

IZKUŠNJE I 4.0 PRI INTEGRACIJI ERGONOMIJE V PAMETNE HIŠE

Branislav Šmitek, Zvone Balantič

Izveček:

Na vsakem koraku se srečujemo z izrazom industrija 4.0 (angl. Industry 4.0 – I 4.0), ki na prvi pogled opredeljuje le področje razvijajoče se sodobne industrije, v resnici pa je I 4.0 tesno povezan s pojmom internet stvari (angl. Internet of Things – IoT) in internet ljudi (angl. Internet of People – IoP). I 4.0 označuje brezžično povezljivost senzorjev s kibernetskimi sistemi, ki preoblikujejo in obdelujejo signale in jih preko aktuatorjev vodijo do objekta krmiljenja in nazaj. Pri tem v nove okvire postavljamo tudi ergonomijo.

Pregled in analiza teoretičnih izhodišč strokovne in znanstvene literature nas vodi v smeri implementacije I4.0 v pametno bivalno okolje. Analitični pristop ponuja rešitve, ki s pomočjo inteligentnih programskih orodij zanesljivo opravijo svojo nalogo tudi v okviru pametnih hiš.

Industrijski kibernetski sistemi omogočajo suvereno upravljanje proizvodnje z decentraliziranimi procesi, ki se upravljajo sami. Podoben model predstavljamo tudi v okolju pametnega bivalnega okolja, znotraj katerega pametni moduli med seboj uspešno komunicirajo in nas obveščajo o tekočem stanju sistema.

Bivalno okolje prihodnosti bo vsebovalo vse tehnološke elemente industrije 4.0, človek pa se bo še bolj znašel v središču pozornosti. Njegovo interaktivno sodelovanje z okoljem in z adaptiranimi kolaborativnimi roboti bo generiralo nov odnos v sodobnem kibernetskem sistemu. Klasični elementi ergonomije bodo z novo tehnologijo lažje dosegljivi in hitreje prilagodljivi.

Ključne besede:

ergonomija, industrija 4.0, pametna hiša

1 Uvod

Ergonomija in sodobno industrijsko okolje sta intenzivno povezana preko človeka. Medsebojni vplivi okolja na človeka in obratno se z leti in razvojem tehnologije temeljito spreminjajo [1].

V sodobnih okoljih naših domovanj se hote ali ne hote pojavlja čedalje več pametnih aparatov, ki so vse bolj intenzivno povezani v snop medsebojnega komuniciranja. Prav v to komunikacijo na ključnih točkah vstopa človek, ki se mora nastalim razmeram prilagoditi. Seveda imajo prednost zahteve in pričakovanja po ustrezni prilagoditvi delovnega in bivalnega okolja človeku.

I 4.0 na prvi pogled opredeljuje le področje razvijajoče se sodobne industrije, v resnici pa je tesno povezana s pojmom IoT in IoP. I 4.0 označuje brezžično povezljivost senzorjev s kibernetskimi sistemi, ki preoblikujejo in obdelujejo signale in jih

preko aktuatorjev vodijo do objekta krmiljenja [2]. Povratna zveza omogoča normalno delovanje regulacijskega kroga na podlagi dejanskega stanja v okolju – lahko tudi v t. i. pametnih hišah.

Sodobni elementi digitalne transformacije omogočajo vpeljavo popolnoma prilagodljivih sistemov z neprekinjeno izmenjavo podatkov med ključnimi točkami procesa, krmilnimi enotami in objekti krmiljenja. Pri tem v nove okvire postavljamo tudi ergonomijo.

Pametne tovarne so sposobne izdelovati dobrine z večjo učinkovitostjo in so manj podvržene zunanjim vplivom ter zastojem. V pametni tovarni bodo ljudje, stroji, izdelki in drugi viri komunicirali drug z drugim na način, kot to omogočajo socialna omrežja. Objekti v pametni tovarni bodo lahko sami komunicirali s kupci in z dobavno verigo. S tem bodo močno povečali učinkovitost proizvodnega procesa ter poskrbeli za skrajšanje pretočnih časov [3].

I 4.0, pametne tovarne, pametni izdelki itd. so v zadnjem času tema, o kateri se veliko razpravlja na različnih nivojih družbe v Evropi. Proizvodni procesi, ki bodo krmiljeni s pametnimi mrežami in pametnimi sistemi, bodo imeli v prihodnje velik vpliv

Doc. dr. Branislav Šmitek, univ. dipl. org., **prof. dr. Zvone Balantič**, univ. dipl. inž., oba Univerza v Mariboru, Fakulteta za organizacijske vede

na naše življenje in na družbo v celoti. Pametna proizvodnja bo vodena s pomočjo inteligentnih programskih orodij, ki bodo povezana s pametnimi orodji in stroji ter napravami [4].

Če človek želi narediti korak v prostoru, enostavno premakne nogo, prenese težišče telesa na drugo nogo in izvede svoj načrtani namen. Ni bilo vedno tako, saj smo v naši rani mladosti večino umskih kapacitet porabili za izvedbo eksperimenta in za pomnjenje naučenega v zvezi s hojo in ravnotežjem. Večini ljudi je pri enem letu uspelo in koraki so tako postali del naše podzavesti. Žal obstajajo tudi fiziološke in/ali kognitivne omejitve, ki so lahko preprečile normalen razvoj sposobnosti hoje pri človeku. Če ljudje želimo pridobljene sposobnosti obdržati čim dlje, je prav, da se zavedamo tudi vplivov okolja na naš načrtani cilj.

Regulacijski krog pri človeku se vzpostavi med upravnim sistemom (US - možgani) in objektom upravljanja (OU - mišice). Signali iz možganske skorje tečejo po osnovni zvezi (OZ - živci) in prihajajo do mišic, da bi le-te opravile svoje delo. Povratna zveza (PZ - živci) je namenjena prenosu povratnega signala skozi merilni člen, kjer se izmerijo odstopki, na podlagi katerih pride do ustreznega odziva na vstopnem signalu [1].

Podobno razmišljanje lahko apliciramo v eksterne sisteme, kjer se srečamo z IoT. Vse bolj se zavedamo, da IoT ne izpolnjuje vseh naših pričakovanj, zato postaja vse bolj aktualen tudi IoP. IoP za razliko od IoT poleg nežive internetne interakcije vključuje še kako žive in dejavne uporabnike. Dejansko je današnji internet še v fazi tovrstnega razvoja, zato na tem področju obstaja še ogromen potencial.

1.1 Inteligenca

Vsem so poznani najrazličnejši testi, ki omogočajo opredeljevanje inteligence pri človeku (angl. Human Intelligence - HI), ki je trdno povezana s kognitivnimi zmožnostmi človeka. Pri tem gre za sposobnost zaznavanja informacije, njene predelave in shranjevanja (senzorji, živčevje in možgani - spomin). Človek svojo inteligenco povezuje tudi z močjo izražanja (jezik in artikulacija). Tako kot pri človeški inteligenci razmišljamo tudi pri umetni inteligenci (angl. Artificial Intelligence - AI), kjer uporabljamo najrazličnejša orodja za obvladovanje tega področja - računalnik, jezikoslovje, ekonomijo, robotiko, optimizacijo, statistiko ... Povezave med področji strukturirajo robotiko, kibernetiko, mehatroniko in še nešteto drugih sistemov. Primerjava človeških možganov s superračunalnikom v splošnem daje povsem jasn rezultat. Absolutni zmagovalc pri zmogljivosti, hitrosti procesiranja, energiji in masi so človeški možgani, toda ocena je splošna

in opredeljena s stotinami različnih dejavnosti, ki jih obvladuje človek. Če želimo poiskati prednosti AI pred HI, se običajno vežemo le na ozko področje dejavnosti ali le na eno dejavnost. Pri tem moramo opozoriti na prednosti AI v hitrosti izvedbe, manjši pristranskosti, večjih operativnih sposobnostih, natančnosti, ponovljivosti ... Nenazadnje - človeški možgani (HI) delujejo analogno, računalniki (AI) pa digitalno. Neposredna primerjava med HI in AI je včasih nemogoča ali vsaj zapletena, toda vsekakor je AI človeku v izjemno pomoč, saj mu lahko zaradi nešteti možnosti posnemanja človeškega vedenja izdatno pomaga.

1.2 »Pametno«

V današnjem času, ko poudarjamo AI v povezavi s HI, se prepogosto navežemo na izraz »pametno«. Pametne rešitve vključujemo v pametne tovarne, okolja, mesta in seveda domove. Življenje postaja »pametno«. Morda je izraz doživel nekoliko preveč inflacije, saj bi bila beseda »udobje« povsem primerna za označevanje vseh tehnoloških, organizacijskih in kibernetičnih rešitev, ki jih uporabimo za bolj lagodno druženje z inovacijami. Res je, da 4. industrijska revolucija prinaša neskončno možnosti za bolj učinkovit preplet med HI in AI, v katerem sodeluje vse bolj zahteven in kritičen uporabnik. Današnja realnost se kaže v IoT, kjer omogočamo vse vrste zamišljenih medsebojnih povezljivosti ljudi in naprav (Wi-Fi, senzorji, nadzorni sistemi, avtomatizacija, regulacija, identifikacija, avtentikacija ...). Singh poudarja, da so »trenutno na voljo rešitve s pametnimi napravami, ki so zelo drage. Cenovno ugodne rešitve s pomočjo pametnega doma pa so še v fazi načrtovanja in razvoja. IoT-naprave v pametnem domu lahko igrajo pomembno vlogo pri ustvarjanju cenovno ugodnih rešitev za varčevanje z energijo.« [5] Spomnimo se, da je večji del tega, kar danes označujemo za »pametno«, znanost poznala že pred leti, samo predraga in nedosegljiva tehnologija je preprečevala širšo in ceneno uporabo teh rešitev. »Modne besede, kot so pametne hiše, pametna mesta ali internet stvari, se v zadnjem času najdejo tako v političnih dokumentih kot v družbi v splošnem. Z nastopom pametnega telefona in naraščanjem uporabe osebnih računalnikov po vsem svetu je povezava z internetom prešla iz potrebe, povezane s poslom, v osnovno potrebo današnjega razvitega sveta. Čeprav so bile rešitve za pametne domove z avtomatizacijo doma na razpolago že od začetka 21. stoletja, potrošniški trg teh rešitev ni v celoti sprejel. Šele sedaj se z vsesplošno uporabo pametnega telefona pojavljajo znaki počasnega povečanja uporabe pametnih domačih naprav.« [6] Pri tesnem sodelovanju AI in HI ne gre pozabiti na zakonitosti marketinških življenjskih ciklov. Vsak še bolj sodoben izdelek postaja žrtev marketinške rasti in pozabe, zato sta razvoj in sodelovanje AI v

tem sistemu tako samoumevna. V obdobju miniatrizacije in mobilnosti postaja tehnološki korak hitrejši od klasičnih marketinških modelov in tako to postaja ključni dodatni faktor pri hitrosti in razširjenosti uporabe sodobnih tehnologij v pametnih sistemih in s tem tudi v pametnih domovih. V želji za novimi in revolucionarnimi pomočniki v obliki IoT včasih brezglavo dravimo naprej, ne da bi se zavedali kibernetičnih vdorov. Ti vdori lahko posežejo v izvajalni del in/ali si prisvojijo različne vrste identitet. Ko govorimo o varnosti in kraji identitete, običajno pomislimo na krajo osebnih podatkov, toda še hujša oblika kraje identitete je, ko si nepridipravi poleg naštetega prilastijo še podatke o naših navadah v okviru »pametnega« okolja. Vsaka mikrostruktura IoT je torej kot člen verige, ki je močna toliko kot njen najšibkejši člen.

2 Metode

Skoraj desetletje mineva od prve omembe I 4.0 na sejmu v Hannovru in do dandanes je izraz dobro prepoznan v okolju pametnih tovarn. Potrebno je izpostaviti, da vse elemente I 4.0 (interoperabilnost, virtualizacija, decentralizacija, delovanje v realnem času, storitvena orientiranost in modularnost [7]) vse bolj uspešno integriramo tudi v drugih okoljih – tudi v pametnih domovih. V industriji je radiofrekvenčna identifikacija (RFID) prepuščena čipom, kar lahko apliciramo tudi v okolje pametnih domov, čeprav je »proizvodnja« v teh okoljih precej drugačna kot v industriji, kjer želimo poseči v komunikacijo znotraj delovnih in poslovnih procesov. Analogija med I4.0 v pametnih tovarnah in pametnih domovih se kaže v uporabi RFID, pametnih komunikatorjev (tablice, telefoni, namenski zasloni ...), optičnih

skenerjev (strojni vid), navidezne resničnosti (VR), IoT, loP, kolaborativnih robotov ...

Z razvojem pametnih okolij za potrebe uporabe v pametnih hišah sta se do danes oblikovali dve ključni smeri. Prva smer je fokusirana na uporabo pametnih naprav in komuniciranje z njimi s pomočjo pametnih telefonov in oblaka, ki ga zagotavlja posamezni proizvajalec. Druga smer pa je fokusirana na uporabo naprav in komuniciranje z njimi s pomočjo lokalnega sistema. Ta sistem naprave združuje v celoto, do katere je zagotovljen zunanji dostop s pomočjo pametnega terminala.

2.1 Povezava pametnega terminala in oblaka

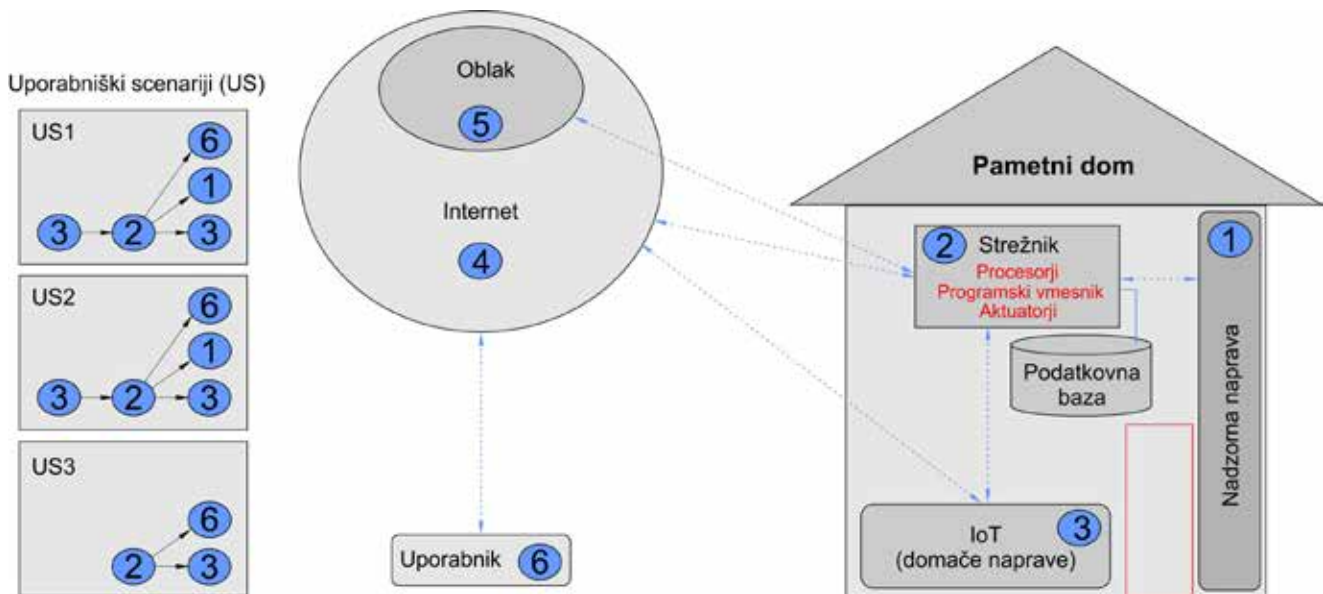
Odločitev o dostopu iz zunanjega okolja je prepuščena uporabniku sistema. Prva rešitev (*slika 1*) je veliko bolj izpostavljena kibernetičnim napadom kot druga. Zaradi enega samega vstopnega mesta za nadzor je druga rešitev (*slika 2*) morda boljša, saj je sistem veliko lažje zaščititi pred neželenimi dostopi.

2.2 Univerzalno pametno okolje - lokalni sistem

Drugo obliko izvedbe pametnega doma so uporabili programerji, združeni v skupnost OpenHAB (angl. Open Home Automation Bus). OpenHAB je odprtokodna, tehnološko neodvisna platforma za avtomatizacijo doma, ki deluje kot središče pametnega doma. Nekatere prednosti platforme so:



Slika 1 : Nadzor pametnih naprav s pomočjo pametnega terminala in oblaka (povzeto po: <https://www.youtube.com/watch?v=DYB2OY4jXnA>)



Slika 2 : Nadzor pametnih naprav s pomočjo lokalnega sistema (povzeto po: <https://www.intechopen.com/books/internet-of-things-iot-for-automated-and-smart-applications/smart-home-systems-based-on-internet-of-things>)

- ▶ združevanje množice pametnih naprav v en sam sistem,
- ▶ enoten uporabniški vmesnik in skupen pristop k pravilom za avtomatizacijo v celotnem sistemu ne glede na število vključenih pametnih naprav različnih proizvajalcev in
- ▶ prilagajanje željam uporabnika.

Naštete prednosti predstavljajo koncept univerzalne platforme, ki uporabnikom z osnovnimi informacijskimi znanji omogočajo oblikovanje sistema pametnega doma glede na njihove potrebe in okolje.

3 Rezultati

3.1 Nabor pametnih naprav

Danes imamo za gradnjo pametnega doma na razpolago celo vrsto senzorjev za zbiranje notranjih in zunanjih podatkov. Za gradnjo lokalnega sistema uporabljamo senzorje, ki sporočajo podatke lokalnemu portalu in ne v internet. Ti senzorji niso pritrjeni na naprave, ki bi bile vključene v IoT. Zaradi te značilnosti ne moremo govoriti o popolnem IoT, temveč bi ga lahko poimenovali »okrnjeni IoT«.

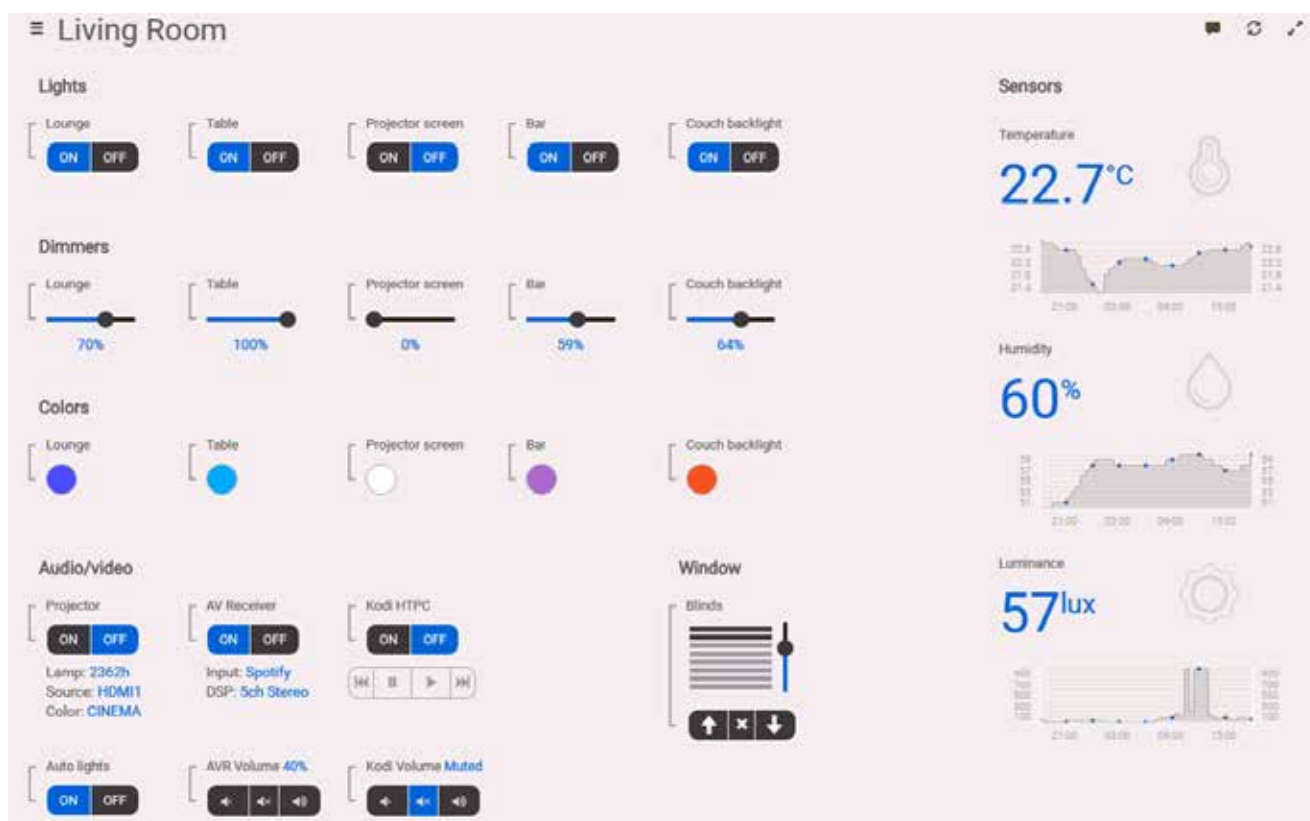
Poleg senzorjev pri gradnji pametnega doma uporabljamo tudi naprave, ki so sposobne izvajati ukaze, ki jim jih na podlagi podatkov senzorjev pošilja osrednji portal. Gre za programiranje delovanja naprav na podlagi pravil, ki jih določijo uporabniki oziroma se generirajo na podlagi tekočih podatkov ali pa na podlagi podatkov preteklih izkušenj.

OpenHAB je predstavnik portalov za gradnjo pametnih domov. Portal komunicira s pametnimi in »manj pametnimi« napravami, izvaja uporabniško definirana dejanja in uporabniku s pomočjo spletne strani pošilja povratno informacijo [7]. Portal s pametnimi napravami in tudi storitvami v spletu komunicira s pomočjo vezi (angl. binding). Uporabniki imajo na razpolago širok nabor vezi in s tem možnost uporabe najnovejših pametnih naprav in spletnih servisov [8]. Ker portal nastaja v odprtokodni skupnosti, se nabor vezi hitro večja in prilagaja novim napravam, ki se pojavijo na trgu.

Portal omogoča ročno krmiljenje pametnih naprav ali avtomatsko odzivanje na podlagi pravil. Povratna informacija se sporoča s pomočjo spletnih tehnologij. V pametni hiši lahko uporabimo sodobne komunikatorje, povezane v enovit sistem s parametri, ki vplivajo na dvig ugodja in udobja človeka v prostoru (slika 3).

Kontrolno ploščo lahko nadomestimo s prenosnikom, tablico ali mobilnim telefonom. Na ta način lahko regulacijo v pametnem domu individualiziramo in poenostavljamo. Uporabimo lahko tudi aplikacije, ki omogočajo povezljivost nekaterih pametnih naprav v sistem pametne hiše. Na ta način lahko sistem krmilimo s pomočjo zvočnih ukazov, ki jih nekatere naprave (Amazon Alex-a ali Google Smart Home Assistant) brez težav prepoznavajo. Trenutno je posredovanje ukazov možno le v tujem jeziku.

Prikazani način krmiljenja pametnega doma je ena izmed možnosti prilagajanja ergonomskih parametrov bivalnega prostora.



Slika 3 : Upravljalna plošča nekaterih elementov pametnega doma (vir: <https://community.openhab.org/t/overall-skin-based-on-the-orange-tree-theme-with-custom-widgets-and-styles/31307>)

3.2 Stroški gradnje pametne hiše

Po podatkih, ki jih izluščimo iz internetne ponudbe, lahko zelo osnovno obliko upravljalnega sistema v pametnem domu zgradimo že za 80–260 €. Taka osnovna izvedba vsebuje pametne naprave (luči, stikala, zvočno ukazovanje), ki jih krmilimo s pomočjo pametnega telefona in ne s pomočjo portala. Razširitev z vključitvijo portala, termostatov in ključavnic bi stroške povečala za dodatnih 400–1000 €.

Popolna avtomatizacija doma z vključitvijo robotskega sesalca, krmiljenjem avtomatskih garažnih vrat, reguliranjem dodatnih luči, ključavnic in senzorjev bi zahtevala še dodatnih 1000–3500 €.

Vsi navedeni stroški so odvisni od zahtevnosti uporabnika. V primeru, da avtomatizacijo sistemov v hiši izvedejo podjetja, ki so specializirana za tovrstno dejavnost, se lahko stroški zvišajo za dva- do trikrat.

3.3 Načelo naredi sam

Uporabniki, ki imajo nekaj tehničnega in informacijskega znanja, običajno poskusijo avtomatizirati dom sami ali s pomočjo strokovnih priporočil tretjih oseb. Veliko informacij in zbranega znanja ter izkušenj je moč najti na spletu. Stroški izvedbe se tako

lahko zelo znižajo ali pa se razdelijo na posamezne razvojne faze.

Načelo »naredi sam« je tudi osnova za oblikovanje v prispevku predstavljenega portala. Skupnost razvijalcev odprtokodne programske opreme je namreč dopolnila zbirko pametnih ukazov proizvajalcev pametnih naprav. S tem je uporabnikom ponudila možnost gradnje sistema po lastni zamisli in v lastni izvedbi. Danes je na trgu mogoče dobiti raznovrstne pametne naprave, ki so tudi cenovno dosegljive, za katere programerji hitro napišejo programsko opremo, kompatibilno z opisanim portalom. Na ta način se število pametnih domov zelo hitro širi. Tržne analize kažejo na to, da bo do leta 2022 v Evropi že okoli 84 milijonov pametnih domov. V posameznem domu bi lahko bilo tudi do 500 pametnih naprav. Te številke predstavljajo velik izziv proizvajalcem pametnih naprav [9].

4 Razprava

Ergonomija je znanost, ki je vpeta med človeka in njegovo delo, pri tem pa proučuje anatomska, fiziološka, mehanska, kognitivna in organizacijska načela vplivov na zmogljivost človeka pri delu. Ergonomija je interdisciplinarno proučevanje delovnih obremenitev ter iskanje razbremenitev, kadar obremenitev povzroča neudobje ali celo prekora-

čuje tolerančno mejo [1]. Ergonomija se s časom spreminja in prilagaja nastalim razmeram v različnih okoljih (bivalno okolje, promet in varnost, bolnišnice in šole, šport in prosti čas ...). Osnovni namen ergonomije se s časovnim okvirom ne spreminja in izpostavlja optimizacijo določenega sistema s prilagajanjem pogojev sposobnostim in potrebam človeka. Vse to velja seveda tudi za pametne hiše, ko lahko izpostavimo največkrat delujoče sisteme upravljanja razsvetljave, zatemnjevanja in zastiranja sončnega sevanja, ogrevanja/hlajenja, vlažnosti, prezračevanja, avdio- in videosisteme, varnostne in nadzorne sisteme, namakanje vrta, upravljanje gospodinjskih aparatov, avtomatizacija zalog, hranjenje hišnih ljubljenčkov ...

Osnovne elemente pametnega domovanja že danes intenzivno povezujemo s človeškimi faktorji oziroma z ergonomijo.

Bivalno okolje prihodnosti bo vsebovalo vse tehnološke elemente industrije 4.0, človek pa se bo še bolj znašel v središču pozornosti. Njegovo interaktivno sodelovanje z okoljem in z adaptiranimi kolaborativnimi roboti bo generiralo nov odnos v sodobnem kibernetskem sistemu regulacijskih zank. Klasični elementi ergonomije bodo z novo tehnologijo lažje dosegljivi in hitreje prilagodljivi.

Ko razmišljamo o odprtih možnostih povezav I4.0 s pametnim domom, ne smemo pozabiti na sisteme, ki trenutno še niso tako izpostavljeni. Gre za avtomatsko prilagajanje višine delovnih površin človeku, ki trenutno opravlja ustrezna dela, npr. v kuhinji. V tem okolju je potrebno poskrbeti za diferenciacijo pri delu ob pultu in pri delu ob štedilniku ali npr. pomivalnem koritu. Vsekakor je izjemno aktualna dimenzija pametne hiše usmerjena v trajnostno bivanje in bivanje v starosti, ko je človeku potrebno prilagoditi delovno okolje in priskrbeti nabor ergonomskih pripomočkov. Prav tako je izjemno pomemben tudi razvoj pametnih domovanj za invalide. Pri razvoju teh zamisli so nepogrešljive izkušnje slovenskih strokovnjakov na URI Soča [11]. Na teh področjih obstaja še nešteto možnosti tudi pri razvoju eksoskeletoev in pri sodelovanju kolaborativnih robotov.

Visoka dodana vrednost za družbo je omogočiti ali vsaj spodbujati bivanje v domačem okolju tudi v tretjem življenjskem obdobju, zato za revolucionarne premike na tem področju potrebujemo izkušnje I4.0. Tretje življenjsko obdobje in vse starejša populacija predstavljata velik izziv za bodoče raziskave in implementacijo izkušenj I4.0 v okolje pametnih domov. Današnje rešitve so namenjene izboljšanju ugodja in udobja srednje generacije, ki bo pozitivno praktično izkušnjo prenesla v svojo bodočnost oz. svoje tretje življenjsko obdobje. Danes se vse bolj postavlja vprašanje, ali lahko dodatne pametne naprave v domu nadomestijo poznane oblike skrbi

za zdravje in večjo neodvisnost starejše populacije. Znanja, zbrana s področja raziskav v telemedicini, izboljšujejo izkušnje telezdravja. Različni projekti s tega področja (e-recept, e-napotnica, e-naročanje, e-posvet s specialistom ...) širijo pridobljeno znanje in krepijo razvoj telemedicine prihodnosti. Bolnišnice bomo še vedno potrebovali, kljub temu pa je vse večji razvoj pametnih naprav, ki so povezane z zdravjem, vizija, ki jo je potrebno podpirati in spodbujati. Veliko raziskovalnega navora bo v bodoče treba nameniti tudi povezovanju pametnih domov v večje celote, pametne soseske, ki bodo lahko združene v pametna mesta. Z uporabo pametnih sistemov bomo kakovost življenja vsekakor dvignili na višji nivo in v resnici živeli ergonomijo.

Literatura

- [1] Balantič, Z., Polajnar, A., Jevšnik, S., Ergonomija v teoriji in praksi, Ljubljana: Nacionalni inštitut za javno zdravje, 2016.
- [2] Balantič, Z., Polajnar, A., Jevšnik, S., »Izzivi človeških faktorjev v industriji 4.0.« IRT 3000: inovacije, razvoj, tehnologije, izv. letn.12/4, pp. 178-182, 2017.
- [3] Herakovič, N., »Izzivi industrije 4.0.« v Avtomatizacija strege in montaže 2015 - ASM'15, Ljubljana, 2015.
- [4] Herakovič, N., »Nekateri tehnološki izzivi Industrije 4.0.« Izv. 1, pp. 10-16, 2016.
- [5] Singh, P. P., Khosla, P. K., Mittal, M., »Energy Conservation in IoT-Based Smart Home and Its Automation.« Studies in Systems, Decision and Control, Izv. vol. 206, 2019.
- [6] Serrenho, T., Bertoldi, P., Smart home and appliances: State of the art - Energy, Communications, Protocols, Standards, EUR 29750 EN, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019.
- [7] Directorate general for internal policies, »Policy department A: Economic and scientific policy Industry 4.0.« 2016. [Elektronski]. Available: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU\(2016\)570007_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/570007/IPOL_STU(2016)570007_EN.pdf). [poskus dostopa 9 jan 2020].
- [8] Open HAB, »Introduction.« 9. jan. 2020 a. [Elektronski]. Available: <https://www.openhab.org/docs/>.
- [9] Open HAB, »Add-on Reference.« 9. jan 2020 b. [Elektronski]. Available: <https://www.openhab.org/addons/>.
- [10] Sforza, M., »Twenty-two million smart homes in Europe: from science-fiction to reality.« 9. jan. 2020. [Elektronski]. Available: <http://www.cityfied.eu/news/articlesinterviews/twenty-two-million-smart-homes-in-europe-from-science-fiction-to-reality.kl>.
- [11] Ocepek, J., Jenko, M., Zupan, A., »Dom IRIS in njegova vloga v rehabilitaciji.« Izv. 2, 2010.

14.0 experiences by ergonomics integrating into smart homes

Abstract:

On every step, we encounter the term Industry 4.0, which at first glance defines only the field of an emerging modern industry, but in reality, I 4.0 is closely related to the concepts of the Internet of Things - (IoT) and the Internet of People (IoP). I 4.0 indicates the wireless connectivity of sensors with cybernetic systems that transform and process signals and through the actuators guide these signals to the control object and back. With that approach we are also putting ergonomics in new frames.

A review and analysis of the theoretical background of the professional and scientific literature leads us towards the implementation of I 4.0 in a smart living environment. The analytical approach offers solutions that reliably accomplish their mission, including intelligent software tools even with smart houses.

Industrial cybernetic systems enable the optimal management of production through decentralized, self-managed processes. We can also present a similar model in a smart living environment, where smart modules successfully communicate with each other and inform us about the current state of the system.

The living environment of the future will contain all the technological elements of Industry 4.0 in which human will be in the spotlight even more. Its interactive collaboration with the environment and with adapted collaborative robots will generate a new relationship in the modern cybernetic system. By implementation of new technologies, classic elements of ergonomics will be easier to reach and more flexible.

Keywords:

Ergonomics, Industry 4.0, Smart House

 **JAKŠA**
MAGNETNI VENTILI

od 1965

- vrhunska kakovost izdelkov in storitev
- zelo kratki dobavni roki
- strokovno svetovanje pri izbiri
- izdelava po posebnih zahtevah
- širok proizvodni program
- celoten program na internetu



www.jaksa.si



Jakša d.o.o., Šlandrova 8, 1231 Ljubljana
T (0)1 53 73 066, F (0)1 53 73 067, E info@jaksa.si