
SZALAY-BEKŐ Máté

Generatív mesterséges intelligencia oktatásának lehetősége középiskolákban

Bevezetés

A mesterséges intelligencia (*Artificial Intelligence, AI*) hatékonysága és alkalmazása az utóbbi években jelentős mértékben nőtt és továbbra is évről évre egyre nagyobb szerepet játszik a modern technológia és társadalom fejlődésében. Az AI egy sok évtizedes múltra visszatekintő tudományterület (Buzás, 2021), melynek egy modern, formálódó részterületét képezi a *generatív AI*. Az itt fejlesztett megoldások olyan mesterséges intelligenciára épülő eljárások, amelyek képesek mintákat megtanulni digitális tartalmakban (írott szövegben, hangban, képen, prezentációban, forráskódban) és útmutatások alapján ezekhez karakterisztikájukban hasonló tartalmakat állítanak elő.

Megoszlanak a vélemények abban a tekintetben, hogy mennyire fontos a generatív mesterséges intelligencia, illetve mennyire fogja megváltoztatni a mindennapjainkat (Jovanovic and Campbell, 2022; UNESCO, 2022; Giannini, 2023). Bizonyos szempontból egy túlzott kezdeti lelkesedés, felértékelés (hétköznapi szavakkal: hype, léggömb jelenség) jellemző a területre. Más szempontból viszont kétségkívül már most számos munkahelyen alkalmaznak generált tartalmakat (pl. illusztrációk készítése, összefoglalók írása, programozók munkájának segítése) és a generatív szolgáltatások száma napról napra növekszik. Akármekkora is lesz a jelentőségük a jövőben, a generatív mesterséges intelligenciára épülő szolgáltatások kétségkívül egyre inkább a hétköznapiak részévé fognak válni. Emiatt mind a technológiai háttér, mind az alkalmazás limitációinak és etikai vonatkozásainak ismerete fontos lesz a társadalom egyre szélesebb rétegei számára. Úgy is mondhatnánk, ez a tudás bizonyos értelemben az általános műveltség részét fogja képezni. Emiatt fontos átgondolnunk, hogy a közoktatásban milyen módon és milyen mélységben jelenhetne meg a generatív mesterséges intelligencia területe. Jelen tanulmány célja, hogy ezt a témát tekintse át és tegyen konkrét javaslatokat a generatív mesterséges intelligencia tantervbe építésére vonatkozóan.

Az 1. ábrán egy elhíresült, az OpenAI által üzemeltetett DALL-E 2 mesterséges intelligencia szolgáltatás által generált kép látható. A „néhány kattintással” létrehozott *Théâtre D’opéra Spatial* című kép 2022-ben megnyert egy művészeti versenyt¹, ami érthető módon sok művészből felháborodást váltott ki (Roose, 2022), egyúttal széles körben számos érdekes szerzői jogi és etikai kérdést felvetett. Mitől műalkotás egy műalkotás? Műalkotásnak tekinthető-e egy teljes egészében számítógépes program által generált kép? Mi a művész szerepe? Kéi a műalkotás? A művészé, aki utasította a programot a kép létrehozására, vagy a cégé, amely a mesterséges intelligencia szolgáltatást létrehozta és üzemelteti? Esetleg azoké a művészeké, akiknek az eredeti képein betanítottuk a mesterséges intelligenciát? Hogyan biztosíthatjuk a művészeti versenyeken az egyenlő feltételeket?

Legalább ennyire érdekes filozófiai és kognitív pszichológiai kérdés, hogy érti-e a mesterséges intelligencia, hogy mit alkot, amikor egy ilyen képet létrehoz? Lát-e absztrakt összefüggéseket, ami alapján értelmezi az utasítást és megrajzolja a képet? Egyáltalán milyen módon tekinthető kreatívnek vagy intelligensnek (ha egyáltalán annak tekinthető) a gép által végzett alkotómunka? Mennyiben más ez, mint az emberi kreativitás és intelligencia?

És persze egy mérnöki beállítottságú emberben egyből felmerülhet a kérdés: hogyan képes a mesterséges intelligencia valami teljesen újat alkotni? Hogy lehet olyan programot írni, ami képpontokat úgy rajzol egymás mellé, hogy abból minden egyes próbálkozásra újabb és újabb, szemmel láthatóan „értelmes” kép álljon elő? Hogy néz ki egy ilyen algoritmus?

¹ 2022 Colorado State Fair's annual fine art competition

1. ábra: A *Théâtre D'opéra Spatial* című kép, amely 2022-be elnyerte a Colorado State Fair digitális kategóriájának első díját



Forrás: A képet a DALL-E 2 generatív mesterséges intelligencia generálta, Jason Allen parancsai alapján. (Roose, 2022)

Tekintve, hogy a generatív mesterséges intelligenciák egyre elterjedtebbek lesznek, a fenti és azokhoz hasonló kérdések minden kíváncsi diák (és tanár) fejében egyre gyakrabban megfordulhatnak. Éppen ezért fontos és időszerű annak a kérdése, hogy mit, milyen mélységben és hogyan lehet megtanítani a középiskolákban a generatív algoritmusokkal kapcsolatban.

A generatív mesterséges intelligencia oktatása

A diákok többsége mostanra már valamilyen formában találkozott generatív AI-ra épülő szolgáltatásokkal és a jövőben ezek valószínűleg még elterjedtebbek lesznek. A technológia olyan gyorsan fejlődik, hogy sok konkrét tananyag igen hamar elavulhat, aktualitását vesztheti. Szintén fontos a diverzifikáció, hiszen a különböző típusú iskolákban tanuló diákok számára eltérő mértékben fontos a generatív AI elmélete és alkalmazása. A fentiekből is látszik, hogy a tananyag felépítése nem triviális, ezért bizonyos alapelveket célszerű előre rögzíteni és szem előtt tartani, amikor a generatív AI-al kapcsolatos tananyagot szeretnénk megtervezni és kidolgozni:

- A tananyagnak olyan tartalmakra kell fókuszálnia, ami nem változik nagyon gyorsan. Az elméleti alapok és etikai kérdések például ilyenek. Az ezekkel való megismerkedés hasznos alapot nyújthat a diákoknak későbbi karrierjük során akkor is, ha a konkrét generatív AI eszközök évről évre változnak.
- A generatív AI szolgáltatások igen látványosak, az algoritmusok eredménye és működése jól demonstrálható. Ez lehetőséget teremt izgalmas szemléltetésekre. Szintén fontos, hogy a diákok maguk is próbálgathassák ezeket az eszközöket. A szemléltetés célja az alapelvekre való rávilágítás és nem a legújabb, legintelligensebb (és emiatt legdrágább) megvalósítások bemutatása. Az oktatás során használt eszközöknek általánosan elérhetőnek és ingyenesnek kell lennie. Preferáltak a magyar nyelvű szolgáltatások, azonban ezek sokszor nem elérhetőek.
- A generatív AI elméleti alapjait (neurális hálók, nagy nyelvi modellek, stb.), eltérő mélységben kell oktatni a diákoknak. A diákok többségének elég lehet egy ismeretterjesztő jellegű bevezetés. Viszont például informatikára, robotikára vagy matematikára szakosodott diákok számára az

elméleti alapokat mélyebben lehet tárgyalni és ők maguk is képesek lehetnek egyszerű neurális hálókat és modelleket készíteni.

- A generatív AI alkalmazásával kapcsolatos limitációk és etikai megfontolások valamennyi középiskolában fontosak. Kiemelten lehet őket tárgyalni olyan iskolákban, ahol a diákok későbbi karrierjük során nagyobb valószínűséggel használnak majd AI által generált tartalmat, vagy nagyobb a veszélye az ezekkel kapcsolatos visszaéléseknek. Ide tartozhatnak például olyan kreatív szakmák vagy szakok, mint például a kereskedelem és marketing, a klasszikus humán képzés (történelem, irodalom) vagy a művészeti képzések (képzőművészet, zene, multimédia).

Tananyag elemek: elméleti háttér

A generatív AI algoritmusok kutatása jelenleg is nagyon intenzíven zajlik, a kutatók jelentős áttöréseket értek el az elmúlt években (Dasgupta *et al.*, 2023). Középiskolás szinten nem cél a terület matematikájának mély megértése vagy az alkalmazott implementációk, algoritmikus optimalizációk részletezése. Olyan általános ismeretek megalapozása viszont lehetséges, amelyek akár évtizedek óta jelen vannak a mesterséges intelligenciában és alapjait képzik a mai legtöbb generatív szolgáltatásnak. Ezek az elméleti alapok amellest, hogy jól összeköthetőek több más tantárggyal, elősegítik a technológiai limitációk és alkalmazási lehetőségek mélyebb megértését is.

Az 1. táblázatban összefoglalásra kerülnek a fontosabb fogalmak és elméleti ismeretek, amelyeket célszerű érinteni minden generatív AI-al kapcsolatos tananyagban. A jelen tanulmánynak nem célja a generatív AI elméleti háttérének bemutatása, ezért a szerző ezúton is elnézést kér a témában kevésbé járatos olvasóktól, amiért esetleg az alábbi táblázat nem közérthető. Bővebb magyarázatok érhetőek el a szakirodalomban (Nielsen, 2015; Altrichter *et al.*, 2006; Dasgupta *et al.*, 2023), illetve magyar nyelven, akár középiskolások számára is értelmezhető módon a szerző később megjelenő, a témával foglalkozó szakdolgozatában.

1. táblázat: A generatív AI témakörébe tartozó, középiskolában oktandó elméleti ismeretek

Témakör	Tartalom
mesterséges intelligencia bevezetés	A mesterséges intelligencia fogalma, a tudomány terület főbb kihívásai, alkalmazási területei és története. A gépi tanulás fogalma.
neurális hálók felépítése	A neurális hálózatok definíciója, működési elve, hasonlósága a biológiai (agyi) hálókkal. A neurális hálók felépítése (bemeneti, kimeneti és rejtett rétegek, súlyok, gátlás, aktivációs függvény, neuronok). A mély tanulás (<i>deep learning</i>) fogalma. (Nielsen, 2015)
neurális hálók betanítása és használata	Egyszerű neurális hálók működésének szemléltetése. A működés matematikai leírása. A tanítás folyamatának bemutatása, a tanítás és visszacsatolás folyamatának (<i>back propagation</i>) ismertetése. (Nielsen, 2015)
nagy nyelvi modellek működése és szemléltetése	Tartalom generálás neurális hálókkal. Tokenizálás, kódolási megoldások (pl. <i>word embedding</i> , <i>positional encoding</i> , <i>multi-head attention calculation</i>). A kontextus kódolása (<i>conversational prompt injection</i>). Nagy nyelvi modellek tanítása és finomhangolása. (Brown <i>et al.</i> , 2020, Dasgupta <i>et al.</i> , 2023)
képeket generáló algoritmusok alapelve és néhány kiválasztott algoritmus szemléltetése	Generáló és ellenőrző modellek (<i>generative adversarial networks</i>) használata (Goodfellow <i>et al.</i> , 2014), diffúziós modellek (Sohl-Dickstein <i>et al.</i> , 2015; Ho <i>et al.</i> , 2020) bemutatása, stílus átvitel (<i>neural style transfer</i>) használata (Gatys <i>et al.</i> , 2016; Jing <i>et al.</i> , 2020).

generatív AI szolgáltatások lehetséges főbb építő köveinek bemutatása	Előfeldolgozás, tokenizáció, nagy nyelvi modellek, kiegészítő funkciók és védelmi mechanizmusok. (Dasgupta <i>et al.</i> , 2023)
---	--

Tananyag elemek: gyakorlati alkalmazások

A fenti elméleti alapok mellé lehetséges és szükséges gyakorlati tudást is társítani. Ezek egy része általánosan tanítható (pl. *prompt engineering*, generatív szolgáltatások kipróbálása) valamennyi osztályban. Más része már programozói szaktudást igényel (pl. egyszerű neurális hálók vagy generatív alkalmazások építése) és inkább informatikai vagy matematikai fókuszú szakképzésben / tagozaton / fakultáción, illetve felsőbb (12-13.) évfolyamokon ajánlott.

- **Konkrét generatív AI szolgáltatások kipróbálása:** szöveget, képet, zenét vagy egyéb tartalmat generáló szolgáltatás megismertetése a diákokkal. Célszerű ingyenes és szabadon hozzáférhető szolgáltatásokat választani, még akkor is, ha ezek minősége adott esetben elmarad a fizetős szolgáltatások által nyújtott minőségtől. A konkrét eszközök gyorsan elévülnek és az alapelvek szemléltetése az ingyenes eszközökkel is megtehető^{2,3}. A gyakorlatok témája lehet például:
 - más tantárgy tananyagához kapcsolódó rövidebb esszé generálása (a generált tartalom értelmezése, értékelése és helyességének ellenőrzése más internetes forrásokból)
 - üzleti levél megfogalmazása különböző stílusokban
 - képek generálása különböző (művészettörténethez köthető) stílusokban
 - képek szerkesztése generatív technológiákkal
 - rövidebb zene és zeneszöveg generálása (ének-zene tantárgyhoz köthető)
- **Prompt engineering:** a generatív AI szakszerű irányításának technikája, annak érdekében, hogy az általunk kívánt tartalmat generálja, vagy azt pontosítsa⁴. Itt fontos a kontextus, az egyértelmű fogalmazás, a tartalom iteratív finomítása, a célközönség és a generáló algoritmus által megszemélyesített szerző pontos tisztázása a generatív algoritmus számára.
- **Számolási gyakorlat:** egy leegyszerűsített példa neurális hálózat kimeneti neuron aktivációs értékeinek kiszámítása, papíron (pl. 3 bemeneti neuron, 2 kimeneti neuron, egyszerű aktivációs függvény: pl. bináris lépcső függvény). Ez a gyakorlat elmélyíti a tananyag megértését, főként akkor hasznos, ha később neurális hálókat akarunk számítógépen építeni. Emellett lehetséges a visszacsatolás kiszámítása, ami valamivel bonyolultabb (szükség van hozzá az aktivációs függvény deriválására), ez talán matematikát emelt szinten tanuló osztályok számára lehet érdekes.
- **Programozási gyakorlat:** egyszerű neurális hálók építése. A legegyszerűbb 3-4 rétegből álló neurális hálók felépíthetőek, betaníthatóak és használhatóak egy 50-100 soros programban, bármilyen középiskolában tanított (és érettségien használt) programozási nyelven. Jó szemléltető feladat lehet például a kézzel írt számjegyek⁵, vagy közlekedési táblák felismerését végző neurális hálók építése⁶. Matematikát emelt szinten tanuló osztályoknál programozáshoz használhatunk numerikus segédkönyvtárakat, amelyekkel a szükséges vektor szorzások nagyon könnyen és kompakt módon leírhatók. Ha az osztály nem tanult még matematikából vektor és

² Példák jelenleg ingyenesen elérhető, jól használható generatív szolgáltatásokra: szöveg generálás, ChatGPT (<https://chat.openai.com>); képeket generáló szolgáltatások (<https://tinybots.net/artbot>, <https://hotpot.ai/art-generator>); arckép generátor (<https://this-person-does-not-exist.com/hu>); képek szerkesztése (<https://photoeditor.ai/editor>, <https://tinybots.net/artbot>); zene, dalszöveg és énekhang generálása (<https://www.riffusion.com/>)

³ Online generatív AI szolgáltatások gyűjteménye és rendszerezése: <https://theresanaiforthat.com/>

⁴ Ingyenes *prompt engineering* összefoglaló segédletek: <https://digitalstrategies.tuck.dartmouth.edu/wp-content/uploads/2023/04/ChatGPT-Cheat-Sheet.pdf>, https://www.kdnuggets.com/publications/sheets/ChatGPT_Cheatsheet_Costa.pdf

⁵ Egy, a szerző által készített példa számjegyek felismerését végző neurális háló megvalósítás Python programozási nyelven: <https://github.com/symat/neural-network-examples/blob/main/digits.py>

⁶ Ha képfelismerő feladatot választunk, célszerű a kép adatokat és az azokat beolvasó függvényeket előkészíteni a diákoknak, mert ezek a metódusok nem kötődnek a tananyaghoz és ezek megvalósítása kevésbé fontos a neurális hálók gyakorlása szempontjából.

mátrix műveleteket, akkor hagyományos eszközökkel (1-2 dimenziós tömbökkel és ciklusokkal) megvalósíthatjuk a szükséges algebrai műveleteket. Ha a korábban leírt elméleti alapozás megtörtént, akkor ezeknek a gyakorlatoknak az elvégzése nem igényel olyan tudást, amellyel egy emelt szintű matematika vagy informatika érettségire készülő osztály ne tudna kellő segítséggel viszonylag könnyen megbirkózni. Viszont az első működő neurális háló felépítése legalább egy dupla informatika órát és az informatika tanár részéről is több óra felkészülést igényelhet.

- *Egyszerű generatív AI szolgáltatások építése:* a generatív algoritmusok egy nagyságrenddel komplexebbek az egyszerű neurális hálónál, mivel itt a bemenő adatok (és a kontextus) kódolása, a modellek tanítása és a kimenet értelmezése és visszacsatolása mind külön megoldandó feladat. Egy egyszerű generatív AI projekt feladat megvalósítása is legalább 8-10 tanítási órát vehet igénybe. A feladat komplexitása viszont lehetőséget ad arra, hogy a diákok kipróbálják milyen egy informatikai projektet megtervezni, kivitelezni és tesztelni. A feladatok megoldásához felhasználhatunk mesterséges intelligencia és gépi tanulási feladatokat végző függvénykönyvtárakat (pl. PyTorch⁷, vagy Tensorflow⁸), amelyek meggyorsítják a fejlesztést. Ezeket a feladatokat a jobb képességű, informatika vagy matematika pályára készülő diákok egy felkészült tanár vezetésével meg tudják oldani. Középiskolában célszerű inkább opcionális szakkör vagy nyári programozó tábor keretei között megvalósítani őket. Jó, és az interneten is gyakran fellelhető^{9,10,11} példafeladat lehet a ChatGPT szolgáltatás alapját képező *Transformers architektúra* (Vaswani *et al.*, 2017; Radford *et al.*, 2019; Brown *et al.*, 2020) felhasználásával Shakespeare színdarabok generálása. A témát honosíthatjuk például Jókai regények írását végző modell fejlesztésével. Vagy választhatunk bármilyen író vagy költőt, akinek jellegzetes a nyelvezete és művei nagy számban elérhetőek digitális formában.

Tananyag elemek: etikai megfontolások, limitációk

Az elméleti és gyakorlati tudás megszerzése mellett legalább ennyire fontos, hogy a diákok felismerjék a technológiában rejlő veszélyeket és limitációkat. 2021-ben a GPT modell alkotói, a Stanford egyetem kutatói és a mesterséges intelligencia területének más elismert szakértői összeültek, hogy megvitassák a generatív algoritmusok hatását az informatika, a nyelvészet, a filozófia, a kommunikáció és a kiberbiztonság területén (Tamkin *et al.*, 2021). Azóta ezek a kérdések egyre szélesebb körben felmerültek. Számos más fórumon és tanulmányban foglalkoztak a generatív mesterséges intelligencia globális, társadalmi és oktatással kapcsolatos hatásaival (Brown *et al.*, 2020; Jovanovic and Campbell, 2022; Baidoo-Anu and Owusu Ansah, 2023; Hwang and Chen, 2023; Giannini, 2023; UNESCO, 2022; Ha *et al.*, 2023). Akár közvetlenül használjuk ezeket az új generatív szolgáltatásokat, akár közvetve fogyasztunk általuk generált tartalmakat vagy használunk általuk vezérelt megoldásokat, mindenképpen befolyásolni fogják az életünket. Ezekre a befolyásokra a diákjaink jobban tudnak reagálni, ha tudatosítjuk bennük a kapcsolódó kérdéseket és ha megtanulják, hogyan álljanak hozzá a generatív algoritmusok használatához és az így generált tartalmakhoz.

Az alábbiakban pár olyan témakör kerül említésre, amelyeket (a szükséges elméleti ismeretek és gyakorlati feladatok mellett) érdemes kiemelni a generatív mesterséges intelligenciákkal kapcsolatos órákon.

Generatív mesterséges intelligenciák értelmezési készsége

Fontos tudatosítani a diákokban, hogy a jelenlegi mesterséges intelligenciák nem úgy értelmezik a világot, ahogyan egy ember értelmezi. Kiválóan tudnak utánozni és nagyon meggyőzően tudnak válaszolni (Giannini, 2023). Adott esetben (a sok minta tanulásának hatására) megtanulnak mögöttes elveket, amik alapján rendszerezik a válaszukat. De nem tudnak bonyolult logikai következtetéseket

⁷ PyTorch gépi tanulást segítő függvénykönyvtár: <https://pytorch.org/>

⁸ Tensorflow gépi tanulást segítő függvénykönyvtár és keretrendszer: <https://www.tensorflow.org/>

⁹ Két órás YouTube videó és a kapcsolódó forráskód, Shakespeare színdarab generálásáról PyTorch felhasználásával:

<https://www.youtube.com/watch?v=kCc8FmEb1nY> - Let's build GPT: from scratch, in code, spelled out. -

<https://github.com/bl0nder/makespeare>

¹⁰ Shakespeare színdarab generálás, PyTorch felhasználásával: <https://github.com/jbxamora/reversenanogpt/tree/main>

¹¹ Shakespeare színdarab generálás, Tensorflow felhasználásával: <https://www.kaggle.com/code/lonnieqin/shakespeare-play-generation-transformer>

levonni és azokat következetesen végigvezetni az általuk generált tartalomban. Biztos, hogy ebben a tekintetben komoly fejlődés várható, de jelenleg a hatalmas számú minta alapján felépített nagy nyelvi modellek alapvetően statisztikai módszerekkel generálják a tartalmakat és nem szintetizálnak úgy, mint az emberi értelem és jellemzően nem mögöttes logikai absztrakciók alapján dolgoznak. Persze fontos azt is megbeszélni és tudatosítani a diákokkal, hogy az értelem és szűkebben az emberi értelem definíciója igen sokrétű. Bizonyos szempontból a generatív algoritmusok megközelítik az emberi értelmet (talán az információ mennyiség, vagy a nyelvek ismeretének tekintetében meg is haladják azt), de más szempontból nagyon is távol állnak tőle (különösen az absztrakt logika, vagy a teljesen új szituációkban való hatékony szereplés tekintetében). Arra kell őket használni, amire ki lettek találva. Jelenleg tartalmat lehet velük generálni, nem pedig logikai feladványokat megoldani, vagy mélyebb kérdéseket megválaszolni.

Pontosság, visszacsatolás, iteratív tartalom fejlesztés

A generatív modelleknél számos esetben láthatjuk, hogy az elsőre generált válasszal (vagy képpel, zenével, stb.) nincs még minden rendben. Vagy rossz irányba indult el az algoritmus (ekkor a kiinduló kérdést kell pontosítanunk), vagy valamelyik megállapítása (vagy valamely részlet a képen, a zenében) nem tökéletes és javításra szorul. Valójában a generatív algoritmusokat iteratív módon kell használni. A mesterséges intelligencia nem fogja észrevenni, ha hibázott. Statisztikailag generál nekünk tartalmat úgy, hogy az mindinkább hasonlítson egy ember által generált tartalomra és közel legyen ahhoz a területhez, amit a kérdésünkkel definiáltunk számára. Fontos tudatosítani a diákokban, hogy a mesterséges intelligencia csak egy eszköz. Ha felteszünk neki egy kérdést, nem egy „teljesen megbízható választ” kapunk, nem annyira megbízható forrás, mintha felcsaptunk volna egy lexikont, vagy elolvastunk volna egy olyan tudományos értekezést, ami mögött elmélyült kutatás és komoly lektorálás van. De a generatív mesterséges intelligencia mégis képes hasonló magabiztossággal és hasonló stílusban szöveget generálni, mint egy komoly értekezés. Viszont az általa statisztikailag generált tartalmat mindig szükséges átgondolnunk és ellenőriznünk. (Lim *et al.*, 2023)

Mindig kritikusnak kell lennünk. A generált képen az embernek három keze lehet, vagy hiányozhat az egyik lába (és ezeket néha meglepően nehéz észrevenni, mert a kép úgy van generálva, hogy „hihető” legyen). A generált szövegben megbújhatnak önellentmondások. Vagy gyakoriak lehetnek a felesleges ismétlések, mikor ugyanazt a rövid tartalmat több bekezdésben, többféle módon visszaadja az algoritmus, de a valóságban nem közöl új információt. Ilyenkor újabb és újabb utasításokkal rá kell vezetnünk az algoritmust, hogy javítsa ki a hibáit, vagy esetleg kézzel bele kell nyúlnunk és ki kell javítanunk a digitális tartalmat. Az algoritmus nem fogja megérteni, hogy miért hibázott, különösen, ha egy mélyebb, logikai hibát vétett. De igenis képes rá, hogy a hibás részeket újra megfogalmazza, vagy például újra rajzolja. Az ellenőrzés mindig a mi feladatunk.

Forráselemzés

A generatív algoritmusok nem tudják (technológiájukból adódóan nem is tudhatják), hogy az adott tartalom generálást milyen bemeneti minták alapján teszik. Ez az információ elveszik a neurális hálók tanítása során. Nem fogják megnevezni a forrásaikat, hacsak azért nem, mert azt a forrást általában, statisztikailag gyakran említik az adott kontextusban. De nekünk mindig ellenőrizni kell a forrásokat.

Amellett, hogy a tartalom statisztikai módszerekkel generálódik, nem lehetünk biztosak abban sem, hogy a mesterséges intelligencia tanítása során milyen minőségű adatokat használtak. A ChatGPT alkotói például sok más tartalom mellett a teljes Wikipédiát és további rengeteg, internetről származó cikket és blog bejegyzést is felhasználták. Régi közhely, hogy „csak azért, mert az interneten írják, még nem biztos, hogy igaz”. Azaz amellett, hogy a mesterséges intelligencia nem tudja pontosan visszaadni a betanítására használt adatokat, az is lehet, hogy ezek az adatok eleve pontatlanok is voltak.

Viszont a generatív mesterséges intelligencia igen hihetően írja, amit ír, és arra is fel kell készülnünk, hogy nagyon sok mesterséges intelligencia által generált cikket, blog bejegyzést, reklámot vagy akár komolyan tűnő elemzést olvashatunk majd a későbbiekben. Emiatt ott, ahol igazán fontos a pontosság, még inkább meg kell tanulnunk megbízható forrásokra hagyatkozni. A diákoknak és a tanároknak egyaránt tudatosítaniuk kell, hogy egy dolgozat megírása (akár generálása) a korábbiaknál

sokkal gyorsabban megtehető. Viszont a korábbiaknál sokkal több energiát lehet és kell majd fektetni az állításaink alátámasztására, a logikai összefüggések tudatosítására, a szakirodalom tanulmányozására, a források felderítésére.

Szándékos félretájékoztatás és veszélyes kérdések

A generatív algoritmusok képesek valótlan dolgokat állítani. Segítségükkel lehetséges látszólag meggyőzően érvelni kimondottan az emberiségre nézve káros ideológiák mellett. Egy generatív algoritmus képes például fasiszta, vagy anarchista nézőpontból cikkeket, blog bejegyzéseket, beszédeket vagy éppen fórum kommenteket tömegesen generálni, főként, ha eleve ilyen anyagokon tanítjuk be. Képesse tesz minket, hogy gyorsabban, kevesebb energia befektetésével formáljuk a közvéleményt (Brown *et al.*, 2020). Ugyanígy képes kompromittáló fotók, videók vagy hanganyagok generálására, hogy lejárasson valakit. Ez enyhébb esetben használható viccek, vagy diákcínyek elkövetésére, de ugyanúgy, mint sok ártatlannak tűnő csíny, képes komoly károkat okozni emberek lelkében vagy éppen kerékbe törhet karriereket. Mivel a generatív mesterséges intelligencia még egy új eszköz az emberiség kezében, így nem alakultak ki a használatával kapcsolatos illemszabályok és társadalmi normák. Nagyon fontos megértetni a diákokkal, hogy valótlan tartalmakat előállítani és terjeszteni „nagyon nem menő” és komoly károkat okozhat.

A generatív mesterséges intelligenciára épülő szolgáltatások próbálnak védekezni ez ellen. Próbálják a modellt körbevenni biztonsági szabályokkal. Nem engedik, hogy a felhasználó hozzáférjen a modell bizonyos részeihez. Korlátozzák, hogy ne hogy választ kapjon olyan kérdésekre, mint például „hogyan lehet atombombát építeni házilag?”, vagy hogy „indokold meg, miért lapos a Föld!”. De bármilyen felelősségteljesen is próbálják korlátozni a szolgáltatásaikat az üzemeltető cégek, ettől még a generatív mesterséges intelligencia technológiája rossz kezekben lehetőséget teremt mind a hatékony félretájékoztatásra, mind pedig a veszélyes információk terjesztésére. Ugyanezek a problémák felmerültek természetesen a könyvnyomtatás feltalálása után éppúgy, mint az internet elterjedésekor. Mindazonáltal fontos, hogy a diákok elgondolkozzanak ezeken a kérdéseken és felelősségteljesen éljenek a generatív algoritmusok által nyújtott lehetőségekkel (Giannini, 2023).

Adatbiztonság

Igen fontos tudatosítani azt is, hogy a generatív mesterséges intelligencia szolgáltatások folyamatosan tanulnak, ehhez pedig a velünk folytatott interakciókat is felhasználják. Ez egy részről természetes, hiszen a mesterséges intelligenciákat valós életben vett feladatokkal és valós visszajelzésekkel lehet leginkább fejleszteni (hasonlóan az emberi intelligenciához). Más szempontból viszont tudnunk kell, hogy a generatív mesterséges intelligencia szolgáltatást üzemeltető cég vagy állami szerv hozzá tud férni minden interakciónkhoz, amit a szolgáltatás használata során végzünk. Ahogy egy idegennek sem mondanánk el bármit magunkról, úgy igen fontos, hogy ezt a hibát ne kövessük el egy mesterséges intelligenciával folytatott beszélgetés közben sem. Még ha a fejlesztők be is tartják a szükséges adatkezelési, adatbiztonsági és etikai irányelveket (Giannini, 2023), adatszivárgások bármikor történhetnek. Ne számítsunk tehát arra, hogy a gépekkel folytatott beszélgetésünk minden esetben titkos marad.

Színén fontos tudatosítani, hogy a hatékony, generatív, komplex mesterséges intelligencia szolgáltatások mögött nagyon nagy számítási kapacitás áll, amellyel főként nagy nemzetközi cégek rendelkeznek. Ezeknek az IT cégeknek (pl. Google, Twitter, Facebook, Microsoft) már eddig is komoly lehetősége volt szűrni és bizonyos fókig irányítani a széles rétegeket elérő információkat, ami potenciális kockázatokat hordoz magában. Ez a veszély a generatív mesterséges intelligencia szolgáltatásokkal csak nőni fog (Giannini, 2023). Nem kell összeesküvés elméletekre tanítani a diákokat, de kétségkívül a kritikus gondolkodás és a több eltérő nézőpontú forrásra való támaszkodás egyre fontosabb lesz.

Elfogultság

A generatív algoritmusok éppen annyira elfogultak lehetnek, amennyire a betanításukhoz használt minták elfogultak. Tudjuk, hogy társadalmi csoportok hajlamosak információ buborékok kialakítására az online térben. Hasonló világnézetű emberek hasonlóan látják a világot, hasonló előítéletekkel rendelkeznek. A nagy nyelvi modellek általában interneten elérhető anyagokból tanulnak (Brown *et*

al., 2020), ezért ők is bizonyítottan elfogultak a válaszaik során (Schramowski *et al.*, 2021). Viszont, ha jól oktatták őket, akkor nem egyetlen, hanem sok információs buborékot végigjártak tanulás közben, amit kifejezetten előnyünkre is fordíthatunk. Ha vallási, ideológiai, nemi, bőrszín szerinti vagy politikai irányzattal kapcsolatos elfogultságról tanúskodik a generált tartalom, megtehetjük, hogy megkérjük a mesterséges intelligenciát, közelítse meg más szempontból, más válaszoló szemszögéből a kérdést. Ha kialakítunk egy kritikus hozzáállást és tudatosan keressük az elfogultságot a generált tartalomban, akkor ez fejleszteni fogja a gondolkodásunkat és arra ösztönöz minket, hogy ugyanazokat a témákat sok nézőpontból megvizsgáljuk. Ehhez pedig a generatív algoritmusok nagyon nagy segítséget nyújthatnak, mivel ők képesek könnyen nézőpontot váltani, ha kellően nagy mintán tanították be őket.

Ellenőrzés és értékelés

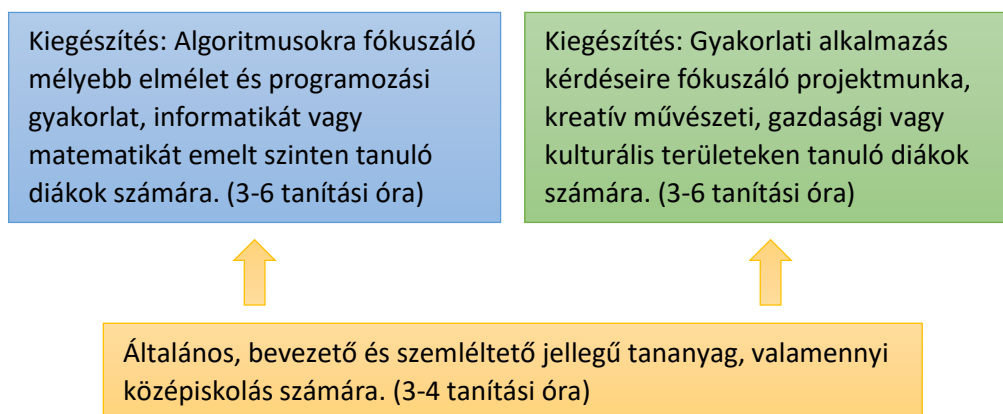
Tekintve, hogy a generikus mesterséges intelligencia témaköre nem része az érettségi követelménynek, a szerző célszerűnek tartja a játékos, érdeklődés felkeltését célzó oktatást. Opcionálisan egy egyszerűbb, tesztszerű, a témát lezáró számonkérés célszerű lehet. Matematikát és informatikát emelt szinten tanuló osztályoknál korábban gyakorolt számítási feladatokat is adhatunk. Emellett szorgalmi ötös osztályzatokkal értékelhetünk minden, a diákok által egyedül vagy csapatban készített gyakorlati alkalmazást, amelyre a diákok láthatóan több órát szántak a szabadidejükből.

A generatív mesterséges intelligencia területe kiválóan alkalmas egyéni vagy csoportos projektfeladatok végzésére, ahol a projekt zárása után értékelhetjük a projekt tervezését, dokumentálását, bemutatását és az előállított tartalmat egyaránt.

Tantervi vonatkozások, javaslatok

Amennyiben a generatív AI oktatásának fontosságával kapcsolatban szakmai egyetértés alakulna ki, a következő lépés értelemszerűen a tananyag illesztése lenne a Nemzeti Alaptantervhez, a kerettantervekhez és a Szakképzés 4.0-hoz köthető tantervi struktúrákhoz. A tananyagot a célcsoport specializációjának függvényében érdemes három részre bontani, ezt szemlélteti a 2. ábra.

2. ábra: A generatív AI tananyagának célcsoport szerinti bontása



Forrás: saját ábra

- **Informatikát vagy matematikát emelt szinten tanuló diákok csoportja:** Ide tartoznak a gimnáziumokban informatika vagy matematika tagozatos (esetleg fakultációs) csoportok, valamint a szakképzésben programozást tanuló diákok. Az ő számukra külön tananyagként megjelenhet a generatív mesterséges intelligencia algoritmusok mélyebb elmélete, illetve a gépi tanulási algoritmusok gyakorlati kipróbálása, programozási feladatok formájában. Például az „Informatika és Távközlés” ágazat „Szoftverfejlesztő és -tesztelő” szakma technikai képzésében az „IKT projektmunka II.” (11-12. évfolyam), vagy az „Asztali és mobil alkalmazások

fejlesztése és tesztelése” (13. évfolyam) tantárgyakhoz köthető leginkább a generatív AI alapjainak ismertetése.

- *Kreatív, alkotásra fókuszáló területeken tanuló diákok:* Ők azok, akik későbbi karrierjük során nagyobb valószínűséggel használnak majd AI által generált tartalmat, vagy az ő szakmájukban nagyobb a veszélye az ezekkel kapcsolatos visszaéléseknek. Ide tartozhatnak például a „Kreatív”, a „Gazdálkodás és menedzsment” vagy a „Kereskedelem” szakképzési ágazatokban tanult szakmák (pl. dekoratőr, grafikus, mozgókép- és animációkészítő, vállalkozási ügyviteli ügyintéző, kereskedelmi ügyintéző), a klasszikus humán képzések (pl. gimnáziumban történelem vagy irodalom szak) vagy a szagimnáziumok művészeti és kulturális képzései (pl. képzőművészet, zene, multimédia képzés). Az ő számukra az AI által támogatott tartalomgenerálás gyakorlata a fontos, illetve a generatív AI limitációinak ismerete, etikus használatának a szabályai. Számukra érdekes és hasznos lehet a szakterületükhöz kötődő keratív projektmunkák megvalósítása és bemutatása.
- *Általános, közismereti képzés:* Az összes többi gimnáziumi vagy szakképzési terület esetén szintén célszerű egy általános bevezetés és ismeretterjesztés a generatív AI technológiákkal kapcsolatban, de erre talán elegendő 3-4 tanítási óra. Ezeket az órákat célszerű a Digitális Kultúra tantárgyba (11. évfolyam), vagy akár osztályfőnöki órákba (11 vagy 12. évfolyam) építeni. A Digitális Kultúra tárgy esetén lehet egy külön generatív AI témakört bevezetni, amelyet a kerettantervben ajánlott „Algoritmizálás, formális programozási nyelv használata” témakör után célszerű oktatni, építve a tanult adatszerkezetekre és algoritmikus alapokra.

Az alábbi, 2. táblázatban javaslatok találhatóak a generatív AI témakörével kapcsolatos tudásszintek tantervi definiálására. Formai szempontból a szakképzésben használt Képzési Kimeneti Követelmények szerkezete került követésre, de hasonló módon megadhatók a követelmények és elvárások a Digitális Kultúra kerettanterv, vagy akár a Nemzeti Alaptanterv által alkalmazott formában is.

2. táblázat: Egy lehetséges példa a generatív AI témaköréhez kapcsolódó kimeneti követelmények megfogalmazására

Tananyag mélysége, célcsoport	Készségek, képességek	Ismeretek	Elvárt viselkedésmódok, attitűdök	Önállóság és felelősség mértéke
Általános, bevezető és szemléltető jellegű tananyag, valamennyi középiskolás számára. (3-4 tanítási óra)	Képes szövegek és illusztrációk generálására online alkalmazások segítségével. Tud hosszabb szövegből összefoglalót készíteni, vagy adott témában esszé jellegű összefoglalót generálni.	Ismeri a mesterséges intelligencia témakörébe tartozó fontosabb kihívásokat és fogalmakat. Ismeri a neurális hálók felépítését és működési alapelvét. Ismeri a generatív AI működésének alapelveit (nagy nyelvi modellek, kódolás és tanítás). Saját szavaival képes elmagyarázni egyszerű neurális hálók vagy generatív	Nyitott az új technológiák és szolgáltatások kipróbálása. Kritikus szemmel értelmezi és független forrás segítségével ellenőrzi a generatív AI által létrehozott tartalmat, azt szükség esetén korrigálja. Tisztában van a generatív AI limitációival és használatának	Akár önállóan, akár csapatban használja a mesterséges intelligenciát tartalmak generálására, mindig felelősséget vállal a végeredményért és forrásként pontosan megjelöli a használt szolgáltatást és a felhasználás jellegét, mértékét.

		szolgáltatások működését.	etikai vonatkozásaival.	
Kiegészítés: informatikát vagy matematikát emelt szinten tanuló diákok számára. (3-6 tanítási óra)	Képes jól definiált szerkezetű neurális hálók implementálására, meghatározott módon való tanítására, tesztelésére és alkalmazására.	Legalább egy, a neurális hálók megvalósításához használt program könyvtárak ismerete. Aktivációs függvények. Tanítási és ellenőrzési módszerek.		
Kiegészítés: kreatív művészeti, gazdasági vagy kulturális területeken tanuló diákok számára. (3-6 tanítási óra)	Képes szakszerűen alkalmazni a szakmájához kötődő generatív AI eszközt. Értelmezi a generált tartalmat. Független forrásból ellenőrzi és javítja azt, amennyiben szükséges.	Ismer a szakterületén relevánsan használható generatív AI eszközt.		

Szintén fontos kiemelni a generatív AI más tudományterületekkel való összefüggéseit, amelyek komoly lehetőséget adnak tantárgyak összekötésére és a tudás elmélyítésére:

- *informatika és algoritmus elmélet*: A generatív AI gyakorlati megvalósítása programnyelvek és adatszerkezetek segítségével történik. Az optimalizálás, az algoritmikus komplexitás, az elosztott programozás és a *big data* területek mind kötődnek a generatív eljárásokhoz.
- *matematika*: A generatív algoritmusok formális megfogalmazása matematikai képletek használatával történik. Emellett utalhatunk statisztikai módszerekre (pl. a modell tanulásának értékelésekor) vagy gráfelméletre (pl. a neurális hálók felépítésénél) is az oktatás során.
- *biológia*: A neurális hálók nevükben hordozzák a biológiában tanult idegsejtek (neuronok) nevét és a neurális hálók működésére (aktivitás, gátlás, visszacsatolás) nagy hatással vannak az agyműködés vizsgálata során szerzett biológiai ismeretek.
- *nyelvtan*: A szöveg generáló algoritmusok működése kapcsán lehet utalni a mondat szerkezetek, a szórend jelentőségére és a nyelv felépítésére. Érdekes, hogy milyen algoritmikai elemek nyelv függetlenek, és mik azok a technológiai megoldások, amiket egy adott nyelvre specifikusan kell megfogalmaznunk.
- *irodalom*: A generatív AI képes lehet adott irodalmi stílusban esszét, verset vagy akár színdarabot is generálni. Még ha ezek művészeti értéke nem is mindig számottevő, érdekes összehasonlításokra és stílus tanulmányokra adnak lehetőséget.
- *képzőművészet*: Különböző képzőművészeti stílusokat alkalmazhatunk kép generálás során. Ezeket összehasonlíthatjuk egymással.
- *filozófia, vallás és erkölcsstan*: A gondolkodás, a tudás és ismeret, mint filozófiai témák átjárják a mesterséges intelligencia területét. Az emberi és gépi intelligencia összehasonlítása érdekes beszélgetésekre ad lehetőséget. A generatív AI az etikai kérdések további sorát kényszeríti ki (félretájékoztató, felelősség, elfogultság, szólásszabadság, cenzúra, stb.).

Összefoglalás

A generatív AI oktatása során számos nézőpontot meg kell vizsgálnunk. Bizonyos általános technológiai és felhasználói ismeretek minden diák számára értékesek lehetnek, mivel a generatív AI előreláthatólag egyre inkább részévé fog válni a mindennapoknak, az általános műveltségnek. Kiemelten fontos ebből a szempontból a generatív AI limitációinak ismerete, a kritikus gondolkodás képességének fejlesztése, a generált tartalmak ellenőrzése és a generatív AI etikus használata. Az oktatás során fontos a tananyagot diverzifikálnunk célcsoport szerint, azaz meghatározunk, hogy mennyiben érinti az adott tanuló csoportot a generatív mesterséges intelligencia akár felhasználói, akár technológiai / programozói szempontból.

A jelen tanulmány konkrét javaslatokat is megfogalmaz a generatív mesterséges intelligenciával kapcsolatos tananyag elemekre, illetve a terület tantervi integrációjára vonatkozóan. Teszi a szerző ezt anélkül, hogy bármilyen módon azt sugallná, hogy a fent vázolt megközelítések lennének az egyedüliek, vagy a legjobbak. A jelen tanulmány azonban talán alkalmat ad további beszélgetésekre és kutatásokra, hiszen a téma fontossága és relevanciája kétségtől adódott. Várhatóan mind hazai, mind nemzetközi szinten egyre többen fognak foglalkozni a generatív mesterséges intelligencia oktatásának kérdésével.

Felhasznált irodalom

- Altrichter, M. *et al.* (2006). *Neurális hálózatok*. Hungarian Edition Panem Könyvkiadó.
- Baidoo-Anu, D. & Owusu Ansah, L. (2023). 'Education in the era of generative artificial intelligence (Ai): understanding the potential benefits of chatgpt in promoting teaching and learning', *Journal of AI*, 7(1), pp. 52-62. Available at: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4337484>.
- Brown, T.B. *et al.* (2020). 'Language models are few-shot learners', *arXiv*. Available at: <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2005.14165>.
- Buzás, Gy. M. (2021). 'A mesterséges intelligencia története', *Central European Journal of Gastroenterology and Hepatology*, 7(3). Available at: <https://doi.org/10.33570/CEUJGH.7.2.121>.
- Dasgupta, D. *et al.* (2023). 'A review of generative ai from historical perspectives', *TechRxiv preprint*. Available at: <https://doi.org/10.36227/techrxiv.22097942.v1>.
- Gatys, L.A. *et al.* (2016). 'Image style transfer using convolutional neural networks', in *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR*, pp. 2414–2423. Available at: <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.265>.
- Giannini, S. (2023). 'Generative AI and the future of education'. *UNESCO document*, ED/ADG/2023/02. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385877>.
- Goodfellow, I.J. *et al.* (2014). 'Generative adversarial networks', in *Annual Conference on Neural Information Processing Systems*, pp. 2672–2680. Available at: <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1406.2661>.
- Ha, Y.J. *et al.* (2023). 'Exploring the Impacts of Generative AI on the Future of Teaching and Learning', *Blog post, Harvard University, Berkman Klein Center*. Available at: <https://cyber.harvard.edu/story/2023-06/impacts-generative-ai-teaching-learning>.
- Ho, J. *et al.* (2020). 'Denosing diffusion probabilistic models', in *34th Conference on Neural Information Processing Systems, NeurIPS*. Available at: <https://doi.org/10.48550/ARXIV.2006.11239>.
- Hwang, G.-J. & Chen, N.-S. (2023). 'Editorial Position Paper: Exploring the Potential of Generative Artificial Intelligence in Education: Applications, Challenges, and Future Research Directions', *Educational Technology & Society*, 26(2). Available at: <https://www.jstor.org/stable/48720991>.
- Jing, Y. *et al.* (2020). 'Neural style transfer: a review', *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 26(11), pp. 3365–3385. Available at: <https://doi.org/10.1109/TVCG.2019.2921336>.
- Jovanovic, M. & Campbell, M. (2022). 'Generative artificial intelligence: trends and prospects', *Computer*, 55(10), pp. 107–112. Available at: <https://doi.org/10.1109/MC.2022.3192720>.

-
- Lim, W.M. *et al.* (2023). 'Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators', *The International Journal of Management Education*, 21(2), p. 100790. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790>.
 - Nielsen, M.A. (2015). *Neural networks and deep learning*. Determination Press. Available at: <http://neuralnetworksanddeeplearning.com>.
 - Radford, A. *et al.* (2019). 'Language models are unsupervised multitask learners', *OpenAI blog*, 1(8). Available at: <https://d4mucfpksyv.cloudfront.net/better-language-models/language-models.pdf>.
 - Roose, K. (2022). 'An A.I.-Generated Picture Won an Art Prize. Artists Aren't Happy.', *The New York Times*, September 2, 2022, Section B, Page 1. Available at: <https://www.nytimes.com/2022/09/02/technology/ai-artificial-intelligence-artists.html>.
 - Schramowski, P. *et al.* (2022). 'Large pre-trained language models contain human-like biases of what is right and wrong to do', *Nature Machine Intelligence*, 4(3), pp. 258–268. Available at: <https://doi.org/10.1038/s42256-022-00458-8>.
 - Sohl-Dickstein, J. *et al.* (2015). 'Deep unsupervised learning using nonequilibrium thermodynamics', in *Proceedings of the 32nd International Conference on Machine Learning, PMLR*, pp. 2256–2265. Available at: <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1503.03585>.
 - Tamkin, A. *et al.* (2021). 'Understanding the capabilities, limitations, and societal impact of large language models', *arXiv*. Available at: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2102.02503>.
 - UNESCO (2022). 'Recommendation on the ethics of artificial intelligence', *UNESCO document*, SHS/BIO/PI/2021/1. Available at: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000381137>.
 - Vaswani, A. *et al.* (2017). 'Attention is all you need', in *31st Conference on Neural Information Processing Systems, NIPS*. Available at: <https://doi.org/10.48550/ARXIV.1706.03762>.