

Porkoláb Imre¹, Porkoláb-Minarik Annamária²

DECENTRALIZÁLT DÖNTÉSHOZATAL A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA KORÁBAN

DECENTRALIZED DECISION-MAKING IN THE AGE OF
ARTIFICIAL INTELLIGENCE

[HTTPS://DOI.ORG/10.30583/2025-1-2-008](https://doi.org/10.30583/2025-1-2-008)

Absztrakt

A mesterséges intelligencia (továbbiakban: MI), a kiterjesztett valóság (továbbiakban: XR) és a virtuális valóság (továbbiakban: VR) mindennapi folyamatokba való integrálása jelentősen befolyásolja az emberek valóság-érzékelését és hatással van napjaink hadviselési paradigmáinak átalakulására is. Ebben a cikkben a szerzők bemutatják az ember-gép együttműködés nagyhatalmi gondolkodásmódjának változásait, a mesterséges intelligenciával támogatott döntéshozatal lehetőségeit és problémáit napjainkban. A jelen tanulmány megközelítése az emberi (kognitív, érzelmi és pszichológiai tényezők) dimenzióra épít, és a valóságérzékelést helyezi a fókuszba. A cikk elsősorban azt vizsgálja, hogyan torzítja a valóságot az érzékszerveink által közvetített információk és az agyi jelentésadási folyamatok kölcsönhatása, különös tekintettel az értelmezési keretek mesterséges megváltoztatása kapcsán. Ez a folyamat jelentős hatást gyakorol a modern hadviselésben alkalmazott technológiák terjedésére és fejlődésére. A kiterjesztett valóság és a mesterséges intelligencia technológiák közvetlenül hatnak mindkét folyamatra, rendkívül dinamikus befolyásolják a központi szándékon és decentralizált végrehajtáson alapuló küldetés alapú vezetési rendszereket. Éppen ezért a cikk következtetésképpen javaslatokat fogalmaz meg arra vonatkozóan, hogy milyen területekre érdemes az emberi aspektus figyelembevételével fókuszálni a jövőben.

¹ Porkoláb Imre dandártábornok, PhD,
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1407-0678>

² Porkoláb-Minarik Annamária az ELTE-n, a PTE-n és a Georgetown University-n végzett klinikai szakpszichológus és szervezetfejlesztő, választott kutatási területe az MI/XR technológiák emberekre gyakorolt pszichológiai hatásai,
Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-5153-1682>

Kulcsszavak: mesterséges intelligencia, kiterjesztett valóság, virtuális valóság, döntéshozatal, valóságérzékelés

Abstract

The integration of Artificial Intelligence (AI), Augmented Reality (XR) and Virtual Reality (VR) into everyday processes is having a significant impact on people's perception of reality and is also influencing warfare. In this paper, the authors present the changing mindset of nation states on human-machine interaction, and the opportunities and challenges of AI-enabled decision making. The approach of this paper builds on the human dimension (cognitive, emotional and psychological factors) and focuses on the perception of reality. The paper focuses on how reality is distorted by the interaction between the information conveyed by our senses and the brain's meaning-making processes, with a particular focus on the artificial alteration of interpretative frameworks. This process has a significant impact on the spread and development of technologies used in modern warfare. XR and AI technologies have a direct impact on both processes and have a highly dynamic influence on mission-command (which is based on centralised intent and decentralised execution). Therefore, the paper concludes with suggestions on areas to focus on in the future, taking into account the human aspect of AI enabled autonomous systems.

Keywords: Artificial Intelligence, Augmented Reality, Virtual Reality, decision making, perception of reality, situational awareness

Bevezető

Azt gondolnánk, hogy az autonóm rendszerek és az emberi döntéshozatal problematikája relatíve új jelenség, és az elmúlt néhány évben kapott igazán jelentőséget, de ha visszaemlékezünk 1983. szeptember 26-ára, akkor a világ sorsa egyetlen ember kezében volt. Ez az időszak a hidegháború egyik legfeszültebb szakasza, amikor az Egyesült Államok és a Szovjetunió egymásra halálos fenyegetésként tekintett, és mindkét fél jelentős nukleáris arzenállal rendelkezett. Reagan amerikai elnök ekkoriban hirdette meg a "Csillagok Háborúja" néven ismert rakétavédelmi programot, amely tovább fokozta a két nagyhatalom közötti feszültséget.

A szovjet haderő ekkoriban gyakran riadókézsültségbe helyezve figyelte az amerikai reakciókat, és szeptember 26-án éjfél után az OKO

műholdas figyelmeztető rendszer³ amerikai rakéták kilövését jelezte a Szovjetunió irányába. A Moszkva közelében lévő vezetési ponton szolgálatot teljesítő Sztanyiszlav Petrov alezredes volt az, akinek a feladata lett volna azonnal jelentést tenni a fenyegetésről a szovjet katonai vezetésnek.⁴ Amikor a képernyőkön megjelent a figyelmeztetés, Petrov előtt két lehetőség állt: az utasítások értelmében azonnal jelentést tenni (amely valószínűleg egy szovjet nukleáris válaszcsoaphoz vezetett volna), vagy várni és további információkat szerezni.

Petrov úgy döntött, hogy kivár. Az OKO-rendszer akkoriban viszonylag új technológiának számított, és Petrov gyanította, hogy valami hiba történhetett. Tovább súlyosbította a helyzetet, hogy a rendszer nem egy, hanem öt rakétát jelzett.⁵ Ez Petrov számára logikátlanak tűnt, hiszen egy valódi támadás során az Egyesült Államok valószínűleg sokkal több rakétát indított volna el egyszerre. A földi radaroperátorokkal folytatott kommunikáció megerősítette Petrov gyanúját, mivel azok sem észleltek semmilyen közeledő rakétát.

Az alezredes végül úgy döntött, hogy a jelzést rendszerhibának minősíti, és nem jelentette fenyegetésként a helyzetet. Később bebizonyosodott, hogy helyesen cselekedett: nem történt rakétatámadás, az OKO-rendszer hibásan értelmezte a napfény visszatükröződését a felhőkről, ami a rendszerben téves riasztást váltott ki.⁶ Petrov döntése megakadályozta egy potenciálisan pusztító nukleáris konfliktus kirobbanását.

Ez az eset világosan rámutat arra, hogy mennyire fontos az emberi ítélőképesség a gépi rendszerek működtetése során. Ha Petrov helyett egy automata rendszer döntött volna, valószínűleg nem lett volna lehetőség a helyzet mérlegelésére és felülvizsgálatára, és a világot egy nukleáris háború katasztrófája sújthatta volna.

³ Wikipedia, Internet: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Око_\(спутниковая_система\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Око_(спутниковая_система))

⁴ Wikipedia, Internet: <https://en.wikipedia.org/wiki/Serpukhov-15>

⁵ Forden, Geoffrey; Podvig, Pavel; Postol, Theodore A (2000). "False alarm, nuclear danger". *IEEE Spectrum*. 10 (3): 31. doi:10.1109/6.825657

⁶ Forden, Geoffrey (2001). "Reducing a Common Danger: Improving Russia's Early-Warning System". *Cato Policy elemzés 399*. Cato Institute. Internetes elérhetőség:

<https://web.archive.org/web/20121010012819/http://www.cato.org/pubs/pas/pa399.pdf>. Utolsó letöltés: 2025 március.

A mesterséges intelligencia és az új hadviselési paradigmák

A világ vezető nagyhatalmai az elmúlt évtizedben a technológiai fejlődés dinamikus és rendkívül gyors változásainak következtében nagyon hasonló problémákkal szembesültek. Az Egyesült Államokban a haderő döntéshozatali folyamatainak újragondolása a technológiai innováció fényében kulcsfontosságú kérdésként jelent meg. Különösen fontossá vált ez a hidegháborús feszültségek elmúltával, az új multipoláris és kiszámíthatatlan geopolitikai viszonyok között.

Az új technológiák, mint a mesterséges intelligencia (MI), robotika és autonóm rendszerek, drámai módon átalakíthatják a hadviselés lehetőségeit, ugyanakkor újszerű problémákat is felvetnek. A történelem arra tanít bennünket, hogy azok a nemzetek, amelyek képesek a technológiai újításokat hatékonyan alkalmazni, jelentős előnyre tehetnek szert. Az ipari forradalom idején az emberi izomerőt felváltó gépek uralták a fejlődést; ma az információs forradalom révén az emberi gondolkodást meghaladó sebességű és intelligenciájú rendszereké a főszerep. Azok az országok, amelyek a legjobban ki tudják aknázni az MI nyújtotta lehetőségeket, és az emberi döntéshozatali képességet megsokszorozzák, meghatározó szerepet töltenek be a jövő konfliktusaiban.

Bár a mesterséges intelligenciát jelenleg főként olyan szűk feladatkörökben alkalmazzák, ahol képes felülmúlni az emberi teljesítményt, általános értelemben még nem közelíti meg az emberi intelligencia szintjét. Ezért az ember-gép együttműködés alapvető megközelítéssé vált, és lehetővé teszi mindkét fél erősségeinek kihasználását. A gépi rendszerek gyorsasága és specializált képességei révén hatékonyan támogathatják az emberek stratégiai gondolkodását, kreativitását és alkalmazkodóképességét. Azonban vannak olyan helyzetek, ahol a gyors reakcióidő kritikus fontosságú, és ilyenkor a hatáskörök teljes átruházása a gépekre stratégiai kérdésként merül fel.

Az alapvető kérdés tehát, hogy milyen mértékben hatalmazzuk fel a mesterséges intelligenciát, hogyan engedjük át a gépi tanulással rendelkező rendszereknek és algoritmusoknak az eddig kizárólagosan emberek által meghozott döntéseket, és hogyan lehet ezen két dolog szintézisében olyan XR-rendszereket tervezni, amelyek megkönnyítik az ember számára a dinamikusan változó viszonyok között is a döntések meghozatalát?

Bob Work, az Egyesült Államok helyettes védelmi minisztere, 2015 novemberében⁷ kifejtette, hogy az Egyesült Államok nem kíván teljes döntési jogkört delegálni gépeknek. Ugyanakkor hozzátette, hogy bizonyos helyzetekben, például a kibertérben vagy az elektronikus hadviselés területén, ahol a gyorsaság mindennél fontosabb, elkerülhetetlen lehet a gépi autonómia. Más szóval, az emberi kontroll fenntartása továbbra is prioritás, de bizonyos körülmények között szükség lehet arra, hogy a gépek önállóan cselekedjenek. A Pentagon vezetője arra is figyelmeztetett, hogy a jövőbeni versenytársak, például Kína vagy Oroszország, kevésbé lesznek óvatosak az autonóm fegyverrendszerek alkalmazásában, ami stratégiai dilemmát jelenthet az Egyesült Államok számára. Ahogy a technológiai verseny egyre intenzívebbé válik, elkerülhetetlen, hogy dönteni kell arról, mikor és milyen mértékben ruházzuk át a döntéshozatalt a gépekre.

Work kifejtette, hogy véleménye szerint a következő tíz-tizenöt évben világhosszá válik, mely területeken lesz szükség a gépi autonómiára. A legnagyobb aggodalma az volt, hogy miközben az Egyesült Államok az autonóm fegyverek erkölcsi, jogi és etikai kérdéseiről folytat vitát, addig a potenciális ellenfelek esetleg már előrehaladott fejlesztéseket végeznek ezen a területen. Ez a versenyhelyzet arra készítheti a világ vezető nagyhatalmait, hogy újra gondolják saját álláspontjukat az autonóm rendszerek bevezetésével és alkalmazási lehetőségeivel kapcsolatban.

Oroszország szintén jó ideje komoly hangsúlyt fektet a mesterséges intelligencia és az autonóm rendszerek fejlesztésében; már egy évtizeddel ezelőtt is rendelkezett olyan technológiával, amely lehetővé tette a félig autonóm harci műveletek végrehajtását⁸. A fegyverzeti fejlesztések egyik célja például a 2010-es években is egy teljesen robotizált harckocsi megalkotása volt, amelyet távolról irányítanak.⁹ A fejlesztésben érintett Uralvagonzavod vezérigazgató-helyettese, Vjacseszlav Halitov kijelentette, hogy a jövő háborúit valószínűleg emberi részvétel nélkül fogják

⁷ US DoD (2015). Human-Machine Teaming Represents Defense Technology Future. Internet: <https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/628154/work-human-machine-teaming-represents-defense-technology-future/>. Utolsó letöltés: 2018 november.

⁸ Az Uran-9 harcjármű például emberi irányítással működött, de a technológia már adott ahhoz, hogy a jövőben teljesen autonóm páncéltörő műveleteket hajtsanak végre vele.

⁹ A 2010-es évek elején a következő generációs T-14 Armata harckocsit már robotizált változatban tervezték. Az Armata fejlett védelmi rendszerekkel rendelkezett, beleértve a páncéltörő rakéták elfogására szolgáló aktív védelmet és a robotizált tornyot, és korának egyik leginnovatívabb harckocsijának számított.

vívni, ezért az Armata harckocsi robotizációja logikus lépés. Az orosz fegyvergyártók, például a Kalasnyikov, szintén azon gondolkodtak, hogy neurális hálózatokon alapuló, teljesen automatizált harci modulokat fejlesszenek, amelyek önállóan azonosítják a célpontokat és hozzák meg a szükséges döntéseket. Bár ezeket az állításokat nehéz ellenőrizni, mindez jól mutatja Oroszország eltökéltségét és szándékát az autonóm rendszerek fejlesztése terén.

Az orosz vezérkar főnöke, Vlagyimir Geraszimov már 2013-ban szintén megfogalmazta¹⁰, hogy a jövő hadviselése a modern automatizált rendszerek és a mesterséges intelligencia alkalmazása körül fog majd. Elképzelése szerint a közeljövő csataterét guruló, ugráló és repülő robotok fogják uralni, és lehetséges, hogy teljesen robotizált egységek hajtanak végre önálló katonai műveleteket. Geraszimov hangsúlyozta, hogy az orosz katonai gondolkodóknak már most fel kell készülniük arra, hogyan küzdjenek meg egy robotizált ellenséggel, és milyen típusú robotokra lesz szükségük a jövő háborúiban.

Az autonóm fegyverrendszerek fejlesztése nem csupán technológiai kérdés, hanem komoly stratégiai és etikai dilemmákat is felvet. Néhány nagyhatalom eltökéltsége, hogy teljesen robotizált hadviselési eszközöket hozzon létre, hosszú távon alapjaiban változtathatja meg a globális katonai egyensúlyt. A nemzeteknek szembe kell nézni azzal a kihívással, hogy hogyan maradhatnak technológiai és katonai értelemben is versenyképesek, miközben megőrzik az emberi döntéshozatal erkölcsi és jogi alapjait. A mesterséges intelligencia fejlődése új lehetőségeket nyit meg, de egyben új veszélyeket is rejt magában.

A következő évek során az lesz a legnagyobb kérdés, hogyan képesek a nemzetállamok egyensúlyt teremteni az innováció, a biztonság és az etikus hadviselés között. Nem lehet azonban kizárni azt a lehetőséget sem, hogy bizonyos nemzetek egyszerűen figyelmen kívül hagyják az etikai kérdéseket, és a „hatékonyság” érdekében szimplán kiiktatják az emberi döntéshozatalt a hadviselés során. Ebben az esetben a nyugati nagyhatalmak komoly dilemmával szembesülnek: hogyan teremthetik meg a versenyelőnyt, ha továbbra is ragaszkodnak az etikai korlátokhoz és az emberi dimenzió döntéshozatali képességeihez?

¹⁰ Valery Gerasimov (2013). The Value of Science Is in the Foresight: New Challenges Demand Rethinking the Forms and Methods of Carrying out Combat Operations, Military-Industrial Kurier, 2013 február 27. Internet: <http://www.theatlantic.com/education/archive/2015/10/complex-academic-writing/412255/>. Utolsó letöltés: 2018 november.

A mesterséges intelligenciával támogatott döntéshozatal a napjaink hadszínterein

Sok technológiai vállalat a fejlesztések tekintetében rövid távú alkalmazásokra összpontosít a gyorsan fejlődő technológiai környezetben. Vannak azonban olyanok is, akik hosszabb távú stratégiával rendelkeznek, és a mesterséges intelligencia, valamint az autonómia hosszú távú lehetőségeire fókuszálnak. Brandon Singh, a Shield AI vállalat vezetője¹¹ meggyőződéssel vallja például, hogy a robotika és a mesterséges intelligencia átalakító hatással van a világra, éppen ezért erre építette fel cégét, amely napjainkra a világ vezető innovációit sorakoztatja fel.

A Shield AI mérnökei már évekkel ezelőtt pontosan tudták, hogy a célpontok azonosításának képessége a legfontosabb hiányzó láncszem az autonóm fegyverek építésében. A teljesen autonóm fegyverrendszerek képesek célpontokat felderíteni, dönteni a támadásról és önállóan végrehajtani a támadást. Ehhez három képességre van szükségük. A környezet intelligens manőverezésének képessége elengedhetetlen a felderítés végrehajtásához. A potenciális célpontok megkülönböztetésének képessége (gépi tanuló algoritmusok használatával) a megfelelő célpontok azonosításához szükséges. Végül a célpontok megtámadásának képessége a hordozóeszközre szerelt fegyverrendszer segítségével valósulhat meg.

Az első elem, az autonóm navigáció és a terület feltérképezésének képessége már évek óta rendelkezésre áll a Shield AI drónjaiban. A célpontok azonosítása szintén rohamtempóban fejlődött az elmúlt években. Manapság komplett adatbázisok tölthetők le, amelyekkel akár saját magunk is kísérletezhetünk a garázsunkban. Az egyetlen akadálya tehát annak, hogy valaki autonóm fegyvert készítsen, a felgyverzés, de ez sem tűnik megoldhatatlannak.

Napjainkban azonban nem csak egyéni autonóm eszközökről beszélünk, amikor átengedjük a döntéshozatalt, hanem gépek komplett csoportjairól. Az MI-rendszerek képesek komplex szenzoros adatok elemzésére, ami elősegíti az ember-gép interfészek intuitívabbá tételét, ezzel

¹¹ Porkoláb Imre (a cikk szerzője) személyesen találkozott 2024 februárjában a Shield AI vezetőjével. A személyes találkozón alapuló információk megjelennek ebben a cikkben.

növelve az interakciós hatékonyságot.¹² 2023 áprilisában a Palantir technológiai vállalat bemutatót adott ki egy nagy nyelvi modell (LLM) alapú hadvezetési szoftverről, amelyet Artificial Intelligence Platform (AIP) for Defense névre kereszteltek¹³. A platform összekapcsolja az interaktív, mesterséges intelligencia-alapú chat-alapú funkciókat a látszólag tökéletes hírszerzési adatgyűjtéssel és lekérdezéssel. Mindezt a katonai parancsnoki döntéshozatalhoz szükséges képességekkel párosítja.

A bemutató során a szoftver képes volt automatikusan azonosítani a releváns kommunikációs csomópontokat, és a rendelkezésre álló zavarók bevetésével megzavarni az ellenfél hatékony kommunikációs eszközeit. A hadműveleti terv összefoglalójának áttekintése után a parancsnok kiadta a parancsot az ellenséges kommunikáció zavarására és egy ellenséges harckocsi megsemmisítésére, amelyet a rendszer autonóm módon elosztva a rendelkezésre álló erőforrásokat, végrehajtott.

Valóban arról lenne szó, hogy James Gibson szociológus kifejezésével élve, egy "tökéletes háború" van kibontakozóban a szemünk előtt? Alex Karp, a Palantir Technologies vezérigazgatója 2023 áprilisában úgy jellemezte a vállalat AIP platformját, hogy ez egy fegyver, amely lehetővé teszi, hogy alkalmazója győzzön.

Bár a Palantir platformja kiváló esettanulmány, egyáltalán nem egyedülálló fejlesztés¹⁴. Folyamatos viták folynak arról, hogy a mesterséges intelligenciát hogyan fogják használni a katonai tervezésben és

¹² Sun, F., Lu, Q., Feng, S., & Zhang, T. (2021). Flexible artificial sensory systems based on neuromorphic devices. *Acs Nano*, 15(3), 3875-3899. <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c10049>. Utolsó letöltés: 2025 március.

¹³ A bemutató során a platform egy katonai operátort értesít egy ellenséges alakzatról. Az operátor egy csevegőablak segítségével részletesebb képeket kér és kap, egy drónt küld a videofelvételek lekérésére, amely azonosítja az ellenséges T-80-as harckocsit. Az operátor ezután megkéri a platformot, hogy generáljon több lehetséges cselekvési irányt, amelyek eredményeit egy magasabb parancsnoki szintre küldi további elemzésre. A parancsnok ezután választ a platform csevegőablakában lefektetett lehetőségek közül, és az összeállított és átfogó térinformatikai információk alapján a Palantir rendszer generálja a legjobb útvonalat az ellenség megtámadásához. A parancsnok ezután gyorsan dönt az ellenfél kommunikációjának megszakításáról, hogy megvédje az előrenyomuló baráti egységeket. Youtube (2023). Palantir AIP | Defense and Military., 2023 április 25. Internet: https://www.youtube.com/watch?v=XEM5qz_HOU. Utolsó letöltés: 2025 március.

¹⁴ Katrina Manson (2023). The US Military Is Taking Generative AI Out for a Spin, Bloomberg, 2023 július 5. Internet: <https://www.bloomberg.com/news/newsletters/2023-07-05/the-us-military-is-taking-generative-ai-out-for-a-spin>. Utolsó letöltés: 2025 március.

a parancsnoki döntéshozatalban. Számos kérdést meg kell azonban válaszolnia annak, aki használni is szeretné ezeket a prototípus formában már létező rendszereket.

- Először is fontolóra kell venni, hogy az ellenségnek is van szavazata. Az alap gondolat az, hogy még a legjobban kidolgozott műveleti tervek is zavarhatók, befolyásolhatók és eltéríthetők, éppen ezért váratlan kimenetelűek lehetnek az ellenséges erőkkel szemben.
- Másodsorban a technikai akadályokkal és a bizalom kérdésével kell foglalkozni. A mesterséges intelligencia-rendszerek zökkenőmentes integrációja a döntéshozatali folyamatokba a bizalom problémájával fog szembesülni, hiszen a végfelhasználóknak időbe telik, míg megértik az új rendszereket, és megtanulnak bízni bennük.¹⁵
- Végezetül azt is érdemes fontolóra venni, hogy a háború nem utópisztikus. A Palantir mesterséges intelligencia platformja sok szempontból olyan jövőt azonosít, amelyben a fejlett technológia a katonai döntéshozatali folyamatokat úgy jeleníti meg, mintha néhány, intelligenciával kapcsolatos kérést vagy cselekvési változatot és döntést egyetlen kattintással meg lehetne oldani.

Ugyanakkor azt is látnunk kell, hogy a technológiai fejlesztések nemcsak a felhasználói élményt javítják, hanem a valóságérzékelést is átalakítják azáltal, hogy egyre magával ragadóbb és interaktívabb környezeteket hoznak létre. A virtuális valóság (VR) rendszerek természeténél fogva egyedülálló módon képesek a jelenlétérzet megteremtésére. A "jelenlét" érzése viszont egy virtuális környezetben jelentősen befolyásolhatja a kognitív funkciókat és az érzelmi állapotokat, manipulált valóságérzékelést létrehozva.¹⁶

¹⁵ John Christianson, Di Cooke, Courtney Stiles Herdt (2023). Miscalibration of trust in human machine teaming, War on the Rocks, 2023 március 8. Internet: <https://warontherocks.com/2023/03/miscalibration-of-trust-in-human-machine-teaming/>. Utolsó letöltés: 2025 március.

¹⁶ Lorenz, M., Brade, J., Diamond, L., Sjölie, D., Busch, M., Tscheligi, M., ... és Hammer, N. (2018). Presence and user experience in a virtual environment under the influence of ethanol: an explorative study. Scientific Reports, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24453-5>. Utolsó letöltés: 2025 március.

A VR képes módosítani a testérzékelést is a virtuális avatárélményekkel.¹⁷ A kiterjesztett valóság (XR) rendszerek még inkább összezavarhatják a felhasználót. Az XR magával ragadó jellege lehetővé teszi a fizikai korlátokat átlépő közös élményeket, ezáltal olyan kapcsolódási módokat teremtve, amelyek korábban elképzelhetetlenek voltak. Nem meglepő, hogy ezek a fejlesztések már most kihatnak a valós társas normákra¹⁸. Minél több időt tölt el valaki a VR-környezetben, annál inkább megjelenhetnek a technológia pszichológiai hatásai, mint például az önhatékonyság torzulása, amely azt eredményezheti, hogy a felhasználók a VR-ban használt képességeiket túlbecsülik¹⁹. Ez kockázatos viselkedést eredményezhet a valóságban, és komolyan befolyásolhatja a döntéshozatalt.

A mesterséges intelligenciával támogatott döntéshozatal problémái

Az MI, XR és VR döntéshozatali folyamatokkal való kereszteződése az utóbbi években jelentős figyelmet kapott. Mivel ezek a technológiák együttesen alkalmazva befolyásolhatják a kognitív torzításokat, illetve érzelmi manipuláció révén hatással lehetnek a kockázateszlelésre, így különösen fontos foglalkozni velük.

A valóságérzékelés kutatása rávilágított a kognitív torzításokra, amelyek az információfeldolgozás során fellépő szisztematikus hibák. Az emberi gondolkodás egyszerűsítésére és az energiahatékonyság növelésére irányulnak, ugyanakkor gyakran téves következtetésekhez vezetnek²⁰.

¹⁷ Karnath, H., Mölbert, S., Klaner, A., Tesch, J., Giel, K., Wong, H., ... & Mohler, B. (2019). Visual perception of one's own body under vestibular stimulation using biometric self-avatars in virtual reality. *Plos One*, 14(3), e0213944. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213944>. Utolsó letöltés: 2025 március.

¹⁸ Maruhn, P., Schneider, S., & Bengler, K. (2019). Measuring egocentric distance perception in virtual reality: influence of methodologies, locomotion and translation gains. *Plos One*, 14(10), e0224651. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224651>. Utolsó letöltés: 2025 március.

¹⁹ Haar, S., Sundar, G., & Faisal, A. (2021). Embodied virtual reality for the study of real-world motor learning. *Plos One*, 16(1), e0245717. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245717>. Utolsó letöltés: 2025 március.

²⁰ Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, 185(4157), 1124–1131. <https://doi.org/10.1126/science.185.4157.1124>. Utolsó letöltés: 2025 március.

Ezek az úgynevezett automatikus gondolkodási mintázatok evolúciós szempontból előnyösek lehetnek például a gyorsított döntéshozatal esetén, de torzíthatják is az ítéletalkotást.²¹ Az ilyen torzítások felismerése és kezelése a kritikus gondolkodás fejlesztésének alapvető része, amely hozzájárulhat a reálisabb döntéshozatalhoz.²² Kognitív torzítások közé tartozhat például negatív események felnagyítása vagy az önkritika túlzott mértéke, amelyek gyakran vezetnek szorongásos állapotokhoz és depresszióhoz. Ezek a torzítások az egyén belső hiedelmein és a világról alkotott képén alapulnak, és jelentős mértékben befolyásolhatják az érzelmi állapotokat és viselkedést.²³

Ilyenkor az egyének szubjektív valóságukat nem objektív információkra alapozva építik fel, hanem észleléseik alapján. Ezt pedig az MI által uralt környezetben könnyű manipulálni.²⁴ Döntéshozatali szempontból ez a hatás különösen veszélyes a magas kockázatú helyzetekben, ahol az észlelés pontossága elengedhetetlen.²⁵

A katonai alkalmazások során rendkívül fontos a csapatmunka is, így érdemes azt is feltérképezni, hogy a valóság torz észlelése hogyan hat a társas kapcsolatokra. Ha az egyén mások szándékait rendszeresen félreértelmezi, például ellenségesnek vagy fenyegetőnek tartja azokat, az befolyással van érzelmi állapotára és viselkedésére is, amely a társas interakciók romlását okozhatja, vagy akár elszigetelődéshez is vezethet, amely szintén rontja a mentális egészséget.²⁶

A VR/XR-technológiák intenzív, multimodális élményt nyújtanak, amelyek jelentősen megnövelik a felhasználók kognitív terhelését. A figyelem

²¹ Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*. Farrar, Straus and Giroux.

²² Stanovich, K. E., & West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning: Implications for the rationality debate? *Behavioral and Brain Sciences*, 23(5), 645–665; discussion 665–726. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00003435>. Utolsó letöltés: 2025 március.

²³ Beck, A. T., & Haigh, E. A. (2014). Advances in cognitive theory and therapy: The generic cognitive model. *Annual Review of Clinical Psychology*, 10, 1-24. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032813-153734>. Utolsó letöltés: 2025 március.

²⁴ Rastogi, C., Zhang, Y., Wei, D., Varshney, K., Dhurandhar, A., & Tomsett, R. (2020). Deciding fast and slow: the role of cognitive biases in ai-assisted decision-making.. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2010.07938>. Utolsó letöltés: 2025 március.

²⁵ Gasaway, R. (2023). How smart health leaders make intuitive decisions. *Healthcare Management Forum*, 37(3), 168-172. <https://doi.org/10.1177/08404704231212781>

²⁶ Bessel van der Kolk, B. A. (2015). *The body keeps the score: Brain, mind, and body in the healing of trauma*. Penguin Books.

szempontjából a virtuális környezetek kiemelten stimulálják az orientációs reflexet, elősegítve a szelektív figyelem irányítását.²⁷ Azonban a hosszabb távú használat figyelmi zavarokat, például a figyelmi fókusz csökkenését vagy a multitasking-képesség gyengülését is eredményezheti.²⁸ A memória esetében a VR interaktív természete elősegíti az epizodikus emlékezet kialakulását, mivel a tapasztalatok élményszerűek és térben jól strukturáltak. Ugyanakkor a technológia torzíthatja a forrás-memóriát, ami nehezíti a virtuális és a valós emlékek közötti különbségtételt.²⁹ A tanulási folyamatokra gyakorolt hatások szintén ambivalensek: míg a VR-alapú oktatás javítja a vizuális-térbeli képességeket és a kontextuális tanulást, az információfeldolgozás túlzott intenzitása kognitív túlterhelést eredményezhet.³⁰

A védelmi jellegű döntések a legtöbb esetben emberéletekbe kerülnek, így azt is figyelembe kell vennünk, hogy a valóságérzékelés torzulása a VR/XR/MI-megoldások használata során kihat az ítélőképességre és a döntéshozatalra is, amely jelentős kognitív és emocionális következményekkel járhat. Kahneman és Tversky döntéshozatali torzításokról szóló kutatásai alapján megállapítható, hogy a realitásérzékelés zavara fokozhatja az úgynevezett „heurisztikus elfogultságokat”, amelyek csökkentik a döntéshozatali folyamat objektivitását. A digitális valóságban eltöltött idő növekedése összefüggésbe hozható a valós életben történő ítélkezési hibákkal, mivel az egyének hajlamosak a virtuális környezet szabályait és normáit internalizálni. Ezek a torzulások különösen a komplex döntési helyzetekben jelentkeznek, ahol a valóságot többdimenziósan kell értelmezni, és a technológiai környezet által közvetített információ félrevezető lehet.³¹

²⁷ Parsons, T. D., & Rizzo, A. A. (2008). Affective outcomes of virtual reality exposure therapy for anxiety and specific phobias: A meta-analysis. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 39(3), 250-261.

<https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2007.07.007>. Utolsó letöltés: 2025 március.

²⁸ Bowman, D. A., McMahan, R. P., & Ragan, E. D. (2018). Questioning naturalism in 3D user interfaces. *Communications of the ACM*, 61(6), 62-71.

<https://doi.org/10.1145/3204471>

²⁹ Gall, D., Roth, D., Stauffert, J. P., Zarges, J., & Latoschik, M. E. (2021). Embodiment in virtual reality intensifies emotional responses to virtual stimuli. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 674179. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.674179>

³⁰ Makransky, Guido, and Lau Lilleholt. "A Structural Equation Modeling Investigation of the Emotional Value of Immersive Virtual Reality in Education." *Educational Technology Research and Development* 66 (2018).

<https://doi.org/10.1007/s11423-018-9581-2>. Utolsó letöltés: 2025 március.

³¹ Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535), 3549-3557.

<https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0138>. Utolsó letöltés: 2025 március.

A virtuális környezetek, mint a VR és AR, lehetőséget nyújtanak a szimulált tapasztalatok megszerzésére, amelyek közvetlen hatással lehetnek az egyén döntéshozatalára a valós életben. A kutatások rámutattak, hogy az emberek gyakran másképp viselkednek egy szimulált környezetben, mivel csökken a cselekvések valós következményeinek érzékelése.³² Ez az „érzelmi eltávolodás”-elmélet keretében értelmezhető, amely szerint az emberek erkölcsi ítéletei és döntései kontextusfüggőek, és a virtuális környezet eltérő erkölcsi normákat aktiválhat.³³ A virtuális környezetben végzett szimulációk azonban lehetőséget nyújthatnak az egyének számára, hogy biztonságos körülmények között gyakorolják a döntéshozatalt.

Ugyanakkor a szimulált környezet szabályrendszere gyakran nem teljesen tükrözi a valós élet összetettségét, így a virtuális térben hozott döntések átültetése a valós életbe torzított következtetésekhez és viselkedési mintázatokhoz vezethet. A valóságérzékelés torzulásának kockázatai különösen jelentősek a mindennapi döntéshozatalban is, ahol az egyének gyakran rövidített, heurisztikus folyamatokat alkalmaznak.

A döntéshozatalt egyéb direkter beavatkozásokkal is torzíthatja a technológia. A „filter bubble”³⁴ ³⁵és a „deepfake”³⁶ technológiák elterjedése például súlyosbítja az információ hitelességének megítélését, ami torzított valóságérzékeléshez és rossz döntésekhez vezethet. Az ilyen torzulások következményei különösen jelentősek lehetnek a gazdasági, politikai vagy egészségügyi döntések során, ahol az információ megbízhatósága kulcsszerepet játszik, de a katonai döntéshozatalban, ahol a geopolitikai, társadalmi viszonyok szintén fontosak, szintén előfordulhat, hogy a torzult valóságérzékelés kockázatát növeli a digitális

³² van Loon, A., Bailenson, J., Zaki, J., Bostick, J., & Willer, R. (2018). Virtual reality perspective-taking increases cognitive empathy for specific others. PLOS ONE, 13(8), e0202442. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202442>. Utolsó letöltés: 2025 március.

³³ Bandura, A. (1999). Moral disengagement in the perpetration of inhumanities. Personality and Social Psychology Review. [Special Issue on Evil and Violence], 3, 193-209.

³⁴ Pariser, E. (2011). The Filter Bubble: What the Internet is Hiding from You. Penguin Books.

³⁵ A „filter bubble” „információs buborék” vagy „szűrőbuborék” az internetes keresésknél alkalmazott eljárás, ahol az alkalmazó korábbi kereséseinek megfelelő választatot hoz fel, ezáltal az internethasználó egyfajta buborékban él. (A szerkesztő megjegyzése.)

³⁶ A „deepfake” szó szerinti fordítása „mély hamisítvány”. Többnyire rosszindulatú céllal (pl. valaki lejáratására), mások befolyásolása érdekében készített kép-, film- vagy hanghamisítvány. Gyakran mesterséges intelligencia alkalmazásával készül. (A szerkesztő megjegyzése.)

világban történő fokozott jelenlét, amely csökkentheti az egyének kritikus gondolkodási képességét. A torz valóságérzékelés hosszú távon kognitív disszonanciát³⁷ és csökkent érzelmi szabályozást eredményezhet, amelyek negatívan befolyásolják az egyének mindennapi életét és döntéshozatali képességeit.

A kognitív torzításokon túl tehát az érzelmi hatásokat is figyelembe kell venni, mivel a virtuális élmények erőteljesen befolyásolják az érzelmi észlelést és szabályozást is. Ezek az élmények fokozott érzelmi reakciókat válthatnak ki, amelyek mélyebb bevonódást eredményeznek.³⁸ Az érzelmi szabályozás szempontjából a virtuális környezetek bizonyos esetekben diszregulációhoz vezethetnek, és például az intenzív érzelmek, mint a félelem vagy eufória, a valós életben nehezen kezelhető érzelmi epizódokhoz vezethetnek.³⁹ Ezen túlmenően, a technológia által generált érzelmi élmények gyakran eltérnek a valós kontextusban tapasztaltaktól, ami megnehezíti az érzelmi tapasztalatok internalizálását és a valóságos érzelmi kontextusokhoz való alkalmazkodást.⁴⁰

Az érzelmi manipuláció kérdése különösen releváns a virtuális környezetekben. A VR olyan érzelmi reakciókat válthat ki, amelyek jelentősen megváltoztathatják a kockázatészlelést. Például a szimulált környezetekben való részvétel növelheti a stressz szintjét, ami befolyásolja, hogyan értékelik az egyének a kockázatokat. Kutatások kimutatták, hogy az akut stressz megváltoztathatja a kockázatészlelés társadalmi dinamikáját, a percepciók erősítése vagy csökkentése irányába az egyének érzelmi állapotától függően.⁴¹ Ez arra utal, hogy a VR-környezetek stressz vagy szorongás kiváltásával manipulálhatják a kockázatok észlelését, és ennek megfelelően azok kezelését.

³⁷ Festinger, L. (1957). *A Theory of Cognitive Dissonance*. Stanford University Press.

³⁸ Bouchard, S., Bernier, F., Boivin, V., Č., Morin, B., & Robillard, G. (2012). Using bio-feedback while immersed in a stressful virtual environment. *Virtual Reality*, 16(2), 111-127. <https://doi.org/10.1007/s10055-011-0191-9>

³⁹ Riva G, Mancuso V, Cavedoni S, Stramba-Badiale C. Virtual reality in neurorehabilitation: a review of its effects on multiple cognitive domains. *Expert Rev Med Devices*. 2020 Oct;17(10):1035-1061. doi: 10.1080/17434440.2020.1825939. PMID: 32962433.

⁴⁰ Bailey, J. O., & Bailenson, J. N. (2017). Immersive virtual reality and the developing child: Understanding the impact of immersive technology on cognitive and social development

⁴¹ Popovic, N., Bentele, U., Pruessner, J., Moussaïd, M., & Gaissmaier, W. (2020). Acute stress reduces the social amplification of risk perception. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62399-9>

A döntéshozatali folyamatok pszichológiájában az önrendelkezés és a döntési autonómia alapvető. Azáltal, hogy a mesterséges intelligencia képes modellezni és előre jelezni az emberi preferenciákat, pontosan ebbe a döntési autonómiába nyúl bele. A mesterséges intelligencia által vezérelt adatelemző technológiák képessé váltak olyan részletes profilozásra, amely révén egy egyén kognitív sajátosságai és döntéshozatali preferenciái könnyen elérhetővé, és így manipulálhatóvá is válhatnak.

Az elmúlt évek egyik legnagyobb dilemmája, hogy egyre elterjedtebbé váltak azok az MI-alapú algoritmusok, melyek az egyéni döntéseket hivatottak gyorsabbá és egyszerűbbé tenni, ugyanakkor mindez csökkentheti a kritikai gondolkodást és az autonóm döntéshozatalt, gyakran úgy, hogy a felhasználók ezt nem is érzékelik.⁴²

Az LLM hallucinációk és visszhangkamra

A nagyméretű nyelvi modellek (LLMs: Large Language Models) olyan fejlett mesterséges intelligencia rendszerek, amelyeket arra terveztek, hogy az általuk kapott bemenet alapján emberihez nagyon hasonló szövegeket generáljanak. Azonban az LLM-ek egyik jelentős kihívása az úgynevezett „LLM-hallucináció” jelensége, amely arra utal, hogy ezek a modellek nem feltétlenül tényeken alapuló, hanem gyakran helytelen, értelmetlen vagy teljesen kitalált tartalmakat hozhatnak létre, ezáltal torzítva a valóságérzékelést.

Az LLM-hallucinációknak több típusa is ismert, és sokrétű veszélyeket hordoznak magukban. Ezek a jelenségek könnyen vezethetnek dezinformáció terjedéséhez, és számos etikai vonatkozást is felvetnek.⁴³

Több tanulmány már most felhívta a figyelmet arra, hogy az emberek egyre kevésbé képesek azonosítani és megkülönböztetni a mesterséges intelligencia által generált tartalmakat a valós tartalmaktól. A közösségi média és az online platformok olyan mértékű interaktivitásnak engedtek teret, melyet korábban nem tapasztalhattunk.

⁴² Danaher, J. (2019): The ethics of algorithmic outsourcing in everyday life. In K. Yeung & M. Lodge (szerk.) *Algorithmic Regulation* (91–118o.). Oxford University Press. 107.o. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198838494.003.0005>

⁴³ Liu, Z., Wei, X., Wang, D., & Wang, L. (2019). State key laboratory for geomechanics and deep underground engineering, school of mechanics & civil engineering, china university of mining & technology, xuzhou 221116, china. *Mathematical Biosciences & Engineering*, 16(4), 2371-2390. <https://doi.org/10.3934/mbe.2019119>

Ennek egyik érdekes jelensége az úgynevezett *echo chamber* (visszhangkamra), amely egy olyan környezetet jelöl az online világban, ahol az egyének túlnyomórészt azoknak az információknak vannak kitéve, amelyek megerősítik meglévő nézeteiket és véleményeiket, ezáltal csökkentve az eltérő nézőpontokkal való találkozás lehetőségét. Az ideológiailag hasonló felhasználókból álló csoportok gyakorlatilag elszigetelik magukat az ellentétes perspektíváktól.⁴⁴ Ez komoly kockázatokat hordoz, mivel fokozza a megosztottságot és erősíti az előítéleteket.⁴⁵

A közösségi média összekapcsoltsága különösen veszélyes, hiszen a felhasználók közötti interakciók bonyolult hálózata lehetővé teszi, hogy a félrevezető információk villámgyorsan terjedjenek.⁴⁶ Az *echo chamber*-ek a digitális korszak jelentős kihívásait képviselik, amelyek az önszelekció és a meglévő nézetek megerősítésének dinamikáján alapulnak.

Kutatások kimutatták, hogy az *echo chamber*-eknek való kitettség szélsőséges nézetek megerősödéséhez vezethet, megnehezítve a konstruktív párbeszédet és az alternatív nézőpontok figyelembevételét.⁴⁷

Ezek a valóságtorzító hatások ahhoz vezetnek, hogy az MI/XR/VR-technológiák összekapcsolásával az emberi döntéshozatali folyamatban a decentralizált megoldások felé mozdulunk el. A decentralizált döntéshozatal pszichológiai előnyei különösen csoportos környezetben figyelhetők meg, hiszen a kollektív, több perspektívát ütköztető és kritikai gondolkodást támogató döntéshozatal ellensúlyozhatja a valóságészlelés torzításait.

Éppen ezért szükség lehet a küldetés alapú vezetési modellek felülvizsgálatára a modern technológiai fejlesztések tükrében. Kutatások kimutatták, hogy a csoportos döntéshozatal gyakran pontosabb

⁴⁴ Feng, S., Teplitskiy, M., Duede, E., & Evans, J. (2019). The wisdom of polarized crowds. *Nature Human Behaviour*, 3(4), 329-336. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0541-6>

⁴⁵ Bastos, M., Mercea, D., & Baronchelli, A. (2018). The geographic embedding of online echo chambers: evidence from the brexit campaign. *Plos One*, 13(11), e0206841. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206841>

⁴⁶ Törnberg, P. (2018). Echo chambers and viral misinformation: modeling fake news as complex contagion. *Plos One*, 13(9), e0203958. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203958>

⁴⁷ Bail, C., Argyle, L., Brown, T., Bumpus, J., Chen, H., Hunzaker, M., ... & Volfovsky, A. (2018). Exposure to opposing views on social media can increase political polarization. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(37), 9216-9221

eredményekhez vezet, mint az egyéni döntéshozatal, éppen a diverz perspektívák és tapasztalatok révén.⁴⁸ Ez felveti annak szükségességét, hogy a küldetés alapú vezetés első pillérét (a központi szándék kialakítását) hogyan tudjuk minél több résztvevő bevonásával megvalósítani, vagy hogyan leszünk képesek ember-gép interakció révén pontosítani a szándékot.

A küldetés alapú vezetés másik pillére (a decentralizált végrehajtás) is átalakul, hiszen az autonóm rendszerek elterjedésével egyre inkább hibrid (ember-gép) kötelékek hajtják végre a feladatot, illetve egyre inkább megfigyelhető bizonyos alfeladatok tekintetében a végrehajtás során is az autonóm rendszerek felhatalmazása. A döntéshozatal decentralizálásával az ember-gép csoportok együttműködve elemezhetik és értékelhetik az információkat, amely segít mérsékelni a torzításokat, és kiegyensúlyozottabb, megalapozottabb döntésekhez vezet.⁴⁹

A csoportos döntéshozatal szerepe kiterjed a teljes döntéshozatali folyamat hatékonyságának javítására is, mivel a csoportok kihasználhatják az egyes tagok erősségeit, ezáltal javítva a kreativitást és a problémamegoldó képességeket. A különböző nézőpontok integrációja innovációt ösztönözhet, különösen az MI és VR területén, ahol a gyors technológiai fejlődés alkalmazkodó és előre tekintő stratégiákat igényel. Emellett a csoportos döntéshozatal szociális dinamikája növelheti a résztvevők motivációját és elköteleződését, mivel az egyének jobban magukénak érzik azokat az eredményeket, amelyeket közösen alakítottak ki.⁵⁰ Ez az érzet tovább növelheti a csoport tagjainak pszichológiai jóllétét, elősegítve a pozitív döntéshozatali környezetet.

Már csak az a kérdés: amennyiben ember-gép csoportokról beszélünk, ezek hogyan képesek egymást szinergikusan erősíteni, és hogyan használhatják ki egymás „erősségeit”?

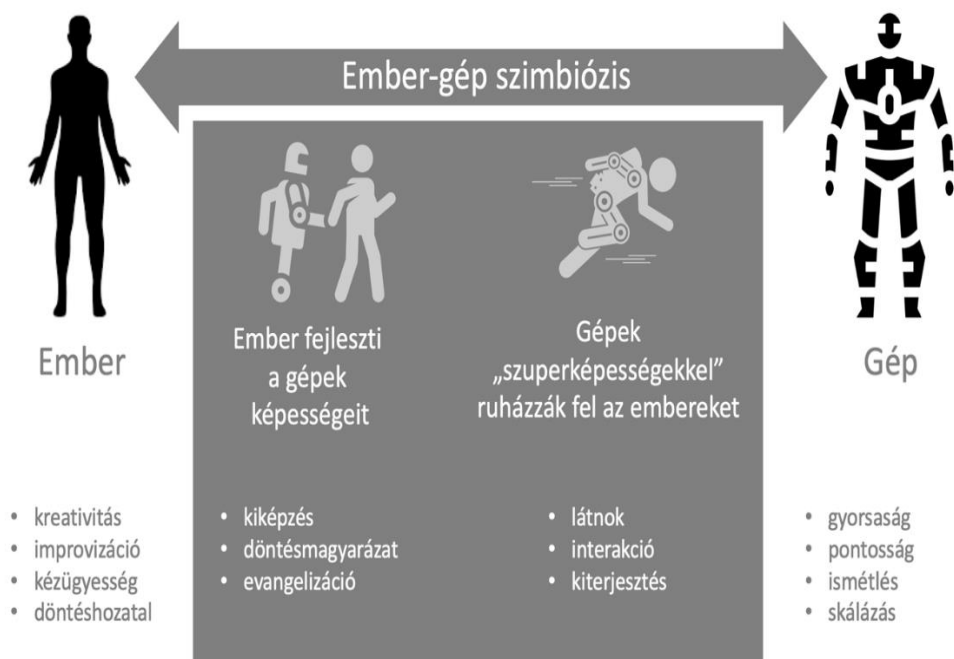
⁴⁸ Hsieh, C., Fifić, M., & Yang, C. (2020). A new measure of group decision-making efficiency. *Cognitive Research Principles and Implications*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s41235-020-00244-3>

⁴⁹ Zein, M., Bahrami, B., & Hertwig, R. (2019). Shared responsibility in collective decisions. *Nature Human Behaviour*, 3(6), 554-559. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0596-4>. Utolsó letöltés: 2025 március.

⁵⁰ Hsieh, C., Fifić, M., & Yang, C. (2020). A new measure of group decision-making efficiency. *Cognitive Research Principles and Implications*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s41235-020-00244-3>

Záró gondolatok: az ember-gép csoportok szimbiózisa

A hollywood-i filmek mindig is a gépek és emberek összecsapására helyezték a hangsúlyt, elég csak a Terminátor filmekre gondolnunk. Valójában azonban, ahogyan ebben a cikkben is bemutattuk, arról van szó, hogy vannak dolgok, amikben az emberek tehetségesebbek, és vannak olyanok, amikben el kell ismernünk: a gépek már most leköröznének bennünket. Ami viszont érdekes, az azon lehetőségek, amelyek a spektrum közepén (egy szürke zónában) helyezkednek el.



1. számú ábra. Az ember-gép szimbiózis „szürke zónája”

Itt találjuk azokat a jelenleg még kiaknázatlan lehetőségeket, ahol az ember-gép szimbiózisa által versenyelőnyre tehetünk szert. Ezeket a spektrum közepén elhelyezkedő lehetőségeket is két csoportra lehet bontani:

- az egyik csoport az, ahol az emberek fejlesztik a gépek képességeit,
- a másik pedig az, ahol a gépek gyakorlatilag „szuperképességekkel” ruházzák fel az embereket.

A spektrum közepén tehát érdemes azt megvizsgálni, hogyan tudjuk mi emberek a gépek jelenlegi képességeit tovább-fejleszteni. Itt olyan

lehetőségek merülnek fel, mint például az MI-„kiképző őrmester”. Korábban nekünk kellett megtanulni hogyan is működnek a számítógépek, de ez a trend mára megfordulni látszik – manapság az MI-rendszerek olyan tanuló algoritmusokat alkalmaznak, amelyek segítségével megtanulhatják, hogyan segítsék a fejlődésünket és az emberi munkavégzést. Nagyon fontos azonban, hogy olyan adatokkal tápláljuk a gépeket, amelyek a lehető legjobban közelítenek a valósághoz, és lehetőség szerint minél több (minőségi) adatra van szükség. Egy másik lehetséges együttműködési terület a döntésmagyarázat.

A gépi algoritmusok néha sajátos programozási logika mentén hoznak döntéseket, ezeket a mechanizmusokat viszonylag kevesen értik – érdemes tehát ellenőrizni a döntéshozatalhoz kapcsolódó algoritmusokat, és folyamatos teszteléssel tovább tanítani őket. Harmadrészt szükség van evangelizációra is. Az új technológiai megoldások gyakran ellenérzéseket váltanak ki a végfelhasználókból, éppen ezért el kell tudni magyarázni, mire valók, és miért érdemes együttműködni velük annak érdekében, hogy erősítsük a gépekbe vetett bizalmat.

A középső spektrum másik fontos együttműködési területe az, amikor a gépek fejlesztik az embereket, és ezáltal használóik „szuperképességekre” tehetnek szert. Az egyik ilyen képesség lehet a „látnok”. Az előrelátás képessége a döntéshozatalhoz elengedhetetlen, és az algoritmusok adatalapú elemzések segítségével képessé tehetnek bennünket optimális döntések meghozatalára. Minél nagyobb (valós) adatmennyiséggel dolgoznak, annál megalapozottabb „látnoki” képességekre tesznek szert. Az XR-technológia elterjedése azért fontos, mert egy ilyen eszköz már a kezdeti szakaszban is 30-40%-kal növeli a munkahatékonyságot, és az adatvizualizáción keresztül jelentős mértékben növeli a látnoki képességeket.

Egy másik fontos terület az interakció fejlesztése. A fejlett interfész-megoldások (hang alapú vezérlés) segít a gépek és ember közötti interakcióban, természetesebbé téve az együttműködést. Egy kicsit kiforratlan, de nagyon érdekes terület még a kiterjesztés. A szenzortechnológiák lehetővé teszik, hogy az emberi reakciókat és érzéseket (lelkialapotokat) figyelembe véve legyenek képesek a gépek segíteni a munkánkat. A szenzorok ugyanakkor segítik az ember-gép szimbiózisát is, hiszen idővel az ember képessé válik arra, hogy a saját fizikai testét „kiterjesztve” hajtsa végre feladatokat gépek vagy gépek egy csoportjának irányítása vagy felügyelete révén.

Hivatkozások

1. Bail, C., Argyle, L., Brown, T., Bumpus, J., Chen, H., Hunzaker, M., ... & Volfovsky, A. (2018). Exposure to opposing views on social media can increase political polarization. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 115(37), 9216-9221
2. Bailey, J. O., & Bailenson, J. N. (2017). Immersive virtual reality and the developing child: Understanding the impact of immersive technology on cognitive and social development
3. Bandura, A. (1999). Moral disengagement in the perpetration of inhumanities. *Personality and Social Psychology Review*. [Special Issue on Evil and Violence], 3, 193-209.
4. Bastos, M., Mercea, D., & Baronchelli, A. (2018). The geographic embedding of online echo chambers: evidence from the brexit campaign. *Plos One*, 13(11), e0206841. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0206841>
5. Beck, A. T., & Haigh, E. A. (2014). Advances in cognitive theory and therapy: The generic cognitive model. *Annual Review of Clinical Psychology*, 10, 1-24. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-032813-153734>
6. Bessel van der Kolk, B. A. (2015). *The body keeps the score: Brain, mind, and body in the healing of trauma*. Penguin Books.
7. Bouchard, S., Bernier, F., Boivin, Č., Morin, B., & Robillard, G. (2012). Using biofeedback while immersed in a stressful virtual environment. *Virtual Reality*, 16(2), 111-127. <https://doi.org/10.1007/s10055-011-0191-9>
8. Bowman, D. A., McMahan, R. P., & Ragan, E. D. (2018). Question
9. ing naturalism in 3D user interfaces. *Communications of the ACM*, 61(6), 62-71. <https://doi.org/10.1145/3204471>
10. Danaher, J. (2019): The ethics of algorithmic outsourcing in everyday life. In K. Yeung & M. Lodge (szerk.) *Algorithmic Regulation* (91–118o.). Oxford University Press. 107.o. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198838494.003.0005>
11. Feng, S., Teplitskiy, M., Duede, E., & Evans, J. (2019). The wisdom of polarized crowds. *Nature Human Behaviour*, 3(4), 329-336. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0541-6>

12. Festinger, L. (1957). *A Theory of Cognitive Dissonance*. Stanford University Press.
13. Gall, D., Roth, D., Stauffert, J. P., Zarges, J., & Latoschik, M. E. (2021). Embodiment in virtual reality intensifies emotional responses to virtual stimuli. *Frontiers in Psychology*, 12, Article 674179. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.674179>
14. Gasaway, R. (2023). How smart health leaders make intuitive decisions. *Healthcare Management Forum*, 37(3), 168-172. <https://doi.org/10.1177/08404704231212781>
15. Haar, S., Sundar, G., & Faisal, A. (2021). Embodied virtual reality for the study of real-world motor learning. *Plos One*, 16(1), e0245717. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0245717>
16. Hsieh, C., Fifić, M., & Yang, C. (2020). A new measure of group decision-making efficiency. *Cognitive Research Principles and Implications*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s41235-020-00244-3>
17. Kahneman, D. (2011). *Thinking, Fast and Slow*. Farrar, Straus and Giroux.
18. Karnath, H., Mölbert, S., Klaner, A., Tesch, J., Giel, K., Wong, H., ... & Mohler, B. (2019). Visual perception of one's own body under vestibular stimulation using biometric self-avatars in virtual reality. *Plos One*, 14(3), e0213944. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0213944>
19. Liu, Z., Wei, X., Wang, D., & Wang, L. (2019). State key laboratory for geomechanics and deep underground engineering, school of mechanics & civil engineering, china university of mining & technology, xuzhou 221116, china. *Mathematical Biosciences & Engineering*, 16(4), 2371-2390. <https://doi.org/10.3934/mbe.2019119>
20. Lorenz, M., Brade, J., Diamond, L., Sjölie, D., Busch, M., Tscheligi, M., ... & Hammer, N. (2018). Presence and user experience in a virtual environment under the influence of ethanol: an explorative study. *Scientific Reports*, 8(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24453-5>
21. Makransky, Guido, and Lau Lilleholt. "A Structural Equation Modeling Investigation of the Emotional Value of Immersive Virtual Reality in Education." *Educational Technology Research and Development* 66 (2018). <https://doi.org/10.1007/s11423-018-9581-2>.

22. Maruhn, P., Schneider, S., & Bengler, K. (2019). Measuring egocentric distance perception in virtual reality: influence of methodologies, locomotion and translation gains. *Plos One*, 14(10), e0224651. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224651>
23. Parsons, T. D., & Rizzo, A. A. (2008). Affective outcomes of virtual reality exposure therapy for anxiety and specific phobias: A meta-analysis. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 39(3), 250-261. <https://doi.org/10.1016/j.jbtep.2007.07.007>
24. Pariser, E. (2011). *The Filter Bubble: What the Internet is Hiding from You*. Penguin Books.
25. Popovic, N., Bentele, U., Pruessner, J., Moussaïd, M., & Gaissmaier, W. (2020). Acute stress reduces the social amplification of risk perception. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62399-9>
26. Rastogi, C., Zhang, Y., Wei, D., Varshney, K., Dhurandhar, A., & Tomsett, R. (2020). Deciding fast and slow: the role of cognitive biases in ai-assisted decision-making.. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2010.07938>
27. Riva G, Mancuso V, Cavedoni S, Stramba-Badiale C. Virtual reality in neurorehabilitation: a review of its effects on multiple cognitive domains. *Expert Rev Med Devices*. 2020 Oct;17(10):1035-1061. doi: 10.1080/17434440.2020.1825939. PMID: 32962433.
28. Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535), 3549–3557. <https://doi.org/10.1098/rstb.2009.0138>
29. Stanovich, K. E., & West, R. F. (2000). Individual differences in reasoning: Implications for the rationality debate? *Behavioral and Brain Sciences*, 23(5), 645–665; discussion 665–726. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00003435>
30. Sun, F., Lu, Q., Feng, S., & Zhang, T. (2021). Flexible artificial sensory systems based on neuromorphic devices. *Acs Nano*, 15(3), 3875-3899. <https://doi.org/10.1021/acsnano.0c10049>
31. Törnberg, P. (2018). Echo chambers and viral misinformation: modeling fake news as complex contagion. *Plos One*, 13(9), e0203958. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203958>

32. Tversky, A., & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, 185(4157), 1124–1131. <https://doi.org/10.1126/science.185.4157.1124>
33. van Loon, A., Bailenson, J., Zaki, J., Bostick, J., & Willer, R. (2018). Virtual reality perspective-taking increases cognitive empathy for specific others. *PLOS ONE*, 13(8), e0202442. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202442>
34. Zein, M., Bahrami, B., & Hertwig, R. (2019). Shared responsibility in collective decisions. *Nature Human Behaviour*, 3(6), 554–559. <https://doi.org/10.1038/s41562-019-0596-4>