

POSÚDENIE BUDÚCNOSTI PRÁCE: ROBOTIKA

1 Úvod

Stroje sú už dlho súčasťou ľudskej reality, avšak zásadný prelom vo využívaní strojných zariadení a strojov priniesla priemyselná revolúcia. V tom čase sa ich význam a dôležitosť vo všeobecnosti uznával, ale ľudia reagovali veľmi rozdielne: niektorí vnímali stroje ako hrozbu, zatiaľ čo iní v nich videli nádejné príležitosti. Dnes, v ére všadeprítomných technológií a uprostred prechodnej fázy, ide o podobnú situáciu, ale tentoraz v súvislosti s inteligentnými strojmi a procesmi.

Ako bude ďalej uvedené, „všadeprítomná r/evolúcia“ povedie k dobe, keď sa strojné zariadenia a vybavenie budú dať inštalovať kdekoľvek – dokonca aj v ľudskom tele, roboty budú pomocníkmi ľudí a v dlhodobom horizonte budú aj ich spolupracovníkmi.

2 Čo je robot?

Roboty možno podľa ich predpokladaného použitia klasifikovať ako priemyselné roboty alebo servisné roboty.

- Podľa vymedzenia Medzinárodnej robotickej asociácie **priemyselný robot** je „riadené automaticky programovateľné, multifunkčné manipulačné zariadenie s minimálne tromi programovateľnými osami, ktoré môžu byť buď pripevnené na mieste, alebo môžu byť mobilné, určené na použitie v priemyselných automatizovaných aplikáciách“ (ako je vymedzené v norme ISO 8373: 1994).
- **Servisné roboty** sú určené na podporu, sprevádzanie ľudí a starostlivosť o nich, majú spoločné prostredie s človekom a vykazujú základné inteligentné správanie na plnenie určených úloh. Rozdeľujú sa do troch tried: roboty 1. triedy nahrádzajú človeka pri práci v špinavom, nebezpečnom prostredí a pri zdĺhavých operáciách; roboty 2. triedy pracujú v úzkom kontakte s ľuďmi s cieľom zvýšiť ich komfort, ako napr. zábava, pomoc seniorom, starostlivosť o pacientov alebo spolupráca s ľuďmi; roboty 3. triedy pracujú na človeku, napr. medicínske roboty na diagnostiku, chirurgiu, ošetrovanie a rehabilitáciu.

Roboty boli pôvodne vytvorené na vykonávanie jednoduchých pracovných činností, ale čoraz častejšie sa vyrábajú na účely myslenia za použitia **umelej inteligencie**.

Existujú dva typy umelej inteligencie: slabá a silná. Pojem slabá umelá inteligencia sa vzťahuje na zariadenie závislé od softvéru, ktorý bol navrhnutý v súvislosti s konkrétnym problémom na riadenie jeho skúmania alebo reakcie. Nekoná vedome, ale slúži v podstate na riešenie problémov v obmedzenej oblasti použitia (napr. rozpoznávanie textu a obrazu, expertné systémy a šachové počítače). Na druhej strane pojem silná umelá inteligencia sa vzťahuje na hypotetické zariadenie, ktoré vykazuje správanie aspoň také rozumné a flexibilné, aké je u ľudí.

Relatívna výhoda robotov a inteligentných strojov súvisí s ich schopnosťou vykonávať rôzne pohyby a „myslieť“ sústavne a neúnavne. V súčasnosti sa pri navrhovaní robotov kladie dôraz na ich schopnosť riadiť sa vzormi, vďaka čomu sa vo všeobecnosti dosiahla ich vysoká špecializácia. V neďalekej budúcnosti sa toto zmení a budú existovať roboty, ktoré budú schopné pracovať na celom rade úloh a napodobňovať a parafrázovať ľudí. Tento vývoj bude sčasti možný vďaka obrovskému nárastu pamäťovej kapacity robotov a aplikáciám umelej inteligencie umožňujúcim prístup k obrovskému množstvu dát a ich využitie na rôzne operačné úlohy.

3 Rozsah robotiky a prognózy do budúcnosti

Pokiaľ ide o spoločnosť, vo všeobecnosti teraz dochádza k posunu od informačnej spoločnosti k znalostnej spoločnosti a od znalostnej spoločnosti k „všadeprítomnej znalostnej“ spoločnosti. Vo „všadeprítomnej spoločnosti“ budú tvorcovia politik riešiť kľúčovú otázku, a to akú úlohu majú zohrávať

inteligentné autonómne zariadenia. Pozornosť bude potrebné zamerať na „technologické vlny“, ako napr. digitalizáciu, informačné a komunikačné technológie a robotické technológie, ktoré všetky predstavujú dôležité prvky v rozvoji tejto novej všadeprítomnej spoločnosti.

V stratégii EÚ pre oblasť robotiky do roku 2020 sa súčasný vývoj opisuje takto:

„Robotické technológie budú v nasledujúcom desaťročí prevládať. Ovplyvnia každý aspekt v práci i doma. Robotika má potenciál meniť životy a pracovné postupy, zvyšovať úroveň efektívnosti a bezpečnosti, poskytovať vyššiu úroveň služieb a vytvárať nové pracovné miesta. Jej vplyv bude časom narastať, ako aj vzájomné pôsobenie medzi robotmi a ľuďmi.“

V šesťdesiatych až deväťdesiatych rokoch 20. storočia sa používanie robotov a robotiky vo všeobecnosti obmedzovalo väčšinou na priemyselné aplikácie. V súčasnosti roboty nadobudli výnimočné schopnosti a vysokú spoľahlivosť a robotika a umelá inteligencia budú mať obrovský vplyv na celý rad odvetví, ako napr. vojenský priemysel, bezpečnostné služby, zdravotná starostlivosť, doprava a logistika, služby zákazníkom a údržba domácnosti. V oblasti servisnej robotiky sa v poslednej dobe dosiahol pozoruhodný pokrok v oblasti medicíny, ako aj v oblasti zdravotnej starostlivosti a v blízkej budúcnosti sa očakáva ešte vyššia miera autonómie a zložitosti systémov a ešte viac aplikácií zameraných na ľudí.

Podobne ako v súčasnosti aj vo všadeprítomnom svete budú navzájom komunikovať ľudia (človek-človek) a stroje s ľuďmi (človek-stroj), avšak komunikovať budú navzájom aj stroje (vrátane robotov) (stroj-stroj). Do roku 2020 sa očakáva exponenciálny nárast množstva zariadení podieľajúcich sa na komunikácii typu stroj-stroj, keď počet „inteligentných objektov“ schopných vzájomnej komunikácie a schopných spolupracovať vzájomne s ľuďmi dosiahne približne 50 miliárd.

Tento vývoj v komunikácii povedie k všeobecne očakávanému „**internetu vecí**“ (Internet of Things (IoT)), t. j. systému, ktorý funguje na základe autonómnej komunikácie medzi fyzickými objektmi. Robotika bude s internetom vecí prepojená rozličnými spôsobmi a tento proces prepájania zmení v mnohých smeroch „starú“ internetovú spoločnosť. Spôsob, akým sa mobilné telefóny a prenosné počítače, ako napríklad sledovače typu „life-tracker“, stali súčasťou každodenného života, poukazuje na to, že ľudia budú čoskoro žiť vo „všadeprítomnom svete“, v ktorom všetky zariadenia (vrátane robotov) budú úplne prepájané. V rámci prebiehajúcej revolúcie internetu vecí sa vďaka neustálemu prieniku robotov do mnohých aktivít každodenného života stáva využívanie robotiky pomocou internetu vecí už realitou.

V budúcnosti pokrok v oblasti robotiky povedie k vývoju partnerov, asistentov, robotov pre domácnosti, robotov poskytujúcich zdravotnú starostlivosť, robotov v stavebníctve, robotov ako domácich maznáčikov, robotov na báze teleprítomnosti a hračkárskych robotov. Tieto robotické aplikácie budú napodobňovať správanie ľudí a zvierat a prostredníctvom internetu vecí a všadeprítomných aplikácií budú môcť vzájomne komunikovať.

Všetky tieto kvantitatívne zmeny povedú ku kvalitatívnym zmenám, ktoré vzhľadom na zložitosť problematiky je takmer nemožné predpovedať. V prípade vysokorýchlostných počítačových systémov sa už pozorovali príležitosti na rýchlejšie, spoľahlivejšie a presnejšie rozhodovanie a konanie, aj keď sa ešte môžu objaviť hrozby a riziká vyplývajúce z tohto rýchleho vývoja, ako aj výkyvy na burze v dôsledku vysokofrekvenčného obchodovania. Je prebiehajúci vývoj možno až príliš rýchly? Mohlo by zvyšovanie rýchlosti všadeprítomného a ďalšieho technologického napredovania byť príčinou väčších rizík pre ekonomiku a spoločnosť?

4 Robotika a budúcnosť práce

Vzhľadom na budúcnosť práce je potrebné posúdiť, do akej miery môžu roboty nahradiť alebo doplniť a podporiť prácu ľudí. Budúcnosť, kde sa roboty ďalej vyvíjajú hlavne na účely doplnkovej úlohy, by bola najmenej náročná pre spoločnosť, pretože ľudia by nemuseli súťažiť s robotmi a automatmi a tradičné úlohy by zostali do značnej miery zachované. V dôsledku ekonomických tlakov a tlakov na zvyšovanie produktivity môže však namiesto toho dôjsť k uplatňovaniu substitučného prístupu, v rámci ktorého jednotlivcov aj skupiny nahradia v ich práci robotické technológie a automatizácia. Vo všeobecnosti bude menej pracovníkov potrebných na rutinné práce, alebo v prípade ktorých sú jasne definované úlohy, pretože budú namiesto nich vykonávané priemyselnými a servisnými robotmi. Výsledkom týchto technologických zmien bude relatívny nárast dopytu po vysoko vzdelaných pracovníkoch a znížený dopyt po menej vzdelaných pracovníkoch, ktorí tradične vykonávajú práce pozostávajúce z jednoduchých a manuálnych úloh. Toto tzv. „uvolňovanie miest“ stredne

kvalifikovaných pracovníkov by mohlo viesť k strate približne jednej tretiny všetkých súčasných pracovných miest v nasledujúcich desaťročiach.

Táto dilema dopĺňania a nahradzovania a rovnováha medzi zachovaním pracovných miest a nezamestnanosťou v dôsledku rozvoja technológií je výzvou pre tvorcov politík, podnikateľskú sféru a širšiu občiansku spoločnosť. Rozsiahlejšie dôsledky toho, ako robotika zmení trh práce, ekonomiku a spoločnosť, budú príčinou vzniku zložitých sociálnych a politických otázok. Diskusie o inteligentných strojoch a vplyve robotiky a všadeprítomných technológií na spoločnosť, ekonomiku a zamestnanosť boli zatiaľ dosť pasívne a existuje len málo dobre štruktúrovaných vypracovaných plánov týkajúcich sa toho, kam až môže dospieť rozvoj robotizovanej a automatizovanej spoločnosti.

Strach z nezamestnanosti v dôsledku technologického rozvoja je prinajmenšom taký starý ako protesty anglických textilných robotníkov v 19. storočí, Ludditov, ktorí sa obávali straty zamestnania v dôsledku nových technológií priemyselnej revolúcie. Obavy z toho, že technologický rozvoj by mohol nahradiť veľkú časť ľudskej práce a viesť k trvalej štrukturálnej nezamestnanosti, sa opakovane ukázal ako nesprávny a pre mnohých ekonómov predstavuje takmer nepredstaviteľnú myšlienku. V skutočnosti technický pokrok vo všeobecnosti znamená zvýšenie bohatstva a počtu pracovných miest prinajmenšom z dlhodobého hľadiska a nové technológie a vedecké vynálezy sa vo všeobecnosti vnímajú veľmi pozitívne. Nová éra robotiky a umelej inteligencie môže však predstavovať zmenu nebývalého rozsahu a v rámci tohto scenára sa veľmi málo hovorí o možnom vplyve na zamestnanosť, stratu pracovných miest a ekonomiku. Mnohí tradiční ekonómovia veria, že trhové mechanizmy dokážu v dlhodobom horizonte vyriešiť problémy. Ale bude tomu naozaj vždy tak?

5 Dôsledky robotiky na bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci

Ako sa uvádza vyššie, šírenie inovácií v oblasti robotiky má významné dôsledky pre budúcnosť. Roboty ponúkajú možnosť udržania vysokej úrovne priemyselnej výroby v krajinách s vysokými nákladmi na prácu. Umožnia tiež vykonávanie produktívnych činností a úloh, ktoré nemôžu vykonávať ľudia, ako napríklad analýzy, kontrola a spracovanie veľkého množstva údajov alebo práca v prostredí, ktoré sú príliš náročné alebo nebezpečné. Okrem toho v súvislosti s aktuálnym problémom starnutia obyvateľstva, roboty ponúkajú riešenie vzťahujúce sa na rastúci nedostatok – a hodnotu – manuálnej pracovnej sily.

Z hľadiska bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci (BOZP) rozšírenie robotických technológií prináša príležitosti, ale aj výzvy.

K najväčším prínosom v oblasti BOZP vyplývajúcim z rozsiahlejšieho využívania robotiky by patrilo nahradenie ľudí pracujúcich v zdraví škodlivom alebo nebezpečnom prostredí. Vo vesmíre, v oblasti obrany, bezpečnosti alebo v jadrovom priemysle, ale aj v oblasti logistiky, údržby a kontroly sú autonómne roboty mimoriadne užitočné najmä pri nahrádzaní ľudí vykonávajúcich špinavé, jednotvárne alebo nebezpečné úlohy, a zabraňujú tak vystaveniu pracovníkov rizikovým faktorom a podmienkam a znižujú fyzické, ergonomické a psychosociálne riziká. Roboty sa napríklad už používajú na vykonávanie opakovaných a monotónnych úloh, pri spracovaní rádioaktívneho materiálu alebo pri práci vo výbušnom prostredí. V budúcnosti mnohé ďalšie často opakované, vysoko rizikové alebo nepríjemné úlohy budú vykonávať roboty v rozličných odvetviach, ako napr. poľnohospodárstvo, stavebníctvo, doprava, zdravotníctvo, požiarnické alebo upratovacie služby.

Napriek tomuto pokroku vďaka určitým schopnostiam budú nejakú dobu ľudia ešte stále vhodnejší ako stroje a otázkou je, ako dosiahnuť čo najlepšiu kombináciu schopností ľudí a robotov. K prínosom robotiky patrí vykonávanie namáhavých a opakovaných prác, ktoré si vyžadujú presnosť, zatiaľ čo k prínosom človeka patrí tvorivosť, rozhodovanie, flexibilita a adaptabilita. Výsledkom tejto potreby kombinovať optimálne schopnosti je, že spolupracujúce roboty a ľudia sa nachádzajú v užšom kontakte na spoločnom pracovnom priestore a táto potreba viedla k rozvoju nových prístupov a noriem na zaručenie bezpečnosti „fúzie človeka a robota“. Niektoré európske krajiny zahŕňajú robotiku do svojich národných programov a snažia sa podporovať bezpečnú a flexibilnú spoluprácu medzi robotmi a operátormi s cieľom dosiahnuť vyššiu produktivitu. Nemecký spolkový inštitút pre bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci (BAuA) organizuje napríklad každoročné semináre na tému „spolupráca medzi človekom a robotom“.

V budúcnosti sa spolupráca medzi robotmi a ľuďmi diverzifikuje, v prípade robotov sa zvýši ich autonómia a spolupráca medzi človekom a robotom nadobudne úplne nové formy. Súčasný postupy

a technické normy zamerané na ochranu zamestnancov pred rizikom práce so spolupracujúcimi robotmi sa budú musieť pri príprave na tento vývoj revidovať.

Objavujú sa ďalšie výzvy v oblasti BOZP v súvislosti s budúcim výskytom autonómnych robotov a servisných robotických technológií, ktoré treba riešiť.

- Robotika zohráva dôležitú úlohu v oblasti inovácií súvisiacich so zdravotnou starostlivosťou a pri poskytovaní zdravotnej starostlivosti pre starších ľudí (vrátane starších pracovníkov). Robotické technológie sa úzko spájajú s vývojom v oblasti protetiky a technológií implantátov a tieto dve oblasti sa zase vo veľkej miere opierajú o neurológiu a informačnú vedu. Najnovší vývoj zahŕňa rozhranie medzi mozgom a počítačom, protézy spojené s nervovým systémom, umelý zrak, IKT implantáty a dokonca aj neuročipy (stále ešte len v počiatočnom štádiu).

Tento a ďalší pokrok v robotike umožňujú rozvoj technológií na podporu ľudí, ktoré nie sú zamerané len na zdravotné postihnutie, ale aj na zlepšenie schopností zdravých osôb. Exoskelety alebo „nositeľné roboty“ napríklad posilňujú schopnosť pracovníkov niesť ťažké bremená, používajú sa však aj ako rehabilitačné alebo pomocné zariadenia, ktoré umožňujú ľuďom so zdravotným postihnutím prístup k práci alebo návrat do práce. Zavádzanie technológií na zlepšenie ľudských schopností znamená potrebu nových požiadaviek v oblasti riadenia bezpečnosti a ochrany zdravia v súvislosti s monitorovaním vznikajúcich rizík, ale vyvoláva tiež nové právne a etické otázky.

- Prevažná väčšina ľudí nemá skúsenosti so vzájomnou interakciou s robotmi, toto sa však v dôsledku nárastu interakcií typu stroj-človek pri práci zmení. Nepriame vplyvy komunikácie typu stroj-stroj nie sú známe, ale mohli by byť významné. Ergonomické a logistické usporiadanie autonómnych robotov si vyžaduje nové skúšky a testovacie režimy v priemyselných odvetviach a v sektore služieb a pracovníkom, ktorí budú tieto roboty programovať, riadiť, vykonávať ich údržbu, alebo sa budú s nimi nachádzať na pracovisku, by sa mali poskytovať konkrétne zamerané programy vzdelávania.
- Vplyvy robotiky na motiváciu a pohodu pracovníkov a manažérov nie sú všeobecne známe. Psychosociálne faktory súvisiace s robotikou si budú vyžadovať viac pozornosti v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia.
- V dôsledku rozdielov v rozvoji jednotlivých oblastí použitia, nie je možné poskytnúť jednotné usmernenia týkajúce sa bezpečnosti a riadenia rizík. V prípade niektorých použití sa bezpečnosť a bezpečnostné záležitosti riadia profesionálne, existujú však aj také použitia robotických aplikácií, ktoré sú menej bezpečné. Viac analýz by sa malo uskutočniť na identifikáciu rizikových a nebezpečných činností autonómnych robotických technológií, najmä v poľnohospodárskom a potravinárskom priemysle, v oblasti ošetrovacích služieb, domácich služieb, v odvetviach výroby, profesionálnych služieb a dopravy.
- Vzhľadom na to, že robotika v oblasti profesionálnych služieb predstavuje pomerne novú oblasť, nie sú jasné otázky právnej zodpovednosti v prípade nehôd vo verejnej sfére. Pred zavedením technológií je potrebné uskutočniť viac právnych analýz súvisiacich s otázkami týkajúcimi sa zodpovednosti.

Vyžaduje sa teda vytvorenie tematického bezpečnostného rámca pre autonómnu priemyselnú robotiku a servisnú robotiku. Kľúčové strategické témy sú (1) riadenie technológií, (2) regulácia a dobrá správa a (3) užívateľské rozhrania a skúsenosti. Potrebná je rozsiahlejšia spoločná európska vedomostná základňa týkajúca sa metód v oblasti bezpečnosti v prípade menej inteligentných systémov (napr. vozidlá a automobily), aby sa mohli prispôbiť servisnej robotike a autonómnej robotike, ktoré budú v budúcnosti oveľa „inteligentnejšie“.

6 Záverečné poznámky

Z histórie je známe, že nové technológie poskytujú nielen nové prínosy a nové možnosti, ale vyžadujú si aj nové náklady a predstavujú nové hrozby. Panuje všeobecná zhoda v tom, že dochádza k urýchľovaniu zmien a že tempo, akým sa z budúcnosti stáva pre nás veľká neznáma, sa zrýchľuje, a to najmä v oblasti robotiky a umelej inteligencie, kde sa takmer každý týždeň zavádzajú nové vynálezy a inovácie. Tento pokrok prináša určité výhody, ktoré prispievajú k zlepšeniu zdravia, pohodlia, produktivity, bezpečnosti a k zvýšeniu objemu užitočných údajov, informácií a poznatkov pre

ľudí a organizácie. Potenciálne nevýhody zahŕňajú výzvy v oblasti ochrany osobného súkromia a ochrany údajov, prehnané očakávania a nárast zložitosti technológií.

Potrebné je zvýšiť spoluprácu v rámci Európy v týchto oblastiach: 1) požiadavky na bezpečnosť robotiky (súbory požiadaviek, normy bezpečnej prevádzky a osvedčené postupy), 2) konštrukčné pokyny pre ergonómiu robotiky, 3) metódy na zlepšenie robotických aplikácií v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia, 4) validačné a verifikačné metódy (metódy na kontrolu, či sa požiadavky a usmernenia uplatňujú správne), 5) skúsenosti a správanie užívateľov v súvislosti s robotikou, 6) vzdelávacie modely na zaškolenie pracovníkov na prácu s robotmi, 7) osvedčené postupy v oblasti priemyselných (najmä autonómnych robotov) a servisnej robotiky (najmä robotov pre oblasť ošetrovania a starostlivosti) a 8) technologické možnosti na vytvorenie bezpečných systémov na elimináciu alebo obmedzenie možných rizík robotiky.

Tento diskusný dokument vychádza zo zhrnutia dlhšieho článku, ktorého vyhotovením bol na základe zadania agentúry EU-OSHA poverený Dr. Jari Kaivo-oja a obsahuje informácie získané zo siete kontaktných miest agentúry na seminári, ktorý sa uskutočnil 11. júna 2015 v Bilbau.