



SPOLUPRÁCA ČLOVEKA A ROBOT A V PRIEMYSELNEJ VÝROBE

HUMAN – ROBOT COLLABORATION IN MANUFACTURING

Vladimír VAVRÍK – Milan GREGOR – Patrik GRZNÁR –Martin MARSCHALL

Abstract: Nowadays the concept of the Fourth Industrial Revolution is closely associated with automatization increase and robotic systems development. However, factory in the future substantially influences workforce and the nature of work as well. Industrie 4.0 should be able to allow new type interactions between workers and robots, using the qualities of both elements. This kind of cooperation currently indicate more efectivity than fully-automated or human workplace. In the article we will examine the cooperation which is aimed to facilitate very exacting or dangerous work tasks. We will focus on the degree of humanization of the particular work palce in relation to human and in which way this collaboration might be helpful for the mankind.

Abstrakt: V súčasnosti je pojem 4. priemyselnej revolúcie úzko spájaný s nárastom automatizácie a rozvojom robotických systémov, výrobné systémy budúcnosti však ovplyvnia výrazne i pracovnú silu a charakter práce. Výroba v budúcnosti musí umožniť nový typ interakcie medzi operátormi a robotmi, s využitím predností oboch prístupov. Tento druh kooperácie sa v súčasnosti ukazuje viac efektívny ako samostatné robotické alebo samostatné ručné pracoviská. V článku si povieme viac o spolupráci, ktorá má človeku najmä uľahčiť veľmi náročnú alebo nebezpečnú pracovnú činnosť. Zameriame sa konkrétne na úroveň humanizácie daného pracoviska vo vzťahu k človeku a akým spôsobom môže byť pre človeka táto spolupráca prospešná.

Keywords: Ergonomy, Collaborative robot, Human factors, Factory of the future .

Kľúčové slová: Ergonómia, Spolupracujúce roboty, Ľudské faktory, Podniky budúcnosti.

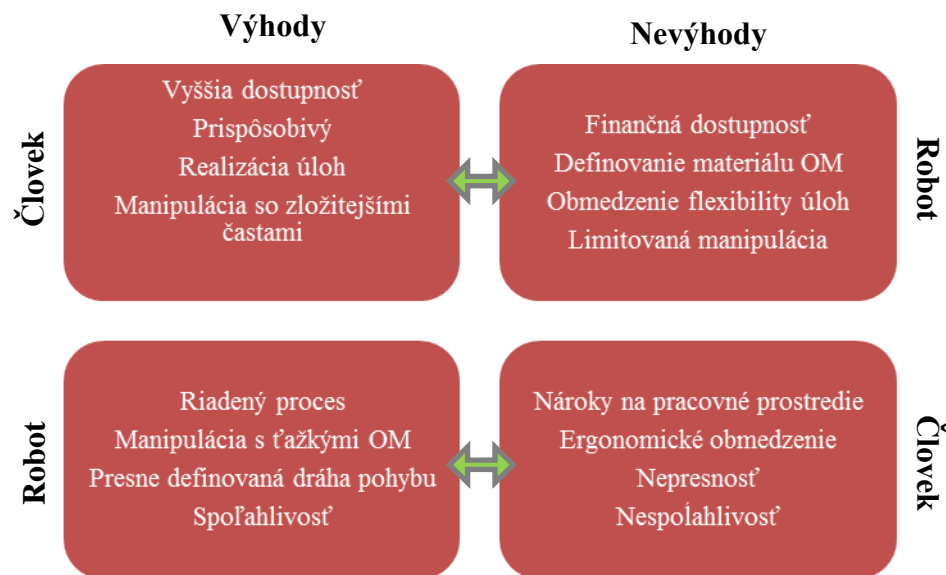
Úvod

Pod pojmom spolupráce človek – robot možno označiť ich vzájomnú spoluprácu pri pracovnej činnosti, kde sa tieto samostatne nezávislé objekty dopĺňajú pri montážnych, manipulačných, paletizačných/depaletizačných alebo aj rôznych technologických operáciách.[1] Výhody tejto spolupráce sú najmä v skrátaní tzv. inovačných cyklov, pružnejšej reakcií na nepredvídateľné zmeny dopytu, lepšie prispôsobenie sa špecifickým požiadavkám zákazníkov a mnohé ďalšie (Obr. 1). Robotický kolega je pre človeka značnou výhodou a to z dôvodu že robot je možné využiť v aplikáciách kontroly, možno operovať s ním na ťažko prístupných miestach, dosahuje neporovnateľnú presnosť a rýchlosť oproti človeku, ale predovšetkým oslobodzuje človeka od monotónnej práce. Človek na strane druhej môže vykonávať zložitejšie myšlienkové procesy, vykonávať viac hodnotné úlohy a to v dôsledku väčšej flexibility a ľahšieho sa prispôsobenia na nepriaznivé situácie.[2] Kooperujúce pracovisko obsahujúce kombináciu človek – robot musí spĺňať z hľadiska správnej funkcie určité kritéria, a to:

- Ergonomické usporiadanie pracoviska.



- Autonómnosť činností priemyselného robota.
- Ekonomická nenáročnosť.
- Referenčná poloha robotického ramena, spôsob uchopovania objektov, pracovný priestor, rozmiestnenie komponentov a nástrojov na pracovisku.



Obr. 1 Popis výhod a nevýhod spolupráce človek - robot

Možno usúdiť že prispôsobenie pracoviska človeku patrí medzi jedno z dôležitých kritérií pri návrhu pracoviska obsahujúceho obe entity. Ako prvé si popíšeme možnosť zlepšenia ergonómie na pracovisku človek – robot prostredníctvom humanizácie prvkov robota, a to nasledovnými spôsobmi:

1, Prispôsobenie konštrukčných prvkov robota pri spolupráci s ľuďmi

Zmena prvkov dizajnu – Klasické robotické ramená sú navrhované z hľadiska účelu, spolupracujúce roboty však svoj vzhľad musia prispôbiť aj ľudskému operátorovi. Na rozdiel od robotov za ochrannou mrežou, spolupracujúce musia dbať na zaoblenie kľbových častí, potrebné je odstrániť i ostré hrany konštrukcie a miesta, v ktorých môže dôjsť pri kontakte ku poraneniu horných končatín. Teda základnou úlohou dizajnerskeho riešenia je optimalizovať interakciu faktorov súvisiacich s funkciou, tvarom estetickými požiadavkami, ako aj s technickými úžitkovými charakteristikami. Taktiež tvarové a farebné riešenie by malo rešpektovať funkčné požiadavky, ale aj požiadavky pozitívneho vplyvu na psychiku operátorov, údržbárov a opravárov. Programovanie týchto robotov je tiež veľmi špecifickou záležitosťou, operátor môže totiž trajektóriu pohybu robota nastaviť pomocou vedenia rukou. Tento nový prístup k učeniu robotov výkonu ich práci je však potrebné zohľadniť i úpravou koncového efektora, ktorý by mal byť navrhnutý pre ľahkú a pohodlnú manipuláciu ľudským operátorom.



Gravitačná kompenzácia – Nasledovný faktor úzko súvisí s ručným vedením budúcej trajektórie robotického ramena, čiže samotným programovaním. Pri tomto novom programovaní musia totiž vývojári myslieť na váhu samotného robota. Rameno môže byť v niektorých prípadoch zle manipulovateľné, čo zvýši celkové namáhanie operátora pri manipuláciách. Časté opakovanie takejto úlohy môže viesť až k zdravotným ťažkostiam. Budúci ľudský pomocníci však tento problém riešia, a to pomocou tzv. gravitačnej kompenzácie. Inovatívna funkcia robotov silu potrebnú na ťah/tlak ramena prevedie na servomotory robota, človek tak nevykladá žiadnu silu na prepohovanie robotického ramena.

Bezkontaktné riadenie – Ďalšou možnosťou ako definovať robotickému ramenu potrebné pohyby, je využitie bezkontaktného riadenia. Technológia je zatiaľ predmetom výskumu, ale po implementácii do priemyselného prostredia by mohla imitovať ľudské pohyby len na základe odpozorovania ľudskej činnosti alebo príkazom od pracovníka v podobe gest. Tento princíp neodstraňuje všetky ergonomické problémy na pracovisku človek – robot, ale odbremení pracovníka od nutnosti programovania a nastavovania, s robota sa stane plnohodnotný spolupracovník.[3]

1, Úloha riešená na pracovisku je vykonávaná prostredníctvom robota, človek je oslobodený od vykonávania pracovne namáhavých alebo zdravie poškodzujúcich úloh

Druhou komplexnou časťou, kde možno pozorovať dopad kombinovaného pracoviska človek-robot z hľadiska ergonomie, je v samotnej úlohe vykonávanej robotom. Delegované sú úlohy ktoré zahŕňujú opakovaný pohyb, pretože tieto úlohy u ľudí spôsobujú muskuloskeletálne traumatické ťažkosti (MSDs) a iné poškodenia zdravia. Presun úloh nevplýva v samom dôsledku len na zlepšenie pracovného prostredia pracovníkov, ale aj na zvýšenie produktivity procesu i celého podniku. Pracoviská umožňujúce zlúčenie doteraz dvoch nezávislých objektov výroby poukazujú na nutnosť nového pohľadu pri samotnom návrhu a umiestnení jednotlivých prvkov ako i preverenie nových možností, ktoré táto kombinácia ponúka. Pri návrhu kooperujúceho pracoviska s robotom, kde sa v tesnej blízkosti nachádza človek, je dôležité zväžiť predovšetkým aj bezpečnosť pracovníka. Z tohto dôvodu v máji roku 2013 Robotic Industries Association (RIA) oznámila nové robotické bezpečnostné štandardy, v ktorých sú zahrnuté nové spolupracujúce roboty pre priemysel. Táto norma bola schválená americkým národným inštitútom pod označením ANSI/RIA R15.06 – 2012, bola taktiež harmonizovaná s medzinárodným štandardom pre bezpečnosť robotov ISO 10218. Kľúčovou zmenou v norme je snaha o zjednotenie bezpečnostných štandardov pre oblasť spolupracujúcich robotov.[4] Z noriem vyplýva, že dané pracoviská by mali spĺňať aspoň jedno z nasledovných kritérií:

Monitoring bezpečnostnej zóny zastavenia – robot sa okamžite zastaví, ak človek vstúpi do oblasti interaktívneho pracovného priestoru pre spoluprácu (Obr. 2). Ak sa už operátor v zabezpečenej zóne nenachádza, priemyselný robot pokračuje vo svojej činnosti. Úkon sa

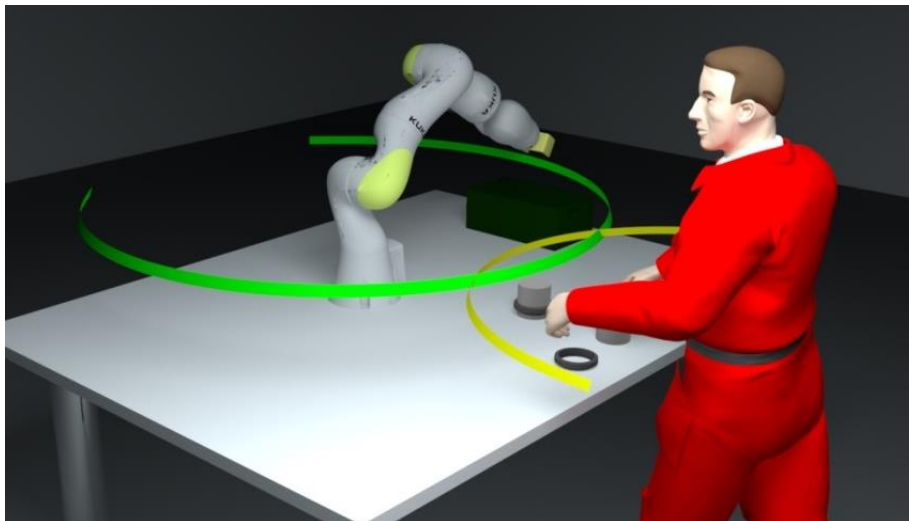


najčastejšie vykonáva za pomoci jedného alebo viacerých senzorov na detekciu neoprávnenej prítomnosti.

Ručné navádzanie spolupracujúceho robota – umožňuje naprogramovanie činností robota, priamou kontrolou operátora.

Monitorovanie zón pre obmedzenie rýchlosti – Nastavenie rýchlosti a pohybu robota podlieha tomu, kde sa v pracovnom priestore nachádza človek. Ak vstúpi do kolaboratívnej zóny, robot okamžite zníži svoju rýchlosť. Ľudskú prítomnosť je potrebné sledovať v reálnom čase, čo je obvykle zabezpečené 3D kamerovým systémom na snímanie prostredia. [5]

Obmedzenie výkonu a sily – Potrebné je predpokladať aj možnú kolíziu v spoločnom pracovnom priestore. Robot by mal na túto situáciu reagovať a obmedziť svoju pôsobiacu silu kontaktu na zanedbateľnú hodnotu. Funkciu zabezpečuje rad integrovaných senzorov sily a krútiaceho momentu, ľahká konštrukcia jednotlivých častí priemyselného robota a pohyb nízkymi rýchlosťami. [6]



Obr. 2 Zobrazenie interaktívneho priestoru pre spoluprácu

Záver

Všeobecným predpokladom v dohľadnej dobe je, že ľudských pracovníkov nemožno odstrániť z prostredia výrobného podniku. Možno skôr očakávať ich presun na iné pracovné pozície, kde monotónne pracovné činnosti nahradia zložitejšie, intelektuálnejšie úlohy. Pracovník bude vykonávať rôzne riadiace, monitorovacie práce a obsluhu vysoko výkonných automatických zariadení. Preto bude potrebné aj naďalej venovať pozornosť ergonómii a to aj pri súčasnom trende automatizácie a robotizácie. Dôvodom sú vznikajúce kombinované pracoviská robotov a ľudí, ktoré sú novými oblasťami, kde bude potrebné prispôbiť predovšetkým prácu človeku, a nie naopak.

Tento článok vznikol s podporou projektu VEGA 1/0938/16.



Použitá literatúra

- [1] Consiglio, S. Seliger, G., Weinert, N.: Development of hybrid assembly workplaces. In.: CIRP Annals - Manufacturing Technology, Volume 56, Issue 1, 2007, p. 37 – 40
- [2] Vagaš, M.: The Concept of human-robot cooperation. Ústav technológií a manažmentu, Košice 2015, ISSN 1337 – 7094, s. 96-99
- [3] ROBOTIQ. Webové stránky spoločnosti Robotiq USA. [online]. 2016, Dostupné na internete:<<http://blog.robotiq.com/what-makes-collaborative-robots-ergonomic>>.
- [4] Hatiar, K.: Ergonómia v automatizovanej výrobe. MEDIA/ST, Žilina 2011, číslo 12, ISSN 1335 – 2938, s. 30-32
- [5] Krüger, J., Nickolay, B., Heyer P., 2005, Image based 3D Surveillance for flexible Man RobotCooperation, Annals of the CIRP, 54/1:19-22.
- [6] MIČIETA, B. DULINA, Ľ. SMUTNÁ, M.: New approach of ergonomics workplace. In: Annals of DAAAM and Proceedings of the International DAAAM Symposium. 2011, s. 303-304.
- [7] MIČIETA, B. GAŠO, M., KRAJČOVIČ, M.: Innovation performance of organization. In: Communications : scientific letters of the University of Žilina. - ISSN 1335-4205. - Vol. 16, no. 3A (2014), s. 112-118.
- [8] MIČIETA, B., MARKOVIČ, J., BIŇASOVÁ, V. 2016. Advances in sustainable energy efficient manufacturing system. In: MM science journal. June (2016), s. 918-926. ISSN 1805-0476.

Kontakt

Ing. Vladimír Vavřík

Žilinská univerzita v Žiline, Strojnícka fakulta, Katedra priemyselného inžinierstva,

Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovensko

e-mail: vladimir.vavrik@fstroj.uniza.sk