

UMETNA INTELIGENCA IN PRIHODNOST UČENJA IN POUČEVANJA

BORIS ABERŠEK, ANDREJ FLOGIE

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Maribor, Slovenija
boris.aberseka@um.si, andrej.flogie@um.si

Sinopsis Umetna inteligenca (UI), strojno učenje, informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) in sorodne računalniške tehnologije vplivajo na družbo kot celoto, kakor tudi na izobraževanje in prihodnost učenja in poučevanja. Skokovit razvoj učnih okolij, ki je podprt z učno tehnologijo, in nova spoznanja s področja kognitivne teorije, nevroznanosti ter UI predstavljajo velik izziv tako za izobraževalni sistem in razvijalce učnih okolij kot tudi za učitelje in učence. Izpostaviti je treba, da naloga šole ni le razvoj kognitivnih kompetenc učencev, ampak tudi razvoj socialnih kompetenc, kar je velik izziv, saj so socialne interakcije med mladostniki sestavni del njihovega zdravega psihosocialnega razvoja. Izpostavili bomo pozitiven doprinos sodobnih učnih okolij za sodelovanja med učenci ter med učenci in njihovimi učitelji in analizirali pomembne prednosti in slabosti UI ter ustrezne priložnosti in ovire za uporabo UI pri učenju in poučevanju ter ob tem poskušali analizirati, kaj smemo in česa ne (etične dileme).

Ključne besede:

inovativna
pedagogika,
umetna inteligenca,
strojno vedenje,
inovativna učna
okolja,
etika

ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND THE FUTURE OF TEACHING

BORIS ABERŠEK, ANDREJ FLOGIE

University of Maribor, Faculty of Natural Science and Mathematics, Maribor, Slovenia
boris.abersek@um.si, andrej.flogie@um.si

Abstract Artificial intelligence (AI), machine learning, information and communication technologies (ICT), and other emerging technologies affect society as a whole, including the sphere of education and the future of learning and teaching. The rapid development of learning environments, supported by learning technology and coupled with new insights from the fields of cognitive science, neuroscience, and AI, is a major challenge not only to the education system and to creators of learning environments, but also to teachers and students in general. The task of the school is not only the development of students' cognitive competences, but also the development of their social competences. In this article, we will highlight the positive effects of student-student and student-teacher collaboration and an analysis of the advantages and disadvantages of AI, opportunities and obstacles of using AI in learning and teaching, and the ethical dilemmas related to such use.

Keywords:

innovative
pedagogy,
artificial
intelligence,
machine
behaviour,
innovative learning
environment,
ethics



1 Uvod

Naravoslovna znanost je znanje o naravnih objektih in pojavih. Sprašujemo se lahko, ali ne more obstajati tudi 'umetna' znanost – znanje o umetnih predmetih in pojavih.

Herbert Simon

Umetna inteligenca (UI), strojno učenje in sorodne računalniške tehnologije vplivajo na družbo kot celoto kakor tudi na izobraževanje in prihodnost učenja. Vpliv tehnologije na izobraževanje je pogosto podvržen negativnim odnosom in strahovom, ne glede na to, ali so učinki predvidljivi ali ne. Zaradi pospeševanja integracije tehnologije v učna okolja in v procese učenja in poučevanja, kar je še posebej očitno v zadnjih mesecih s pojavom pandemije, ni več poti nazaj, saj sodobne tehnologije omogočajo vsaj okrnjen način izobraževanja. Zdaj je čas, da začnemo načrtovati, kako najbolje razviti in uporabljati UI v izobraževanju na načine, ki so učinkni, pravični do posameznika, etični in učinkoviti ter ob tem ublažiti ali celo nevtralizirati slabosti, tveganja in morebitno škodo.

V prispevku bomo poskušali izpostaviti in osmisliti tri nivoje, ki lahko uokvirijo pomen UI za izobraževanje:

- *prvič*, umetno inteligenco je mogoče šteti za 'obveščevalno inteligenco' in sposobnost, ki jo lahko prenesemo na izobraževalne izzive kot dodaten vir pomoči učiteljem;
- *drugič*, UI prinaša posebne, vznemirljive, nove zmogljivosti sodobnim učnim okoljem, vključno s prepoznavanjem čustev (angl. *emotional recognition*), prepoznavanjem vzorcev (angl. *face recognition*), predstavljanjem znanja, načrtovanjem ter podpiranjem naturalističnih interakcij z ljudmi in nenazadnje učno analitiko. Te specifične zmogljivosti se lahko izražajo v rešitvah za podporo učencem z raznolikimi potrebami (individualizacija in personalizacija). Poleg bolj tradicionalnega vnosa s tipkovnico, miško ali računalniškim peresom omogočajo učencem, da pretvarjajo rokopis v tekst, omogočajo vnos ukazov in podatkov s kretnjami ali govorom ipd.;
- *tretjič*, UI se lahko uporablja kot orodje, ki omogoča, da si predstavljamo, študiramo in razpravljamo o prihodnosti učenja, da razvijamo algoritme, ki danes še ne obstajajo. Strokovnjaki so enotnega mnenja, da najbolj vplivne uporabe UI v izobraževanju danes še niso niti razvite. V prispevku bomo

analizirali pomembne prednosti in slabosti UI ter ustrezne priložnosti in ovire za uporabo UI pri učenju in poučevanju in ob tem poskušali analizirati, kaj smemo in česa ne.

Posebno pozornost bomo posvetili predvsem individualizaciji, personalizaciji in socialnemu učenju. V tem scenariju bo UI podpirala več vrst dejavnosti učnih partnerjev in vzorcev interakcij, ki lahko obogatijo učno okolje (realno ali virtualno učilnico). Ta koncept se razlikuje od številnih, trenutno znanih, oblik učnih okolij, ki se osredotočajo predvsem na izoliranega posameznika (individualizacija in personalizacija), ki sodeluje samo z eno samo napravo. V sodobnih učnih okoljih moramo zagotoviti, da UI zagotovi tudi podporo sodelovalnemu učenju, skupini študentov, ki dela na skupnem projektu ali skupni nalogi, kar vključuje podporo študentom, da delajo kot člani skupine (drug drugega poslušajo in gradijo na prispevkih drug drugega) in podporo za naloge, ki jim pomagajo organizirati, upravljati in povezati njihove prispevke s skupnim ciljem skupine. Na nekem elementarnem, simbolno zapisanem sistemu, kot sta npr. MS Teams ali Zoom, delamo že danes pri študiju na daljavo. Sodobna inteligentna učna okolja pa bi bila adaptivna, prilagajala bi se lahko temu, kar skupine potrebujejo za dobro sodelovanje kot tudi načinu prehoda skupin med posameznim delom, delom malih skupin in razpravami s celotno učilnico. Ta vrsta UI sistema naj bo socialno ozaveščena in lahko uporablja socialno interakcijo s študenti ali člani projektnega tima kot način spodbujanja uspešnosti. V prispevku bomo izpostavili in poskušali analizirati šest prednostnih področij raziskav v prihodnosti:

1. analiza modelov UI za razširjen nabor učnih scenarijev,
2. razvoj sistemov UI, ki pomagajo učiteljem in izboljšajo poučevanje,
3. intenzivnost in širitev raziskav o UI za ocenjevanje učenja, npr. različne učne analitike,
4. pospeševanje razvoja človeških ali odgovornih UI,
5. etično rabo UI in
6. krepitev splošnega ekosistema UI in izobraževanja.

Naša razmišljanja v tem prispevku bodo temeljila na spoznanjih, ki se pojavljajo na presečišču področij filozofije (etike), umetne inteligence (UI) in izobraževanja. Izhajali bomo iz dognanj avtorjev, kot so Turing (1950), Bostrom (2014), Arnold, Kurzweil (2005) in drugi. V razmišljanje bomo vključevali aktivnosti, ki jih je pričela Evropska komisija leta 2018 na področju etike v UI z ustanovitvijo Evropske UI

zveze (*Europe AI Alliance*) in so zapisane v dokumentih »Artificial Intelligence for Europe (COM 237 2018)« v »Coordinated Plan on Artificial Intelligence (COM 759 2018)«. Razmišljali bomo o digitalni pismenosti/kompetencah, v okviru katerih mora biti posameznik

- na eni strani zmožen uporabljati, razumeti in vrednotiti tehnologijo,
- na drugi strani pa poznati tehnološke principe in postopke, ki so potrebni za razvoj tehnoloških rešitev in doseganje ciljev družbe s pomočjo tehnologije. Pri tem se zastavi vprašanje: *Koliko znanj potrebuje vsak posameznik (splošno izobraževanje) za doseganje ciljev družbe?*

Digitalna pismenost/kompetence so strukturirana zmožnost, sestavljena iz treh ključnih področij. Gre za kompetence s področja (Kordigel, Aberšek in Aberšek 2020):

1. sistemskega razmišljanja in ustvarjanja,
2. informacijsko-komunikacijske tehnologije in umetne inteligence ter
3. tehnologije in družbe.

Področje *sistemskega razmišljanja in ustvarjanja* pokriva tako znanje s področja naravoslovnih ved kot tudi znanje s področja tehniških ved, ki so ključna za ustvarjanje tehnoloških rešitev in za razumevanje osnovnih principov upravljanja sodobnih tehnologij v vsakodnevem življenju. Področje *informacijsko-komunikacijske tehnologije in umetne inteligence* pokriva računalnike in programsko opremo, omrežja in protokole, mobilne naprave in ostale tehnologije, s katerimi dostopamo do informacij in znanja ter s pomočjo katerih ustvarjamo novo znanje.

Tretje področje, področje *tehnologije in družbe*, pokriva zmožnost poznavanja in kritičnega in etičnega vrednotenja vpliva, ki ga ima tehnologija na družbeno in naravno okolje. Posebej pomembna je v tem kontekstu zmožnost zastavljanja etičnih vprašanj in etičnega presojanja odgovorov na vprašanja, povezana z vplivi (neodgovorne/sporne) rabe tehnologije na družbeno in naravno okolje. Znanje in kompetence s področja *tehnologije in družbe* so ključne za razumevanje problematike razvoja in uporabe tehnologije ter za sprejemanje odločitev v zvezi z uporabo te tehnologije, zato bomo prav temu segmentu posvetili posebno pozornost. Etika in UI sta tako povezani na več ravneh:

1. 'etika z ustvarjanjem': tehnična/algorithmična integracija etičnih zmožnosti sklepanja kot dela znanja umetnega avtonomnega sistema;
2. 'etika v ustvarjanju': regulativne in inženirske metode, ki zagotavljajo analizo in oceno etičnih posledic delovanja sistemov UI;
3. 'etika za ustvarjanje': kodeksi ravnanja, standardi in postopki certificiranja, ki zagotavljajo integriteto razvijalcev in uporabnikov, ko raziskujejo, oblikujejo, uporabljajo in upravljajo avtonomne sisteme.

2 Družba in tehnologija

Tehnologija je dvoje, je vzrok in posledica za vse hitreje spreminjajočo se družbo. Ko govorimo o tehnologiji, govorimo o inteligentnih sistemih, ki so lahko fizični (kibernetski fizični sistemi) ali samo kognitivni, nefizični sistemi, torej UI, ki nima fizične oblike in se nahaja znotraj nekega sistema, npr. interneta ali inteligentnih učnih okolij. Pri inteligentnih sistemih (naj bodo to živalski, mehanski, ekonomski, socialni, človeški ipd.) sistem vedno vsebuje *programske opremo*, software – inteligenco – duh in tudi mehanizem povratnih informacij (sistem dobiva informacije o tem, kaj se v njem in okoli njega dogaja), ki se na podlagi teh informacij uči ter ukrepa v novonastalih okoliščinah. V jeziku humanistike bi to lahko poimenovali tudi *razum, etika, zavest, hotenje* ... Obstoj tega mehanizma povratnih informacij je osnova in osnovna zahteva za preživetje sistema. Sistem pa lahko ob tem, če govorimo v jeziku tehnologije, vsebuje tudi *strojno opremo* – hardware, stroje in naprave (analogija s človeškim ali živalskim telesom), skratka hardware, ko govorimo o kibernetikah fizičnih sistemih. Kibernetski pristop dokazuje povezanost sistema v celoto, dokazuje, da sprememba v enem delu sistema povzroča spremembe, tako pričakovane kot tudi nepričakovane, v drugih delih sistema.

Čeprav morda lahko celo razumemo povezavo med tehnologijo in družbo, pa kljub temu nismo sposobni v celoti vplivati na svojo prihodnost. Na dogodke se večinoma le odzovemo, ne moremo pa jih vedno usmerjati. Na področju povezav med tehnologijo in družbo obstaja vrsta popolnoma diametralnih teorij. Jacques Ellul in Herbert Marcus menita, da postaja tehnologija vse bolj človekov gospodar in vse manj njegovo orodje. V nasprotju s tem pa drugi, kot npr. Lynn White, menijo, da je tehnologija nevtralna, skratka, da *tehnologija odpira vrata, vendar se človek lahko odloča, ali bo vstopil ali ne!* (Aberšek, Borstner in Bregant 2014). Ta pogled takoj poraja naslednja vprašanja:

- Kdo odloča, katera vrata moramo odpreti?
- Ko in če vstopimo, ali tehnologija določa obliko sobe, v katero smo vstopili?
- Če je tehnologija preprosto skupek zamisli, se postavi še naslednje vprašanje: Kdo določa cilje in ali ne nazadnje ne obstaja nevarnost, da zamisli same postanejo cilji?

Vsa ta vprašanja niso le zgodovinska vprašanja, to so tudi realni problemi današnjih dni, kar je razvidno tudi iz smeri in trendov razvoja in kontrole vseh tehnologij.

Mnogi problemi, ki so povezani s sodobnimi tehnologijami, so povezani tudi s strojno oz. umetno inteligenco (UI). Za reševanje teh problemov potrebujemo splošna znanja (in odgovore) o svetu, družbi, ljudeh, torej je to *globalen filozofski problem*. Zato je za vse, ki morajo sprejemati odločitve s področja UI, izjemno pomembno, da *razumejo* osnovne splošne mehanizme inteligence – filozofijo duha, tj. kako deluje narava, kako deluje človeška inteligenca in kaj to sploh je.

Na področju filozofije duha, vse od najzgodnejših začetkov pojava človeka kot mislečega 'stroja' pa vse do danes, je prisoten osnovni razkorak razlag, ki bi jih ekstremno lahko poenostavili na dve struji (Horst 2007):

- *misterianistično*, ki zagovarja tezo, da je duh nekaj edinstvenega v svoji neponovljivosti, kjer je misterij v nekih lastnostih, svojstvenih samo študijam duha in duhu samemu, kot npr. t. i. 'misterianizem'¹, ki ga je razvijal Colin McGinn (1999), in
- *naturalistično*, ki zagovarja tezo, da duh lahko ali ga celo moramo 'naturalizirati', in to tako, da so lahko mentalna stanja in procesi opisljivi z jezikom znanosti: fizike, nevroznanosti ali jezikom drugih naravoslovnih ved.

Oba pristopa skušata najti resnico, vendar uporabljata popolnoma različne metode in orodja ter interpretirata svoje dosežke na popolnoma različnih osnovah in izhodiščih. Če želimo poudariti to misel, lahko povzamemo misli A. Einsteina, ki je trdil, da sta znanost (objektivnost) in duhovnost (subjektivnost) druga drugi komplementarni in zato potrebujemo obe. Zato filozofija uporablja obe, znanost in

¹ *Misterianizem* je filozofska pozicija, ki zagovarja tezo, da je *težki problem zavesti* (ang. *hard problem of consciousness*) onkraj meja naše razumljivosti.

duhovnost, objektivne in subjektivne izkušnje, z namenom doseči uravnoteženost in harmonijo med racionalnim in intuitivnim razumom, med glavo in srcem. Resnična klasična filozofija se ubada z vprašanji, kako deluje veselje, zakaj veselje obstaja in kaj je smisel življenja. Razlika med znanstveniki, poimenujmo jih empirični znanstveniki (naravoslovci, tehniki ...), in filozofi, ni v vsebini, temveč je v metodah in načinu razmišljanja. Za razliko od empiričnih znanosti, kjer je poudarek na opazovanju, zbiranju gradiva in klasifikaciji ter na izvajanju in interpretiranju eksperimentov ali razvijanju novih pristopov in sistemov, pristop filozofov temelji predvsem na *argumentiranju, pojmovni analizi in zgodovinskem vidiku* (Markič 2010). Filozofi se sprašujejo o temeljnih predpostavkah (metafizičnih, epistemoloških in metodoloških), na katerih znanstveniki postavljajo hipoteze in načrtujejo eksperimente. Ob tem poskušajo podati sintezo različnih pristopov in sestavljajo pregled področja znanosti.

Raziskovalci s področja filozofije, kognitivne znanosti, nevrobiologije, nevroračunalništva in umetne inteligence se pogosto sprašujejo, ali in kakšna je zveza med razvojem kognitivnega nevromodeliranja (simuliranja delovanja možganov s pomočjo sodobnih računalniških tehnologij) in nevroračunalništva (računalniške simulacije nevronske mreže oz. t. i. umetnih nevronske mreže, ki v kognitivni znanosti prevzemajo vlogo procesnih modelov možganskih in duševnih procesov). Posplošeno, sprašujejo se o korelaciji človek – stroj in to glede prenosa idej, navdiha za modele ter o primernosti/uporabnosti teh modelov za najrazličnejše namene. S terminom 'stroj' bomo poimenovali vsak sistem, ki v sodobnem svetu skuša nadomestiti človeka, tako človeka kot fizično bitje (npr. stroj kot humanoidni robot, kibernetični fizični sistem, ki lahko izvaja različne fizične aktivnosti ...), predvsem pa človeka kot duševno, mentalno, nefizično razmišljajoče bitje (npr. računalnik, ki simulira človeške kognitivne procese).

Do sedaj še ni bil podan natančen odgovor na tri, za raziskave na teh področjih bistvena, vprašanja:

- Ali lahko celovito kognitivno nevromodeliramo – simuliramo delovanje možganov (glede korelacije med možgani in duhom) s pomočjo sodobnih računalniških tehnologij?
- Ali lahko razvoj nevroračunalništva in umetne inteligence pripelje do nadomeščanja človeka in njegove naravne inteligence (*neposredno* –

humanoidni robot – stroj, ki opravlja človeško delo, ali – *posredno* – računalniški 'učitelj', inteligentni tutor, ki opravlja le človekove mentalne funkcije)?

- Ideja, ki se ponovno bolj intenzivno pojavlja v zadnjih desetletjih, ali lahko človeka (duh in telo) obravnavamo kot dinamični sistem, skratka ali obstaja takšen sistem diferencialnih enačb, s katerimi bi lahko to zapisali.

Izhajajoč iz teh treh vprašanj bi lahko formulirali še četrto:

- Če je to vse možno, kakšna je korelacija med kognitivnim nevromodeliranjem in nevroračunalništvom?

2.1 Umetna inteligenca

Dolgoročni cilj raziskav s področja strojnega učenja, ki je danes še vedno videti nedosegljiv, je ustvariti umetni sistem, ki bo s samostojnim učenjem dosegel ali celo presegel človeško inteligenco. Širše področje raziskav s tem istim ciljem pa na kratko poimenujemo *umetna inteligenca UI* (*angl. artificial intelligence*). Omenimo eno od izhodiščnih splošnih definicij, povzeto po Marvinu Mynskyju: »Umetna inteligenca je *znanost o izdelavi strojev*, ki so sposobni narediti stvari, za katere je po naših merilih potreben um« (Minsky 1969). Minsky je ustanovitelj laboratorija za UI na MIT-ju, v Copelandu 2007: 1) Če govorimo o umetni inteligenci, od inteligentnega sistema (v tem primeru računalnika, stroja, robota) ne pričakujemo, da je ekstremno inteligenten (izjemno sposoben) samo v enem vidiku inteligence. Pričakujemo, da je kompleksen, inteligenten na vseh področjih, ki jih zahteva človeška inteligenca pri reševanju problemov. Raziskave s področja UI se ubadajo z razvojem sistema, ki deluje bolj ali manj inteligentno in je sposoben reševanja relativno zahtevnih problemov. Te metode mnogokrat temeljijo *na osnovi posnemanja človeškega reševanja problemov*. UI področja, razen strojnega in globokega učenja, so povezana s predstavljanjem znanja, razumevanjem govora, avtomatskim sklepanjem in dokazovanjem teoremov, logičnim programiranjem, kvalitativnim modeliranjem, ekspertnimi sistemi, igranjem iger, hevrističnim reševanjem problemov, umetnimi zaznavami, roboti in kognitivnim modeliranjem. Tu se osredotočimo le na splošne probleme, povezane z UI (Stone et al. 2016).

V vseh UI področjih igrajo pomembno vlogo algoritmi strojnega učenja. Praktično mora biti povsod prisotno učenje, samoučenje. Z uporabo tehnik učenja se lahko sistem uči in izboljšuje svoje zaznave (postaja adaptiven), izboljšuje svoje razumevanje govora, zmožnost sklepanja ipd. Področje logičnega programiranja je prav tako v tesni zvezi z induktivnim logičnim programiranjem, ki se uporablja pri razvoju logičnih programov, npr. za določanje ciljev (npr. GPS naprave). Za razvoj ekspertnih sistemov lahko uporabljamo strojno učenje za ustvarjanje podatkovnih baz iz primerov usposabljanja reševanja problemov. Inteligentni roboti morajo neizogibno izboljšati svoj postopek za reševanje problemov s pomočjo učenja. Končno, tudi kognitivno modeliranje se praktično ne more izvajati brez upoštevanja učnih algoritmov. Danes pa se vse pogosteje zastavljajo predvsem etični problemi, ne več, kako kaj narediti, ampak predvsem, kakšne posledice bodo imele naše aktivnosti na celoten naravni in tudi družbeni sistem. Tako kot vse pogosteje govorimo o razvoju in spreminjanju človeškega vedenja (obnašanja), moramo pričeti razmišljati tudi o vzporednih inteligentnih entitetah (UI) in njihovem vedenju. To so strokovnjaki iz MIT-ja poimenovali »strojno vedenje« (Rahwan et al. 2019).

2.2 Strojno vedenje

Če sodobna kognitivna nevroznanost v zadnjih desetletjih nezadržno napreduje in o delovanju človeške kognicije in delovanju človeških možganov oz. človeške inteligence (ČI) vemo vedno več, pa je področje strojnega vedenja področje, ki spodbuja kognitivno znanost, da bi poskušala razumevati UI in UI agente. Trenutno so znanstveniki, ki najpogosteje preučujejo vedenje strojev, računalniški znanstveniki in inženirji, ki so stroje ustvarili. Ti pa običajno niso izurjeni na področju kognitivnih (vedenjskih) znanosti (Rahwan et al. 2019). Podobno, čeprav vedenjski znanstveniki razumejo te inženirske discipline, pa nimajo strokovnega znanja za razumevanje učinkovitosti določenega algoritma ali kibernetkega fizičnega sistema. Da bi dosegli celovito razumevanje vedênja UI agentov, bi morali védenje o strojnem vedênju postaviti na križišče računalništva, inženirstva in vedenjskih ved. Ker postajajo UI agenti vedno bolj sofisticirani in kompleksni, bo za analizo njihovega vedenja potrebna kombinacija razumevanja njihove notranje arhitekture (domene računalniških znanstvenikov) v interakciji in sodelovanju z drugimi agenti (inteligencija roja) in njihovim okoljem (domena vedenjskih znanstvenikov). Medtem ko bo nekdanji vidik razumevanja notranje arhitekture še vedno funkcija tehnik optimizacije globokega učenja, se bo interakcija inteligentnih agentov in njihovih okolij morala zanašati pretežno na vedenjske, kognitivne vede.

Pri razvoju nove transdisciplinarne znanosti, ki jo imenujemo *znanost o vedenju UI*, lahko izhajamo iz dela Nikolaasa Tinbergena (1969), ki obravnava prepoznavanje ključnih razsežnosti vedenja živali. Tinbergenova teza pravi, da obstajajo za razumevanje vedenja živali (in tudi človeka) štiri dopolnjujoče dimenzije, mehanizem, razvoj, funkcija in evolucija. Če te štiri dimenzije prenesemo na področje umetnih sistemov, lahko zapišemo (Rahwan et al. 2019):

1. **Mehanizem:** Mehanizmi za ustvarjanje vedenja UI agentov temeljijo na njihovih algoritmih in značilnostih okolja, ki jih usmerja.
2. **Razvoj:** Vedenje agentov UI se s časom razvija, se uči, je adaptivno. Strojno vedenje tako preučuje, kako stroji pridobivajo (razvijajo) specifično individualno ali kolektivno vedenje, kako se razvija inteligenca roja².
3. **Funkcija:** Razumevanje, kako specifično vedenje vpliva na življenjsko funkcijo UI agenta.
4. **Evolucija:** UI agenti so tudi ranljivi zaradi evolucije in interakcije z drugimi agenti. Ponovno jih je mogoče uporabiti v novih kontekstih, tako za omejevanje prihodnjega vedenja kot tudi za omogočanje dodatnih izboljšav.

Kljub temeljnim razlikam med UI in človeško inteligenco si lahko strojno vedenje izposodi nekatere Tinbergenove zamisli za oris glavnih vrst vedenja pri UI agentih. UI ima *mehanizme*, ki proizvajajo vedenje, se razvijajo, hkrati pa v svoje vedenje vključujejo okolijske informacije, proizvajajo funkcionalne posledice, ki povzročajo, da specifični stroji postanejo bolj ali manj pogosti v specifičnih okoljih, in utelešajo *evolucijo* zgodovine, skozi katero pretekla okolja in človeške odločitve še naprej vplivajo na vedenje UI. Prilagoditev Tinbergenovega okvira vedenja strojev je shematično predstavljeno na sliki 1.

Štiri dimenzije Tinbergena (1969) zagotavljajo celovit model razumevanja obnašanja UI agentov. Vendar pa te štiri dimenzije ne veljajo na enak način glede tega, ali ovrednotimo klasifikacijski model z enim zastopnikom ali z več sto zastopniki. V tem smislu vedenje strojev uporablja prej omenjene štiri dimenzije v treh različnih lestvicah:

² Inteligenca roja je »disciplina, ki se ukvarja z naravnimi in umetnimi sistemi, sestavljenimi iz številnih posameznikov, ki se usklajujejo z uporabo decentraliziranega nadzora in samoorganizacije« (Dorigo, Birattari, 2007).

1. Prvi je *individualno strojno vedenje*: ta dimenzija vedenja poskuša preučiti vedenje posameznih UI agentov. Obstajata dva splošna pristopa k preučitvi vedenja posameznih UI agentov. Prvi se osredotoča na profiliranje nabora vedenja katerega koli specifičnega stroja z uporabo pristopa znotraj stroja, pri tem pa primerja vedenje določenega stroja v različnih pogojih. Drugi pristop preučuje, kako se različni posamezni stroji obnašajo pri enakih pogojih (Aberšek 2018).
2. Druga lestvica je *kolektivno vedenje strojev*: za razliko od posamezne dimenzije to področje poskuša razumeti vedenje UI agentov s preučevanjem interakcij UI agentov v skupini. Kolektivna dimenzija vedenja stroja poskuša opazovati vedenja UI agentov v njihovi interakciji.
3. In končno, lestvica opazuje hibridno *vedenja človek-stroj*: obstaja veliko scenarijev, v katerih na vedenje UI agentov vpliva njihova interakcija z ljudmi. Ta dimenzija vedenja stroja se osredotoča na analizo vedenjskih vzorcev pri UI agentih, ki jih sproži interakcija z ljudmi.

Tabela 1: Tinbergen je predlagal, da se študija vedenja živali lahko prilagodi študiji vedenja strojev (Tinbergen 1969; Rahwan et al. 2019)

Vrsta razlage	Predmet študije	
	Dinamični pogled Zgodovinski (evolucijski) pogled	Statični pogled Trenutno vedenje stroja
Približen pogled posameznih vrst funkcij stroja	Razvoj (ontogeneza) Razvojna razlaga, kako stroj (UI) pridobi svojo različno vrsto vedenja z učenjem v določenem okolju.	Mehanizem (vzročnosti) Mehanična razlaga, kakšno je vedenje in kako je zgrajeno.
Končni (evolutivni) pogled Zakaj individualna vedenja strojev, kot je	Evolucija (filozofija) Sile, ki opisujejo, zakaj se je vedenje razvijalo in širilo.	Funkcija (prilagajanje) Posledica obnašanja strojev v trenutnem okolju.

2.3 UI in Izobraževanje

Izpostavili smo, da je temelj vsake inteligence učenje, ki vodi do potrebnih (želenih) sprememb. Ko govorimo o učenju, istočasno govorimo tudi o metodah učenja, ki jih na najbolj generalnem nivoju poimenujemo pedagogika, na bolj posplošenem pa didaktika in predmetna didaktika. Kako se uči UI danes vemo, pojavi pa se vprašanje, ali so metode učenja UI *pedagoško pravilne* ali morda potrebujemo neke popolnoma drugačne pristope k poučevanju UI k metodam učenja, ki so implementirane v različne UI algoritme? Izhajamo iz premise, da človek ustvarja novo 'bitje', ki se bo

skozi proces učenja spreminjalo in razvijalo. Vsi vemo, da je pri vzgoji bioloških 'bitij', pa naj bodo to ljudje ali živali, najpomembnejša najbolj zgodnja faza razvoja, ki v veliki meri generira nadaljnji razvoj.

Problem:

Če tako govorimo o razvoju (odraščanju) UI, se pedagoško gledano to orientira (pretežno) le na kognitivno področje, zanemarjajo pa se vsi ostali aspekti vzgoje in izobraževanja. Oglejmo si to na enem od najstarejših primerov, na »vzgojnih zakonih - strojnem vedenju« robotike (UI), ki jih je postavil že Isaac Asimov (1950). Trije zakoni so:

1. *Robot ne sme raniti človeškega bitja ali z nedelovanjem omogočiti, da se človek poškoduje.*
2. *Robot mora ubogati ukaze, ki mu jih je dal človek, razen če bi bil takšen ukaz v nasprotju s prvim zakonom.*
3. *Robot mora zaščititi svoj obstoj, vse dokler takšna zaščita ni v nasprotju s prvim ali drugim zakonom.*

Izhajajoč iz tega pridemo do temeljne pedagoške dileme sedanjosti. Postavili smo se v vlogo ustvarjalca, kreatorja 'novega življenja', umetnega življenja. Vemo, da se pedagoška doktrina vzgoje in izobraževanja (šole) skozi zgodovino stalno spreminja. Zdaj je napočil čas, da se pedagoške in didaktične metode (zakoni za UI) napišejo na novo tudi za UI. Ali bi morali razviti specifično kognitivno znanost posebej za UI in zanjo urediti tudi primerno izobraževanje, ustrezno šolo? In ali bi pri ustvarjanju te kognitivne znanosti in šole morali vključiti tudi UI samo? Ali se mora pri razvoju kognitivne znanosti in šole za UI upoštevati poleg kognitivne tudi socialna komponenta izobraževanja ob upoštevanju nekakšnih etičnih (človeških) norm pri razvoju UI aplikacij. Ali in do kakšne mere lahko uporabljamo UI v učnem procesu ljudi ali kako bi morala biti organizirana 'inteligentna učna gradiva' in inteligentna učna okolja? Pred nami je ogromno, za človeško družbo pomembnih, vprašanj, časa pa je izjemno malo, saj se UI uči in spreminja za človeške pojme s svetlobno hitrostjo in vse bolj postaja samostojna, avtonomna. Ljudje ji prepuščamo vse več področij odločanja in imamo nad njo vse manj nadzora.

3 UI in učna okolja

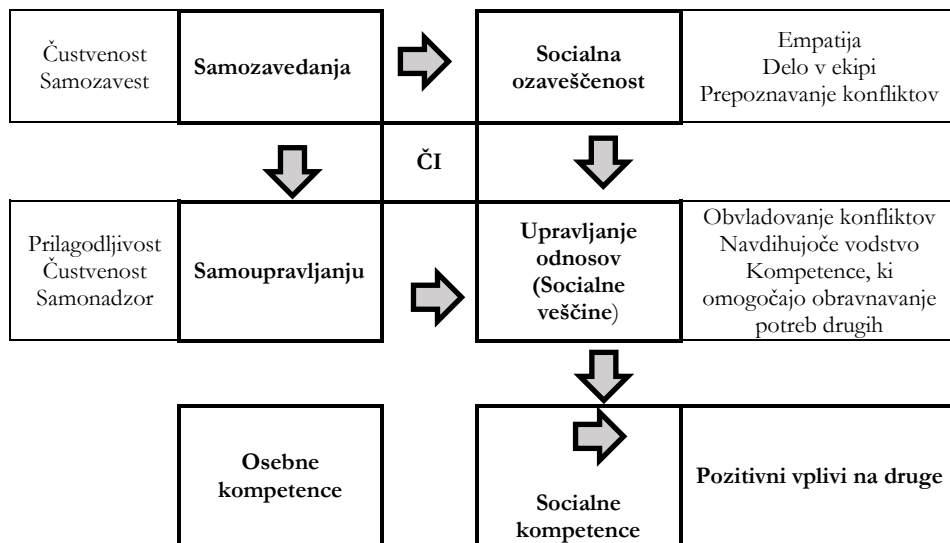
Problem sodobne družbe je, da mora šolski sistem mladostnike usposabljaati za življenje in jim dajati ne le znanja in različnih veščin, temveč jih mora naučiti predvsem soočati se z vsakodnevnimi izzivi in problemi ter jih ob tem naučiti reševati te probleme. Pri mladostnikih se morajo razvijati kognitivne kompetence, razvijati pa moramo tudi sodelovalnost in socialne kompetence, saj je to eden izmed temeljnih pogojev za vseživljenjsko učenje in izboljšano zaposljivost. Pogoj za to pa je udejanjanje prožnih oblik učenja (Flogie in Aberšek 2019: 2017).

Značilnosti današnjih generacij, opredeljenih z različnih vidikov (od sociološkega, tehnološkega, psihološkega do filozofskega) in njihova pričakovanja, predstavljajo nove izzive sodobne šole. Izobraževalni proces mora biti bolj povezan s potrebami posameznika in njegovim razvojem ter kulturnim okoljem, v katerem le-ta živi. Kompleksnost stvari, ki vplivajo na današnjega mladostnika (okolje, tehnologija, velika količina takoj dostopnih informacij, možnost neposredne komunikacije z vsem svetom, sodobna spoznanja kognitivne in nevroznanosti, UI ipd.) terja od ustvarjalcev šolskih politik premišljen in hitrejši odziv kot v preteklih obdobjih (Flogie in Aberšek 2019a, 2019b, Flogie, Barle Lakota in Aberšek 2018), predvsem zato, ker se socialno okolje, v katerem živimo (družba, tehnologija ipd.) zelo hitro spreminja in ker mora šola pripravljati učence na poklice in socialna okolja, ki v tem hipu sploh še ne obstajajo. Vse te spremembe socialnega okolja, kar se je v obdobju covida še toliko bolj izpostavilo, pa posledično zahtevajo drugačne, inovativne načine učenja in poučevanja, čemur se mora prilagoditi na paradigmatsem nivoju celoten šolski sistem. Govorimo o novi resničnosti, na katero nismo bili pripravljani, a smo se morali v njej znajti. To novo stanje pred paradigmatsem nivo postavlja nove zahteve, daje pa tudi možnosti prepotrebnih analiz. Zavedati se moramo, da z majhnimi koraki ne bomo mogli doseči velikih sprememb v času, ki ga imamo. V tej strategiji učenja in poučevanja je treba še posebno pozornost posvetiti povečevanju interesa in motivacije mladih za učenje, usvajanju novih tehnologij in novih pristopov k posredovanju in usvajanju znanj. Raziskave kažejo, da učenci, ki so deležni inovativnega didaktičnega poučevanja, podprtega s sodobno IKT, izražajo manj odklonilen odnos do šole (Flogie in Aberšek 2019; Aberšek 2018; Flogie, Barle Lakota in Aberšek 2018). Pri uporabi sodobnih učnih okolij je kontekstu socialnih kompetenc treba nameniti posebno pozornost (Mut in Morey 2008), saj le ta igra pomembno vlogo pri procesu socializacije (Li in Kirkup 2007).

3.1 Učna okolja in socialne kompetence

Kvaliteta in dodana vrednost kompetenc, veščin in znanj posameznika predstavljajo temelj za ustvarjanje konkurenčne prednosti v globalnem svetu in posledično blaginjo posamezne družbe. Globalno se kažejo tudi vse večje demografske spremembe v zmanjšanju družbenih in ekonomskih virov ter posledično s slabitvijo družinskih vezi. Pojem *kompetenca* predstavlja veliko več kot pa samo znanje in veščine. Gre za sposobnost spopasti se s kompleksnimi zahtevami, ki temeljijo na mobilizaciji vseh psihosocialnih virov (vključno z veščinami in stališči) v določenem kontekstu. Evropski referenčni okvir v dokumentu »Ključne kompetence za vseživljenjsko učenje« določa osem ključnih kompetenc, med katerimi sta tudi digitalna pismenost ter socialne in državljanske kompetence. Ključne kompetence se štejejo za enako pomembne, saj vsaka od njih prispeva k uspešnemu življenju v družbi znanja (Evropska komisija 2007).

Socialne kompetence predstavljajo različne medčloveške sposobnosti in lastnosti, ki imajo celosten vpliv na posameznika. Pri tem imamo v mislih predvsem občutek lastne vrednosti oziroma zaupanja vase, samodiscipline ter odgovornosti. Adler definira socialne kompetence tudi kot veščine dobrega shajanja - kot veščine za življenje v sozvočju s samim seboj in okolico. V prvi fazi shajanje samega s seboj v nadaljevanju pa še v interakciji z drugimi ljudmi. Socialna kompetenca od posameznika tako zahteva zdravo mero občutka lastne vrednosti in zaupanja vase, lastne odgovornosti in samodiscipline. V odnosu z drugimi se kaže kot pozornost in empatija oziroma sposobnost vživljanja, zmožnost tako kompromisa kot konflikta, poznavanje ljudi, zmožnost kritike, spoštovanja in tolerantnosti ter sposobnost vse skupaj verbalno izraziti, torej sposobnost jezikovne kompetence (Adler 2014). Socialne kompetence tako razumemo kot interakcije med posameznikom in drugimi ljudmi. Tako socialne kompetence neposredno povežujemo s čustveno inteligenco (ČI), shematsko prikazano na sliki 1.



Slika 1: Čustvena inteligenca (ČI) in socialne kompetence

Vir: lasten.

Socialne kompetence in čustvena inteligenca so veščine in metode, s katerimi posameznik uresničuje uspešno zadovoljitev lastnih potreb v socialnem okolju in v odvisnosti od različnih življenjskih situacij z namenom osebne rasti in razvoja ter sposobnosti empatije in čustvovanja z drugimi. So veščine, ki omogočajo človeku kvalitetno živeti v sozvočju s samim seboj in okolico. Predstavljajo torej odzivanje in sodelovanje posameznika v medosebnih odnosih. Odzivanje in sodelovanje posameznika poteka na treh ravneh:

- na osebem nivoju (graditev samopodobe, reševanje lastnih težav, izražanje zamisli),
- na nivoju odnosov (pogajanje, sodelovanje, sklepanje kompromisov, mreženje),
- na nivoju širše družbe ali makrosistema (občutljivost za druge, prispevanje k dobrobiti vseh).

3.2 Socialne kompetence in šolski prostor

Če na socialne kompetence pogledamo z vidika izobraževanja in šole, lahko rečemo, da tako kot učenje vsakega področja tudi sposobnost za uspešno obvladovanje socialnih veščin zahteva, da so izpolnjene osnovne telesne in čustvene potrebe mladostnikov. Socialne interakcije med mladostniki so sestavni del njihovega zdravega psihosocialnega razvoja. Ker pa teh potreb domače okolje oziroma družina ne zadovoljuje mladostniku v popolnosti, prehaja ta odgovornost vse bolj v šolski prostor. Torej je naloga šole med drugim zapolniti to socialno vrzel, sicer mladostnik ni možen biti uspešen, kot bi lahko bil sicer (Koplow 2002). V času osnovne in srednje šole se mladostnik vse bolj osredotoča na šolo in vse manj na družino, prijatelji postajajo vse pomembnejši za njegovo socializacijo. Čustvena regulacija ter družabnost sta še dva ključna elementa, pomembna v času mladostnikovega odraščanja. Lahko rečemo, da sta to dve pomembni dinamični spremenljivki vsakega posameznika, ki pomembno vplivata na zmožnost ohranjanja prijateljstva, medtem ko so socialne veščine in zmožnost udejstvovanja in iskanja skupnih aktivnosti pomembne za ohranitev prijateljstva (Semrud-Clikeman 2007). Izziv v procesu takšne socializacije predstavlja vloga sodobnih učnih okolij, e-storitev in e-vsebin v procesu sklepanja prijateljstev (predvsem z vidika sodobnih socialnih omrežij in prijateljskih mrež znotraj teh omrežij). Vendar pa, ali je e-socialna mreža prav tako pomembna, kot je realna? Zanimivo je spoznanje, da že v predšolskem obdobju uporaba sodobne tehnologije nima tako negativnega vpliva, kot je bilo sprva pričakovano. Je pa pri otrocih vseeno moč zaznati povezavo med njihovimi socialnimi kompetencami in njihovim razumevanjem negativnih socialnih situacij (analizirano s strani staršev in vzgojiteljev) (Proekt, Kosheleva, Lugovaya in Khoroshikh 2017).

3.3 UI, etika in izobraževanje

Preden damo strojem (inteligentnim učnim okoljem) smisel etike in morale, morajo najprej ljudje definirati, kaj sta morala in etika. In to na način, ki ga bodo stroji lahko procesirali, oz. na način, ki ga bodo stroji 'razumeli'. Ko govorimo o razumevanju, to pomeni, da morajo biti algoritmi morale in etike definirani tako, da se jih da formalizirati, da se jih da prevesti v jezik znanosti in ga kodirati v enem od strojem razumljivih jezikov, najbolje v strojnem jeziku.

Če so težave uvajanja UI v proizvodne in servisne dejavnosti, torej pri uporabi *pametnih strojev*, kjer lahko ugotovljamo 'napake', relativno hitro zaznane in nimajo drastičnega vpliva na kognitivni del družbe, pa je uvajanje UI v izobraževalne procese, ki so zagotovo temeljni procesi človeške civilizacije, izjemno riskantni in potrebni temeljnega premisleka – *kaj in koliko?* Posledice napak so lahko katastrofalne in predvsem dolgoročne, saj bodo rezultati uvajanja takšnih učnih okolij vidni šele čez vrsto let. Le nekaj izhodiščnih opozoril. Že dalj časa nekateri 'alarmistični' strokovnjaki opozarjajo na nepredvidljive posledice splošne prisotnosti UI v družbi. Ray Kurzweil (2005) je napovedal, da bodo do leta 2029 stroji bolj inteligentni kot ljudje. Stephen Hawking ugotavlja, da »ko bo človek razvil celovito UI in bo ta stopila na svojo pot razvoja, se bo lahko ta samostojno preoblikovala vedno hitreje«, kar bo temeljni riziko in grožnja za obstoj človeštva. Prav tako Elon Musk svari, da lahko UI ustvari »temeljni riziko za obstoj človeške civilizacije«.

3.4 Inteligentna učna okolja in izobraževanje

Osredotočimo se sedaj le na medčloveške odnose – izobraževanje in posameznike, izhajajoče iz tega procesa, to je učitelje in učence in njihovo obnašanje v procesu izobraževanja. Bitja so živčni sistem, ki jih obvešča, razvila zato, da bi uravnavala obnašanje. Obvešča jih:

- o potrebah njihovega *notranjega okolja* in
- o tem, kaj se dogaja v *okolju izven njih*.

Nekatera od naših obnašanj so zelo elementarna in ne potrebujejo nikakršne adaptacije. Na notranje ali zunanje dražljaje reagiramo avtomatsko. Načelno je večina teh obnašanj povezana s *kolektivnim spominom*. Druga, bolj sofisticirana obnašanja, zahtevajo pomnjenje prijetnih ali neprijetnih preteklih izkušenj in ustrezno reakcijo na njihovi podlagi. Ta obnašanja predstavljajo večino socialnega, moralnega in kulturnega znanja, ki smo si ga pridobili. Nadaljnja obnašanja pa zahtevajo bolj dovršeno načrtovanje. Zahtevajo domišljijo in zato abstrakten način razmišljanja, tako da lahko razvijemo strategijo, ki bo zagotavljala čim manj neprijetno ali boleče ukrepanje. To pa predstavlja kreativne, inovativne, torej zavestne sposobnosti človeškega duha.

Zunanje okolje znamo dokaj dobro simulirati, opisovati s takšnimi ali drugačnimi simbolnimi ali mrežnimi sistemi. Vse skupaj pa postane neobvladljivo, ko moramo podobno narediti za *notranje okolje*, ki je povezano z našo (posameznikovo) *zavestjo*. Po Chalmersu bi ta problem lahko razdelili na:

- *lahek problem*, to je, kako so naši zavestni vzgibi vzrok za aktivacijo nevronov, ki naredijo, kar smo načrtovali, in
- *težek problem* (poimenovan tudi *explanatory gap*), to je, kadar so vzgibi, ki so vir naših obnašanj pravzaprav zavestni, kar pomeni vprašanje svobodne volje.

Ne bomo se poglobljali v podrobnosti. Oglejmo si le nekaj težav pri obravnavi 'težjega UI problema', to je uvajanje UI v izobraževanje (splošno družbo):

Preden damo strojem, v našem primeru kognitivnemu delu stroja (to je inteligentni programski opremi oz. inteligentnemu učnemu okolju, oz. i-učbenikom, inteligentnim tutorskim sistemom ali podobnemu učnemu gradivu), komponente morale in etike, morajo biti algoritmi morale in etike definirani tako, da se jih da formalizirati. Prav tako pa je treba definirati metode ugotavljanja, ali sistemi delujejo dolgoročno pravilno, saj posledic nedelovanja ali nepravilnega delovanja (predvsem s stališča etike in morale, spomnimo se Asimovih zakonov robotike) ne moremo sprotno spremljati in izvajati ustrezne korekcije. Skratka, z današnje perspektive se srečujemo z dvema nerešljivima problemoma, saj ne znamo definirati splošnih etičnih norm niti v splošnem jeziku, kaj šele, da bi jih lahko definirali v jeziku znanosti in tem etičnim normam dali generalizirano in normirano vsesplošno veljavo. Podobno pa tudi velja za možnost preverjanja dejanskih odstopanj od normativnih zahtev.

4 Zaključek ali ne/zmožnosti UI

Praktično vse raziskave s področja umetne inteligence skušajo razviti sistem, ki bi se obnašal inteligentno in bil sposoben reševati relativno težke probleme. Razvojne metode imajo mnogokrat osnovo v človeškem načinu reševanja problemov. *Dolgoročni cilj, ki si ga je tehnološki svet zastavil, je, da bi računalniška inteligenca (njene sposobnosti) dosegla ali celo preseгла človeško inteligenco.* Pomemben vidik razumevanja sposobnosti umetne inteligence je vpliv učenja na inteligenco, hitrost reševanja problemov, osnovne omejitve algoritmov in posnemanje inteligentnega obnašanja:

- *Vpliv učenja na inteligenco:* Z učenjem se sposobnosti sistema povečujejo, zato tudi inteligenca narašča. Človeška inteligenca je dinamična in se v življenju neprestano spreminja, po navadi se veča. Seveda pa moramo pri tem upoštevati tudi različnost inteligence.
- *Hitreje je bolj inteligentno:* Prilagajanje okolju in reševanje problemov sta boljša (bolj učinkovita), če sta hitrejša. Zato je inteligenca znatno povezana s hitrostjo in časom. Vsi testi inteligence so časovno omejeni, tako kot tudi vsi izpiti. Tako lahko zaključimo, da čim hitrejši je računalnik, bolj je inteligenten, vzporedno (paralelno) procesiranje je bolj inteligentno od zaporednega (serijskega) itd.
- *Omejitve inteligence:* Če hipotetično človeka naredimo (degradiramo) ekvivalentnega računalniškemu algoritmu, potem vse omejitve računalniške teorije veljajo tudi za človeka in sposobnosti njegove inteligence. Če predpostavimo, da je človek sposobnejši 'stroj' kot (digitalni) računalnik (na primer zvezni in ne diskretni stroj), potem so človeške aktivnosti neopisljive, saj so med drugim povezane tudi s človekovo zunanjo okolico. Posledično iz te predpostavke izhaja, da je nemogoče algoritmično izpeljati umetno inteligentnega sistema, ki bo v celoti posnemal človeško obnašanje. In vprašanje je tudi, zakaj bi jo morala. Človek je izrazito nepredvidljiv, mnogokrat nelogičen in velikokrat samodestruktiven. In zakaj bi morala tudi UI biti taka?
- *Posnemanje inteligentnega obnašanja:* Danes so sodobne tehnologije, kot so filmi, multimedija, računalniki, roboti in virtualna realnost, izjemno prepričljive in sugerirajo, da je možno posnemati prav vse in s tem doseči senzacijo realnosti. Zato so stroji, če seveda izključimo zavest, v principu dovolj inteligentni, da ustvarijo občutek umetne inteligence. (Pomislimo samo na velike kapacitete spomina, ki vsebujejo rešitve za vse možne situacije). Če dodamo še izjemne sposobnosti procesiranja (super paralelnost s super hitrimi procesorji) algoritmov za učinkovito iskanje ogromnega števila informacij in algoritmov za strojno učenje sposobnih spletnih izboljšav in to povežemo z ustrežno heuristiko, potem lahko takšne stroje v resnici imenujemo 'inteligentne', saj lahko presegajo ljudi v mnogih, če ne v vseh 'praktičnih' nalogah. Vendar moramo ponovno poudariti, da takšni stroji verjetno še vedno nimajo zavesti, torej niso primerljivi z živimi bitji.

V principu smo sposobni določiti (zaznati ali objektivno izmeriti) katerokoli lastnost sistema, ki ima neko sposobnost učenja in določeno stopnjo inteligence. V nasprotju z učljivostjo in inteligenco je zavest nekaj popolnoma drugega. Treba jo je povezovati z osebno izkušnjo in kateri koli objektivni opazovalec je ne more preprosto verificirati.

Možno je objektivno določiti sposobnost učenja, količino usvojenega znanja, sposobnost (inteligenco) prilagajanja okolju in reševanja problemov. Z različnimi testi lahko merimo določene tipe inteligence, dobljeni izidi pa so le bolj ali manj zanesljivi. V nasprotju s tem v principu ni možno preverjati zavesti sistema. Ali je (biološki ali umetni) sistem zavesten ali ne, ve samo sistem sam, seveda če je zavesten. Zunanji opazovalec nima nikakršne možnosti ugotavljati prisotnosti ali odsotnosti zavesti. Posameznik lahko govori o zavesti, če ima sam zavest in če predpostavlja, da ima sistem, ki mu je podoben in o katerem želi govoriti, prav tako zavest. Vsak zavestni sistem lahko posnemamo z nezavestnim sistemom (npr. Turingov test umetne inteligence), da bi iskali (vedno nepopolno) podobnost, zato je vsak objektivni opazovalec lahko zelo ukanjen (Bregant 2010; Abramsen 2008). Vendar pa zavest gor ali dol, UI je realnost in lahko rečemo, da se UI širi viralno, s človeku nepojmljivo hitrostjo in le še vprašanje časa je, kdaj se bo UI razvila na stopnjo inteligence roja, ko bo pričela razvijati sebi lastno zavedanje, ki bo zagotovo začetna stopnja UI zavesti. In zakaj bi ta morala biti definirana s človeškimi normami zavesti, ki jih še sami dobro ne poznamo in predvsem ne razumemo?

Viri in literatura

- Aberšek, B., Borstner, B., Bregant, J. (2014). *Virtual teacher: cognitive approach to e-learning material*. Newcastle Upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing.
- Aberšek, B. (2018). *Problem-based learning and proprioception*. Newcastle Upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing.
- Adler, E. (2014). *Ključni dejavniki socialna kompetenca: kaj vse nam manjka in česa se lahko naučimo*. Novi Sad: Psihopolis institut.
- Asimov, I. (1950). *I robot*. New York: Gnome Press.
- Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford: Oxford University Press.
- Bregant, J. (2010). »Ali lahko stroj misli?«. *Analiza*, 4, str. 55–72.
- COM 237 COM 237. (2018). »Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Coordinated Plan on Artificial Intelligence«. *European Commission*. URL = <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2018%3A237%3AFIN>.
- COM 759 COM 759. (2018). »Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the

- Committee of the Regions: Coordinated Plan on Artificial Intelligence«. *European Commission*. URL = <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/DOC/?uri=CELEX:52018DC0795&qid=1546111312071&from=EN>.
- Copeland, J. (1993/2007). *Artificial Intelligence: A philosophical Introduction*. New Jersey: Blackwell Publishing.
- Dorigo, M. in Birattari, M. (2007). »Swarm intelligence«. *Scholarpedia*, 2(9), 1462. URL = http://www.scholarpedia.org/article/Swarm_intelligence.
- EK. (2007). »Ključne kompetence za vseživljenjsko učenje, Evropski Referenčni Okvir«. *Evropska komisija*. Luxemburg: Evropska komisija.
- Flogie, A., Aberšek, B. (2019a). *The Impact of Innovative ICT Education and AI on the Pedagogical Paradigm*. Newcastle Upon Tyne: Cambridge Scholars Publishing.
- Flogie, A. in Aberšek, B. (2019b). *Inovativna učna okolja - vloga IKT*. Maribor: Zavod Antona Martina Slomška.
- Flogie, A. in Aberšek, B. (2017). »Transdisciplinary approach of science, technology, engineering and mathematics education«. *Journal of Baltic Science Education*, 14, str. 779–790.
- Flogie, A., Barle Lakota, A. in Aberšek, B. (2018). »The Psychosocial and Cognitive Influence of ICT on Competences od STEM Students«. *Journal of Baltic Science Education*, 17, str. 267–276.
- Horst, S. (2007). *Beyond Reduction: Philosophy of Mind and Post-Reductionist Philosophy of Science*. Oxford: Oxford University Press.
- Koplow, L. (2002). *Creating Schools That Heal*. New York: Teachers College Press, Columbia University.
- Kordige, Aberšek, M. in Aberšek, B. (2020). *Society 5.0 and Literacy 4.0 for 21st Century*. Hauppauge: Nova Science Publishers, Inc.
- Kurzweil, R. (2006). *The Singularity is Near*. London: Penguin.
- Li, N. in Kirkup, G. (2007). »Gender and cultural differences in internet use: a study of China and the UK«. *Computers & Education*, 48, str. 301–317.
- Markič, O. (2010). *Kognitivna znanost: Filozofska vprašanja*. Maribor: Aristej.
- McGinn, C. (1999). *The Mysterious Flame: Conscious Minds in a Material World*. New York: Basic Books, Perseus Books Group.
- Minsky, M. L., Papert, S. A. (1969). *Perceptrons*. Cambridge, MIT Press.
- Proekt, Y., Kosheleva, A., Lugovaya, V. in Khoroshikh, V. (2017). »Developing Social Competence of Preschoolers in Digital Era: Gender Dimension«. V D. Alexandrov, A. Boukhanovsky, A. Chugunov, Y. Kabanov in O. Koltsova (urd.), *Communications in Computer and Information Science*, 745. Springer International Publishing, str. 87–101.
- Rahwan, I., Cebrian, M., Obradovich, N., Bongard, J., Bonnefon, J.-F., Breazeal, C., Crandall, J.W., Christakis, N.A., Couzin, I.D., Jackson, M.O., Jennings, N.R., Kamar, E., Kloumann, I.M., Larochelle, H., Lazer, D., Mcelreath, R., Mislove, A., Parkes, D.C., Pentland, A., Roberts, M.E., Shariff, A., Joshua B. Tenenbaum, J.B. in Wellman, M. (2019). »Machine behaviour«. *Nature*, 568, str. 477–286.
- Semrud-Clikeman, M. (2007). *Social Competence in Children*. Boston: Springer.
- Stone, P., Brooks, R., Brynjolfsson, E., Calo, R., Etzioni, O., Hager, G. et al. (2016). »Artificial Intelligence and Life in 2030«. *One Hundred Year Study on Artificial Intelligence: Report of the 2015-2016 Study Panel*. Palo Alto: Stanford University.
- Tinbergen, N. (1963). »On aims and methods of ethology«. *Ethology*, 20, str. 410–433.
- Turing, A. (1950). »Computing Machinery and Intelligence«. *Mind*, 59, str. 434–460.