

Raziskovalni trendi na področju generativne umetne inteligence v izobraževanju v obdobju med letoma 2014 in 2024

Karmen Drljić

Univerza na Primorskem
karmen.drljic@pef.upr.si

Sonja Čotar Konrad

Univerza na Primorskem
sonja.cotarkonrad@pef.upr.si

V zadnjem desetletju se izobraževanje vse bolj prepleta z digitalnimi tehnologijami, zlasti umetno inteligenco, kar prinaša nove priložnosti in izzive. Generativna umetna inteligenca (GUI), kot je ChatGPT, omogoča personalizacijo učenja in avtomatizacijo raziskovalnih nalog. Kljub njenim prednostim se v povezavi z njeno rabo v izobraževanju pojavljajo tudi pomembna etična in varnostna tveganja, kot so dezinformacije in vprašanja avtorskih pravic. Različne raziskave v mednarodnem prostoru se osredotočajo na vključevanje GUI v pedagoške in didaktične prakse, kar kaže na rastoč interes za to področje v akademskem svetu. Pričujoča raziskava se osredotoča na bibliometrično analizo znanstvenih objav o GUI v izobraževanju med letoma 2014 in 2024. Z zbiranjem podatkov iz baze Scopus je bilo identificiranih 704 relevantnih člankov. Analiza, izvedena s programsko opremo VOSviewer, raziskuje raziskovalne trende, geografsko razporeditev in vplivne avtorje na tem področju ter obravnava pedagoške vidike uporabe GUI v izobraževanju. Analiza geografske prisotnosti raziskav o GUI v izobraževanju je pokazala, da so vodilne države ZDA, Avstralija in Kitajska. Ugotovljeni so bili štirje grozdi držav glede na njihovo povezanost. Med vodilnimi avtorji sta najbolj citirana N. Pervin in A. Yusuf. Analiza ključnih pojmov je razkrila 231 relevantnih pojmov, pri čemer so se najpogostejše pojavljali izrazi, kot so »učitelj«, »gpt« in »slika«. Glavna raziskovalna področja vključujejo pedagoške, tehnične, pravno-etične in organizacijske vidike GUI v povezavi s STEM, z jezikovnim učenjem in s spodbujanjem ustvarjalnosti. Prispevek poudarja širino raziskav, vizualizira raziskovalna omrežja ter izpostavlja potrebe po dopolnitvi analize z drugimi bazami, kot je Web of Science.

Ključne besede: generativna umetna inteligenca, izobraževanje, bibliometrija, raziskovanje

 © 2025 Karmen Drljić in Sonja Čotar Konrad

<https://doi.org/10.26493/978-961-293-431-6.7>

Uvod

V zadnjem desetletju smo na področju izobraževanja, predvsem na področjih učenja in poučevanja ter visokošolskega pedagoškega raziskovanja, pričali vstopu različnih digitalnih tehnologij (Yusuf in Tambuwal, 2018). Pri tem naj bi se kot obsežnejše vstopanje tehnologije v polje izobraževanja izkazala predvsem umetna inteligenca (UI) (Zhang idr., 2023). Nedavne raziskave poročajo o nenehnem širjenju orodij UI v visokošolskem prostoru tako na področju učenja in poučevanja – predvsem zaradi potencialnih prednosti, ki naj bi se nanašale na večjo personalizacijo in individualizacijo učenja in poučevanja (Bhutoria, 2022) – kot tudi na področju raziskovanja – kot ponujanje možnosti avtomatizacije ponavljajočih se, rutinskih nalog (de la Torre-Lopez idr., 2022). Ob tem Yusuf idr. (2024) dodajajo, da naj bi v visokošolski prostor tehnologija posebej intenzivno prodrla z nastopom t. i. generativne umetne inteligence (GUI) z razvojem klepetalnega robota ChatGPT (podjetja Open AI) ter drugih orodij z odprtim dostopom, katerih namen naj bi bil »posnemanje človeškega pogovora in človekove inteligentnosti« (Yusuf, 2024).

Oprelitev GUI in njena umeščenost na področje izobraževanja

GUI pomeni različen obseg tehnik in modelov UI, ki so namenjeni ustvarjanju različnih vsebin, posredovanih v različnih medijskih formatih (npr. besedila, slike, zvoki, videovsebine) (Cooper, 2023; Strzelecki in ElArabwy, 2024). Po mnenju več avtorjev (npr. Dwivedi idr., 2023) rezultati, pridobljeni z rabo GUI, presegajo rezultate tradicionalnih algoritimično utemeljenih tehnik prepoznavanja vzorcev. Modeli GUI so namreč zasnovani tako, da posnemajo ustvarjalne in generativne lastnosti človeškega razmišljanja (Dwivedi idr., 2023).

Ti modeli temeljijo na metodah strojnega učenja, pri čemer imajo osrednjo vlogo tehnike globokega učenja in oblikovanja nevronske mreže, ki so osnovane na obsežnih zbirkah podatkov (Tlili idr., 2023). Z »učenjem« na podlagi nenehno dopolnjujočih se baz podatkov GUI identificira vzorce in latentne strukture v podatkih. Na podlagi tega »učenja« uporablja verjetnostne modele za generiranje novih vsebin, pri čemer orodja zagotavljajo rezultate, ki so v določenem kontekstu čim koherentnejši in relevantnejši. Posledično Cecilia K. Y. Chan in Wenjie Hu (2023) zaključujeta, da GUI predstavlja pomemben napredek v UI in da se njena transformativna aplikativna funkcija kaže v obsežnih možnostih ustvarjanja ter generiranja različnih (besedilnih, video-, avdio- in drugih) vsebin.

Ob tem pa se z uporabo GUI pojavljajo tudi nekatera tveganja (Tlili idr., 2023), ki se nanašajo na (i) etične in družbene vidike rabe orodij (npr., rezultati,

ki jih generira GUI, lahko prinašajo dezinformacije in manipulacije; vprašanje avtorskih pravic in lastništva vsebin); (ii) tehnične omejitve in pristranskosti (vprašanje veljavnosti baz podatkov, na katerih se GUI »uči«, ter posledično natančnosti, zanesljivosti in potencialne diskriminatornosti podatkov, neenaka dostopnost do orodij); (iii) varnostna tveganja (npr. možnost zlorabe tehnologije, kompleksnost kibernetске varnosti); (iv) drugi vplivi (npr. povečana družbena negotovost kot posledica nezaupanja v resničnost digitalnih vsebin ali hitrih sprememb na področju GUI;¹ spremembe načinov učenja in poučevanja; možnosti vpliva na duševno zdravje posameznikov itd.).

Vključevanje GUI v izobraževanje posledično pomeni tudi povečan raziskovalni interes za omenjeno področje (Noroozi idr., 2024). Noroozi idr. (2024) menijo, da zagovorniki rabe GUI poudarjajo njen velik potencial za dvig kakovosti raziskovanja izobraževalnega področja ter učenja in poučevanja, ki naj bi ga prinašala omenjena tehnologija, pri čemer skeptiki in kritiki opozarjajo predvsem na pasti in negativne posledice rabe posameznih orodij GUI.

Področje vključevanja GUI v izobraževanje je bilo v zadnjem desetletju, posebej od leta 2022 z vzpostavitvijo možnosti širokega odprtega dostopa do njenih orodij, deležno povečanega raziskovalnega interesa. Različni sistematični pregledi literature, ki se je usmerjala v ožje področje analize učinkovitosti rabe posameznih orodij GUI (npr. klepetalnih robotov (Gökçearsan idr., 2024)), ali posamezne SWOT-analize na področju učinkovitosti rabe orodij GUI v raziskovalne namene (Giray idr., 2024) doslej niso prinašali ugotovitev o širših, splošnih raziskovalnih trendih na omenjenem področju.

Pri tem avtorji (Noroozi idr., 2024) izpostavljajo, da naj bi raziskave vključevanja GUI načeloma najpogosteje naslavljale v okviru treh vsebinskih sklopov:

- (i) vključevanje GUI v učenje in poučevanje, posebej na različna področja specialnih didaktik;
- (ii) vključevanje GUI v (kvalitativno in) pedagoško raziskovanje;
- (iii) etični in pravni vidiki vključevanja GUI v izobraževanje.

¹ Zelo hitre spremembe na področju UI v smeri večje zmožnosti orodij UI za podajanje zanesljivejših in natančnejših rezultatov so sicer dobrodošle, vendar pa to sočasno pomeni tudi pomanjkanje možnosti in časa za razmislek, evalvacijo ter kritično oceno posameznih orodij. Na to opozarja tudi Ženko (interna korespondenca v letu 2024), ki pravi, da se pri raziskavah na tem področju dogaja, da so zapisi v nekem trenutku sicer smiselni, v naslednjem pa že zastareli: »Reference v prispevku so iz 2023, v 2024 pa se je pojavil model ChatGPT 01, ki razmišlja in deluje drugače, podobno velja za Gemini 2.0 v Google AI Studiu; v začetku leta 2025 izide tudi 03, ki bo še 'hujši mislec' – teh modelov nekateri ne uvrščajo več v kontekst GenUI.« Menimo, da se družbene posledice tako hitrega razvoja tehnologije lahko kažejo tudi v povečani negotovosti, frustraciji in kaotičnosti delovanja družbe kot celote.

Prvi vsebinski sklop raziskav se je nanašal na vključevanje posameznih orodij GUI (npr. ChatGPT OpenAI) v posamezna specialnodidaktična področja učenja in poučevanja (npr. didaktika tujega jezika, didaktika matematike, razvoj podjetniških kompetenc). Na področju učenja in poučevanja (tujega jezika npr. Kohnke idr. (2023) ugotavljajo naklonjenost učiteljev angleščine rabi GUI za podporo individualiziranemu utrjevanju znanja ter učenju tujega jezika nasploh. O podobnem poroča tudi Mabuan (2024), ki ugotavlja večjo učinkovitost učenja in poučevanja angleščine z vključevanjem orodja ChatGPT za namene prevajanja ter razumevanja besedil, razvoja in urjenja komunikacijskih veščin, povečanja besedišča ter generiranja idej. Kim idr. (2024) so raziskovali učinkovitost rabe ChatGPT pri urjenju spretnosti pisanja dodiplomskih študentov, natančneje njihovega obvladovanja retorike, procesa pisanja itd. Karaman in Goksu (2024) sta v kvaziekperimentalni raziskavi demonstrirala potencial GUI za načrtovanje učne ure in izboljšanje učenčevih učnih dosežkov pri matematiki. Hammoda (2024) pa je dokazal učinkovito integracijo ChatGPT v načrtovanje in oblikovanje skupinskega dela v zvezi s simulacijo ustanavljanja podjetja in z razvojem podjetniških kompetenc učencev. Omenjene raziskave tako naslavlajo podobna vprašanja kot nekatere predhodne (npr. Banihashem idr., 2022; Maghsudi idr., 2021; Noroozi idr., 2019; Tapalova in Zhiyenbayeva, 2022), ki poudarjajo, da lahko orodja GUI pomembno podprejo personalizirano učenje in poučevanje, izboljšajo učenčevovo zavzetost, regulacijo ter razumevanje učenja.

V okviru drugega sklopa raziskav vključevanja GUI v izobraževanje avtorji naslavlajo vprašanje vključevanja GUI v kvalitativno in pedagoško raziskovanje. Tako Hanneke Theelen idr. (2024) v svoji raziskavi poudarjajo potencial orodja ChatGPT za natančno kodiranje kvalitativnih podatkov in izvedbo tematskih analiz vsebine. Alexandara Harry (2023) poudarja, da lahko raba UI poveča natančnost analize podatkov in raziskovalcem omogoči, da na osnovi analize velikih baz podatkov izpeljejo smiselne in utemeljene zaključke.

Različni etični ter drugi kritični vidiki rabe orodij GUI v izobraževanju (npr. Bond idr., 2024) predstavljajo tretje večje raziskovalno področje. Tako Lim idr. (2023) v svoji raziskavi na osnovi samoporočanja študentov izpostavi pomemben in visok indeks samoplagiatorstva kot pokazatelja kršitve akademske integritete. Podobno tudi Holmes idr. (2022) v svoji raziskavi izpostavljajo potrebo po vzpostavljanju etičnega okvira rabe (G)UI v izobraževanju nasploh, Selin Akgun in Christine Greenhow (2022) pa dodatno opozarjata tudi na morebitna tveganja za zasebnost posameznikov, ki so povezana z GUI v izobraževanju.

Namen in problem raziskave

Čeprav nekateri avtorji (Noroozi idr., 2024) menijo, da je raziskovalni fokus na področju vključevanja GUI načeloma usmerjen predvsem v tri zgoraj predstavljena področja, pa je naraščajoč korpus raziskav na področju GUI v izobraževanju v zadnjih desetih letih tako obsežen, da se pojavlja vprašanje dejanskih raziskovalnih trendov na tem področju. Zato smo v okviru prispevka analizirali korpus raziskav, ki so bile objavljene na področju vključevanja GUI v izobraževanje v obdobju 2014–2024. Pri tem smo raziskali prisotnost raziskav glede na geografsko območje v mednarodnem raziskovalnem prostoru ter identificirali vodilne raziskovalce tega območja. V nadaljevanju smo analizirali tudi povezanost nekaterih pedagoških konceptov z rabo GUI v izobraževanju v preteklem desetletju.

V prispevku smo naslovili naslednja raziskovalna vprašanja:

1. Kakšna je geografska razporeditev znanstvenih objav v mednarodnem raziskovalnem prostoru na področju GUI v izobraževanju?
2. Kateri so v zadnjih desetih letih prevladujoči in najvplivnejši raziskovalci na področju GUI v izobraževanju?
3. Kateri (pedagoški) koncepti so najpogostejše prisotni pri raziskovanju vključevanja GUI v izobraževanje?

Metodologija

V okviru raziskave smo izvedli bibliometrično analizo znanstvenih objav s področja GUI v izobraževanju. Bibliometrična analiza je raziskovalni pristop, ki omogoča izvedbo temeljite analize obsežnih znanstvenih podatkov, pri čemer lahko ugotavljamo strukturo ter implicitne raziskovalne trende določenega področja (Keramatfar idr., 2022). Na osnovi tega lahko odkrivamo nove teme, povezave in vidike različnih raziskovalnih konceptov (Donthu idr., 2021), v našem primeru opredelitev in rabe GUI v izobraževanju.

Zbiranje podatkov

Vire, vključene v nadaljnjo analizo, smo zbrali s pomočjo baze podatkov Scopus. Na začetku smo določili ključne besede, s pomočjo katerih smo želeli omejiti izbor glede na cilje raziskave. Te so bile: generative AND artificial AND intelligence OR gen AND ai OR oa OR chatgpt AND teaching OR learning OR education* OR learning AND tool*. Določili smo tudi kriterij časa objave prispevkov, in sicer med letoma 2014 in 2024. V nadaljnji izbor je bilo zajetih 1.199 prispevkov. Z dodatnim kriterijem znanstvenega področja objavljenih prispevkov (računalništvo, družboslovje, humanistika in psihologija) je bil prvotni izbor zožen na 874 člankov. Po določitvi tipa dokumenta, to je znan-

```
(generative AND artificial AND intelligence OR gen AND ai OR chatgpt AND teaching OR learning OR education" OR learning AND tool" ) AND (
LIMIT-TO ( SUBJAREA, "SOCT" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA, "ARTS" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA, "PSYC" ) OR LIMIT-TO ( SUBJAREA, "COMP"
) ) AND ( LIMIT-TO ( DOCTYPE, "ar" ) OR LIMIT-TO ( DOCTYPE, "ep" ) ) AND ( LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Artificial Intelligence" ) OR
LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "ChatGPT" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Generative AI" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Generative
Artificial Intelligence" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Students" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Language Model" ) OR LIMIT-TO (
EXACTKEYWORD, "Learning Systems" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Machine Learning" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Artificial
Intelligence Tools" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Machine-learning" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Large Language Model" ) OR
LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Deep Learning" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Chatbots" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Large
Language Models" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Education" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Curricula" ) OR LIMIT-TO (
EXACTKEYWORD, "Teaching" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "AI" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Teachers" ) OR LIMIT-TO (
EXACTKEYWORD, "E-learning" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Academic Integrity" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Human" ) OR
LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Artificial Intelligence (AI)" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Artificial Intelligence In Education" ) OR LIMIT-TO (
EXACTKEYWORD, "Ethical Technology" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Decision Making" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Learning
Experiences" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Humans" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Assessment" ) OR LIMIT-TO (
EXACTKEYWORD, "Computer Aided Instruction" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "GenAI" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Chatbot" ) OR
LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Artificial Intelligence Technologies" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Learning" ) OR LIMIT-TO (
EXACTKEYWORD, "Educational Technology" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Performance" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Critical
Thinking" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "GPT-4" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Learn+" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "AI In
Education" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Teaching And Learning" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Generative Model" ) OR LIMIT-TO (
EXACTKEYWORD, "Human Computer Interaction" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "LLM" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Learning
Models" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Image Enhancement" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Educational Settings" ) OR LIMIT-TO (
EXACTKEYWORD, "Creatives" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Writing" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Task Analysis" ) OR LIMIT-TO (
EXACTKEYWORD, "Student Perceptions" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Problem-solving" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "OpenAI" )
OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "LLMs" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Ethics" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Curriculum" ) OR
LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Systematic Literature Review" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Self-regulated Learning" ) OR LIMIT-TO (
EXACTKEYWORD, "Learning Process" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Generative AI" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "AI Literacy" ) OR
LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Undergraduate Students" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Personalized Learning" ) OR LIMIT-TO (
EXACTKEYWORD, "Learning Tool" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Learning Outcome" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Generative
Artificial Intelligence (GAI)" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "GPT-3" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "GPT" ) OR LIMIT-TO (
EXACTKEYWORD, "Data Privacy" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Chatgpt" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Openai" ) OR LIMIT-TO (
EXACTKEYWORD, "Personnel Training" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Intelligent Tutoring" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Higher
Education Institutions" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Learning Analytics" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Design Thinking" ) OR
LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "AI Technologies" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Digital Transformation" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD,
"Digital Devices" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Data Visualization" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Copilot" ) OR LIMIT-TO (
EXACTKEYWORD, "Content Creation" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Conversational Agents" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD,
"Collaborative Learning" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Academic Writing" ) OR LIMIT-TO ( EXACTKEYWORD, "Application Programs" ) )
```

Slika 1 Zaključni iskalni niz v bazi Scopus

stveni prispevek in/ali objava na konferenci, nam je ostalo 741 prispevkov. Na koncu je sledil še podrobnejši izbor ključnih besed, ki naj jih analizirani članki vsebujejo, pri čemer smo izhajali iz predpostavke neposredne povezanosti ključne besede s področjem izobraževanja. Določili smo dodatnih 86 ključnih besed (npr. artificial intelligence, chat GPT, Generative AI, Generative Artificial Intelligence, Education, Teaching, Curricula, Learning, AI in Education) ter tako oblikovali zaključni iskalni niz (slika 1).

Končni izbor, ki je vključeval navedene kriterije, je generiral 704 člankov. Podatke smo izvozili v formatu .csvs.

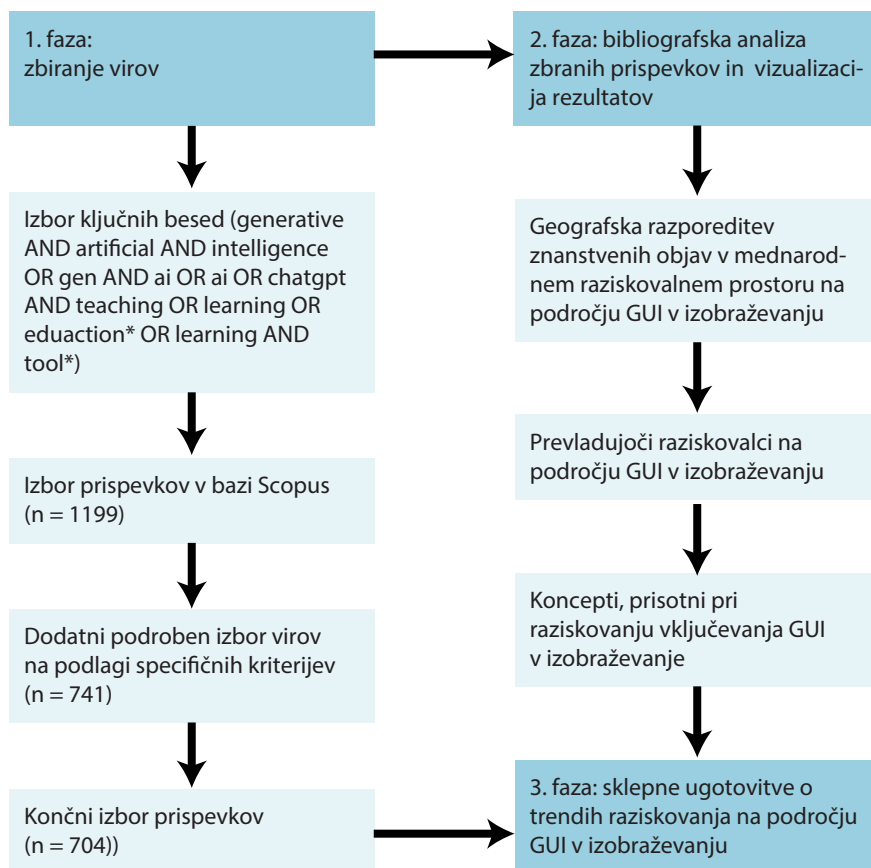
Analiza podatkov

Analiza izbranih prispevkov je bila izvedena s pomočjo programske opreme VOSviewer (različica 1.6.20). Postopek izbora prispevkov in njihove analize je grafično prikazan v sliki 2.

Rezultati

Analiza geografske razporeditve znanstvenih objav v mednarodnem raziskovalnem prostoru

Pri analizi geografske prisotnosti prispevkov v mednarodnem prostoru in njihovega soavtorstva smo se odločili za metodo popolnega štetja (angl. *full*



Slika 2 Postopek izbora prispevkov in bibliografske analiza podatkov

counting) ter zanemarili prispevke, katerih avtorji so prihajali iz več kot 25 držav. Za ožji izbor smo določili mejo treh člankov. Od avtorjev iz 44 držav, ki so v preteklih desetih letih objavili prispevek, so predvideni kriterij izpolnjevali avtorji iz 13 držav, avtorji iz desetih držav pa so izpolnjevali še dodaten kriterij povezanosti (angl. *co-occurrence*) (preglednica 1). Slednjega niso izpolnjevali avtorji iz Italije (trije prispevki, nič povezanosti), Japonske (trije prispevki, nič povezanosti) in Nemčije (šest prispevkov, ena povezanost).

Pri objavi prispevkov na temo GUI v povezavi z izobraževanjem so vodilne ZDA, Avstralija in Kitajska. Prvi dve državi dosegata tudi najvišje vrednosti pri skupni moči povezanosti, kar za Kitajsko, predvidoma zaradi političnih razlogov, ne velja. Visoka vrednost povezanosti z drugimi državami se pokaže tudi pri Singapurju. Po citiranosti najbolj izstopajo prispevki iz Singapurja, ZDA in Vietnama. S pomočjo analize sopojavnosti smo oblikovali štiri grozde (slika

Preglednica 1 Prispevki na temo GUI v povezavi z izobraževanjem po državah

Države	Prispevki	Citiranost	Skupna moč povezanosti *	Grozd
ZDA	17	17	5	1
Avstralija	10	12	6	1
Kitajska	9	4	2	3
Savdska Arabija	6	0	2	2
Hongkong	4	6	2	3
Singapur	4	18	5	4
Južna Koreja	4	0	3	2
Nemčija	3	8	2	1
Indija	3	2	2	2
Vietnam	3	15	3	4

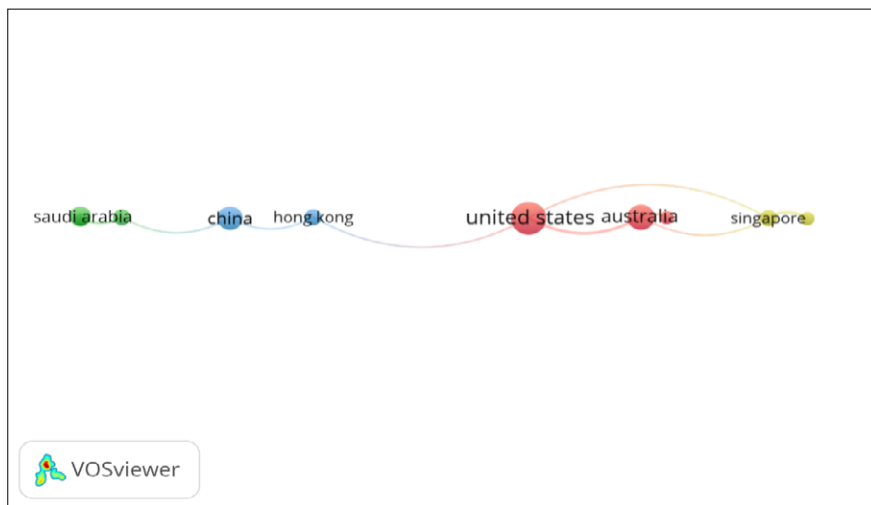
Opomba *Skupna moč povezanosti kaže število povezav med elementi in skupno moč povezav med elementi. Npr., v kontekstu soavtorskih povezav med raziskovalci atribut Citiranost označuje število soavtorskih povezav določenega raziskovalca z drugimi raziskovalci. Atribut Skupna moč povezanosti pa označuje skupno moč soavtorskih povezav danega raziskovalca z drugimi raziskovalci.

3): prvi grozd (rdeča barva) zajema države zahodnega sveta in Oceanije (ZDA, Nemčija in Avstralija), drugi grozd (zelena barva) države vzhodne, južne in zahodne Azije (Južna Koreja, Indija in Savdska Arabija), tretji grozd (modra barva) države vzhodne Azije (Kitajska in Hongkong) in četrti grozd (rumena barva) države jugovzhodne Azije (Singapur in Vietnam).

Analiza objav in identifikacija vodilnih avtorjev na področju GUI v izobraževanju v mednarodnem prostoru

Tudi pri analizi vodilnih avtorjev na področju GUI in njihovega sodelovanja z drugimi avtorji smo se odločili za metodo popolnega štetja ter zanemarili prispevke, ki so nastali v soavtorstvu 25 ali več avtorjev. V nadaljnji izbor smo vključili avtorje, ki so objavili vsaj dva prispevka z raziskovanega področja. Od 262 prepoznanih avtorjev, ki so v preteklih desetih letih objavili vsaj en prispevek, je predvideni kriterij izpolnjevalo osem avtorjev (preglednica 2). Vsi vodilni avtorji imajo objavljena dva prispevka, razlikujejo pa se v citiranosti; med njimi sta najbolj citirana N. Pervin in A. Yusuf, trenutno s citatom manj jima sledita M. Perkins in J. Roe.

Na podlagi medsebojne povezanosti so bili generirani štirje grozdi, pri čemer je bil postavljen kriterij, da mora en grozd vsebovati vsaj dva elementa. Dva elementa so vsebovali trije grozdi, v četrti grozd je bil zaradi medsebojne nepovezanosti kot edini avtor vključen D. Gašević (slika 4).



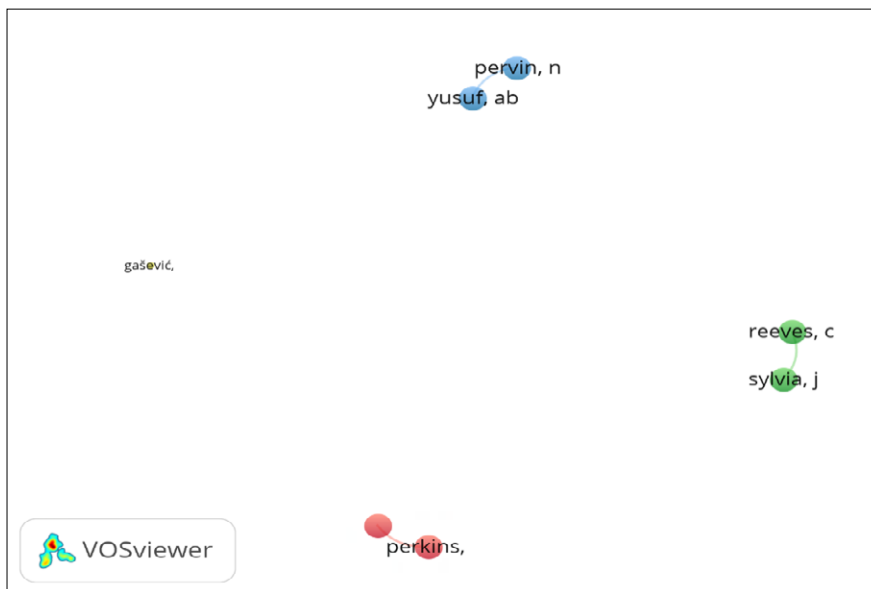
Slika 3 Prikaz grozdov vodilnih držav na področju raziskovanja GUI v izobraževanju v obdobju 2014–2024

Analiza prisotnosti prevladujočih (pedagoških) konceptov v objavah na področju vključevanja GUI v izobraževanju

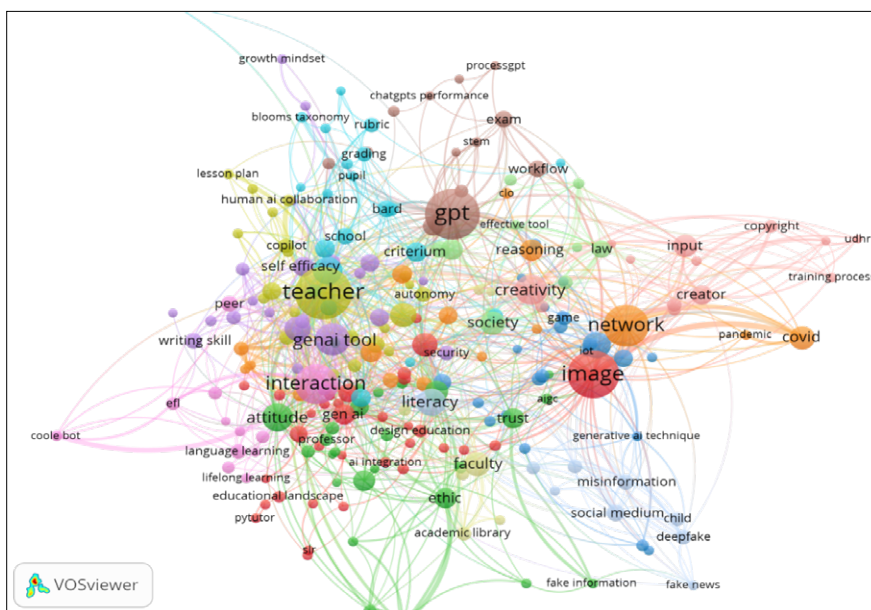
V analizo so bili zajeti pojmi iz povzetkov in ključnih besed (Abstracts in Keywords) prispevkov. Iz analize so bili izvzeti naslovi razdelkov in izjave o avtorskih pravicah (angl. *copyright declaration*). Uporabljena je bila metoda popolnega štetja. Kot najmanjše število pojavitev pojma je bilo določeno pet. Od 14.666 pojmov jih je 1.053 doseglo mejno vrednost relevantnosti števila pojavitve pojmov, izračunana je bila ocena ustreznosti, na podlagi katere je bilo izbranih 60 % (632) pojmov. Izbrani pojmi so bili še dodatno ročno pregle-

Preglednica 2 Vodilni avtorji in njihovo soavtorstvo na področju objav prispevkov o GUI v izobraževanju

Avtor	Prispevki	Citiranost	Skupna moč povezanosti	Grozd/skupek
Pervin, N.	2	16	2	1
Yusuf, A.	2	16	2	1
Perkins, M.	2	15	2	2
Roe, J.	2	15	2	2
Reeves, C.	2	1	2	3
Sylvia, J. J.	2	1	2	3
Gašević, D	2	0	0	4
Lee, J.	2	0	0	5



Slika 4 Prikaz grozdov vodilnih avtorjev na področju raziskovanja GUI v izobraževanju v obdobju 2014–2024



Slika 5 Prikaz grozdov raziskovanih konceptov na področju povezanosti GUI in izobraževanja v obdobju 2014–2024

Preglednica 3 Prikaz grozdov in pripadajočih pojmov glede na pogostost pojavljanja pojma in skupne moči povezanosti

Grozd	Pojmi	Pogostost pojavnosti pojma	Skupna moč povezanosti
1 Splošna raba GUI v visokošolskem izobraževanju	slike/podobe	676	146
	proces oblikovanja	127	34
	GUI	169	28
	visokošolska ustanova	162	22
2 Raba GUI za preverjanje akademske kredibilnosti	odnos	347	50
	plagiatorstvo	260	29
	zaupanje	173	28
	etika	276	27
3 Tehnični vidik poznavanje rabe GUI in zagotavljanje spletne varnosti	detekcija	201	43
	napad	68	21
	aplikacija	73	17
	resna igra	77	10
4 Pedagoški vidik rabe GUI za namene poučevanja	generativne tehnike UI	87	7
	učitelj	1001	177
	sodelovanje	267	37
	predavatelj	142	21
	sodelovanje med človekom in UI	102	18
5 Pedagoški vidik rabe GUI za namene učenja	orodje GUI	300	9
	intencija	288	64
	samoučinkovitost	138	39
6 Spretnosti za smiselno rabo GUI	kritično razmišljanje	312	25
	kriterij	143	47
	vrednost izvirnosti	154	25
7 Raba GUI za namene organizacije delovanja institucij s področja izobraževanja (npr. v času covida-19)	omrežje	481	23
	covid-19	481	113
	sklepanje	117	34
	upravljanje izobraževanja	258	29
8 Neposredna raba posameznih orodij GUI na področju STEM	GPT	567	13
	klepetalni robot UI	136	164
	izpit	97	23
9 Neposredna raba posameznih orodij GUI na področju učenja jezika	interakcija	590	19
	vrstniki	104	102
	učenje jezika	89	16
	EFL (pedagogical approaches in English as a Foreign Language)	124	15
	education	136	11
10 Raba GUI za spodbujanje in izražanje ustvarjalnosti	vseživljenjsko učenje		8
	ustvarjalnost	472	57
	prispevek	226	32
11 Pravni vidik rabe GUI v izobraževanju	ustvarjalec	278	24
	družba	195	34
	preverjanje znanja/preverjanje	178	27
	pravo	187	20
12 Digitalna pismenost za prepoznavanje ponaredkov in prirejenih informacij	pismenost	290	47
	družabni medij	141	19
	dezinformacije	172	16
	globoki ponaredek (deepfake)	141	14

dani; tako smo dobili 231 pojmov (21,93 %), ki so bili upoštevani pri nadaljnji analizi. Iz analize so bili izključeni pojmi, ki so se nanašali na splošne pojme, povezane z raziskavo (npr. *argument, architecture, prospective*), metodologijo (npr. *score, condition, contrast, age, person, data, control group*) ali pa so imeli strogo računalniško konotacijo (npr. *engineer, machine learning, mechanism, metaverse, programming*). Pri oblikovanju grozdov smo določili minimalno število pojmov na grozd (meja je tri), kar je rezultiralo v 13 vsebinskih grozdih. Za metodo normalizacije je bila uporabljena moč asociacije. Za prikaz podatkov smo uporabili znanstveno kartiranje in mrežno analizo pojmov.

Pojmi, ki so se najpogosteje sopojavljali z drugimi pojmi, so bili učitelj (*teacher*, $n = 177$), gpt ($n = 164$), slika (*image*, $n = 146$) in omrežje (*network*, $n = 113$). Najvišjo skupno moč povezanosti so imeli pojmi učitelj ($n = 1001$), slika ($n = 676$), interakcija ($n = 590$) in gpt (567). Sopojavljanje pojmov in njihova povezanost sta prikazana v sliki 5, kjer so posamezni grozdi označeni s svojo barvo, črte, ki povezujejo posamezne besede, se v kontrastu spreminjajo, bolj kot je barva intenzivna, močnejša je povezava med pojmi, manj intenzivna barva torej pomeni manjšo povezanost med pojmi. Velikost krogov prikazuje moč sopojavljanja z drugimi ključnimi besedami; razdalja med krogi in črtami pa prikazuje sorodnost oz. povezanost ključnih besed.

Podrobnejši pregled povezanosti pojmov kaže na prisotnost 13 grozdov. V preglednici 3 so prikazani grozdi in pojmi, ki so se najpogosteje pojavljali in/ali so imeli najvišjo moč povezanosti.

Literatura

- Akgun, S., in Greenhow, C. (2022). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*, 2(3), 431–440.
- Banihashem, S. K., Noroozi, O., van Ginkel, S., Macfadyen, L. P., in Biemans, H. J. (2022). A systematic review of the role of learning analytics in enhancing feedback practices in higher education. *Educational Research Review*, 37(1), 100489.
- Bhutoria, A. (2022). Personalized education and artificial intelligence in the United States, China, and India: A systematic review using a HumanInTheLoop model. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3(21), 100068.
- Bond, M., Khosravi, H., De Laat, M., Bergdahl, N., Negrea, V., Oxley, E., in Siemens, G. (2024). A meta systematic review of artificial intelligence in higher education: A call for increased ethics, collaboration, and rigour. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21, 4.
- Chan, C. K. Y., in Hu, W. (2023). Students' voices on generative AI: Perceptions, benefits, and challenges in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 43.

- Cooper, G. (2023). Examining science education in ChatGPT: An exploratory study of generative artificial intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32(12), 444–452.
- Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., in Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 133(5), 285–296.
- Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E. L., Jeyaraj, A., Kar, A. K., Baabdullah, A. M., Koohang, A., Raghavan, V., Ahuja, M., Albanna, H., Albashrawi, M. A., Al-Busaidi, A. S., Balakrishnan, J., Barlette, Y., Basu, S., Bose, I., Brooks, L., Buhalis, D., ... Wright, R. (2023). Opinion paper: 'So what if ChatGPT wrote it?' Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 71, 102642.
- Giray, L., Jacob, J., in Gumalin, D. L. (2024). Strengths, weaknesses, opportunities, and threats of using ChatGPT in scientific research. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 7(1), 40–58.
- Gökçearslan, Ş., Tosun, C., in Erdemir, Z. G. (2024). Benefits, challenges, and methods of artificial intelligence (AI) chatbots in education: A systematic literature review. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 7(1), 19–39.
- Hammoda, B. (2024). ChatGPT for founding teams: An entrepreneurial pedagogical innovation. *International Journal of Technology in Education (IJTE)*, 7(1), 154–173.
- Harry, A. (2023). Role of AI in education. *Interdisciplinary Journal and Humanity*, 2(3), 260–268.
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., Santos, O. C., Rodrigo, M. T., Cukurova, M., Bittencourt, I. I., in Koedinger, K. R. (2021). Ethics of AI in education: Towards a community-wide framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(3), 504–526.
- Karaman, M. R., in Goksu, I. (2024). Are lesson plans created by ChatGPT more effective? An experimental study. *International Journal of Technology in Education*, 7(1), 107–127.
- Keramatfar, A., Rafiee, M., in Amirkhani, H. (2022). Graph neural networks: A bibliometrics overview. *Machine Learning with Applications*, 10(4), 100401.
- Kim, D., Majdara, A., in Olson, W. (2024). A pilot study inquiring into the impact of ChatGPT on lab report writing in introductory engineering labs. *International Journal of Technology in Education*, 7(2), 259–289.
- Kohnke, L., Moorhouse, B. L., in Zou, D. (2023). Exploring generative artificial intelligence preparedness among university language instructors: A case study. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 5, 100156.
- Lim, W. M., Gunasekara, A., Pallant, J. L., Pallant, J. I., in Pechenkina, E. (2023). Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical

- perspective from management educators. *International Journal of Management Education*, 21(2), 100790.
- Mabuan, R. A. (2024). ChatGPT and ELT: Exploring teachers' voices. *International Journal of Technology in Education*, 7(1), 128–153.
- Maghsudi, S., Lan, A., Xu, J., in van Der Schaar, M. (2021). Personalized education in the artificial intelligence era: What to expect next. *IEEE Signal Processing Magazine*, 38(3), 37–50.
- Noroozi, O., Soleimani, S., Farrokhnia, M., in Banihashem, S. K. (2024). Generative AI in education: Pedagogical, theoretical, and methodological perspectives. *International Journal of Technology in Education*, 7(3), 373–385.
- Noroozi, O., Alikhani, I., Järvelä, S., Kirschner, P. A., Juuso, I., in Seppänen, T. (2019). Multimodal data to design visual learning analytics for understanding regulation of learning. *Computers in Human Behavior*, 100(2), 298–304.
- Strzelecki, A., in ElArabawy, S. (2024). Investigation of the moderation effect of gender and study level on the acceptance and use of generative AI by higher education students: Comparative evidence from Poland and Egypt. *British Journal of Educational Technology*, 55(3), 1209–1230.
- Tapalova, O., in Zhiyenbayeva, N. (2022). Artificial intelligence in education: AIED for personalised learning pathways. *Electronic Journal of e-Learning*, 20(5), 639–653.
- Theelen, H., Vreuls, J., in Rutten, J. (2024). Doing research with help from ChatGPT: Promising examples for coding and inter-rater reliability. *International Journal of Technology in Education*, 7(1). <https://doi.org/10.46328/ijte.537>
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R., in Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, 10(1), 15.
- Torre-López, J. de la, Ramírez, A., in Romero, J. R. (2023). Artificial intelligence to automate the systematic review of scientific literature. *Computing*, 105(1), 2171–2194.
- Yusuf, A., in Tambuwal, I. N. (2018). Integrating educational technology in teaching: Current perceptions and practices in Sokoto State Nigeria. *Arab Journal of Quality in Education*, 5(2), 7–16.
- Yusuf, A., Pervin, N., in Román-González, M. (2024). Generative AI and the future of higher education: a threat to academic integrity or reformation? Evidence from multicultural perspectives. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 21.
- Zhang, C., Schießl, J., Plößl, L., Hofmann, F., in Gläser-Zikuda, M. (2023). Acceptance of artificial intelligence among pre-service teachers: A multigroup analysis. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 49.

Research Trends in the Field of Generative Artificial Intelligence in Education, 2014–2024

In the past decade, the integration of digital technologies and particularly artificial intelligence into education has grown substantially, creating both opportunities and challenges. Generative AI tools such as ChatGPT have enabled personalized learning experiences and the automation of research tasks. However, their use also raises significant ethical and security concerns, including risks of misinformation and copyright violations. Increasing academic interest in this area is evident from numerous international research initiatives exploring the application of generative AI in pedagogy and didactics. This study conducts a bibliometric analysis of research on Generative Artificial Intelligence in Education published between 2014 and 2024. Using data from the Scopus database, 704 relevant articles were analyzed with the VOSviewer software to identify research trends, geographical distribution, key authors, and pedagogical applications of generative AI in education. The findings reveal that the USA, Australia, and China are leading in research output, with four clusters of countries connected by collaborative networks. Notably, authors N. Pervin and A. Yusuf emerged as the most cited in the field. The analysis identified 231 key terms, with ,teacher', ,gpt', and ,image' being the most frequently mentioned. Key research areas include the pedagogical, technical, legal-ethical, and organizational aspects of generative AI, with a focus on STEM education, language learning, and creativity enhancement. The study underscores the extensive scope of existing research, maps out collaborative networks, and suggests expanding the analysis to include other databases, such as Web of Science.

Keywords: generative artificial intelligence, education, bibliometrics, research