

Négyesi Imre,<sup>1</sup> Kiss Csaba<sup>2</sup>

# A mesterséges intelligencia a hadisérültek rehabilitációjában

## Artificial Intelligence in the Rehabilitation of War-Injured

### Absztrakt

A háború tragikus következményeket hoz magával, sok katona életét és egészségét veszti el. Azonban az elmúlt évtizedekben egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek a hadisérültek rehabilitációjára és a teljes élet újbóli visszaállítására. Az egyik legígéretesebb technológiai fejlesztés ezen a téren a mesterséges intelligencia (MI) területén várható. Az MI alkalmazása a hadisérültek felépülésében számos előnyt és lehetőséget kínál, hiszen segíti a diagnózist, a terápiát és a működés helyreállítását. Ez a publikáció bemutatja, hogyan járul hozzá az MI a hadisérültek rehabilitációjához, és milyen pozitív hatása van a sérültek életminőségére.

**Kulcsszavak:** mesterséges intelligencia, rehabilitáció, hadisérültek

### Abstract

War brings tragic consequences and takes the lives and health of many soldiers. However, in recent decades, more and more emphasis has been placed on the rehabilitation of the war-injured and the restoration of full life. One of the most promising technological developments in this field is the artificial intelligence. The use of AI in the recovery of war-injured people offers many advantages and opportunities, as it helps with diagnosis, therapy and restoration of function. This publication shows how

<sup>1</sup> Tanszékvezető egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, e-mail: [negyesi.imre@uni-nke.hu](mailto:negyesi.imre@uni-nke.hu)

<sup>2</sup> Doktori hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, e-mail: [kiss.csaba@uni-nke.hu](mailto:kiss.csaba@uni-nke.hu)

*AI contributes to the rehabilitation of the war-injured, and what positive effect it has on the quality of life of the wounded.*

*Keywords: artificial intelligence, rehabilitation, war-injured*

## Bevezetés

Az Amerikai Egyesült Államokban a Nemzeti Hírszerzési Tanács ötévente prognózist készít 20 ország hírszerző szolgálatainak és tudósainak részvételével a világban észlelhető trendekről.<sup>3</sup> Az utolsó prognózis a 2012-től 2030-ig tartó időszakot vizsgálta. Eszerint megváltoznak az erőközpontok, multipoláris lesz a világ, Ázsia jelentősége nőni fog, továbbá nőni fog a világ lakossága és a fejlett országokban az idősek aránya. Az élelmiszer, a víz, az energia megszerzése, elosztása a klímaváltozással együtt a jövő egyik legnagyobb kihívása lesz.

A klímaváltozással és a természeti forrásokkal kapcsolatos kihívások élesednek. A terrorizmus okozta feszültségek nőnek. „A terrorizmus nem szűnik meg, hiszen nem csak egy oka van.”<sup>4</sup> A regionális instabilitás veszélye nőhet. A jelenleg is instabil régiókban bármikor még jobban kiéleződhetnek a feszültségek.

Jelenleg 2 milliárd ember, a Föld lakosságának negyede él konfliktus sújtotta területeken – jelentette ki António Guterres ENSZ-főtitkár<sup>5</sup> az ENSZ Békeépítő Bizottságának ülésén 2022-ben. Arról is beszélt, hogy becslések szerint 2021-ben 84 millió embernek kellett elhagynia a lakóhelyét a világban dúló konfliktusok miatt, és 274 millióan szorultak humanitárius segísége.

2023-ra a konfliktusok száma tovább nőtt a világban, ami több milli halálos áldozatot követel, és még több sebesültet jelent a katonai és a civil lakosság körében egyaránt, nem számolva a hadszíntér és a táborok higiéniés állapota miatt terjedő járványos betegségek áldozatait.

A hadszíntéren szerzett sebesüléseket a kornak megfelelő fegyverek okozzák, és a sebek jellege mindig attól függ, hogy a harcban milyen fegyvereket alkalmaznak. Az afganisztáni és iraki háborúk alatt az amerikai katonák sérüléseinek közel 79%-a improvizált robbanóeszközöktől származott, ezzel szemben Ukrajnában a sebesülések megközelítőleg 70%-a tüzéségi tűz miatt keletkezett, amely sokkal súlyosabb sérüléseket okoz.

A hadisérültek kezelése elsősegélynyújtással már a háborús helyszínen megkezdődik. Az akut sürgősségi ellátás szabályainak betartásával, a sérülés súlyosságától függően, ha szükséges, az újraélesztést azonnal alkalmazzák, és a sérült szállítása során folytatják. A harci körülményektől, a sérültkiürítési lehetőségektől és a következő ellátási tagozat távolságától függően, a sebesült 30–90 perc alatt elérheti azt a kijelölt egészségügyi létesítményt, ahol olyan szakavatott személyzet várja, amely képes a kárelhárításra, ha szükséges, gondoskodnak az artériás és vénás sérülések végleges helyreállításáról, még azelőtt, hogy a sérültek hazaszállítása a végleges ellátási helyre megtörténne.

<sup>3</sup> WEINHOFFER 2022: 131–147.

<sup>4</sup> National Intelligence Council 2012.

<sup>5</sup> ARCHIE 2022.

A hazaszállítás után a hadisérültet az illetékes egészségügyi intézmény megvizsgálja, hogy a sérülés okozott-e funkcióvesztést, amennyiben szükséges, úgy megkezdődik a funkcióvesztés helyreállítása vagy pótlása, azaz rehabilitációja.

A rehabilitáció során lehetőség van a legmodernebb eszközök használatára, így az MI-vel ellátott gépek és eszközök is szóba jöhetnek. A rehabilitációban elindultak egyes trendek, mint például a számítástechnika alkalmazása (exoskeletonok, robotok, virtuálisvalóság-technika, bionikus művégtagok, applikációk, Big Data), a PTSD (poszttraumás stressz szindróma) és az életminőség kutatása mellé felzárkózott a PTG (*post-traumatic growth*, poszttraumás növekedés) vizsgálata, kísérletek kezdődtek az összejtek alkalmazására.

## Rehabilitáció

Magyarország Alaptörvénye XII. cikkének végrehajtása érdekében az Országgyűlés a megváltozott munkaképességű személyek megmaradt, fejleszthető képességeire épülő, foglalkoztatásközpontú rehabilitációjának, társadalmi reintegrációjának, foglalkoztatásának elősegítésére, továbbá a kieső jövedelem miatti keresetpótlás érdekében megalkotta a 2011. évi CXCI. törvényt.<sup>6</sup>

A rehabilitáció olyan egészségügyi eljárások, ellátások összessége, amelynek célja a betegség miatt kialakult funkcióvesztés (mozgáskorlátozottság, beszédzavar, csökkent szívteljesítmény stb.) helyreállítása vagy pótlása, illetve kompenzáló új képességek kifejlesztése. Attól függően, hogy milyen hadisérülés vagy betegség miatt van szükség rehabilitációs ellátásra, különböző rehabilitációs technikákat alkalmaznak.

Az orvosi rehabilitációnak többféle irányultsága lehet: mozgásszervi, sérülések vagy balesetek utáni, műtétek utáni, kardiológiai, onkológiai, pszichiátriai, légzés-rehabilitáció (pulmonológiai rehabilitáció), illetve szenvedélybetegek rehabilitációja.<sup>7</sup>

A gyógyítási folyamatnak a célja az egészség helyreállítása, olyan mértékben, ahogy azt az elszennvedett sérülés vagy betegség lehetővé teszi. Rehabilitációra tehát azoknak van szükségük, akik elveszítették egy olyan képességüket, amely szükséges a mindennapi élethez. A rehabilitációs ellátás célja, hogy a páciens visszanyerje ezt a képességét a mindennapi életvitelhez és a munkához.

## Mesterséges intelligencia

Az emberiség történelmében az orvoslás központi szerepet játszott az élet megőrzésében és javításában. Az írás megjelenése óta pedig feljegyezte megfigyeléseit, és próbált ok-okozati összefüggéseket találni a betegség és a gyógyítási módok között.

A számítógép megjelenésével az emberiségnek lehetősége nyílt az összegyűjtött adatokat rendszerezni és tudományos felismeréseket tenni. Ezek az adatok nagy mennyiségű információt tartalmaznak, szerkezetükben is nagyon változatosak,

<sup>6</sup> 2011. évi CXCI. törvény.

<sup>7</sup> 1997. évi CLIV. törvény.

és a számítógépes programokkal nagyon gyorsan feldolgozhatók. A tudomány Big Data néven nevezi az ilyen típusú adatokat.

A Big Data csak egy az elmúlt évek technológiai változásaiból eredő eredményeknek. Idetartozik még például az eszkozmobilitás, az MI, a dolgok internete (IoT), a robotika, a blokklánc, a 3D nyomtatás, a gépi látás vagy a mélytanulás.<sup>8</sup>

A mélytanulást egy specifikusan erre a célra kialakított chip végzi a GPU-ban (grafikus feldolgozó egység). A GPU-k ezernyi, viszonylag egyszerű feldolgozó magot gyűjtenek össze egyetlen chipbe. Felépítésük az ideghálózatokra hasonlít, ezzel lehetővé téve a biológiai ihletésű és többrétegű „mély” ideghálózatok kialakítását, amelyek az emberi agyat utánozzák.

Egy ilyen kiépítésű struktúra alkalmazásával a mélytanulás lehetővé teszi konkrét feladatok megoldását anélkül, hogy kifejezetten arra programozták volna a számítógépet. A számítógépes alkalmazásokat tehát az emberek úgy programozzák, hogy azok „feladatspecifikusak” legyenek, míg a mélytanulás Big Data-adatokat használ, és „idegi” hálózatokon keresztül képezi le azokat. Az új adatokat automatikusan beépítik a rendszerükbe, azaz tanulnak belőle.

A gépi látás egy digitális érzékelőn alapul, amelyet egy speciális optikával ellátott kamerába helyeznek. A rendszer képeket készít, amelyeket egy számítógépre továbbítanak. A képek kiértékelését egy specializált szoftverfolyam végzi, amely különféle jellemzőket keres a képeken. A gépi látásrendszerek megbízhatóan teljesítenek egy tipikus célra következetes használat esetében. Lépésről lépésre történő szűréssel és szabályalapú algoritmusokkal megkeresik a képen a kívánt célt.

Az MI egyik legfontosabb alkalmazási területe az orvosi képzésben és a diagnosztikában rejlik, amit gépi látás és gépi tanulás útján ér el. Az így megalkotott algoritmusok páratlan pontossággal és nagy sebességgel elemzik a röntgen-, az MR- és CT-vizsgálatok felvételeit. Az MI képes a betegség korai jeleit észlelni, kiszűrni az eltérő jelenségeket a felvételeken, így segíti a gyorsabb diagnózist, és az időben elkezdett kezelés révén nagymértékben javulhat a túlélési esély.

A gépi tanuláshoz szükséges adathalmazok mérete messze meghaladja az emberi tanuláshoz elegendő információ mennyiségét.<sup>9</sup> Különösen szembeötlő ez az orvoslásban, ahol általánosan elmondható, hogy még néhány kategória megtanulásához is akár milliós nagyságrendben kell példákat mutatni az MI-nek. Nem kategorikus problémák esetén, ahol a cél valamilyen absztrakt reprezentáció tanulása egy hatalmas adattenger minden egyes eleméről, amely általában egy többdimenziós vektor, és az adathalmazok mérete a százmilliós, akár milliárdos elemszámot is elérheti.<sup>10</sup> Látható, milyen nagy adathalmazról van szó, egy szakorvos élete során is csak pár tízezres mintát lát. Nagy kihívást jelent megfelelően általánosító modellek alkotása és tanítása orvosi mintákon úgy, hogy az a gyakorlat számára értékelhető eredményt adjon. Tovább nehezíti a helyzetet az egészségügyi alkalmazások során kapott adatok érzékeny volta, ami miatt nehéz az intézmények, de különösképpen országok között adatot megosztani.

<sup>8</sup> KOLLÁR 2017: 146–158.

<sup>9</sup> RIDNIK et al. 2021.

<sup>10</sup> CHEN et al. 2020.

## Mesterséges intelligencia a rehabilitációban

Az adatalapú, digitális megoldások jobb megelőzési, terápiás és jóléti ajánlásokkal segíthetik az egészségügy szereplőit, hozzájárulnak a mesterségesintelligencia-alapú döntéstámogatás fejlesztéséhez és bevezetéséhez a diagnosztikában és a terápiában, és támogatják az orvosbiológiai kutatások fejlődését, különös tekintettel a személyre szabott terápiák és diagnosztizálások fejlesztésére.<sup>11</sup>

A globális szinten zajló egészségügyi és egészségipari paradigmaváltás rövid és középtávon elvezethet oda, hogy a hagyományos „földi” ellátórendszerek mellett intézményesülnek az adatvezérelt egészségügyi megoldások, amelyekben digitálisan támogatott ellátási modellek irányítják majd a hadisérültet egészsége fenntartásában, valamint az orvost a hadisérült diagnosztizálásában, kezelésében és állapota nyomon követésében, akár az egészségügyi intézményekben, akár távolról, az otthonában.<sup>12</sup>

Az ilyen jellegű innovációk hozzájárulnak az MI-alapú döntéstámogatás fejlesztéséhez és bevezetéséhez a diagnosztikában és a terápiában, valamint elősegítik az orvosbiológiai kutatások fejlődését, különös tekintettel a személyre szabott terápiák és diagnosztikumok fejlesztésére. Az ilyen innovációk segíthetik az egészségügyet idő, valamint anyagi és humán erőforrások megtakarításában.<sup>13</sup>

## Mesterséges intelligencia a diagnózisban

A mesterséges intelligencia fejlődése az orvoslásban olyan gépek létrejöttét eredményezi, amelyek képesek diagnosztizálni az egészségi állapotokat, kezelési terveket javasolni az orvosoknak, és még azt is megjósolják, hogyan változik a beteg, hadisérült egészsége.

Napjainkban egyre több egészségügyi konferencián mutatnak be gépi tanulással működő új algoritmusokat, amelyek képesek a rohamok észlelésére, a vese- vagy szívbetegségek progressziójának előrejelzésére, valamint törekvés van a szívverések felvételei alapján szétválasztani a normál ritmusokat a rendellenestől.

A Babylon Health cég olyan alkalmazást fejlesztett, amely az MI által vezérelt javaslatokat tesz személyes orvosi kórtörténet és általános orvosi tudás alapján. A betegek megadják betegségük tüneteit az alkalmazásnak, amely beszéd felismerés segítségével rögzíti ezeket, majd az információkat összeveti saját betegség-adatbázisával, utána a páciens kórtörténete alapján javasol a rendszer további teendőket.<sup>14</sup>

Magyarországon a Szegedi Tudományegyetem (SZTE) kutatói a Budai Egységközpont Kft., valamint az IFUA Horváth & Partners Kft. munkatársaival együttműködve olyan mesterséges intelligencia által támogatott orvosi technológia létrehozásán dolgoznak, amely megreformálja a gerincgyógyászati diagnosztikai folyamatot, támogatja a gyógyítást, elősegíti az orvos-beteg kommunikációt, ezáltal javítva

<sup>11</sup> BALOGH et al. 2022: 56–63.

<sup>12</sup> SZABÓ et al. 2021: 47–66.

<sup>13</sup> OLAR–CSABAI–POLLNER 2021: 26–29.

<sup>14</sup> MESKÓ–GÖRÖG 2020: 1361–1377.

a betegellátás minőségét. A projektet a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatja. A 2024 elejéig tartó projekt fő célja olyan automata gerinc-MR-leletező mesterségesintelligencia-algoritmus és -applikáció fejlesztése, amely képes lesz a gerincről készült MR-vizsgálatok értékelésére, kiszűrve a gerincbetegségeket és az eltéréseket.

## Mesterséges intelligencia a terápiában

Molly az orvosi startup, a Sensely által fejlesztett kedves mosolyú és kellemes hangú virtuális ápolónő, amely segíti az embereket állapotuk és kezelésük ellenőrzésében. Az interfész gépi tanulást alkalmazva támogatja a krónikus betegeket két orvosi vizsgálat között. Krónikus betegségekre célzottan nyújt személyre szabott megfigyelést és utógondozást. Hasonló megközelítést alkalmazott az Amerikai Nemzeti Egészségvédelmi Intézet által is támogatott Ai.Cure alkalmazás, amely az okostelefonok kameráját és az MI-t használva elemzi, hogy betartják-e a páciensek a számukra előírt kezelést. Ez súlyos egészségügyi állapotban lévők vagy klinikai orvosi vizsgálatok résztvevői számára lehet hasznos.

A háború pszichésen is nyomot hagy nemcsak a civilekben, hanem a katonákban is. A technológiai fejlődés lehetővé tette, hogy az MI használata, a diagnosztikától kezdve a terápiáig, egyre nagyobb teret kapjon a pszichológiai praxisban is.<sup>15</sup> Sok kutatás és projekt próbálja felhasználni az MI-t a pszichológiai segítségnyújtásban, így robotok, applikációk és chatbotok sorát fejlesztették ki, illetve kínálják szolgáltatásként. Vannak biztató eredmények elsősorban a stressz és a magány leküzdése, valamint a hangulatjavítás és a szociális interakciók területén.<sup>16</sup>

A robotokkal való kutatásoknak két kézzelfogható megtestesítője van, az egyik Paro, a mentálhigiéniai robotfóka, a másik pedig az eBear, a mentálhigiéniai robotmackó. Mindkét egészségügyi „asszisztens” időseknek és mozgásban korlátozottaknak készült otthoni használatra. Ezek a robotok reagálnak az emberi beszédre, mozgásra, és szociális interakciókon keresztül próbálnak segíteni az izolált, esetleg depressziós betegeknél.<sup>17</sup>

A gépi tanulás használata hathatós segítséget nyújthat a terápiák hatékonyságmérés-problémájának megoldásában. A terapeuták azonnali visszajelzést kaphatnak arról, hogyan kellene folytatni a terápiát, vagy hogy miként lehetne személyre szabottan választani a rendelkezésre álló intervenciók közül.<sup>18</sup>

<sup>15</sup> UJHELYI–ZSOLDOS 2022: 81–91.

<sup>16</sup> YU et al. 2015.

<sup>17</sup> ZHANG et al. 2014: 969–974.

<sup>18</sup> IMEL et al. 2017: 385–393.

## Mesterséges intelligencia a működés helyreállításában

Az agy aktivitásának mérése 1929-ben kezdődött, amikor Hans Berger kidolgozta az elektroencefalográfia (EEG) elvét.<sup>19</sup> Az agy-gép interfészek fejlődése, amely mind az érzékelés, mind az irányítás támogatását célozza, nemcsak a fogyatékosággal élők funkcióinak visszaállítását ígéri, de fényt derít az idegrendszer számos aspektusára is. Gyakorlatilag az agy a külső interfészekhez sikeresen képes alkalmazkodni, végeredményben egy másik érzékszervnek, illetve végtagnak tekintve azokat.<sup>20</sup>

Az otthoni gondozásban megjelennek a robotok, hogy segítsenek az idősödő emberek gondozásában és a mozgássérültek ellátásában a mindennapi teendők során, így lehetővé teszik, hogy a rászorultak függetlenebb életet élhessenek. Ilyenek például a robotkarokkal ellátott kerekes székek, amelyek lehetővé teszik lebénult emberek részére, hogy tárgyakat mozgassanak, és az étkezésnél segítsenek. Az intelligens módon reagáló végtagprotézisek is hasonló módon működnek, valamint az exoszkeletonok, amelyek emberfeletti erőt biztosítanak, és emellett lehetővé teszik, hogy a deréktól lefelé mozgássérült emberek újra járhassanak.

A robotikus exoszkeleton kifejlesztése az amerikai hadseregben kezdődött a hatvanas években. A fő cél az volt, hogy az exoszkeleton segítségével a katona emberfeletti erővel rendelkezzen. Az exoszkeleton egy külső „csontváz”, olyan mesterséges külső vázszerkezet, amely az emberi testre csatolva helyettesíti vagy támogatja bizonyos izmok, végtagok működését. Ez azt jelenti, hogy segítségével bénult végtagok mozoghatnak, vagy a saját erővel mozdíthatatlanul nehéz súlyok is megemelhetők, így az emberi test terhelhetősége, gyorsasága, teljesítménye a sokszorosára növelhető.<sup>21</sup> Ma már nem csupán katonai, hanem gazdasági és orvosi célokra is használják. A DARPA kutatói az 1960-as években fejlesztették ki a Hardimant, azt az exoszkeletonot, amely 682 kg-ot is képes volt megemelni.

A fejlesztések tovább folytatódtak, és a DARPA kutatói 2000 óta a Holnap Katonája terven és az Exoskeletons for Human Performance Augmentation (Exoszkeletonok emberi teljesítmény növelésére) projekten dolgoznak. További cél az erő, az ellenálló képesség, a mozgékonyaság növelése, a mozgások finomítása, pontosabbá tétele, a súly csökkentése, valamint az energiaellátás javítása (Massachusetts Institute of Technology, MIT; Human Universal Load Carrier, HULC).<sup>22</sup>

Magyarországon a Pécsi Tudományegyetem és az Országos Orvosi Rehabilitációs Intézet (OORI) közös kutatása törlés az alsó végtagi exoszkeleton terápiás használatának indikációit, a terápiás protokollok és hatások vizsgálatát, a járóbeteg-ellátásban való szerepének feltárását vizsgálja. Ennek érdekében a Pécsi Tudományegyetemre és az OORI-ba került 1-1 db ReWalk 6.0 exoszkeleton. (1. ábra).

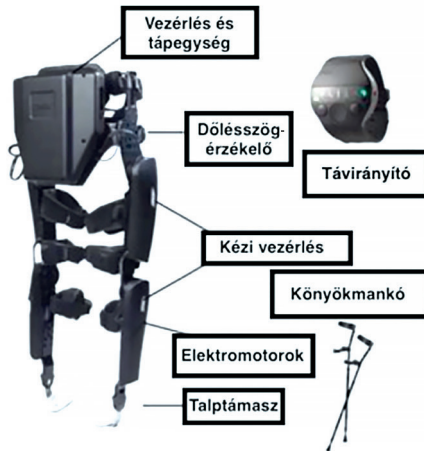
<sup>19</sup> RUSSEL-NORVIG 2005.

<sup>20</sup> LEBEDEV-NICOLELIS 2006: 536–546.

<sup>21</sup> BOGUE 2009: 421–427.

<sup>22</sup> BOGUE 2009: 421–427.





1. ábra: A ReWalk 6.0 exoszkeleton felépítése

Forrás: [www.rehab.hu/upload/rehab/document/shenker\\_benjamin.pdf?web\\_id=](http://www.rehab.hu/upload/rehab/document/shenker_benjamin.pdf?web_id=)

Az Európai Unió minden évben kiad egy jelentést *Mesterséges intelligencia az egészségügyben és az ellátásban az EU országokban* címmel, ahol a tagállamok erőfeszítéseit értékeli az MI elterjesztésében az egészségügy területén. A legutóbbi jelentés szerint Magyarország az EU-ban az egészségügy területén a mesterséges intelligencia alkalmazásában a tudományos teljesítmény mintegy 1,0%-át adja. Az ilyen hozzájárulásokat lehetővé tevő jelentős intézmények közé tartozik a Debreceni Egyetem, az Óbudai Egyetem és a Szegedi Tudományegyetem, valamint olyan kórházak, mint a budapesti Szent János Kórház és a Magyar Tudományos Akadémia.

## Következtetések

Napjainkban minden eddiginél fontosabbá vált a páciensek állapotának hatékony, pontos és költségérzékeny felmérése, az MI pedig bebizonyította alkalmazhatóságát ezen a területen is, így egyre nagyobb szerephez jut a hadisérültek gyógyításában.

Az MI képes átfogóan elemezni a páciensek hatalmas mennyiségű adatait, beleértve a kórtörténetet és orvosi előzményeket, az életmódból eredő állapotot, amivel megnyitotta az utat a személyre szabott orvoslás előtt. Az MI segítségével előrejelzést kaphatunk arra, hogyan fognak reagálni adott személyek konkrét kezelésekre, azonosítják egyedi igényeiket. Ezzel a lehetőséggel növelhetjük a kezelés hatékonyságát, és minimalizálhatjuk a nemkívánatos mellékhatásokat.

A hadisérültek rehabilitációjában és gondozásában egyre inkább megjelenik a robotika és a „kiterjesztett valóság”, amely többek között segíti a sebészeket a komplex beavatkozások precíz és biztonságos végrehajtásában is. Robotok végeznek egyre több műtétet, emberi felügyelet mellett, ezzel is csökkentve a gyógyulási időt és a komplikációk kockázatát. A „kiterjesztett valóság” révén a sebész látómezőjére közvetlenül



rávétítik például a hadisérült fontos adatait, így segítik az orvost a gyorsabb döntéshozatalban a műtét során.

Az intelligens virtuális egészségügyi asszisztensek javítják a páciensközpontú szemléletet és az egészségügyi szolgáltatásokhoz való hozzáférést. A hadisérülteknek lehetőségük van az asszisztenseknek orvosi kérdést feltenni, kezelésre időpontot foglalni, és a tüneteik alapján akár előzetes diagnózist is kérhetnek. Ez a rendszer hozzájárulhat a nehezen megközelíthető vidékeken élő emberek egészségügyi ellátáshoz való hozzáféréseinek növeléséhez.

A 21. század elején már egyre világosabban látszik, hogy nem attól kell félni, hogy az MI elveszi az emberi érintést és az orvoslás művészetét, hanem azon kell dolgozni, hogy javítsa mindkettőt.

## Felhasznált irodalom

- ARCHIE, Ayana (2022): World is Seeing the Greatest Number of Conflicts since the end of WWII, U.N. Says. *npr.org*, 2022. március 31. Online: [www.npr.org/2022/03/31/1089884798/united-nations-conflict-covid-19-ukraine-myanmar-sudan-syria-yemen](https://www.npr.org/2022/03/31/1089884798/united-nations-conflict-covid-19-ukraine-myanmar-sudan-syria-yemen)
- BALOGH Judit et al. (2022): A mesterséges intelligencia alapú megoldások fejlesztése és bevezetése az egészségügyben – kézműves manufaktúrától a gyártósorig? *IME – Az egészségügyi vezetők szaklapja*, 21(2), 56–63. Online: <https://doi.org/10.53020/IME-2022-206>
- BOGUE, Robert (2009): Exoskeletons and Robotic Prosthetics: A Review of Recent Developments. *Industrial Robot*, 36(5), 421–427. Online: <https://doi.org/10.1108/01439910910980141>
- CHEN, Ting et al. (2020): A Simple Framework for Contrastive Learning of Visual Representations. In *Proceedings of the 37<sup>th</sup> International Conference on Machine Learning*, 1597–1607. Online: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2002.05709>
- IMEL, Zac E. et al. (2017): Technology-Enhanced Human Interaction in Psychotherapy. *Journal of Counseling Psychology*, 64(4), 385–393. Online: <https://doi.org/10.1037/cou0000213>
- KOLLÁR Csaba (2017): Az IoT katonai felhasználási lehetőségei és a fejlesztés irányai. *Hadmérnök*, 12(4), 146–158.
- LEBEDEV, Mikhail A. – NICOLELIS, Miguel A. (2006): Brain–Machine Interfaces: Past, Present and Future. *Trends in Neurosciences*, 29(9), 536–546. Online: <https://doi.org/10.1016/j.tins.2006.07.004>
- MESKÓ Bertalan – GÖRÖG Márton (2020): Rövid útmutató egészségügyi szakemberek számára a mesterséges intelligencia korában. *Magyar Tudomány*, 181(10), 1361–1377. Online: <https://doi.org/10.1556/2065.181.2020.10.8>
- National Intelligence Council (2012): *Global Trends 2030: Alternative Worlds*. Online: [www.dni.gov/files/documents/GlobalTrends\\_2030.pdf](http://www.dni.gov/files/documents/GlobalTrends_2030.pdf)
- OLAR Alex – CSABAI István – POLLNER Péter (2021): A mesterséges intelligencia nyújtotta megoldások helye és szerepe a jelen és a jövő orvoslásában. *IME – Az egészségügyi vezetők szaklapja*, 20(3), 26–29. Online: <https://doi.org/10.53020/IME-2021-304>

- RIDNIK, Tal et al. (2021): *ImageNet-21K Pretraining for the Masses*. Online: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2104.10972>
- RUSSEL, Stuart J. – NORVIG, Peter (2005): *Mesterséges intelligencia modern megközelítésben* I–II. kötet. Budapest: Panem.
- SZABÓ Zoltán A. et al. (2021): A digitális egészségügyi ökoszisztéma fogalmának és elemeinek nemzetközi és hazai áttekintése. *Információs Társadalom*, 21(3), 47–66. Online: <https://doi.org/10.22503/infvars.XXI.2021.3.3>
- TOMOKO, Otake (2016): IBM Big Data Used for Rapid Diagnosis of Rare Leukemia Case in Japan. *The Japan Times*, 2016. augusztus 11. Online: [www.japantimes.co.jp/news/2016/08/11/national/science-health/ibm-big-data-used-for-rapid-diagnosis-of-rare-leukemia-case-in-japan/#.V9bRgDVBopF](http://www.japantimes.co.jp/news/2016/08/11/national/science-health/ibm-big-data-used-for-rapid-diagnosis-of-rare-leukemia-case-in-japan/#.V9bRgDVBopF)
- UJHELYI Adrienn – ZSOLDOS Balázs (2022): Mesterséges intelligencia a terápia-ban. *Alkalmazott Pszichológia*, 22(3), 81–91. Online: <https://doi.org/10.17627/ALKPSZICH.2022.3.81>
- WEINHOFFER Judit (2022): A katona-egészségügy szerepe a rehabilitáció 21. századi fejlődésében. *Honvédségi Szemle*, 150(1), 131–147. Online: <https://doi.org/10.35926/HSZ.2022.1.10>
- YU, Ruby et al. (2015): Use of a Therapeutic, Socially Assistive Pet Robot (PARO) in Improving Mood and Stimulating Social Interaction and Communication for People with Dementia: Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. *JMIR Research Protocols*, 4(2), e45. Online: <https://doi.org/10.2196/resprot.4189>
- ZHANG, Xiao et al. (2014): eBear: An Expressive Bear-Like Robot. In *The 23<sup>rd</sup> IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*. Institute of Electrical and Electronics Engineers, 969–974. Online: <https://doi.org/10.1109/ROMAN.2014.6926378>

## Jogi források

1997. évi CLIV. törvény az egészségügyről

2011. évi CXCI. törvény a megváltozott munkaképességű személyek ellátásairól és egyes törvények módosításáról