

Az ipari tevékenység átalakulása, az RPA – Robotic process automation – és a fizikai robotizálás folyamatai és hatásai

Bevezetés

Az ipari termelés legfontosabb szempontjai közé a munkabiztonság mellett a költséghatékonyság és az előállított termékekkel szemben támasztott magas minőségi követelmények tartoznak. Ezek azok a főbb rendező elvek, amelyek a tömegtermelést a mai napig befolyásolják, illetve amelyek mentén a technológiai fejlesztések történnek. Természetesen egyéb elvárások is említhetők, úgymint a környezeti terhelés csökkentése vagy más megközelítésből a környezeti erőforrások gazdaságos felhasználása, ezáltal pedig az ökológiai lábnyom csökkentése. Ahhoz, hogy megfelelő képet kapjunk a jelenleg elterjedt trendekről, érdemes áttekinteni azt is, hogy az ipar jelenlegi legjelentősebb szereplői hogyan illesztik be saját technológiai megoldásaikat a gyártás folyamataiba.

A tanulmány első részében napjaink termék-előállítása során alkalmazott legmagasabb szintű technológiai megoldásokat ismertetjük, majd olyan ipari technológiákról esik szó, amelyek a bevezetés kezdeti szakaszában vagy még kutatási fázisban vannak.

- A hardveres technológiai állapotjelentést követően a robotizáció szoftveres megvalósításaival, azon belül pedig a tanulmány gerincét képező robotizált folyamatautomatizálással (RPA) foglalkozunk, amely elsősorban a humán erőforrás optimalizálásában nyújt segítséget.
- Mind a „szoftveres robotok”, mind pedig a klasszikus robotika tekintetében sor kerül olyan várható jövőbeli trendek megállapítására, amelyekre a jelenleg rendelkezésre álló információk és aktuális kutatási területek alapján következtetni lehet.
- A lehetőségeken túl rávilágítunk arra, hogy mik jelentik a fejlődés korlátait, melyek azok a feladatok, illetve emberi képességek, amelyek automatizálása jelenleg nehézségekbe ütközik. Megvizsgáljuk, hogy milyen fejlődési irányok várhatóak a szoftverrobotok terén, hogy mi a jelenlegi technológiában a *state-of-the-art*, és milyen technológiai, tudományos és etikai problémákkal nézünk szembe jelenleg. Mivel az üzleti célok elérése várhatóan a jövőben sem lesz megvalósítható pusztán gépek alkalmazásával, ember-gép együttműködése továbbra is szükséges lesz. Mérnöki szempontból az egyik legfontosabb cél minden esetben, hogy olyan ember-gép együttműködő rendszereket alkossunk, amelyek a rendelkezésre álló erőforrások ismeretében optimális megoldását adják az adott problémának. Előtérbe kerülnek a rendszermérnöki ismeretek, és mivel a kognitív síkon történő kooperációra alkotunk rendszert, így az emberi kognitív folyamatok pontos – mérnökkileg leírható, alkalmazható – modelljére lesz szükségünk.

- Ebből kifolyólag az utolsó fejezetben a kognitív számítástechnika (adatalapú működés, absztrakció és fogalomalkotás) és a szimbiotikus számítástechnika (gép-ember szimbiózis) területeit vizsgáljuk részletesebben. Végezetül filozófiai kitekintéssel zárjuk a tanulmányt.

A klasszikus robotika, avagy a fizikai robotizálás folyamata napjainkban

Egy mai modern gyárban jelenleg is számos olyan innovatív megoldást használnak, amelyek a kialakított termelési rendszereket még hatékonyabbá teszik, és az ipari forradalom egy újabb mérföldkövéhez vezethetnek. A továbbiakban ezen modern technológiai elemeket alkalmazó megoldások tárgyalására kerül sor a fent említett szempontok szerint.

A munkavédelmi technológiai alkalmazások már egy autógyár kapuján történő belépéskor megjelennek, hiszen ahogy a mesterséges környezetbe kerül a látogató, azonnal szerepelnie kell a gyár információs rendszerében is. Egy beléptető- vagy fémdetektoros kapun történő áthaladás, a belépő személy kamerákkal történő rögzítése, azonosítás biometrikus úton vagy beléptetőkártya használatával, a környezettől függően kialakított speciális munkaruha alkalmazása mind-mind fontos elemei a biztonsági előírásoknak. A dolgozók vagy látogatók azonosítása, ellenőrzése folyamatos az ipari létesítmények területén belül, legyen szó a különböző munkaterületek megközelítéséről vagy konkrét munkaeszközök kezeléséről.

A biztonsági rendszereknek azonban olyan esetekre is megoldást kell nyújtaniuk, amikor egy nem várt esemény következik be. A különböző munkaterületek térbeli elhatárolása mellett szükség van azok időbeli elválasztására is, tehát amíg valaki egy meghatározott területen tartózkodik, addig semmilyen veszélyes gépfunkció nem hajtható végre. Ha már folyamatban van ilyen funkció, akkor azokat le kell állítani. A villamos úton érzékelő védőberendezések különböző működési elvek alapján valósíthatják meg az ember felismerését: optikailag, kapacitívan, ultrahang, mikrohullám, illetve passzív infravörös érzékelés útján.¹

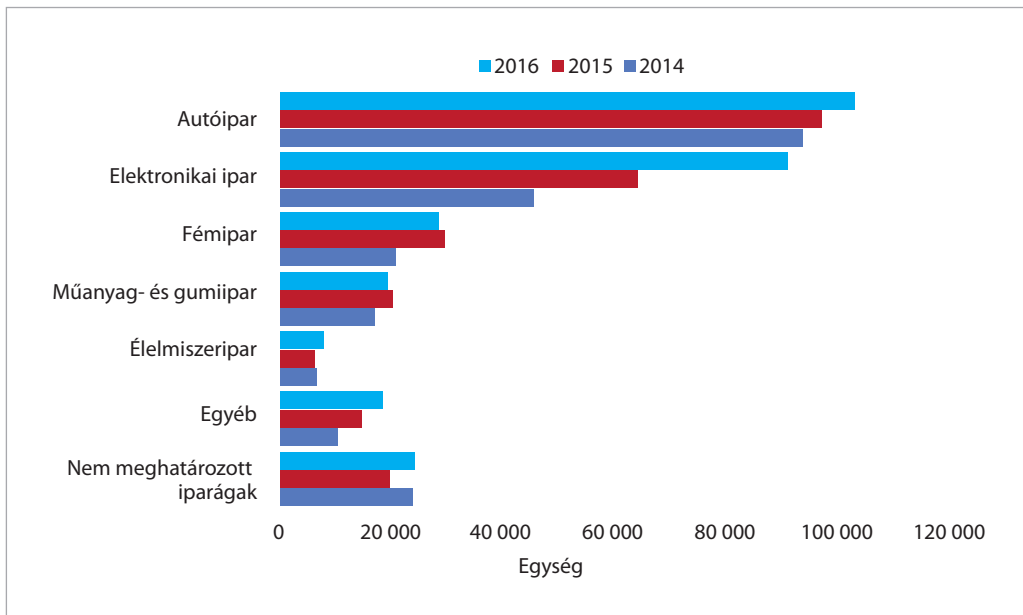
A leggyakoribb alkalmazások közé a biztonsági fényfüggönyök, fényzorompók és lézerszkennerek tartoznak. A gyáron belüli környezeti tényezők szenzorrendszerrel történő monitorozása fontos eleme a munkavédelemnek, de természetesen a minőségi gyártás szempontjából is elengedhetetlen. Elég, ha egy vegyi üzemegységen belüli hőmérséklet-ingadozásokra, páratartalom-változásra vagy fényintenzitás-ingadozásra gondolunk. A fizikai tényezők szabályozása és irányítása szenzorok, előre meghatározott programalgoritmusok és végrehajtó egységek, aktuátorok segítségével történnek.

A gazdaságossági és minőségi követelmények kielégítését az ipari robotok és automatizált gyártócellák elterjedése segíti a folyamatos jó minőségű termékek előállításával, a gyártott mennyiség rugalmas változtathatóságával, a csökkenő átfutási idővel és a magas kihasználtsági fokkal. Az ipari robotokkal rendszerint olyan munkákat végeztetnek, amelyek túl veszélyesek és túl nehezek az ember számára, vagy egyszerűen

¹ SICK: *Útmutató a gépekhez*. 2015.

túl monoton, de nagy pontossággal végrehajtandó feladat, ezért egy robot nagyobb biztonsággal képes azt elvégezni.

A Nemzetközi Robotika Szövetség (IFR) által kiadott, 2017-es *World Robotics Report* szerint az iparirobot-eladások négy éve újabb rekordokat döntenek, 2016-ban 16%-os növekedést értek el az előző évhez képest 294 312 eladott egységgel. A növekedés motorja 2016-ban az előző évhez hasonlóan az elektronikai ipar 41%-os emelkedéssel. Az autóiparban 6%-kal nőtt a kereslet a robotok iránt, így 35%-os arányban még mindig a legjelentősebb felhasználónak számít. A teljes beszerzést tekintve az elektronikai ipar 31%-on áll, azonban az ázsiai piacokon ez az iparág tekinthető a fő vásárlónak. Az iparágak szerinti felhasználás arányai az elmúlt három évben az 1. ábrán láthatók.



1. ábra: Az ipari robotok iparágak szerinti felhasználása 2014–2016 között

Forrás: Executive Summary World Robotics 2017: Industrial Robots. 2017

A folyamatosan növekvő kereslet miatt az autógyárak egyre gyorsabb létesítményeket, gyártósorokat fejlesztenek. Fontos ismertetőjejük a kis ütemidő („taktidő”) és a gyártósorok felépítése, elrendezése. A gyárakon lévő állandó nyomás, amely abból a követelményből fakad, hogy mindig új, egyedi tulajdonságokkal rendelkező autót kell a piacra dobni, új technológiák kifejlesztését teszi szükségessé. Manapság az átlagos ütemidő 60 másodperc körül tendál, amely azt jelenti, hogy percenként gurul le új autó a gyártósorról. Ez optimális időtartam az automatizált gyártási szakaszok számára, mivel a felhasznált robotoknak és kiszolgálóegységeknek elég idejük van a megmunkálásra és a mozgatásra. Jellemző tendencia, hogy a begyakorlás során az ütemidő az adott gyártási folyamatban folyamatosan csökken a termelékenység növelésének érdekében. A gyár rugalmasságából kifolyólag képes kell hogy legyen igazodni a világpiac ingadozásaihoz.

Új technológiák bevezetése esetén pedig kerülni kell a nagy beruházásokat és az ezzel járó idővesztést, mivel így a konkurensok tetemes előnyhöz és haszonhoz jutnak. A mai gyártócellákat úgy tervezik, hogy egyszerre több széria gyártása minél kisebb beruházással, azaz például a helyszükséglet minimalizálásával is megvalósítható legyen.

A gyártási folyamat és a gyártócellák megtervezésében rendkívül nagy szerepe van az ipar 4.0 egyik sarokkövét is jelentő virtuális térben történő gyártás szimulációjának. A szimulációs szoftverek segítségével már a számítógépen, háromdimenziós környezetben meghatározható a teljes mozgásfolyamat. Ilyen esetekben a robot környezetét és a szerszámainak modelljét is leképezik, felépítik a gyár virtuális mását (*digital twin*). Ezáltal különböző vizsgálatokat lehet végezni: Mozoghat-e az alkatrész? Elérhető-e a kívánt munkapontok? Mennyi ideig tart a mozgásfolyamat? Ütközik-e a robot a környezetével a program lefutása alatt? Alternatívákat lehet kipróbálni, például be lehet-e építeni egy kisebb, költséghatékonyabb robotot? Egyáltalán elvégezhető-e a tervezett mozgásfolyamat? Meghatározható-e az alkatrész folyamat helyes fekvése a térben? Az így megírt programot adathordozón vagy hálózaton továbbítják az ipari robot vezérlésének, amelyet ekképpen azonnal le lehet játszani. Természetesen többszöri igazítás, robotkalibrálás szükséges ahhoz, hogy a szimulált környezet a valósággal összeegyeztethető legyen. Ennek oka a gyártási és felépítési pontatlanságokban keresendő. Előnyként szolgál tehát, hogy a szimulációs környezetben még a gyártósor megépítése előtt megtörténik a robotok programozása, időben felismerhetővé válnak a folyamat tervezési és konstrukciós hibák.² A szükséges változtatásokat még ebben a stádiumban számítógépen el lehet végezni, nem szükséges hozzá a gyártósor költséges átalakítása. A nagyobb volumenű változtatások a virtuális gyárban sokkal könnyebben kivitelezhetők, mint a létesítményben a robot mellett. A háromdimenziós környezetben a számítógépen a környezet minden részét minden oldalról meg lehet vizsgálni, míg a valóságban ezek a munkapontok gyakran takartak vagy nehezen hozzáférhetők.

A létesítmény terve, *layoutja* a gyártósor területén található készülékek elrendezését tartalmazza. A felsorolt követelményekhez tartozik ennek teljes, műszaki és gazdasági kritériumokat kielégítő dokumentációja. Így a létesítmény- és gyártástervezés már nemcsak filozófia, hanem gazdasági gyártási struktúrává válik. A gyár kidolgozási tervének alapjául szolgál a helyszükséglet, a rövid transzportutak létrehozása, a rövid információs hálózat, a rövid szabályzási körök, a kis pufferek és a magas rendelkezésre állási idő.

A jelenlegi alkalmazások irányából a közeljövő kihívásai felé továbblépve számos ipari alkalmazás esetén megnő a kollaboratív vagy emberrel együttműködő rendszerek szerepe. Az ipar 4.0 filozófiája alapján az emberi tényező gyártási folyamattal történő kapcsolata átalakul, mivel számos olyan terület van az üzemeken belül, ahol az emberi

² Fei Tao et al.: Digital Twin-Driven Product Design, Manufacturing and Service with Big Data. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94. (2018), 9–12; C. Taylor et al.: Defining Production and Financial Data Streams Required for a Factory Digital Twin to Optimise the Deployment of Labour. In *Recent Advances in Intelligent Manufacturing. International Conference on Intelligent Computing for Sustainable Energy and Environment International Conference on Intelligent Manufacturing and Internet of Things (ICSEE 2018, IMIOT 2018)*. Springer, 2018. 3–12.

munkatevékenység biztonságosabbá, produktívabbá tehető, hatékonyabb eszközökkel később akár helyettesíthető.

Jó példa erre a zárt munkaterületen belül alkalmazható autonóm járművek csoportja, amelyek nemcsak saját állapotukról gyűjtenek információkat különböző szenzorokkal, hanem a környezetükről is. A saját állapotról az információk például a nyomás-, perdület-, gyorsulásszenzorokból, a kerekek sebességét mérő szögsebességszenzorokból származnak. A környezetről adnak információkat a radarok, a kamerák, az ultrahangos szenzorok. A szenzorok felbontása, pontossága és a gyorsasága elemi jelentőségű, ezeknek folyamatos a fejlesztése. A különböző és a jármű környezetének eltérő területeit lefedő szenzorok jeleinek a fúziójából alakítja ki a gép a környezetéről alkotott modellt.³

A zárt munkaterületen belül alkalmazható autonóm járművek csoportján belül további aktuális példa a raktározás során használatos targoncák területe. A hamburgi intralogisztikai Still cég targoncája az ember és gép interaktív kölcsönhatásával a komissiózás közbeni folyamatok biztonságát és a munka hatékonyságát jelentősen tudta növelni. Az autonóm targonca úgy tud együttműködni a kezelővel, mintha annak egyik kollégája lenne. Mivel az autonóm segítőprogram átveszi a vezetési és manőverezési feladatokat, a kezelő kizárólagosan a saját tevékenységére tud koncentrálni. Ez a tény növeli a komissiózási teljesítményt, és csökkenti a szelekciós hibákat. A biztonságot a mozgáskövető szenzorok biztosítják, amelyek meg tudják különböztetni a kezelőt egyéb személyektől és akadályoktól.⁴

A KUKA cég mobil robotokat alkalmaz saját gyártóüzemében, amely a csavarok, tömítőgyűrűk, csavaranyák és egyéb apró alkatrészek elosztását végzi. A megrendelt kanbanládákat a mobil robot rendszeres időközönként ellenőrzi az egyes polcokon, majd leszedi őket. A könnyű építésű robot a platformra felszerelt QR-kód-olvasó elé tartja a ládát, és a kód leolvasásával felismeri a láda egyedi rendeltetési helyét. A SLAM-navigációval felszerelt robotoknál feleslegesek a fix padlójelzések, indukciós szalagok vagy mágnesek az útvonal leírására. A robotok önállóan elkészítik a környezetük térképét, majd ezt a tudásukat megosztják a flotta többi tagjával. Ezáltal olyan közös, hálózati útvonalterv jön létre, amelyen belül az összes robotmozgást összehangolva el lehet végezni.⁵

A Knorr-Bremse haszonjárműves üzletágának legnagyobb kutatás-fejlesztési telephelye Budapesten található, itt készült a cég által a világon elsőként bemutatott SAE 4-es szintű autonóm nyerges szerelvény is, amely járművezető jelenléte nélkül képes önálló manőverezésre egy zárt telephelyen.⁶

Az automatizálási folyamatok a robotizációban elérték a szoftveres megvalósítást is. Olyan *szoftveres robotok* dolgoznak, amelyek a valóságos társaikhoz hasonlóan képesek monoton, nehéz, korábban emberi erővel végzett folyamatok elvégzésére. Ezek az eszközök nemcsak fáradhatatlanok, de hibaszázalékuk gyakorlatilag zérus, sebességük többszöröse az emberének, és széles körű szoftveres feladatok elvégzésére képesek.

³ Frank Péter: Budapesten is fejlesztjük az automatizált vezetést. *Járműipar.hu*, 2016. december 2.

⁴ Still.hu. 2017.

⁵ KUKA: *KMR iiwa*. 2017.

⁶ Frank (2016): i. m.

Az így kiváltott humán erőforrás átcsoportosítható, jobban hasznosítható, de munkahelyek veszélybe is kerülhetnek. A következő fejezetben ennek tárgyalására kerül sor.

Robotic Process Automation – robotikus folyamatautomatizálás

A Robotic Process Automation (RPA) mesterséges intelligenciát alkalmazó vagy nélküli módon működő szoftveres robotok tevékenysége, gépi tanulási képességekkel, elsősorban a sokszor ismétlődő, mechanikusan végezhető emberi számítógépes munka kiváltására. Célja, hogy emberi erőforrás szabaduljon fel a kreatív és stratégiai munka számára, a folyamatok biztonságosabban, gyorsabban és gazdaságosabban menjenek végbe akár a nap 24 órájában.⁷ Az RPA-t jellemzően az adminisztráció és a jelentéskészítés, az ügyféltámogatás, az adatbázis-frissítés és általában véve a szolgáltatások digitalizálása terén alkalmazzák. Az RPA sokféle iparágban és területen használható. Nem igényli teljes IT-rendszerek átalakítását, és igény szerint alkalmazható konkrét feladatok elvégzésére, például a tranzakciók automatikus feldolgozására, az adatok kezelésére vagy a más rendszerekkel folytatott kommunikáció támogatására. A szoftverrobot képes ürlapok kitöltésére, automatikus e-mailek küldésére, fogadására, dokumentumok létrehozására, adatok átvételére, szabványos munkafolyamatok lebonyolítására. Az RPA-szoftver képes alkalmazkodni a megváltozott körülményekhez és az új szituációkhoz. Ehhez arra van szükség, hogy a betanítási folyamat során „megmutassuk neki” az elvégzendő feladatokat. Bár egy RPA-szoftver elkészítése komoly programozói feladat, annak használata egyszerű módszerekkel megoldható a munkavállalók által. A szoftverek drágák, de megtérülnek. A hagyományos automatizálással szemben tehát az RPA-rendszerek képesek az adaptációra és a gépi tanulásra (kivételek, új szituációk), így alkalmasak akár komplikált alrendszerek használatára, ahol együttműködés szükséges.

Lényeges, hogy a robot képes a meglévő szoftverhátteret és alkalmazásokat használni, mint például a céges levelezés, Office-dokumentumok, adatbázisok, internetes bejelentkezést igénylő felületek. A robot billentyűzet- és egerakciókat is végrehajt, de általában egy virtuális környezetben, ahol fizikai monitorra nincs szükség. A robot képes az alkalmazások felhasználói felületeit értelmezni, és úgy konfigurálható, hogy az emberi felhasználóhoz hasonló lépéseket hajtson végre. Ez nem programkóddal történik, tehát nem klasszikus felprogramozásról van szó valamiféle szoftverfejlesztői környezetben, hanem egy intuitíven konfigurálható megoldásról, amelyet a nem technikai személyzet is tud használni és tréningezni ahhoz hasonló módon, ahogy egy kollégájával tenné.

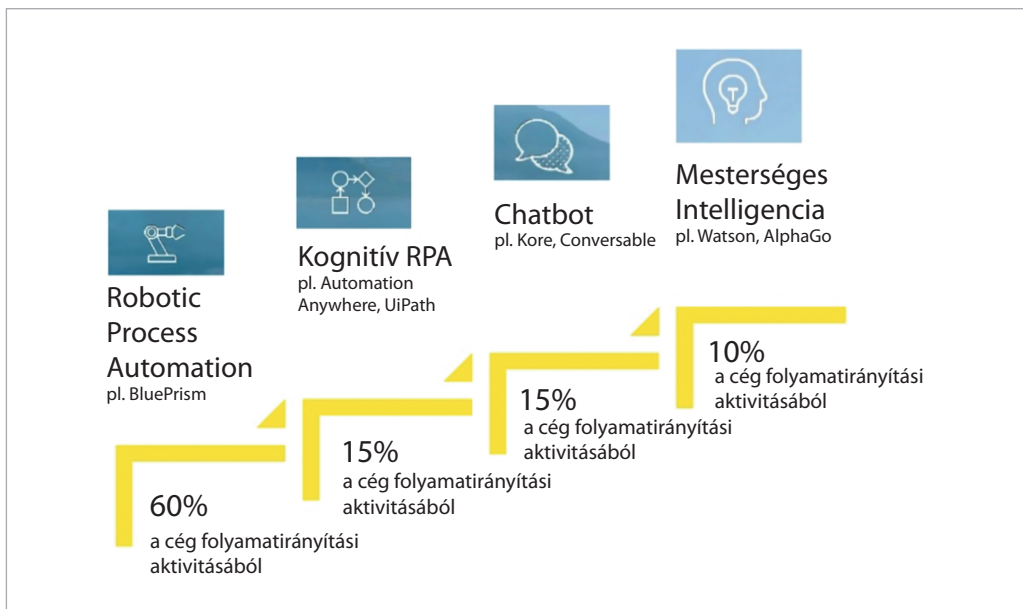
E kompetencia elsajátításához tipikusan néhány hetes képzésre van szükség, gyakran folyamatábra-alapú szerkesztők használatával (grafikai *drag-and-drop* szerkesztés). Az RPA előnye, hogy a vállalatoknak nem kell hozzányúlni a meglévő rendszerekhez, illetve ha megteszik, ahhoz a robot éppúgy alkalmazkodik, ahogy a humán felhasználók

⁷ Deloitte: *The Business Leader's Guide to Robotic and Intelligent Automation*. 2017; Leslie P. Willcocks et al.: Robotic Process Automation: Strategic Transformation Lever for Global Business Services? *Journal of Information Technology Teaching Cases*, 7. (2017), 1.

tennék, azáltal, hogy pontosan ugyanúgy használja és fér hozzá. Nem szükséges, hogy az RPA-robot miatt bármiféle beavatkozást kelljen eszközölni a meglévő biztonsági intézkedéseken, teszteléseken, védelmi funkciókon.

Egy példán keresztül érzékeltetve, egy RPA-rendszer képes az alábbi lépések folyamatos elvégzésére. Első lépésben egy robot a céges levelezésbe érkezett e-mailekből (.msg fájl) leválasztja és egy helyi mappába menti azokat a PDF-fájlokat, amelyek kitöltött űrlapokat tartalmaznak (rendelési adatok, cégnév, mennyiség, árucikk stb.). Második lépésben ezeket az adatokat áttemeli egy mester-Excel-fájlba, ahol minden sor egy megrendelésnek felel meg, az oszlopok pedig az adatokat tartalmazzák, és ezt is lokálisan eltárolja. A harmadik robot login-password kombinációt megadva belép a céges online felületre, ahol az Excelből megfelelő formátumú számladokumentumot állít elő. Végül a megadott e-mail-címekre a folyamat lezárulásáról megerősítést küld, a számlákat elektronikusan kipostázza. A folyamat során 1 perc robotidő kb. 15 perc humán munkaidőt tud megspórolni.

A 2. ábra mutatja az RPA-robotok fejlődési lépéseit, és a várható megtakarítást a vállalat számára. Látható, hogy a fejlődési lépcsők során egyre több és komplexebb feladatot vehet át a robot, a hatékonyság növekedése azonban csökken. A legnagyobb javulást az első szinten, a mechanikusan végzett emberi munka kiváltásával lehet elérni.



2. ábra: Az RPA hatékonysága. Egy lépés kihagyása ahhoz vezethet, hogy a hatékonyság csökken. Az egyes szintek építenek az őket megelőzők kimenetére

Forrás: EY: How is Intelligent Automation Disrupting the Public Sector. 2021

Előrejelzések

Az előrejelzések szerint az RPA komoly hozzájárulás lesz a jövőben a hatékonyság növelésében világpiaci szinten is. Bár nem csupán az RPA okán, az Oxford University konjunktúrajelentése szerint a munkahelyek 35%-a automatizált lehet 2035-re, a folyamat a dolgozók felét érintheti, a „fehérgalléros” munkahelyek 30%-a kiváltható lesz, és mintegy 80%-os költségmegtakarítást vonhat maga után.⁸

A legfontosabb RPA-szoftvert fejlesztő cégek az alábbiak: Automation Anywhere, Blue Prism, EdgeVerve, Kofax, NICE, Pegasystems, Verint. A termékeiket olyan vállalatok használják, mint az IBM vagy a Fujitsu. Utóbbi az új RPA-alapú kiválóságközpontját (Center of Excellence, CoE) a cég koppenhágai irodájának irányítása alatt fogja működtetni. A létesítmény az ismétlődő folyamatok pontos végrehajtását támogató, új szolgáltatások fejlesztésével és a rejtett szűk keresztmetszetek megszüntetésével optimalizálja a folyamatokat, így a cég ügyfelei a napi adminisztratív feladatok robotalapú automatizációjával gyorsíthatják digitális átalakulásukat például az ügyféltámogatás, a HR és a számvitel területén.

Hasonlóan a pénzügyi szolgáltatások területén is várható fejlődés. Legalább 10%-os megtakarítást várnak a pénzintézetek a szoftverrobotoktól az összes funkcionál, derült ki egy német nyelvterületen végzett felmérésből. A legnagyobb költségsökkentésre (10–30%) a backoffice, a kockázatmenedzsment, a humán erőforrás és a számvitel területén számítanak a robotokkal történő folyamatautomatizálástól. A többség szerint nagy jelentőségűek lesznek a robotmegoldások a jövőben, és sokan már tesztelik is a megoldásokat. Ugyanakkor még mindig a pénzintézetek majdnem harmada nem foglalkozik az RPA-vel. A legnagyobb hiányosságokat és problémákat a szabványosítás, a hiányzó tudás és a munkatársak ellenállása fogja okozni.⁹ Bár nem a klasszikus RPA megvalósulása, de a bankok egy része már nyújt szoftverrobotok által végzett befektetésösztönzési szolgáltatást. Ezek az úgynevezett *roboadvisorok* emberi tanácsadó nélkül, automatikus számításokkal adnak befektetési tanácsot az ügyfeleknek. Nemcsak a jelentéskészítés, a jogi asszisztencia vagy a könyvelői feladatok területén, hanem komplex pénzügyi vagy orvosi diagnosztikai feladatokban is lehet majd számítani az automatizálásra.¹⁰ A platformökonómia területén aktív internetes cégek és oldalak (Aliexpress, Amazon stb.) által üzemeltetett *chatbotok* az őket támogató mesterséges intelligenciával képesek az ügyfélpanaszok jó részét automatikusan kezelni, ezzel a humán operátor munkaterhét csökkenteni. Alkalmazásuk egy következő lépcsője lehet a már meglévő csetprogramok (Viber, Messenger stb.) használatával a vállalati kommunikáció automatizálása, például a gyártósoron dolgozók mindennapi, közvetlen elérése. Ezek jellemzően a Facebookon zárt csoportokban zajlanak, illetve a céges levelezőlistákon. Utóbbiak azonban korlátozott hozzáférésűek, és nem mindenki számára adottak. A 2019. januári győri Audi-sztrájk

⁸ Leslie P. Willcocks et al.: Robotic Process Automation at Xchanging. *The Outsourcing Unit Working Research Paper Series*, (2015), 3.

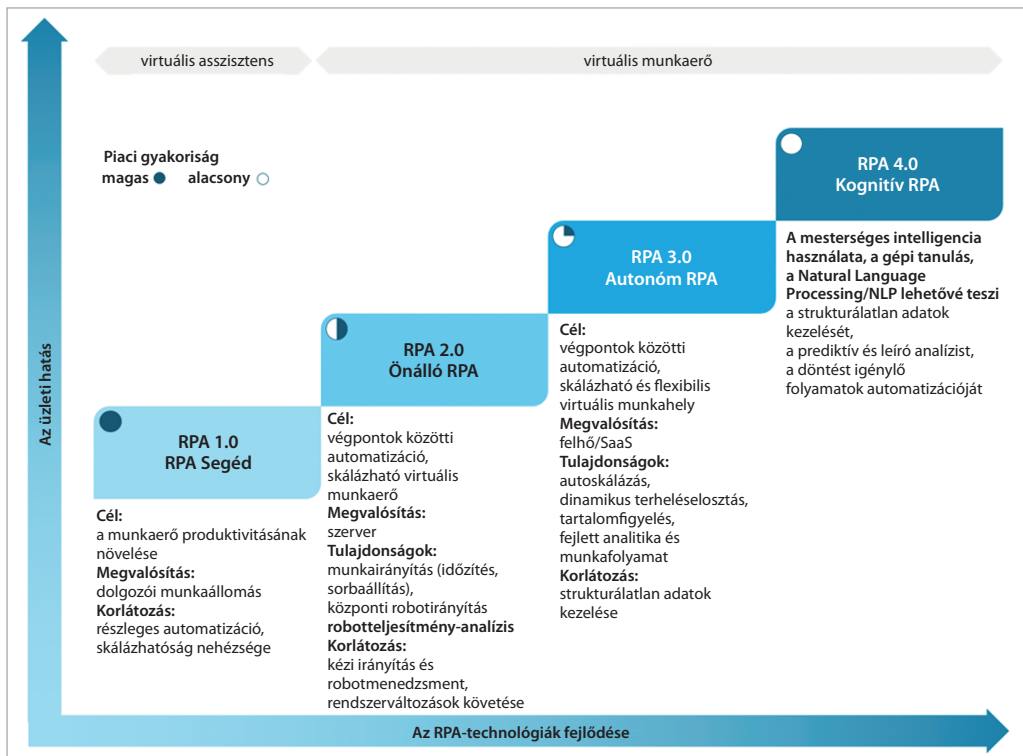
⁹ Horváth Partners. 2019.

¹⁰ Bernard Marr: 7 Jobs Intelligent Robots Will Take First. *Forbes*, 2017. április 27.

megmutatta, hogy az ilyen lehetőségek hiánya mennyire megnehezíti a kommunikációt a vállalat vezetése számára a dolgozók felé.

Ezek a folyamatok gazdaságilag indokolhatók, és be is fognak következni. A társadalom, a kormányzatok felelőssége és kötelessége ezek segítése, beleértve az érintett gazdasági szereplőkön túlnyúló infrastrukturális fejlesztéseket (például széles sávú internetlefedettség növelése, 5G és üvegszálás technológiák terjedése), valamint az oktatást. Az oktatás nem csupán tantermi és tantervi tevékenységet jelent, sokkal inkább a munkaerő átképzését. Bár a vállalatok előszeretettel hangoztatják, hogy a bevezetéssel nem szűnnek meg munkahelyek, ez kétséges. Céljuk, hogy a dolgozók ne féljenek a robotoktól, hanem csapattagnak tekintsek őket. A mesterséges intelligenciák egyre nagyobb bevonásával ráadásul egyre több döntést is rájuk lehet bízni a mechanikus folyamatok mellett. Fognak munkahelyek megszűnni, újabbak létesülni. A digitális alapkompenciával rendelkezők számára egy RPA-alkalmazás megismerése, elsajátítása és készségszintű használata megoldásra váró feladat.

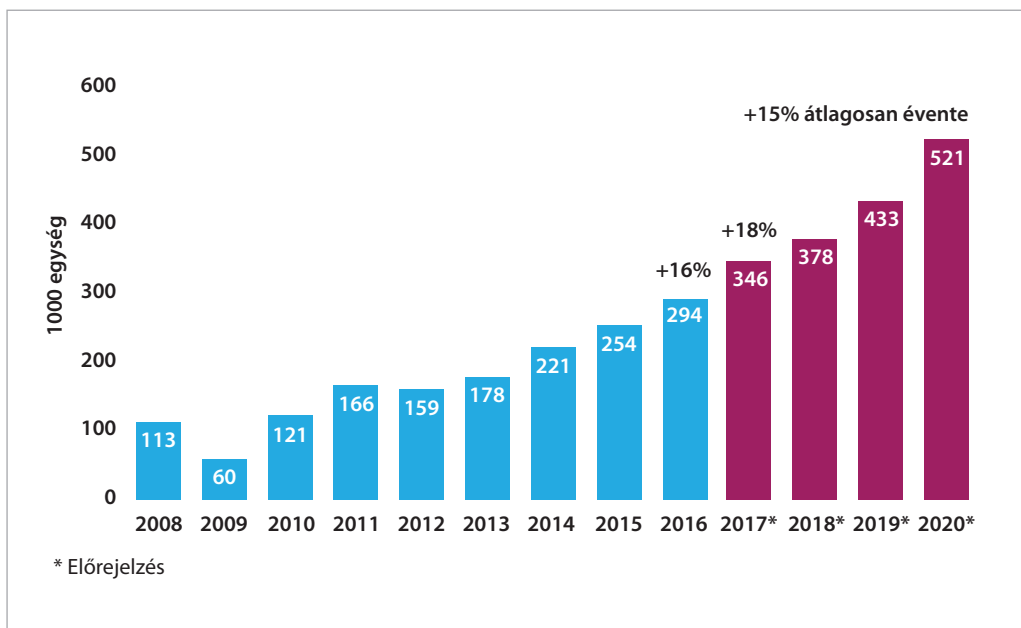
A 3. ábra az RPA-technikák fejlődésének hatását mutatja az üzleti modellre és eredményekre. Az RPA-segédek relatívan magas piaci gyakorisága mellett a második és harmadik szintű RPA-robotok elterjedése a jövőben várható.



3. ábra: Az RPA fejlődése. Az elmúlt évek során a jelentősége a taktikai előnyről a stratégiaiira változott
Forrás: Everest Global: Robotic Process Automation (RPA) Evolution. 2017

Egy aktuális német kutatás szerint a 2017–2022-es ötéves időszakban a robotika (klaszszikus és szoftveres) hatására a realizált nyereség az iparban megduplázódik, és elérheti a 18 milliárd eurót.¹¹ A 4. ábra az IFR által kiadott 2017-es *World Robotics Report*ban szerepel, és 2020-ig vetíti előre az ipari robotok várható elterjedését.

A szenzorika, a gépgyártás és a felhőbe áthelyezett technológiai megoldások fogják az ipar 4.0 fejlődését szolgálni. A jövő gyáraiban a kialakított kommunikációs infrastruktúra mérete, összetettsége nagyságrendileg növekszik majd a szenzorok egyre nagyobb arányú hálózatba történő bekapcsolásával, a tárgyak internete (Internet of Things, IoT) koncepció kiteljesedésével. A földrajzi helyek, majd a személyek hálózatba kapcsolása után az eszközök hálózatba kapcsolása a hálózatosodás nagyságrendi növekedését jelenti. Az internetbe kapcsolt intelligens, kommunikációra képes eszközök számát 2020-ra 20–50 milliárdra becsülik, ami az internet hálózati architektúrájának és a forgalom menedzselésének szükségszerű újragondolását, önmenedzselését követeli meg, a szenzorok által generált adatözön tárolása, feldolgozása és hasznosítása pedig egy átfogó adattudomány és technológia (*data science & engineering*) megszületéséhez vezet. A különféle IoT-rendszerek beágyazódnak a társadalmi, ipari folyamatokba, mindennapjainkba, és IoT-ökoszisztémává állnak össze.¹²



4. ábra: Az ipari robotok becsült éves felhasználása 2008–2016 és 2017–2020 között
 Forrás: Executive summary... (2017); i. m.

¹¹ Bitkom: *Digital Engineering – Agile Produktentwicklung in der deutschen Industrie*. 2017.

¹² Sallai Gyula: A jövő internetkutatás célkitűzései és területei. *Híradástechnika*, 71. (2016), 1.

A klasszikus vezérlés a robotikában lecserélhetővé válik szoftveres megoldásokra, ami során a vezérlési feladatok teljesen elválhatnak a berendezésektől: felhőalapú, elosztott szoftverszolgáltatások és szabványos interfészek fogják biztosítani a kapcsolatot. A felhőbe helyezett virtuális PLC és a webtechnológiákon alapuló szolgáltatások biztonságos használata a 150–200 ms-os reakcióidőt biztosító internetes és a néhány ms nagyságrendű saját felhőrendszerben működő alkalmazásaival túlmutat a RPA alkalmazási területein, amelyek az egyébként lassú emberi tevékenységet gyorsítják, és váltják le részben az ipari megoldásokban.

A robotizálás társadalmi hatásai – veszélyeztetett munkakörök

A robotizálás munkahelyeket befolyásoló hatásait külön-külön érdemes tárgyalni, mind a hardveres robotizálás, mind pedig a szoftveres automatizálás tekintetében.

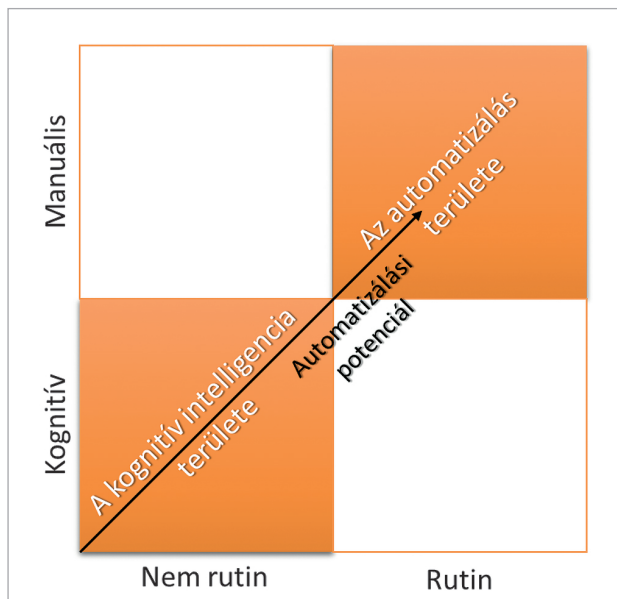
Az ipar 4.0 kapcsán a gyárak mint önszervező létesítmények¹³ új szerepet kapnának. Elon Musk a Gigafactoryval kapcsolatban például így fogalmaz: „A gyár az a gép, amely a gépet építi.” A Tesla tehát a gyártási folyamatokat megreformálná, saját tervezésű, fejlett, automatizált gyártósorokkal, így hamarosan a gyár maga is fejlesztendő, menedzselendő terméké válna. A Tesla nem akar arra várni, hogy az akkumulátorokat a beszállítóktól megkapják, hanem az összes folyamatot egy cégben szeretné összefogni, mely egyszerre gyárt elektromos autókat, az energiát tároló elemeket és az energiát előállító napelemeket. Ezzel a gondolattal élen jár, míg Európa még 2019-ben is arról vitázik, belefogjon-e az akkumulátorcellák gyártásába, hiszen technológiai lemaradása Ázsiával szemben óriási. Musk „a gyár mint termék” jelmondatával arra is utal, hogy a gyár legalább akkora figyelmet érdemel, mint az általa előállított termék, és a cég mérnökei egy automatizált gyár megtervezésére, felépítésére és folyamatos fejlesztésére, átépítésére, tökéletesítésére is képesek.¹⁴

A szoftveres, robotizált folyamatautomatizálás tekintetében (még) nem beszélhetünk igazán mesterséges intelligenciáról. Addig, amíg az intelligencia, az empátia, a kreativitás, a megfelelő (humán jellegű) kommunikációs készség meg nem jelennek a robotok képességei között, addig nem helyettesíthetik az emberi funkciókat (5. ábra). Összességében az RPA alkalmazása nagyobb termelékenységet, jobb minőséget ígér mindemellett, hogy a meglévő humán kapacitással nagyobb részben koncentrálhatunk a magasabb szintű értékesebb feladatokra.

A humán erőforrás helyébe lépő RPA-technológiák fenyegetése jellemző téma a technológiai trendekről szóló diskurzusokban. A fenyegető hangulat mellett az RPA-munkaerő bevezetése egyre növekvő igényt jelent a megfelelő *soft skillek* és a mérnöki tudás oldaláról.

¹³ Siemens: [Digital Enterprise for process industries](#).

¹⁴ Habók Lilla: Gigafactory. Miért ekkora a felhajtás a Tesla gyára körül? *Hwsw.hu*, 2016. augusztus 3.



5. ábra: A kognitív intelligencia és az RPA potenciális területei a folyamatok természetét tekintve

Forrás: Aleksandre Asatiani – Esko Penttinen: Turning Robotic Process Automation into Commercial Success—Case OpusCapita. *Journal of Information Technology Teaching Cases*, 6. (2016), 2.

A menedzsment- és változásmenedzsment-szakemberek azt állítják, hogy az emberek még mindig nélkülözhetetlenek lesznek a számítógépes adatok valódi értékének megfejtéséhez és elemzéséhez. Valójában azt jósolják, hogy tíz éven belül nagyobb keresletet fognak elérni, és kevesebb szakember fog rendelkezésre állni, mint amennyit a programozási, mérnöki feladatellátások igényelnek.

Ennek az elméletnek az RPA Intézet alapítója és elnöke, Frank J. Casale a legnagyobb támogatója. A 2018-as RPA-alkalmazók második hulláma előtti kihívások előrejelzésével arra figyelmeztetnek, hogy a technológiai fejlődés iránti igény a munkahelyen messze felülmúlja a jelenlegi RPA-képességet.

Emiatt a változásmenedzsment létfontosságú a harmonikus munkaerő megőrzésében, miközben a szoftver kifejlesztése megtörtént. A 2016-os automatizálási innovációs konferencia (Automation Innovation Conference 2016, New York) alkalmával a résztvevők jelezték, hogy az emberi alkalmazottak a jövő sikerének vagy kudarcának egyik legnagyobb indikátoraként az RPA bevezetését jelölték meg.

Az RPA üzleti döntés is, alacsony költségeket és magasabb nyereséget ígér. Az algoritmusok és az adatok elemzésével, értelmezésével határozható meg, hogy egy folyamat automatizálható-e. A szoftverek tesztelése és az RPA bevezetése magas fokon igényli a technológia elsajátítását, majd alkalmazását a humán oldalon.

Számos példa van arra, hogy az RPA növelte az új és változatos munkaerő iránti keresletet. Alkalmazási esetek bizonyítják, hogy a munkáltatók nemcsak pénzt takarítanak meg az RPA-eszközök bevezetésével, hanem növelik a termelékenységet, a mun-

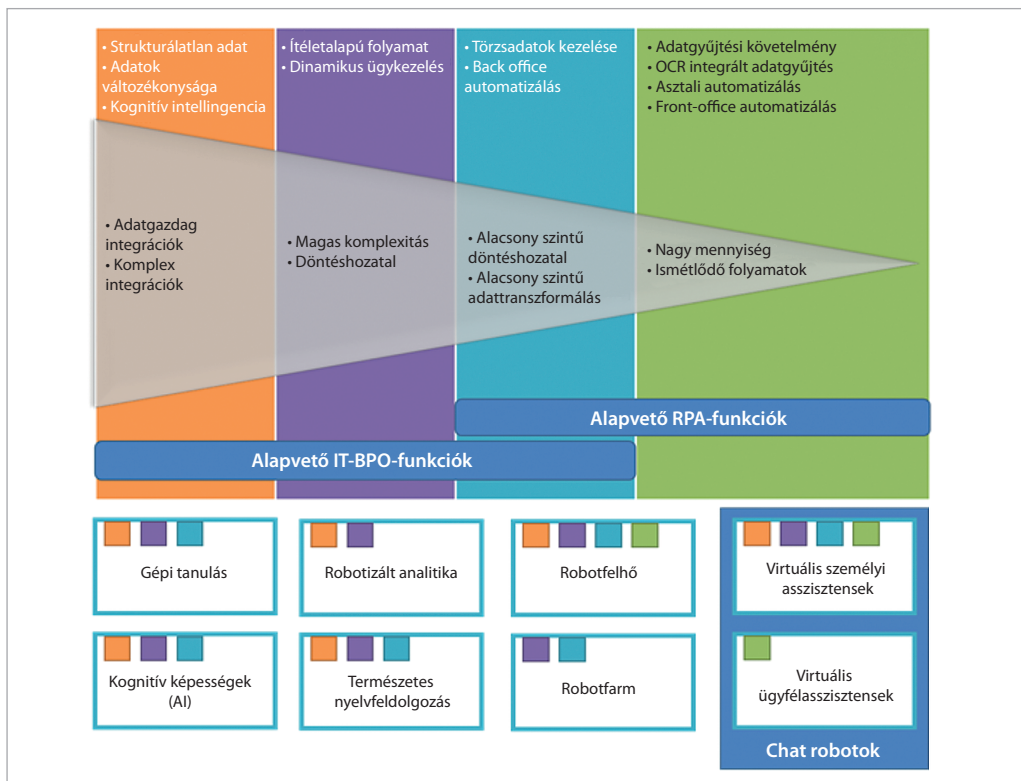
kavállalók biztonságát, és egyes esetekben új lehetőségeket teremtenek a szakmunkások számára az adott iparágban.

Az egészségügyi ágazat legfrissebb fejlesztéseivel foglalkozik a WIRED.com. Arról számol be, hogy a kórházak most képesek lesznek fajlagosan alacsony költségekkel („1000 dolláros grafikus processzorral”) az IT-infrastruktúrájuk továbbfejlesztésére oly módon, hogy akár 260 millió képet tudjanak naponta feldolgozni az MRI, a CT és a radiológia adatbankjai felé. Ez jelentősen automatizálhatja a humán kapacitással számoló hagyományos szerepköröket. Eric Topol, a Scripps Translational Science Institute igazgatója és az NIH Precision Health Initiative egyik vezetője kijelenti, hogy az orvosok képintenzív értelmezésben betöltött szerepe – nevezetesen a patológusok, a radiológusok és a bőrgyógyászok – egyre inkább kockázatnak vannak kitéve, de arra is figyelmeztet, hogy az RPA széles körben elterjedt az orvostudomány egyéb területén is, mivel az RPA szoftveres lehetőségei egyre kifinomultabbak. A *Nature Science* folyóiratban megjelent egy ebben a témában írt tanulmány, miszerint a Stanford Egyetem kutatóinak és orvosainak egyesített csapata nemrégiben egy hatékony és pontos mély tanulási (*deep learning*) algoritmust fejlesztett. 130 ezer képpel és 2000 bőrképpel vizsgálták a képességeket. A kísérlet megállapította, hogy az RPA-szoftver mind a 21 vizsgált betegnél hiteles eredményeket hozott. Mesterséges intelligenciát alkalmazva a rendszer alkalmas arra, hogy a bőrrákot diagnosztizálja. Bár az RPA-szoftverek ezen szintje kiszoríthatja az egészségügyi szakemberek egy részét, egyben új értéket ad a szolgáltatási ág ezen csoportjának, ha a felszabadult időt és kapacitásokat az orvosok a betegekkel és az ügyfelekkel való kapcsolattartásra használják fel.

2017 februárjában a Seyfarth Shaw nemzetközi jogi csoport bejelentette, hogy elfogadja és alkalmazza az RPA-szoftvereket a jogi szolgáltatásaikban: RPA-központokat állít be a szoftveres képességek, a gépi tanulás és a mesterséges intelligencia formalizálására. Az új fejlesztésről nyilatkozva Stephen Poor elnök elmondta, hogy ez a lépés az ügyvédi kapacitásaik felszabadítását jelenti az egyszerűbb, rutinszerű jogi feladatok ellátása alól, így az ügyfelek összetettebb problémáinak a megoldására összpontosíthatnak.

Az RPA bevezetési folyamatának kulcsfontosságú eleme egy szervezetben az automatizálás mellett, hogy bizonyos humán szerepeket kiemeljen. Az olyan feladatok gazdasági értéke meg fog emelkedni, amelyeket csak az emberek végezhetnek el. Az új humán-munkaerő-kereslet megteremtése kulcsfontosságú az érintett iparágakban. A robotizált folyamatautomatizálás az utóbbi években jelentősen fejlődött. Amikor szisztematikus tervezéssel alkalmazzák, az RPA lényegesen javítja a teljesítményt, és növeli az üzleti folyamatok hatékonyságát. A legtöbb vállalati folyamat kézzel végzett, determinisztikus és ismétlődő folyamatok automatizálható.

Egyes becslések szerint ez körülbelül az összes ember által elvégzett feladat több mint 70%-át teszi ki. A nagyobb komplexitású és emberi megítélést igénylő folyamatok 15–20%-ban automatizálhatók a szoftverrobotok és az emberi dolgozók közötti szoros együttműködés révén. A 6. ábra példaként bemutatja a folyamatok összetettségét és automatizálási lehetőségeit a pénzügyi szolgáltatásokban.



6. ábra: A robotizált folyamatautomatizálás különböző nézőpontok szerint

Forrás: TATA Consulting Group: *Robots in the Back Office: The Future of Recruitment Enterprises*. 2018

Mivel az RPA-technológia gyors ütemben fejlődik, a vállalatok egyre jobban tudatában vannak, hogy technológiai beruházásaikat az ügyfelek igényeihez és üzleti eredményeikhez kell hogy igazítsák. Ezeket a szervezetek olyan RPA-rendszerekben valósítják meg, amelyek lehetőség szerint lefedik a legösszetettebb folyamatokat, és valóban képesek utánozni az emberi cselekvéseket. Ezekben a helyzetekben a folyamat automatizálása kognitív képességeket is igényel. Ilyen például a természetes nyelvfeldolgozás, a beszéd-felismerés, a számítógépes látástechnika és a gépi tanulás, mindez azért, hogy megértse a strukturált és strukturálatlan adatok hatalmas mennyiségét, tanuljon menet közben, és már önmagától, intelligensen automatizálja a folyamatokat.

Gartner 2017-ben azt jósolta, hogy 2020-ig a robotizációs folyamatban az automatizálási szoftverek végfelhasználói kiadásai elérik majd az 1 milliárd dollárt, ami 2015-től 2020-ig 41%-os éves növekedési ütemre (CAGR) növekszik. Az előrejelzés szerint 2020-ra az RPA eszközei többféle típusú funkcionalitást is magukban foglalnak, például az AI-szoftvert (mesterséges intelligenciát) is. A nagy globális szervezetek, multinacionális cégek ma kevesebb mint 10%-a fogad be legalább egy RPA-szoftver-eszközt, míg 2020-ig 40%-ra felmegy ez az arány.

STANDARDIZÁLT FOLYAMATOK			
Fizetésfeldolgozás	Adószámítás és adóbevallás	Egyeztetések	Számlázási folyamatok
Kereskedelmi elszámolások	Vállalati jelentések	Nyugdíjak átutalása és felülvizsgálata	Számlák lezárása
Hitelszámla és hitelkeret beállításai	Ügyfélfiók megnyitása	Adatmigrálás	Kamatfizetések
Hitelkeret meghatározása	Időszakos számviteli könyvek lezárása	Hitelkifizetés	KYC/AML folyamat
Hitelprogramok feldolgozása	Ügyfélfiók frissítése	Szabályozási jelentések	Kártya számlavezetés és elszámolás
Alapszámvitel	Kereskedelmi jóváhagyások és elszámolások	Tranzakciók engedélyezése	Adóbevallás kezelése
Dokumentumfeldolgozás	Folyószámlahitel/előleg rendelkezésre bocsátása	Szerződéses megfeleltetés	Hiteljóváhagyás
Záróellenőrzés felülvizsgálata és döntéshozatal	Járulékok felülvizsgálata	Személyre szabott ajánlatok és promóciók	Kockázat monitorozása
Belső kommunikáció monitorozása	Csalás-tranzakció felderítése	Ügyfélkérdések	Személyre szabott pénzügyi tanácsadás
KOMPLEX FOLYAMATOK			
A komplexitás folyamatos növekedése			

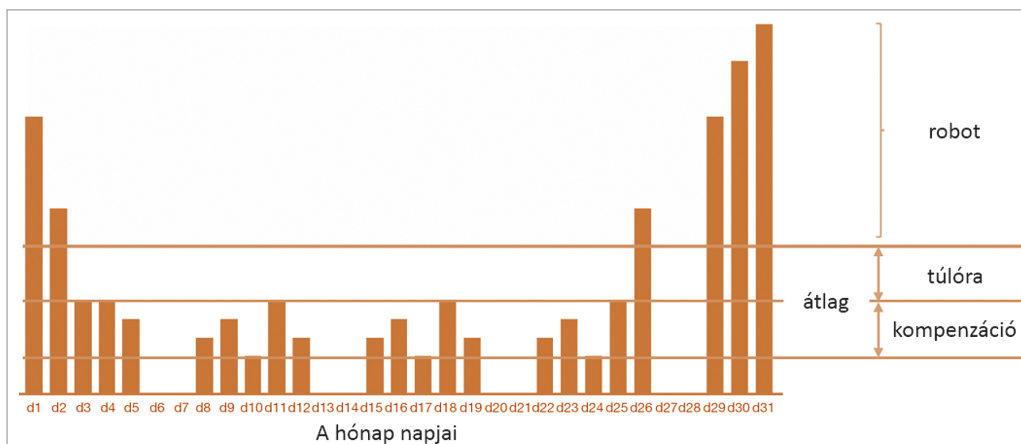
7. ábra: Automatizálás a banki és pénzügyi szolgáltatási folyamatokban

Forrás: Genpact: LeanDigital. 2019

Egyes iparágak – például a pénzügyi szolgáltatások és a kiskereskedelem – vezető szerepet töltek be az RPA alkalmazásával, míg a gyártó és egészségügyi cégek a közelmúltban növelték csak a bevezetést. A Genpact (az RPA-technológiában világszinten elismert vállalat) nagyvállalati ügyfeleinek több mint 50%-a már megtette az első lépéseket, vagy aktívan fontolgatja az RPA-ba történő befektetést.

Az RPA-alkalmazások előnyei a vállalkozások számára.

- *Teljes költségcsökkentés:* a robot végrehajtásának és futásának átlagos költsége jóval kisebb, mint az egyenértékű FTE-költségek és a nagyméretű telepítések csökkenése.
- *Sebesség és termelékenység:* az RPA tipikusan kétszer-háromszor gyorsabb, mint az ember. Még akkor is, ha a robotok ugyanolyan ütemben dolgoznak, mint az emberek, ugyanis egész nap órákon át dolgozhatnak az emberektől eltérően.
- *Pontosság és megfelelés:* a robotok 100%-os pontossággal dolgoznak, ezáltal megfelelnek a feladatokkal szemben támasztott, az emberi munkavégzőkre is vonatkozó minőségi követelményeknek. Az emberi hibák elkerülése költséget takarít meg.
- *Skálázhatóság és rugalmasság:* a robotok könnyen felfelé és lefelé skálázhatók a kereslet ingadozásainak és az évszakváltozásoknak megfelelően.
- *A hozzáadott értéket nem növelő folyamatok eltávolítása:* felkészíti a munkaerőt a döntés-előkészítési teendőkre.



8. ábra: A humán munkaerő tervezése a robotok rugalmas rendelkezésre állásával szemben

Forrás: a szerzők szerkesztése

A legjelentősebb lehetséges költségmegtakarítás akár 55%-ot is elérhet a determinisztikus, szabályalapú folyamatoknál. A végrehajtás, a pontosság és a megfelelés gyorsasága kulcsfontosságú RPA-előnyök a szervezetek számára, különösen a pénzügyi szolgáltató cégek számára. A kiskereskedelmi vállalatok is kezdik felismerni, hogy a humán erőforrások rövid időre való betanítása és beillesztése jelentős erőfeszítéseket és vezetői leterhelést igényel; ezért inkább az RPA-alkalmazás mellett döntenek. A vállalatok felszabadíthatják az emberi erőforrásokat a nem értékteremtő munkából, és átirányíthatják azokra a feladatokra, amelyek megítélésük szerint több személy által hozzáadott értéket teremtenek.

Ezzel együtt jellemző a humán munkavállalókra, hogy akik magasabb értékű munkát végeznek, azok között magasabb a megelégedettségi szint.

Azok a szervezetek, amelyek az RPA-t kiegészítő digitális technológiákkal kombinálják, mint például a dinamikus munkafolyamat, a gépi tanulás és/vagy a természetes nyelvű feldolgozás (NLP), az intelligens automatizálás alkalmazása révén nagyobb értéket érnek el. Ilyen például egy kereskedelmi pénzügyi szolgáltató cég, amely ezeket a technológiákat alkalmazta a hitelnyújtási folyamatához. Az NLP elolvassa és értékeli a hitelkérelemmel jelentkező pénzügyi kimutatásait és a nyilvánosság számára elérhető minden adatát. A dinamikus munkafolyamat biztosítja, hogy a hitelező az elemzést pontozásos modellekkel végezze el a döntéshozatalban, míg a robotika ügyfélprofilot hoz létre. A gyorsabb döntéshozatal magasabb termelékenységet jelent, de a nagyobb érték abban is rejlik, hogy pontosabb vásárlói és árképzési döntéseket képesek hozni.

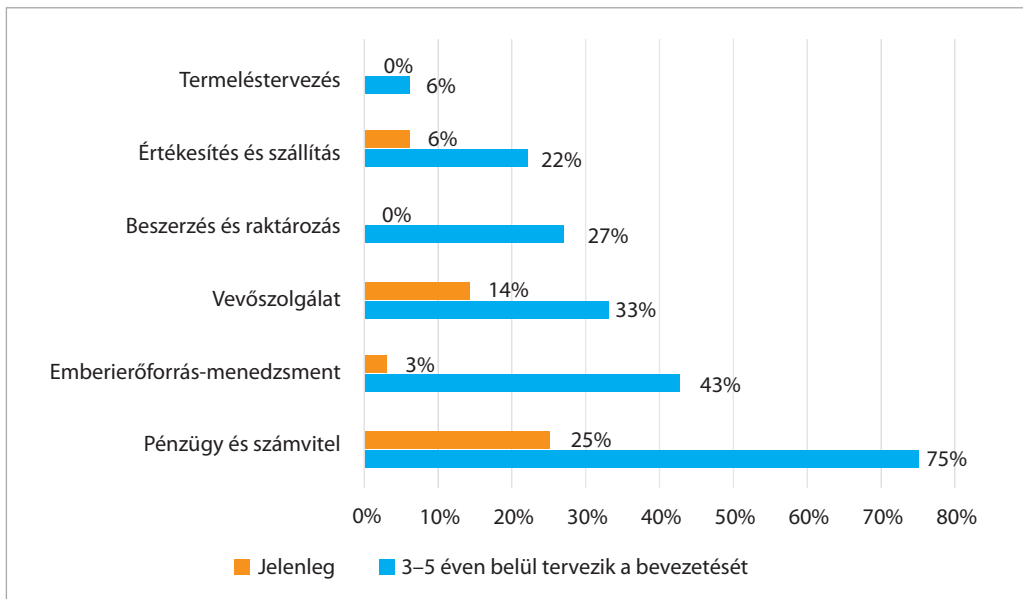
Az RPA alkalmazási területei a jelenben és a közeljövőben

A Capgemini Consulting számos nagyvállalatra kiterjedő felmérést végzett, és a válaszok alapján az alábbi következtetéseket tudta levonni:

- A méret nem számít, tehát az összes vállalati méret már használja, vagy a következő 3–5 éven belül szándékozik bevezetni az RPA-t.
- Az RPA-val kapcsolatos fejlesztési tervek az összes back office területen megjelennek.
- Amikor a vállalatok a robotizálásra gondolnak, a legfontosabb tényezők és előnyök a költség, a minőség és a jobb megfelelés.
- Az RPA a folyamatok optimalizálásának előfeltétele, nem pedig a folyamat szabványosításának indítéka.

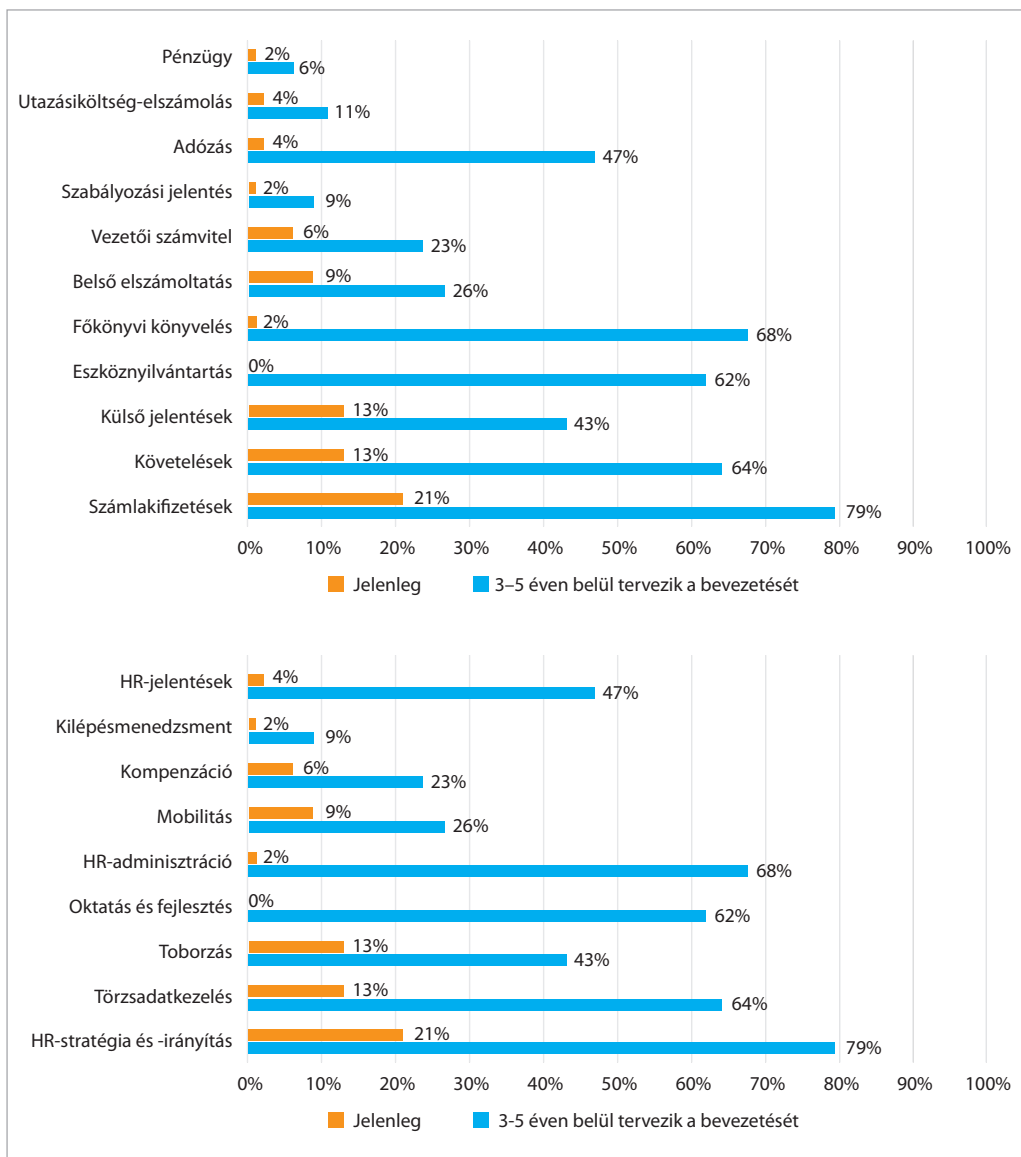
A következőkben a Capgemini Consulting felméréseinek eredménye segít megérteni a vállalatok és a döntéshozók gondolkodását. A vállalatok által elvárható legfontosabb előnyök a költségcsökkentés, a megtermelt munka minőségének javítása, az ismétlődő feladatokra fordított idő csökkentése, valamint a kockázat csökkentése és a fokozott megfelelés. Ezeket az előnyöket azért várják, mert az RPA gyorsabban tud dolgozni, mint egy ember, és kisebb mértékű hibákat fog elkövetni a hétköznapi feladatoknál, ahol a folyamatok összetettek, mégis nagyon szabályalapúak. A felmérésben részt vevők 86%-a határozottan egyetért abban, hogy az RPA jelentősen csökkenti a költségeket, és 91% azt jelzi, hogy az RPA időt takarít meg az ismétlődő feladatok esetén.

A következő ábrák megmutatják, hogy a Capgemini Consulting ügyfélkörében mely iparágak terveznek az RPA-val.



9. ábra: Az RPA alkalmazási területei a jelenben és a közeljövőben

Forrás: Capgemini Consulting: *Robotic Process Automation: Robots Conquer Business Processes in Back Offices*. 2017



10. ábra: RPA-tervek a pénzügyi és számviteli területeken

Forrás: Capgemini Consulting (2017): i. m.

A HR- és a pénzügyi területeken a következő 3–5 évben rendkívül nagy automatizálással számolnak. Ez egyben azt is jelenti, hogy társadalmi szinten is komolyan kell foglalkozni az emberek foglalkoztatásával és szükséges átképzésével. A rövid idő alatt végbemenő változások új stratégiák kidolgozásával komoly kormányzati szerepvállalást és felelősséget igényelnek.

Az RPA korlátai

Ahogy a tanulmány előző fejezeteiben láhattuk, az RPA-nek számos előnye van, ha olyan alacsony komplexitású feladatokat kell megoldani, amelyek megoldása jól leírható szabályok segítségével, és nagy volumenben történik. Ez a szabályokon alapuló működés azonban az RPA korlátait is jelenti, hiszen már az előző fejezetben bemutatott feladatokon túl számos eléggé alacsony komplexitású feladat van még, amelyek nem írhatók le jól szabályokkal, de amennyiben elegendő adat áll a rendelkezésünkre, úgy meglehetősen jól automatizálhatók. Ez a gondolkör visz tovább a szoftverrobotok következő generációja felé, amelyet kognitív számítástechnikának (*cognitive computing*) hívunk.

A kognitív számítástechnika

Fontos különbséget tennünk a kognitív számítástudomány és általában a mesterséges intelligencia (MI) alkalmazások között. A mesterséges intelligencia egy tágabb fogalom, amelybe beletartoznak az olyan számító rendszerek, amelyek nagy mennyiségű adat feldolgozásával maguk állítják elő a működésük algoritmusait. A kognitív számítástechnika az adatalapú következtetésekhez képest az emberi agy működéséhez hasonlatosabb működést céloz meg. Habár az MI egy általános fogalom, sokszor helytelenül a mélytanuló rendszerekkel felcserélhetően határozzák meg. A mélytanuló rendszerek és a kognitív számító rendszerek az adatintenzív feladatokat meglehetősen különbözően oldják meg. Képzeljünk el egy feladatot, ahol a betegek adatainak hatalmas adatbázisa és a szakmai folyóiratok segítségével kell egy kezelést meghatározni a beteg részére. Míg a mélytanuló rendszer ad egy kezelési javaslatot az adatelemzéseik eredményeképpen, addig a kognitív számítástechnikai rendszer az orvost segíti a megfelelő döntés meghozatalában.

A kognitív számítástechnika és így az RPA jövője egy olyan multidiszciplináris terület, amelyben a számítástudomány, a nyelvészet, a filozófia, a neurológia-agy kutatás és a pszichológia is érintett. Többen harmadik generációs számítástechnikának nevezik a kognitív számítástechnikát, amelynek segítségével az alapvetően fix szabályrendszerek alapján értelmezhető RPA-rendszerek is még önállóbbá válhatnak, és számos olyan munkafolyamatban lesznek alkalmazhatók, amelyek eddig emberi beavatkozást igényeltek (helpdesk stb.). A legfontosabb kérdések az emberi információfeldolgozáshoz, döntéshozatalhoz – gondolkodáshoz – köthetők.

A kognitív számítástechnika kifejezéssel olyan rendszerekre hivatkozunk, amelyek az RPA-rendszereknél magasabb szinten képesek a feladatok elvégzése közben indoklásra és a megértésre. Mindezt olyan módon teszik, amely hasonló a humán felfogáshoz, vagy legalábbis a humán felfogás által inspirált módon működik. Tipikusan szimbolikus és konceptuális információval dolgozik tisztán szenzorokból származó adatfolyamok helyett annak érdekében, hogy magas szintű döntéseket hozzon komplex szituációk esetén.

A kognitív rendszerek gyakran különböző gépi tanulási rendszereket használnak, de a kognitív számítástechnika nem gépi tanulási módszer. Gyakorta egy olyan komplex architektúra, amely különböző MI-alrendszerek integrációjából áll. (Ezen alrendszerek integrálásának matematikai formularizációja még nem megoldott.)

A kognitív számítástechnika a kognitív tudományok alkalmazásából származik. (Kognitív tudományok – annak vizsgálata, hogy az emberi agy hogyan működik, illetve a számítástudomány, amelyek eredményeinek messzire ható következményei lesznek arra nézve, hogy hogyan dolgozunk, hogyan éljük a magánéletünket, hogyan szervezzük az egészségügyet és az életünket.)

A kognitív számítástechnika célja, hogy a humán gondolkodási folyamatokat szimuláljuk egy számítástechnikai modell segítségével. Az öntanuló algoritmusok, a mintafelismerési eljárások, a természetes nyelvi feldolgozók mind olyan alapelveken nyugszanak, amelyek azt utánozzák, ahogy az emberi agy működik.

Habár a számítógépek rendkívül gyorsak a különféle automatikus számítások elvégzésében, máig nem képesek olyan számunkra természetesnek és könnyűnek tűnő feladatok elvégzésére, mint a természetes nyelvek megértése, illetve objektumok és arcok gyors felismerése.

Mélytanuló rendszerek

A mesterségesintelligencia-kutatások kezdetén két iskola volt abban a tekintetben, hogy az MI-nek mennyire kell megérthetőnek, magyarázhatónak lennie. Egyesek olyan irányba léptek, hogy a gépeknek a logikai szabályok és következtetések alapján kell működniük, így téve a belső működésüket transzparenssé bárki számára, aki veszi magának a fáradságot, hogy megvizsgálja a kódjukat. Mások a biológiából vették az inspirációt, és azt képviselték, hogy biológiai inspiráció alapján kell gépeket építeni. Ez a megközelítés a számítógépek programozását a feje tetejére állította. Ahelyett, hogy egy programozó írná a kódot, a gép belső algoritmus a nagy mennyiségű tanító adatból és a kívánt outputból állítja elő a működését. A jelenlegi legelterjedtebb algoritmusok ezen utóbbi utat választották, vagyis lényegében a gép saját magát tanítja. Ez a megközelítés a 60–70-es években korlátozott érvényességűnek bizonyult, és a modern számítógépek megjelenésével és elterjedésével, valamint a nagy mennyiségű adatok megjelenésével került újra előtérbe. Az 1990-es években már mesterséges neurális hálózatok segítségével sikerült kézírást azonosítani. Azonban az automatikus „felfogás” megjelenésére még az évtized elejéig várni kellett. Ekkor jelentek meg a nagy neuronszámú, úgynevezett mélytanuló (*deep-learning*) rendszerek, amelyek ezért a fejlődésért felelősek voltak. Fontos látni, hogy a mélytanulás kifejezés nem valamilyen szempontú „pszichológiai mélységre”, hanem a rejtett neuronrétegek számára utal. Ezek a mélytanuló rendszerek felelősek az MI jelenlegi robbanásáért. A számítógépeket extrém képességekkel ruházzák fel, mint például a természetes nyelvi feldolgozás, amelyet majdnem olyan hatékonyan végeznek, mint az élő emberek. Márpedig ez egy olyan képesség, amely túl komplex ahhoz, hogy be tudjuk egy gépbe kódolni.

Ma is elérhetőek döntéstámogató szoftverek, amelyek feladata olyan forgatókönyvek előállítása, amelyek egyes, a termelést érintő események bekövetkezésekor a helyzet hatékony kezelésére, a veszteség minimalizálására alkalmasak.¹⁵ A piaci mozgás élnétségéhez igazodva a cégeknek gyorsan kell választ adniuk a piaci igényekre, fenn kell tartani a változtatás rugalmasságát a környezet változásait illetően, továbbá ki kell alakítani egy optimális kockázatkezelési és költségfejlesztési stratégiát a forrásoknak megfelelően. Ezt olyan eszközökkel lehet elérni, amelyek azokkal az adatokkal képesek dolgozni, amelyeket a cég tud megadni projekt- és környezeti eredményei alapján (raktári, szállítói vagy kapacitásinformációk), és amelyekkel el lehet végezni a kísérleteket a lehetséges jövőbeli forgatókönyvek vizsgálatára. A legújabb technológiák már olyan funkciókkal bővültek, mint az energiaoptimalizáció, a selejthányad rohamos csökkenése, a prediktív gyártás, a készletezés és a karbantartás – egyre szélesedik tehát az a terület, ahol mesterséges intelligencia alkalmazható a gyártásban. A vizuális képfeldolgozással például kevesebb selejt érhető el a gyártás során, ráadásul rengeteg adatot is gyűjt. Az egymástól tanuló gépi rendszerek eredményeként pedig kevesebb manuális beállításra van szükség.¹⁶ Willy Shih, a Harvard Business School professzora szerint különösen az olyan cégeknél lehetnek hasznosak a mesterséges intelligencia ellenőrzésre használt képfeldolgozó algoritmusai, mint az Apple, ahol egyre több elektronikai alkatrészt sűrítenek adott felületre.¹⁷

2016-ban egy különleges önvezető autó jelent meg New Jersey-ben, amely egy NVIDIA által kifejlesztett kísérleti jármű volt. Jelentősen különbözött a Google, a Tesla vagy a General Motors által kifejlesztett autonóm autóktól, teljesen egy olyan algoritmus vezérelte, amely önmagát tanította olyan módon, hogy figyelte, hogy az emberi sofőr milyen módon vezet.

Egy ilyen önvezető algoritmust kifejleszteni egy látványos megoldás, de legalább annyira kényelmetlen is, hiszen nem világos, hogy milyen szabályok alapján hoz döntést. A szenzorok által küldött adatok egyenesen egy neurális hálózatba kerülnek, amely feldolgozza az adatokat, és aztán vezérli a kormányt, a fékeket és a többi vezetéshez szükséges rendszert. A megoldás hasonlít arra, amit egy emberi sofőrtől várunk, de mi történik, ha valami váratlant lép, mondjuk nekimegy a fának, vagy nem indul zöld lámpánál? Ahogy a dolgok jelenleg állnak, a rendszer annyira komplikált, hogy még a tervező mérnökök számára is problémát okozna, ha meg kellene határozni az okát egy váratlan eseménynek. A fenti példa jól szemlélteti a MI egyik legnagyobb jelenlegi problémáját. A jármű rendszerei mögött meghúzódó MI-technológiát mélytanulásnak hívják, és jelenleg ez a legerterjedtebb megoldás amit képfelismerésre, hangfelismerésre és természetes nyelvi feldolgozásra használnak. Azt remélik a technológiától, hogy segítségünkre lesz a halálos betegségek diagnózisán túl tőzsdei döntések meghozatalán át számtalan olyan dologban, amelyek iparágakat fognak transzformálni.

¹⁵ Trapp Henci: Hogy vezessük be az MI-t a gyártásba? *Gyártástrend.hu*, 2017. december 19.

¹⁶ *The AI factory*, 2017.

¹⁷ Rachel Metz: Andrew Ng Says, Factories Are AI-s Next Frontier. *MIT Technology Review*, 2017. december 14.

A mélytanuló rendszerekkel kapcsolatos problémák

Ez azonban addig nem fog bekövetkezni, vagy nem szabad, hogy bekövetkezzen, amíg nem találjuk meg a módját, hogyan tesszük az egyes MI-döntéseket jobban érthetővé az alkotók és a felhasználók számára. Máskülönben nem fogjuk tudni megbecsülni, hogy mikor fognak hibák fellépni, és elkerülhetetlen, hogy ne lépjenek fel hibák. Többek között ezért kísérletiek még ezek az önvezető járművek. Már jelenleg is léteznek olyan matematikai modellek, amelyek segítenek a hitelbírálaton át az egyes munkaügyi kérdésekig. Azonban ha valaki eléri ezeket a matematikai modelleket, akkor érthetővé válnak az ok-okozati összefüggések. Azonban a bankok, a katonaság és mások egyre inkább komplex gépi tanuláson alapuló megközelítéseket vesznek elő, amelyek az automatizált döntéshozatalt teljesen kifürkészhetetlenné teszik. Ahogy már említettük, a mélytanulás mint a jelenleg legelterjedtebb megoldás egy fundamentálisan új irányát jelenti a számítógép-programozásnak.

Nem instrukció-, hanem adatalapú programozás, azonban a fontos döntések, orvosi, katonai, beruházási meghozatalakor nem hagyatkozhatunk csak feketedoboz-modellekre. Jelenleg abba az irányba megy a világ, hogy elemi jogként lehessen „kihallgatni” az MI-rendszereket, hogy miképpen jutottak erre vagy arra a döntésre. Ez jelenleg lehetetlennek tűnik. Ezek a mélytanuláson alapuló neurális hálózatok olyan módon programozzák magukat, amelyet nem érthetünk. Még az őket készítő mérnökök sem tudják teljes mértékben megmagyarázni teljes mértékben a működésüket. Lassan eljutunk arra a határra, amikor a MI-technológia alkalmazása azt fogja igényelni, hogy sokkal jobban bízzunk bennük. Természetesen az emberek sem tudják sokszor megmagyarázni a kognitív folyamataikat, és mégis megtaláltuk a módját annak, hogy intuitíven bízzunk másokban, és kooperáljunk más emberekkel. Képesek leszünk ezt a gépek, amelyek ennyire különböző módon dolgozzák fel az információkat, vonatkozásában is megoldani? Soha ezelőtt nem építettünk még gépeket, amelyek működését még az alkotók sem teljesen értették. Hogyan kommunikáljunk és jöjjünk ki gépekkel, amelyek kiszámíthatatlanok, és számunkra érthetetlenek? 2015-ben a Mount Sinai Kórház úgy döntött, hogy a náluk felgyülemlett nagy mennyiségű adatot a pácienseikről a mélytanulás segítségével dolgozzák fel. Az elkészült rendszer, a Deep Patient¹⁸ mintegy 700 ezer betegadatot dolgozott fel, és az orvosok számára meglepő módon rendkívül hatékonyan bizonyult egyes betegségek előrejelzésében. Együttal a Deep Patient működésének van egy meglehetősen zavaró aspektusa. Úgy tűnik, hogy a pszichiátriai zavarokat, ideértve a skizofréniát, meglepően hatékonyan tárja fel. Azonban mivel a skizofrénia a pszichiáterek számára meglehetősen nehezen detektálható betegség, még az orvosok sem tudják, hogy a Deep Patient ezt hogyan teszi. Ha azt szeretnénk, hogy az ilyen rendszerek, mint például a Deep Patient, valójában segíteni tudjanak az orvosi döntéshozatalban, akkor képeseknek kell arra lenniük, hogy megokolják a döntéseiket.¹⁹

¹⁸ Riccardo Miotto et al.: Deep Patient: An Unsupervised Representation to Predict the Future of Patients from the Electronic Health Records. *Nature Scientific Reports*, 6. (2016), 26094.

¹⁹ Benjamin Shickel et al.: Deep EHR: A Survey of Recent Advances in Deep Learning Techniques for Electronic Health Record (EHR) Analysis. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 22. (2018), 5.

Artificial Intelligence – mesterséges intelligencia

A mesterséges intelligencia nem volt mindig ilyen. Habár a MI már rendkívül mélyen áthatja az ipart, az alkalmazási területe továbbra is meglepően szűk. A rendszerek többsége ma még az Adat (A) → Válasz (B) irányt ismeri. Ennek a technológiai alapja a megerősítéses tanulás. A sci-fikből ismert önálló robotok kora azonban még arrébb van. Az emberi intelligencia azonban ennél sokkal többre képes. A legfejlettebb technológiák ma már mélytanuláson és mély neurális hálózatokon alapulnak, amelyeket az agyi működés által inspirálva fejlesztettek ki. Ez azonban messze áll még az önálló, akár öntudattal rendelkező MI-től. Más kutatók más irányokba mozdultak el,²⁰ de egyelőre nem látszik, hogy az általános MI-hoz milyen út vezet. A megerősítéses tanulás egyik Achilles-sarka az adat. Akár beszédfelismerésről, akár képfelismerésről beszélünk, sok százezer óra hanganyag és sok ezer gigabyte jelölt (*tagged*) fotó szükséges a felismerések elvégzéséhez.

Az Andrew Ng által javasolt hüvelykujjszabály az alábbi.²¹ Ha egy személy egy mentális feladatot kevesebb mint egy másodperc alatt meg tud oldani, akkor valószínűleg azt a feladatot automatizálni fogják a jövőben. Annak kiértékelése, hogy a kameraképen valamilyen biztonsági szempontból gyanús dolog látható, vagy hogy egy poszt sértőnek minősül-e stb., ezek a feladatok egy része már automatizált, vagy a jövőben automatizálható lesz. Ezen túl lényeges kérdés, hogy ezek az automatizált feladatok hogyan épülnek be a teljes üzleti folyamatba.

A harcászat számos területén használják az MI-t, és itt különösen fontos, hogy az egyes javaslatokhoz a rendszer képes legyen magyarázatot fűzni.

A jelenlegi magyarázó rendszerek azonban még túl leegyszerűsítők, még messzire vagyunk attól, hogy igazán interpretálható MI álljon rendelkezésünkre. Az Apple MI kutatási vezetője, Ruslan Salakhutdinov szerint a megmagyarázhatóság (*explainability*) a kulcsa az intelligens gép és az ember közötti kapcsolatnak. Ez vezet ahhoz, hogy meg tudjunk bízni a gép döntéseiben. Amennyiben a humán intelligenciaszint magasabb, mint ami a gép által létrehozható, nehéz kérdéssel kerülünk szembe. El kell dönteni, hogy megbízunk-e az MI döntéseiben, vagy a használatuk nélkül megyünk tovább. Még ha el is fogadjuk a döntéseit, akkor is azokat a szociális, társadalmi kontextusban kell értelmezni. Ahogy a társadalmunk is egy szerződés, amely az elvárt viselkedésen alapul, úgy az MI-rendszereknek is be kell tudniuk illeszkedni ezekbe a normákba. Fontos, hogy amennyiben elterjed az MI, úgy kell a döntéseinek összhangba kerülniük az elfogadott etikai normáinkkal. A fentiek alapján kijelenthető, hogy az egyes MI-re alapozott üzleti alkalmazások nem fognak csak úgy futni. Tehetséges szakemberek szükségesek, akik az egyes alkalmazásokat az üzleti igényekre tudják rászabni.

²⁰ Will Knight: Can This Man Make AI More Human? *MIT Technology Review*, 2015. december 17.

²¹ Andrea Ng: What Artificial Intelligence Can and Can't Do Right Now. *Harvard Business Review*, 2016. november 9.

Szimbiotikus számítási rendszerek – az ember-robot kooperáció kérdései

A kognitív számítástechnika már megjelent a 60-as évek MI-vel kapcsolatos gondolkodásában is. A szimbiotikus számító rendszerek fogalom J. C. R. Licklidertől származik, aki 1960-ban megjelent cikkében²² használja elsőként a szimbiotikus számító rendszerek fogalmát. Jelenleg az ember-gép szimbiózissal egyenértékűen használják az intelligenciakiterjesztés (*intelligence augmentation*) fogalmát.

A szimbiotikus számítások hatékonyságát, illetve ennek a megközelítésnek az érvényességét azok a sakkversenyek mutatják a legjobban ahol gép-ember csapatok versenyeznek.²³ Ezekben az esetekben, a várakozások ellenére a gép-ember csapatok jobban teljesítenek, mint akár a legkorszerűbb szuperszámítógépek, annak ellenére, hogy közepes képességű sakkozók kerülnek szembe a legkorszerűbb szuperszámítógépekkel.

Tipikus alkalmazási példa az egészségügyben jelenik meg, ahol a gép elvégzi a nagy mennyiségű adat feldolgozását, úgymond előkészíti a döntéshozatalt, míg az orvos dönt a gyógyítás módjáról. Ezáltal egy olyan kutatás-fejlesztési, számítási környezet jön létre, amelyet leginkább *symbiotic computing*-nak, ember-szoftver(robot) kooperációnak tudunk hívni, ám ez a kooperáció a kognitív síkon történik, és nem a fizikai valóságban.

Az egyik legfontosabb kutatási irány, a *friction*, vagyis az ember-gép kommunikációban a súrlódás csökkentése. Ez adja meg a rendszerek hatékonyságát. A súrlódás csökkentése érdekében az egyik legfontosabb feladat a humán kognitív sémák megismerése és alkalmazása a feladatok megoldása során, továbbá olyan természetes kommunikációs felületeket biztosítani, mint a 3D-interfészek, természetes nyelvi feldolgozók. A kreativitás, asszociativitás stb. olyan fogalmak, amelyeket rendszerint a humán dolgozóktól várunk el, míg a gépektől a nagy mennyiségű adat feldolgozását.

Nem fér ahhoz kétség, hogy a számítógép által támogatott kognitív folyamatok előbb-utóbb bekerülnek a legelméletibb tudományágak alkalmazásába is, úgymint matematika, filozófia. A számítógéppel segített matematikai bizonyítási rendszerek (*computer assisted proof systems*) már régóta jelen vannak, de a legújabb matematikai, logikai fejlemények szintén azt vetítik elő, hogy a matematikai gondolkodási sémáink lassan feltáruhnak.²⁴

J. C. R. Licklider az ember-gép közötti szimbiózis legnagyobb akadályának a természetes nyelvű kommunikációt látta. Jelenleg ott tart a technológia, hogy képesek vagyunk számos helyen MI-alapú chatbotokat használni, és bizonyos üzleti igényeket természetes nyelven kiszolgálni.

²² J. C. R. Licklider: Man-Computer Symbiosis. *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, 1. (1960), 1.

²³ Mike Cassidy: Centaur Chess Shows the Power of Teaming Human and Machine. *Huffington Post*, 2014. december 30.

²⁴ John Harrison: Formal Proof. Theory and Practice. *Notices of the American Mathematical Society*, 55. (2008), 11.

Öntudati kutatások (consciousness research)

Filozófiai kitérőként fontos megemlíteni a kognitív számítástechnika és a filozófia kapcsolatát, ami az öntudattal kapcsolatos kutatásokban jelenik meg a legnyilvánvalóbban. A gondolkodási folyamatok hierarchiájának a legmagasabb szintjén az öntudat lakik. Jelenleg fizikusok, filozófusok, számítás- és idegtudományi szakemberek foglalkoznak a kérdéssel, hogy mi az öntudat, és milyen agyi folyamatokhoz kapcsolható. A téma egyik legismertebb szakértője, David Chalmers, az öntudat feltérképezését az egyik legnehezebb emberi kihívásnak tartja.²⁵ A legelterjedtebb vélemény szerint az gépi öntudat megjelenése nem várható belátható időn belül.

Daniel Dennett napjaink egyik legjelentősebb filozófusa és kognitív tudósa, aki legutolsó könyvében is foglalkozott az intelligencia kialakulásával és megjelenésével, az MI döntéseinek megmagyarázhatósága kapcsán figyelmeztet,²⁶ hogy amennyiben a mesterséges intelligencia használata még elterjedtebb lesz, úgy még jobban meg kell követelni, hogy a javaslataik kialakulásának mikéntjét, amennyire csak lehet, megértsük. Azonban mivel nincs soha egy kérdésre tökéletes válasz, az MI-magyarázatok kapcsán legalább annyira elővigyázatosnak kell lennünk, mint egymással szemben, akármennyire is okos legyen a robot. Amennyiben ebben nem bizonyul jobbnak, mint mi, akkor nem szabad bízunk benne teljes mértékben.

A tanulmányban használt rövidítések

RPA (robotic process automation): robotizált folyamatautomatizálás

DWF (digital workplace force): digitális munkaerő

DWP (digital workplace process): digitális munkahelyi folyamat

STP (straight through processing): azonnal végrehajtott feldolgozás

Fis (financial institutions): pénzintézetek

IoT (internet of things): dolgok internete

AI (artificial intelligence): mesterséges intelligencia

KYC (Know your customer!): Ismerd a felhasználót!

AML (anti money laundering): pénzmosás elleni

AHP (analytic hierarchy process): analitikus hierarchiás folyamat

BPO (business process outsourcing): üzleti folyamatok kiszervezése

ITPA (information technology process automation): információtechnológiai folyamatautomatizálás

²⁵ David J. Chalmers: *The Character of Consciousness*. Oxford, Oxford University Press, 2010.

²⁶ Daniel C. Dennett: *From Bacteria to Bach and Back: The Evolution of Minds*. New York, W. W. Norton & Company, 2017.

Irodalomjegyzék

- Asatiani, Aleksandre – Esko Penttinen: Turning Robotic Process Automation Into Commercial Success—Case OpusCapita. *Journal of Information Technology Teaching Cases*, 6. (2016), 2. 67–74.
- Bitkom: *Digital engineering – Agile Produktentwicklung in der deutschen Industrie*. 2017. 1–60. Online: www.bitkom-research.de/Digital-Engineering-2017
- Capgemini Consulting: *Robotic Process Automation: Robots Conquer Business Processes in Back Offices*. 2017. Online: www.capgemini.com/consulting-de/wp-content/uploads/sites/32/2017/08/robotic-process-automation-study.pdf
- Cassidy, Mike: Centaur Chess Shows the Power of Teaming Human and Machine. *Huffington Post*, 2014. december 30. Online: www.huffingtonpost.com/mike-cassidy/centaur-chess-shows-power_b_6383606.html?guccounter=1
- Chalmers, David J.: *The Character of Consciousness*. Oxford, Oxford University Press, 2010. Online: <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195311105.001.0001>
- Deloitte: *The Business Leader's Guide to Robotic and Intelligent Automation*. 2017. Online: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/uk/Documents/Innovation/deloitte-uk-leader-guide-to-robotics-automation.pdf>
- Dennett, Daniel C.: *From Bacteria to Bach and Back: The Evolution of Minds*. New York, W. W. Norton & Company, 2017.
- Eurostat: *European Statistics on Accidents at Work (ESAW)*. 2014.
- Everest Global: *Robotic Process Automation (RPA) Evolution*. 2017. Online: www.everestgrp.com/2017-04-robotic-process-automation-rpa-evolution-market-insights-39370.html/
- Executive Summary World Robotics 2017: *Industrial Robots*. 2017. Online: https://ifr.org/downloads/press/Executive_Summary_WR_2017_Industrial_Robots.pdf
- EY: *How is Intelligent Automation Disrupting the Public Sector*. 2021. Online: www.ey.com/en_us/government-public-sector/how-is-intelligent-automation-disrupting-the-public-sector
- Frank Péter: Budapest is fejlesztjük az automatizált vezetést. *Járműipar.hu*, 2016. december 2. Online: <http://jarmuipar.hu/2016/12/frank-peter-budapest-en-fejlesztjuk-az-automatizalt-vezetesi/>
- Genpact: *LeanDigital*. 2019. Online: www.genpact.com/leandigital
- Habók Lilla: Gigafactory. Miért ekkora a felhajtás a Tesla gyára körül? *Hwsw.hu*, 2016. augusztus 3. Online: www.hwsw.hu/hirek/55949/gigafactory-elon-musk-solarcity-powerwall-powerpack-model3-gyartas.html
- Hales, Thomas C.: Formal Proof. *Notices of the American Mathematical Society*, 55. (2008), 11. 1370–1382.
- Harrison, John: Formal Proof. Theory and Practice. *Notices of the American Mathematical Society*, 55. (2008), 11. 1395–1406.
- Horváth Partners. 2019. Online: www.horvath-partners.com/de/media-center/studien/detail/einsatz-von-robotics-in-der-finanzindustrie/
- Knight, Will: Can this Man Make AI More Human? *MIT Technology Review*, 2015. december 17. Online: www.technologyreview.com/2015/12/17/164285/can-this-man-make-ai-more-human/
- KUKA: *KMR iiwa*. 2017. Online: www.kuka.com/en-gb/products/mobility/mobile-robots/kmr-iiwa
- Licklider, J. C. R.: Man-Computer Symbiosis. *IRE Transactions on Human Factors in Electronics*, 1. (1960), 1. 4–11. Online: <https://doi.org/10.1109/THFE2.1960.4503259>

- Marr, Bernard: 7 Jobs Intelligent Robots Will Take First. *Forbes*, 2017. április 27. Online: www.forbes.com/sites/bernardmarr/2017/04/27/7-jobs-intelligent-robots-will-take-first
- Metz, Rachel: Andrew Ng Says, Factories Are AI-s Next Frontier. *MIT Technology Review*, 2017. december 14. Online: www.technologyreview.com/s/609770/andrew-ng-says-factories-are-ais-next-frontier/
- Miotto, Riccardo – Li Li – Brian A. Kidd – Joel T. Dudley: Deep Patient: An Unsupervised Representation to Predict the Future of Patients from the Electronic Health Records. *Nature Scientific Reports*, 6. (2016), 26094. Online: <https://doi.org/10.1038/srep26094>
- Ng, Andrew: What Artificial Intelligence Can and Can't Do Right Now. *Harvard Business Review*, 2016. november 9. Online: <https://hbr.org/2016/11/what-artificial-intelligence-can-and-cant-do-right-now>
- Sallai Gyula: A jövő internetkutatás célkitűzései és területei. *Híradástechnika*, 71. (2016), 1. 2–14. Online: www.hte.hu/documents/10180/1727937/HT_2016-1_MJIK2015_1_Sallai.pdf
- Sallai Gyula – Wolfgang Schreiner – Sztrik János: Special Issue on Future Internet. Part I and II. *Infocommunications Journal*, 6. (2014), 4. 1.
- Shickel, Benjamin – Patrick James Tighe – Azra Bihorac – Parisa Rashidi: Deep EHR: A Survey of Recent Advances in Deep Learning Techniques for Electronic Health Record (EHR) Analysis. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 22. (2018), 5. 1589–1604. Online: <https://doi.org/10.1109/jbhi.2017.2767063>
- SICK: Útmutató a gépekhez. 2015. Online: www.sick.com/media/docs/0/00/400/Special_information_Guide_for_Safe_Machinery_hu_IM0062400.PDF
- Siemens: Digital Enterprise for Process Industries. Online: <https://new.siemens.com/global/en/company/topic-areas/digital-enterprise/process-industry.html>
- Still.hu. 2017. Online: www.still.hu/automatizalas.0.0.html
- Tao, Fei – Jiangfeng Cheng – Qinglin Qi – Meng Zhang – He Zhang – Fangyuan Sui: Digital Twin-Driven Product Design, Manufacturing and Service with Big Data. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94. (2018), 9–12. 3563–3576. Online: <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0233-1>
- TATA Consulting Group: *Robots in the Back Office: The Future of Recruitment Enterprises*. 2018. Online: www.tcs.com/content/dam/tcs/pdf/Industries/hitech/abstract/Robotic%20Process%20Automation.pdf
- Taylor, C. – Adrian Murphy – Joseph Butterfield – Yan Jin – Peter Higgins – Rory Collins – Colm Higgins: Defining Production and Financial Data Streams Required for a Factory Digital Twin to Optimise the Deployment of Labour. In *Recent Advances in Intelligent Manufacturing. International Conference on Intelligent Computing for Sustainable Energy and Environment International Conference on Intelligent Manufacturing and Internet of Things (ICSEE 2018, IMIOT 2018)*. Springer, 2018. 3–12. Online: https://doi.org/10.1007/978-981-13-2396-6_1
- The AI factory. 2017. Online: www.nvidia.com/content/dam/en-zz/Solutions/intelligent-machines/documents/AI_Factory_Infographic.pdf
- Trapp Henci: Hogy vezessük be az MI-t a gyártásba? *Gyártástrend.hu*, 2017. december 19. Online: <http://gyartastrend.hu/jovo-gyara/cikk/hogy-vezessuk-be-a-mi-t-a-gyartasba>
- Willcocks, Leslie P. – Mary C. Lacity – Andrew Craig: Robotic Process Automation at Xchanging. *The Outsourcing Unit Working Research Paper Series*, (2015), 3. 1–26.
- Willcocks, Leslie P. – Mary C. Lacity – Andrew Craig: Robotic Process Automation: Strategic Transformation Lever for Global Business Services? *Journal of Information Technology Teaching Cases*, 7. (2017), 1. 17–28. Online: <https://doi.org/10.1057/s41266-016-0016-9>

Willcocks, Leslie – Mary C. Lacity: *Nine Likely Scenarios Arising from the Growing use of Software Robots*. *LSE Business Review Blog*, 2015. szeptember 29. Online: <https://blogs.lse.ac.uk/businessreview/2015/09/29/nine-likely-scenarios-arising-from-the-growing-use-of-robots/>