

**THE USE OF ARTIFICIAL
INTELLIGENCE IN HEALTHCARE PROCESSES****A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA
ALKALMAZÁSA AZ EGÉSZSÉGÜGYI
ELLÁTÁSI FOLYAMATOKBAN**TISÓCZKI József¹**Abstract**

Orders of magnitude can increase the efficiency of data processing capabilities by using artificial intelligence (AI). Its introduction into healthcare systems can make not only healthcare processes but also the operation of IT systems more secure. A deep analysis of a healthcare database or data lake (Data Lake) can shed light on the exact dependencies that affect the healing processes, health maintenance and well-being of a given population of strategic importance. At the same time, AI also plays a massive role in the security analysis of prompt electronic data flows. In my study, I will focus on the applications of Artificial Intelligence in healthcare critical system elements.

Keywords

Artificial Intelligence (AI), patient safety, healthcare, AR/VR, biometric identification, IoT, Humanoid

Absztrakt

Az adatfeldolgozás hatékonysága a mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásával, nagyságrendekkel növelhető. Az egészségügyi rendszerelemekbe történő bevezetése nem csak a gyógyítási folyamatokat, de az informatikai rendszerek üzemeltetését is biztonságosabbá teszi. Egy egészségügyi adatbázisnak, adattónak (Data Lake) mély elemzése olyan egzakt dependenciákra világíthat rá, melyek egy adott populáció gyógyító folyamatait, egészség-megőrzését és jóllétét befolyásolja, stratégiai jelentőséggel bír. Ugyanakkor a mesterséges intelligencia, prompt, elektronikus adatáramlások biztonságtechnikai elemzésében is óriási szerepet kap. Tanulmányomban az egészségügyi létfontosságú rendszerelemek mesterséges intelligencia alkalmazásaira fókuszálok.

Kulcsszavak

Mesterséges Intelligencia (MI) betegbiztonság, egészségügy, AR/VR, biometrikus azonosítás, IoT, Humanoid

¹ tisoczki.jozsef@uni-obuda.hu | ORCID: 0000-0001-5153-8044 | Ph.D Student, Óbuda University Doctoral School for Safety and Security Sciences | doktorandusz, Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola

BEVEZETÉS

Háttér és célkitűzés

A mesterséges intelligencia alap elgondolásait több mint ötven évvel ezelőtt fektették le. Ennek ellenére csupán a közelmúltban tapasztaljuk a technológia exponenciális növekedését. A gyors növekedés többek között a folyamatosan előálló és tárolt adatok jelentős méretnövekedésére, a technológiák rohamos fejlődésére és a hardverelemek előállításai, piaci árának csökkenésére vezethető vissza. A mesterséges intelligencia egyre szélesebb körben elérhetővé és megfizethetővé válik. A mesterséges intelligencia (MI) ma már szinte minden gazdasági ágazatban fontos szerepet játszik. Az egészségügyi ellátási folyamatokban is jelen lévő, térhódító technológiai valóság. Az egészségügyi szolgáltatók a technológiát beemelték a diagnosztikai, gyógyítási, üzemeltetési és döntéshozatali folyamataikba. A mesterséges intelligencia bevezetése az egészségügyben növeli a megbízhatóságot, hasznos a szolgáltatók, az egészségügyi szereplők, következképp, a társadalom egésze számára. A SARS-CoV-2 pandémia okozta kihívások, az Ipar 4.0, majd az 5.0 elnevezéssel ellátott fejlődési folyamatok óriási léptékű fejlesztéseket hoztak és hoznak az egészségügyi ellátás területén is. Kétséget kizáróan úgy gondolom, hogy a következő felsorolásban szereplő területek egyre inkább összekapcsolódnak, egymásra fognak épülni. Az egészségügyi ellátásokban folyamatos határterületi tudományok, technológiák kialakulásának lehetünk részei/szemléltői. A teljesség nélkül, mint a virtuális valóság (AR/VR), a Big Data és adatelemzés, a Blockchain, a Cloud, a mesterséges intelligencia (MI), a dolgok internete (IoT), a mobilitás, a robotika² (Humanoidok³), a biztonság, a mikro- és nanoelektronika, nanotechnológia, biotechnológia, fejlett anyagok és/vagy fotonika alkalmazása területein.

MAGYARORSZÁGI EGÉSZSÉGÜGYI VONATKOZÁSA

Magyarország egészségügyi adatvagyonára óriási, stratégiai jelentőségű. Jelen időpontig nem készült róla teljes értékű kataszter. Emellett az egészségügyi ellátások (továbbiakban Eü-e.) folyamatait vizsgálva kimondható, hogy a sikeres betegellátást csak a nagyon szerteágazó és bonyolult folyamatok időben és tartalmában is tökéletesen összehangolt együttműködése által lehet csak biztosítani. Ezen diagnosztikai, gyógyítási, szállítási, logisztikai, támogatói folyamat minden apró rendszerelemének működését biztosító aprócska részem a teljes betegellátási folyamat egy mikroeleme. Sérülése esetén a teljes ellátási lánc, a megbízhatóság fog sérülékenységet elszenvedni. Összefoglalva, a teljes betegellátási ciklus alatt bekövetkező adatfeldolgozási, adattárolási kiszolgálások sérülése, vagy kiesése hátrányosan befolyásolja az egészségügyi ellátási folyamatokat, csökkentve ezzel a megbízhatóságot. Felismerve hogy bármelyik kritikus infrastruktúra, bármely rendszerelemének sérülése, részleges vagy teljes kiesése miként befolyásolja egy ország működőképességét, az Európai Unióban és Magyarországon is megtörtént az ún. kritikus, létfontosságú rendszerelemek (LÉR) kijelölése. Az egészségügyi ágazat azonosítását és kijelölését „Az egészségügyi létfontosságú rendszerek és létesítmények azonosításáról, kijelöléséről

² <https://www.hansonrobotics.com/>

³ <https://www.youtube.com/watch?v=LzBUm31Vn3k>

és védelméről” 246/2015. (IX. 8.) Korm. rendelet⁴ határozza meg. ...”*Általános, minden rendszerelemet az adott modellbe integráló, univerzálisan használható, információbiztonsági fókuszú rendszermodell nem létezik.*”... [1]

A rendszerelemek biztonsági szintekbe, az ott futó alkalmazások biztonsági osztályokba történő besorolása valósult meg, illetve folyamatos felülvizsgálata szükséges. Az Eü-e. területen is számos törvény és kormányrendelet, azok végrehajtási rendelete szabja meg a jogi kereteket. Kiemelendő a 2013. évi L. törvény és a végrehajtására kiadott 41/2015. (VII. 15.) BM rendelet, valamint az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2016/679 rendelete.

Egy megfelelően digitalizált és tárolt adathalmaz adatbázisainak vagy az adattavak (Data Lakes) mély elemzése olyan egzakt dependenciákra világíthat rá, melyek a jelen és jövő lakosságának gyógyító folyamatait, egészség-megőrzését és jóllétét és az egészségügyi büdzsét is nagymértékben befolyásolják.

A Semmelweis Egyetem II. Sz. Patológiai Intézete és az Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Fizika Intézet Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék együttműködésével megvalósul a Tématerületi Kiválósági Program (TKP) keretében a népességügyileg fontos MI alkalmazások fejlesztése. Ezek a mammográfiás emlőszűrés és vastagbél-daganatok szűrése. Az algoritmus gyártósorának megalkotása és erre építve a rendszerszintű bevezethetőség vizsgálata folyik. A 2019-ben indított projekt az egészségügyi képalkotó technológiákhoz kapcsolódó gépi tanulásra épülő eljárásoknak az alkalmazhatóságát vizsgálja.[3]

A naponta képződő új beteg-adatrekordok, adathalmazok mérete, tartalmának szignifikáns emelkedése egyszerű mérésekkel, vagy számításokkal igazolható. A korábban bevett adatbázis lekérdezések használatával az elemezhetőség hatékonysági mutatói a felső határértékhez közelítenek. Az adatfeldolgozási, elemezhetőségi lehetőségek hatékonysága a mesterséges intelligencia (MI) alkalmazásával viszont nagymértékben növelhető. A mesterséges intelligencia legtöbb patológiai alkalmazása viszonylag korai stádiumban van.[4] A hazai egészségügyben kiváló kezdeményezés volt, majd nélkülözhetetlen egészségügyi adatbázissá, Data Lake rendszerelemmé vált, 2017. november 01-én, —elsőként a közfinanszírozott ellátásban bevezetett, majd lépcsőzetesen mára már a teljes egészségügyi infrastruktúrában bevezetésre került — Egészségügyi Ellátási Szolgáltatási Tér, az EESZT. Számos eredménye mellett (Covid ellátások, online betegdokumentációk, e-Beutaló, COVID oltás időpontfoglalás, Digitális önrendelkezés, eRecept, stb.) még sok szakmai eredménnyel kecsegtet. Lakossági portálfelületének egy részlete az 1. ábrán látható. Az EESZT rendszerében naponta több millió betegadat rekord (e-vény, vizsgálati lelet, eseménykatalógus, stb.) kerül rögzítésre. Ennek a Nemzeti Infokommunikációs ZRT. (NISZ) által szolgáltatott nemzeti felhőben történő, szofisztikált jogosultságokkal rendelkező adatfelhőben, felbecsülhetetlen stratégiai értékű egészségügyi adatvagyon halmozódik fel napról-napra. Részletes, mélyreható elemzése elengedhetetlen fontosságú. Valószínűleg mély összefüggések válnak láthatóvá a gyógyszerkassza, a prevenció és betegbiztonság szempontjaiból vizsgálva.

⁴ <http://www.kozlonyok.hu/nkonline/index.php?menuindex=200&pageindex=kozltart&ev=2015&szam=125>

EESZT
Elektronikus
Egészségügyi
Szolgáltatási Tér

EESZT Lakossági Portál

Főoldal Törzspublikáció COVID oltás időpontfoglalás COVID vaccination booking Aktualitások GYIK

COVID oltás időpontfoglalás

Az EESZT oltás időpontfoglaló felületén TAJ azonosítóval (itt) és TAJ azonosító nélkül (itt) lehet COVID oltás felvételéhez kapcsolódó időpontot foglalni. Az időpontfoglalás menetét bemutató videót ide kattintva tekintheti meg, további információkért kérjük, kattintson ide.

Mobilapplikáció

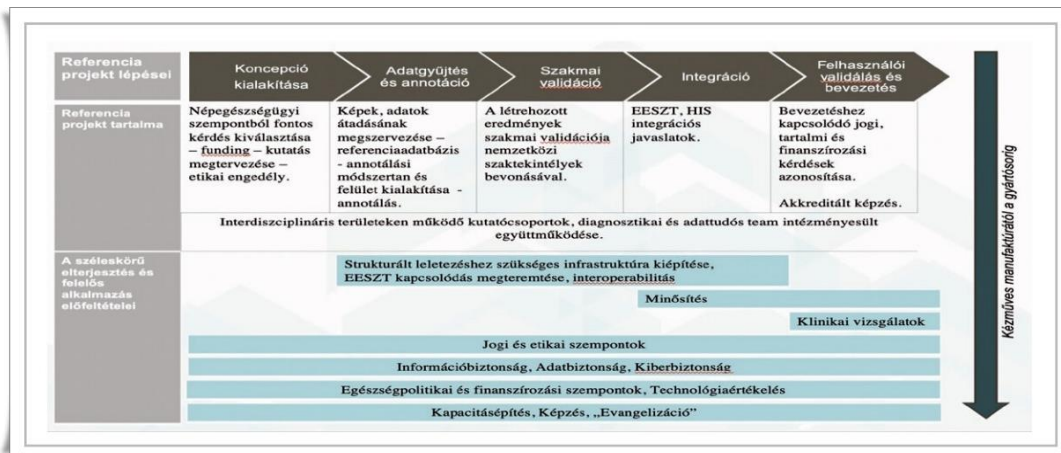
Az EESZT mobilalkalmazás minden TAJ számmal és Ügyfélkapuval rendelkező állampolgár számára egyszerű és kényelmes megoldást nyújt a magyar oltási igazolvány, az Uniósi oltási igazolvány, az Uniósi tesztingazolvány és az Uniósi gyógyultsági igazolvány megjelenítésére mobilkészlete segítségével az Európai Unió teljes területén.

Digitális COVID igazolás

Az uniós digitális Covid-igazolásra jogosultak a szükséges QR-kódokat Ügyfélkapus hozzáféréssel és TAJ azonosítójukkal bejelentkezve tölthetik le az „Uniósi COVID igazolvány” (itt) menüpontra kattintva.

1. Ábra: Az EESZT internetes lakossági portál, index oldal képrészlet (forrás: saját készítésű képrészlet)⁵

A hazai egészségügyben tervezett mesterséges intelligencia referenciaprojektben az „algoritmuszgyártósor” folyamatlépéseit a szerzők 2. ábrában foglalták össze. A folyamat lépései az elgondolás kialakításától a szakmai validáció végéig tartanak.



2. Ábra: „Kézműves manufaktúrától a gyártósorig” – a fejlesztett MI modalitások rendszerszintű bevezetésének feltételrendszere (forrás: DOI: 10.53020/IME-2022-206)⁶

⁵ <https://www.eeszt.gov.hu/hu/nyito-oldal>

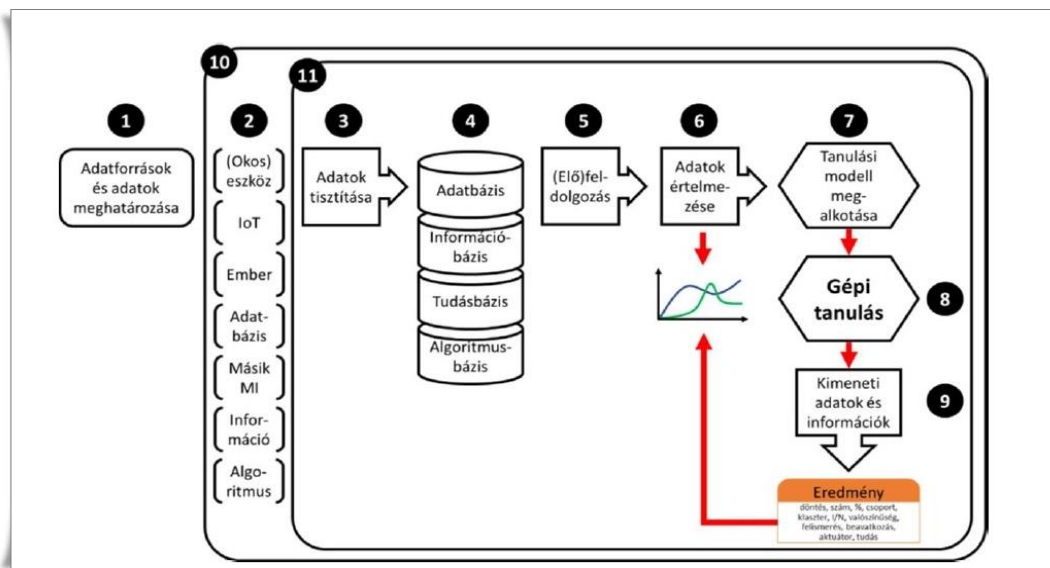
⁶ <https://ojs.mtak.hu/index.php/ime/article/view/8468>

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA

Az Európai Unió Bizottsága a következőképpen határozza meg a mesterséges intelligencia fogalmát⁷: *A mesterséges intelligencia (MI) olyan rendszerekre utal, amelyek intelligens viselkedést mutatnak az alábbiak révén. Elemzik környezetüket, és bizonyos fokú önállósággal cselekszenek meghatározott célok elérése érdekében.* A mesterséges intelligencia szoftverek olyan számítógépes programok, melyeket arra terveznek, hogy képesek legyenek emberi programozással, és/vagy gépi tanulással majd döntéshozattal analóg műveletek elvégzésére. A mesterséges intelligencia szoftverek nagy mennyiségű adat, nagy sebességgel történő feldolgozásával, minták felismerésével számos feladat elvégzésére képesek. A megoldást egyre gyakrabban alkalmazzák a gyógyszeriparban, az orvostudományban és a gyógyászatban. Az egészségügyi ágazat kutatási fejlesztési szakaszaiban. A mesterséges intelligencia alkalmazása alapvetően az alkalmazkodóképesség és az autonómia szintjével függ össze. Kétféle mesterséges intelligencia (MI) létezik, amelyeket az alkalmazkodóképességük határoz meg⁸:

1. Olyan szoftverek, amelyek a forgalomba hozatalkor már képzetek - "döntéstámogatás".
2. Olyan szoftverek, amelyek folyamatosan alkalmazkodnak és optimalizálnak egy eszközt annak érdekében, hogy folyamatosan javítsák annak működését az eredmények javítása érdekében - "autonóm döntéshozatal".

A fuzzy logikai irányítás segítségével tudjuk megvalósítani az összegyűjtött számos gyakorlati tapasztalat és felhalmozódott emberi tudás önműködő irányítóberendezésekbe történő beépítését. A 3. ábra MI építőelemeit és azok kapcsolódásait mutatja be a szerző.



3. Ábra: A mesterséges intelligencia, mint komplex rendszer rendszersémája (forrás: Kollár Csaba[1])

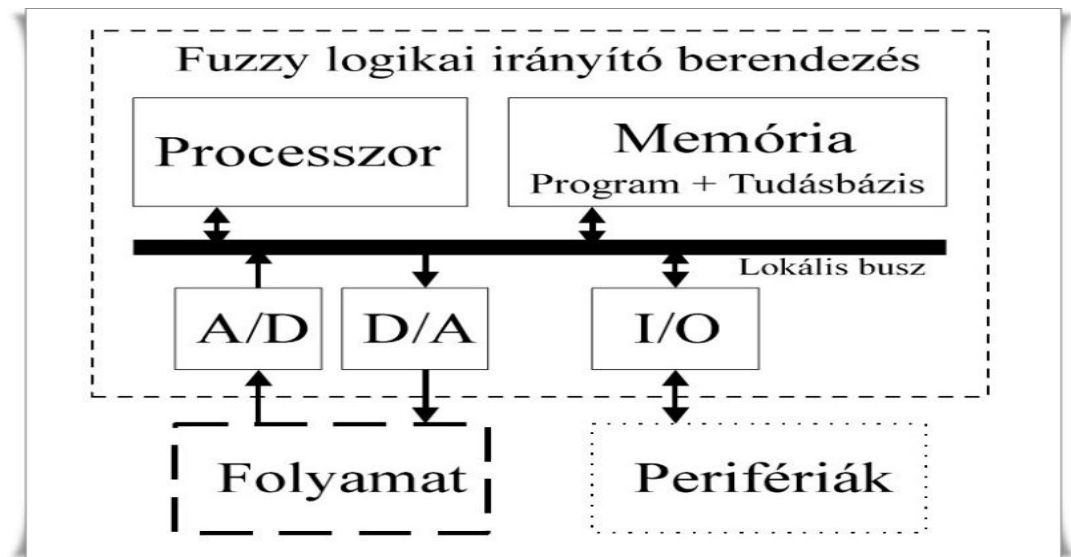
⁷ COM(2018)237 – Communication Artificial Intelligence for Europe <https://www.eumonitor.eu/9353000/1/j9vvik7m1c3gyxp/vknuqttx4zb>

⁸ COCIR, Artificial Intelligence in Healthcare, April 2019, https://www.cocir.org/uploads/media/COCIR_White_Paper_on_AI_in_Healthcare.pdf

Fuzzy halmazokról L. A. Zadeh írt 1965-ben a „Fuzzy sets” című tanulmányában. A fuzzy angol szó többes jelentéssel bír. Ezek a bolyhos, éleetlen, homályos, elmosódott, borzas, rojtos, göndör, spicces jelentések. „...*A fuzzy halmaz egy olyan halmaz, melynek minden univerzumbéli eleméhez egy 0 és 1 közé eső valós számot rendelünk. A hozzárendelést tagsági függvénynek nevezzük.* „...[2]

$$\mu_A : X \rightarrow [0,1]$$

Az „*A*” fuzzy halmaz esetén „*X*” az Univerzumot, a „ μ_A ” az „*A*” a fuzzy halmaz tagsági függvényét jelenti. Amennyiben a mesterséges intelligenciát típus szerint szeretnénk rendszerezni, akkor ez esetben is a klasszikus hardver/szoftver felosztást használhatjuk. Fizikai megközelítésben a robotokat, önvezető autókat, drónokat és az IoT eszközöket (dolgok internete) a hardveres fő csoportba sorolhatjuk. Szoftveralapúnak pedig a virtuális aszisztens programokat, képelemző szoftvereket, keresőprogramokat, beszéd- és arcfelismerő rendszereket. A mesterséges intelligencia algoritmusait segítségül véve, nemcsak biztonságosabbá tehetjük autóinkat, de megkönnyítik a vásárlási folyamatokat, és egyre gyakrabban diagnosztizálnak az e célra kifejlesztett eszközrendszerekkel betegségeket, állítanak fel gyógyítási terveket. Az MI alkalmazása segíthet meghozni a legjobb emberi döntéseket az ellátási folyamatok során. A fuzzy logika alkalmazásait találhatjuk az orvosi technikában, az autópárhban, automatizálási technikákban, az üzemgazdaságban, a szórakoztató elektronikában és számos egyéb területen. A fuzzy logika gyakran akkor hasznos, ha egy bizonyos akadály megoldásának matematikai leírása nem áll rendelkezésre. Akkor is hasznos lehet, ha nem, vagy csak túl nagy erőforrás ráfordítással lenne elkészíthető. A hétköznapi verbális, szöveges megfogalmazás szabályrendszere adott. Ekkor az adott nyelven, a szabályos emberi beszédben megfogalmazott mondatokból és szabályokból a fuzzy logika segítségével matematikai megfogalmazás, leírás készíthető, amely aztán számítógépeken is alkalmazható.



4. Ábra Processzor által végrehajtott egyszerű fuzzy logikai irányítás
(forrás: Kovács Szilveszter, Fuzzy logic control[2])

Fuzzy döntéshozatalra képes egy átlagos felhasználási célú digitális számítógép is. Ebben az esetben a fuzzy logikai döntéshozó algoritmus minden lépését a számítógép processzora hajtja végre. Jellemző felépítését a 4. ábra szemlélteti. Ez esetben a kialakításra kerülő fuzzy logikai irányítás egyszerű kialakítású, rugalmasan átkonfigurálható, nagy tárhatalommal, azonban alacsony sebességgel üzemeltethető, de ugyanakkor az alacsony ár mellett szól. Így egyes feladatok végrehajtásához ez a felépítés elegendő lehet. Ilyen lehet például egy egyszerűnek tűnő orvosi eszköz, berendezés, mint pl. egy glükóz szintet mérő laboratóriumi hematológiai automata. A Fuzzy döntéshozatali megoldások több szempont szerint kategorizálhatók. Az 5. ábra a különböző egyes jellemzők összevetésének egyik lehetséges rendszerét mutatja be.

	Általános célú processzorral	Digitális fuzzy processzorral	Analóg fuzzy logikai áramkörökkel	Digitális fuzzy logikai áramkörökkel
Költség	<i>alacsony</i>	<i>közepes</i>	<i>magas</i>	<i>magas</i>
Eszközsám	<i>magas</i>	<i>magas</i>	<i>alacsony</i>	<i>közepes</i>
Zavarérzékenység	<i>alacsony</i>	<i>alacsony</i>	<i>közepes</i>	<i>alacsony</i>
Hibatűrőképesség	<i>alacsony</i>	<i>alacsony</i>	<i>magas</i>	<i>magas</i>
Működési sebesség	<i>alacsony</i>	<i>közepes</i>	<i>magas</i>	<i>magas</i>

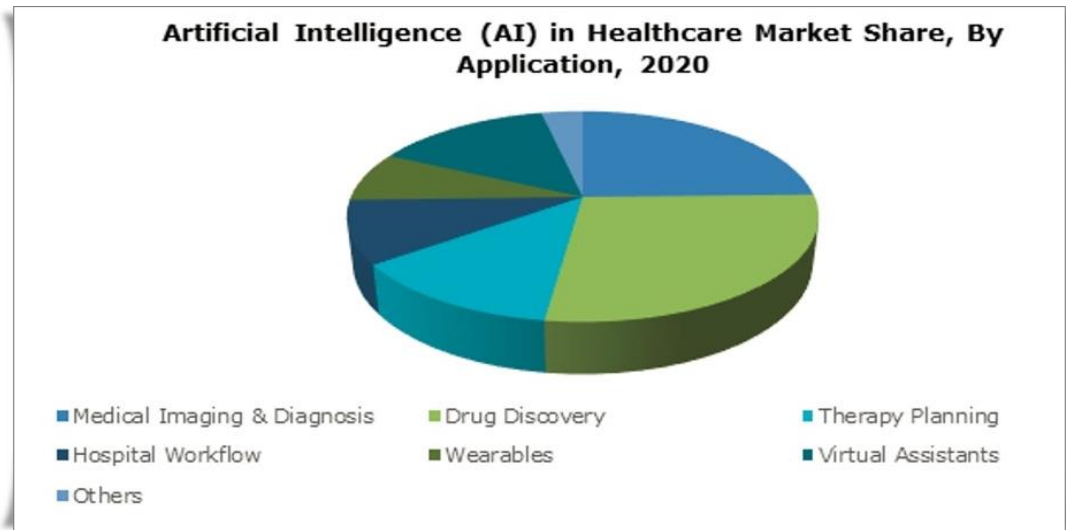
5. Ábra Fuzzy döntéshozatali megoldások egyfajta kategorizálása
(forrás: Kovács Szilveszter, Fuzzy logic control[2])

Az AI, orvostechikai eszközként (SaMD) betegségek diagnosztizálására használható, szűrővizsgálatok elvégzésére, betegségek prevenciók ellátására, nyomon követésre vagy kezelések támogatására. A mesterséges intelligencia orvosi alkalmazása elképzelhetetlen jövőbeni potenciállal rendelkezik. Az elmúlt időszakban is számos kiemelkedő eredményt adott az orvostudomány, a diagnosztika és gyógyítási folyamatokban. A következő néhány évben forradalmasíthatja életünk minden területét. A mesterséges intelligencia kutatás az innováció egyik referenciapontjává vált. A technológia az orvostudományt is nagy lendülettel kezdte átalakítani. Az elmúlt néhány évben exponenciálisan nőtt a mesterséges intelligenciával kapcsolatos tanulmányok, kutatási projektek, egyetemi képzések és vállalkozások száma. A folyamatot segítette a technológiai precizitás, a nano-technológia és a bio-informatika rohamos fejlődése. A Covid19 világjárványt a SARS-CoV-2 vírusa okozta.⁹ Az első eseteket 2019 decemberében fedezték fel a kínai Vuhan városában. A járványt 2020. március 11-én az Egészségügyi Világszervezet (WHO) világjárvánnyá nyilvánította.¹⁰ 2021-ben a vírus mutálódása miatt több változata jelent meg és napjainkban is számos országban terjed. Ezek közül a legfertőzőbbek az alfa, a béta, a delta és az omikron

⁹ <https://edition.cnn.com/2020/03/09/health/coronavirus-pandemic-gupta/index.html>

¹⁰ <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>

változatok. Világszerte 2022. november 11-én, közép-európai idő szerint 17:01-ig 630.832.131 megerősített COVID-19-es esetet, köztük 6.584.104 halálesetet jelentettek a WHO-nak. 2022. november 9-ig összesen 12.885.748.541 adag védőoltást adtak be.¹¹ A betegség megelőzéséhez több védőoltást is kifejlesztettek, melyekhez nélkülözhetetlen technológiát biztosított a mesterséges intelligencia. AI nélkül nem készülhetett volna el a SARS-CoV-2 védőoltás sem. Az orvostudomány, a betegségek diagnosztizálása és kezelése számos szakma- és tudományterületre tagozódik. Ezen területeken más-más mértékben valósult, valósulhat meg az AI bevonása. Az 6. ábra az egészségügyi ellátási területek közötti AI alkalmazás-megoszlást mutatja be, 2020 évi adatok felhasználásának elemzésével.¹²



6. Ábra: AI alkalmazások egészségügyben alkalmazott megoszlási arányai 2020-ban, (forrás: www.gminsights.com)

A digitális egészségügy minden eddigénél több egészségügyi adatot biztosít számunkra, a MI pedig segíthet nekünk ezek minél hatékonyabb elemzésében, abban, hogy új módszereket találjunk a betegségek kezelésére, csökkentsük az adminisztratív feladatokat, ésszerűsítsük az orvosi gyakorlatokat, optimalizáljuk az orvosok és betegek napirendjét. A mesterséges intelligencia segítségével emelni tudjuk a betegbiztonsági mutatókat. A mesterséges intelligenciának különösen erős a kapcsolata a kibernetikával és a jövőkutatással.[5]

Az egészségügyi AI rendszerek Eü-e. piaca, kiemelendő innovátorai

A Nemzetközi Valutaalap Washingtoni székhelyű szervezet, története 1940-ig vezethető vissza. Jelenleg 190 tagország a tagja.¹³ Magyarország 1982 óta tagja a szervezetnek. International Monetary Fund (IMF) szerint az átfogó recesszió kockázata növekszik,

¹¹ <https://covid19.who.int/>

¹² <https://www.gminsights.com/industry-analysis/healthcare-artificial-intelligence-market>

¹³ <https://www.imf.org/en/About>

mivel a gazdasági kilátások "jelentősen romlanak. Az IMF vezetője, Kristalina Georgieva szerint a megélhetési válság "csak súlyosbodik", és kemény 2022-t, valamint "még keményebb 2023-at" jósol.¹⁴ Emiatt az alább ismertetésre kerülő, a szakirodalomkutatás során fellelt számadatokat fenntartással kezeltem. Egyértelmű az AI töretlen fejlődése minden ágazatban. Az egészségügyben az AI rendszerek fejlődése többlépcsős, gazdasági szempontból pedig jelentős piaci részesedéssel bír.¹⁵ Új áttörések várhatók a klinikai kutatások, a genomika, a robotizált személyi asszisztensek, és a precíziós orvoslás területein. Globálisan az egészségügyi mesterséges intelligencia ipar nagymértékű fejlődése várható. Az egészségügyi mesterséges intelligencia széles körű térnyerése tapasztalható a gyógyszerkutatásban, a kórházi munkafolyamatokban, az orvosi képalkotó diagnosztika és terápia tervezési folyamataiban. A gyógyszerkutatási alkalmazások, több mint 35 százalékkal járultak hozzá az egészségügyi AI iparág részesedéséhez 2016-ban, és az előrejelzések szerint 2024-re 4 milliárd USD-t fog elérni. Az orvosi képalkotó diagnosztikai ágazat várhatóan 2024-re több mint 2,5 milliárd USD bevételt fog elérni annak köszönhetően, hogy képes azonosítani a tumoros folyamatokat még a kezdeti fázisban. A korai diagnosztikus azonosítás nagymértékben növeli a rákos megbetegedések gyógyítási esélyeit. A topográfiai irányvonalakat figyelembe véve az USA egészségügyi mesterséges intelligencia iparának bevételét 2016-ban 320 millió USD-re becsülték. Az előrejelzések szerint 38%-os növekedést prognosztizáltak a 2017-2024 közötti időszakra. Az Egyesült Királyság egészségügyi mesterséges intelligencia piaca az előrejelzések szerint átlépi a 800 millió eurót 2024-re, és tovább fog növekedni Európa iparági mérete az elkövetkező években. A mesterséges intelligenciafejlesztő vállalatoknak, vállalkozásainak egy része a közelmúltban vagy felszámolta mesterséges intelligencia fejlesztési területét, vagy akvizíciókra került sor. Mindez a hatékonyság és gazdaságosság, kompetenciafejlesztések miatt. Az elmúlt évek kiemelkedő

AI fejlesztéseket folytató vállalatok felsorolása, a teljesség igénye nélkül:

- Babylon Health, egy brit székhelyű digitális egészségügyi cég.¹⁶
- Welltok Incorporation felvásárlásra került és beolvadt a Virgin Pulse-ba.¹⁷
- Pathway Genomics Corporation
- Cyrcadia
- Health Incorporation Atomwise
- Lifegraph Limited
- **IBM Watson Health**
- Incorporation
- APIXIO
- Enlitic
- Insilico Medicine

Akvizióval a Francisco Partners cégcsoporthoz került 2022-ben. Így a cégcsoport "kiterjedt és változatos" adathalmazokat és technológiai termékeket szerzett meg. Hozzájutott az IBM e területen megvalósított fejlesztéseihez, valamint a vállalat korábban megvalósított egészségügyi felvásárlásai révén megszerzett értékekhez. Így például a Clinical Development, Health Insights, MarketScan, Micromedex, Social Program Management és

¹⁴ <https://www.theguardian.com/business/2022/jul/14/global-recession-risk-rising-as-economic-outlook-darkens-significantly-imf-says>

¹⁵ <https://www.gminsights.com/industry-analysis/healthcare-artificial-intelligence-market>

¹⁶ <https://www.babylonhealth.com/en-gb>

¹⁷ <https://international.virginpulse.com/>

más képkalkotó és radiológiai eszközökhöz. A Francisco Partners 2022. június 30-án közzétette, hogy az IBM egészségügyi adat- és elemzési eszközeinek felvásárlását befejezte és elindítja a *Merative egészségügyi adatszolgáltató vállalatot*.¹⁸

- iCarbonX
- Google Incorporation
- Microsoft Corporation
- Apple Inc
- **Sophia Genetics**
- Modernizing Medicine Incorporation,
- Zebra Medical Vision
- Network Incorporation,
- AiCure

Egy AI fejlesztésekkel foglalkozó orvostudományi szoftvercég. Központja Svájcban, Lausanne-ban és az Egyesült Államokban, a Massachusetts-i Bostonban található.¹⁹ Tevékenységi körébe Genomikai és radiomikai elemzések készítése kórházak, laboratóriumok és biofarmáciai intézmények számára.²⁰ A Massachusetts Institute Technology (MIT) Review 2017-ben, az 50 legokosabb vállalat közé sorolta a céget. A Nasdaq-on, 2021-ben a vállalatot 1,1 milliárd dolláros tőzsdei árfolyamon jegyezték.²¹ A 7. ábrán az egészségügyi mesterséges intelligencia alkalmazások egészségügyi piacának változásait követhetjük nyomon. A 2020-2021 évek már a feldolgozott adatokat mutatják, ugyanakkor a következő 5 év 2027-ig becsült adatok.



7. Ábra: Az MI alkalmazások egészségügyi piaca 2020-2027, (forrás: www.powershow.com 22)

Az IBM mesterséges Intelligencia alkalmazás fejlesztéséről

Az IBM továbbra is nagy hangsúlyt helyez az AI fejlesztésekbe, támogatva a nyelvi, üzleti folyamatok, emberi tevékenységek, informatikai üzletmenetek proaktívá, hatékonyabbá tételét.²³ A cég hibrid felhő megoldásokra fókuszál a jövőben.

Rövid áttekintés a teljesség igénye nélkül az International Business Machines (IBM) által

¹⁸ <https://www.franciscopartners.com/news/francisco-partners-completes-acquisition-of-ibm-s-healthcare-data-and-analytics-assets-launches-healthcare-data-company-merative>

¹⁹ <https://www.genomeweb.com/business-news/sophia-genetics-partners-msk-clinical-decision-support-boundless-bioecdna-detection#.Y3Dy4eTMKM8>

²⁰ <https://web.archive.org/web/20190924073047/https://frontlinegenomics.com/news/26598/an-interview-with-sophia-genetics-sts-and-the-ce-ivd-designation/>

²¹ <https://www.marketwatch.com/story/sophia-genetics-set-to-go-public-at-a-11-billion-valuation-2021-07-23>

²² https://www.powershow.com/view0/88615e-ZDFhY/U_S_Healthcare_Artificial_Intelligence_Market_to_grow_at_38_CAGR_from_2017_to_2024_powerpoint_ppt_presentation

²³ <https://www.ibm.com/artificial-intelligence>

fejlesztett, mára a Francisco Partnershez került IBM Watson orvostechnikai alkalmazásról. Az ember kontra gép versenye, (8. ábra) az ember-gép kapcsolat egy méltó példája a sakk világból hozható.

The 1996 match					The 1997 rematch				
Game #	White	Black	Result	Method of conclusion	Game #	White	Black	Result	Method of conclusion
1	Deep Blue	Kasparov	1–0	Resignation	1	Kasparov	Deep Blue	1–0	Resignation
2	Kasparov	Deep Blue	1–0	Resignation	2	Deep Blue	Kasparov	1–0	Resignation
3	Deep Blue	Kasparov	½–½	Draw by mutual agreement	3	Kasparov	Deep Blue	½–½	Draw by mutual agreement
4	Kasparov	Deep Blue	½–½	Draw by mutual agreement	4	Deep Blue	Kasparov	½–½	Draw by mutual agreement
5	Deep Blue	Kasparov	0–1	Resignation	5	Kasparov	Deep Blue	½–½	Draw by mutual agreement
6	Kasparov	Deep Blue	1–0	Resignation	6	Deep Blue	Kasparov	1–0	Resignation
Result: Kasparov–Deep Blue: 4–2					Result: Deep Blue–Kasparov: 3½–2½				

8. Ábra, Deep Blue versus Garry Kasparov, (forrás: Képernyőfotó 24)

Az IBM egy számítógép tervezési és megépítési projektje, a legnagyobb emberi sakkozó, Garri Kaszparov legyőzésére indult fejlesztés volt. A kifejlesztett Deep Thought eleinte könnyedén legyőzhető volt, vereséget szenvedett. Ezt követően az IBM visszatért a fejlesztési munkákhoz, és kifejlesztette a Deep Blue-t. A Deep Blue már folyamatos tanulási képességgel rendelkezett. A Deep Blue kontra sakkvilágbajnok Garri Kaszparov IBM szuperszámítógép első hatjátszmas sakkmérkőzésére 1996-ban Philadelphiában került sor. Kaszparov nyerte meg 4–2-re. A visszavágót 1997-ben New Yorkban játszották, és a Deep Blue nyerte 3½–2½ arányban. 25 év elteltével nem kérdés, hogy a mesterséges intelligencia képes-e 100% legyőzni egy sakkozót. A fő kérdés a fejlesztések iránya és, hogy ésszerűen mekkora mértékben, milyen hatékonysággal, eredményességgel reformálhatja meg az iparágakat, valamint a tudományos területeket.

Az IBM Watson használata a mindennapi gyógyászatban

Az IBM Watson, az IBM vállalat fejlett mesterséges intelligencia programja az egészségügyi ellátó területek támogató AI alkalmazása. A bemeneti paramétereket, mint laboreredmények, betegdokumentációk, genetikai információk, egyéb adatsorok, számszerűsíthető adatokká, komplex kiértékelő szolgáltatássá alakította. A szoftver minden esetben hatékonyan segíti az ellátó orvos munkáját, hiszen minden egyes beteg esetében nem szükséges a rendelkezésre álló több tucat információt, anamnézist, laboreredményt, képalkotó diagnosztikai jelentést, röntgen, ultrahang és számos egyéb betegdokumentációt átolvasni, analizálni és értékelni. Az orvosnak csak a személyre szabott IBM Watson jelentéseket kell átnéznie a terápiás döntést megelőzően.

Martijn G.H. Van Oijen, PhD, az Amszterdami Egyetem Akadémiai Orvosi Központjának docense, klinikai epidemiológus. Az IBM Watson for Oncology vállalattal együtt dolgozott a digitális döntéstámogató eszközök szerepét vizsgáló kutatási javaslat előkészítésében. Az Orvosi Onkológiai Osztály több klinikai munkatársával együtt tanulmányozták a Watson for Oncology alkalmazást. Hozzávetőlegesen 400 emlő-, tüdő- vagy vastagbélrák

²⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Deep_Blue_versus_Garry_Kasparov

esetet dolgoztak fel. A Watson for Oncology egy felhőalapú eszköz. A Watson for Oncology jelenlegi formájában tökéletesen alkalmas a multidiszciplináris tumortáblázatok felhasználására a terápiás tervek előkészítésében. Naprakész támogatást nyújt az Onkoteam üléseken, előzetesen is besorolhatja a betegek ellátási sorrendjét. Az MI lényegesen gyorsabb a képelemzésben, és lehetővé teszi a kézi, időigényes feladatok automatizálását. *Az adat-alapú, digitális megoldások jobb megelőzési, terápiás, és jóléti ajánlásokkal segíthetik az egészségügy szereplőit, hozzájárulnak a mesterséges intelligencia alapú döntéstámogatás fejlesztéséhez és bevezetéséhez a diagnosztikában és a terápiában, és támogatják az orvosi-biológiai kutatások fejlődését, különös tekintettel a személyre szabott terápiák és diagnosztikumok fejlesztésére.*[6] Ugyanakkor nem szabad megfélekednünk a digitális térben, a cyberspace- ben évről évre növekvő kitettségről sem. A fejlesztéseket, az adatfeldolgozókkal kötendő együttműködési-és megbízási szerződéseket, adatvédelmi- és információbiztonsági szempontból is, minden esetben értékelnünk kell.



9. Ábra, IMB Watson AI support to diagnostic method, (forrás: Saját készítésű képernyőkép 25)

A kezelendő esetek áttekintésének felgyorsítása növeli a patológiai laborok teljesítményét, így több új beteg felvételét, hatékonyabb ellátását teszi majd lehetővé. Az időmegtakarítás révén a patológusok nagyobb figyelemmel fókuszálhatnak az összetett és ritka esetekre. (9. ábra) Szakértő patológus által adott diagnózis egy intraoperatív agydaganat műtét során, általában körülbelül 40 perces folyamat. Ez az időablak kevesebb, mint 3 percre csökkenthető a mesterséges intelligencia modell folyamatba emelésével.

Személyes használatra készített okos eszközök

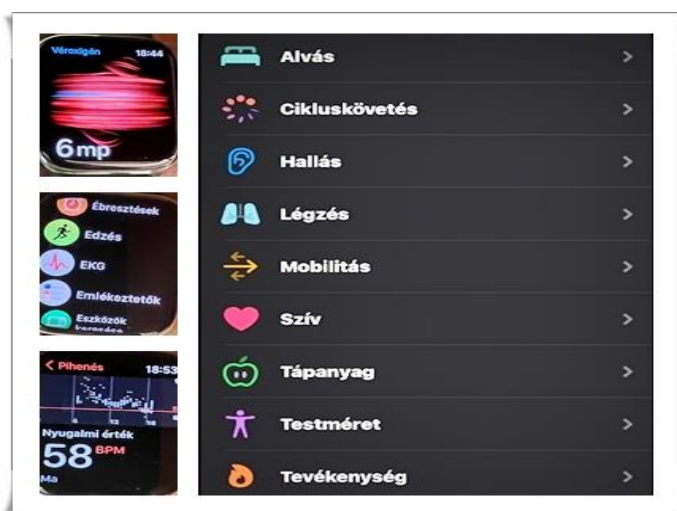
Rohamléptékű fejlesztések valósulnak meg a személyes orvostechnikai eszközök

²⁵ <https://www.aiforia.com/blog>

területén is. Természetesen a mesterséges intelligencia, a gépi tanulás alkalmazásával. Napjainkra számos cég, megannyi viselhető okoseszközt kínál az emberek számára. A viselhető diagnosztikai eszközök mérete és tudása a fejlődés terén exponenciális felívelést mutat. Példaként két eszközt említek.

Apple iPhone és Apple Watch

Az Apple Inc. amerikai multinacionális informatikai vállalat operatív igazgatója, Jeff Williams által vezetett jelentés 2022. júliusban átfogó képet nyújtott az egészségügyi piacok Apple általi megközelítéséről. A cég az elmúlt nyolc évben az iPhone-ok egészségügyi nyilvántartási rendszerét kezdte el kiadni. Emellett olyan intézményekkel is együttműködések indított, mint a Stanford University School of Medicine, hogy nagyszabású, hivatalos orvosi tanulmányokban vállaljon szerepet. A 10. ábrán egy Apple iPhone (iOS 16.0) és egy Apple Watch (watchOS 9.) képernyőképek részletei láthatók.



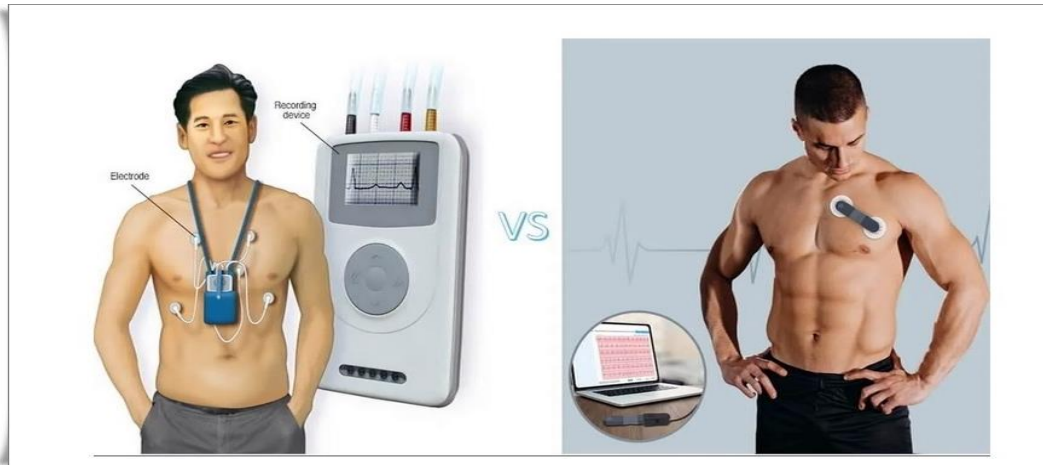
10. Ábra, Apple iPhone és Apple Watch képernyőképek, (Saját forrás)

Wellue AI-ECG Analysis System²⁶

Az egészségügyi ellátó intézményekben, kórházakban szakrendeléseken, a nyugalomban végzett EKG-vizsgálat egy hatékony diagnosztikai lehetőség a szívgyógyászatban. A vizsgálat, mely jellemzően pár perc alatt lezajlik, elkészül az adatrögzítés és kiértékelés sok esetben nem észleli a más időpontokban jelentkező tüneteket, okokat. A Holter-monitorral végzett ambuláns EKG különböző körülmények között, folyamatosan képes rögzíteni a beteg szív működését akár 24 órán keresztül. Nyugalomban, aktivitás során, étkezés közben és más tevékenységek végzése alatt is. Ehhez azonban 5-7 db, a mellkas különböző pontjaira felhelyezett, öntapadós elektródára van szükség. Ekkor a mérés ideje alatt, mely általában egy teljes nap, a beteg folyamatosan viseli az eszközt. Ez nem ki kényelmetlenséget jelent számára. A Wellue AI-ECG mesterséges intelligenciával támogatott eszköze, el-

²⁶ <https://getwellue.com/>

lentétben a korábbi diagnosztikus eszközökkel, kis méretet és könnyű viseletet biztosít. Diagnosztikus értéke nagy, mivel a mérést követően AI fogja a gyártó cloud rendszerében a kiértékelést elvégezni, mely jellemzően pár perctől 15-20 perc alatt megvalósul. A visszaadott eredmény mindenre kiterjedő elemzést ad kezelőorvosnak, betegnek egyaránt. A 10. ábrán a két eszköz különbözősége figyelhető meg. A méret, a súly, valamint a felhelyezés módja között egyértelmű különbség látható.



11. Ábra, ECG eszközök közötti eltérés, forrás: Saját készítésű képernyőkép

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ÉS A BIZTONSÁG

Egy adott ország a GDP meghatározott összegéig képes hozzájárulni az egészségügyében elkölthető anyagi erőforrásai kiadásainak fedezéséhez. Ez kaszkádot hoz létre. A költség korlát behatárolja az ellátásokra fordítható lehetőségek körét. Ez viszont korlátozhatja az MI fejlődési ütemét az egészségügyi szektorban, közvetett módon a biztonságos betegellátást befolyásolja. Az egészségügyben jelenleg nagy terhet jelent az ügyvitel, az elektronikus betegnyilvántartások kezelése, az egyre szaporodó adatszolgáltatás és a háttérfolyamatokat támogató rendszerek biztonságos üzemeltetése. Itt kiemelendő a egészségügyi IT infrastruktúra, mint kritikus rendszerem. Hasonlóan kiemelendő és véleményem szerint prioritásként kezelendő terület a fizikai biztonság az egészségügyi ellátások területén is. Az egyén kizárólagos személyazonosítása, hitelesítése csak biometria alkalmazásával lehetséges. Tudatában kell lennünk, hogy a jövőben szemtanúi leszünk az AI és okoseszközök, multifunkcionális szenzorok által történő intelligens létesítmények automatizálásának.[3] Úgy gondolom, hogy a folyamat résztvevőjeként lehetőségünk, egyben szakmai kihívásunk ennek a technológiai kiugrásnak az aktív részeseivé válni. A kórházak sem fognak kimaradni ebből a folyamatból, sőt az egyik meghatározó létesítményterület lehet. Az előzőekben felvázolt feladatok elvégzését, részfolyamatok támogatását a mesterséges intelligencia alkalmazása nélkül nem lehet megoldani. *A személyes egészségügyi adatok, különleges személyes adatnak minősülnek.*²⁷ Mint minden más szakrendszer bevezetése esetén is,

²⁷ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2016.119.01.0001.01.HUN&toc=OJ.L:2016:119:FULL119%3AFULL#d1e1459-1-1

a mesterséges intelligencia számára elérhető adattavak, adatbázisok összes különleges személyes adatát anonimizálni kell, mielőtt azt az MI adatfeldolgozó folyamatainak átadnánk. Az információbiztonsági kontrollhiányosságok detektálására, felügyelten futtatott gépi tanuló modellek alkalmazása szükséges. Elsődlegesen biztosítani kell az AI által hozzáférhető összes egészségügyi információ- és adat védelmét. *Különös figyelmet kell fordítanunk a kritikus infrastruktúrákban alkalmazott biometriai adatkezelésekre.*

Kiemelt figyelmet kell fordítanunk az AI működés minden paraméterének —a folyamat összes aktora és adata— teljes sértetlenségének, megbízhatóságának és rendelkezésre állásának állandó, folytonos biztosítására.

A folyamat összes aktora elnevezést azzal indoklom, hogy a humán felhasználók (fejlesztők, üzemeltetők, rendszerhasználók) mellett értelmeznünk kell a mesterséges intelligencia (MI), mint összességében hardverelemek és szoftverek mindig tökéletesítendő, — deep-learning, autonóm döntéshozatali funkciókkal programozott— technológia, virtuális és fizikai megvalósulását is. A mesterséges intelligencia egészségügyben történő alkalmazása (mely megkerülhetetlen), a jövő megbízhatóságának egyik kiemelt szereplőjévé fog válni. Már 1994-ből fellelhető egy, a témához köthető, rövid tudományos publikáció, a digitális képmanipuláció témaköréből.[7]

A jelenleg szigetszerű alkalmazások egységesítése, AI-vel történő támogatása az adatvédelem biztonsági szintjét is növelni tudja. Adatgyűjtések, a struktúrátlan adatok nem hagyományos platformokról, területekről, adattavakba történő integrálása megvalósulhat a közösségi média, az energiafelhasználás, időjárás, forgalmi adatok, stb. egészségügyi ellátó rendszerbe (gyógyító- és prevenciósi folyamatokba) történő beemelésével, integrálásával. Kiterjeszhetően a korábban képződött papír alapú egészségügyi dokumentációs adatok feldolgozására. *Az AI komplex feladatok flexibilis megoldását megvalósító öntanuló rendszer, mely a műszaki-gazdasági és információbiztonság tekintetében paradigmaváltásra kényszerít bennünket.*

Nincs alapja annak a félelemnek, hogy a Watsonhoz hasonló technológiák felváltják az orvosokat. *Kijelenthető ugyanakkor, hogy az MI nem helyettesítheti az orvost, az Eü. ellátó személyzetet. Az ellátók és betegek közötti nonverbális kommunikációt. Kiválthat több automatizálható humán feladatot. Növelni képes az egészségügyi ellátás hatékonyságát, hozzájárul a megbízhatóság szintemeléséhez. A gép-gép (IoT) eszközök bevezetése az Eü. ellátási és támogató folyamatokba egy újabb mérföldkő a hatékony betegellátásban, a megbízhatóság szint emelésében. Kiemelt fontosságú, hogy az AI alkalmazásoknak tökéletesen megbízható működési rendszerét kell létrehozni. A fejlesztői folyamatok és algoritmusok tökéletes, hibamentes működésétől kezdődően, a tesztelés és bevezetést követően, a folyamatos üzletmeneten át. A megbízhatóságot és a különleges személyes adatok védelmét minden esetben szavatolni kell. Az Európai Unió felismerte a fejlődés hozta kihívást. A Bizottság 2021. áprilisban rendeletjavaslatot jelentett be.²⁸ A javaslatban négy különböző szintet határoztak meg: 1.elfogadhatatlan kockázat, 2.magas kockázat, 3.korlátozott kockázat és 4.minimális kockázat. Az AI nem veszélyeztetheti az emberek biztonságát, megélhetését és*

²⁸ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/proposal-regulation-laying-down-harmonised-rules-artificial-intelligence>

*jogait.*²⁹ Meg kell teremtenünk, majd folyamatosan fenn kell tartanunk a mesterséges intelligencia támogatta rendszereink naprakész információbiztonságát.

KÖVETKEZTETÉSEK

A mesterséges intelligencia alkalmazása eddig is rendkívül hatékony megoldásokat eredményezett. A gépi tanulás, különösen a komplex többrétegű neurális hálózatok "mély tanulás" (Deep Learning) fejlesztések újabb szoftverképeségek és új eszközök létrehozását vetítik előre, melyek az orvostudományban, annak egyik meghatározó szegmensében a patológiában, egyre nagyobb megbízhatósági értéket képvisel. A döntéstámogató MI rendszerek mellett az autonóm humanoid robotok³⁰ képesek lesznek a betegellátás területén számos, megterhelő emberi feladat átvételére. A mesterséges intelligencia előnyeit viszont csak akkor tudjuk teljes mértékben az egészségügyben kihasználni, ha megfelelően azonosítjuk és kezeljük a jelenleg előttünk álló legfontosabb kihívásokat, mint az

- Etikai keret teljes megteremtése ,
- Jogi kérdések teljeskörű rendezése (Az AI betegadatokhoz történő hozzáférése, adatfelhasználása, beavatkozása, stb. kérdéskörök egzakt szabályrendszere.),
- A technikai kérdések gyakorlati megvalósítása, alkalmazása, ellenőrzése,
- Biztonsági szabályrendszerek az AI teljes életciklusára értelmezve.

Fentiek felett és mellett a jövőben megvalósítható, egészségügyben bevezetésre kerülő fejlesztések egyik legfőbb meghatározója, az adott ország egészségügyi ellátására allokált/allokálható GDP arányos ráfordítás lesz.

FELHASZNÁLT FORRÁSOK

- [1] Kollár Csaba: A mesterséges intelligencia, mint komplex rendszer információbiztonsági kihívásai. In: Rajnai, Zoltán (szerk.) Kiberbiztonság-Cybersecurity 2. Budapest, Magyarország: Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola (2019) 247 p. pp. 62-70., 9 p.
- [2] Kovács Szilveszter: Fuzzy logic control, M.Phil. theses, Technical university of Budapest, Faculty of Informatics and Electrical engineering, Budapest, Branch of Computer Science, p.116, (1993).
- [3] Smith, Clifton L. – Brooks, David J.: Security science. UK, Oxford: Butterworth-Heinemann (2013), 256 p.
- [4] Balogh Judit, Dr. Szócska Miklós, Dr. Palicz Tamás, Kontsek Endre, Pollner Péter, Varga Gergely, Ugrin Irina, Dr. Davidovics Krisztina, Joó Tamás: A mesterséges intelligencia alapú megoldások fejlesztése és bevezetése az egészségügyben, IME: Interdiszciplináris Magyar Egészségügy/Informatika és menedzsment az egészségügyben, Budapest, Évf. 21 szám 2 (2022), pp. 56-63, DOI: 10.53020/IME-2022-206kézműves kézműipartól a gyártósról?
- [5] Kollár, Csaba: A mesterséges intelligencia és a kapcsolódó technológiák bemutatása a

²⁹ <https://mfk.gov.hu/a-digitalis-korra-felkeszult-europa-a-bizottsag-ui-szabalyokat-es-intezkedeseket-javasol-a-kivalosagra-es-a-bizalomra-epulo-mes.html>

³⁰ <https://www.youtube.com/shorts/Q1d5aiBFNpM>

- biztonságtudomány fókuszában. In: Rajnai, Zoltán (szerk.) Kiberbiztonság-Cybersecurity 2. Budapest, Magyarország: Óbudai Egyetem, Biztonságtudományi Doktori Iskola (2019) 247 p. pp. 47-61., 15 p.
- [6] Balogh Judit, Dr. Szócska Miklós, Dr. Palicz Tamás, Kontsek Endre, Pollner Péter, Varga Gergely, Ugrin Irina, Dr. Davidovics Krisztina, Joó Tamás: A mesterséges intelligencia alapú megoldások fejlesztése és bevezetése az egészségügyben, IME: Interdiszciplináris Magyar Egészségügy/Informatika és menedzsment az egészségügyben, Budapest, Évf. 21 szám 2 (2022), pp. 56-63, 58p. DOI: 10.53020/IME-2022-206kézműves manufaktúrától a gyártóssorig?
- [7] Michael Lewellyn Richardson, Mark S. FrankEric, SternEric Stern: Digital image manipulation: What constitutes acceptable alteration of a radiologic image?, February 1995 American Journal of Roentgenology 164(1):228-229, DOI: 10.2214/ajr.164.1.7998545
- [8] <https://www.elsevier.com/connect/resource-center/artificial-intelligence>
- [9] <https://drive.google.com/drive/folders/1T12HyuXHTGufDTsF-h0cb0InlMD3gvSQ>
- [10] <https://bitport.hu/ibm-nem-minden-arany-ami-mi-watson-health>
- [11] <https://www.bloomberg.com/news/articles/2022-01-21/ibm-is-said-to-near-sale-of-watson-health-to-francisco-partners>
- [12] <https://www.aiforia.com/blog/>
- [13] <https://njszt.hu/hu/news/2022-01-10/5-grafikon-amely-megmutatja-mit-gondolnak-az-emberek-vilagszerte-mesterseges>
- [14] https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection/reform/rules-business-and-organisations/legal-grounds-processing-data/sensitive-data/what-personal-data-considered-sensitive_hu