пример за стање у коме се данас налази значајан део популације и који, нажалост, као да постаје доминантан у многим деловима нашег континента.

С друге стране, намеће се питање каква је повезаност хришћанског морала и једне новине каква је ВИ. Пре свега потребно је запитати се да ли је ВИ један од изазова или, боље речено, једно од небројених искушења с којима се суочава појединац али и друштво у коме он обитава. Посматрано из угла православног богословља ВИ заиста јесте и изазов и искушење. Уколико је посматрамо као изазов, тада она постаје нешто што се може подвести под једну у низу појава које човека (подједнако и мушкарца и жену), речено предивном српском речју, примамљују к себи. ВИ је свакако „лепа на око“ и „милија ју је гледати“ (Постање 3, 6). Као таква, она лако може прерастати у оно што подразумевамо под појмом искушење. Наиме, небројено је ствари и појава што их је човек из само њему познатих разлога употребио и употребљава на начин који није добар, на начин који је подједнако усмерен на то да нанесе штету другима али и њему самом. Једноставније речено, небројено је ствари што их је човек злоупотребио.

Сама реч злоупотреба настаје из два по човека значајна термина – зло и употреба.

Употреба подразумева коришћење, подразумева остварење помисли и идеје која се појавила код неког појединца или више њих и која потом прераста у делање, постаје опипљива и која, као таква, резултира одређеном манифестацијом.

С друге стране, термин зло је од суштинске важности не само када говоримо о ВИ него и о другим достигнућима што их је човек, управо захваљујући разуму подареним од Творца, у току своје историје реализовао најчешће с разлогом да му буду на корист, да му буду на добро, да му олакшају егзистенцију на Земљи. Ипак, под константним присуством искушења, многобројна достигнућа проистекла из умног делања човека и његове вештине, прерасла су у нешто деструктивно, разарајуће и, поврх свега, душепогубно. Да ли би до тога дошло да је појединац (или више њих) био омеђен хришћанским моралом? Управо ово питање и јесте од суштинске важности за тему о којој говоримо.

5. Оправданост и неоправданост осећаја страха од вештачке интелигенције

Мала је вероватноћа да ће неко у коме нема осећаја богобојажљивости уопште размишљати о ВИ и страху од исте. Штавише, уколико обратимо пажњу на стереотип којим највећи број нас доживљава стручњаке из домена информатичких и електронских технологија, а то је да су то особе које су хладне и готово

бездушне и које у својим главама размишљају искључиво о бројевима или формулама с тек мало или неретко без емпатије, није тешко разумети због чега имамо одређену врсту страха од њих. Ово што смо навели о људима од науке свакако је предрасуда која је значајним делом настала захваљујући, на пример, филмској индустрији. Наиме, небројено је филмских остварења у којима су сцене где у лабораторијама истраживања обављају особе у белим мантилима усредсређене само на пројекте и реализацију понекад чудних и деструктивних идеја. С друге стране, ако оставимо по страни фикцију која је тако карактеристична за филмску уметност, потребно је узети у обзир фактор прошлости, то јест човеково сећање на догађаје који су се збили и који су у пракси показали да је крхка и лако преступљива граница између хумане и нехумане употребе одређеног научног открића. Управо код значајног броја верујућих људи ова искуства, кроз која је прошло човечанство, остављају не само „горак укус у устима“ него, штавише, изазивају страх који је у основи страх од злоупотребе ВИ.

Заједнице верујућих људи па самим тим и Црква, у смислу какав она има у православној теолошкој мисли, неретко се посматрају, најблаже речено, као конзервативне и „назадне“, то јест као заједнице које коче прогрес. Као и у много чему другоме, тако и у оваквој претпоставци постоји део истине. Наиме, поготово у друштвима која пролазе кроз процес десекуларизације (међу којима је и друштво у Србији),

ми препознајемо својеврсне знакове елитистичке херметизације и постојање својеврсне културе затвореног друштва. С друге стране, не треба сметнути с ума да управо појединци, пре свих они који су високо позиционирани у јерархијској структури верских заједница, они који су, да тако кажемо испред свог времена, не само да приметно подржавају техничко-технолошки напредак цивилизације него га и сами оснажују својим радом (илустративан пример јесте свештеник Павле Флоренски). Наравно да су поменуте особе процентуално у мањини, али ипак их треба поменути не само да би се показала њихова приметност у домену науке, него, штавише, како би се указало на то да религија и религиозност не представљају препреку за бављење неким другим областима попут уметности,^[4] науке и слично.

Оно што је потребно нагласити увезистемом о којој говоримо јесте околност да сумноге верске заједнице, из њима знаних разлога, себе реално оградиле у некакав свој ареал у коме се добро осећају. Резултат тога, између осталог, јесте и то да те и такве заједнице заиста тешко, а неретко и са отвореном одбојношћу, не прихватају оно што водећи људи заједнице препознато као нешто што је „лоше“. Својевремено је, на пример, унутар одређених протестантских заједница њиховим следбеницима било забрањено да прате телевизијски програм (Ђурђевић, 2004, стр. 125). С друге стране, појавом и ширењем рачунарске индустрије и препознавањем могућности за зараду, у појединим протестантским заједницама

[4] Искористимо прилику да поменемо епископа др Иринеја (Ђирића) кога је пре неколико година СПЦ канонизовао и прогласио за светог и који се успешно бавио сликарством.

некадашње СФРЈ окрећу се хардверском сегменту рачунарске индустрије јер, како су сматрали, он има другачији смисао „гледања у екран“. Као резултат промена, конкретно у адвентистичким заједницама, долази до мењања става у односу према телевизијском и радио програму.^[5] Истовремено, овакав однос, али у сасвим супротном смеру када говоримо о односу према телевизији, електронским медијима па и према ВИ, данас је уочљив у једном делу православних хришћана. Наиме, поготово од краја 90-их година прошлог века, ако се усредсредимо на простор некадашње СФРЈ и држава које су проистекле из њеног распада, унутар корпуса православних хришћана долази до појаве и јачања покрета тзв. зилота. Реч је о особама које су заговорници, назовимо је тако, „тврђе“ струје у практиковању вере. Уколико оставимо по страни њихов однос пре свега према вишој јерархији и одређеном делу свештенства СПЦ, унутар ових парасинагога (Јевтић, 2020) у пуном смислу речи, долази до приметне промене односа према, на пример, савременим технологијама.^[6] Осим фамозног „гледања телевизије“, то јест негативног става према садржају телевизијског програма (конкретно појединци не прихватају да у својим домовима имају телевизијски пријемник), ове особе имају јасно пројављен негативан, а могло би се рећи и непријатељски став према одређеним медицинским елементима савремене цивилизације (првенствено према вакцинацији деце). Такав став имају и према ВИ

јер сматрају да је реч о елементима који настају и постоје са разлогом а то је да промене/угрозе човечанство. Оно што је интересантно када говоримо о зилотима јесте да безмало свака особа која је део оваквих заједница „постоји“ по друштвеним мрежама и да активно користи мобилне телефоне помоћу којих употребљава интернет. Ово је, само по себи, прилично снажна контрадикторност и свакако представља посебну тему за истраживање.

Уколико се вратимо на питање страха религиозних особа од ВИ, примећујемо да је страх од ње истовремено и оправдан и неоправдан. Оправданост или неоправданост страха верујућих особа од ВИ у основи је заснована на проблему злоупотребе, конкретно злоупотребе ВИ у оним сферама у којима би она могла бити или пак јесте усмерена против човека. Реална оправданост овог страха проистиче из искуства кроз које је пролазило и пролази човечанство. На пример, развој истраживања атомске енергије чини се да је одвећ лако био преусмерен према њеној деструктивној, разарајућој примени, то јест уништењу човека/човечанства. За верујућу особу само постојање ВИ и њена све шира примена у свакодневици изазива nelaгоду најпре у вези с тим ко ће и на који начин њу увести у друштво или, једноставније речено, ко је тај ко ће „контролисати контролоре“. ВИ, како се представља најширем аудиторијуму, тежи ка томе да постане човекова творевина која ће, из перспективе верујуће особе, контролисати или егзистирати скупа с човеком

[5] https://www.adventisti.net/o_nama/verovanja/zivot/hriscansko-ponasanje/ (приступљено 28. 5. 2024).

[6] <http://www.eparhija-prizren.com/sr/vesti/episkop-atanasije-artemijeva-sekta-parasinagogaparacrkva/> (приступљено 13. 5. 2024).

Слободан Ђ. Продић

Страх од вештачке интелигенције инициран
верским осећањима

као Божијом творевином. Значајан проценат верујућих особа, на питање о ВИ и њеној широј примени у свакодневици, поставља себи и другима питање да ли су контролори ВИ особе које се у животу и својој професионалној делатности руководе моралним нормама религије. На пример, да ли је њима, особама које обликују ВИ, а припадају јудаизму или хришћанству, шеста Божија заповест „не убиј“ нешто чега се они придржавају у свом животу (Јanković, 2010, str. 81–82). Да ли је њима, ако су следбеници ислама, иста ова заповест, такође нешто чега се

они искрено придржавају (Halilović, 2016, str. 7). Верујуће особе такође забрињава, па самим тим и код њих изазива осећај страха, питање о томе како ће и у којој мери ВИ утицати на многа друга етичка питања која утичу како на друштвена кретања, тако и на сваког од нас понаособ. Неоспорно је да ВИ има огроман потенцијал у суштински важним елементима живота, на пример у медицини. Штавише, могућност превида неког проблема у радиологији код ВИ приметно је мања неголи код специјалисте ове области који, на пример, данас обави мноштво прегледа и услед исцрпљености



Фото: Shutterstock

или неке друге људске слабости погрешу у читавању неког снимка магнетне резонанце или слично. Управо у овом сегменту може се говорити о неоправданости страха од ВИ пре свега имајући у виду да лекар ВИ користи као својеврстан алат, али да коначну одлуку о томе да ли је, када већ говоримо о радиологији, прегледом нешто дијагностиковано или је резултат прегледа негативан доноси управо радиолог. Практично посматрано, у примеру који смо навели, ВИ може да се употреби зарад обављања већег броја прегледа али на начин да, уколико се на неком снимку примети одређена аномалија, лекар треба да буде тај који ће описати примећену промену.

Оно што такође забрињава верујуће особе, а у вези с применом ВИ у свакодневици живота, јесу епизоде попут оне која се збила у Цркви Светог Павла у немачком граду Фирту 2023. године. Наиме, проповед у овом, тада препуном храму, у склопу протестантског богослужења, произнео је један од четири аватара (два младића и две девојке). Речи проповеди проистекле из аватара генерисаног вештачком интелигенцијом дотицале су се питања остављања прошлости иза себе, фокусирања на изазове садашњости, превазилажења страха од смрти и негубљења поверења у Исуса Христа.^[7] Питање које се намеће је свакако у вези с циљем једног оваквог експеримента, то јест шта се њиме хтело постићи. Остављајући по страни краткотрајни елемент феномена и фасцинације, употреба ВИ у религији, без обзира на то о којој религији је реч, носи у себи одређену дозу дрскости

која се, између осталог, огледа у покушају не само да се „замени“ човек као суштински битан чинилац богослужења него и да се на одређени начин „замени“ Бог, што је немогуће и неприхватљиво из перспективе правоверних и верујућих. „Ја сам пут и истина и живот; нико не долази Оцу осим кроз мене“ (Јован, 14, 6). С друге стране, овакви експерименти на видело изводе оно што заправо изазива страх код верујућих људи, а то је злоупотреба ВИ од стране оних који јој задају „задатак“, то јест који је усмеравају према одређеним сегментима човековог живота. Такав изазивачки приступ контролора ВИ према религијским осећањима човека контрапродуктиван је за све јер не само да се изазивају непријатност и nelaгода код потенцијалних „конзументата“ онога шта нуди ВИ него и код особа које су усмеривачи и контролори ВИ заправо ствара душепогубни осећај да се буде „као богови“ (Постање, 3, 5), осећај који је злоупотребљен у прародитељском греху.

6. Закључак

„Страх може да буде значајан мотивациони фактор у социјалном и политичком понашању. Култура страха је оруђе којим се служе елите да би контролисале и усмеравале пажњу нижих слојева у правцу који елитама погодује и омогућава им лакше одржавање моћи“ (Luknar, 2023, str. 153). Када се овоме придода околност да савремени јавни живот функционише на основу информација

[7] <https://www.danas.rs/svet/vestacka-inteligencija-odrjala-propoved-u-ckrvi-u-nemackoj/> (приступљено 15. 5. 2024).

које појединац конзумира „онлајн“, то јест упијањем информација чије су реалност и тачност неретко упитне, заиста се лако можемо обрести у ситуацији да управо захваљујући полуинформацијама постајемо преплављени најразличитијим страховима. Страх од ВИ има своје оправдање првенствено уколико је реч о њеној злоупотреби. Врсте злоупотребе могу бити заиста најразличитије и бављење њима захтева ширу анализу поткрепљену мултидисциплинарним приступом. Уколико у најширем смислу, из перспективе верујућег човека, погледамо на поменуте врсте злоупотребе ВИ, јасно се примећује да је она заправо оруђе у рукама оних особа које, из њима знаних разлога, устају на богоустановљени поредак. Управо из тог разлога у верским заједницама одговорност је на људима који су постављени да буду духовни руководитељи верника јер се од њих очекује да првенствено сами сагледају проблеме с којима се суочава савремени човек те да потом, кроз комуникацију с верујућим људима, њих усмере према томе како и на који

начин избећи изазове и злоупотребе онога што нам нуди технолошки напредак у најширем смислу речи. Верске заједнице се све чешће баве питањем ВИ и изазова које она доноси са собом. Како би се избегле предрасуде и априори одбијања употребе ВИ, пожељно је да се свештенство, односно верујући у ширем смислу, подробније упознају с наведеним феноменом. Из данашње перспективе нама изгледа несхватљиво али сетимо се да је нешто тако уобичајено, као што је обичан кромпир и његово увођење у исхрану људи на нашим просторима својевремено био огроман проблем. Готово идентична ситуација јесте и с прихватањем ВИ од стране верујућих особа. Свакако је добро имати осећај промишљености, опреза па и страха од ВИ, али пре свега због могућности њене злоупотребе јер, ако се сетимо речи апостола Павла: „Све ми је дозвољено, али све не користи; све ми је дозвољено, али не дам да ишта овлада мноме“ (1. Кор. 6, 12). „Све ми је слободно, али све не користи; све ми је слободно, али све не изграђује“ (1. Кор. 10, 23).

References/Литература:

- Ђурђевић, S. (2004). God's Church of the Seventh-day Christians - Anthropological Approach. *Religija i tolerancija*, No. 2, 119-133. Available at: <https://www.ceir.co.rs/index.php?strana=images/stories/rit.php&ostalo=02> [In Serbian]
- Halilović, N. (2016). God's commandments in terms of developing moral education among students. *Novi Muallim*, XVII (68), 3-9. Available at: <https://ilmijja.ba/ojs/index.php/casopis1/issue/view/75> [In Bosnian]
- Janković, B., Janković, N. (2010). Homicidium. *Engrami*, XXXII (3), 79-88. Available at: <https://www.egrami.rs/downloads/engrami-3-2010.pdf> [In Serbian]
- Lipij, A., Bojić, Lj., Cvetković, V. (2023). Artificial intelligence and Holy Fathers: Holy Fathers' guide through the challenges of the artificial intelligence and super-intelligence. *Crkvene studije*, No. 20, 193-209. DOI: https://doi.org/10.18485/ccs_cs.2023.20.20.11 [In Serbian]

Luknar, I. (2023). Sociocultural conceptualisation of fear. *Srpska politička misao*, LXXIX (1), 143-161. DOI: 10.5937/spm79-42727 [In Serbian]

Prodić, S. (2024). *Essays on the relationship between religion and politics*. Beograd: Fakultet za evropske pravno-političke studije. [In Serbian]

Internet sources / Интернет извори

Artificial intelligence held a prophet in the church in Germany. Available at: <https://www.danas.rs/svet/vestacka-inteligencija-odrzala-propoved-u-crkvi-u-nemackoj/> (Accessed on 15 May 2024) [In Serbian]

Christian Behaviour (2024). Available at: https://www.adventisti.net/o_nama/verovanja/zivot/hriscansko-ponasanje/ (Accessed on 28 May 2024) [In Serbian]

How many people in Serbia are religious (13 April 2024). <http://www.021.rs/story/Info/Srbija/105636/Koliko-ljudi-u-Srbiji-je-religiozno> (Accessed on 12 May 2024) [In Serbian]

Jevtić, A. (2020). *Artemije's sect – parasynagogue and parachurch*. Available at: <http://www.eparhija-prizren.com/sr/vesti/episkop-atanasije-artemijeva-sekta-parasinagogaparackva/> (Accessed on 13 May 2024). [In Serbian]

128 |

Slobodan Đ. Prodić

Faculty of European Legal and Political Studies
Belgrade (Serbia)

Fear of artificial intelligence initiated by religious feelings

Summary

Artificial intelligence is a specific phenomenon which largely affects modern society. Being a relatively recent phenomenon, inside communities undergoing the desecularization process, artificial intelligence inevitably leads to the question as to how and in what way it has been accepted by believing people. Believers' opinions about artificial intelligence are divided. In a number of them it causes fear and extremely negative feelings. The most frequent reason for it is the insufficient familiarity about what artificial intelligence is and what its place in modern society is. As for religious communities, huge responsibility about the attitude towards artificial intelligence is actually assumed by clergy and their willingness to speak about it to people they have been entrusted with for spiritual guidance.

Keywords: artificial intelligence, religion, fear



Урош В. Шуваковић^[1]

Универзитет у Београду,
Факултет за образовање учитеља и васпитача,
Катедра за филозофију и друштвене науке
Београд (Србија)

УДК 004.8:316
327:929 Кисинџер Х.
Прегледни научни рад
Примљен: 19.08.2024.
Прихваћен: 23.08.2024.
doi: 10.5937/napredak5-52859

Креатор садашњости у покушају да разуме будућност или о ономе што можемо убројати, али не на то и свести, Кисинџерово наслеђе^[2]

Сажетак: Текст је настао као идеја да се учини осврт на књигу Хенрија Кисинџера (Henry A. Kissinger) и његових веома угледних сарадника Ерика Шмита (Eric Schmidt) и Данијела Хатенлочера (Daniel Huttenlocher) Доба вештачке интелигенције и наша људска будућност (2021/2022), која је објављена у САД у Кисинџеровој 99. години живота. Како је у међувремену овај амерички државник преминуо у 101. години, било је немогуће не узети у обзир и, бар у кратким цртама, не указати на главна Кисинџерова достигнућа у међународним односима и дипломатији, на његове ставове који су релевантни за југословенску кризу, а потом се осврнути на покушај овог дипломате да у књизи о вештачкој интелигенцији перципира њене потенцијале и да, разумевајући њене предности и мане, моделира правац развоја човечанства. Стога је рад структуриран из два дела. У првом се даје кроки Кисинџеровог утицаја на америчку спољну политику и доношење далекосежних спољнополитичких одлука САД, које су креирале свет какав смо познавали у другој половини XX века, где се посебно истичу успостављање односа НР Кине и САД и политика детанта САД и СССР. У другом делу, пажња је посвећена Кисинџеровим анализама и упозорењима у вези са настанком и развојем вештачке интелигенције. Иако се у то подручје упушта у веома позном животном добу, његови увиди су веома значајни, посебно када се има на уму његово залагање за међународну сарадњу у регулисању овог питања.

Кључне речи: Хенри Кисинџер, дипломатија, вештачка интелигенција

[1] uros.suvakovic@uf.bg.ac.rs ; <https://orcid.org/0000-0002-2141-8698>

[2] Рад је резултат истраживања спроведеног уз финансијску подршку Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије према Уговору о трансферу средстава за научно-истраживачки рад наставног особља на акредитованим високошколским институцијама, потписаног са Факултетом за образовање учитеља и васпитача Универзитета у Београду за 2024. годину (бр. 451-03-65/2024-03/200138).

1. Креирање садашњости

Славног америчког дипломату Хенрија Кисинџера (Henry A. Kissinger, 1923–2023) називали су, наравно првенствено његови критичари, јастребом америчке спољне политике. Његова улога у политичком насиљу у различитим деловима света – као саветника за националну безбедност и државног секретара САД у администрацијама председника Никсона^[3] и Форда – у најмању руку више је него спорна. Од утицаја на продужетак Вијетнамског рата, директних веза са свргнућем Салвадора Аљендеа, легално изабраног социјалистичког председника Чилеа^[4] и доласка на власт пучем^[5] профашистичког диктатора Аугуста Пиночеа у изведби ЦИА, преко подршке аргентинском неонацис-

тичком режиму („најгорем од латиноамеричких монструма тих година“ [Chomsky, у: Chomsky, Waterstone, 2022, str. 42]), учешћа у одлукама да се интервенише у Камбоџи и Лаосу, што је узроковало више десетина хиљада мртвих, до подршке Индонезији у Источном Тимору, Пакистану у односу на Бангладеш, пучу против архиепископа Макариоса на Кипру итд.

С друге стране, они склони нешто другачијим алегоријама представљали су га као голуба, имајући у виду његову креаторску улогу у окончања Вијетнамског рата, из којег је Америци био потребан „частан излаз“. Кисинџер је обезбедио окончање сукоба током преговора с лидером Северног Вијетнама Ле Дук Тоуом, у Паризу 1973, што је обојици донело Нобелову награду за мир исте године^[6]. Кисинџер је,

130 |

[3] У администрацији председника Никсона, у једном периоду, обављао је истовремено обе најважније државне функције: саветника за националну безбедности и државног секретара, док му је председник Форд оставио у надлежности само ову другу. Не без сарказма, Чомски је парафразирао Кисинџерову дефиницију стручњака као некога ко је у стању да „артикулише консензус моћних“, закључујући да му то омогућује, последично, и да „управља пословима у његово име“ (Chomsky, у: Chomsky, Waterstone, 2022, str. 51). Премда је извесно реч о претеривању, на шта у истом извору указује и професор Висковић, не можемо а да не укажемо на то колико је вреднован Кисинџеров утицај кроз досетку која је кружила 70-их година ХХ века: „Замислите шта би се десило да Хенри Кисинџер изненада умре? Риџард Никсон би постао председник Америке!“ (RTSa, 2023).

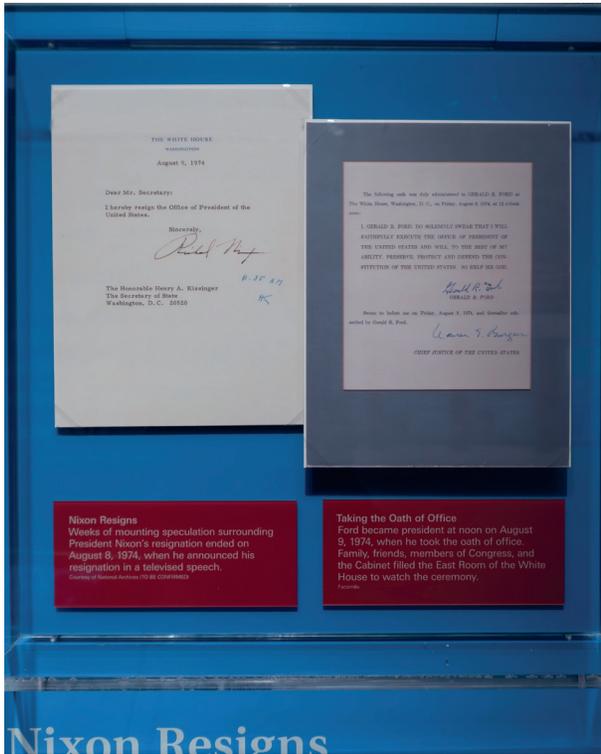
[4] „Пример успешно изабране марксистичке владе у Чилеу засигурно би имао утицаја на друге делове света, па чак и вредност преседана, посебно за Италију; додатно би знатно погодило светску равнотежу и нашу позицију у свету“, пише Кисинџер у поверљивом меморандуму Никсону, после кога је овај одлучио да подржи пуч против Аљендеа (цит. према Chomsky, у: Chomsky, Waterstone, 2022, 86–87).

[5] Драган Симуновић је одавно успоставио карактеристичну разлику између државног удара, као вишег родног појма, и пуча „као посебно милитантне форме државног удара“ (Simeunović, 1992, str. 139).

[6] Три су историјска куриозитета у вези с доделом Нобелове награде за мир те године. Први, за нас важан, јесте да је Кисинџеров главни противкандидат био друг Тито, те да је резултат гласања био 3 : 2 у корист Кисинџера, при чему су се два члана Нобеловог комитета повукла из чланства, а само саопштење одлуке изазвало је протесте у САД и свету. Нисмо сагласни са Б. Димитријевићем који сматра да је одлука југословенског државног врха да кандидује Тита за ову награду била резултат њиховог додворавања, а не улоге коју је он имао у оснивању и афирмацији Покрета несврстаних (RTS, 2023). Напротив, Титова заслуга је у том смислу била недвосмислена и, извесно, не би изазвала протесте као одлука која је те године донета прегласавањем. То, наравно, не искључује и покушај додворавања, али се не може свести на њега. Уосталом, из Титове политике несврстаности Србија и данас вуче „берићет“, пошто је

Урош В. Шуваковић

Креатор садашњости у покушају да разуме будућност или о ономе што можемо убројати, али не на то и свести, Кисинџерово наслеђе



Председнички музеј Џералда Р. Форда.

Писмо у којем Ричард Никсон обавештава Хенрија Кисинџера о оставци и транскрипт Фордовог завета приликом преузимања председничке функције, Мичиген, Сједињене Америчке Државе.

Фото: Shutterstock

извесно, био заслужан и за прекид арапско-израелског сукоба, који је избио због израелске окупације Голанске висоравни. Тада је промовисана и тзв. шатл дипломатија, која је у вештом

Кисинџеровом извођењу дала резултате. Коначно, ту је политика детанта са Совјетским Савезом, постизање споразума САЛТ I, који су потписали Никсон и Брежњев. Нешто пре тога Кисинџер је постигао и споразум о нормализацији односа НР Кине и САД у преговорима с тадашњим кинеским премијером Џоу Енлајем. Тако су 1972. Никсон и Мао Цедунг потписали споразум, дошло се на позицију признавања „политике једне Кине“ – Народне Републике Кине, чему је претходило и њено чланство у ОУН, која је тамо заменила Тајван, уз ритуално противљење САД. Приликом последње посете Кини 2023, неколико месеци пред смрт, где је дочекан као „стари пријатељ“ (Xi Jinping), Кисинџер је изјавио да САД и Кина „не могу себи да приуште да буду противнички настројене“ (BBC NEWS, 2023). Оваква порука значајно другачије звучи од закључака анализе коју је извршио Бжежински (Brzeziński, 2013).

Треба уочити то да се Кисинџер у својој дипломатији руководио прагматичношћу. Није се либио да свој полазни став у току одвијања процеса измени до непрепознатљивости. Важно је било остварити зацртани циљ америчке спољне политике, док по макијавелистичком начелу средства нису бирања. Ако се могло с преговорима добро јесте; ако је морало ратом, не треба се устручавати; ако је рат отпочет – Америка мора, бар на неки начин, да га успешно оконча. Дакле, питање моралних начела у

ова велика група држава сматра настављачем СФРЈ и, додуше без неког чврстог основа, везује за Тита. Други куриозитет је био тај да на свечаном уручењу награде није био присутан ниједан од двојице добитника Нобелове награде за мир. Наиме, Ле Дук Ту је одбио да је прими због наставка америчке подршке Сајгону и после потписивања Париског мировног споразума. Коначно, и сам Кисинџер је 1975. године, након што су трупе Северног Вијетнама ушле у Јужни Вијетнам, пожелео да награду врати. Иначе, њен новчани део одмах је дао у хуманитарне сврхе – за децу настрадалих америчких војника.

спољној политици (нагласио У. Ш.) није било руководеће; ваљало је остварити циљ. Ми смо то назвали макијавелизмом, неки други говоре о моралном релативизму, чак „аморализму“ (Висковић), његове присталице такав приступ називају – реалполитиком, што чини и највећи број теоретичара међународних односа.

Ваља рећи и то да је Кисинџер био старовременски државник. То значи: веома добро образован, што није одлика припадника политичке класе у савременој Европи^[7] и САД. Докторирао је на Харвардском универзитету, где је био и професор. Између осталог, написао је један од најбољих и, свакако, најпревођенијих уџбеника из историје дипломатије и међународних односа, Дипломатија, служећи се како излагањем различитих теоријских позиција, тако и сопственог искуства стеченог у пракси бављења дипломатским пословима.

Управо је овакво образовање Кисинџеру и помогло да разуме југословенску кризу, или бар суштину њених досадашњих етапа, будући да аутор овог текста не сматра да је она окончана. Треба уочити, ипак, и да је његово рано одрастање у Немачкој, па и каснији конзервативни став који је идеолошки имао, узроковао и, назовимо их тако, „историјске заблуде“ којих се до смрти није одрекао, попут оне да је атентат на Фердинанда у Сарајеву био „терористички акт“ (Kissinger, 1999a, str. 174–175) и да је убиство извршио „српски национа-

листа“ (Kissinger, Schmidt, Huttenlocher, 2021/2022, str. 83). Свакако, то је немачка парадигма ратних инспиратора који кривицу преваљују на оне који се одупиру поробљавању, визура историчара земље која се не мири с губитком Првог светског рата^[8], али је историјска истина дијаметрално супротна: атентат на окупатора био је ослободилачки чин, а Гаврило Принцип је био југословенски националиста по свим параметрима тадашњег времена. У поменутом уџбенику, Кисинџер овако описује настанак Југославије после Првог светског рата и истовремено нуди узроке за то:

„Новонастала Југославија остварила је тежње јужнословенских интелектуалаца. Међутим, за настанак ове државе било је неопходно занемарити границу која је кроз историју делила Западно и Источно римско царство, католичку и православну веру, латинично и ћирилично писмо – границу која се грубо протезала између Хрватске и Србије, које никада у својој сложеној историји нису припадале истој политичкој целини. Рачун за то испостављен је после 1941, као и у крвавом грађанском рату који је изнова букнуо 1991. године“ (Kissinger, 1999a, str. 202).

Управо захваљујући примени принципа историчности у тумачењу догађаја, или контекстуализације^[9], он је грађански рат у Босни и Херцеговини разумео много боље од других политичара и теоретичара на Западу.

[7] Уз часне изузетке, у које убрајам председнике Вучића, Путина и Макрона, премијера Орбана и уз извињење оним актуелним европским лидерима, који ми, у тренутку писања овог рада, нису пали на ум.

[8] Да ли ни Другог, или се само нама то причињава?

[9] Препознаје се његова реченица у књизи о вештачкој интелигенцији: „Да би била корисна или барем смислена, информација се мора разумети кроз објектив културе и историје“ (Kissinger, Schmidt, Huttenlocher, 2021/2022, str. 33), која потврђује нашу тврдњу о методолошком приступу разумевању проблема који је Кисинџер примењивао.

Урош В. Шуваковић

Креатор садашњости у покушају да разуме будућност или о ономе што можемо убројати, али не на то и свести, Кисинџерово наслеђе



| 133

Пријем државног секретара САД Хенрија Кисинџера код председника Југославије Јосипа Броза Тита, Београд, 4. 11. 1974.

Фото: Музеј Југославије, Фото-архив Јосипа Броза Тита

„Понашамо се као да покушавамо да натерамо Србе назад у у митску Босну, која никада није постојала у историји. Не постоји босански језик. Не постоји босанска култура. Босна је административна јединица у којој су Хрвати, Муслимани и Срби, вештачки створена као део Југославије и будаласто призната од западних сила 1991. године. Ако погледате српску историју, 600 година су се борили да над њима не до-

минирају муслимани. Зашто би САД прекршиле сопствени принцип самоопредељења да би их бомбардовале, зашто би их наши медији назвали Србима сепаратистима, како се то одвајају од нечега што никада није постојало? Верујем да оно што треба да урадимо јесте да признамо или створимо муслиманску државу и дозволимо другим националностима да се осамостале или придруже Хрватској или Србији, у зависности

од случаја, а не да се мешамо у балкански рат, који се не може завршити, чак и ако га добијемо. Не можемо тамо остати у сталној окупацији. Немцима је требало 17 дивизија да контролишу Србију у последњем рату, а ми немамо стомак за тако нешто, нити би требало“ (Kissinger, 1994).^[10]

Као што из овог, нешто дужег цитата можемо да уочимо, Кисинџер је добро познавао југословенску ситуацију, односе у БиХ, и залагао се за то да се они реше на најдемократскији могући начин – применом принципа самоопредељења народа, што је „амерички принцип“ у спољној политици још од Вудроа Вилсона.^[11] Искази из овог Кисинџеровог интервјуа у потпуном су сагласју с политиком коју је тада водила званична Србија (и СРЈ) и, да су тада прихваћени, значили би стабилност на Балкану и у савремености.

Он ће се још оштрије супротставити НАТО агресији на СРЈ 1999. године. Уверени смо да је Кисинџерова оцена документа који је Мадлен Олбрајт (тзв. споразума) понудила југословенској делегацији у замку Рамбује на најконцизнији и најпрецизнији начин представила његову суштину, истовремено изражавајући индигнацију према чињеници да је он производ тадашње америчке дипломатије. Извесно је да ће његова

оцена, баш као и сам документ, бити саставни део историје дипломатије XX века:

„Текст из Рамбујеа, којим се Србија позива да прихвати НАТО трупе широм Југославије, био је провокација, изговор за почетак бомбардовања. Рамбује није документ који би било који Србин могао да прихвати. Био је то ужасан дипломатски документ који никада није требало да буде представљен у том облику“ (Kissinger, 1999b)^[12].

Сем тога, он је подробно анализирао Клинтонско обраћање поводом отпочињања агресије, стављајући га наравно у контекст понуђеног документа из Рамбујеа, као и његове могуће импликације. Устврдивши, најпре, да супротно америчкој *mainstream* пропаганди „Слободан Милошевић није Хитлер“ и да, супротно Клинтонским тврдњама, „ни Милошевић ни било који други балкански лидер нису у позицији да угрозе глобалну равнотежу“, Кисинџер наглашава да „за разлику од Босне, Косово је рат за територију коју Срби сматрају националном светињом. Због тога је било мало, ако их је уопште било, знакова противљења у Београду Милошевићевој косовској политици. Срби су одбацили мировни споразум из Рамбујеа јер у њему

[10] Кисинџер, објашњавајући „југословенску слободу деловања“ у односу на СССР после Другог светског рата, признаје да је она проистицала из чињенице „да се сама ослободила од немачке окупације захваљујући сопственим герилским снагама“ (Kissinger, 1999a, str. 342).

[11] Заправо и пре њега, ако узмемо у обзир амерички „рат за независност“. Вилсон је овај принцип само професорски добро преточио у принцип спољне политике, што је у том тренутку било сагласно и с Лењиновим принципом „самоопредељења народа“. Коначно, у Повељу ОУН улазе два, у једнакој мери, важна принципа: поштовање територијалног интегритета држава чланица ОУН и право на самоопредељење народа.

[12] Било би добро да они из редова садашње опозиције у Србији, а најалост и из делова садашње академске заједнице, који тврде да смо могли као држава да прихватимо овај документ, „да будемо паметнији“, с времена на време, прочитају ову Кисинџерову изјаву. Морали би да се замисле над њом.

Урош В. Шуваковић

Креатор садашњости у покушају да разуме будућност или о ономе што можемо убројати, али не на то и свести, Кисинџерово наслеђе

виде увод у независност Косова. Они такође виде присуство НАТО трупа као врсту стране окупације којој се Србија историјски опирала против Османског и Аустријског царства, Хитлера и Стаљина. Чак и ако буду бомбардовани до капитулације, тешко се може очекивати да ће бити вољне присталице исхода. Што се тиче ОВК, њен циљ је независност, а не аутономија; пристала је на Рамбује као тактичко средство за ослобађање ваздушне силе НАТО против омражених Срба. Још је мање вероватно да ће ОВК пристати на аутономију под српском влашћу сада када је Србија толико ослабљена ваздушном кампањом НАТО. ОВК неће предати своје оружје НАТО снагама. А снаге НАТО неће имати домаћу подршку ако се боре против ОВК да наметну разорујање. Нити ће ОВК прећутно пристати на српске снаге које контролишу њене границе“ (Kissinger, 1999c). У истом тексту, он предвиђа да би задовољење албанских интереса на Косову и Метохији могло да створи нову кризу у Македонији, имајући у виду да тамо живи 1/3 Албанаца који ће захтевати да им се да „исто самоопредељење као и њиховој браћи у Србији“.

Без обзира на овакво разумевање проблема, Кисинџер се, међутим, залагао за наставак дејстава из ваздуха – да не би дошло до компромитације НАТО – истовремено се одлучно супротстављајући отпочињању копнене инвазије, али чак и ту остављајући могућност да се она размотри ради одржања „НАТО кредибилитета“. Прогнозирао је на крају исход: дугорочно присуство НАТО на Косову или у Македонији^[13]

ради „спречавања ширења сукоба на Балкан“, као и дуге и тешке преговоре за које је сматрао да ће исходovati „неким обликом косовске независности“.

Слично се Кисинџер односио и према проблему Украјине. Десетак дана пре него што ће бити одржан референдум на Криму 2014. године, на којем је донета одлука о повратку тог стратешки важног полуострва у састав Русије, Кисинџер је у ауторском тексту објављеном у *Вашигтон посту* указао на премисе од којих се мора поћи у спречавању конфликта пошто би ускоро могло до њега да дође. Анализирао је историју Украјине, показујући да је то земља која има свега 23 године историје независности. Сем тога, подсетио је на Кијевску Русију и на чињеницу да су Руси на том простору примили хришћанство, наглашавајући да „Запад мора да схвати да за Русију Украјина никада не може бити само страна земља“. Указао је на то да је она вековима била у саставу Русије и упозорио да је та земља идентитетски подељена на западни и источни део, те да су разлике огромне: западни део је католички и говори украјински, источни део је православан и становништво говори руски језик. Он сматра да је проблем у томе што сваки од ових делова покушава да се, у владавинском смислу, наметне другом, али да ће „сваки покушај једног крила Украјине да доминира над другим – као што је био образац – на крају довести до грађанског рата или распада. Третирање Украјине као дела конфронтације између Истока и Запада деценијама би уништило сваку перспективу

[13] Испоставило се на оба подручја.



Бивши државни секретар Хенри Кисинџер, председавајући Двопартијске комисије за Средњу Америку председника Регана, на састанку у Стејт департменту, Вашингтон, 6. јануар 1983. године

да се Русија и Запад – посебно Русија и Европа – уведу у међународни систем сарадње“ (Kissinger, 2014). Нажалост, Кисинџерова упозорења, дата на време, нису узета у обзир. Догодило се оно што је предвидео и данас имамо рат између НАТО (САД + ЕУ) и Русије на подручју Украјине

(в. Šuvaković, 2023), који у овом тренутку траје две и по године и окончање му се не назире. У истом тексту, Кисинџер оптира за решење које неће представљати „апсолутно задовољство, већ уравнотежено незадовољство“, сматрајући то тестом за одрживост споразума.^[14] У складу с тим, он се

[14] Ако смо у стању да испратимо идеју водиљу политике председника Вучића у вези са Косовом и Метохијом, она се подудара са овом Кисинџеровом идејом. У тражењу компромиса „не може неко да добије све, а неко да изгуби све“, а то је управо оно што Запад стално „нуди“ Србији.

Урош В. Шуваковић

Креатор садашњости у покушају да разуме будућност или о ономе што можемо убројати, али не на то и свести, Кисинџерово наслеђе

залагао за право Украјине да приступа разним међународним организацијама, укључујући и ЕУ, али никако и НАТО, противио се мењању граница Украјине пошто би то представљало нарушавање међународног поретка те, у том смислу, за очување Крима као њеног саставног дела, али уз гарантовање велике аутономије тамошњем становништву и решавање статуса Севастопоља као базе Црноморске флоте на дужи рок. Коначно, сматрао је да влада Украјине треба да буде одраз народне воље и да би мудро било да она заузме позицију налик тадашњој позицији Финске: окренутост ка Западу, али без изазивања Русије.^[15] Две године касније ревидирао је став и саветовао тада изабраном председнику САД Доналду Трампу да прихвати да је Крим Русија, али без званичног признања, сматрајући да Крим не би смео да буде проблем на релацији Вашингтон–Москва (Kissinger, 2016).

По избијању руско-украјинског сукоба, његових неколико изјава различито је тумачено. Ипак, еволуција је постојала и била очита током трајања конфликта: он је постао изричит да се не сме допустити Русији да има бенефите од рата, залагао се за преговоре и допуштао могућност да на њиховом крају Украјина ипак постане чланица НАТО. Дакле, преговори су били његов примарни избор, а како је долазило до ескала-

ције сукоба, тако је и његов став бивао ближи ставу колективног Запада.

2. Поглед ка изазову будућности која је већ отпочела

Друштвене последице вештачке интелигенције тешко је предвидети.
(Kissinger et al., 2022, str. 56)

Навикнута на то да Кисинџеров практични и академски рад посматра кроз призму бављења дипломатијом и међународним односима, у нашој академској јавности остала је без већег одјека књига Хенрија Кисинџера, Ерика Шмита^[16] и Данијела Хатенлочера^[17] Доба вештачке интелигенције и наша људска будућност, објављена у Америци 2021, а код нас убрзо преведена и публикована 2022. у издању Клуба плус, што служи на част овом малом издавачу. У српској друштвеној периодици објављена су, колико нам је познато, до сада само три приказа ове веома значајне монографије, један са политиколошког (Orlović, 2023), други са аспекта безбедности односа човека и вештачке интелигенције (Marković, 2023) и трећи са становишта историјске науке (Dimitrijević, 2024). Свакако је овој

| 137

[15] Нажалост, Финска је недавно напустила ову позицију и постала чланица НАТО алијансе. Чврсто верујемо да ће се та одлука, у будућности, показати веома лошом за Финце.

[16] Главни извршни директор и председник компаније Google (2001–2011), потом њен извршни председник и технички саветник. Он је заслужан што је убедио Кисинџера да присуствује једном предавању о вештачкој интелигенцији 2016. године, на Билдерберг конференцији (Bisenić, 2021).

[17] Први декан MIT Schwarzman College of Computing. Радио на оснивању Cornell Tech, последипломских студија из области дигиталних технологија у оквиру Cornell University, New York, где је био први декан и професор.

књизи требало посветити више пажње, бар из два разлога: најпре, долази из пера људи који о овом питању имају шта да кажу, те се од њих много тога може и научити и, не мање значајно, питање вештачке интелигенције задире не само у сваку науку и научну дисциплину већ питање њеног настанка и развоја задире и у темеље науке као људске творевине, у крајњој инстанци доводећи је у питање и из корена мења људско друштво. Дакле, вештачка интелигенција је најмање технолошки изазов, премда свакако да је револуционарна технологија,^[18] а много више од тога она је друштвени изазов, јер револуционише наш живот и наш поглед на човечанство, чак и наше бивствовање. То је управо оно што нам сугеришу аутори ове књиге, и права је штета што је остало недовољно препознато од стране наших научника.

Права је штета што аутори нису јасно означили шта је чији допринос овој књизи, па нам остаје да на основу познавања њиховог минулог рада закључујемо о томе. Ипак, Кисинџеров рукопис је препознатљив у појединим деловима (историјски развој, поглед на свет из људске перспективе, међународно договарање о регулисању атомског наоружања, како контроли-

сати развој вештачке интелигенције и сл.), као што нам се чини да је коначна редактура текста ипак била његова (свакако не без сагласности коаутора).^[19] Стога и на уводним страницама стоји напомена да међу њима не постоји потпуно слагање у погледу „мере у којој смо оптимисти у вези са вештачком интелигенцијом. Али, слажемо се да технологија мења људску свест, знање, перцепцију и стварност – и на тај начин мења ток људске историје“ (Kissinger et al, 2022, str. 3). Међутим, како се даље види из књиге, овако револуционарне промене аутори не приписују свакој технологији. Напротив, они указују на то да су настанци различитих нових технологија доводили до промена, али да је „врло ретко технологија суштински и трансформисала друштвену и политичку структуру наших друштава“ (Ibid., 12), наводећи као пример револуционарне технологије настанак Гутенбергове пресе (Ibid., 125).^[20] Потенцијал за такву драматичну промену, према виђењу ових аутора, има вештачка интелигенција^[21] чији ће „исход бити измена људског идентитета и људског искуства стварности, на таквом нивоу који није доживљен од свитања модерног доба“ (Ibid., 2).

[18] Ово инсистирање да је вештачка интелигенција технологија од великог је значаја пошто је свака технологија вредносно неутрална, па се може користити и за племените и за разорне сврхе, за разлику од науке која је вредносно „утрална“, што ће рећи да је заснована бар на неким најопштијим људским вредностима, каква је хуманизам (Marković, 1994a). На томе баш и инсистирају аутори ове књиге, чак и на њеним уводним страницама.

[19] Стога ћемо у наставку рада, а и ради примене начела економичности у писању, када се позивамо на ову књигу, то означавати са (Kissinger et al., 2022), при чему нам ни на памет не пада да умањимо допринос Ерика Шмита и Даниела Хатенлочера њеном настанку. Колико нам је познато, рад на овој монографији трајао је читавих пет година и, морамо одати признање – био је веома плодоносан.

[20] О утицају медија на промену друштвене структуре в. Debray (2000) и Vučković (2020).

[21] У даљем тексту: AI.

Аутори ове монографије најпре излажу успехе AI на примерима неколико програма који су на њој засновани: AlfaZero у игри шаха, против до тада најмоћнијег облика вештачке интелигенције створене за ову игру, проналазак до сада најсвеобухватнијег антибиотика – халицина на Универзитету MIT, у чему је учествовала вештачка интелигенција, на крају креација GPT₃ од стране OpenAI. Шта је овде било ново? За разлику од ранијих програма за игру шаха, заснованих на брзом процесуирању људског разумевања те игре, стицаног у миленијумском периоду, AlfaZero је познавао само правила игре. Она су му била учитана. Задатак је био: победити или задобити што бољу позицију. Отуда је овај програм у неким од партија жртвовао и оне фигуре које човек никада не би, укључујући и краљицу. „Имао је сопствену логику, засновану на способности да препозна обрасце потеза преко огромног скупа могућности које људски умови не могу у потпуности да процесуирају, нити примене“ (Ibid., str. 6). У погледу открића халицина AI је, као што износе Кисинџер и сар., на примеру 2.000 различитих молекула „научила“ „атрибуте молекула за које се предвиђа да су антибактеријски“. Оно на шта указују писци монографије јесте да је она истовремено, а да јој то није тражено, утврдила и нове атрибуте тих молекула, које научници уопште нису иденти-

фиковали, нити их кодирани. Када је била суочена са 61.000 различитих молекула и лекова које је одобрила Управа за храну и лекове САД као и природних производа за молекуле за које је:

„1) AI предвидела да ће бити корисни као антибиотици;

2) молекули који згледају као било који већ постојећи антибиотик;

3) AI је предвидела да неће бити токсични“, она је изабрала само један молекул који одговара тим критеријумима и он је назван – халицин. И поновио се исти сценарио: „вештачка интелигенција је идентификовала везе које су измакле људској перцепцији – или се можда чак и негде противе могућем људском поимању“ (Ibid., str. 7–8). Чак ни после открића антибиотика, истраживачи нису могли да схвате зашто препарат има антибиотска дејства^[22]. Коначно, с открићем GPT₃, AI је прогресирала на ниво генеративног модела. Она је сада у стању да понуди завршетак реченице, исписивање неког пасуса или омањег трактата, да одговори на постављена питања о свему ономе о чему постоје информације на интернету. Она би се, због тога, могла класификовати као виртуелни аутодидакт – „учи“ из информација које су људи – свесно или несвесно – остављали о себи или другима у веб-простору. Ипак, ту постоји и једно значајно ограничење: оно чега нема на вебу тешко може да буде пред-

[22] Из књиге није јасно да ли је AI можда дат задатак и да пронађе лек за ковид 19, пошто из контекста произлази да се откриће халицина десило у јеку пандемије или непосредно пре ње. Ако јесте – који је био њен резултат? Ако јој такав задатак уопште није постављен – зашто није? Двојица живих Кисинџерових аутора морали би да на ово питање дају одговор.

машинском учењу. Констатује се да су данас актуелна три облика машинског учења: а) надгледано, б) ненадгледано и в) појачано учење (Ibid., str. 40–42). Ови модели су примењивани у творби различитих типова AI, које су аутори, као примере, веома добро одабрали. Они указују на то да се „крхкост AI“ налази у „плиткости онога што учи“ пошто је повезаност *input-a* и *output-a*, код надгледаног и појачаног учења суштински друго својство од „правог људског разумевања, са својим бројним нивоима концептуализације и искуства“. Сем тога, она произлази и из чињенице њене „неразумности“ – „AI не зна шта не зна“ (Ibid., str. 50). Различите врсте машинског учења, те темпо развоја AI, указују на то да ће се убудуће одлуке доносити на три основна начина: „преко људи (што нам је познато), затим путем машина (што нам постаје познато) и сарадњом између људи и машина (што не само да је непознато, већ је и без преседања)“ (Ibid., str. 14). Овим последњим, машине се из људског оруђа претварају у – партнере људи (Ibidem). Главни изазов је у томе, да се изразимо језиком менаџмента,

како да људи успеју да сачувају статус „старијег партнера“? Развој процедура које ће поуздано тестирати хоће ли AI функционисати у складу с нашим циљевима и очекивањима императивно се намеће (Ibid., str. 50–52).

Аутори се посебно баве питањем мрежних платформи и „геополитике мрежних платформи“. Они указују на то да су најзначајније глобалне мрежне платформе настале у САД или у Кини, које су, уз Русију и Индију као „нову силу у овој арени“, и „главни акционари“ у творби вештачке интелигенције, док ЕУ^[26] још није ни ушла у трку, ако се изузме усвајање одређене европске регулативе у овој области (Ibid., str. 74–77). Резултат тога је да се мрежне платформе креирају тако да покривају подручја која су, пре свега комерцијално, приоритетна за Америку и Кину.^[27] Ово, према разумевању аутора књиге, доношењу спољнополитичких одлука држава додаје још један важан сегмент – комерцијални интерес различитих платформи, што се додатно компликује када се узме у обзир да је тај интерес често заснован на „приоритетима купаца и ис-

[26] У вези са улогом ЕУ у овој области, важно је учити констатације аутора књиге, као и терминологију коју користе (наглашавања су наша): „До сада су историјске глобалне силе као што су Француска и Немачка цениле слободу и независност у својој технолошкој политици. Међутим, периферне европске државе са недавним и директним искуством страних претњи – као што су постсовјетске балтичке и централноевропске државе – показале су већу спремност да се идентификују са 'техносфером' коју предводе САД“ (Kissinger et al., 2022, str. 77). Рамсфелдова подела на „стару“ и „нову“ Европу, само нешто безочније саопштена. Независно од тога, ово свакако отежава ЕУ да преузме улогу јединственог актера у овом домену конкуренције.

[27] Највећа кинеска платформа је WeChat, слична по намени WhatsApp. Када сам прошле године посетио Кину као представник Фондације „За српски народ и државу“, на позив Министарства спољних послова КП Кине, питао сам своје љубазне домаћине због чега имају сопствену апликацију, а не користе ону која већ глобално егзистира. „А зашто би Американци сакупљали податке о нашем тржишту кад то можемо сами?!“, гласио је одговор, који је збиља све објаснио у једном контрапитању. Наравно, овакав интерес имају, како признају и аутори књиге, само велике силе које сачињавају јединствена подручја-континете, пошто би мали број корисника неке платформе обесмислио интерес за њено постојање.

траживачких и технолошких средишта, од којих су оба можда далеко од државних престоница“ (Ibid., str. 60). Кључно питање за ауторе јесте администрирање платформама, давање приоритета једним садржајима, а ометање или уклањање других, критеријуми по којима се одвија селекција, која све више престаје да буде људска и препушта се AI. Платформе су творевине које се не могу упоредити с било чим у „преддигиталном добу“.^[28] То исходује тиме да „стандарди њихове заједнице постају једнако утицајни као и државни закони“ (Ibidem). Међутим, „оно што се софтверском инжењеру чини интуитивним, може бити збуњујуће за политичког лидера или необјашњиво за филозофа. Оно што потрошач поздравља као погодност, званичник националне безбедности може посматрати као неприхватљиву претњу, или је политички лидер може одбацити као неповољну за националне циљеве. Оно што једно друштво може прихватити као добродошлу гаранцију, друго може протумачити као губитак избора или слободе“ (Ibid., str. 61). Овде, свакако, треба узети у обзир и улогу мрежних платформи у пласирању дезинформација, могућност да AI то чини веома уверљиво и ван државних граница, глобално, али и да буде коришћена у одбрани од таквих „напада“. Међутим, и ту се поставља питање границе: шта је истина, а шта лаж у доба постистине? Аутори се питају постоји ли легитимни интерес публике да

чита „лажи“ које генерише AI? Није ли њихова превенција заправо цензура у новом руху? Или у старом, кроз доношење протекционистичких мера за поједине платформе, нпр. TikTok-у у САД и Индији (Ibid., str. 73).

Према нашем суду, кључно поглавље ове веома значајне књиге јесте оно које се односи на питање безбедности и светског поретка, а коју појава AI доводи у питање. Наиме, постојећи систем је заснован на различитим уговорима, резултат је бројних и мукотрпних дипломатских преговора, тајних и јавних веза, које су скројиле постојеће међународне односе. То је посебно значајно када је реч о нуклеарном оружју, његовој контроли и односима међу нуклеарним суперсилама. „Ниједна велика земља не може себи приуштити да игнорише безбедносне димензије вештачке интелигенције. Трка за стратешку предност вештачке интелигенције се већ одвија, посебно између САД и Кине и донекле Русије“ (Ibid., str. 85). Аутори указују на то да постоје нуклеарне, сајбер технологије и технологије вештачке интелигенције и да ће свака од њих без сумње имати своју улогу у стратегији безбедности. Стога они аподиктички сматрају да „САД треба даље да настоје да их обликују“ (Ibidem). Као и у периоду хладног рата, треба постићи „равнотежу сила“. Типично кисинџеровски. Међутим, у време хладног рата опасност је била мерљива, бар угрубо. Било је

[28] Ова дихотомија на преддигитално и дигитално доба, по аналогији на прединдустријско и индустријско доба, указује на значај који Кисинџер и сар. придају промени насталој стварањем дигиталног света. Ми смо, у једном ранијем тексту, који се бавио питањима истраживања јавног мњења и коришћења интернета у те сврхе, утврдили разлику између виртуелног и реалног јавног мњења, која долази до изражаја у земљама у којима је интернет недовољно развијен, па није могуће на тај начин развити репрезентативан узорак (Šuvaković, 2008). Тада је у такве државе спадала и Србија, док је данашња ситуација потпуно другачија.

могуће пребројати ко с колико ракета располаже, које су ког домета, које могу да носе нуклеарне главе и по колико истовремено (Ibid., str. 93). Уз упозорење да принцип „неупотребе нуклеарне енергије није инхерентно трајно достигнуће“ и да „захтева стварну и признату равнотежу“ (Ibid., str. 92), аутори указују на то да је с појавом сајбер оружја и, да га тако назовемо као општим појмом вештачки интелигентног оружја, то значајно теже. Најпре, сајбер оружје је нетранспарентно. Може се користити и из канцеларије и из неке шуме. Врло лако може да падне у руке терориста (баш као и приступ AI), или мањих држава, које не могу да развију нуклеарне потенцијале, али могу релативно значајне могућности за нпр. сајбер ратовање. За активирање сајбер оружја нису потребни велики рачунари, премда за подршку његовом раду свакако јесу неопходни рачунарски системи велике меморијске моћи. Кисинџер и сар. као пример сајбер ратовања наводе DDoS нападе, ко ји личе на легитимне захтеве за приступ информацијама, али се емитују истовремено у толиком броју да систем пада.^[29] Они указују на сличност сајбер оружја са хемијским и биолош-

ким оружјем, у смислу да се ефекти напада могу ширити хоризонтално, и на жртве које нису биле мета напада, наносећи штету „на ненамерне и непознате начине“ (Ibidem).

Кисинџер и сар. наглашавају да AI уноси „нове хоризонте у информациони простор, укључујући и област дезинформација. Генеративна вештачка интелигенција може да створи огромне количине лажних, али уверљивих информација. Дезинформације и психолошки рат помоћу вештачке интелигенције, укључујући коришћење вештачки створених личности, слика, видео-снимака и говора, спремни су да произведу узнемирујуће нове слабости, посебно за слободна друштва (нагласио У. Ш.).^[30] Широко подељене демонстрације произвеле су наизглед реалистичне слике и видео-снимке јавних личности које говоре ствари које никада нису рекли... Ако синтетичким имицом националног лидера манипулише противник да би подстакао неслогу или издао обмањујуће директиве, да ли ће јавност (или чак друге владе и званичници) на време уочити превару^[31]“ (Ibid., str. 97).

Аутори оправдано изражавају забринутост поводом тога ко контролише вештачку интели-

[29] Интервју Илона Маска са Доналдом Трампом, који се поново кандидује за председника САД, уприличен у оквиру Трампове кампање 13. августа 2024. на Масковој мрежи X, каснио је читавих 40 минута, управо због, како је Маск објаснио, масовног сајбер напада, DDoS напада.

[30] Још један термин заостао из хладног рата. Аутор овог рада је на становишту да су данас најслободније управо оне земље које аутори књиге извесно не посматрају таквим (Русија, Кина, Србија, Мађарска, Словачка, Турска, да споменемо само неке), док су најнеслободније оне које су од завршетка Другог светског рата словиле за „слободни свет“ (земље колективног Запада генерално, да не издвајамо никога посебно).

[31] „Шарене револуције“, укључујући и ону на Мајдану, по последицама најразорнију европску, пре свега по Украјину, управо су користиле манипулације и дезинформације пласиране преко „мрежа револта и наде“. Данас само можемо да замислимо потенцијал за изазивање нереда узрокованих сајбер ратовањем, уз коришћење генеративне AI. И све нам се чини да би они који би је користили, били баш исти они као и ономад на Мајдану.

генцију. Без обзира на то да ли се користи вештачкаинтелигенција у конвенционалном или (не дај Боже) нуклеарном ратовању, „императив је да се обезбеди одговарајућа улога људског расуђивања у надгледању и употреби силе“. Али то ће бити недовољно и једнострано, те је стога нужно да „владе технолошки напредних земаља треба да истраже изазове међусобног обуздавања уз помоћ примењиве провере“ (Ibid., str. 101).

САД су у својој стратегији направиле разлику између оружја вођеног вештачком интелигенцијом, „које чини рат вођен људима прецизнијим, смртоноснијим и ефикаснијим“ и оружја вештачке интелигенције, тј. оног „које доноси смртоносне одлуке аутономно и независно од људских оператера. САД су објавиле свој циљ да ограниче употребу на прву категорију“ (Ibid., str. 104–105). Кисинџер и сар. оцењују „мудрим“ овакво разликовање, уз изражавање дозе бојазни да би способност АИ за самоучењем „могла учинити ограничење на одређене способности недовољним“ (Ibidem). Аутори сматрају да ће одбрана „морати да буде аутоматизована без уступања основних елемената људске контроле“ (Ibid., str. 106). У том погледу они предлажу државама „шест примарних задатака у контроли својих арсенала“:

1. „лидери супарничких и непријатељских страна морају (нагласио У. Ш.) бити спремни да редовно разговарају једни с другима“, како је то чињено у време хладног рата, „о облицима ратова које не желе да воде“;
2. нуклеарној стратегији мора се посветити изнова пажња и признати да је то

„један од великих стратешких, техничких и моралних изазова“;

3. „водеће сајбер и силе АИ треба да настоје да дефинишу своје доктрине и границе (чак и ако нису сви њихови аспекти јавно објављени) и идентификују тачке подударности између својих доктрина и доктрина ривалских сила“. Наравно, терминологију је неопходно прилагодити „карактеристичним аспектима сајбер и вештачке интелигенције“;
4. интерна ревизија сопственог оружја од стране држава које га поседују, пре свега у домену „командовања и контроле и раног упозоравања“. Ово би превентивно деловало у односу на могуће сајбер нападе, као и смањило опасност од 'неовлашћене, ненамерне или случајне употребе оружја за масовно уништење';
5. потребно је, нарочито од технолошки најразвијенијих држава, створити „робусне и прихваћене методе за максимизирање времена за доношење одлука током периода појачане напетости и у екстремним ситуацијама... Нарочито би противници требало да настоје да се договоре о механизму који ће осигурати да се одлуке које се могу показати неопозивим доносе темпом који погодује људској мисли и промишљању – и опстанку“;
6. аутори предлажу да главне силе АИ размотре „како да ограниче континуирано ширење војне вештачке интелигенције или да ли да предузму систематски напор у неширењу, уз подршку дипломатије и претње силом“ (Ibid., str. 106–107).

Урош В. Шуваковић

Креатор садашњости у покушају да разуме будућност или о ономе што можемо убројати, али не на то и свести, Кисинџерово наслеђе

Закључак који аутори дају у овом поглављу заправо је идеја водиља читаве књиге. То је оно због чега је она настала. Све остало је мање-више анализа, али је ово Кисинџерова порука генерацијама лидера које долазе:

„Воља да се постигне узајамно обуздавање најразорнијих способности не сме да чека да се трагедија догоди. Док човечанство креће да се такмичи у стварању новог, еволуирајућег и интелигентног оружја, историја неће опростити неуспех у покушају постављања граница. У ери вештачке интелигенције, трајна потрага за националном предношћу мора бити заснована на етици очувања људи (нагласио У. Ш.)“ (Ibid., str. 108).

У наредном поглављу, Кисинџер и сар. баве се утицајем AI на трансформацију људског идентитета. Они указују на веру и разум као на два традиционална начина на који су људи познавали свет. Сада је стигао и нови: AI, која „разуме“ оно што човек није у стању и која је неверник с обзиром на то да нема усађене никакве вредности. Дакле, она одлучује по неким критеријумима који су људима (или барем већини људи) неразумљиви, најблаже речено нејасни. Свакако, једна од последица јесте трансформација професија. Оне не само да више неће бити исте какве их данас познајемо већ многе данашње професије уопште неће постојати, и на њихово место ће ступити неке друге, за које данас не можемо ни да претпоставимо шта ће да обављају. Да ли то значи ћемо се суочити са новим лудистичким покретом? Можда, премда би то за савременог човека било много мање разумно него за човека пре нешто више од два века, када су радници разбијали машине у Енглеској,

сматрајући да су оне, а не капитализам, криве за њихов друштвени положај. Дакле, не да би тако нешто било неразумно са људске стране (као и покушаји да се спречи по сваку цену развој AI) већ би било и неефикасно. Човек мора да се суочи с последицама њеног настанка. AI ће извесно створити доста нових незапослених људи, чије ће радне задатке да преузме и обавља вероватно и успешније од њих AI. Аутори нуде бригу друштва за збрињавање људи погођених оваквим последицама. Питање је, наравно, хоће ли такав интервенционизам у XXI веку задовољити људе? С друге стране, додајемо ми, није ли то прилика за Марксову дезалијенацију? Хоће ли таква технолошка промена водити и ка промени друштвеног система из глобалног капитализма, до максимума развијеног вештачком интелигенцијом, у настајућем глобалном друштву ка неком другом систему, новом, праведнијем, бољем? Не пишем му назив, сетићете се. Јер, како је Мертон својевремено указивао, осим манифестних функција (у нашем случају манифестних функција AI), постоје и оне латентне, које нико није предвидео. Видећемо.

Аутори се осврћу и на супкултуре, попут Амиша. Указују на то да нека друштва могу просто да одлуче да не примењују достигнућа AI. Међутим, они сматрају да ће њена свеприсутност бити таква, да ће временом бити неизбежно користити је, чак и када имамо чврсту вољу да то не чинимо.

Врло су важне опсервације у погледу научних открића. „Наука је традиционално била врхунски амалгам људске стручности, интуиције и знања. У дубокој узајамној вези теорије и експеримента, људска памет покреће све видове

научног истраживања“ (Ibid., str. 115). AI доноси нешто ново: „не-људску различиту-од-људског димензију у научна истраживања, открића и разумевање света“ (Ibidem). Оно што аутори нису исписали, већ само наговестили у једном ранијем пасусу, јесте то да „контекстуализована информација постаје знање. Када се уверење заснива на знању, то се зове мудрост... Само уверења – у комбинацији за мудрошћу – омогућавају људима приступ и истраживање нових хоризоната. Дигитални свет има мало стрпљења за мудрост; његове вредности се одређују степеном прихваћености, а не промишљањем. То суштински оспорава тезу просветитељства да је разум најважнији елемент свести... дигитални свет на нуди тезу да је повезаност сама по себи значајна“ (Ibid., str. 33, нагласио У. Ш.). Ова импликација безусловно значи да је знање непотребно, па је према томе излишна и наука као „објективно, критичко, методски изведено знање“ (Marković, 1994b). Шта ће нам знање, када је довољно да смо умрежени и да имамо информацију? Море информација међу којима није могуће разликовати важно од неважног. Чему преиспитивање, критичност, када све то уместо нас, као што упозоравају аутори, чини AI?! Па чак и ако у прво време професори и научници буду имали неку улогу у развоју критичности у односу на примљене информације, уколико буду улагали труд да својим ученицима или властитој деци усаде неке хумане вредности, у надолазећим генерацијама то више неће бити могуће: Како ће они који не сматрају знање већ умреженост вредношћу, сматрати знање и науку неком вредношћу? И због чега би то чинили? Без сумње, наука је

озбиљно доведена у питање, много више него што су писци ове књиге на то указали или били спремни да перципирају. А с њом и наша, људска парадигма живота. У вези с тим су и драматичне промене у сфери образовања и васпитања. „AI може да служи као друг за игру кад је детету досадно и као монитор кад му је родитељ одсутан. Са увођењем образовања које обезбеђује AI, просечне људске способности биће стављене на тест или ће се повећати... Временом ће појединци можда почети да преферирају своје дигиталне асистенте у односу на људе“ (Kissinger et al., 2022, str. 117). Аутори, ипак, с правом примећују да је „иронија у томе што чак и док дигитализација чини доступним све већу количину информација, она смањује простор потребан за дубоко, концентрисано размишљање“ (Ibid., str. 118).

Одговарајући на себи постављено питање о новој људској будућности аутори сматрају неопходним да се обезбеди превласт људи над AI, али у вези с тим исказују посебну бригу када је реч о ономе што називамо политичка демократија. То значи осигурати „да кључне владине одлуке треба да буду издвојене из структура прожетих вештачком интелигенцијом и ограничене на људску администрацију и надзор...; обезбеђивање људског надзора и одлучног учешћа у основним елементима власти биће од суштинског значаја за одржавање легитимитета...; демократија мора задржати људске квалитете. На најосновнијем нивоу то ће подразумевати заштиту интегритета демократских расправа и избора“ (Ibid., str. 120–121). Главни страх који постоји код аутора јесте развој AGI. „Приступ одређеној моћној вештачкој интелигенцији, као што је

општа вештачка интелигенција, мораће да буде строго чуван да би се спречила злоупотреба“ (Ibid., str. 122, нагласио У. Ш.). Ово заправо значи да САД тај монопол морају да задрже за себе. Они сматрају да ће она бити прескупа, те да ће због тога њено ширење бити тржишно ограничено, али се залажу и за постизање међународног договора о ограничењу употребе вештачке интелигенције у неким областима, попут нпр. производње биолошког оружја. И овде, заправо, видимо, кисинџеровски, хладноратовски поглед на свет: постизати споразуме и договоре међу државама, наметати њихову обавезност, наравно уз изузетност САД. Само што нема одговора на питање: Шта ће се десити ако машине почну међусобно да се саме споразумевају?! Да ли је то футуризам? Можда, али је и AI то била пре нешто више од пола века.

Ка закључивању

Несумњиво је да је Хенри Кисинџер имао веома значајну улогу у обликовању света друге половине XX века, па чак и света у којем и даље живимо, на половини треће деценије XXI века. Његова дипломатска достигнућа донела су му бројна признања и почести; имао је и политичку и академску каријеру; образовање које је поседовао и мудрост коју је стекао давали су му основ за широке генерализације које је чинио, понекад чак и занемарујући појединачне чињенице, али генерално извлачећи исправан закључак. О моралним начелима и етици, када је његова политика у питању, не треба сувише говорити, пошто је једини императив био и ос-

тао: одбранити став САД, чак и када је то било у супротности са његовим виђењем америчких националних интереса (као што је то било у случају југословенске кризе, како настојања САД да пошто-пото одрже целину БиХ, тако и када се ради о агресији на Србију и СРЈ 1999). Као да се придржавао (што он ни под каквим мукама не би признао) лењинског начела „демократског централизма“: у дискусијама браним сопствени став, аргументујући га упорно и чврсто, али када се одлука донесе – браним одлуку која је донета иако сам био против ње. Невоља је што је у одређеном периоду он био личност с највећим утицајем на доносиоце одлука и што су неке од њих биле погубне за бројне људе, али и за његов етички кредибилитет. С друге стране, нека решења која је креирао издржала су пробу времена и извесно је да ће он по њима бити упамћен.

Његова коауторска књига Доба вештачке интелигенције и наша људска будућност изванредан је поглед на разумевање данашњег ступња развоја AI. Извесно је да би дословце свако ко претендује да нешто сазна о овој технологији, ко жели да остане „у седлу“ нових технолошких достигнућа, морао веома пажљиво да је прочита и покуша да је разуме. Ми смо, управо због тога, направили неуобичајено детаљан преглед закључака и ставова, сазнања и података који се налазе у књизи.

Свакако, читалац ће се упитати због чега нисмо направили посебан осврт на ову књигу, већ смо повезали анализу Кисинџерових достигнућа у дипломатији и међународним односима и Кисинџерових увида у данашњи ступањ развоја AI. Неколико је разлога за то.

Најпре, Кисинџер је остао запамћен као државник, чак више него као професор, иако је извесно много тога од теоријско-практичног знања био у прилици да пренесе својим студентима. Због тога је ова књига недовољно перципирана у нашој академској заједници.

Друго, одлика свих Кисинџерових настојања била је да уређује светски поредак, да ствара систем, који је пре свега у интересу САД. Такво његово настојање упадљиво је и у овој његовој књизи, посебно када пише о развоју AGI.

Треће, његова упозорења у вези с могућностима вештачке интелигенције и ратовања вештачки интелигентним оружјима (посебно, како су Американци класификовали и декларисали своје одрицање: оружјима вештачке интелигенције) прилично су уверљива. Ни „обичан“ нуклеарни рат нико не би преживео, а камоли онај у којем одлуке о употреби нуклеарних ракета не доносе људи, већ су оне

препуштене некој генерацији вештачке интелигенције.

Четврто, његова потреба да регулише употребу AI у ратовању, а то је упркос другим темама које књига отвара, кључно у њој, идеја водила, директна је последица његове улоге коју је имао током хладног рата. Без познавања те улоге и кисинџеровске хладноратовске логике тешко је разумети препоруке и идеје које он износи у вези са AI.

Пето, и последње, поставља се питање да ли је могуће хладноратовским средствима споразумевања, равнотеже сила и одвраћајућих ефеката нуклеарног потенцијала спречити нежељене ефекте могућег утицаја AI у ратовима XXI века. Кисинџер и сар. су понудили решења базирана на искуствима прошлог века и на претпоставци да је легитимно демократско одлучивање "резервисано" за људе, односно да не сме да буде пренето на вештачку интелигенцију. Видећемо хоће ли она функционисати и у овом веку.

References / Литература

- BBC NEWS-World Service-In Serbian (2023, July, 20). "America, China and politics: Veteran US diplomat Henry Kissinger in Beijing with Xi Jinping, details of the conversation are not known". BBC NEWS in Serbian. Available at: <https://www.bbc.com/serbian/lat/svet-66255601> [In Serbian]
- Bisenić, D. (2021, November 14). Kissinger and AI. *Novi Standard*. Available at: <https://standard.rs/2021/11/14/kisindzer-i-vestacka-inteligencija/> [In Serbian]
- Brzezinski, Z. (2013). *Strategic Vision*, transl. by S. Divjak. Beograd: Albatros plus [In Serbian]
- Castells, M. (2012/2018). *Networks of Outrage and Hope*, transl. by V. Savić, M. Nikolić. Beograd: Službeni glasnik [In Serbian]
- Chomsky, N., Waterstone, M. (2022). *Consequences of Capitalism: Manufacturing of Discontent and Resistance*, transl. by P. Milidrag. Novi Sad: Akademska knjiga [In Serbian]

Урош В. Шуваковић

Креатор садашњости у покушају да разуме будућност
или о ономе што можемо убројати, али не на то и свести,
Кисинџерово наслеђе

- Debray, R. (2000). *Introduction à la médiologie*, transl. by M. Ivanović. Beograd: CLIO [In Serbian]
- Dimitrijević, B. (2024). Henry A. Kissinger, Eric Schmidt, Daniel Huttenlocher, *The Age of A.I. And Our Human Future*, Beograd, Klub plus, 2022, 150. *Istorija XX veka* 42 (1), 269–272. Available at: https://istorija20veka.rs/wp-content/uploads/2024/01/2024_1_18_dim_269-272.pdf [In Serbian]
- Kissinger, H. (1994). An Interview. Available at: https://www.youtube.com/watch?v=gnHakmO2_Fs
- Kissinger, H. (1999a). *Diplomacy*, Vol. One. Transl. by M. Gligorijević and V. Gligojević. Beograd: Verzalpress [In Serbian]
- Kissinger, H. (1999b, June 28). The Statment. *The Daily Telegraph*
- Kissinger, H. (1999c, April 4). Doing Injury To History. *The Newsweek International*. Available at: <https://www.newsweek.com/doing-injury-history-164822> See also an astract in *The Guardian*. Available at: <https://www.theguardian.com/world/1999/apr/01/balkans12>
- Kissinger, H. (2014, March 5). Opinion: How the Ukraine crisis ends. *The Washington Post*. Available at: https://www.washingtonpost.com/opinions/henry-kissinger-to-settle-the-ukraine-crisis-start-at-the-end/2014/03/05/46dad868-a496-11e3-8466-d34c451760b9_story.html
- Kissinger, H. (2016, December 27). Kissinger advises Trump to accept Crimea as Russia – Bild. Available at: <https://web.archive.org/web/20161228103639/http://uatoday.tv/politics/kissinger-advises-trump-to-accept-crimea-as-russia-bild-854458.html>
- Kissinger, H.A. Schmidt, E., Huttenlocher, D. (2021/2022). *The Age of A.I. And Our Human Future*, Serbian edition, transl. by J. Novačić and D. Bisenić. Beograd: Klub Plus [In Serbian]
- Mandić, D. P., Mišćević, G. M., Bujšić, Lj. G. (2024). Evaluating the quality of responses generated by ChatGPT. *Metodička teorija i praksa* 27 (1), 5–19. DOI: 10.5937/metpra27-51446
- Marković, J. M. (2023). Can we make artificial intelligence a man's partner? - Henry A. Kissinger, Eric Schmidt, Daniel Huttenlocher: *The Age of AI: and Our Human Future*, John Murray, London, 2021. *Sociološki pregled* 57 (1): 147-154. DOI: 10.5937/socpreg57-43562
- Marković, M. (1994a). *Humanistic sense of social theory*. Beograd: BIGZ, Genes-S štampa, Prosveta, SKZ. [In Serbian]
- Marković, M. (1994b). *Philosophical foundations of science*. Beograd: BIGZ, Genes-S štampa, Prosveta, SKZ. [In Serbian]
- Orlović, S. (2023). AI (ChatGPT) and our future with it. *Politički život* 24, 95–101. Available at: <https://www.fpn.bg.ac.rs/wp-content/uploads/Politicki-zivot-24-KORICE1.pdf> [In Serbian]
- RTS (2023). TV „Oko“: Henri Kisindžer (1923–2023). Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=nKfjc09UCh412`25``-13`57``> [In Serbian]
- RTS (2023a). TV „Oko“: Henri Kisindžer (1923–2023). Available at: <https://www.youtube.com/watch?v=nKfjc09UCh413`57``-14`17``> [In Serbian]
- Simeunović, D. (1992). Coup d'état as a military-political phenomenon. *Vojno delo* 3/92, 119–142. Available at: https://www.vojnodelo.mod.gov.rs/pdf_clanci/vojnodelo285/vd-285-1992-44-2-8-Simeunovic.pdf [In Serbian]
- Šuvaković, U. (2008). Possibilities Of Using Internet In Implentation Of Scientific Investigation Of Public Opinion. *Politička revija* 4/2008, 1523–1546. <https://doi.org/10.22182/pr.1842008.24> [In Serbian]

Šuvaković, U. (2023). The War That Broke Out With The Delay Of Three Decades. *Balkanske sinteze* 1/2023, 13-31. <https://doi.org/10.46630/bs.1.2023.01> [In Serbian]

Vučković, B. (2020). McLuhan and Debray: Theoretical (dis)harmony. *Sociološki pregled* 54 (4), 1311-1328. DOI: 10.5937/socpreg54-29186

Uroš V. Šuvaković

University of Belgrade,
Faculty of Education,
Department of Philosophy and Social Sciences
Belgrade (Serbia)

150 |

Creator of the present in an attempt to understand the future or what can be counted as, but not reduced to, Kissinger's legacy

Summary

The text was written with an idea of reviewing the book *The Age of A.I. and Our Human Future* (2021/2022) by Henry Kissinger and his eminent associates Eric Schmidt and Daniel Huttenlocher, which was published in the USA when Kissinger was 99 years old. Since in the meantime this US statesman passed away at the age of 101, it was impossible not to take into consideration and, at least briefly, not point to Kissinger's main accomplishments in international relations and diplomacy, his attitudes relevant for the Yugoslav crisis, and then look at this diplomat's attempt in the book about artificial intelligence to perceive its potentials and, by understanding its advantages and shortcomings, to model the direction of the development of humanity. That is why this paper consists of two parts. The first part sketches Kissinger's influence of US foreign affairs and making far-reaching foreign policy decisions of the USA, which created the world we used to know in the second half of the 20th century, with a particular emphasis on the establishment of relations between the People's Republic of China and the USA, and the détente policy of the USA and the USSR. In the second part, attention is dedicated to Kissinger's analyses and warnings about the emergence and development of artificial intelligence. Although he delved into this field at a rather advanced age, his insights are extremely important, particularly given his striving for international cooperation in the regulation of this matter.

Keywords: Henry Kissinger, diplomacy, artificial intelligence

