



E. Meštrović,^{a*} A. Vinter,^b A. Nikolić,^c N. Bregović,^d
O. Petković,^e D. Marković,^c V. Tomišić,^d N. Biliškov,^f
M. Petković Didović,^g S. Dolić,^f M. Babić,^c M. Roje,^f
N. Cindro,^d G. Talajić,^d L. Štefan,^h P. Kassal,^a
A. Usenik^d i I. Rezić Meštrovićⁱ

^aSveučilište u Zagrebu Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije,
Trg Marka Marulića 19, 10 000 Zagreb

^bSelvit d. o. o., Hondlova 2, 10 000 Zagreb

^cSveučilište u Rijeci Fakultet biotehnologije i razvoja lijekova,
Radmile Matejčić 2, 51 000 Rijeka

^dSveučilište u Zagrebu Prirodoslovno-matematički fakultet,
Horvatovac 102A, 10 000 Zagreb

^eSrednja talijanska škola Rijeka – Scuola media superiore italiana Fiume,
Erazma Barčiča 6, 51 000 Rijeka

^fInstitut Ruđer Bošković, Bijenička cesta 54, 10 000 Zagreb

^gSveučilište u Rijeci Medicinski fakultet, Braće Branchetta 20, 51 000 Rijeka

^hJadran-galenski laboratorij d. d., Svilno 20, 51 000 Rijeka

ⁱSveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet,
Prilaz baruna Filipovića 28a, 10 000 Zagreb

Osvrt na okrugli stol “Kemija u doba umjetne inteligencije: inovacije, suradnje i izazovi” održan tijekom konferencije HKD-a



Tema umjetne inteligencije i mogućnosti koje pružaju različiti alati iz tog područja u novije je vrijeme nezaobilazna te zaokuplja različite struke i profesije. Primjena algoritama na kojima se temelje alati umjetne inteligencije nije novost; počeli su se razvijati u drugoj polovici prošlog stoljeća, no do prije nekoliko godina primjenjivali su se samo unutar relativno uske zajednice. Znatno opsežniju primjenu nalaze nakon razvoja alata koji omogućnost uporabe velikih jezičnih modela nude široj zajednici pomoću sučelja koje ne zahtijeva specifična znanja, već sliči onome uobičajenom za internetske preglednike i pruža korisnicima mogućnost jednostavne primjene u raznim sektorima. Teško da je moguće pronaći sugovornika koji nikad nije čuo za ChatGPT ili neki drugi *chatbot*. Mogućnosti koje nude spomenuti servisi mijenjaju načine na koje obavljamo određene poslove te pružaju neke sasvim nove pristupe, kako u znanosti tako i u edukaciji. O navedenoj temi provedena je rasprava tijekom znanstvene konferencije “Ljetna konferencija Hrvatskog kemijskog društva Rijeka-Pula 2024”, koja je pokazala njezinu važnost i aktualnost. Tome svjedoče promišljanja dana u nastavku.

Ernest Meštrović

Krenimo raspravljati o mogućnostima koje nude alati temeljeni na upotrebi velikih jezičnih modela, koji su danas sinonim umjetne inteligencije, pri čemu prednjači ChatGPT. Na temelju pokusa provedenog rješavanjem računskih zadataka iz kemije (zbirka zadataka M. Sikirica, *Stehiometrija*, Školska knjiga, Zagreb, 2008.) ustanovljeno je da je uporabom ChatGPT-a moguće točno riješiti oko 90 % zadataka (na uzorku od 230 zadataka). Istodobno, prolaznost studenata Fakulteta kemijskog inženjerstva i tehnologije na pismenom ispitu iz kolegija *Opća kemija* znatno je niža od tog prosjeka. Može se pretpostaviti da dio studenata zasigurno poznaje mogućnosti koje nude spomenuti alati, dio njih ih vjerojatno ne upotrebljava, a dio nije siguran može li im to pomoći ili ne. Na koji način primjenjivati tu spoznaju, vrijedi li promovirati primjenu navedenih mogućnosti, ili ih ignorirati, ili čak ići u suprotnom smjeru i “zabraniti” njihovu uporabu? Koja je uloga

učitelja, nastavnika, profesora, mentora u srazu sa svim tim mogućnostima? Koji pristup primijeniti, što načiniti?

Adrijana Vinter

Shvatila sam da se ja i netko 20 godina mlađi razlikujemo znatno više nego ja i netko 20 godina stariji, i to ne samo u načinu primjene tehnologije. Možda upravo tu leži poruka: potrebno je mijenjati sustav i unutar fakulteta naučiti studente kako se koristiti novim alatima te kako ih primijeniti u rješavanju stvarnih izazova.

Andrej Nikolić

Moje vrijeme sa Sikiricom prošlo je prije par godina i tad nisam imao veze s ChatGPT-om, ali nedavno sam radio zadatke koji su imali samo rješenja. Kod takvih slučajeva, primjenom ChatGPT-a dobivamo nekakav postupak koji bi dao trag kako bih riješio zadatak i na koncu dođemo sami do zaključka. Možemo se koristiti AI alatima da nam pomognu u procesu učenja, ali da to provjeravamo svojom inteligencijom.

Nikola Bregović

Ono što se trebamo pitati: zašto mi rješavamo te zadatke? Po meni odgovor nije da ih riješimo, to nije poanta edukacije. Nego da naučimo razmišljati, da nam svima stehiometrija uđe u krv. Neće ući u krv tako da nam netko pomaže i daje *hintove*, nego da razgovaramo međusobno, da se sami trudimo. Meni je besmisleno koristiti se ChatGPT-om u tom smislu. Treba jasno istaknuti da nije važno riješiti, već rješavati.

Usporedio bih ChatGPT s računalom u *Star Trek-u*: nije ništa riješio, ali je odgovorio na sva pitanja.

Orjen Petković

Prvi dodir s kemijom nije na Sveučilištu. Prvi dodir s prirodnim znanostima počinje još u osnovnoj školi. Učenici se koriste ChatGPT-om znatno prije od svih nas ovdje jer su znatno brži.

* Autor za dopisivanje: prof. dr. sc. Ernest Meštrović
e-pošta: emestrov@fkit.unizg.hr

Koriste se njime da riješe problem SADA. Učenici razmišljaju kako da se “riješe” nas (nastavnika i profesora), a ne kako naučiti neki predmet. Ne treba skrivati ni činjenicu da ne treba njih kriviti. Učenici u tim godinama nemaju znanja kritički razmišljati kao mi. Treba im otvoreno reći: da, možete se koristiti AI-om, ali da biste to mogli na adekvatan način, najprije trebate steći znanje. Vezano uz stehiometriju: ne uči se stehiometrija radi stehiometrije, već radi razmišljanja. U posljednjih par godina izrazito je smanjeno razmišljanje. Maturantima je teško razlučiti značenje 1 mg u odnosu na gram. Prvo pitanje koje postavim učenicima je koliko molekula vode ima u jednoj kapi? Godinama ne dobijem ni približno točan odgovor, tipičan odgovor je “oko 200”. Dodatno, potrebno je odrediti granicu: koji je to minimum koji kemičar mora znati, koji mora moći odraditi sam “na ruke”, na zelenoj ploči? Što je to što se mora znati uz svijeću i komad papira, a što nije? I to je tema za raspravu.

Dean Marković

AI nije više budućnost, nije sutra, nego je danas, ako nije već polako i jučer. Mislim da to ne treba skrivati i treba dopustiti studentima i učenicima da se njime koriste, no treba prije svega usvojiti znanje da bi mogli procijeniti što je točno jednom kad će ga primijeniti. Koja je svrha kemičara ako ćemo se svi osloniti na automatizaciju?

Adrijana Vinter

Mladi znanstvenici žele se baviti stvarnom znanošću, ne žele trošiti vrijeme na rutinske zadatke koje mogu obavljati strojevi. Žele razumjeti što se događa u molekuli, kako doći do nje i kako ju dizajnirati. Tehnologija i napredak nisu neprijatelji; ključno je naučiti studente kako se njima pravilno koristiti, što je korisno, a što nije.

Primjerice, kad ne bi postojale kazne za brzu vožnju, mnogi ne bi razmišljali o opasnostima na cesti. No kad postoji sustav odgovornosti, ljudi više paze. Slično je i s upotrebom alata poput ChatGPT-a, ne trebamo ih zabranjivati, već postaviti jasna pravila, ograničenja i sustav kontrole, primjerice, kroz prilagodbu ocjenjivanja. Tako možemo postići ravnotežu između primjene tehnologije i razvoja vlastitog znanja.

Vladislav Tomišić

Moje iskustvo upućuje na činjenicu, u koju sam apsolutno uvjeren, da ako čovjek ne zna i ne razumije stehiometriju, jednostavno ne može biti dobar kemičar. Stoga je ona od presudne važnosti u kemijskom obrazovanju te bih, za razliku od nekih drugih slučajeva, izbjegavao primjenu umjetne inteligencije u podučavanju stehiometrije i općenito u rješavanju računskih zadataka iz kemije.

Nikola Biliškov

Moramo razumjeti kako radi AI i da se hrani podacima iz baza podataka, a o njima možemo raspravljati koliko su dostupni bez našeg pristanka, bez upliva našeg znanja. Mi dajemo podatke kojima se hrani umjetna inteligencija. Ne treba upirati prst u mlađu generaciju. Ona nije kriva za postojanje AI-ja, već je činjenica koja postoji i ako već postoji, onda će se ljudi njome koristiti. Bazu podataka kojom se umjetna inteligencija hrani stvorila je naša generacija. Tehnološki napredak kojem pripada i AI zapravo je brži od našeg društvenoga odgovora na njegovo postojanje i na sve pozitivne i negativne mogućnosti koje tehnologija pruža.

Mirna Petković Didović

Svojim studentima planiram dati do znanja da se mogu služiti umjetnom inteligencijom, neću im braniti, ali im i istaknuti kako moraju biti svjesni da na kraju dolaze na usmeni, gdje se odmah vidi koliko zapravo znaju.

Stjepan Dolić

Mislim da je problem koji u kemiji stvara ChatGPT problem koji je nastao i prije nego što je ChatGPT bio na horizontu. Dakle, prije postojanja ChatGPT-a svi studenti su imali kolegu koji zna riješiti neki zadatak. Pa tako isto, kao i ChatGPT, i taj kolega krivo riješi zadatak. Čak se i u knjigama dogodi da je neko rješenje krivo. Ono što sam primijetio je da je jako niska razina intuitivnog razmišljanja studenata i učenika o kemiji. Svako slovo, svaka jednadžba im je mrtvo slovo na papiru. Nema im apsolutno nikakvo značenje. To je bilo i prije i nakon ChatGPT-a. Kemija je vrlo vizualna znanost i zato je Sikirica i stehiometrija nužna, ali je bitno da oni stvarno mogu vidjeti reakcije. Mislim da je taj problem postojao i prije, samo je ChatGPT sad to izvuкао na površinu.

Marko Babić

U moje doba, ljudi su imali aplikaciju pomoću koje su računali stehiometriju prije ChatGPT-a. S obzirom na to kako tehnologija napreduje, Pandorine se kutije otvaraju svaki dan. Postoji drugačiji problem, kad studentu trebam pomoći oko diplomskog rada, dajem mu izravno instrukcije što i kako napraviti. Čim se pojavi problem, odmah pitaju kako dalje. No, ako ja promijenim pristup i dam samo natuknice, oni su primorani razmišljati, i na taj način potičemo samostalnost. Ako se prilagodimo da imamo više praktične nastave, više primjene stehiometrije, čak i uz pomoć ChatGPT-a, s vremenom uz samostalnost mnogo toga uđe u glavu. Nisam programer, no ChatGPT mi je mnogo pomogao. Sigurno znam više sad nego prije. Zaključno, ako promijenimo pristup i uključimo primjenu, mislim da će se vidjeti napredak.

Marin Roje

Umjetnu inteligenciju gledam kao pomoć, ne gledam je kao nešto loše. Naglasak je na riječi: pomoć. Nešto što će mi generirati informacije iz enormne količine podataka. Ja to vidim kao ubrzanje.

Nikola Cindro

Mislim da je ChatGPT, kao i sam internet, jako mlad te da ćemo njegovu realnu primjenu i “granice” vidjeti tek u godinama koje slijede. S obzirom na to da se radi o alatu koji generira odgovore na temelju već zadanog seta podataka, mislim da neće u skorije vrijeme zamijeniti um znanstvenika. S druge strane, ako se njime pravilno koristimo, može umjesto nas napraviti određene poslove i tako nam osigurati više vremena za bitne stvari koje ChatGPT još uvijek ne može obaviti/kreirati/stvoriti.

Marko Babić

Mislim da je ChatGPT minimalno bitan za razvoj kemije i biotehnologije. No zanima me što ako pustimo previše eksperimentalnih informacija i s time vučemo nove algoritme?

Gregor Talajić

Krenemo s nekom idejom i danas je situacija da pitamo ChatGPT što nas zanima. Dakle mi smo prerezali cijeli put istraživanja i raz-

mišljanja, koji je još jučer bio prepreka: čitanje radova ili listanje časopisa. Znatno manje si izložen različitim idejama, konceptima. ChatGPT nikad nije dao nešto inovativno, već sve ono što je već poznato, samo prikriveno kroz neke bogate rečenice. Gubi se taj proces analize, dobivanje ideja dok listamo časopis tražeći ono što nas zanima. To su sve neke slučajne ideje koje su često kroz povijest doprinosile znanosti, ali ako to izgubimo, pitam se – hoćemo li smanjiti produktivnost?

Stjepan Dolić

Kad se priča o etičnosti ChatGPT-a, mislim da je to u vezi s pisanjem. To vidim kao alat koji može dati kostur rada, odnosno ideju kojom se mogu i ne moram koristiti. U mojem kontekstu, najkorisniji je u analizi radova. Mjesec dana nisam mogao naći rad koji mi je bio od interesa, a uz pomoć ChatGPT-a našao sam ga u 10 sekundi.

Nikola Biliškov

Činjenica je da AI vuče podatke iz izvora koji upotrebljavaju fabricirane podatke, i ako na tome temeljimo naše zaključivanje, podložni smo učiniti veliku pogrešku. To je ozbiljno etičko pitanje.

Leo Štefan

U industriji obožavam taj alat, AI. To je sve pitanje vremena koje trebaš uložiti u nešto. Kažeš neku temu koja te zanima i on ti vrlo brzo izbaci mnoštvo podataka. Koliko je to točno, provjeriš nakon toga, no dobiješ brže *hint*-ove, i to nama u industriji jako treba.

Petar Kassal

Primjena u industriji: bi li dali čovjeku ili ChatGPT-u da računa stehiometriju za pet godina? Mi raspravljamo o ChatGPT-u u ovom trenutku, ali ne znamo što će biti s njim za 5 – 10 godina. Znamo da će se znatno promijeniti i moći će napraviti više stvari. Zaposlenje kemičara u budućnosti možda će zahtijevati druga znanja i vještine. Moramo se obrazovati za buduće tržište, a mi gledamo samo sada. Slažem se da se stehiometrija mora znati, ali možda se za 20 godina neće ni trebati razumjeti u obliku u kojem ju razumijemo sada.

Andrea Usenik

Čini mi se da je najvažnija stvar kako postaviti njemu (npr. ChatGPT-u) pitanje i onda razumjeti odgovor. Ovisno o tome kako se konstruira rečenica, daje različite odgovore, odnosno ima problema s tzv. *confirmation bias* ("pristranosti potvrde"). Mislim da rezultat našeg obrazovanja, naša diploma, ne smije patiti od toga da nestane struje ili interneta. Trebamo biti funkcionalni kemičari i kad struje nestane.

Iva Rezić Meštrović

Alati umjetne inteligencije neizbježni su u znanstveno-istraživačkom radu, ali i radu sa studentima. Način edukacije, ishode učenja i kurikulume trebalo bi u što kraćem roku izmijeniti tako da potiču kritičko mišljenje da bi učenici, studenti, ali i stariji korisnici alata umjetne inteligencije mogli prepoznati kad su dobili točne, a kad netočne odgovore.

Vrlo česta paradigma "GIGO" (*Garbage in – garbage out*) kojom se koriste računalni inženjeri podrazumijeva da se temeljem lošeg skupa podataka ne može dobiti niti dobar model niti točno

rješenje postavljenog problema. Nitko od nas nema uvid u bazu podataka iz koje pri upotrebi raznih alata dobivamo odgovore, ali – ako imamo vještine kritičkog razmišljanja – možemo na vrijeme uočiti točnost dobivenih rješenja.

Drugi je važan aspekt, o kojem rijetko vodimo računa, činjenica da su naši upiti i unosi informacija u razne alate umjetne inteligencije također podatci temeljem kojih će se umjetna inteligencija trenirati i razvijati. Primjerice, kod znanstvenih istraživanja vrlo je bitno paziti da se originalne ideje koje se kasnije žele zaštititi patentnom zaštitom ne upisuju u razne baze.

Treća domena – vezana uz etičnost prikupljanja brzih odgovora kojima se studenti koriste kod pripreme seminarskih, završnih i diplomskih radova – na vrlo je malo sveučilišta regulirana odgovarajućim propisima i pravilnicima.

Zaključak

Svi sudionici Skupa složili su se da alati umjetne inteligencije i naprednog računanja predstavljaju realnost i da bi bilo pogubno zanemariti utjecaj koji imaju na razvoj civilizacije. U kojoj mjeri će doći do promjene koncepata na kojima se temelji podučavanje, pristup nastavi i općenito pristup učenicima i studentima, teško je predvidjeti, no s druge strane, klasični načini podučavanja preispituju se iz korijena. U ovom trenutku izazov ne predstavljaju podatci ili informacije, već je glavni izazov provjeriti jesu li dostupni podatci pouzdani. Tehnološka rješenja temeljena na informacijsko-komunikacijskoj tehnologiji daju priliku za automatizacijom i prikupljanjem velike količine podataka te se može očekivati da alati koji mogu obrađivati velike količine podataka mogu pomoći u probiru relevantnih informacija i traženju pravilnosti. S druge strane, razvoj čovjeka temelji se na drugačijem načinu učenja, pri čemu osobno iskustvo, vježbavanje i mogućnost stvaranja vlastitih mentalnih matrica čini spoznaju znatno kompleksnijom u odnosu na računalne algoritme. Bit podučavanja ne smije biti u postupcima koji se temelje na memoriranju informacija, već na onima koji omogućuju učeniku i studentu da misaonim putem i razumijevanjem što samostalnije dođe do temeljnih spoznaja.

Na jednakim postavkama počiva i znanost, gdje poznavanjem osnovnih načela možemo objasniti pojave u prirodi ili funkcioniranje određenih tehnoloških rješenja. Kad to ne uspijemo, nastojimo osmisliti nova načela, bilo empirijska bilo temeljena na teorijskim razmatranjima. Rješenja određenih tehničkih izazova** temelje se na sličnom pristupu, odnosno do njih se nastoji doći pomoću postojećih znanja, pri čemu, slično kao kod novih znanstvenih spoznaja, često intuicija i inspiracija vode prema inovativnim rješenjima.

Premda se nastoji stvoriti dojam da umjetna inteligencija daje takva inovativna rješenja, još uvijek je njihova primjena unutar predvidljivih okvira. Privid inovativnosti temelji se na mogućnosti sistematiziranja i analize velike količine podataka, čijom se obradom statističkim alatima i neuronskim mrežama može stvoriti takav dojam. Kojom brzinom će se razvijati ti alati nije moguće predvidjeti, no sa sigurnošću se može reći da će biti nezaobilazni u vremenu koje dolazi. Iako bi fascinacija takvim rješenjima nekoga mogla zavarati i stvoriti privid da učenje, razumijevanje i fundamentalno baratanje osnovnim načelima više nije bitno te da je dovoljno postati vješt korisnik dostupnih alata, uvjereni smo da treba stremiti upravo suprotnom: još više raditi na temeljnom razumijevanju, a alatima umjetne inteligencije koristiti se kao vrijednom pomoći na tom putu.

Autori ovog članka zahvaljuju studentici Tihani Mlinarić na vođenju zabilježba tijekom rasprava na okruglom stolu.

** Tehnička rješenja su ona koja vode k razvoju i poboljšanju raznih uređaja, proizvodnih i dijagnostičkih postupaka, lijekova, materijala i slično.