

ÁTTEKINTÉS A MUNKA JÖVŐJÉRŐL: ROBOTIKA

1 Bevezetés

A gépek régóta az emberi élet részét képezik, de a gépek használatában az ipari forradalom jelentette a nagy áttörést. Az emberek akkoriban már általában felismerték a gépek jelentőségét és fontosságát, de más-más módon viszonyultak hozzá: egyesek veszélyt láttak a gépekben, míg mások ígéretes lehetőségeket. Napjainkban, a mindenütt jelen lévő technológia korszakában és egy átmeneti szakasz közepén hasonló helyzet alakult ki, ezúttal az okos gépek és eljárások tekintetében.

Amint az alábbiakból kiderül, a mindenütt jelen lévő forradalom/fejlődés egy olyan korszakot fog megnyitni, ahol a gépek és berendezések bárhová beszerelhetők, még az emberi testbe is; a robotok lesznek az emberek segítői, hosszú távon pedig munkatársai.

2 Mi az a robot?

A tervezett alkalmazásuk alapján a robotok az ipari, illetve a szolgáltató robotok csoportjába sorolhatók.

- A Nemzetközi Robotszövetség (International Robot Association) meghatározása szerint az **ipari robot** „egy automatikus irányítású, újraprogramozható, többcélú automatikus ipari feladatok elvégzésére használt manipulátor, három vagy több tengelye programozható, melyek lehetnek rögzítettek vagy mobilak”. (az ISO 8373: 1994 szabványban meghatározottak szerint)
- A **szolgáltató robotokat** arra a célra tervezték, hogy a kijelölt feladatok megoldása érdekében az emberrel közös környezetben és alapvető intelligens viselkedést tanúsítva támogassák, kísérjék és ápolják az embereket. Három csoportba sorolhatók: 1. csoport: az embereket piszkos, veszélyes környezetben és monoton műveleteknél helyettesítő robotok. 2. csoport: a kényelem növelése érdekében az emberekkel szorosan együttműködő robotok, például szórakoztatás, az idősek segítése, betegek szállítása vagy az emberekkel közösen végzendő munka céljából. 3. csoport: az emberekben működő robotok, pl. a diagnózis meghatározásához, a sebészetben, a kezelésben vagy rehabilitációban használt orvosi robotok.

A robotokat eredetileg azért építették, hogy egyszerű munkafeladatokat végezzenek el, ma már azonban a **mesterséges intelligencia (MI)** felhasználásával egyre gyakrabban gondolkoznak is.

A mesterséges intelligenciának két fajtája van: gyenge és erős. A gyenge mesterséges intelligencia olyan gépekre vonatkozik, amelyeknél az adott dolog megvizsgálását vagy megoldását egy erre a konkrét problémára kifejlesztett szoftver irányítja. A tudatos szintet nem éri el, lényegében egy behatárolt alkalmazási területen old meg problémákat (pl. szöveg- és képfelismeréses sakkszámítógépek). Ezzel szemben az erős mesterséges intelligencia olyan jövőbeli gépeket jelent, amelyek viselkedése legalább az emberekéhez hasonló ügyességet és rugalmasságot mutat.

A robotok és intelligens gépek relatív előnyét abban látják, hogy korlátlan ideig, kifáradás nélkül képesek mozgásmintákat végrehajtani, vagy „gondolkodni”. A robottervezésben jelenleg az a cél, hogy a robotok megadott mintákat tudjanak követni, és ennek következtében ezek nagymértékben specializáltak. A nem túl távoli jövőben ez meg fog változni, és lesznek olyan robotok, amelyek feladatok széles skáláját el tudják látni, és képesek lesznek arra, hogy utánozzák az embereket vagy hozzájuk hasonlóan cselekedjenek. Ez a fejlődés részben annak lesz köszönhető, hogy a robotok és a mesterséges intelligencia alkalmazások memóriacapacitása óriási mértékben meg fog növekedni, ezáltal hatalmas mennyiségű adatot lesznek képesek elérni és felhasználni egy sor különböző működési feladat elvégzéséhez.

3 A robotika területe és a jövőre vonatkozó kilátások

Általánosságban elmondható, hogy az információs társadalomtól a tudásalapú társadalom felé haladunk, a tudásalapú társadalomtól pedig a „mindenütt jelen lévő tudás” társadalma felé. Egy ilyen

„mindenütt jelen lévő” információs társadalomban kulcsfontosságú kérdés lesz a döntéshozók számára, hogy milyen szerepet szánunk az okos és önálló gépeknek. Kiemelt figyelmet kell majd fordítani a „technológiai ugrásokra”, például a digitalizációra, az információs és kommunikációs technológiára és a robotikára, amelyek mind döntő fontosságú elemei az új, mindenütt jelen lévő információs társadalom fejlődésének.

Az EU 2020-as, a robotikára vonatkozó stratégiája a jelenlegi fejleményeket az alábbiak szerint írja le:

„A robotikai technológia dominánssá fog válni a következő évtizedben. A munkahelyek és az otthonok minden területét befolyásolni fogja. A robotikában megvan a lehetőség arra, hogy átalakítsa életünket és munkafolyamatainkat, javítsa a hatékonyságot és a biztonságot, magasabb színvonalú szolgáltatásokat nyújtson, és munkahelyeket teremtsen. A hatása idővel egyre növekedni fog, és egyre intenzívebb lesz a robotok és emberek közötti interakció is.”

Az 1960-as és az 1990-es évek között a robotok többsége és általában a robotika az ipari alkalmazásokra korlátozódott. Manapság a robotok rendkívüli képességekkel és robusztussággal rendelkeznek, a robotika és a mesterséges intelligencia pedig óriási hatást fog gyakorolni egy sor ágazatban, például a hadiiparban, a biztonsági szolgáltatások, az egészségügy, az áruszállítás és logisztika, a vevőszolgálat és a lakások karbantartása terén. A szolgáltatási robotika az utóbbi időben figyelemre méltó fejlődést ért el az orvoslás és a gyógyászati eszközök területén, és nincs messze attól, hogy még magasabb szintű autonómia és rendszer-összetettség alakuljon ki, és még inkább emberközpontú alkalmazások jelenjenek meg.

Ma, a mindenütt jelen lévő hálózatok világában az emberek egymás közötti (ember-ember) és a gépekkel (robotokkal is) folytatott (ember-gép) kommunikációja mellett megjelenik a gépek egymás közötti (gép-gép) kommunikációja is. A gép-gép kommunikációban részt vevő eszközök száma várhatóan exponenciálisan fog növekedni 2020-ig, amikor az egymással kommunikálni képes és az emberekkel együttműködő „okos tárgyak” száma várhatóan megközelíti az 50 milliárdot.

Ezek a kommunikációban elért fejlesztések vezetnek majd el a széles körben előre jelzett, a **„dolgok internetéhez”** (Internet of Things/loT), egy olyan rendszerhez, amely a tárgyak közötti önálló kommunikáción alapszik. A robotika és a dolgok internete sok szálon fog kapcsolódni, és ez az összekapcsolódási folyamat sokféleképpen meg fogja változtatni a „rég” hálózati társadalmat. Ahogyan a mobiltelefonok és az emberi testhez kapcsolódó, például az „aktivitás-nyomonkövetők” a mindennapjaink részévé váltak, az arra utal, hogy az emberek hamarosan a „mindenütt jelen levő hálózatok világában” fognak élni, ahol az összes eszköz (a robotokat is beleértve) teljes mértékben hálózatokba lesz integrálva. A dolgok internetének most zajló forradalma során a mindennapi élet sok területén egyre inkább el fognak terjedni a robotok, és ezáltal a dolgok internete által támogatott robotikai alkalmazások a valóság szerves részét képezik majd.

A robotika előrehaladása a jövőben robotpartnerek, -asszisztensek, háztartási, egészségügyi, építkezési, háziállat-, tele-jelenléti és játékrobotok kifejlesztéséhez fog vezetni. Ezek a robot alkalmazások emberi és állati viselkedésformákat fognak utánózni, a dolgok internete és a mindenütt jelen levő alkalmazások pedig képessé teszik őket az egymással való kommunikációra.

Mindezek a mennyiségi változások olyan minőségi változásokat is maguk után vonnak majd, amelyeket a kérdés összetettsége miatt szinte lehetetlen megjósolni. Nagy sebességű számítógépes rendszereket már eddig is alkalmaztak gyorsabb, megbízhatóbb, precízebb döntéshozatalra és cselekvésre, ugyanakkor a gyors fejlődés fenyegetéseket és kockázatokat is előidézhet, hasonlóan ahhoz, mint amikor rendkívüli tőzsdei árváltozásokat okoz a nagy gyakoriságú elektronikus kereskedelem. Talán túl gyorsan halad a fejlődés? Vajon a mindenütt jelen levő és egyéb rendszerek egyre gyorsuló technológiai fejlődése jelenthet-e nagyobb kockázatot a gazdaság és a társadalom számára?

4 Robotika és a munka jövője

A munka jövőjét illetően fontos mérlegelni, hogy a robotok milyen mértékben tudják helyettesíteni, illetve kiegészíteni és jobbá tenni az emberi munkát. Egy olyan jövő jelentené a legkisebb kihívást a társadalom számára, ahol a robotokat továbbra is leginkább a kiegészítő szerep betöltésére fejleszténék, mert az embereknek nem kellene robotokkal és automatákkal versengeniük, és a hagyományos szerepek nagyrészt megmaradnának. A gazdasági és termelékenységi szempont miatt azonban valószínűleg inkább a helyettesítésé a jövő, ahol az egyének és csoportok munkahelyeit átveszi a robotika és az automatizáció. Összességében kevesebb munkaerőre lesz szükség a

rutinszerű vagy az olyan munkák elvégzéséhez, ahol egyértelműen meghatározhatók az elvégzendő feladatok, mert ezeket ipari és szolgáltató robotok fogják átvenni. A műszaki változás eredményeként a magasan képzett munkaerő iránt növekszik, a hagyományosan rutinszerű kognitív és kétszemes feladatokat végző munkások iránt csökken majd a relatív kereslet. Ez a közepesen képzett munkaerőt érintő úgynevezett „karcsúsítás” a következő évtizedekben az összes jelenlegi állás körülbelül egyharmadának megszűnéséhez vezethet.

A kiegészítő és helyettesítő szereppel kapcsolatos dilemma, valamint a munkahelyek megtartása és a technológiai fejlődés okozta munkanélküliség kihívást jelent a döntéshozók, a vállalkozások és általában a civil társadalom számára. A robotika munkaerőpiacra, gazdaságra és társadalomra gyakorolt, tágabban értelmezett hatása nehéz társadalmi és politikai kérdéseket vet fel. Mindeddig meglehetősen passzívnak bizonyult az a vita, amelyet az intelligens gépekről, valamint a robotika, és a mindenütt jelen lévő technológia társadalomra, gazdaságra és foglalkoztatásra gyakorolt hatásáról folytattak, és kevés jól összeszedett elképzelést fejtettek ki azzal kapcsolatban, hogy meddig is fejlődhet egy robotizált és automatizált társadalom.

A technológiai fejlődés okozta munkanélküliségtől való félelem legalább olyan régi időkre nyúlik vissza, mint amikor az ipari forradalomban megjelenő új technológia következtében a munkahelyeik elvesztése miatt tiltakoztak a 19. századi angol textilipari munkások, a géprombolók (ludditák). Mindeddig tévesnek bizonyultak viszont azok a félelmek, miszerint az emberi munkaerő jelentős részben helyettesíthető lenne új technológiákkal, ami tartós strukturális munkanélküliséghez vezetne, és sok közgazdász szerint ez szinte elképzelhetetlen. Ami azt illeti, a műszaki fejlődés eddig általában, legalábbis hosszabb távon a jólét növekedését és a munkahelyek számának növekedését eredményezte, az új technológiát és a tudományos felfedezéseket pedig többnyire nagyon pozitívan értékelték. A robotika és a mesterséges intelligencia új korszaka viszont korábban nem tapasztalt mértékű változást hozhat, és az ebben az esetben bekövetkező, a foglalkoztatásra, a munkahelyek megszűnésére és a gazdaságra gyakorolt lehetséges hatással eddig nagyon keveset foglalkoztak. A hagyományos elveket valló közgazdászok közül sokan úgy gondolják, hogy hosszabb távon a piaci mechanizmusok ismét képesek lesznek egyensúlyt teremteni. Kérdés, hogy valóban mindig ez fog-e bekövetkezni.

5 A robotika munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi következményei

A fentiek értelmében a robotikai innovációk elterjedése jelentős következményekkel jár a munka jövőjére nézve. Robotok bevonásával a magas munkaerőköltséggel bíró országokban is fenntartható a magas szintű ipari termelés. A robotok olyan termelő tevékenységek és feladatok elvégzésére is alkalmasak, amelyekre emberek nem képesek, mint pl. nagy mennyiségű adat elemzése, ellenőrzése, szerkesztése, illetve nehéz vagy veszélyes környezetben történő munkavégzés. Tekintettel a jelenlegi idősödő népességre, a robotok megoldást jelentenek a kétszemes munka csökkenő elérhetőségére és növekvő költségére.

A munkahelyi biztonság és egészségvédelem szempontjából a robotika elterjedése egyszerre jelent lehetőségeket és kihívásokat.

A robotika szélesebb körű használatából eredő legjelentősebb munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi előnyöket az egészségre ártalmas vagy veszélyes környezetben végzendő emberi munka kiváltása jelenti. A világűrben, a védelmi, biztonsági ágazatban vagy az atomiparban, de a logisztikában, a karbantartás és a felügyelet területén is különösen hasznosak az önálló működésre képes robotok, mert az emberek helyett elvégzik a piszkos, unalmas vagy veszélyes munkákat, ezáltal megvédik az embereket a veszélyes anyagoknak és környezetnek való kitettségtől, így csökkentik a fizikai, ergonómiai és pszichoszociális kockázatokat. Robotokat már ma is használnak ismétlődő és monoton feladatok elvégzésére, radioaktív anyagok kezelésében, vagy robbanásveszélyes légkörben végzett munkáknál. A jövőben sok más, fokozottan ismétlődő, veszélyes vagy kellemetlen feladatot fognak robotok ellátni egy sor iparágban, például a mezőgazdaságban, az építőiparban, az áruszállításban, az egészségügyben, a tűzoltás vagy a takarító szolgáltatások terén.

A fejlődés ellenére bizonyos területeken az emberek még sokáig jobb készségekkel fognak rendelkezni, mint a gépek, és a kérdés az, hogyan érhető el az emberek és a robotok képességeinek legjobb kombinációja. A robotika előnyei közé tartozik a precízen elvégzendő és ismétlődő nehéz fizikai munka, az emberek pedig jobbak a kreativitást, döntéshozatalt, rugalmasságot és alkalmazkodóképességet igénylő feladatokban. Az optimális képességek kombinálása iránti igény

szülte meg azt a megoldást, hogy együttműködő robotok és emberek szorosabban együtt dolgoznak ugyanabban a térben, és ez vezetett olyan új megközelítések és előírások kidolgozásához, amelyek szavatolják az „ember-robot összefonódás” biztonságát. Egyes európai országokban a robotika a nemzeti programok részét képezi, és törekszenek arra, hogy támogassák a robotok és a gépkezelők közötti biztonságos és rugalmas együttműködést. A Német Szövetségi Munkahelyi Biztonsági és Egészségvédelmi Intézet (BAuA) például évente rendez workshopot az „emberek és robotok közötti együttműködés” témájában.

A jövőben sokoldalúbb lesz a robotok és emberek közötti együttműködés, a robotok egyre önállóbbak lesznek, az ember-robot együttműködés pedig teljesen új formákban jelenik majd meg. Felül kell vizsgálni a jelenlegi, az együttműködő robotokkal történő munkavégzésre vonatkozó, a munkavégzés során jelentkező kockázatokkal szemben a dolgozókat védő megközelítéseket és műszaki előírásokat.

Vannak még más munkahelyi biztonsági és egészségvédelmi kihívások az autonóm robotok és a szolgáltatási robotika jövőbeni előretörésével kapcsolatban, amelyekkel foglalkozni kell:

- A robotika fontos szerepet játszik az egészségügyi innovációkban és az idősek (többek között az idősebb munkavállalók) gondozásában. A robotika technológiája szorosan kapcsolódik a protézisek és az implantátumok technológiájához, és ez a két terület nagymértékben támaszkodik az idegkutatás és az informatika eredményeire. A legújabb fejlesztések közé tartoznak az agy-számítógép interfészek (BCI), az idegrendszerhez kapcsolódó protézisek, a mesterséges látás, az ikt-implantátumok, vagy akár a neuro-chipek (ezek még korai szakaszban vannak). Megjegyzés: IKT -implantátum alatt olyan információs és kommunikációs eszközöket értünk, amelyek az emberi testbe ültetve működnek.)

Ezek és más hasonló robotikai fejlesztések teszik lehetővé a humánfejlesztési technológiákat, amelyek nemcsak a fogyatékossgal élőknek segítenek, hanem az egészséges emberek képességeinek a javítását is szolgálják. Az exoszkeletonok vagy másképpen „„emberi testen, mintegy kitinvázként hordható robotok” például segítik a dolgozók teherhordó képességét, de a rehabilitációban, illetve a fogyatékossgal élők munkába állását vagy munkába való visszatérését megkönnyítő segédeszközként is használják azokat. A humánfejlesztési technológiák bevezetése új követelményeket támaszt az egészségvédelmi és biztonsági irányítással szemben a felmerülő kockázatok nyomán követése tekintetében, ugyanakkor új jogi és etikai kérdéseket is felvet.

- Az emberek nagy többségének nincs tapasztalata a robotokkal való együttműködés terén, de ez változni fog azáltal, hogy a munkahelyeken egyre nagyobb mértékű a gép és ember közötti együttműködés. A gép és gép közötti kommunikáció közvetett hatásai még nem ismertek széles körben, azonban jelentősek lehetnek. Az autonóm robotokkal kapcsolatos ergonómiai és logisztikai feltételek új tesztelési és kísérleti eljárásokat igényelnek az iparban és a szolgáltatási ágazatban, és személyre szabott képzési programokat kell biztosítani az olyan munkavállalók számára, akik e robotok programozását, működtetését, karbantartását fogják végezni, illetve egy munkahelyen fognak dolgozni velük.
- Még nem ismeretes, hogy a robotika milyen hatást gyakorol a munkavállalók és vezetők motivációjára és jólétére. A biztonság és egészségvédelem terén nagyobb figyelmet kell fordítani a robotikával kapcsolatos pszichoszociális tényezőkre.
- Mivel az alkalmazási területek fejlettsége eltérő, a biztonság és a kockázatkezelés tekintetében nem lehet egységes iránymutatást adni. Egyes alkalmazások esetében professzionálisan kezelik a védelmi és a biztonsági kérdéseket, de előfordulhat, hogy bizonyos robotikai alkalmazások kevésbé biztonságosak. Több elemzésre van szükség az autonóm robotika kockázatos és veszélyes tevékenységeinek azonosításához, különösen az agrár- és az élelmiszeripar, a gondozási szolgáltatások, a háztartási szolgáltatások, a gyártási üzletágak, a szakmai szolgáltatások és a szállítás terén.
- Mivel a szakmai szolgáltató robotok viszonylag új területet alkotnak, még nem tisztázott a közterületen bekövetkező balesetekkel kapcsolatos jogi felelősség kérdése. A technológia bevezetése előtt a felelősséggel kapcsolatos kérdések vonatkozásában több jogi elemzést kell elvégezni.

Ennélfogva tematikusan ki kell dolgozni az autonóm ipari és szolgáltató robotokra vonatkozó biztonsági keretet. A kulcsfontosságú stratégiai témák a következők: (1) technológiai irányítás (2) szabályozás és

jó kormányzás/vezérlés és (3) felhasználói interfészek és tapasztalatok. A kevésbé intelligens rendszerekre (pl. járművekre és autókra) vonatkozó biztonsági módszerek szélesebb körben megosztott európai tudásbázisára van szükség, hogy ezeket hozzá lehessen igazítani a jövőben még okosabbá váló szolgáltató robotikához és autonóm ipari robotikához.

6 Záró megjegyzések

A történelem megmutatta, hogy az új technológiák nem csupán új előnyöket és lehetőségeket jelentenek, hanem új költségek és újszerű fenyegetések megjelenésével is járnak. Általános az egyetértés abban, hogy a változások tempója fokozódik, és a jövő egyre gyorsabb ütemben válik kiismerhetlenné a számunkra, különösen a robotika és a mesterséges intelligencia területén, ahol szinte minden héten új találmányok és innovációk születnek. A fejlődés pozitív hozadékai között említhető a jobb egészségi állapot, a kényelem, a termelékenység, a biztonság, az egyének és szervezetek számára elérhető hasznos adatok, információ és tudás mennyiségi növekedése. Potenciálisan negatív hatások lehetnek a magánéletet és az adatvédelmet érintő kihívások, a túlzott elvárások és a technológia bonyolultabbá válása.

A következő területeken van szükség fokozott európai együttműködésre: (1) A robotikára vonatkozó biztonsági előírások (előírásomagok, a biztonságos működést szabályzó normák és bevált gyakorlatok), (2) a robotikai ergonómiára vonatkozó tervezési iránymutatás, (3) a robotika biztonsági és egészségügyi alkalmazásainak javítására irányuló módszerek, (4) jóváhagyási és ellenőrzési technikák (olyan módszerek, amelyekkel ellenőrizhető, hogy az előírásokat és az iránymutatásokat megfelelően alkalmazzák), (5) felhasználók által gyűjtött tapasztalatok és a robotikával kapcsolatos viselkedés, (6) képzési modellek robotokkal dolgozó munkavállalók számára, (7) az ipari (különösen az autonóm) és a szolgáltató (különösen a gondozó és jóléti) robotika területére vonatkozó szabályozás bevált gyakorlatai, és (8) olyan technológiai lehetőségek, amelyekkel biztonságos rendszereket lehet létrehozni a robotika lehetséges kockázatainak megszüntetése vagy csökkentése által.

Ez a vitairat egy hosszabb cikk összefoglalóján alapul, amelyet az EU-OSHA megbízásából Dr. Jari Kaivo-oja készített, egyúttal felhasználja az ügynökség fókuszpontokból álló hálózatának 2015. június 11-i bilbaói [szemináriumán](#) elhangzottakat.