https://doi.org/10.36007/5383.2026.20

GENERATÍV MESTERSÉGES INTELLIGENCIA SZEREPE A PROGRAMOZÁS OKTATÁSÁBAN: LEHETŐSÉGEK ÉS KIHÍVÁSOK
THE ROLE OF GENERATIVE ARTIFICIAL INTELIGENCE IN PROGRAMMING EDUCATION: OPPORTUNITIES AND CHALLENGES

Dávid DEMETER[5] - Ladislav VÉGH[6]

ABSTRACT

Generative Artificial Intelligence (GenAI) has rapidly emerged as a transformative tool in education, particularly in programming instruction. This paper explores both the opportunities and challenges associated with its use. Through a literature-based analysis and illustrative examples, we show that GenAI supports personalized learning, facilitates error detection in programming, and assists in generating course materials. However, we also highlight significant risks, such as over-reliance, reduced creativity, and the phenomenon of hallucination, which can mislead students when unchecked. The study argues that while GenAI can improve teaching efficiency and enhance learners' problem-solving abilities, its effectiveness depends on responsible integration into curricula. Practical implications for educators and students are discussed, alongside potential future directions, including the design of AI-assisted learning environments that preserve originality and critical thinking. Ultimately, the role of GenAI in programming education is not to replace human creativity, but to augment it in a controlled and pedagogically sound manner.

KEYWORDS

ChatGPT, AI in education, large language model, hallucination

BEVEZETÉS

A COVID–19 pandémia idején a tanulók világszerte fokozatosan áttértek az online oktatásra, ami jelentős változásokat hozott az oktatási gyakorlatokban. Ezzel párhuzamosan kezdtek elterjedni a generatív mesterséges intelligenciák (Generative Artificial Intelligence,

[5] Mgr. Demeter Dávid, Selye János Egyetem, Gazdaságtudományi és Informatikai Kar, Informatikai Tanszék, 127616@student.ujs.sk
[6] PaedDr. Végh Ladislav, PhD, Selye János Egyetem, Gazdaságtudományi és Informatikai Kar, Informatikai Tanszék, veghl@ujs.sk

GenAI) a szélesebb nyilvánosság körében, amelyek közül a ChatGPT vált az egyik legismertebbé és legmeghatározóbbá.

Az új technológiák megjelenése ugyanakkor számos vitát indított el. Egyesek a GenAI-t az oktatás hatékonyságát növelő eszköznek tekintik, míg mások attól tartanak, hogy hosszabb távon egyes szakmák – köztük a programozói – akár feleslegessé is válhatnak. Az oktatás területén különösen fontos kérdés, hogy a mesterséges intelligencia (Artificial Intelligence, AI) mennyiben támogatja a tanulási folyamatot, illetve milyen mértékben őrizhető meg a diákok önálló gondolkodása és a létrehozott művek eredetisége.

Jelen tanulmány célja, hogy bemutassa a generatív mesterséges intelligencia programozás-oktatásban betöltött szerepét, kiemelve annak lehetőségeit, valamint a felmerülő kihívásokat és kockázatokat.

NAGY NYELVI MODELLEK ÉS A HALLUCINÁCIÓ

Mivel felkapott téma manapság, számos könyv, kutatás, illetve cikk született ezen téren. Előfordulnak olyan tanulmányok, amelyek nem csak az oktatás terén foglalkoznak a mesterséges intelligenciával, hanem elmagyarázzák annak működését is. Az egyik ilyen tanulmány például tárgyalja a generatív mesterséges intelligenciák úgynevezett hallucinációit. Egy másik tanulmány kitér az AI továbbfejlesztett algoritmusaira is. (Litty és mtsai., 2025)

Nagy nyelvi modellek

A nagy nyelvi modellek (Large Language Model, LLM) közül a ChatGPT az legnépszerűbb és legelterjedtebb, amely képes természetes nyelvű utasításokat és informatikai feladatok esetén akár forráskódokat is értelmezni és generálni. A legismertebb LLM-ek közé tartozik még a Codex, a GitHub Copilot és Gemini, amelyek kifejezetten hatékonyak ezekben a feladatokban. Alkalmazásuk hozzájárul a számítástechnikai tanulmányok és a programozási oktatás hatékonyságának növeléséhez. (Ghimire & Edwards, 2024)

A ChatGPT a természetes nyelvfeldolgozás (Natural Language Processing, NLP) területének egyik mérföldköve, amely széles körben elterjedt a cégek, fejlesztők és magánszemélyek körében, főként konverzációs ügynökök fejlesztésére. A ChatGPT alapú chatbotok akár tanulási környezetekbe is integrálhatók, lehetővé téve a diákok számára a személyre szabott interakciókat és az azonnali visszajelzést. (Prather és mtsai., 2023) Az egyik fő előnye, hogy képes generált tartalmakat biztosítani online kurzusokhoz, kvízekhez vagy vizsgákhoz, igazodva a felhasználók tudásszintjéhez és képességeihez. Ezáltal hatékony eszközzé válik a tanulás támogatásában és az oktatási folyamatok személyre szabásában. (Silva és mtsai., 2024)

Hallucinációk az LLM-ekben

A nagy nyelvi modellek (Large Language Model, LLM) egyik legfontosabb kihívása a hallucináció jelensége, amely alatt azt értjük, amikor a modell valóságnak nem megfelelő, téves vagy ellenőrizhetetlen információkat generál. Mivel a kimenet minősége nagymértékben függ

a tanulási adatok minőségétől és frissességétől, a hallucinációk komoly problémát jelentenek mind a kutatásban, mind a gyakorlati alkalmazásokban.

Hallucináció típusai:

- **Entitáshiba-hallucináció**: amikor a modell hamis entitásokat hoz létre (pl. személyek, dátumok, helyek, objektumok), amelyek ellentmondanak a valóságnak vagy a világról meglévő tudásunknak.
- **Kapcsolathiba-hallucináció**: akkor fordul elő, amikor a modell téves kapcsolatokat generál entitások között, például hibás időrendi vagy mennyiségi összefüggéseket állít elő.
- **Inkomplett hallucináció**: a kimenet hiányos vagy félbeszakadt, különösen hosszabb szövegek, listák vagy összetett magyarázatok esetében.
- **Idejétmúlt hallucináció**: akkor jelentkezik, ha a modell elavult adatok alapján dolgozik, így a jelenlegi információkat pontatlanul vagy hibásan értelmezi.
- **Túlzó állítás (Overclaim) hallucináció**: olyan eset, amikor a modell a tényleges tudásán túlmutató kijelentést tesz, mintha több ténybeli ismerettel rendelkezne, mint amennyit valójában képes alátámasztani.
- **Ellenőrizhetetlenségi (Unverifiability) hallucináció**: amikor a generált információk nem támaszthatók alá hiteles forrásokkal, ezért azok pontossága nehezen vagy egyáltalán nem ellenőrizhető. (Becker és mtsai., 2023)

Példaként az 1. ábrán látható a ChatGPT-5 modellje (a cikk írásakor a legújabb ChatGPT modell) által generált kimenet, amely tartalmaz hallucinációt. Ahogy az ábrán látható, megkértük a ChatGPTt, hogy írjon egy rövid bekezdést ennek a tanulmánynak a kulcsszavaira a felhasznált irodalmi források feltüntetésével APA formátumban. Bár első látásra a ChatGPT által generált kimenet jónak, szinte tökéletesnek tűnik, azonban, ha részletesebben megvizsgáljuk az általa felsorolt irodalmi forrásokat, észrevehetjük a hallucináció jelenségét. Míg az első három irodalmi forrás létező, valós publikációk, addig az utolsó irodalmi forrás csupán egy kitalált, nem létező folyóiratcikk, amely sem a feltüntetett (*AI Open*, 2025) folyóiratban, sem máshol nem érhető el.



1. ábra: Példa a hallucináció megjelenésére a ChatGPT-5 által generált kimenetben
Forrás: (*ChatGPT - Irodalmi források APA formátumban*, 2025)

A GENERATÍV MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ELŐNYEI AZ OKTATÁSBAN ÉS A KREATÍV MUNKÁBAN

A generatív mesterséges intelligencia (GenAI) alkalmazása számos területen bizonyult hasznosnak, különösen az oktatásban, a programozásban, az írásban és a kreatív alkotásban. Az alábbiakban összefoglaljuk a legfontosabb előnyöket és felhasználási lehetőségeket.

Oktatás és tanulástámogatás

A GenAI előnyei közé tartozik, hogy személyre szabható és bármikor elérhető a tanulás támogatására, akár az otthoni, önálló tanulás során segíthet a probléma azonnali megoldásában. Több tanulmány is kimutatta, hogy ez még a legjobb tanulók számára is hasznos lehet, például amikor kételkednek a házi feladatuk helyességében, de azonnali tanári segítség nem érhető el. Ilyenkor az AI chatbotok azonnali visszajelzést adhatnak, így AI-tutorként hatékonyan segíthetnek a diákok megértési képességeinek fejlesztésében. (Zapata-Rivera és mtsai., 2024)

A nyelvoktatásban is ígéretes eszköz, mivel képes az újonnan tanult szavak alapján szövegeket generálni. Ez lehetővé teszi a tanulók számára, hogy gyakorlatban lássák, hogyan használhatók az adott kifejezések mondatokban, ezáltal hatékonyabban rögzítve a szókincset.

Programozás és problémamegoldás

A programozás területén a generatív AI gyakran jó megoldásokat kínál standard feladatokra. Például képes működő kódot generálni olyan algoritmusokra, mint a beszúró rendezés vagy a fa bejárás (Becker és mtsai., 2023). Mivel még a professzionális programozók is gyakran követnek el hibákat, a hibakeresési folyamat kiemelt szerepet kap a tanulásban. Az AI ebben is támogatást nyújt: képes hibákra rámutatni, korrekciókat javasolni, vagy akár hibamentes kódot is biztosítani.

Ezáltal a tanulók fejlődnek a hibakeresésben, a logikai megértésben és a részletekre való figyelemben. Fontos azonban, hogy az oktatók olyan feladatokat tervezzenek, amelyek nem csupán triviális megoldásokat igényelnek, hanem valódi programozási tudást és problémamegoldó készséget fejlesztenek. (Garcia, 2025)

Megfigyelések szerint a tanulók ritkán használják a ChatGPT-t vagy más GenAI-eszközöket magyarázatok írásához, azonban az AI által generált magyarázatok gyakran pontosabbak és érthetőbbek, mint a diákok saját leírásai. Különösen a lépésről lépésre történő, soronkénti magyarázatok kedveltek a tanulók körében. (Rahe & Maalej, 2025)

Írás és kutatás

A GenAI az írásban és az anyaggyűjtésben is hatékony eszköz. Segíthet témákhoz ötleteket adni, szövegvázlatokat készíteni, vagy inspirációt nyújtani. Ugyanakkor fontos, hogy a felhasználók ellenőrizzék az információkat, mivel az AI hajlamos lehet tévedésekre az adatgyűjtés során. (Chan & Hu, 2023)

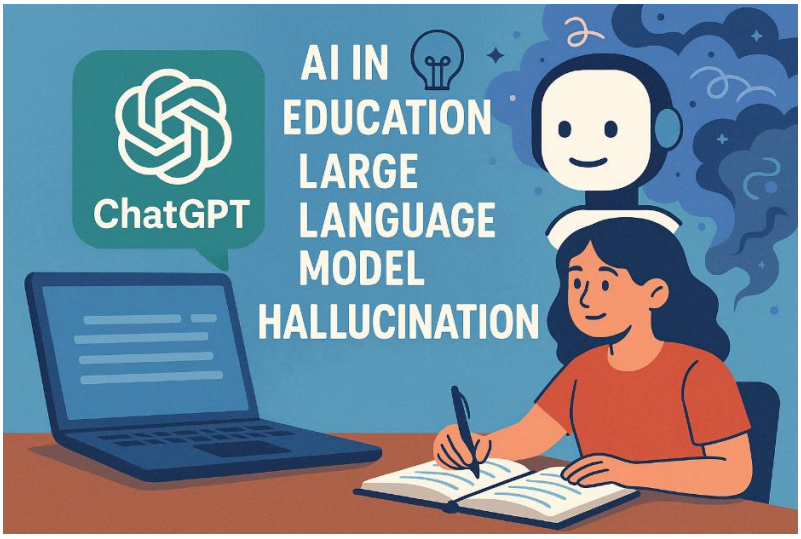
Tanári munka támogatása

A pedagógusok számára is előnyös, mivel csökkentheti a munkaterhelést. Segíthet tantervek előállításában, feladatötletek generálásában és ismétlődő adminisztratív feladatok automatizálásában.

Kreatív alkotás és művészetek

A generatív AI vizuális és auditív támogatással lehetőséget nyújt új alkotások létrehozására. Különösen hasznos lehet repetitív feladatok elvégzésében, valamint inspirációs forrásként. A művészek például felhasználhatják minták alapján történő vizualizációra, vagy kísérletezhetnek különböző perspektívákkal rajzok és festmények készítése során.

Egy ChatGPT által készített illusztrációra látható példa a 2. ábrán. Ennek a képnek az elkészítéséhez megkértük a ChatGPT-5 modelljét, hogy készítsen egy képet, amely a jelen tanulmány kulcsszavaival kapcsolatos. A generáláshoz használt prompt: „*Generálj egy fekvő képet, amely a következő kulcsszavakkal kapcsolatos: ChatGPT, AI in education, large language model, hallucination.*”



2. ábra: A tanulmány kulcsszavaira a ChatGPT-5 által generált kép
Forrás: (*ChatGPT - Kép generálás kulcsszavak alapján*, 2025)

A GENERATÍV MESTERSÉGES INTELLIGENCIA KORLÁTAI ÉS HÁTRÁNYAI

Bár a generatív mesterséges intelligencia (GenAI) számos előnnyel rendelkezik, alkalmazása komoly kihívásokat és kockázatokat is felvet. Ezek közül kiemelkednek az etikai és morális kérdések, a kreativitás korlátozása, a technológiai hiányosságok, helytelen válaszok elfogadása kritikus gondolkodás nélkül, valamint a túlzott függőség kialakulásának veszélye. (Bhatt és mtsai., 2025; Franklin és mtsai., 2025; Silva és mtsai., 2024)

Morális és etikai kérdések

A ChatGPT és más hasonló rendszerek oktatásban történő felhasználása etikai dilemmákat vet fel. Problémát jelenthet például az eredetiség kérdése: a generált tartalom sok esetben nem tekinthető teljes mértékben önálló munkának, így nehezen határozható meg a szerzői hozzájárulás mértéke (Silva és mtsai., 2024). Ez különösen akkor válik kritikussá, amikor az oktatás célja a diákok kreatív gondolkodásának és önálló tudásépítésének fejlesztése (Franklin és mtsai., 2025).

Tanulási motiváció és önértékelés

Egyes kutatások rámutattak, hogy azok a hallgatók, akik negatívan ítélik meg tanulási környezetüket vagy kételkednek saját képességeikben, hajlamosak az AI-t minimális követelmények teljesítésére használni. Ez azt eredményezheti, hogy a diákok inkább a tények memorizálására szorítkoznak, ahelyett, hogy mélyebb megértést alakítanának ki (Annuš, 2025). Ez a tendencia hosszú távon csökkentheti a valódi tudás megszerzését, miközben növeli a technológiától való függőséget. (Chan & Hu, 2023)

Kreativitás és eredetiség korlátozása

A generatív AI működése korábbi adatokon és sémákon alapul, így tartalma gyakran a meglévő minták újraértelmezéséből születik. Ez korlátozhatja az eredeti ötletek kialakulását, és

háttérbe szoríthatja a valódi kreativitást. Bár képes optimalizáltabb algoritmusokat is létrehozni a nagy mennyiségű adat feldolgozásával, az emberi intuitív gondolkodást nem helyettesíti teljes mértékben. (Silva és mtsai., 2024)

Technológiai hiányosságok a programozásban

A kódgenerálás során az AI szöveg-alapú természete és a programozás speciális jellegzetességeinek hiánya jelentős problémákat okozhat. A programozásban kulcsfontosságú az iteratív és kísérleti folyamat, amelynek során a hibákból való tanulás és a finomhangolás elengedhetetlen. A gyors kódgenerálás ugyan időt takarít meg, azonban a pontosság és megbízhatóság hiánya félrevezetheti a diákokat (Bhatt és mtsai., 2025). Ezért minden esetben szükséges az AI által generált kód és információ ellenőrzése.

A túlzott függőség veszélye

A generatív AI használata könnyen túlzott függőséghez vezethet. A felhasználók hajlamosak lehetnek az AI-re támaszkodni még akkor is, amikor önálló gondolkodásra lenne szükség. Ez hosszú távon alááshatja a problémamegoldó képességet és az önálló tanulási stratégiák kialakulását. (Elnaffar és mtsai., 2025; Sivasakthi & Meenakshi, 2025)

Korlátok mellett új lehetőségek

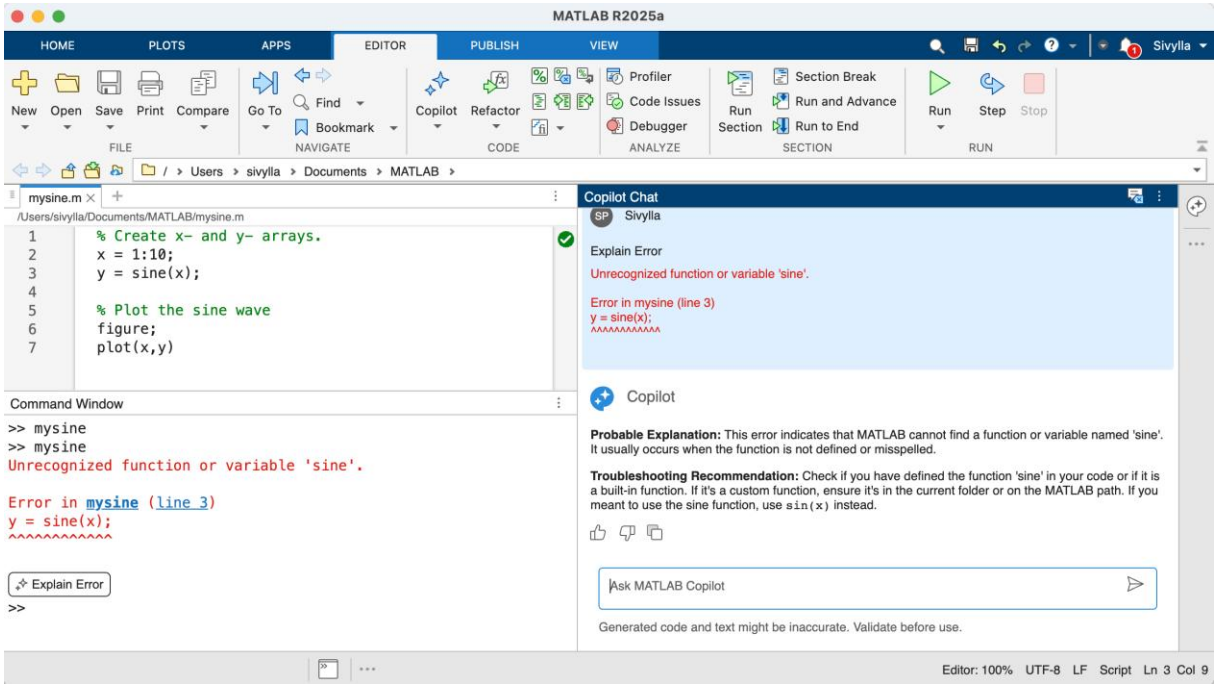
Fontos kiemelni, hogy a generatív AI nem kizárólag korlátokat jelent. Bár a kreativitás terén bizonyos hiányosságok tapasztalhatók, a technológia képes olyan optimalizált és hatékony algoritmusokat létrehozni, amelyekre az emberi elme talán nem gondolt volna. Példaként említhető a *novel sorting* rendezési algoritmus, amely bizonyos körülmények között – például memóriahasználat és párhuzamosíthatóság terén – képes felülmúlni a legtöbb hagyományos rendezési eljárást. Ez rávilágít arra, hogy a technológia megfelelő keretek között alkalmazva új tudományos és gyakorlati lehetőségeket is kínál. (Litty és mtsai., 2025)

A GENERATÍV MESTERSÉGES INTELLIGENCIA FELHASZNÁLÁSA A PROGRAMOZÁS TANÍTÁSÁBAN ÉS TANULÁSÁBAN

Amint azt a tanulmány korábbi fejezeteiben is több helyen megemlítettük, a generatív mesterséges intelligencia (GenAI) alkalmazható a programozás tanításában és tanulásában egyaránt. Bemenetként megadható számára egy programozási feladat, amelyhez képes a megadott programozási nyelven forráskódot generálni. Emellett bemenetként nemcsak természetes nyelven megfogalmazott feladat, hanem egy meglévő forráskód is megadható, amelyet a GenAI képes elemezni, elmagyarázni, optimalizálni, valamint a benne található hibákat felismerni, felhívni rájuk a figyelmet és javítási javaslatokat tenni. (Franklin és mtsai., 2025) Korábbi empirikus kutatások is alátámasztják, hogy a hallgatók többsége pozitívan értékeli az AI-eszközök bevonását a tanulási folyamatba, mivel ezek segítik a programozási koncepciók megértését és a feladatok gyorsabb megoldását (Poitras és mtsai., 2024)

A GenAI egyre több fejlesztőkörnyezetben jelenik meg beépített asszisztensként, amely támogatja az informatika szakirányú egyetemi hallgatók tanulását, valamint a szoftverfejlesztők

és programozók munkáját. Példaként megemlíthetjük a MATLAB fejlesztőkörnyezetét, amely 2025a verziótól kezdődően már tartalmaz MATLAB Copilotot – egy generatív mesterséges intelligencián alapú asszisztenst. Feladata, hogy segítse a felhasználókat a kódgenerálásban, a hibakeresésben (3. ábra), a kódmagyarázatban, az automatikus tesztesetek létrehozásában és más fejlesztési folyamatokban (*MATLAB Copilot*, 2025).



3. ábra: MATLAB Copilot használata a felmerülő hiba magyarázatára és megoldására
Forrás: (*MATLAB Copilot*, 2025)

A GitHub Copilot is egy ehhez hasonló, GenAI alapú asszisztens, amely több fejlesztőkörnyezetben (Integrated Development Environment, IDE) is használható, pl. Visual Studio Code, Visual Studio, és JetBrains IDE-k. A GitHub Copilot egyre fontosabb eszköz a programozók számára, mert segít gyorsabban írni kódot, csökkenti az ismétlődő munkát, támogatást nyújt a kevésbé tapasztalt fejlesztőknek és a programozást tanuló hallgatóknak. Használata közben azonban megváltozhat a fejlesztők szerepe: nemcsak kódot írnak, hanem ellenőrzik, értékelik és javítják is az AI által generált javaslatokat. Egy friss kutatás szerint a Copilot növelheti a fejlesztők produktivitását, de ennek érdekében új, kritikai és együttműködési készségekre is szükség van (Stray és mtsai., 2025).

A CodeAid nevű eszköz a Torontói Egyetem, a Microsoft Research és az Aucklandi Egyetem kutatóinak közreműködésével kifejlesztett LLM-alapú programozási asszisztens, amelyet 700 hallgató részvételével teszteltek egy 12 hetes C és rendszerszintű programozás kurzuson. Ez az eszköz abban különbözik más hasonló LLM-alapú asszisztensektől, hogy nem ad meg konkrét megoldásokat a tanulóknak, hanem helyette inkább rávezeti őket technikailag helyes megoldásokkal. Elsődlegesen a hallgatói önállóságra épít, háttérbe szorítva az MI általi közvetlen tanulási támogatást, ezáltal éppen a hasonló eszközök egyik legnagyobb gyengeségét

fordítja előnyé. Pszeudokóddal és magyarázattal segít, mintsem teljes megoldást adjon, így egyensúlyt teremt, mivel a diákoknak önállóan kell gondolkodni. Az eszköz kifejezetten oktatásra lett kifejlesztve, egyaránt támogatva a diákok, illetve tanárok munkáját. (Kazemitabaar és mtsai., 2024)

A GPTutor egy nyílt forráskódú mesterséges intelligencia eszköz, amely Visual Studio Code bővítményként működik, és hatékony, ingyenes alternatívát kínál a GitHub Copilot számára. A legtöbb nagy nyelvi modell egyik alapvető problémája, hogy zárt rendszerként, úgynevezett „fekete dobozként" működik: a felhasználók nem láthatják, milyen promptokat használ a modell, és így nem tudják módosítani vagy javítani a viselkedését, ha az hibás eredményt ad. A GPTutor ezzel szemben teljes átláthatóságot biztosít. A felhasználók megtekinthetik, szerkeszthetik és elmenthetik a használt promptokat, és valós időben figyelhetik, hogyan befolyásolják ezek a modell válaszait. Az eszköz a ChatGPT technológiájára épül, működéséhez azonban a felhasználónak saját OpenAI API-kulccsal kell rendelkeznie. Jelenleg 120, ember által beszélt és több mint 50 programozási nyelvet támogat, ezáltal rendkívül sokoldalúan alkalmazható. A megfelelő promptok beállítását követően képes kódmagyarázatokat adni, kommenteket generálni, kódellenőrzéseket végrehajtani, valamint kódrészleteket újraírni az utasításoknak megfelelően. A projekt nyílt forráskódú és közösségi alapú fejlesztésként működik, amelyhez bárki hozzájárulhat új promptok, bővítmények vagy fejlesztések beküldésével a GitHub-felületen. A rendszer átlátható működése révén nemcsak fejlesztői eszközként, hanem oktatási célokra is kiválóan használható. A GPTutor lehetőséget ad arra, hogy a felhasználók megértsék a prompt engineering alapjait, és tudatosan optimalizálják a nagy nyelvi modellek teljesítményét. Különösen figyelemre méltó, hogy a GPTutor olyan új és kevéssé ismert programozási nyelvekkel is képes dolgozni, mint a Sui-Move, amely a ChatGPT alaptréning-adatain kívül esik. Ez a rugalmasság a GPTutor egyik legnagyobb erőssége, amely megkülönbözteti a zárt, kereskedelmi jellegű alternatíváktól, és egyben rámutat arra, hogy a nyílt forráskódú fejlesztés hogyan járulhat hozzá az AI-eszközök demokratizálásához és az oktatás jövőjéhez. (Chen és mtsai., 2023)

ÖSSZEFOGLALÁS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

A generatív mesterséges intelligencia (GenAI) napjaink egyik legdinamikusabban fejlődő technológiája, amely számos területen képes megkönnyíteni a mindennapi életet és támogatni a felhasználókat a gyorsabb, hatékonyabb munkavégzésben. Előnyei között említhető az információhoz való könnyebb hozzáférés, a kreatív tartalomgenerálás, valamint az ismétlődő feladatok automatizálása.

Ugyanakkor fontos hangsúlyozni, hogy a túlzott használat kockázatokat is magában rejt. Az AI-re való túlzott támaszkodás hosszú távon csökkentheti az önálló gondolkodást és a kreatív problémamegoldó képességet, valamint függőség kialakulásához vezethet. Ezért elengedhetetlen a tudatos, felelős alkalmazás, amelyben az emberi kontroll és kritikus gondolkodás megmarad.

A munkaerőpiacra gyakorolt hatás szintén jelentős tényező. Bár egyes munkakörök átalakulhatnak vagy megszűnhetnek, a történelem azt mutatja, hogy a technológiai fejlődés új szakmákat és lehetőségeket is teremt, amelyek hosszú távon hozzájárulnak az életszínvonal emelkedéséhez.

Jövőbeli irányok és gyakorlati következtetések szempontjából a generatív AI felelős integrációja a kulcs. Az oktatásban például a tanulói autonómia fejlesztése mellett a tanárok munkaterhének csökkentése lehet a fő cél, míg a munka világában a technológiával együttműködő új kompetenciák és szerepek kialakítása válik nélkülözhetetlenné. A társadalom számára az igazi kihívás az, hogy miként tudja kihasználni az AI előnyeit, miközben minimalizálja a kockázatokat – ezzel biztosítva, hogy a mesterséges intelligencia ne korlátozza, hanem kibővítse az emberi képességeket.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmányt a KEGA 014TTU-4/2024 számú nemzeti projekt támogatta: „Intelligens animációs-szimulációs modellek, eszközök és környezetek a mélytanulásra (Inteligentné animačno-simulačné modely, prostriedky a prostredia pre deep learning).”

FELHASZNÁLT IRODALOM

AI Open. (2025). https://www.sciencedirect.com/journal/ai-open/issues

Annuš, N. (2025). Investigation of Generative AI Adoption in IT-Focused Vocational Secondary School Programming Education. *Education Sciences*, *15*(9), 1152. https://doi.org/10.3390/educsci15091152

Becker, B. A., Denny, P., Finnie-Ansley, J., Luxton-Reilly, A., Prather, J., & Santos, E. A. (2023). Programming Is Hard - Or at Least It Used to Be: Educational Opportunities and Challenges of AI Code Generation. *Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1*, 500–506. https://doi.org/10.1145/3545945.3569759

Bhatt, V., Yu, Z., Hou, Y., & Jin, J. (2025). ChatGPT as a Programming Tutor: Student Perceptions, Effectiveness, and Challenges. *2025 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 1–10. https://doi.org/10.1109/EDUCON62633.2025.11016463

Chan, C. K. Y., & 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. https://doi.org/10.1186/s41239-023-00411-8

ChatGPT - Irodalmi források APA formátumban. (2025). https://chatgpt.com/share/68ed4bc3-3824-8005-ac21-91ef0adb6e45

ChatGPT - Kép generálás kulcsszavak alapján. (2025). https://chatgpt.com/share/68ee22da-dabc-8005-b3b9-b96e68299ba8

Chen, E., Huang, R., Liang, J., Chen, D., & Hung, P. (2023). *GPTutor: An open-source AI pair programming tool alternative to Copilot*. https://doi.org/10.48550/ARXIV.2310.13896

Elnaffar, S., Rashidi, F., & Abualkishik, A. Z. (2025). *Teaching with AI: A Systematic Review of Chatbots, Generative Tools, and Tutoring Systems in Programming Education* (No. arXiv:2510.03884). arXiv. https://doi.org/10.48550/arXiv.2510.03884

Franklin, D., Denny, P., Gonzalez-Maldonado, D. A., & Tran, M. (2025). *Generative AI in Computer Science Education: Challenges and Opportunities* (1. kiad.). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781009581738

Garcia, M. (2025). *Teaching and Learning Computer Programming Using ChatGPT: A Rapid Review of Literature Amid the Rise of Generative AI Technologies*. SSRN. https://doi.org/10.2139/ssrn.5169678

Ghimire, A., & Edwards, J. (2024). Coding with AI: How Are Tools Like ChatGPT Being Used by Students in Foundational Programming Courses. In A. M. Olney, I.-A. Chounta, Z. Liu, O. C. Santos, & I. I. Bittencourt (Szerk.), *Artificial Intelligence in Education* (Köt. 14830, o. 259–267). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-64299-9_20

Kazemitabaar, M., Ye, R., Wang, X., Henley, A. Z., Denny, P., Craig, M., & Grossman, T. (2024). CodeAid: Evaluating a Classroom Deployment of an LLM-based Programming Assistant that Balances Student and Educator Needs. *Proceedings of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1–20. https://doi.org/10.1145/3613904.3642773

Litty, A., Okunola, A., & Lima, G. (2025). *Automatically Discovering Novel and Efficient Algorithmic Structures Using Deep Learning*.

MATLAB Copilot. (2025). https://www.mathworks.com/products/matlab-copilot.html

Poitras, E., Crane, B., & Siegel, A. (2024). Generative AI in Introductory Programming Instruction: Examining the Assistance Dilemma with LLM-Based Code Generators. *Proceedings of the 2024 on ACM Virtual Global Computing Education Conference V. 1*, 186–192. https://doi.org/10.1145/3649165.3690111

Prather, J., Denny, P., Leinonen, J., Becker, B. A., Albluwi, I., Craig, M., Keuning, H., Kiesler, N., Kohn, T., Luxton-Reilly, A., MacNeil, S., Petersen, A., Pettit, R., Reeves, B. N., & Savelka, J. (2023). The Robots Are Here: Navigating the Generative AI Revolution in Computing Education. *Proceedings of the 2023 Working Group Reports on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 108–159. https://doi.org/10.1145/3623762.3633499

Rahe, C., & Maalej, W. (2025). How Do Programming Students Use Generative AI? *Proceedings of the ACM on Software Engineering*, *2*(FSE), 978–1000. https://doi.org/10.1145/3715762

Silva, C. A. G. D., Ramos, F. N., De Moraes, R. V., & Santos, E. L. D. (2024). ChatGPT: Challenges and Benefits in Software Programming for Higher Education. *Sustainability*, *16*(3), 1245. https://doi.org/10.3390/su16031245

Sivasakthi, M., & Meenakshi, A. (2025). Generative AI in Programming Education: Evaluating ChatGPT's Effect on Computational Thinking. *SN Computer Science*, *6*(5), 541. https://doi.org/10.1007/s42979-025-04051-9

Stray, V., Brandtzæg, E. G., Wivestad, V. T., Barbala, A., & Moe, N. B. (2025). *Developer Productivity With and Without GitHub Copilot: A Longitudinal Mixed-Methods Case Study* (Verzió 1). arXiv. https://doi.org/10.48550/ARXIV.2509.20353

Zapata-Rivera, D., Torre, I., Lee, C.-S., Sarasa-Cabezuelo, A., Ghergulescu, I., & Libbrecht, P. (2024). Editorial: Generative AI in education. *Frontiers in Artificial Intelligence*, *7*, 1532896. https://doi.org/10.3389/frai.2024.1532896