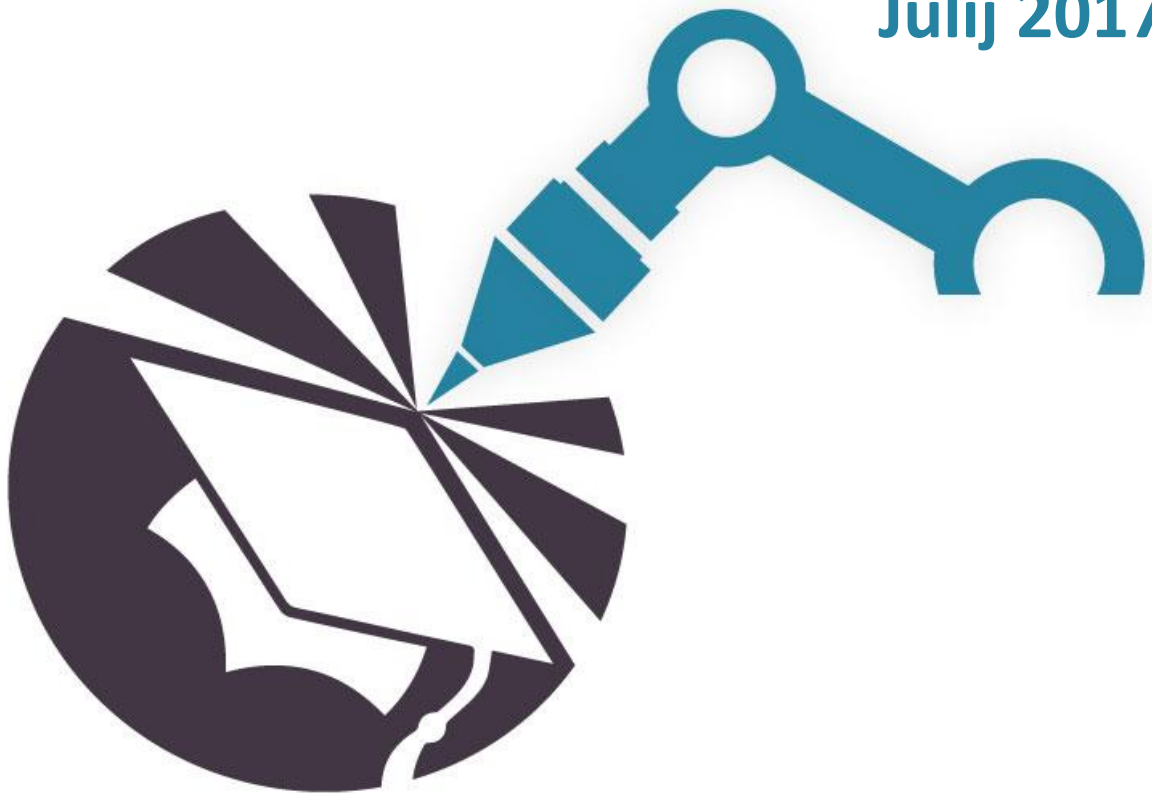


Poročilo evropske raziskave

Robotika/UI in 3D-tiskanje

(Povzetek poročila)

Julij 2017



ČEPRAV SO VSE PRAVICE IN INTELEKTUALNA LASTNINA TEGA POROČILA V LASTI SPODAJ NAŠTETIH ORGANIZACIJ, SE PUBLIKACIJO LAHKO PREVEDE, REPRODUCIRA, HRANI ALI UVEDE V SISTEM ZA ELEKTRONSKO SHRANJEVANJE ALI JO NA KAKRŠENKOLI NAČIN (ELEKTRONSKO, MEHANSKO, FOTOKOPIRANJE, SNEMANJE ITD.) POSREDUJE BREZ PREDHODNJEGA PISNEGA DOVOLJENJA IZDAJATELJA.

PUBLIKACIJA JE BILA PRIPRAVLJENA IZJEMNO PREVIDNO, VENDAR PA IZDAJATELJ IN AVTORJI NE PREVZEMAJO NIKAKRŠNE ODGOVORNOSTI ZA NAPAKE ALI IZPUSTE. PRAV TAKO NE PREVZEMAJO NIKAKRŠNE ODGOVORNOSTI ZA ŠKODO, KI BI NASTALA ZARADI UPORABE INFORMACIJ, VSEBOVANIH V PUBLIKACIJI.

© EU15 Ltd (Velika Britanija)

© Ovar Forma - Ensino e Formação LDA (Portugalska)

© SMEBOX (Švedska)

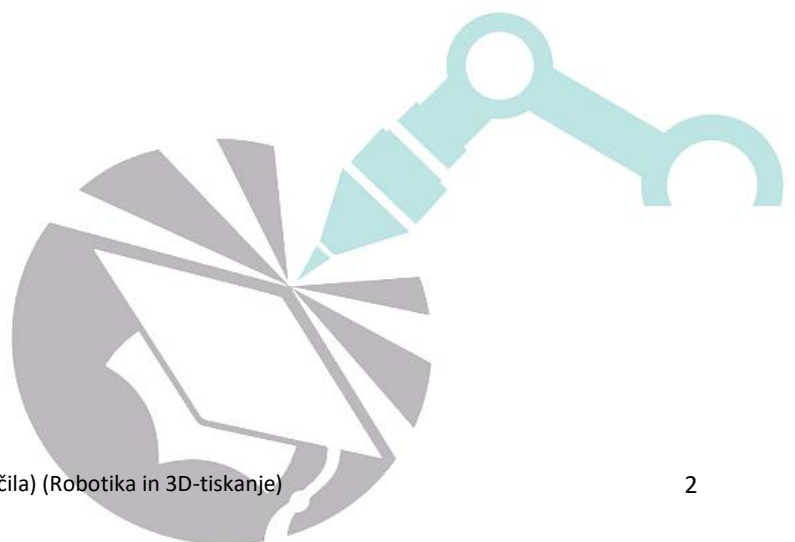
© The University of Ljubljana UL (Slovenia)

© CEPROF - Centros Escolares de Ensino Profissional Lda. (Portugalska)

© European Network for Transfer and Exploitation of EU Project Results (E.N.T.E.R.) (Avstrija)

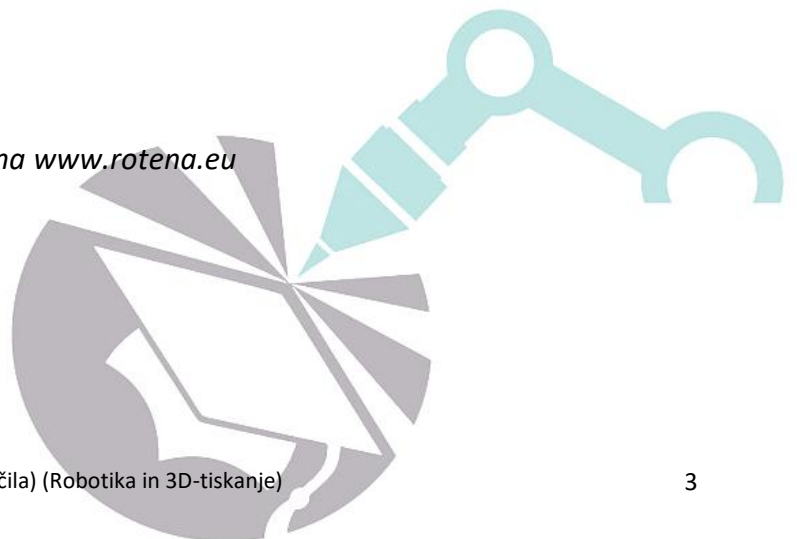
V spomin dr. Toniju Pustovrhu (1979–2017) našemu kolegu in prijatelju.

Julij 2017



1. UVOD
2. SODOBNA DRUŽBA IN TEHNOLOGIJA
3. DEFINICIJA ROBOTIKE IN 3D-TISKANJA
4. VPLIV ROBOTIKE IN 3D-TISKANJA NA DRUŽBO
5. REZULTATI EVROPSKE RAZISKAVE ROTENA

Celotno poročilo raziskave je dostopno na www.rotena.eu



1. UVOD

Projekt ERASMUS + ROTENA: Robotics for the New Age stremi k uporabi motivacijskih učinkov robotike in 3D-tiskanja za navduševanje študentov in učencev za znanost in za razvijanje programov, ki bi tem omogočili, da se na produktiven način vključijo v revolucijo »novodobne tehnologije«. Razvoj osnovnega učnega programa splošne robotike/3D-tiskanja naj bi učencem omogočil pridobivanje spretnosti in kompetenc, s katerimi bi razumeli načela robotike in 3D-tiskanja ter njihove razširjene uporabe v industriji, da bi lahko posegali po službah v novodobnih industrijskih sektorjih.

Robotika je hitro rastoč trg, ki ga vse bolj poganja razvoj novih in izboljšanih izdelkov na različnih področjih, kot so proizvodnja, iskanje in reševanje, nadzor in spremljanje, operacije in zdravstveno varstvo, domovi in avtomobili, transport in logistika, kmetijstvo in mnoga druga. Hitro širjenje uporabe robotike na domovih in delovnih mestih, v bolnišnicah in industrijskih okoljih nas navdihuje glede prihodnjih koristi družbi kot celoti in opozarja, da se mora na tej točki v njenem razvoju opredeliti prioritete za stimuliranje robotike, da se njen potencial za rast, službe in inovacije v Evropi kar najbolj razvije.

Na podoben način tudi 3D-tiskanje ponuja mnoge nove priložnosti v arhitekturi, gradbeništvu, industrijskem oblikovanju, avtomobilski, letalski in vesoljski industriji, vojski, strojništvu, zdravstvu in zobozdravstvu, biotehnologiji (nadomeščanje človeških tkiv), modi, čevljarstvu, nakitu, očalih, izobraževanju, geografskih informacijskih sistemih, hrani in na številnih drugih področjih. V industrijskih in podjetniških ekosistemih je moč pričakovati transformativne spremembe in nove priložnosti.

Prvi del projekta ROTENA je bil posvečen obširni analitični nalogi, da bi izdelali trdno empirično podlago. Analiza naj bi v obzir vzela trenutni socio-tehnološki kontekst, v katerem nove tehnologije odpirajo nove priložnosti za industrijo, podjetništvo in službe, s posebnim poudarkom na robotiki in 3D-tiskanju. To vključuje nove priložnosti tako za izobraževanje kot za zaposlitev na teh področjih, pa tudi spretnosti, ki jih bodo bodoči delavci potrebovali. Ker je pričakovati, da bosta informatizacija in avtomatizacija povzročili spremembe in ob odpiranju novih delovnih mest nekatera dela napravili nepotrebna, je pomembno motivirati in angažirati ljudi, da bo primanjkljaj delovne sile za novodobne tehnološke službe minimalen.

Zagotavljanje zadostnega števila kvalificiranih delavcev je ključnega pomena tudi za spodbujanje podjetništva in inovacijskih priložnosti na teh področjih. Zato bi bilo treba tudi obstoječim delavcem omogočiti izobraževanje glede robotike in 3D-tiskanja, da bodo podjetja lahko osvojila nove trge in priložnosti.

2. SODOBNA DRUŽBA IN TEHNOLOGIJA

V zadnjih dveh desetletjih je tehnološki razvoj na številnih področjih, še zlasti v nanotehnologiji, biotehnologiji, informacijsko-komunikacijski tehnologiji in kognitivni znanosti (NBIC) napredoval izjemno hitro (NBIC).¹ Nove tehnologije, posebej tiste, ki nastajajo na križanjih področij NBIC, sedaj

¹ Roco, C., W.S. Bainbridge (Eds.). 2003. *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*. Dordrecht: Springer.
Bainbridge, William Sims in Mihail C. Roco, ur. 2005. *Managing Nano-Bio-Info-Cogno innovations: Converging Technologies in Society*. Dordrecht: Springer.

prežemajo praktično vse nivoje in družbene sfere razvitih držav. Tehnološke aplikacije tako čedalje bolj pogojujejo in posredujejo pri tem, kako počnemo stvari, tj. kako delujemo, mislimo, produciramo, pa tudi, kako se učimo in delamo.

Veliko delovnih mest danes postaja **digitalnih delovnih mest**. Avtomatizacija pomeni, da lahko številne zadolžitve na delovnih mestih, v nekaterih primerih pa celotne delovne postopke izvajajo pametni stroji z malo ali nič človeškega nadzora in doprinosu (vložka). Do tega lahko pride tako v industrijski proizvodnji kot v pridobivanju podatkov, analiziranju in vodenju. Robotizacija se nanaša na fizične manipulatorje, ki jih vsaj deloma kontrolira določena oblika informacijske tehnologije in ki izvajajo različne delovne naloge ali postopke z manipulacijo predmetov v fizičnem prostoru, bodisi polavtonomno bodisi popolnoma avtonomno. Čedalje pametnejši stroji lahko tako izvajajo ne le predvidljivih fizičnih dejavnosti, temveč tudi zahtevnejše kognitivne aktivnosti (processe).

Nekateri strokovnjaki trdijo, da smo trenutno sredi nove industrijske revolucije, kar Brynjolfsson in McAfee imenujeta druga doba strojev (*Second Machine Age*)² ali kar drugi imenujejo četrta industrijska revolucija ali Industry 4.0.³ Medtem ko je prvo dobo strojev zaznamovala avtomatizacija fizičnih nalog z mehanizacijo, drugo zaznamuje avtomatizacija kognitivnih nalog z digitalnimi tehnologijami. Napredek v razvoju temeljnih omogočitenih tehnologij je eksponenten, tehnologije so večinoma digitalne in poganjajo digitalizacijo prej izključno fizičnih predmetov in procesov ter imajo kombinatrične sposobnosti, kar pomeni, da se robote voditi z algoritmi v oblaku, da se naloge in potrebe avtomatsko sporoča preko omrežij brez človeškega posredovanja, da se digitalne predmete lahko natisne na daljavo z uporabo 3D-tiskalnikov in da se za optimizacijo odkrivanja zdravil ali prognoziranja bolezni moč uporabiti analitiko, ki jo poganjajo masovni podatki. Na podoben način se v industriji 4.0 različne tehnologije združujejo ter meglijo (brišejo) meje med fizičnim, digitalnim in biološkim.

Tretja industrijska revolucija je uporabila elektroniko in informacijsko tehnologijo v podobi računalnikov in avtomatizacije, da je dosegla še večjo avtomatizacijo, četrta industrijska revolucija pa temelji na kiber-fizičnih sistemih, ki so čedalje bolj povezani in pametni. Njihove značilne lastnosti so: hitrost njihovega napredka je eksponentna, njihov obseg se širi, ko postajajo prisotne v čedalje večjem številu panog po svetu, in imajo sistemski učinek, denimo na proizvodnjo (delovna mesta), vodenje (organizacije, podjetja), in javne politike (ekonomija, zaposlovanje, izobraževanje).

3. DEFINICIJA ROBOTIKE IN 3D-TISKANJA

3.1 Robotika

Zgoščena definicija za namene projekta ROTENA:

Robotika je multidisciplinarna tehnološka znanost, ki združuje predvsem mehaniko, elektroniko in računalniško znanost. Njen cilj je raziskovanje, oblikovanje, razvoj in gradnja robotskih sistemov, ki jih upravljajo integrirana vezja. Partnerji ROTENE vidijo učenje in rabo robotike kot način razvijanja spretnosti, ki bodo ljudem omogočile izdelavo avtonomnih projektov, ki ne

² Brynjolfsson, Erik and Andrew McAfee. 2014. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company.

³ Schwab, Klaus. 2016. *The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>

bodo prispevali le k osebnemu in poklicnemu razvoju, temveč tudi k inovaciji in podjetništvu. Z znanjem, pridobljenim na tem področju, se bodo uporabniki tehnološko prilagodili na hitro spreminjajočo se družbo.

Kaj je robotika?⁴

V splošnem lahko o **robotiki** razmišljamo kot o multidisciplinarni znanosti in tehnološkem polju ali pristopu, katerih cilj je raziskava, oblikovanje, razvoj in gradnja različnih **systemov robotike in robotov**, vključno z njihovim programiranjem, delovanjem, rabo in vzdrževanjem. Kot pri mnogih novih hitro rastočih tehnologijah ni preprosto strogo določiti in ločiti različnih konceptov, predmetov in področij. **Robotiko** lahko konceptualiziramo kot rastoče polje raziskav in tehnologije, ki združuje različne discipline, vključno s strojništvom, elektroinženiringom in računalniško znanostjo kot temeljne discipline, čedalje več pa je medsebojnega oplajanja in konvergence tudi z različnimi drugimi področji, kakršna so biologija, veda o materialih, kognitivna nevroznanost itd. Zaradi njenega hitrega razvoja, najnovejše tehnologije, multidisciplinarnosti in konvergentnih tendenc je izobraževanje na področju robotike precej zahtevno.

Robotika in roboti so močno povezani s koncepti in področji **avtomatizacije** in **umetne inteligence**. **Avtomatizacija** se osredotoča na sistemi, ki lahko delujejo avtonomno, brez stalnega človeškega nadzora, in poudarja učinkovitost, produktivnost in zanesljivost z minimalnim človeškim posredovanjem (npr. tovarniška proizvodnja in montažne linije). **Umetna inteligenca (UI)** je tako znanstveno kot tehnološko področje, v tem kontekstu pa jo lahko dojemamo kot potrebno programsko opremo, ki nadzoruje odzive robota in čedalje bolj omogoča posnemanje aspektov biološke kognicije, kamor spadajo percepcija, senzomotorična navigacija, spomin itd. Čeprav določene UI lahko pokažejo specializirano inteligenco na omejenih področjih (iskalniki, igranje iger, informatika masivnih podatkov, medicinske diagnoze itd.), pa je cilj umetne splošne inteligence, ki bi bila enaka človeški inteligenci ali jo presejala, še vedno oddaljen. Rečemo lahko, da je splošen cilj UI večja (specializirana) kognitivna in fizična avtonomija. Nazadnje je potreben napredek tako pri UI kot v strojni opremi robotike, če želimo povečati **avtonomijo** kot sposobnost nenadzorovanega delovanja in obsega zmožnosti bodočih robotov.

⁴ A Roadmap for US Robotics: From Internet to Robotics. 2016 Edition.

Gerhard Schweitzer, ETH Zurich, HUT, 8092 Zurich, Switzerland, 17th International Congress of Mechanical Engineering (COBEM 2003), São Paulo, Brasil, November 10-14, 2003 (Invited Paper)

Benjamin Wittes and Gabriella Blum. 2015. The Future of Violence: Robots and Germs, Hackers and Drones—Confronting A New Age of Threat. New York: Basic Books.

Peter Sinčák, Pitoyo Hartono, Mária Virčíková, Ján Vaščák and Rudolf Jakša. 2014. Emergent Trends in Robotics and Intelligent Systems: Where Is the Role of Intelligent Technologies in the Next Generation of Robots? Cham Heidelberg New York Dordrecht London: Springer.

Encyclopædia Britannica. 2016. Robotics. Available at: <https://www.britannica.com/technology/robotics>.

Oxford Dictionaries. 2016. Robotics. Available at: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/robotics>

LEO - Center for Service Robotics. 2016. Defining robots and robotics. Available at: <http://www.leorobotics.nl/definition-robots-and-robotics>

NASA – National Aeronautics and Space Administration. 2016. What Is Robotics? Available at: <http://www.nasa.gov/audience/forstudents/k-4/stories/nasa-knows/what-is-robot-k4.html>.

Maja J Matarič. 2007. The Robotics Primer. Cambridge, Massachusetts London, England: The MIT Press.

Andreas Birk. 2011. What Is Robotics? An Interdisciplinary Field Is Getting Even More Diverse. IEEE Robotics & Automation Magazine, December 2011.

<http://www.revereschools.org/cms/lib02/OH01001097/Centricity/Domain/64/VEX%20Robotics%20Unit%20Intro%20to%20Robotics.pdf>

ACCA (the Association of Chartered Certified Accountants). 2015. The robots are coming? Implications for finance shared services. Available at: http://www.accaglobal.com/content/dam/ACCA_Global/Technical/fin/ea-robots-finance-shared-services-0909.pdf.

Stefano Nolfi and Dario Floreano. 2004. Evolutionary Robotics: The Biology, Intelligence, and Technology of Self-Organizing Machines. Cambridge: MIT Press.

www.directrecruiters.com/wp-content/uploads/.../Robotics_4-16.pdf

Robot bi moral biti konec koncev sposoben avtonomnega in namenskega zaznavanja, ukrepanja in doseganja ciljev v fizičnem svetu. Ali brezpilotni letalnik, robotski sesalnik ali avtomobil brez voznika dojemamo kot robote ali ne, je odvisno od tega, kakšno stopnjo avtonomije, sprejemanja odločitev in prilagodljivost, po drugi strani pa tudi oblike telesa dojemamo kot bistvene značilnosti robota.

3.2 3D-tiskanje

Zgoščena definicija za namene projekta ROTENA

3D-tiskanje se nanaša na proces aditivnega grajenja tridimenzionalnega fizičnega predmeta iz datoteke podatkov digitalnega modela (računalniško podprto načrtovanje ali skeniran predmet) z odlaganjem in oblikovanjem zaporednih plasti materiala pod računalniškim nadzorom.

Kaj je 3D-tiskanje?⁵

Povedano na kratko, je 3D-tiskalnik stroj, ki lahko spremeni načrt v fizičen predmet, tako da nanaša sloj za slojem materiala, ne da bi pri tem moral prilagajati proizvodno orodje. 3D-tiskanje se nanaša na proces aditivnega grajenja tridimenzionalnega fizičnega predmeta iz datoteke podatkov digitalnega modela (računalniško podprto načrtovanje ali skeniran predmet) z odlaganjem in oblikovanjem zaporednih plasti materiala pod nadzorom računalnika. Zaradi tega aditivnega proizvodnega postopka se 3D-tiskanju reče tudi »aditivna proizvodnja«, kar je sicer tehnično bolj natančno, vendar pa se je bolj uveljavil izraz 3D-tiskanje zaradi široke uporabe medijih. Analogija s tiskanjem dokumentov tudi plastično predstavlja osnovni temeljni koncept odlaganja materiala z glavo tiskalnika, kar ustvari določen predmet. Vendar pa obstajajo mnoge osnovne tehnologije aditivne proizvodnje (npr. stereolitografija, lasersko sintranje, modeliranje z odlaganjem staljenega materiala), ki omogočajo različne stopnje natančnosti in dovršenosti. Čeprav so natisnjeni predmeti načeloma lahko skoraj kakršnekoli oblike ali geometrije, so njihove značilnosti odvisne od osnovne tehnologije tiskanja in materialov, ki jih je moč uporabiti. Napredni 3D-tiskalniki lahko ustvarijo tudi sestavljene predmete z internimi, premikajočimi se deli. Čas, potreben za tiskanje celotnega predmeta, pa se z višnjo stopnjo podrobnosti in zapletenosti predmeta podaljša.

Tehnologija je pomembna, saj omogoča neposredno proizvodnjo, torej da gre načrt neposredno od oblikovalca do fizičnega izdelka preko računalnika in 3D-tiskalnika. Njene tri ključne prednosti prinašajo revolucionaren pristop k proizvodnji: krajši časovni roki, oblikovalska svoboda in nižji stroški. Na ta način omogoča hitro in poceni izdelovanje prototipov, proizvodnjo in končno uporabo izdelkov (neposredna digitalna proizvodnja) ter izdelavo orodij, ki omogočajo proizvodnjo drugih komponent in izdelkov z uporabo drugačnih metod.

⁵ <http://3dprinting.com/what-is-3d-printing/>

<https://www.stratasysdirect.com/resources/what-is-3d-printing/>

Bandyopadhyay, Amit and Susmita Bose (Eds.). 2016. Additive Manufacturing. Boca Raton, London, New York: CRC Press Taylor and Francis Group.

van den Berg, Bibi, Simone van der Hof and Eleni Kosta (Eds.). 2016. 3D Printing Legal, Philosophical and Economic Dimensions. The Hague: TMC Asser Press.đ

Goodship, Vanessa, Bethany Middleton and Ruth Cherrington. 2016. Design and Manufacture of Plastic Components for Multifunctionality: Structural Composites, Injection Molding, and 3D Printing. Oxford, Waltham, MA: William Andrew, Elsevier.

Gibson, Ian, David Rosen and Brent Stucker (Eds.). 2015. Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing 2nd Ed. New York Heidelberg Dordrecht London: Springer.

Muthu, Subramanian Senthilkannan and Monica Mahesh Savalani (Eds.). 2016. Handbook of Sustainability in Additive Manufacturing, Volume 1. Singapore: Springer Science+Business Media.

Birtchnell, Thomas, and William Hoyle. 2014. 3D Printing for Development in the Global South The 3D4D Challenge. Palgrave Macmillan UK.

Omogoča tudi medsebojne povezave med področjema robotike in 3D-tiskanja, denimo 3D-tiskanje delov robotov, ki jih inženirji drugače ne bi mogli izdelati. Takšen primer je robot z mehкими nogami, ki se lahko premika po zahtevnem terenu in sega lahko uporabljaja pri reševalnih in iskalnih akcijah.⁶

4. VPLIV ROBOTIKE IN 3D-TISKANJA NA GOSPODARSTVO, DELO, IZOBRAŽEVANJE IN POTREBE DRUŽBE

Uporaba in aplikacija robotike

Obstaja veliko napovedi glede trendov v nadaljnjem razvoju robotike in 3D-tiskanja ter načinov, na katere bosta vplivala na specifične panoge, delovna mesta in prakse, pa tudi na izobraževanje ter potrebe in strukture družbe. Večino obstoječih robotov trenutno uporabljajo v industrijski proizvodnji. Skupno svetovno število delujočih robotov je bilo ob koncu leta 2015 okrog 1,6 milijonov enot, vrednost globalnega trga industrijske robotike je bila leta 2016 11 milijard ameriških dolarjev, medtem ko je trg robotskih sistemov (vključno s programsko opremo, sistemskim inženiringom itd.) ocenjen na 35 milijard dolarjev.⁷ Med obstoječimi industrijskimi enotami jih je bilo 272.000 v Ameriki (259.200 v Severni Ameriki), 914.000 v Aziji in Avstraliji (262.900 na Kitajskem, 297.200 na Japonskem, 201.000 v Južni Koreji). Evropa jih je imela 433.000 (183.000 v Nemčiji), Afrika pa 4.500. Leta 2016 je bilo po svetu nameščenih 290.000 novih robotov.

Večino tovrstnih robotov uporabljajo v avtomobilski in električni/elektronski industriji, sledijo pa jim kovinska, kemična in prehrabna industrija. Povprečna globalna gostota robotov je bila leta 2015 približno 69 industrijskih robotov na 10.000 zaposlenih v proizvodni industriji. Najbolj avtomatizirani trgi so v Južni Koreji, Singapurju, Japonski in Nemčiji. ZDA, eden največjih trgov robotov, je imela leta 2015 gostoto robotov 176 enot; Kitajska, od leta 2013 dalje največji trg robotov, pa je leta 2015 dosegla 49 enot, kar kaže na velik potencial glede instalacije robotov. Leta 2015 je bilo prodanih okrog 5,4 milijonov storitvenih robotov za osebno in domačo uporabo, kar je 16 % več kot leta 2014. Vrednost prodaje se je povečala za 4 % na 2,2 milijarde dolarjev.⁸

Napovedi za nove instalacije v letu 2019 so 50.700 za Ameriko (46.000 za Severno Ameriko), 285.700 za Azijo in Avstralijo (160.000 na Kitajskem, 43.000 na Japonskem, 46.000 v Južni Koreji). Za Evropo napovedujejo 433.000 (25.000 v Nemčiji), za Afriko pa 800 novih instalacij. Napovedi za globalni trg robotov med leti 2016 in 2109 ocenjujejo, da bo 1,4 milijona novih industrijskih robotov nameščenih v tovarnah, 333.000 jih bo profanih v industrijski in neindustrijski sektor, 42 milijonov storitvenih robotov za osebno in domačo uporabo (*consumer robots*, roboti za potrošnike) pa bo v zasebni rabi. Čeprav je bila prodaja hišnih robotov/asistentov/humanoidov doslej precej nizka, napovedujejo, da bodo med letoma 2016 in 2019 prodali okrog 8.100 enot tovrstnih robotov. To jasno kaže, da bo v prihodnosti obstajala potreba po delovni sili, ki bo oblikovala, izdelovala, vzdrževala, programirala in upravljala z roboti.

Danes vidimo robote različnih oblik, ki izvajajo številne različne naloge, čeprav jih večina ostaja v domeni industrijske proizvodnje in opravljajo ponavljajoče se, predvidljive, zahtevne in visoko specializirane naloge. Kljub temu pa so avtomatizirani in polavtomatizirani sistemi robotike uporabljeni

⁶ <http://www.bbc.com/news/av/technology-40296297/the-soft-3d-printed-robot-that-could-come-to-the-rescue>

⁷ International Federation of Robotics 2016

⁸ World Robotics Service Robots 2016 <https://ifr.org/free-downloads/>

tudi v kirurgiji (npr. operacijski sistem da Vinci),⁹ za teleprisotnost v nevarnem okolju (izjemna eksplozija komercialnih brezpilotnih letalnikov, sonde na drugih planetih, v morju), sedaj pa imamo robote na voljo za domačo potrošniško uporabo, denimo sesalci in pomivalni stroji, kosilnice (npr. Roomba). Prav tako smo priče prvih avtomatiziranih robotskih sistemov, ki pripravljajo hrano v restavracijah s hitro prehrano¹⁰ ali opravljajo delo receptorjev v hotelih, poleg tega pa so različne poti uspešno opravili tudi prva vozila brez voznika, kot je denimo Uberjev 18-kolesni tovornjak, ki je dostavil tovor piva Budweiser.¹¹ Vzporedni raziskovalni cilj pa vseeno ostaja razvoj robotov, ki bi imeli širši spekter sposobnosti, podobnih človeku. – sposobnosti ne moremo opravljati.

Uporaba in aplikacija 3D-tiskanja

Na podoben način je 3D-tiskanje ali aditivna proizvodnja tehnologija, ki nastaja od konca 20. stoletja, vendar je šele sedaj dosegla točko tehnološkega razvoja, kjer postaja dostopnejša.

Komercialno se te tehnologije uporablja predvsem v panogah z visoko dodano vrednostjo in aplikacijah, ki vključujejo letalske in vesoljske, avtomobilske in biomedicinske (protetika in implantologija) izdelke, ki zahtevajo izjemno zapleteno in prilagojeno oblikovanje v majhnem obsegu. Vendar pa je napredek glede hitrosti, natančnosti, lastnosti materialov, zanesljivosti strojev in razvoja nizkocenovnih strojev povečal dostopnost in število uporabnikov in ima zato velik potencial. Trenutno je s 3D-tiskanjem ustvarjen le en izdelek na tisoč. Globalna proizvodnja je bila leta 2011 vredna 10,5 bilijonov dolarjev, predvideva pa se, da bo leta 2025 dosegla vrednost 15,9 bilijonov. Panoga 3D-tiskanja je bila leta 2011 vredna 1,7 milijarde dolarjev, do leta 2025 pa predvidevajo, da bo dosegla vrednost več kot 10 milijard.

Koncept in tehnologija 3D-tiskanja predstavljata tako nove poslovne priložnosti kot nove poslovne modele (vključno s socialnimi), ki temeljijo na preobrazbi digitalnih podatkov v fizične predmete na oddaljenih lokacijah, neodvisno ali centralizirano proizvodnjo in industrijska območja z uporabo »tiskalnih vozlišč« (*printing hubs*). Poleg omogočanja ustvarjanja večjega spektra izdelkov, kot jo omogoča klasična proizvodnja, predstavlja možnost demokratizacije oblikovanja in opolnomočenja skupnosti z decentralizirano proizvodnjo ter spodbujanja inovativnosti in kreativnosti. Omogočanje konceptualizacije izdelkov, ustvarjanja in širjenja na (relativno) katerikoli geografski lokaciji, zmanjšuje tveganje selitve dejavnosti 3D-tiskanja in z njim povezanih delovnih mest. Seveda pa vse to postavlja vprašanja pravic intelektualne lastnine in vpliva na okolje, do katerega bi lahko prišlo zaradi potencialno povečane porabe in proizvodnje na ranljivih, odmaknjenih lokacijah itd.

Vplivi robotike in 3D-tiskanja

V splošnem roboti ponujajo znatne ekonomske koristi podjetjem in zaposlovalcem, tudi kar se tiče nižjih stroškov delovne sile, saj roboti ne potrebujejo zdravstvene oskrbe, letnega dopusta, zdravstvenega in pokojninskega zavarovanja ali drugih socialnih ugodnosti. Na področjih proizvodnje in dela omogočajo večjo produktivnost, višje hitrosti, večjo natančnost, nižje stroške in širitev dela onkraj trenutnega obsega človeških zmognosti. Z večjo preciznostjo robotskih sistemov in padanjem njihovih cen bodo postali dostopni tudi malim in srednje velikim podjetjem, ki bodo imela večji doseg inovativnih dejavnosti. Zaradi vse bolj razvitih robotskih sistemov lahko pričakujemo, da jih bo moralo

⁹ <http://allaboutroboticsurgery.com/surgicalrobots.html>

¹⁰ <https://singularityhub.com/2017/03/08/new-burger-robot-will-take-command-of-the-grill-in-50-fast-food-restaurants/>

¹¹ <https://www.wired.com/2016/10/ubers-self-driving-truck-makes-first-delivery-50000-beers/>

začeti uporabljati več podjetij, če bodo želela ostati konkurenčna in inovativna na čedalje bolj povezanem globalnem trgu.

Uvajanje novih strojev, ki avtomatizirajo opravila, ki so jih prej opravljali ljudje ali živali, sta vsaj od industrijske revolucije in danes slavnih ljudskih uporov proti izgubi dela zaradi uvedbe industrijskih statev v Angliji v 19. stoletju spremljala tudi strah in dejanska izguba dela in delovnih mest. Tako pozitivne učinke naraščajoče avtomatizacije in robotizacije, še zlasti v industrijskem in komercialnem sektorju vedno spremljajo družbeni stranski učinke zmanjšane potrebe po človeških delavcih, katerih poklici navadno postanejo zastareli. Čeprav ob uvedbi novih strojev in tehnologij vedno nastanejo nova delovna mesta, običajno bolj strokovno zahtevna, ostajajo odprta vprašanja, kako prekvalificirati sedaj nezaposlene, ali bo delovnih mest dovolj in kakšna delovna mesta bodo ustvarjena, da bodo zaposlila celo intelektualne delavce in strokovnjake.

Nekatere novejšje študije prestižnih ustanov, denimo študija, ki sta jo izvedla univerza v Oxfordu in Deloitte, napovedujejo visoko verjetnost, da bo v roku 10 do 20 let v ZDA avtomatiziranih 47 % od 700 delovnih mest.¹² V Veliki Britaniji avtomatizacija do leta 2030 grozi približno 35 % trenutnih delovnih mest.¹³ Druge študije napovedujejo, da bo v OECD-ju verjetno avtomatiziranih okrog 57 % delovnih mest, pri čemer je odstotek v Indiji verjetno 69 %, na Kitajskem pa 77 %.¹⁴ McKinsey Global Institute do leta 2055 napoveduje potencialno avtomatizacijo polovice od 2.000 trenutnih delovnih dejavnosti na 800 delovnih mestih na globalni lestvici. To pomeni, da bo do sprememb prišlo na večini delovnih mest, kar bo zahtevalo nova znanja in spretnosti, vendar večina delovnih mest ne bo popolnoma avtomatizirana. Delovna mesta, za katera pa je vseeno najbolj verjetno, da bodo avtomatizirana, zajemajo predvidljive fizične dejavnosti (81 %), obdelavo podatkov (69 %) in zbiranje podatkov (64 %). Tako za popolno avtomatizacijo niso ranljiva le delovna mesta, ki zahtevajo nizke kvalifikacije in so slabše plačana, temveč približno enako število najslabše in najboljše plačanih služb.

Analitik Stuart Elliot, ki je leta 2014 trdil, da bi bilo v prihodnosti lahko avtomatiziranih okrog 80 odstotkov trenutnih delovnih mest, piše tudi, da bi se zaposlovanje v preostalih 20 odstotkih delovnih mest lahko razširilo in absorbiralo celotno delovno silo.¹⁵ Robote morajo konec koncev (še vedno) oblikovati in ustvariti ljudje.

Delovna mesta, ki nastajajo in se odpirajo z razvojem 3D-tiskanja, so s področij 3D-oblikovanja, 3D-računalniško podprtega načrtovanja (CAD) modelov, raziskav in razvoja (R&D), biološkega in znanstvenega modeliranja, arhitekturnega/gradbeniškega modeliranja, izobraževanja, prava in pravniških poklicev, novih poslovnih priložnosti, franšiz 3D-tiskanja kot storitve in administrativnih položajev.¹⁶ Delovna mesta za oblikovalce, ki lahko prevedejo idejo o izdelku v 3D-natisnjene predmete, se bodo odpirala v podjetjih 3D-tiskanja, v okviru ekip 3D-oblikovanja v podjetjih in kot *freelancerji (svobodnjaki)*.

¹² Frey and Osborne 2013

¹³ <http://www.bbc.com/news/business-39377353>

¹⁴ Citibank, Frey, Osborne 2016

¹⁵ <http://issues.org/30-3/stuart/>

¹⁶ <http://www.businessnewsdaily.com/5125-3d-printing-jobs.html>



Spretnosti, ki jih bodo potrebovali delavci na področjih novodobne tehnologije, se delijo na tri področja osnovnih spretnosti.¹⁷ Prve so **kognitivne spretnosti**, ki vključujejo digitalno pismenost, pa tudi napredno reševanje problemov ter spretnosti kreativnega in kritičnega razmišljanja. Potem so tu **socialne in vedenjske spretnosti**, kakšne so vestnost, odločnost in odprtost za izkušnje. Tretje pa so **tehnične spretnosti**, specifične za delovno mesto ali poklic, v tem primeru povezane s sistemi robotike in 3D-tiskanjem.

Zaključek

Globalna raziskava 100 največjih zaposlovalcev je pokazala, da med letoma 2015 in 2020 pričakujejo skupno izgubo 7,1 milijona delovnih mest zaradi avtomatizacije,¹⁸ od tega sta dve tretjini s področja rutinskih pisarniških in administrativnih nalog. Po drugi strani pa pričakujejo skupno 2 milijona novih delovnih mest, ki bodo generirana predvsem na področjih računalništva, matematike, arhitekture in inženiringa.

Ali bodo robotika in druge tehnologije na koncu ustvarile več ali manj služb, kot jih bodo odpravile, ostaja odprto vprašanje, vendar pa je jasno, da se bodo delavci, ki jim bo tehnologija vzela ali spremenila delovna mesta, morali naučiti novih spretnosti, pridobiti znanja ter se seznaniti in pripraviti na delo skupaj z roboti. Isto bo veljalo za iskalce prve zaposlitve in mlade ljudi, ki se še odločajo glede svoje karijerne poti.

5. REZULTATI EVROPSKE RAZISKAVE ROTENA

Da bi ugotovili, kakšne so potreb, pričakovanja in pogoji pri dejanskih ponudnikih in uporabnikih, je projekt ROTENA izvedel obširno spletno evropsko raziskavo. Vprašalnik raziskave je bil strukturiranega tipa, sestavljen pa je bil iz 20 vprašanj, razdeljenih na dva dela: prvi se je osredotočal na robotiko (15 vprašanj), drugi na 3D-tiskanje (5 vprašanj). Osredotočali smo se na tri ključne skupine zainteresiranih: na ponudnike poklicnega izobraževanja in usposabljanja, na majhna in srednje velika podjetja kot potencialne uporabnike robotike in 3D-tiskanja in zaposlovalce posameznikov s potrebnimi spretnostmi ter na posameznike, ki bi jih osvajanje tovrstnega znanja, spretnosti in karier v prihodnosti zanimalo.

Vprašalnik je bil pripravljen v angleščini, nato pa preveden v vse partnerske jezike (portugalščino, nemščino, švedščino, slovenščino). Vse jezikovne različice so bile nameščene na spletni sistem raziskav 1KA, pri čemer je obdobje zbiranja podatkov trajalo od februarja 2017 do aprila 2017. Vabila so bila poslana, ko se je anketa odprla in med celotnim trajanjem ankete. Uporabljeno je bilo več kanalov, od partnerskih omrežij do osebnih vabil ter objav na družbenih omrežjih in spletnih straneh.

Ko je bila anketa zaprta, smo prejeli 150 veljavnih odgovorov. Od teh je bilo 28 (19 %) predstavnikov majhnih in srednje velikih podjetij, 36 (24 %) predstavnikov institucij, ki ponujajo izobraževanja/usposabljanja, 86 (57 %) pa je bilo posameznikov.

¹⁷ <https://www.brookings.edu/blog/future-development/2016/03/01/preparing-for-the-robots-which-skills-for-21st-century-jobs/>

¹⁸ WEF 2016

Glavni rezultati

- J 36 % anketiranih ni imelo nikakršnega znanja avtomatizacije in robotike v industrijskem okolju.
- J 83 % jih je menilo, da je lahko raba robotov v podjetju koristna.
- J 38 % anketiranih je v svojih podjetjih robotske naprave že uporabljalo.
- J 79 % anketiranih je lahko opredelilo naloge v svojih podjetjih, ki bi jih lahko avtomatizirali oz. bi jih opravljal robot.
- J 63 % anketiranih je povedalo, da njihova podjetja razmišljajo o uporabi robotskih naprav v prihodnosti.
- J 58 % majhnih in srednje velikih podjetij je povedalo, da bi imeli njihovi zaposleni koristi od več znanja/usposabljanja glede rabe robotike.
- J 96 % anketiranih je bilo mnenja, da bi morale šole in izobraževalne ustanove omogočiti več usposabljanja s področja spretnosti in znanja o robotiki.
- J 36 % anketiranih je znalo uporabljati 3D-tiskalnik. Njihovi odgovori kažejo, da obstajajo potrebe po priložnostih dodatnega izobraževanja in usposabljanja o 3D-tiskanju, ki bi bile preprosto dostopne majhnim in srednje velikim podjetjem.
- J 45 % anketiranih v svojih podjetjih 3D-tiskanje že uporablja.
- J 82 % malih in srednje velikih podjetij je menilo, da bi imeli njihovi zaposleni koristi od več znanja/usposabljanja glede rabe 3D-tiskanja.
- J 67 % malih in srednje velikih podjetij je menilo, da bi raba 3D-tiskanja izboljšala njihovo konkurenčnosti in zmanjšala stroške.
- J 86 % anketiranih je bilo mnenja, da bi morale šole in izobraževalne ustanove omogočiti več usposabljanja s področja spretnosti in znanja o 3D-tiskanju.
- J 90 % anketiranih je menilo, da bi jim v prihodnosti lahko znanje robotike dalo poklicno prednost v iskanju zaposlitve ali pri njihovem delu.
- J 83 % anketiranih bi se udeležilo tečaja/modula o robotiki, če bi bil ta na voljo brezplačno.
- J 58 % anketiranih je zanimalo grajenje in programiranje robotov, pri čemer si jih je 42 % želelo uvodnega in osnovnega znanja o robotiki.
- J 54 % anketiranih si je lahko predstavljalo, da njihovo delo opravlja robot..
- J 23 % institucij je povedalo, da ponujajo samostojne predmete robotike. Obstaja potreba po dodatnih samostojnih predmetih na temo robotike, ki bi jih institucije lahko prilagodile svojim programom in potrebam..
- J 9 % institucij je povedalo, da ponujajo samostojne predmete 3D-tiskanja, 33 % pa jih ponuja izobraževanje v obliki določenih modulov.

Zaključki raziskave

- J Dejstvo, da več kot dve tretjini anketiranih majhnih in srednje velikih podjetij v prihodnosti razmišljata o rabi robotike, še potrjuje naraščajočo potrebo po usposobljenih zaposlenih v proizvodnji, vzdrževanju in upravljanju s tovrstnimi napravami.
- J Ta splošen podatek kaže, da se bo potreba po robotskih napravah in robotih v prihodnje še povečala in da se bo prav tako povečalo povpraševanje po zaposlenih z znanjem in spretnostmi upravljanja tovrstnih naprav.
- J Dve tretjini pritrdilnih odgovorov kaže, da obstaja potreba ne le po novih študentih in vajencih na področju robotike, temveč tudi po spletnih tečajih, ki bi pomagali obstoječim zaposlenim pridobiti dodatno znanje in spretnosti s tega področja.
- J Večina, ki zagovarja več tovrstnega izobraževanja v šolah in izobraževalnih institucijah, tudi potrjuje potrebo po spletnih tečajih in materialih, ki se jih lahko uporablja in prilagaja specifičnim izobraževalnim programom in usposabljanjem.
- J Kot pri robotiki tudi pri 3D-tiskanju odgovori kažejo, da bi lahko zanimanje za dodatno usposabljanje in spretnosti imeli ne le bodoči delavci, ampak tudi obstoječi zaposleni.

-) Kot pri robotiki tudi pri 3D-tiskanju večina, ki zagovarja več tovrstnega izobraževanja v šolah in izobraževalnih institucijah, tudi potrjuje potrebo po spletnih tečajih in materialih, ki se jih lahko uporablja in prilagaja specifičnim izobraževalnim programom in usposabljanjem.

--ooOoo--

