

UMJETNA INTELIGENCIJA U POUČAVANJU MIŠLJENJA I DONOŠENJU ODLUKA - SOCIO-TEHNIČKA PERSPEKTIVA

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN TEACHING THINKING AND DECISION MAKING - SOCIO-TECHNICAL PERSPECTIVE

Zdenko Balaž, Sergej Lugović

Tehničko veleučilište u Zagrebu

Sažetak

UI najviše kroz inteligentne sustave nalazi aplikativnu primjenu u područjima tehničkih znanosti. Pozitivan učinak njenog izučavanja je bolje razumijevanje ljudske inteligencije i olakšavanje primjene informacijsko komunikacijskih tehnologija. Zbog svoje esencijalne povezanosti sa znanjem umjetna se inteligencija u novije vrijeme sve češće koristi i u područjima društvenih znanosti. Prikupljanje, pohrana i primjena znanja osim u rješavanju složenih zadataka koristi se u poučavanju mišljenja i donošenju odluka. Istraživanja provedena uz pomoć umjetne inteligencije, nad domenama znanja kroz kognitivne složenosti i kontekst znanja, rezultirala su spoznajama o poučavanju mišljenja kojim se može utjecati na donošenje odluka i približavanju pluri-perspektivnosti.

U radu su navedeni rezultati istraživanja svjetskih eksperata provedenih na području ekonomskih znanosti za koje Švedska banka dodjeljuje nagradu u čast Alfreda Nobela. Provedena istraživanja koja obiluju nizom konkretnih praktičnih primjera autori su preklapali s vlastitim istraživanjima primjenom baza podataka i baza znanja, uz pomoć ekspertnih sustava. Potvrđeno je da se na mišljenje o stavovima i donošenju odluka može utjecati. Poučavanjem mišljenja hermeneutičkim pristupom vrlo je korisno. Dolazi se do spoznaja o manipulacijama kojima je izloženo naše mišljenje, a što može biti vrlo pogubno ako pod tim utjecajem donosimo odluke. Naučiti misliti pomaže svjesnom promišljanju koje nije uvjetovano prisutnim nesvjesnim ograničavanjima.

Ključne riječi: *UI, poučavanje mišljenja, donošenje odluka, kognitivna složenost,*

kontekst znanja, svjesno promišljanje, nesvjesno ograničenje, hermeneutika, socio-tehnički sustavi

Abstract

Artificial intelligence mainly through intelligent systems is applicative use in the areas of technical sciences. Positive effect of its study to better understand human intelligence and to facilitate the application of information and communication technologies. Due to its essential connection with the knowledge of artificial intelligence in recent years increasingly used in the fields of social sciences. The collection, storage and use of knowledge in addition to solving complex tasks used in the teaching of thinking and decision-making. Studies conducted with the help of artificial intelligence, over the domains of knowledge through cognitive complexity and context knowledge, resulted in knowledge about teaching opinions to influence decision-making and approach Pluri-perspectivity.

This paper presents the results of the latest research the world's leading experts from the territory of Economic Sciences of the Bank of Sweden Prize is awarded in honor of Alfred Nobel. Conducted research abounds in concrete practical examples the authors overlapped with its own research through the manipulation of databases and knowledge bases, with the help of expert systems. It was confirmed that on the opinion on the attitudes and decisions can be influenced. Teaching thinking in hermeneutic approach is very useful. We come to knowledge on the manipulation which our view is exposed, and what can be very devastating if under that influence decision are made. Learn to think helps conscious deliberation which is not conditioned by restricting present unconscious.

Keywords: *Artificial intelligence, teaching thinking, decision-making, cognitive complexity, context knowledge, conscious thought, unconscious, limit, hermeneutics, socio-technical systems*

1. Uvod

1. Introduction

Istraživanja koja su prethodila ovom radu, i koja su još u tijeku oslonjena su između ostalog na pretraživanja baza znanja, uz pomoć ekspertnog sustava, usmjereno i na hermeneutičku edukaciju promišljanja, [1]. Provedenim pretraživanjima baza znanja za kreaciju podloga o poučavanju, korištena su iskustva učećih agenata, koji djeluju u okruženju koje je u početku nepoznato, a stjecanjem znanja njihovo djelovanje postaje sve pouzdanije. U procesu pretraga korišteni su elementi za učenje, izvedbeni elementi, generator zadatka s postavljenim ocjenjivačem. Iskustvima moderne analitičke ontologije koristi se predstavljanje koncepta osobine i događaja, klasičnim relacijskim modelom.

Model za prikupljanje podataka omogućava nadogradnju u skladu s potrebama i iskustvom za uporabe relacija i korisničkih formi. Spoznaje su primjenjene u provjerama za validacije koje su provedene na velikom broju ispitivanja, [2-4].

Ekspertni sustav, (ES) temeljen na umjetnoj inteligenciji, (UI) može se promatrati kao jedan od tipova informacijskih sustava, (IS). Trenutno postoji intenzivna diskusija oko toga što je uopće informacijski sustav. Profesori Lee, Thomas i Baskerville, u nedavnom su članku pod nazivom (engl. «*Going Back to Basics in Design: From the IT Artifact to the IS Artifact*»), [5] ponudili istraživačkoj zajednici novi smjer istraživanja u disciplini IS – IS artefakt. U članku je kritizirano pridavanje velikog značaja IT artefaktima, te nedovoljan fokus prema ostalim artefaktima koji su isto važni u dizajnu IS. Henver i njegovi suradnici [6] u jednom od najcitiranijih radova trenutno vezanih za IS su jasno naveli da oni ne uključuju ljude, elemente organizacije i proces evolucije IS u njihovu definiciju. Takvom definicijom se ne može biti zadovoljan. Sužena je perspektiva gledanja na IS isključivo kao na mehaničke tehnološke sustave,

koji se nisu u stanju prilagođavati potrebama korisnika ili novonastalim realnostima u kojima ti sustavi operiraju. Profesor Lee i suradnici u navedenom članku predlažu koncept u kojem se IS artefakt sastoji od tri artefakta; informacijskog, tehnološkog i socijalnog, gdje je cijelo više nego suma dijelova (odnosno tri pod sustava IS-a). Istovremeno Orlikowski i Scott [7] u svojoj analizi 2027 akademskih članaka koji se bave tematikom organizacije dolaze do podatka da se svega 4,9% članaka direktno adresiraju na ulogu i utjecaj tehnologije na organizaciju. Analiza je provedena za članke u periodu od siječnja 1997. do prosinca 2006. u vodećim svjetskim časopisima, a taj period je vjerojatno jedan od najbitnijih u povijesti čovječanstva ako govorimo o utjecaju tehnologije na to kako organiziramo aktivnosti. U istom članku je predložen novi termin – (engl. *Sociomateriality*), koji postavlja inherentnu neodvojivost između tehnologije i društva. Odnosno, entiteti (bilo tehnološki bilo ljudski) nemaju svojstvene osobine, nego stječu formu, atribute i sposobnosti kroz njihove interpretacije. Na taj način fokus istraživanja se pomiče prema razvoju načina razmišljanja o društvenom i materijalnom svijetu kao nerazdvoživom, te odnosi i granice između ljudi i tehnologija nastaju u praksi. Stoga se nameće istraživačko pitanje kako nastaju obrasci pojedinih praksi. Tvrdi se da obrasci nastaju korištenjem i procesuiranjem informacija, kako od strane IS, tako i od strane korisnika, te se mijenjaju sukladno promjenama u okruženju sustava koji je predmet promatranja. . Bilo bi poželjno da se IS mogu adaptirati sukladno korištenju, a to je jedno od osnovnih svojstava ES. Promatrano iz socio-tehničke perspektive korisnik sustava sukladno razini svjesnosti o okruženju doprinosi performansama ekspertnog sustava čiji je dio. Ropohl ukazuje [8], kako istraživački program socio-tehnoloških sustava ima za svrhu razumjeti kompleksnost realnih situacija a ne provoditi analizu separiranih aspekata.

Cilj ovog rada je sintetizirati ekonomska promišljanja koja se bave procesom donošenja odluka s postojećim istraživanjima autora te nekim od osnovnih kibernetičkih i inženjerskih pretpostavki kako bi u rezultatu dobili jasniju predodžbu o svijesti kao svojstvu inženjera

znanja koja utječu na performanse ekspertnih sustava gledane iz ne djeljive socio-tehnološke perspektive.

2. Um i umjetna inteligencija

2. Mind and Artificial Intelligence

2.1. Početak s dvodomnim umom

2.1. Start with the bicameral mind

Dvodomni um, (engl. bicameral mind), analiziran iz starogrčkih, perzijskih, babilonskih, južnoameričkih i drugih izvora, stavljen je u kontekst teorije da ljudi u to vrijeme nisu bili svjesni u istom smislu kao mi danas, [9]. Iako su imali u potpunosti razvijen jezik, nisu imali dovoljno razvijenu svijest o njemu. U jednom dijelu svog uma ljudi su u to vrijeme čuli glasove koji su posebno dolazili do izražaja kada bi se osoba nalazila u stresnoj situaciji. Na temeljima umjetne inteligencije tako definirana svijest, je konceptualni alata koji nije dobiven uz hardver. To je paket softvera koji je morao biti izmišljen. Prijelazna faza prema tom novom mentalitetu dogodila se između 1000. i 500. godine prije Krista, u doba iz kojeg su analizirani dostupni tekstualni izvori, (Biblija, Ilijada, Odiseja, ...).

Umjetna je inteligencija, (UI), s tih polazišta prešla na dva sustava u mozgu, a psihometrijom je potvrđeno da je u stvari riječ o amigdalom i analitičkom mozgu, [10]. No ono što je predmet svih daljnjih istraživanja na svim poljima znanosti je objašnjenje njihovog funkcioniranja u ne dvojnosti, odnosno promatranja mozga kao entiteta, [11].

2.2. Dva sustava u ekonomskom umu

2.2. Two systems in an economic mind

Uvođenjem integralnih teorija „svega“, [12-13] koje su ponudile integraciju psihologije i duhovnosti, konvencionalnog i kontemplativnog, unijelo se više pometnje nego spoznaje. No kada se u kontekstu mišljenja donoseći neke odluke u liberalnom kapitalizmu, vremenu u kojem živimo, prištedi ili investiranjem dobro zaradi, a to mogu najbolje prezentirati ekonomisti, onda je to podloga i za nagrade kao što je to ona za

ekonomske znanosti, koju dodjeljuje Švedska banka u čast Alfreda Nobela. Istraživanjem su obuhvaćeni primjeri koji svoje porijeklo vuku iz objavljenih i neobjavljenih radova dvojice dobitnika te nagrade a koji su se oslanjali na UI i postavili teoriju o dva sustava razmišljanja.

Prije 40-tak godina, Amos Tversky i Danijel Kahneman, objavili su članak u kojem su opisane tri heurističke metode prosuđivanja, koje su se koristile u procjeni vjerojatnosti i određivanju vrijednosti, [14]. Bile su to: 1. reprezentativnost, 2. dostupnost i 3. prilagodba

U to vrijeme radilo se o istraživanju koje je proveo Institut za istraživanja američke savezne države Oregon za potrebe Ministarstva obrane Sjedinjenih američkih država, a uz potporu Hebrejskog sveučilišta u Jeruzalemu. Metode su prezentirane s utvrđenim kognitivnim pogreškama, čija je empirijska analiza uzrokovala niz implikacija na teorijsku i primijenjenu ulogu utvrđenih vrijednosti. Tako je pokazano da se ljudi, kada moraju procijeniti složenije zadatke, oslanjaju uz ograničenu količinu heurističkih načela, na reducirane i jednostavnije operacije mišljenja, [15-16].

Isti dvojac, deset godina nakon objavljenog članka, objavljuju novi članak, u kojem sada uzimaju u obzir kognitivne i psihofizičke determinante koje se povezuju s vrijednostima odluka i iskustava [17-18]. To je bila podloga za niz radova na temelju kojih 2002. godine Danijel Kahneman dobiva spomenutu „nobelovu nagradu za ekonomske znanosti“ zasluženu na temelju definirane kognitivne lakoće kojom donosimo ispravne odluke. Ona je bazirana na tome da nema prijetnji, nema većih novosti, nema potrebe za preusmjeravanjem pozornosti ili ulaganjem dodatnih napora, na temelju čega su definirani ulazni parametri:

- Ponovljeno iskustvo/Osjećaj bliskosti
- Jasan prikaz/Osjećaj istinitosti
- Pripremljena ideja/Dobar osjećaj
- Dobro raspoloženje/Osjećaj ne napornosti

To je sve 2011. godine objavljeno u njegovoj knjizi, koja obiluje primjerima za koje se tvrdi da su empirijski temelji tzv. „bihevioralne ekonomije“, i tzv. studija „heuristika i pristranosti“ [10]. Područje primjene provedenih

eksperimenata proširilo se na raznolika područja života, pa su u knjizi navedeni primjeri iz politike, obrazovanja, privrede, medicine i prava. U svim primjerima pokazano je kako se odluke donose tako, da korisna ili povoljna opcija postane dostupnija, lakša, ili tako da nedjelovanje (ljudska lijenost) dovede do nje.

To ukazuje da se treba dovesti u stanje prožeto dobrim osjećajima te neopterećenosti kako bi se mogle donijeti ispravne odluke, a do tog stanja se može doći i dizajnom ES koji će podržavati to stanje korisnika. Do toga možemo doći tako da sustav prezentira informacije i znanje iz sustava, jasno, brzo i prilagodljivo sukladno kako ga korisnik koristi (tako kreirajući osjećaj bliskosti i dobrog raspoloženja). Jednostavan i konzistentan pristup informacijama i znanju u sustavu kreira osjećaj istinitosti. Način na koji sustav sintetizira ideja te ih predstavlja korisniku će imati utjecaj na to koliko je osjećaj vezan za korištenje sustava dobar ili nije. Može se potvrditi kako dizajn ES ima direktan utjecaj na proces donošenja odluke od strane korisnika takvog sustava.

Istraživanjem akademske genealogije potvrđena je suradnjom Herberta Alexandra Simona i Allena Newella, (Škola za računalne znanosti, Tepper School of Business Carnegie Mellon University i Rand Corporation), ali 60 godina prije, točnije 1954. godine. Njihovom zaslugom i uz njihov angažman, postavljeni su temelje razumijevanja stručnosti, proučavanje procesa znanstvenog otkrića, uvođenje bihevioralne ekonomije i kognitivnih znanost, [19-29]. Njihova zamisao i ideja pokrenuta prije više od šest decenija, bila je proučavanje rješavanja problema simuliranjem s računalnim programima. Računalna simulacija ljudske spoznaje postala je glavni istraživački interes, od samog početka utemeljenja područja istraživanja UI, [30-34]. Herbert Alexander Simon dobitnik je iste one nagrade Švedske banke za ekonomske znanosti kao i Daniel Kahneman, samo 25 godina prije, točnije, 1978. godine.

Preklapanjem radova, njihovih zaključaka, kao i doprinosa, oba para navedenih istraživača, može se zaključiti da se Danijel Kahneman poziva na Herberta Alexandra Simona u svojoj knjizi u poglavlju koje govori o intuicijama stručnjaka i kada im možemo vjerovati. S vrlo skromnim naglaskom konstatira kako ga sva

„plemena i klanovi u istraživanju odlučivanja priznaju i poštuju kao utemeljitelja UI“. Slučajno ili namjerno prešućena je činjenica Simonovog doprinosa u razvoju i primjeni UI i IS, što je bio izazov obojici autora da se odluče pozabaviti detaljima poučavanja mišljenja kako bi ponudili vlastite modele.

3. Kognitivno i bihevioralno inženjerstvo u donošenju odluka

3. Cognitive and behavioral engineering decisions

Kognitivno, (lat. *cognitio* = spoznaja), predstavlja mentalne procese za koje se pretpostavlja da ističu ponašanje, ono pokriva i široki raspon područja istraživanja o djelovanju pamćenja, pozornosti, percepciji, predstavljanju znanja, mišljenju, kreativnosti i rješavanju problema. Kognitivno inženjerstvo [35] je disciplina koja obuhvaća psihologiju i računarstvo, te ima za cilj saznati kako potaknuti i njegovati komunikaciju između ljudi koja je bazirana na tehnologiji, ili ljudi i tehnologija u direktnoj interakciji. Da bi se to moglo ostvariti predlažu se sljedeći principi: stvarati znanost dizajna kojem je glavni cilj korisnik, shvatiti ozbiljno sučelje, odvojiti dizajn sučelja od dizajna sustava, te prilikom dizajna sustava potrebno je krenuti od potreba korisnika.

Biheviorizam, (eng. *behaviour* = ponašanje), pristup je preuzet iz psihologije koji ima za cilj otkrivanje zakonitosti ponašanja u određenim situacijama. Inženjer koji se bavi bihevioralnim inženjerstvom mora determinirati a) koje točno ponašanje želi da se dogodi, b) kojim poticajima ga želi kontrolirati, te c) koje metode ima na raspolaganju, uključujući kontingenciju, (lat. *contingentia*, *contigere* = dotaći se, mogućnost, eventualnost) slika 1, adaptirano iz [36].

Ono što je zajedničko kognitivnom i bihevioralnom inženjerstvu jesu obrasci koji nastaju prilikom ponašanja (koje je neposredno u direktnoj vezi s komunikacijom). Za razliku od ponašanja koje je kvalitativno i u sebi nosi subjektivne karakteristike, ono što je bitno kada govorimo o računarstvu su obrasci koji se javljaju kao objektivne i kvantitativne refleksije određenog ponašanja, te kao takvi mogu biti prepoznati od strane ES. Prilikom dizajniranja

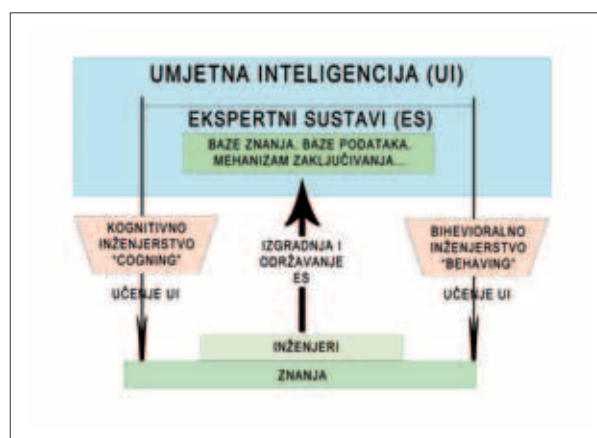


Slika 1 Odnos između trostrukog pojma kontingencije i biheviralnog inženjerstva

Figure 1 Relationship between triple the notion of contingency and behavioral engineering

sustava prepoznavanje novih obrazaca omogućuje da se prepozna novo ponašanje korisnika, te sukladno tome sustav i adaptira prema novom ponašanju korisnika. To može biti u svrsi regulacije ako govorimo o konceptu biheviralnog inženjerstva ili u svrsi unapređenja samog sučelja kroz izgled ili podatke koje sučelje prezentira.

Kada u području UI promatramo proces razvoja, izgradnje, operabilnosti i održavanja ES, onda je nerazdvojivo iskustvo i znanje koje se stječe vremenom trajanja tog procesa. Iz baza znanja, baza podataka i mehanizama zaključivanja, a što su osnovni dijelovi ES inženjeri znanja kontinuirano uče i to najviše kroz spoznaje o ponašanju, slika 2, [37].



Slika 2 Kognitivno i biheviralno inženjerstvo stjecanja znanja iz umjetne inteligencije izgradnjom ES

Figure 2 Cognitive and behavioral engineering acquisition knowledge from artificial intelligence by building an expert system

Proučavanje kognicije kao znanosti, kako bi se ona mogla tumačiti kao inženjerska tehnika – kognitivno inženjerstvo, moguće je u prvom redu na temelju poznatih pristupa o njenom objašnjenju. Odluka za primjenu kognitivnog inženjerstva leži u definiranju analitičkih razina na kojima se mozak i um mogu proučavati, a po tom i koristiti.

Prvotne jednostavne analogije kognicije i računarstva koristile su za opisivanje razine analize uspoređivanje mozga i računala. Fizikalnu razinu bi predstavljao procesor računala, biheviralna razina predstavlja bi računalni izlaz na monitor ili pisač a funkcionalna razina bi bila računalni operativni sustav koji omogućava procesoru i perifernim jedinicama da komuniciraju. Umjesto analogije, istraživanja sklonost i mentalnih fenomena, primjenu kognitivnih komponenti uporabe znanja, inženjeri znanja su proveli u praksi izradom baza znanja, kojima se služi mehanizam zaključivanja u ES.

Biheviorizam je u 20. stoljeću kao pravac pretpostavljao da se znanstvene metode mogu primjenjivati samo na ona ponašanja koja se mogu opažati i mjeriti. Utjecaj na istraživanje klasično je uvjetovanje, odbacilo još s kraja 19. stoljeća, introspektivnim metodama tražeći ograničavanje psihologije na eksperimentalne laboratorijske metode. U 21. stoljeću psihometrijska ispitivanja biheviralnom inženjerstvu su otvorile nove putove u potvrdama zakonitosti ponašanja. Proces stvaranja navika može se istraživati, za razliku od instinkta koji je dio genetske osnove, što je potvrđeno ispitivanjem na primatima. Iz tih razloga potvrđen je dominantni utjecaj okoline. Odbacujući koncepcije nasljednih sposobnosti, talenata, mogućnosti, sklonosti i vokacije, biheviorizam i dalje obećava promjenu svijeta. Oslobođeni prošlosti, ljudi bi mogli biti uvjetovani da se ponašaju na prihvatljiv način, što se u konačnici uspjelo s inteligentnim sustavima.

Danas se ES koriste gotovo u svim područjima i rade sve ono za što se smatra da čini čovjekovu inteligenciju. Komponente ekspertnog sustava generiraju:

- Pohranu i prezentaciju velikih količina znanja problemskog područja
- Aktiviranje uporabe znanja za rješavanje problema
- Pružanje odgovora na korisnička pitanja

Pri radu se koriste kontrolne strategije, koje odlučuju u kom trenutku treba primijeniti neko od pravila iz baze znanja na nove činjenice dobivene tokom konzultacija s korisnikom. Na ovaj način se simulira ljudsko razmišljanje.

ES je znanje akumulirano u procesu izgradnje tog sustava. Znanje ES čine činjenice i heuristika (iskustvo i osjećaj za izbor rješenja). Činjenice čine glavni dio podataka o prirodi sustava, njegovim aktivnostima i ciljevima koje sustav ostvaruje kroz svoju aktivnost. Određene pojave i manifestacije regularnog i neregularnog stanja u sustavu imaju svoje uzroke i posljedice i također se opisuju skupovima podataka. Svi ovi podaci uglavnom mogu biti raspoloživi, dokumentirani i verificirani u domeni ES. Heuristiku čine pravila rasuđivanja i vještine u izboru i donošenju odluka kojima se utječe na promjenu stanja sustava. Ona je uglavnom slabo dokumentirana i svojstvena je vrhunskim specijalistima za područje koje pokriva ES. Razina performansi ES je prije svega funkcija veličine i kvalitete baze znanja tog sustava u kojoj su objedinjene činjenice i heuristika, a ne određenog formalizma zaključivanja i postupka koji se koriste u pretraživanju činjenica. Samo pretraživanje sustava može generirati uvid u to kako korisnik koristi sustav, te podatke generirane kroz korištenje primijeniti za pravila po kojima se sustav prilagođava korisniku obrascima korištenja.

Sveukupnost izgradnje, uporabe i održavanja ekspertnog sustava obuhvaća skup metoda i postupaka koje se odnose na prikupljanje, računalno predstavljanje i memoriranje, kao i uporabu ljudskog znanja u rješavanju složenih problemskih situacija. Taj proces uključuje posebnu vrstu interakcije između graditelja ES i eksperata iz određenog problemskog područja. Ekspertiza predstavlja najbolja razmišljanja vrhunskih eksperata u određenom području, sakupljena i ugrađena u program tako da u postupku rješavanja problema mogu dovesti do preciznih i efikasnih rješenja u koja je uključena svjesnost eksperta.

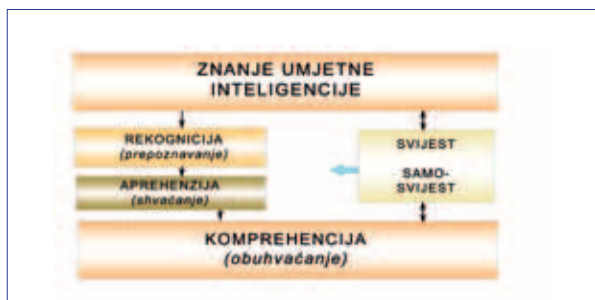
Svijest, (*lat. conscientia, grč. sinesis*) osim kao fundamentalna ontološka kategorija može se promatrati kao posebna doživljajna udešenost prema toku vlastitog doživljavanja, koja taj tok prati kao znanje o njemu. Svijest

u tom značenju, kao superponirani doživljaj, može se doživljavati u jednoj jedinoj razini ili se retrospektivno tek naknadno u pamćenju otkriva. Otkrivanjem se dolazi do svijesti o samom sebi - samosvijesti. Samosvijest je znanje o vlastitim psihičkim stanjima i procesima kao promjenjivim svojstvima. Ona je manifestacija jednog jedinstvenog i postojanog, što predstavlja analogiju inženjerstva znanja u UI, u kojoj se teži u mentalnoj interakciji dostići pretvaranje bitka u svijest. To prepoznavanje ili rekognicija, (*lat. recognitio*), akt je svijesti pomoću kojeg inženjeri znanja spoznaju da je sadržaj neke nove predodžbe identičan sa sadržajem jedne prijašnje predodžbe. Rekognicija je funkcija važna ne samo po sebi, nego igra važnu ulogu i u proizvodnji svih kompliciranih sadržaja predodžbe, jer svijest pri tom mora biti sigurna da su svi sastavni dijelovi te predodžbe identični s predodžbama koje su se prije toga razvile. Rekognicija je bitna za shvaćanje, aprehenziju, (*lat. apprehensio*), intelektualni akt pomoću kojeg se shvaća relativno jednostavan objekt kako bi u konačnici moglo biti shvaćeno mnoštvo i mnogolikost kao jednota i cjelovitost na način da bude obuhvaćeno, (*lat. comprehensio*), slika 3.

ES stavlja na raspolaganje korisniku znanja stvorena UI. Znanja UI iz ES udružena sa znanjima inženjera znanja čine skup znanja koja su specifična za socio tehnički sustav koji je predmet promatranja. Takvo zajedničko znanje socio-tehničkog sustava će i odrediti njegovu uspješnost u rješavanju ciljeva koji su mu predefimirani i/ili nastaju iz interakcije s okruženjem. Sljedeći klasifikaciju sustava oni se mogu dijeliti na: samoupravljajući, samo regulirajući, sustav upravljan izvana i dezintegrirajući sustav.

Jedino ljudsko razmišljanje može se smatrati samoupravljačim sistemom. Ljudska svjesnost se može promatrati kao uzročna reprezentacija onoga što se događa u ljudskom umu kreirajući promjenu stanja u samoupravljajućem procesu [38]. Odnosno svjesnost pokreće samoupravljajući process. Obzirom da ljudski um djeluje u stvarnosti koja mu daje impulse, nemožemo zanemariti interakciju uma i stvarnosti. Stoga, stvarnost daje impuls umu, koji putem svjesnosti pokreće samoupravljajući process socio-

tehničkog sustava. U današnje vrijeme bez tehnologije i postojećih društvenih struktura teško je ostvariti bilo koji cilj, stoga je moguće i poželjno promatrati opisani process kao process socio-tehničkog sustava. Inženjer znanja kao ljudsko biće čini razliku između sustava koji je samoupravljaajući i onog mehaničkog koji je samo samoregulirajući u svrhu ostvarenja unaprijed zadanih ciljeva.



Slika 3. Svjesnost mentalnog procesa prepoznavanja, shvaćanja i obuhvaćanja znanja umjetne inteligencije

Figure 3. Awareness of the mental process of recognition, understanding and coverage of the knowledge of artificial intelligence

ES baziran na UI može samo riješiti predefinirane ciljeve, ali ES baziran na UI skupa s inženjerima znanja može i riješiti ciljeve koje po prvi put nastaju kao posljedica interakcije s okruženjem. Odnosno samo socio-tehnički sustav može riješiti cilj koji je nastao zbog interakcije sa stvarnošću koja se po prvi puta pojavila, te samim time je i nepoznata ES-u. Bitno je da sustav bude svjestan da se nešto novo i nepoznato dogodilo u stvarnosti. Ako svjesnost pokreće uspješnost socio-tehničkog sustava ovisi o svjesnosti istog.

Wiener [39, p. 24] definira povratnu vezu kao sredstvo za kontrolu stroja koje se bazira na stvarnoj performansi a ne na očekivanoj. Možemo reći da bez svjesnosti o stvarnim performansama nemožemo imati povratnu vezu a bez nje nemožemo donositi odluke (odnosno upravljati sustavom) bazirano na stvarnosti, a na predviđanjima koja ako nisu dovoljno empirijski osnovana onda mogu biti spekulativna. Odnosno svjesnost o događajima u stvarnosti nam omogućuje da prilagodimo buduće ponašanje sukladno proizašlim akcijama.¹ Ako nismo svjesni

¹ Za detaljniju razradu svjesnosti i reflektivnoj svjesnosti u kontekstu strojeva i računalnih programa pogledati Laszlo, E. (1996). *The systems view of the world: A holistic vision for*

da se nešto dogodilo, to nemožemo koristiti za prilagodbu budućih aktivnosti. Međutim tu dolazimo do problema ako imamo previše povratnih veza. Postavlja se pitanje granice kapaciteta svjesnosti socio-tehničkog sustava u odnosu na stvarnost, odnosno koliko impulsa koju stvarnost odašilje sustav može svjesno percipirati. Taj kapacitet je ključan za donošenje odluka, jer da bi sustav (koji uključuje ES I IZ) donjeo odluku kojom reagira na promjene u realnosti mora prvo biti svjestan o istoj.

Ross Ashby [40, p. 55] je ukazao ukoliko međupovezanost sustava postane previše kompleksna, povratna veza postaje od malog značaja, te takav sustav možemo promatrati samo kao "cijelo". Međutim takav sustav je mehanički (zbog pre definiranih ciljeva) te nema mogućnost rješavanja ciljeva koji nisu unaprijed definirani, što nas vraća na poziciju predviđanja odnosno spekulacija. Ako sagledamo takve postavke iz navedene perspektive socio-tehničkog sustava kojeg čine inženjeri znanja i ES temeljen na UI, možemo zaključiti da u trenutku kada sustav nije svjestan povratne veze on gubi svojstvo samoupravljanja odnosno nemože rješavati nove ciljeve i zadatke koje nastaju u interakciji sa okruženjem, a može samo izvršavati predefinirane ciljeve. Wiener je [39, p. 33] ukazao na različite kompleksnosti povratnih veza, koje mogu biti u obliku jednostavnog refleksa ali mogu biti i one višeg razreda u kojem se prošlo iskustvo ne koristi samo za regulaciju specifičnog momenta, nego i za kreiranje politike ponašanja. Odnosno ako je povratna veza jednostavna, koristi se za inženjersku regulaciju i kontrolu sustava, međutim ako je povratna veza u stanju mijenjati metode i obrazce ponašanja sustava, onda taj process nazivamo učenjem [39, p. 61]. Takva povratna veza višeg razreda istovremeno može biti sagledana kroz aspekt uvjetovanog refleksa ali i učenja. Međutim za aspekt učenja, koji se javlja prilikom kompleksnijeg ponašanja sustava, po Wiener-u, moramo imati centralne organe za donošenje odluka. U našem slučaju to bi bili inženjeri znanja, koji da bi mogli biti generator učenja sustava moraju biti svjesni novo nastalih stvarnosti, te time pokrenuli process samoupravljanja sustavom. Ukoliko nisu svjesni

our time (p. 71). Cresskill, NJ: Hampton Press.

o promjeni u stvarnosti, sustav će ispunjavati samo predefinirane ciljeve, međutim upitno je jesu li ti predefinirani ciljevi dovoljni za rješavanje novonastalih situacija. Ukratko da bi sustav bio inteligentan i sposoban za rješavanja ciljeva koji nastaju u interakciji sa stvarnošću koja je za sustav nova on mora u svom obuhvatu koji ga čini predmetom promatranja uključivati i inženjere znanja. Po ovim pretpostavkama otvara se novo područje istraživanja koje se bavi kako tehnologije mogu pomoći inženjerima znanja da povećaju kapacitet svjesnosti. Istovremeno ostavljamo otvoreno pitanje o samom procesu donošenja odluke, kojem je preduvjet svjesnost. Interpretacija novog stanja u realnosti je subjektivna te samim time organska a ne mehaničko deterministička. Međutim subjektivni karakter iste javlja se izazovom prilikom kvantitativnog klasičnog inženjerskog pristupa.

Ako se za primjer uzme Centar održavanja i kontrole prometa, (COKP) kroz tunel na autocestama te pokuša zamisliti scenu u kojoj se obitelj zaustavila na parkiralištu za opasne terete ispred tunela, na kojem se dijete počelo igrati s malim dječjim helikopterom na daljinsko upravljanje. Pod naletom vjetra i nespretnim rukovanjem dječji helikopter ulijeće u tunel. Pretpostavka je da se takva stvarnost po prvi puta dogodila te da ju dizajneri ES u COKP-i nisu predvidjeli. Međutim ES u slučaju ulaska letećeg objekta u tunel treba automatski zaustaviti promet i zatvoriti tunelu. Iz perspektive samo regulirajućeg sustava (mehaničkog i nesvjesnog) parametar koji će biti presudan za zaustavljanje prometa je zadana veličina letećeg objekta koja će uzrokovati zaustavljanje prometa. U slučaju da je zadana veličina letećeg objekta veća od malog dječjeg helikoptera sustav neće pokrenuti zaustavljanje. Iz perspektive socio-tehničkih sustava, ukoliko je operater u COKP-i primijetio i svjestan je stvarnosti koja se po prvi put događa, u kojoj je mali dječji helikopter uletio u tunel, on može donijeti odluku o zaustavljanju (ili ne zaustavljanju) prometa u tunelu, pozivanju interventne ekipe kako bi se obratila obitelji te slanja službe održavanja tunela da kada je manji promet pokupi ostatke dječjeg helikoptera. Ovdje smo svjedoci dva potpuno različita scenarija, a ono što ih čini različitim je svjesnost o stvarnosti te svojstvima sustava.

4. Rezultati istraživanja i komentar

4. Awareness of the mental process of recognition, understanding and coverage of the knowledge of artificial intelligence

Odluke o akciji ES bazirane na UI pomažu pri poučavanju mišljenja i donošenju odluka bazirano na događajima u kojima je sustav bio interaktivan s inženjerom znanja, zato jer ponavljanje procesa prepoznavanja, shvaćanja i obuhvaćanja (slika 3) uz utjecaj svjesnosti kao nezavisne varijable generira dovoljno informacija ne samo za regulaciju sustava već i za njegovo učenje.

U provedenim istraživanjima empirijski okviri i modeli koji se koriste u procesu donošenja odluke povezuju se i sintetiziraju s istraživanjima područja UI u cilju generiranja teorijskih osnova za izradu algoritama koji s razine ES mogu potpomagati procesu donošenja odluke.

Komentari na rezultate istraživanja poslije analiza i sinteza, posljedica su i vlastitih iskustava autora o poučavanju mišljenja, profiliranih iz:

- a. Integralnog metodološkog pluralizma, u kojem nema dominantne paradigme, nema najvažnijeg, [41].
- b. Integralne postmetafizike koja uključuje nužnost noosfernog, [42].

Tako postavljena teorija kompatibilna je s metodološkim - epistemološko i ontološkim pristupom zbiljnosti, [43], a koji se temelji na trima glavnim principima: 1. Ne isključivosti, 2. Razotkrivanju i 3. Ozakonjenju, [41].

Analizirajući IS, odnosno preciznije za svrhu ovog rada aplikacijski tunelski ES baziran na UI, koji se temelje na učećim agentima, moguće je utvrditi da je uz hardverski pristup dizajnu potrebno razvijati metode koje će podržavati organski pristup. Može se zaključiti da analiza odvojenih komponenata socio-tehničkih sustava, tehnologije i ljudi, ne može donijeti željene rezultate u svrhu poboljšanja performansi sustava za potrebe rješavanja kompleksnih situacija. Bitno je prepoznati među odnose tehnologije i inženjera znanja, te kako oni utječu na performanse ES.

Kada su identificirani među odnosi, onda ih je potrebno s inženjerske perspektive poboljšati. Ono što je bitno u nastavku istraživanja je istražiti

moгуćnosti strojnog prepoznavanja obrazaca korištenja sustava prilikom dohvata informacija i znanja. Prepoznavanje i povezivanje obrazaca nastalih prilikom ispunjavanja zadanih ciljeva, korištenjem ES stvara se bolja osnova za njegovo učenje. Kada je sustav u moгуćnosti automatski prepoznati novi obrazac korištenja, otvara se moгуćnost povezivanja novog obrasca korištenja sa novim ponašanjem inženjera znanja koje je proizašlo iz novih zadaća. Te nove zadaće nastaju uslijed promjene u stvarnosti, te pokreću novo ponašanje inženjera znanja. Na ovaj način ES prepoznaje to novo ponašanje, odnosno ako se uzme da je ono rezultat novonastale stvarnosti socio-tehničkog sustava, možemo tvrditi da na ovaj način ES uspješno prepoznaje te promjene. Ovaj pristup u inženjerskom smislu omogućuje da se postojećim sustavima dodaju svojstva koja omogućuju organski razvoj, te je taj proces temeljen na ES i čovjeku, koji zajedno uočavaju promjene u stvarnosti.

Kao primjer može se uzeti senzor u automobilu koji reagira na prisutnost alkoholnih para u unutrašnjosti zaključujući da je vozač pod utjecajem alkohola. U slučaju kada je u automobilu razbijena boca s alkoholom senzor će blokirati pokretanje vozila, što je kriva odluka sustava jer ne odgovara realnosti. Ako pak sustav umjesto senzora koristi podatke o ponašanju vozača, vrlo lako može kvantitativno kreirati obrasce koje ES prepoznaje te preko njih uči kroz vrijeme uporabe. Budući je rješenje temeljeno na obrascima softversko jeftinije je i lakše za implementaciju od onog senzorskog odnosno hardverskog.

Iz gore navedenog primjera uviđamo da je svjesnost temelj za donošenje odluke, te sukladno modelu iz slike 3, čini temeljnu sastavnicu organskog procesa korištenja ES koji da bi dao performanse koje mogu odgovoriti na promjene u okruženju, odnosno realnosti, mora uključivati i tehnološku i ljudsku komponentu.

Rezultat svake odluke socio-tehničkim sustavom kojeg čine inženjer znanja i ES s UI se reflektira na postojeće znanje sustava, stvarajući novo znanje koje se pohranjuje u sustav. Bitno je napomenuti da to znanje ovisi o kontekstu u kojem je nastalo. Za nove odluke potrebna je svjesnost o kontekstu u kojem je postojeće znanje nastalo ali i novom kontekstu iz kojeg

nastaje potreba za novom odlukom. Na taj se način eliminira pojavljivanje percepcija koje su zamijenjene perspektivama. U hermeneutici se percepcije ne mogu shvatiti kao stvarno iskustvo nego apstrakcija oslonjena na nešto što se dogodilo [41]. Trist, jedan od utemeljitelja socio-tehničkog koncepta, [44] predlaže analizu dvije vrste okruženja, jedna je kontekstualna, odnosno bavi se širim okruženjem, dok je druga transakcijska, odnosno bavi se užim okruženjem. Percepciju možemo povezati s transakcijskim, odnosno užim okruženjem, dok perspektive možemo shvatiti kao šire okruženje. Zamjenjujući percepcije perspektivama u procesu donošenja odluka stvaramo temelj za kvalitetniju analizu prilikom donošenja odluka.

Stoga je potvrda postavljene hipoteze izbjegavanja određenih zamki u predloženom modelu poučavanja mišljenja, kao što su prema [18]:

1. Izbjegavanje privida da razumijemo prošlost čime izbjegavamo poticanje prekomjerne pouzdanosti u sposobnost predviđanja budućnosti
2. Izbjegavanje prevlasti asimetrije rizika, (pozitivan je ishod dvostruko poželjniji)
3. Izbjegavanje procjenjivanja posljedica trenutane razine uloženog napora i prisutnosti nezadovoljenih zahtjeva i
4. Odustajanje od rješenja složenog pitanja izgradnjom pojednostavljujućih pitanja tako da u sjećanje prizivamo neke recentnije ili istaknutije događanje koje vežemo uz reprezentativnost uzorka ili najdostupniju informaciju.

Jurić [45] objašnjavao pluri-perspektivnost kao koncept koji se referira na inkorporaciju i posredovanje kroz dijalog ne samo znanstvenih, nego i ne-znanstvenih (tj kulturnih) kontribucija, uključujući i različite načina razmišljanja, različite tradicije mišljenja i kulture, odnosno različitim pogledima koji počivaju na kulturnim, spolnim, vjerskim, političkim i drugim specifičnostima. To je potpuna analogija s hermeneutičkim pristupom ontologije ES

Ako se promatra kapacitet ES kroz tehnološke moгуćnosti povezivanja inženjera znanja sa širim brojem ljudi za potrebe dijaloga, u svrhu donošenja kvalitetne odluke, može se primijetiti moгуćnost refleksije individualne percepcije s

različitim perspektivama.

Kao platforma koja omogućuje pluri-perspektivne procese može se navesti primjer Amazon Mechanical Turk platforme, za distribuciju zadataka velikom broju osoba, odnosno agenata, čija se onda subjektivna interpretacija, odnosno percepcija pretvara u pluri-perspektivu koja je temeljena na intersubjektivnom dogovoru, [46].

5. Zaključak

5. Conclusion

U radu su u prvom dijelu prezentirana publicirana provedena istraživanja o donošenju odluka koje su proglašene uspješnim prema mjerilima ekonomskih znanosti. Uz pomoć umjetne inteligencije pretraživanja su ukazala kako se radi o dva gotovo identična primjera s vremenskom odstupnicom od 30-tak godina koja su uporabljena kao podloga poučavanja. Osnova poučavanja je povezana s inženjerima znanja - novom profilu stručnjaka umjetne inteligencije koji kognitivnim i bihevioralnim inženjerstvom proširuju mogućnost poučavanja iz umjetne inteligencije. U drugom dijelu rada su prezentirana originalna istraživanja obojice autora koji rezultira prepoznavanjem originalnog koncepta donošenja odluka koji se profilirao iz obrađenog istraživanja umjetne inteligencije i koji se potvrdio na velikom broju primjera iz prakse čak i u provjeravanim obrnutim redosljedima. Odluka je rezultat misli i čuvstva.

6. Reference

6. References

- [1] Balaž Z.; Meštrović K.; Učenje i poučavanje iz umjetne inteligencije; TVZ - Tehničko veleučilište u Zagrebu; Polytechnic & Design; Vol. 2, No1; pp 9-14; 2014.
- [2] Balaž Z.; Odabrana poglavlja predavanja i vježbi; Kolegij UI-ExSys; TVZ-Tehničko veleučilište u Zagrebu; Elektrotehnički odjel Specijalistički diplomski studij, III. Semestar; Zagreb, rujan - prosinac 2013.
- [3] Balaž Z.; Primjena ekspertnih sustava u rješavanju problema el. magnetske kompatibilnosti; Seminarski rad - Organizacija i metode znanstveno-istraživačkog rada; Online baze podataka – Priručnik za pretraživanje; FESB, Doktorski studij elektrotehnike i informacijske tehnologije; Split, 2009.
- [4] Stipaničev D.; Kolegij: Intelligentni sustavi; Sveučilište u Splitu; FESB - Fakultet

- elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje; Doktorski studij elektrotehnike i informacijske tehnologije; Split, 2010.
- [5] Lee A. S.; Thomas M. A.; Baskerville, R. L.; Going Back to Basics in Design: From the IT Artifact to the IS Artifact; 2013.
- [6] Hevner A. R.; March S. T.; Park, J.; Ram S.; Design science in information systems research. MIS Quarterly; No 28(1); pp 75-105; (2004).
- [7] Orlikowski W. J.; Scott S. V.; 10 Socio-materiality: Challenging the Separation of Technology, Work and Organization. The academy of management annals, No2(1); pp 433-474; 2008.
- [8] Ropohl G.; Philosophy of Socio-Technical Systems. Techné: Research in Philosophy and Technology, No4(3); pp 186-194; (1999).
- [9] www.functionalneurology.com/materiale/224_XXII_1/2108the%20bicamiral/mind
- [10] Kostović I.; Judaš M.; Radoš M.; Kalember P.; Sribljinić A.; Socijalni mozak javno predavanje – Tjedan mozga u Hrvatskoj; Hrvatsko društvo za neuroznanost, Zagreb, 2014.
- [11] Balaž Z.; Javno predavanje; Tjedan mozga u Zagrebu; Mozak fleksibilni samoregulirajući entitet; Zagreb, 2014.
- [12] Wilber K.; Teorija svega: integralna vizija za biznis, politiku, znanost i duhovnost; Prijevod Diego Sobol; ISBN 953-6391-12-0; UDK 001.92-101.1; Gorin; Rijeka 2004.
- [13] Wilber K.; Kratka povijest svega; Prijevod Diego Sobol; ISBN 953-6391-13-9; UDK 001.92-101.1; Gorin; Rijeka, 2005.
- [14] Kahneman D.; Misliti, brzo i sporo; Prijevod Zvonko Pavić; ISBN 978-953-14-1483-8; CIP 857332; Mozaik knjiga; Zagreb, 2013.
- [15] Tversky A.; Kahneman D.; Belief in the Law of Small Numbers; Psychological Bulletin; Vol.76; pp 105-110. 1971.
- [16] Tversky A.; Kahneman D.; Availability: A Heuristic for Judging Frequency and Probability; Cognitive Psychology ;Vol.5; pp 207-232; 1973.
- [17] Kahneman D.; Tversky A.; Prospect Theory: An Analysis of Decision under Risk; Econometrica; Vol. 47; pp 263-291; 1979.
- [18] Kahneman D.; Tversky A.; The Framing of Decision and Psychology of Choice; Science; Vol. 211; pp 453-458; 1981.
- [19] Newell A.; Simon H. A.; The logic theory machine; IRE Transactions on Information Theory – IT; Vol.2(3); pp 61-79; 1956.
- [20] Newell A.; Shaw J. C.; Simon H. A.; Chess-playing programs and the problem of complexity; IBM Journal of Research and Development; Vol.2; pp 320-335; 1958.
- [21] Newell A.; Shaw J. C.; Simon H. A.; Elements of a theory of human problem solving; Psychological Review Vol.65; pp 151-166; 1958.
- [22] Newell A.; Simon H. A.; GPS: A program that simulates human thought; In H. Billings (Ed.) ; pp. 109-124; Munchen, R. Oldenbourg, 1961.
- [23] Newell A.; Simon H. A.; GPS: Computers in psychology; In Luce R.D.; Busch R.R.; Galanter E. (Eds.); Handbook of mathematical psychology; Vol.1; pp. 361-428; New York; Wiley; 1963.
- [24] Simon H. A.; Newell A.; Information processing in computer and man; American Scientist; Vol.52; pp. 281-300; 1964.
- [25] Newell A.; Simon H. A.; Human Problem Solving. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall. 1972.
- [26] Newell A.; Simon H. A.; Computer science as empirical inquiry: Symbols and search; Communications of the Association for Computing Machinery; Vol.19(3); pp 113-126; 1975 ACM Turing Award Lecture; 1976.
- [27] Simon H. A.; Newell A.; Information processing language V on the IBM 650; Annals of the History of Computing; Vol. 8; pp 47-49; 1986.
- [28] Simon H. A.; Experiments with a heuristic compiler; Journal of the Association for Computing Machinery; Vol.10; pp 493-506; 1963.
- [29] Simon H. A.; Motivational and Emotional Controls of Cognition; Psychological Review; Vol. 74; No1; pp 29-39; 1967.

- [30] Simon H. A.; The structure of ill-structured problems; Artificial Intelligence; Vol.4; pp 181-202; 1973.
- [31] Simon H. A.; The design of large computing systems as an organizational problem; Organisatiewetenschap en praktijk; Leiden: H. E. Stenfert Kroese B. V.; pp. 163-180; 1976.
- [32] Simon H. A.; Artificial intelligence systems that understand. Proceedings of the Fifth International Joint Conference on Artificial Intelligence; Vol.2; pp 1059-1073; 1977.
- [33] Simon H. A.; Search and reasoning in problem solving. Artificial Intelligence; Vol. 21; 7-29; 1983.
- [34] Gardner H.; Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences; New York; Basic Books; 1983.
- [35] Norman D. A.; Cognitive engineering; User centered system design; pp 31-61; 1986.
- [36] Homme L.; Baca P. C.; Cottingham L; What behavioral engineering is; The Psychological Record; 1968.
- [37] Balaž Z.; Uloga inženjera znanja u održavanju aerodromskih i tunelskih ekspertnih sustava; Članak pripremljen za ETO Zbornik TVZ; Vol. 1, No.1; svibnja 2014.
- [38] Järvinen P.; On mechanistic vs. self-steering views of human being in information systems theory vs. practice. – available; 2006.
- [39] Wiener N.; The human use of human beings: Cybernetics and society; No. 320; Da Capo Press, pp 24; 1954.
- [40] Ashby W. R.; An introduction to cybernetics; Chapman & Hall; Vol. 2; pp 25; London, 1956.
- [41] Borš V.; Integralna teorija Kena Wilbera; Filozofski fakultet u Zagrebu; FF press; ISBN 978-953-175-385-2; pp 109; Zagreb, 2012.
- [42] De Chardein P. T.; Ljudska snaga; Naprijed; Prijevod Mirjana Dobrović; ISBN 86-349-0286-2; CIP 141.155; Zagreb, 1991.
- [43] Matulić T.; Metamorfoze kulture; Tertium mullenium; ISBN 9789-5324-1161-14; CIP 686343; Zagreb, 2009.
- [44] Trist E.; The evolution of socio-technical systems, Occasional paper; 2; 1981.
- [45] Jurić H.; Multi-Disciplinarity, Pluri-Perspectivity and Integrativity in the Science and the Education; The Holistic Approach to Environment; No 2/13; pp 85-90; ISSN 1848-0071; UDC 141+165=111;2012.
- [46] Buhrmester M.; Kwang T.; Gosling S. D.; Amazon's Mechanical Turk a new source of inexpensive, yet high-quality, data?; Perspectives on Psychological Science; No. 6; Vol.1; pp 3-5. 2011.

AUTORI · AUTHORS

Zdenko Balaž – nepromijenjena biografija malazi se u časopisu P&D Vol.2, No.1, 2014.

Sergej Lugović – nepromijenjena biografija nalazi se u časopisu P&D Vol.1, No.1, 2014.

Korespondencija:

lugovic.sergej@gmail.com