

UDK 614.2:004"20"
COBISS.SR-ID 153180169

ČETVRTA INDUSTRIJSKA REVOLUCIJA I NJENA PRIMENA U ZDRAVSTVENOJ DELATNOSTI

Vesna V. Radović

VISOKA MEDICINSKA ŠKOLA "SVETI VASILIJE OSTROŠKI" BEOGRAD

Sažetak: U eri četvrte industrijske revolucije (4IR) u 21. veku, za koju se očekuje da će biti praćena petom industrijskom revolucijom (5IR), značajno mesto zauzima pojava veštačke inteligencije, uređivanja gena i napredne robotike, čije se dobrobiti mogu primeniti u svim oblastima zdravstvene delatnosti. Na polju primene veštačke inteligencije u zdravstvu, nalazimo se na samom početku. Očekuje nas pomak ka sve većoj primeni veštačke inteligencije u svakodnevnom radu, koji podrazumeva razvoj alata za unapređenje prevencije, dijagnostike, prognoze i lečenja bolesti, kao i primenu u farmaceutskoj delatnosti. Iako trenutno postoje određena ograničenja u pogledu bezbednosti podataka, straha od kvarova i nedostatka ljudskog nadzora, možemo očekivati da će veštačka inteligencija postati sastavni deo kliničke prakse u narednim godinama. Veštačka inteligencija bi mogla da postane ključno sredstvo za poboljšanje zdravstvene jednakosti u svetu. Ključ za postizanje ove vizije biće proširenje istraživanja u oblasti primene veštačke inteligencije u zdravstvu. Pored toga, potrebno je ulaganje u usavršavanje zdravstvene radne snage i budućih lidera koji su digitalno osposobljeni da razumeju i prihvate sve izazove zdravstvenog sistema proširenog veštačkom inteligencijom.

Ključne reči: veštačka inteligencija, dijagnoza, prognoza, lečenje bolesti, farmaceutska delatnost

UVOD

U eri četvrte industrijske revolucije (4IR) u 21. veku, za koju se očekuje da će biti praćena petom industrijskom revolucijom (5IR) bežičnih tehnologija, 3D štampe i potpuno autonomnih vozila, značajno mesto zauzima pojava veštačke inteligencije, uređivanja gena i napredne robotike, čije se dobrobiti mogu primeniti u svim oblastima zdravstvene delatnosti. Veštačka inteligencija je grana informatike koja se bavi izgradnjom pametnih mašina sposobnih da obavljaju zadatke koje uobičajeno zahtevaju ljudsku inteligenciju. Pojedinačna primena veštačke inteligencije uključuje automatizovano sučeljavanje i razmenu informacija kod vizuelne percepcije, prepoznavanje govora, donošenje odluka i prevod sa izvornog jezika na ciljan ijezik. Ona podrazumeva široku inter disciplinarnu nauku u ekspanziji [1], koja je važan pokretač mnogih poslovnih inovacija.

Na polju primene veštačke inteligencije u zdravstvenoj delatnosti, nalazimo se na samom početku. Očekuje nas pomak ka sve većoj primeni veštačke inteligencije u svakodnevnom radu, koji podrazumeva razvoj alata za unapređenje dijagnostike, prognoze i lečenja bolesti, kao i primenu u farmaceutskoj delatnosti. Primena veštačke inteligencije u zdravstvu ima tipičan obrazac. Jedan takav veliki sistem baziran je na ogromnoj količini podataka na kojima se algoritmi mašinskog učenja koriste za dobijanje informacija, koje se potom koriste za generisanje korisnih podataka za rešavanje dobro definisanih problema u celokupnom zdravstvenom sistemu. Primena veštačke inteligencije u oblasti medicinskih nauka uključuje: prepoznavanje simptoma kod pacijenata i sinhronizovan rad sa lekarom [2], uspostavljanje dijagnoze [3], prognoze [4], otkrivanje lekova [5,6], "bot" pomoćnika koji može da prevodi jezike [7], transkribovanje beleški i organizaciju slika i datoteka [8].

Prevenција, dijagnoza, prognoza, personalne opcije lečenja

Veliki napredak je napravljen u korišćenju veštačke inteligencije prilikom dijagnostikovanja bolesti. U dermatologiji [9,10], klinički podaci koje su koristili Esteva i saradnici [6], kao i Hekler i saradnici [14], korišćeni su za razvoj metoda za klasifikaciju bolesti kako bi pomogli lekarima prilikom dijagnostikovanja raka kože, lezija kože i psorijaze. Njihovo istraživanje je pokazalo da je veštačka inteligencija sposobna da klasifikuje rak kože sa preciznošću koja se može uporediti sa dermatolozima, i da joj je potreban samo delić vremena za "obuku modela" u poređenju sa lekarima koji provode godine studiranja, a kasnije se oslanjaju na iskustva stečena tokom dugogodišnjeg rada.

U prošlosti, naučnici su secirali i ispitivali, gledali kroz mikroskope i crtali skice onoga što su videli. "Bilo im je lako da zadrže u svojim glavama kako stvari funkcionišu," kaže Christopher Plaisier, docent na Fakultetu za inženjering u Fultonu. Danas je to nemoguće. Danas znamo da postoji 25.000 gena u ljudskom genomu, a 9.000 ih je izraženo u bilo kojoj ćeliji. Jedini način da se razumeju odnosi između tih gena i način na koji oni komuniciraju sa bolestima, kao što je rak, je uz pomoć veštačke inteligencije. Ovi modeli veštačke inteligencije će klasifikovati različite tipove ćelija i pomoći naučnicima da bolje razumeju bazičnu biologiju. Tehnike poput "učenja bez nadzora" mogu pronaći sličnosti između različitih tipova ćelija i mapirati složene genetske puteve koji upravljaju njihovim rastom. To može otvoriti uzbudljive mogućnosti u medicini. Plaisier koristi veštačku inteligenciju za analizu tumorskih ćelija malignog pleuralnog mezotelioma, vrste raka pluća. Ulaskom u baze podataka o postojećim lekovima, njegov tim je pronašao 15 lekova koje je odobrila FDA i koji bi potencijalno mogli da se prenamene za lečenje ovog stanja [19].

Dosta posla je urađeno i u oblasti primene veštačke inteligencije u praćenju prognoze bolesti. Istraživači u Google-u razvili su sliku fundusa mrežnjače i klasifikovali je kao dijabetičku retinopatiju i makularni edem kod odraslih osoba obolelih od dijabetesa. Ovo je omogućilo:

- Automatsko procenjivanje razvoja dijabetičke retinopatije, što dovodi do povećane efikasnosti u postavljanju dijagnoze, u kraćem vremenskom periodu;
- Da oftalmolozi istovremeno dobiju i drugo mišljenje;
- Detekciju dijabetičke retinopatije u ranoj fazi bolesti, zbog sposobnosti modela veštačke inteligencije da proučava slike na granularnom nivou, što oftalmolog ne može da uradi;
- Široku pokrivenost programa skrininga i smanjenje prepreka za skrining.

Ogroman napredak napravljen je u primeni veštačke inteligencije u otkrivanju lekova i pružanju personalnih opcija lečenja. Kompanija Verge Genomics fokusirana je na primenu veštačke inteligencije za analizu podataka o ljudskom genomu i pronalaženje lekova za borbu protiv neuroloških bolesti, kao što su Parkinsonova bolest, Alchajmerova bolest i amiotrofična lateralna skleroza (ALS).

Sistemi veštačke inteligencije primenjuju se u zdravstvenom sektoru kako bi se poboljšala briga o pacijentima i pružila podrška lekarima kroz korišćenje asistenata veštačke inteligencije prilikom:

- Pretraživanja bolničkih protokola, liste dostupnih kliničkih alata i lekova kroz upotrebu mobilne aplikacije, čime se poboljšava rad u bolnicama;
- Odgovaranja na pitanja u vezi sa propisivanjem lekova na recept, dostupnosti lekova i alternativnim lekovima.

Važnost veštačke inteligencije ogleda se u mogućnosti pravilnog odlučivanja, bez subjektivnosti, umora, sa neograničenim mogućnostima poređenja, pamćenja i zaključivanja. Ovo je veoma važno u medicini za prevenciju i dijagnostiku različitih oboljenja, kao i za praćenje efekata terapije. Veštačka inteligencija poseduje veliki potencijal za pružanje precizne i brze pomoći prilikom dijagnostikovanja i analize podataka, a u svakodnevnoj kliničkoj praksi pruža uštedu vremena, što može spasiti mnoge živote. Iako trenutno postoje određena ograničenja u pogledu bezbednosti podataka, straha od kvarova i nedostatka ljudskog nadzora, možemo očekivati da će veštačka inteligencija postati sastavni deo kliničke prakse u narednim godinama.

Farmaceutska industrija i apotekarska delatnost

Upotreba veštačke inteligencije farmaceutima pruža alate i sisteme koji im pomažu da donesu precizne kliničke odluke, zasnovane na dokazima. Koristeći algoritme veštačke inteligencije, farmaceuti mogu da analiziraju veliku količinu podataka o pacijentima, uključujući medicinske kartone, laboratorijske rezultate i različite profile lekova, pomažući im da identifikuju potencijalne interakcije lekova, procenjuju bezbednost i efikasnost lekova, i daju preporuke prilagođene individualnim zahtevima pacijenata. Različiti modeli veštačke inteligencije razvijeni su da predvide i detektuju neželjena dejstva lekova, automatizuju procese izdavanja lekova u apotekama, optimizuju doze lekova, otkriju interakcije lekova, spreče greške prilikom uzimanja lekova, obezbede usluge upravljanja terapijskim protokolima i podrže inicijative telemedicine.

Veštačka inteligencija omogućava veću saradnju između različitih zdravstvenih usluga koje se pružaju pacijentima. Za pacijente ona može biti koristan alat za pružanje uputstava o tome kako i kada da uzimaju lekove, pomoć u edukaciji prilikom upotrebe određenih lekova, a može se koristiti i da se sazna

kako i gde da se dobije najisplativija zdravstvena zaštita i kako najbolje komunicirati sa zdravstvenim radnicima.

Veštačka inteligencija je korišćena u nekoliko studija za predviđanje i otkrivanje neželjenih dejstava lekova. Primena veštačke inteligencije zastupljena je u farmaceutskoj industriji kod dizajniranja novih lekova. Ovim se skraćuju preklinička ispitivanja, koja su izuzetno duga i skupa. Takođe, primena Chat GPT 4.0 pruža mnogo bolje mogućnosti prevođenja tekstova u odnosu na Google Translate, što je posebno značajno u delu medicinskih poslova koji se bave izradom sažetaka karakteristika leka i uputstava za pacijente. To znači da primena Chat GPT 4.0 može da pomogne i ubrza sam proces pisanja dokumenata, ali je neophodan ljudski faktor radi detaljnog pregleda i korekcije teksta. Na ovaj način može se izvršiti pretraga relevantnih baza i obrada dobijenih rezultata u dosta kraćem vremenu. Ovi chatbotovi unose novu efikasnost u farmaceutske regulatorne procese. Oni minimiziraju rizike od nesuklađenosti i pružaju potrebnu pomoć kroz automatizaciju upravljanja procesima. Najvažnije, oni demokratizuju pristup regulatornim znanjima.

Pridržavanje brojnih propisa koji regulišu farmaceutske proizvode je težak zadatak. Zaposleni moraju osigurati da se hiljade zahteva ispune do poslednjeg slova. Jedan propušten detalj u podnesku može poništiti godine truda i investicija. Jedna greška u unosu podataka u formular za izveštaj o slučaju mogla bi prikriti kritičan sigurnosni signal. Nedosledna primena smernica među timovima mogla bi rezultirati nepotpunim podneskom bez regulatornog odobrenja. Chatbotovi pružaju moćno rešenje za smanjenje ovih ljudskih grešaka. Njihovi izlazi su 100% standardizovani - generisani kroz automatizovanu obradu pravila i validacije, a sve transformacije podataka se sprovode kroz programske provere i skripte.

Veštačka inteligencija je prešla dug put u zdravstvu, odigravši značajnu ulogu u skladištenju i upravljanju podacima i informacijama, kao što su istorije bolesti pacijenata, zalihe lekova, podaci o prodaji. Bez sumnje, ona je unapredila zdravstvenu zaštitu kako bi bila efikasnija, pri čemu ni apotekarska delatnost nije izostavljena. Tokom proteklih nekoliko godina identifikovan je porast interesovanja za korišćenje ove tehnologije za otkrivanje lekova, dizajniranje doznih oblika, polifarmakologiju i bolničku farmaciju.

Stomatološka delatnost

Više od 40 godina, istraživači eksperimentišu sa načinima primene veštačke inteligencije u stomatologiji. U poslednjoj deceniji, sposobnosti veštačke inteligencije su konačno dostigle kritičnu masu. Alati sa veštačkom inteligencijom pomažu stomatolozima da identifikuju karijes kod pacijenata, i do pet godina ranije. Takođe, oni omogućavaju stomatolozima da na daljinu analiziraju oralne fotografije koje pacijentima šalju putem pametnog telefona. Alati za snimanje koriste veštačku inteligenciju da usmere pacijente prilikom snimanja, pri čemu mogu da otkriju prve znake bolesti usne duplje i zuba, i da ih na vreme "prijave stomatolozima". 3D simulacije usne duplje, vođene veštačkom inteligencijom, pomažu ortodontima da ubrzaju nameštanje i prelazak između proteza, alajnera i držača. Neki alati, čak omogućavaju pacijentima da vide simulacije kako će njihovi zubi, usta, lice ili proteza izgledati nakon završenog posla [21].

Veštačka inteligencija donosi zaključke na osnovu podataka koji su joj dati, pa se mora voditi računa o validnosti tih podataka, jer se na osnovu njih razvijaju izuzetno bitni algoritmi. Zbog računara i veštačke inteligencije, mnogo ljudi gubi posao širom sveta, a postoji tendencija nastavka ovakvog trenda. Pitanje je da li je potrebno da mašine zamene ljude u oblasti kao što je medicina, gde su osećanja, empatija i toplina važni faktori [17].

Napredak veštačke inteligencije ima potencijal da transformiše mnoge aspekte zdravstvene zaštite, omogućavajući budućnost koja je personalizovanija, preciznija, prediktivna i prenosiva. Nejasno je da li ćemo videti postepeno usvajanje novih tehnologija ili radikalno usvajanje ovih tehnoloških inovacija, ali uticaj takvih tehnologija i digitalna renesansa koju donose, zahtevaju od zdravstvenih sistema da razmotre kako će se najbolje prilagoditi ovim promenama. Primena takvih tehnologija ima za potencijal da omogući zdravstvenim radnicima da se usredsrede na ono što je važno njihovim pacijentima, kako bi im pružili visoki standard nege.

Veštačka inteligencija bi mogla da postane ključno sredstvo za poboljšanje zdravstvene jednakosti u svetu. Ključ za postizanje ove vizije biće proširenje istraživanja u oblasti primene veštačke inteligencije u zdravstvu. Pored toga, potrebno nam je ulaganje u usavršavanje zdravstvenih radnika, budućih lidera koji

su digitalno osposobljeni da razumeju i prihvate sve izazove zdravstvenog sistema proširenog veštačkom inteligencijom [18].

ZAKLJUČAK

Budućnost nam stiže krupnim koracima, a samim tim, svi zaposleni u zdravstvenoj delatnosti nemaju vremena za čekanje. Ovaj visokorizični pejzaž i široko polje delatnosti zahtevaju inovativna rešenja. Ovde čak i najmanja greška može imati ozbiljne posledice. Tu se pojavljuje veštačka inteligencija i AI-pokretani chatbotovi kao igrači koji globalno menjaju pravila igre. Na ovaj način smanjuje se mogućnost ljudskih grešaka, posebno tamo gde je rizik od ljudske greške izuzetno visok, što je slučaj u modernoj medicini, farmaciji i stomatologiji.

LITERATURA:

1. Géron A. Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn & TensorFlow. 1st ed. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly; 2017.
2. Güneş ED, Yaman H, Çekyay B, Verter V. Matching patient and physician preferences in designing a primary care facility network? J Oper Res Soc. 2017;65:483–96. doi: 10.1057/jors.2012.71.
3. Esteva A, Kuprel B, Novoa RA, Ko J, Swetter SM, Blau HM, et al. Dermatologist-level classification of skin cancer with deep neural networks? Nature. 2017;542:115–8. doi: 10.1038/nature21056.
4. Gulshan V, Peng L, Coram M, Stumpe MC, Wu D, Narayanaswamy A, et al. Development and validation of a deep learning algorithm for detection of diabetic retinopathy in retinal fundus photographs. JAMA. 2016;316:2402–10.
5. Ekins S. The next era: Deep learning in pharmaceutical research. Pharm Res. 2016;33:2594–603.
6. Jing Y, Bian Y, Hu Z, Wang L, Xie X. Deep learning for drug design: An artificial intelligence paradigm for drug discovery in the big data era. AAPS J. 2018;20(3):58. doi: 10.1208/s12248-018-0210-0.
7. AVIA. [Last accessed on 2020 Jun 14]. Available from: <https://aviahealth.com/>.
8. Bot MD. [Last accessed on 2020 Jun 14]. Available from: <https://www.botmd.io/>
9. Caffery L, Clunie D, Curriel-Lewandrowski C, Malvey J, Soyer H, Halpern A. Transforming dermatologic imaging for the digital era: Metadata and standards. J Digit Imaging. 2018;31(4):568–77. doi: 10.1007/s10278-017-0045-8.
10. Li C, Shen C, Xue K, Shen X, Jing Y, Wang ZY, et al. Artificial intelligence in dermatology: Past, present, and future. Chinese Med J. 2019;132(17):2017–20. doi: 10.1097/CM9.0000000000000372.
11. Hekler A, Utikal J, Enk AH, Hauschild A, Weichenthal M, Maron RC, et al. Superior skin cancer classification by the combination of human and artificial intelligence. Eur J Cancer. 2019;120:114–21. doi: 10.1016/j.ejca.2019.07.019.
12. Verge Genomics. [Last accessed on 2020 Jun 14]. Available from: <https://www.vergegenomics.com/>
13. Dilsizian S, Siegel E. Artificial intelligence in medicine and cardiac imaging: Harnessing big data and advanced computing to provide personalized medical diagnosis and treatment. Curr Cardiol Rep. 2014;16(1):441. doi: 10.1007/s11886-013-0441-8.
14. Radakovich N et al. Machine learning in haematological malignancies. Lancet Haematol 2020; 7(7):e541-50. doi: 10.1016/S2352-3026(20)30121-6
15. Chalasani SH, Syed J, Madhan R, Patil V. Artificial intelligence in the field of pharmacy practice: A literature review. Exploratory Research in Clinical and Social Pharmacy. 2023;12:100346. doi: 10.1016/j.rcsop.2023.100346.
16. Raza MA, Shireen Aziz, Noreen M, Saeed A, Irfan Anjum I, et al. Artificial Intelligence (AI) in Pharmacy: An Overview of Innovations. Innov Pharm. 2022; 13(2): 10.24926/iip.v13i2.4839. doi: 10.24926/iip.v13i2.4839.
17. Kostić E J., Pavlović D A., Živković M D. Primena veštačke inteligencije u medicini i farmaciji - etički aspekti. Acta medica Medianae 2019;58(3):128-137.
18. Bajwa J, Munir U, Nori A, Williams B, Artificial intelligence in healthcare: transforming the practice of medicine. Future Healthc J. 2021; 8(2): e188–e194. doi: 10.7861/fhj.2021-0095.
19. August Hays-Ekeland's. AI-powered medicine. ASU Thrive magazine. Arizona State University. 2024;27(3).
20. AI May Be Just What the Dentist Ordered. KAT J. McALPINE | Harvard School of Dental Medicine(HSDM) November 30, 2023. dostupno na: <https://hms.harvard.edu/news/ai-may-be-just-what-dentist-ordered>.