

NEODVISNA
**STROKOVNA SKUPINA NA VISOKI RAVNI
ZA UMETNO INTELIGENCO,**
KI JO JE EVROPSKA KOMISIJA USTANOVILO JUNIJA 2018



**OPREDELITEV UMETNE INTELIGENCE:
GLAVNE ZMOGLJIVOSTI IN DISCIPLINE**

Opredelitev, oblikovana za namene prispevkov skupine

Oprelitev umetne inteligence: glavne zmogljivosti in znanstvene discipline

Strokovna skupina na visoki ravni za umetno inteligenco

Izjava o omejitvi odgovornosti in uporaba tega dokumenta: naslednji opis ter opredelitev zmogljivosti in raziskovalnih področij umetne inteligence sta zelo groba in pretirana poenostavitve vrhunske tehnologije. Namen tega dokumenta ni natančno in izčrpno opredeliti vse tehnike in zmogljivosti umetne inteligence, ampak zbirno opisati skupno razumevanje te discipline, ki ga strokovna skupina na visoki ravni uporablja v svojih prispevkih. Upamo pa, da bi bil lahko ta dokument tudi koristno izhodišče za izobraževanje za ljudi, ki niso strokovnjaki za umetno inteligenco in ki bi lahko nadaljevali z obsežnejšim in bolj poglobljenim razmišljanjem o umetni inteligenci, da bi pridobili natančnejše znanje o tej disciplini in tehnologiji.

Strokovna skupina na visoki ravni za umetno inteligenco je neodvisna strokovna skupina, ki jo je Evropska komisija ustanovila junija 2018.

Stik Nathalie Smuha – koordinatorka strokovne skupine na visoki ravni za umetno inteligenco
E-naslov CNECT-HLG-AI@ec.europa.eu

Evropska komisija
B-1049 Bruselj

Dokument je bil objavljen X. aprila 2019.

Prvi osnutek tega dokumenta je bil objavljen 18. decembra 2018 skupaj s prvim osnutkom etičnih smernic za zaupanja vredno umetno inteligenco, ki ga je pripravila strokovna skupina na visoki ravni za umetno inteligenco. Revidiran je bil ob upoštevanju pripomb, prejetih prek evropskega zavezništva za umetno inteligenco in v okviru odprtega posvetovanja o osnutku smernic. Izrecno se toplo zahvaljujemo vsem, ki so prispevali povratne informacije o prvem osnutku dokumenta.

Niti Evropska komisija niti nobena oseba, ki deluje v njenem imenu, ni odgovorna za morebitno uporabo informacij iz tega dokumenta. Za vsebino tega delovnega dokumenta je odgovorna izključno strokovna skupina na visoki ravni za umetno inteligenco. Čeprav je osebje Komisije pomagalo pri pripravi tega dokumenta, stališča, izražena v njem, odražajo mnenje strokovne skupine na visoki ravni za umetno inteligenco in se nikakor ne smejo obravnavati kot uradno stališče Evropske komisije.

Več informacij o strokovni skupini na visoki ravni za umetno inteligenco je na voljo na spletu (<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/high-level-expert-group-artificial-intelligence>).

Politiko ponovne uporabe dokumentov Evropske komisije ureja Sklep 2011/833/EU (UL L 330, 14.12.2011, str. 39). Za vsako uporabo ali reprodukcijo fotografij ali drugega gradiva, ki ni zaščiteno z avtorsko pravico EU, je treba pridobiti dovoljenje neposredno od imetnikov avtorskih pravic.

OPREDELITEV UMETNE INTELIGENCE:

GLAVNE ZMOGLJIVOSTI IN ZNANSTVENE DISCIPLINE

Izhajamo iz naslednje opredelitve umetne inteligence (AI), kot je predlagana v sporočilu Evropske komisije o umetni inteligenci¹:

„Umetna inteligenca pomeni sisteme, ki z analiziranjem svojega okolja in ukrepanjem (delno samostojnim) za doseganje posebnih ciljev kažejo inteligentno ravnanje.

Sistemi umetne inteligence lahko v celoti temeljijo na programski opremi in delujejo v virtualnem svetu (npr. glasovni pomočniki, programska oprema za analizo slik, iskalniki, sistemi za prepoznavanje govora in obraza) ali pa so vdelani v strojno opremo (npr. napredni roboti, samostojni avtomobili, brezpilotni zrakoplovi ali aplikacije za internet stvari).“

V tem dokumentu razširjamo to opredelitev, da bi pojasnili nekatere vidike umetne inteligence kot znanstvene discipline in tehnologije ter s tem preprečili nesporazume, dosegli skupno splošno znanje o umetni inteligenci, ki ga lahko plodovito uporabljajo tudi tisti, ki niso strokovnjaki za umetno inteligenco, ter zagotovili koristne podrobnosti, ki se lahko uporabijo v razpravi o etičnih smernicah in političnih priporočilih za umetno inteligenco.

1. Sistemi umetne inteligence

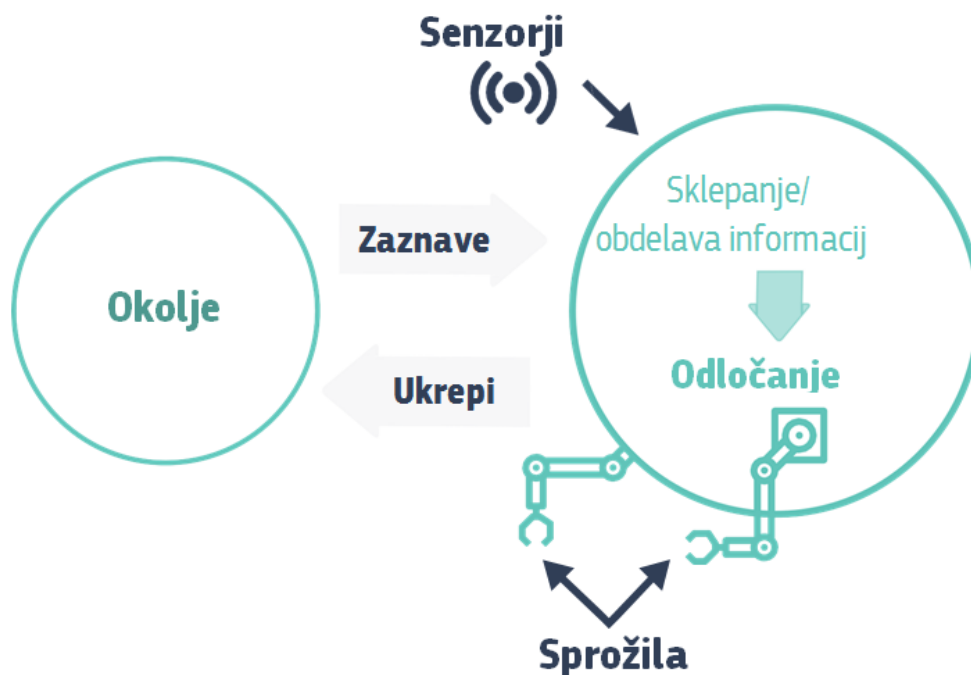
Izraz „umetna inteligenca“ vsebuje izrecen sklic na pojem „inteligenca“. Ker pa je inteligenca (pri strojih in ljudeh) nedoločen pojem, čeprav jo psihologi, biologi in nevroznanstveniki že dolgo preučujejo, raziskovalci umetne inteligence v glavnem uporabljajo pojem „racionalnost“. To se nanaša na zmožnost izbire najboljšega ukrepa, ki ga je treba sprejeti za doseg nekega cilja, glede na določena merila, ki jih je treba optimizirati, in razpoložljiva sredstva. Seveda racionalnost ni edina sestavina pojma inteligence, je pa njegov pomemben del.

Pojem *sistem umetne inteligence*, ki ga uporabljamo v nadaljevanju, pomeni vsak sestavni del, programsko opremo in/ali strojno opremo, ki temelji na umetni inteligenci. Dejansko sistemi umetne inteligence navadno niso samostojni sistemi, ampak so običajno *vgrajeni* kot sestavni deli večjih sistemov.

Glede na enega od najpogostejše uporabljenih učbenikov na področju umetne inteligence je sistem umetne inteligence zato predvsem racionalen². Toda kako sistem umetne inteligence postane racionalen? Kot je poudarjeno v prvem stavku zgoraj navedene delovne opredelitve umetne inteligence, sistem postane racionalen z zaznavanjem okolja, v katerega je umeščen, z nekakšnimi senzorji, pri čemer zbira in interpretira podatke, sklepa na podlagi tega, kar zaznava, ali obdeluje informacije, ki izhajajo iz teh podatkov, ter se odloča o najboljših ukrepih, nato pa ukrepa v skladu s tem prek nekaterih sprožil, s čimer lahko spremeni okolje. Sistemi umetne inteligence lahko uporabljajo simbolična pravila ali se naučijo numeričnega modela, poleg tega lahko prilagodijo svoje ravnanje na podlagi analize, kako so njihova prejšnja dejanja vplivala na okolje. V pomoč je lahko ponazoritev sistema umetne inteligence na sliki 1.

¹ Sporočilo Komisije Evropskemu parlamentu, Evropskemu svetu, Svetu, Evropskemu ekonomsko-socialnemu odboru in Odboru regij z naslovom „Umetna inteligenca za Evropo“ z dne 25. aprila 2018, Bruselj, COM(2018) 237 final.

² Russell, S., in Norvig, P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Prentice Hall, 3. izdaja, 2009.



Slika 1: Shematski prikaz sistema umetne inteligence

Senzorji in zaznavanje. Na sliki 1 so senzorji sistema prikazani kot simboli za brezžično tehnologijo (wi-fi). V praksi so ti senzorji lahko kamere, mikrofoni, tipkovnica, spletno mesto ali druge vhodne naprave, pa tudi senzorji fizikalnih veličin (npr. temperaturna tipala, tipala zračnega tlaka, senzorji za razdaljo, silo/navor ter tipalni senzorji). Na splošno moramo sistem umetne inteligence opremiti s senzorji, ustreznimi za zaznavanje podatkov v okolju, pomembnih za cilj, ki ga je sistemu umetne inteligence zastavila oseba, ki je ta sistem načrtovala. Če želimo na primer zgraditi sistem umetne inteligence, ki samodejno očisti tla v prostoru, kadar so umazana, lahko senzorji vključujejo fotoaparate za fotografiranje tal.

V zvezi z zbranimi podatki je pogosto koristno razlikovati med strukturiranimi in nestrukturiranimi podatki. *Strukturirani podatki* so podatki, ki so organizirani v skladu z vnaprej določenimi modeli (na primer v relacijski podatkovni zbirki), medtem ko za *nestrukturirane podatke* ni značilna znana organiziranost (na primer podatki v sliki ali delu besedila).

Sklepanje/obdelava informacij in odločanje. V središču sistema umetne inteligence je njegov modul za sklepanje/obdelavo informacij, ki kot vhodne podatke sprejema podatke iz senzorjev in predlaga ukrepanje glede na cilj, ki ga je treba doseči. To pomeni, da je treba podatke, ki jih zberejo senzorji, preoblikovati v informacije, ki jih modul za sklepanje/obdelavo informacij lahko razume. V navedenem primeru čistilnega sistema umetne inteligence bo fotoaparat v modul za sklepanje/obdelavo informacij poslal sliko tal, modul pa se bo moral nato odločiti, ali je treba tla očistiti (tj. izbrati bo moral najboljši ukrep za dosego želenega cilja). Medtem ko se ljudem morda zdi enostavno, da se na podlagi slike tal odločijo, ali je treba tla očistiti ali ne, to za stroj ni tako enostavno, saj je slika zanj le zaporedje ničel in enic. Zato mora modul za sklepanje/obdelavo informacij:

1. interpretirati sliko, da bi se odločil, ali so tla čista ali ne. Na splošno to pomeni, da mora biti sposoben podatke preoblikovati v informacije in te zgoščeno modelirati, pri čemer pa mora vključiti vse pomembne podatke (v tem primeru podatke o tem, ali so tla čista ali ne);
2. sklepati na podlagi tega znanja ali obdelati te informacije, da oblikuje numerični model (tj. matematično formulo) in se nato odloči, kaj je najboljši ukrep. Če informacije, ki izhajajo iz slike, kažejo, da so tla umazana, je najboljši ukrep v tem primeru aktivacija čiščenja, v nasprotnem primeru pa mirovanje.

Upoštevajte, da je treba pojem „odločitev“ razumeti široko kot vsako dejanje izbiranja ukrepa, ki ga je treba izvesti, in da ne pomeni nujno, da so sistemi umetne inteligence popolnoma avtonomni. Odločitev je lahko tudi izbira priporočila, ki ga je treba dati človeku, ta pa bo sprejel končno odločitev.

Aktiviranje. Ko je odločitev o ukrepu sprejeta, je sistem umetne inteligence pripravljen, da ga izvede s sprožili, ki so mu na voljo. Na zgornji sliki so sprožila prikazana kot zgbne roke, vendar ni nujno, da so fizična. Sprožila so lahko tudi programska oprema. V našem primeru čistilnega sistema bi lahko sistem umetne inteligence ustvaril signal, ki aktivira sesalnik, če je izbrani ukrep čiščenje tal. Drug primer je pogovorni sistem (tj. klepetalni robot), ki deluje z oblikovanjem odzivov na izjave uporabnika.

Izvedeni ukrep bo verjetno spremenil okolje, zato mora sistem naslednjič znova uporabiti svoje senzorje, da iz spremenjenega okolja zazna morebitne drugačne informacije.

Racionalni sistemi umetne inteligence ne izberejo vedno najboljšega ukrepa za svoj cilj, torej zaradi omejenih sredstev, kot sta čas ali računalniška zmogljivost, dosežejo le *omejeno racionalnost*.

Racionalni sistemi umetne inteligence so zelo osnovna različica sistemov umetne inteligence. Spreminjajo okolje, vendar svojega vedenja skozi čas ne prilagajajo, da bi bolje dosegli svoj cilj. *Učeči se racionalni sistem* je racionalni sistem, ki po izvedbi ukrepa (z zaznavanjem) oceni novo stanje okolja, da bi ugotovil, kako uspešen je bil njegov ukrep, nato pa prilagodi svoja pravila sklepanja in metode odločanja.

2. Umetna inteligenca kot znanstvena disciplina

Zgornji opis je zelo preprost abstrakten opis sistema umetne inteligence, ki temelji na treh glavnih zmožnostih: zaznavanju, sklepanju/odločanju in aktiviranju. Ne glede na preprostost zadostuje za predstavitev in razumevanje večine tehnik in poddisciplin umetne inteligence, ki se trenutno uporabljajo za izgradnjo sistemov umetne inteligence, saj se vse nanašajo na različne zmožnosti sistemov. Na splošno lahko vse te tehnike razdelimo v dve glavni skupini, ki se nanašata na zmožnost *sklepanja* in *učenja*. Robotika je še ena zelo pomembna disciplina.

Sklepanje in odločanje. Ta skupina tehnik vključuje predstavitev znanja in sklepanje, načrtovanje, časovno razporejanje, iskanje in optimizacijo. Te tehnike omogočajo sklepanje na podlagi podatkov iz senzorjev. Da bi bilo to mogoče, je treba podatke preoblikovati v znanje, zato se eno področje umetne inteligence ukvarja z vprašanjem, kako najbolje modelirati tako znanje (*predstavitev znanja*). Ko je znanje modelirano, se uporabi kot podlaga za sklepanje (*sklepanje na podlagi znanja*), ki vključuje sklepanje na podlagi simboličnih pravil, dejavnosti *načrtovanja* in *časovnega razporejanja*, *iskanje* po obsežnem naboru rešitev in *optimizacijo* glede na vse možne rešitve problema. Zadnji korak je sprejetje odločitve o tem, kateri ukrep izvesti. Del sistema umetne inteligence, odgovoren za sklepanje/odločanje, je običajno zelo zapleten in zahteva kombinacijo več zgoraj navedenih tehnik.

Učenje. Ta skupina tehnik vključuje strojno učenje, nevronske mreže, globoko učenje, drevesa odločanja in številne druge tehnike učenja. Te tehnike sistemu umetne inteligence omogočajo, da se nauči reševati probleme, ki jih ni mogoče natančno opredeliti ali pri katerih metode reševanja ni mogoče opisati s simboličnimi pravili sklepanja. Primeri takih problemov so povezani z zmožnostmi zaznavanja, kot so *razumevanje govora* in *jezika* ter *računalniški vid* ali *napovedovanje vedenja*. Poudariti je treba, da se ti problemi zdijo preprosti, ker so za ljudi običajno dejansko preprosti. Vendar za sisteme umetne inteligence niso tako preprosti, saj se ti sistemi (vsaj zaenkrat še) ne morejo zanašati na zdravorazumsko sklepanje, posebno težavni pa so, kadar mora sistem interpretirati nestrukturirane podatke. Pri tem so koristne tehnike, ki temeljijo na pristopu *strojnega učenja*. Te tehnike pa se lahko uporabljajo za številne druge naloge, ne le za zaznavanje. S tehnikami strojnega učenja se oblikuje numerični model (tj. matematična formula), ki se uporabi za izračun odločitve na podlagi podatkov.

Obstaja več vrst strojnega učenja. Najbolj uveljavljeni pristopi so *nadzorovano učenje*, *nenadzorovano učenje* in *spodbujevano učenje*.

Pri nadzorovanem strojnem učenju sistemu namesto pravil glede vedenja ponudimo primere vedenja na podlagi vhodnih-izhodnih podatkov in upamo, da bo lahko sistem primere (ki se običajno nanašajo na preteklost) posplošil in se ustrezno vedel tudi v situacijah, ki niso zajete v primerih (v katerih bi se lahko znašel v prihodnosti). V našem

primeru čistilnega sistema bi sistemu dali več primerov slik tal in ustrezne interpretacije (tj. ali so tla na sliki čista ali ne). Če mu damo dovolj različnih primerov, ki zajemajo večino situacij, bo lahko z algoritmom strojnega učenja spoznanja posplošil in vedel, kako ustrezno interpretirati tudi slike tal, ki jih še nikoli ni videl. Pri nekaterih pristopih strojnega učenja se sprejmejo algoritmi, ki temeljijo na konceptu *nevronske mreže*, ki se prosto zgleduje po človeških možganih, saj ima mrežo majhnih procesnih enot (podobnih našim živčnim celicam, t. i. nevronom), med njimi pa veliko uteženih povezav. Nevronska mreža kot vhodne podatke uporablja podatke iz senzorjev (v našem primeru sliko tal), kot izhodne podatke pa interpretacijo slike (v našem primeru odločitev, ali so tla čista ali ne). Med analizo primerov (faza *učenja* mreže) se uteži povezav prilagajajo, da se čim bolj ujemajo s podatki iz razpoložljivih primerov (tj. da se čim bolj zmanjša napaka med pričakovanim rezultatom in rezultatom, ki ga izračuna mreža). Na koncu faze učenja se v fazi preskušanja ravnanja nevronske mreže s primeri, s katerimi se mreža še ni srečala, preveri, ali se je mreža nalogo uspešno naučila.

Opozoriti je treba, da pri tem pristopu (kot pri vseh tehnikah strojnega učenja) vedno obstaja določen delež napak, ki pa je običajno majhen. Bistveni pojem je torej *točnost*, ki izraža, kako velik je delež pravih odgovorov.

Obstaja več vrst nevronske mreže in pristopov strojnega učenja, med katerimi je pristop *globokega učenja* trenutno eden od najuspešnejših. Nanaša se na dejstvo, da ima nevronska mreža med vhodnimi in izhodnimi podatki več slojev, ki ji omogočajo, da se v zaporednih korakih nauči vseh povezav med vhodnimi in izhodnimi podatki. Zato je celoten pristop točnejši in potrebuje manj človekovega vodenja.

Nevronske mreže so samo eno orodje za strojno učenje, obstajajo pa še številna druga z različnimi lastnostmi: naključni gozdovi in pospešena drevesa, metode grozdenja, matrična faktorizacija itd.

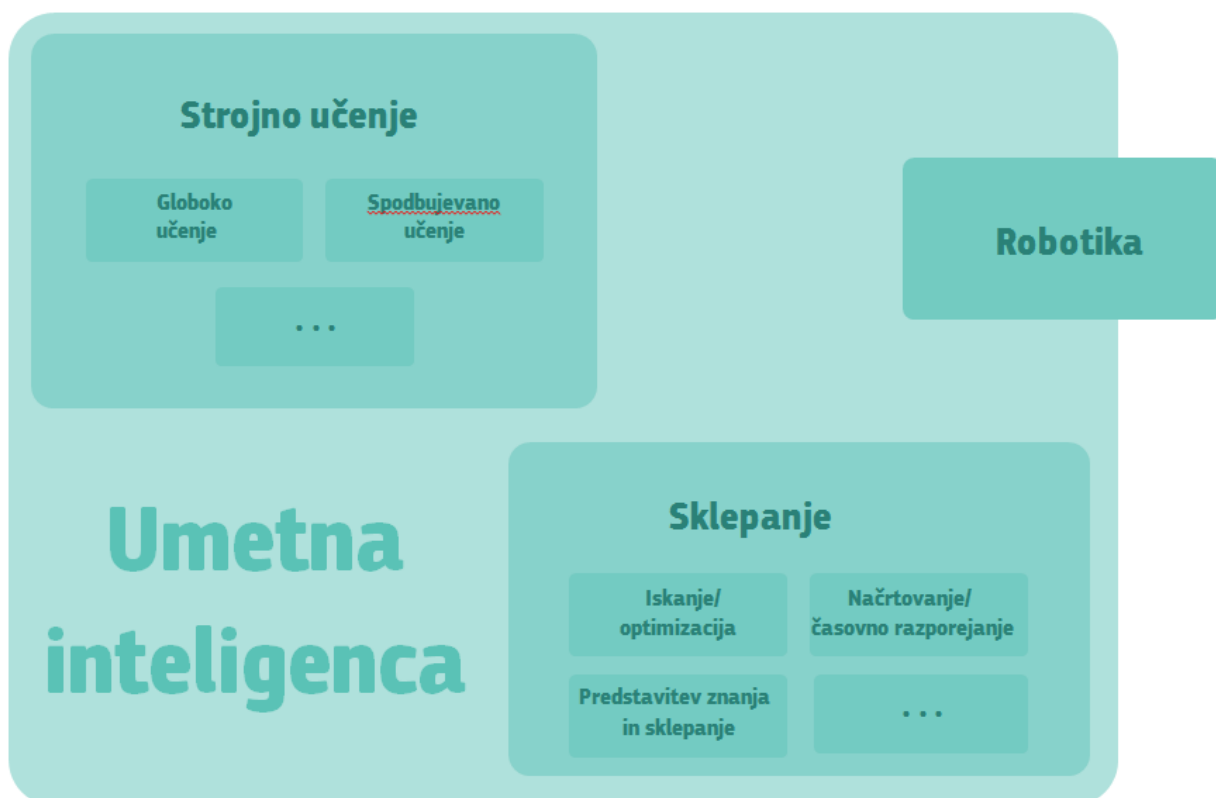
Druga koristna vrsta pristopa strojnega učenja se imenuje *spodbujevano učenje*. Pri tem pristopu pustimo, da se sistem umetne inteligence v daljšem obdobju prosto odloča, ob vsaki odločitvi pa ga nagradimo s signalom, ki mu pove, ali je bila odločitev dobra ali slaba. Cilj sistema je sčasoma čim bolj povečati prejeto pozitivno nagrado. Ta pristop se uporablja na primer v sistemu za priporočanje (kakršnih je več spletnih sistemov za priporočanje, ki uporabnikom predlagajo, kaj bi morda želeli kupiti) ali pa tudi pri trženju.

Pristopi strojnega učenja so koristni ne le pri nalogah zaznavanja, kot sta vid in razumevanje besedila, ampak pri vseh nalogah, ki jih je težko opredeliti in jih ni mogoče celovito opisati s simboličnimi pravili vedenja.

Opozoriti je treba na razliko med pristopi strojnega učenja za učenje nove naloge, ki je simbolično ni mogoče dobro opisati, in učečimi se racionalnimi agenti (omenjenimi v prejšnjem oddelku), ki sčasoma prilagajajo svoje vedenje, da bi bolje dosegli zastavljeni cilj. Ti dve tehniki se lahko prekrivata ali sodelujeta, vendar nista nujno enaki.

Robotika. Robotiko je mogoče opredeliti kot „umetno inteligenco, ki deluje v fizičnem svetu“ (imenovano tudi *utelešena umetna inteligenca*). Robot je fizični stroj, ki mora biti kos dinamiki, negotovostim in kompleksnosti fizičnega sveta. V arhitekturo vodenja robotskega sistema so običajno vgrajene zmožnosti zaznavanja, sklepanja, ukrepanja, učenja in interakcije z drugimi sistemi. Poleg umetne inteligence so pri načrtovanju in delovanju robotov pomembne tudi druge discipline, kot sta strojništvo in teorija vodenja. Med primeri robotov so robotski manipulatorji, avtonomna vozila (npr. avtomobili, brezpilotni zrakoplovi, letéči taksiji), humanoidni roboti in robotski sesalniki.

Na sliki 2 je prikazana večina navedenih poddisciplin umetne inteligence in razmerja med njimi. Vendar je treba opozoriti, da je umetna inteligenca veliko bolj zapletena, kot je prikazano na tej sliki, saj vključuje številne druge poddiscipline in tehnike. Kot je opozorjeno zgoraj, se poleg tega robotika opira tudi na tehnike, ki ne spadajo na področje umetne inteligence. Vendar pa menimo, da to zadostuje kot koristna podlaga za izmenjavo, ozaveščanje in razpravo o umetni inteligenci, etiki umetne inteligence in politikah na področju umetne inteligence, ki mora potekati v okviru strokovne skupine na visoki ravni, ki zajema zelo veliko disciplin in deležnikov.



Slika 2: Poenostavljen pregled poddisciplin umetne inteligence in razmerij med njimi.

Strojno učenje in sklepanje vključujeta številne druge tehnike, robotika pa vključuje tudi tehnike, ki ne spadajo na področje umetne inteligence. Vsa umetna inteligenca spada v disciplino računalniške znanosti.

3. Drugi pomembni pojmi in vprašanja na področju umetne inteligence

Ozka (ali šibka) in splošna (ali močna) umetna inteligenca. Sistem splošne umetne inteligence naj bi bil sistem, ki lahko izvede večino dejavnosti, ki jih lahko izvaja človek. Sistemi ozke umetne inteligence pa so sistemi, ki lahko izvedejo eno ali le nekaj posebnih nalog. Sistemi umetne inteligence, ki se trenutno uvajajo, so primeri ozke umetne inteligence. Ob začetkih umetne inteligence so raziskovalci uporabljali drugačno terminologijo (šibka in močna umetna inteligenca). Še vedno je veliko odprtih etičnih, znanstvenih in tehnoloških izzivov, ki jih je treba rešiti za okrepitev zmožnosti, potrebnih za doseg splošne umetne inteligence, kot so zdravorazumsko sklepanje, samozavedanje in zmožnost stroja, da opredeli svoj namen.

Težave s podatki in pristranskost. Ker je uspešno delovanje številnih sistemov umetne inteligence, kot so tisti, ki vključujejo komponente za nadzorovano strojno učenje, odvisno od ogromnih količin podatkov, je pomembno razumeti, kako podatki vplivajo na vedenje sistema umetne inteligence. Če so podatki za učenje pristranski, tj. niso dovolj uravnoteženi ali vključujoči, sistem umetne inteligence, ki se uči iz teh podatkov, na primer ne bo mogel dobro posploševati in bo morda sprejel nepravilne odločitve, ki lahko nekaterim skupinam dajejo prednost pred drugimi. Skupnost za umetno inteligenco si v zadnjem času prizadeva razviti metode za odkrivanje in zmanjševanje pristranskosti v naborih podatkov za učenje ter tudi v drugih delih sistema umetne inteligence.

Črna škatla umetne inteligence in razločljivost. Nekatere tehnike strojnega učenja, ki so sicer zelo uspešne z vidika točnosti, so zelo nejasne v smislu razumevanja, kako sprejemajo odločitve. Pojem „črna škatla umetne inteligence“ se nanaša na take scenarije, v katerih ni mogoče izslediti razloga za nekatere odločitve. Razločljivost je značilnost sistemov umetne inteligence, ki pa lahko nekako razložijo svoja dejanja.

Ciljno usmerjena umetna inteligenca. Obstoječi sistemi umetne inteligence so ciljno usmerjeni, kar pomeni, da jim človek opredeli cilj, ki ga morajo doseči, nato pa morajo za doseg tega cilja uporabiti nekatere tehnike. Svojih ciljev

ne opredelijo sami. Vendar imajo lahko nekateri sistemi umetne inteligence (na primer sistemi, ki temeljijo na nekaterih tehnikah strojnega učenja) več svobode pri odločanju, kako priti do zastavljenega cilja.

4. Posodobljena opredelitev umetne inteligence

Predlagamo uporabo naslednje posodobljene opredelitve umetne inteligence:

„Sistemi umetne inteligence so sistemi programske opreme (in po možnosti tudi strojne opreme), ki so jih oblikovali ljudje³ in ki, če se jim zastavi kompleksen cilj, delujejo v fizični ali digitalni razsežnosti z zaznavanjem svojega okolja prek zbiranja podatkov, interpretiranjem zbranih strukturiranih ali nestrukturiranih podatkov, sklepanjem na podlagi znanja ali obdelovanjem informacij, ki izhajajo iz teh podatkov, ter odločanjem o najboljših ukrepih za doseg zastavljenega cilja. Sistemi umetne inteligence lahko uporabljajo simbolična pravila ali se naučijo numeričnega modela, poleg tega lahko prilagodijo svoje vedenje na podlagi analize, kako so njihova prejšnja dejanja vplivala na okolje.

Umetna inteligenca kot znanstvena disciplina vključuje več pristopov in tehnik, kot so strojno učenje (katerega posebna primera sta globoko učenje in spodbujevano učenje), strojno sklepanje (ki vključuje načrtovanje, časovno razporejanje, predstavitev znanja in sklepanje, iskanje in optimizacijo) in robotika (ki vključuje nadzor, zaznavanje, senzorje in sprožila, pa tudi vgraditev vseh drugih tehnik v kibernetsko-fizične sisteme).“

Poleg tega predlagamo sklicevanje na ta dokument kot vir dodatnih informacij v podporo tej opredelitvi.

³ Ljudje neposredno načrtujejo sisteme umetne inteligence, lahko pa tudi uporabljajo tehnike umetne inteligence za optimizacijo njihove zasnove.

Ta dokument so pripravili člani strokovne skupine na visoki ravni za umetno inteligenco,

ki so spodaj navedeni po abecednem vrstnem redu:

Pekka Ala-Pietilä, predsednik strokovne skupine na visoki ravni za umetno inteligenco Pobuda AI Finland, Huhtamaki, Sanoma	Pierre Lucas Orgalim – evropske tehnološke industrije
Wilhelm Bauer Fraunhofer	Ieva Martinkenaite Telenor
Urs Bergmann Zalando	Thomas Metzinger JGU Mainz in Evropsko združenje univerz
Mária Bielíková Slovaška univerza za tehnologijo v Bratislavi	Catelijne Muller Nizozemska zveza ALLAI in EESO
Cecilia Bonefeld-Dahl DigitalEurope	Markus Noga SAP
Yann Bonnet ANSSI	Barry O'Sullivan, podpredsednik strokovne skupine na visoki ravni za umetno inteligenco Univerza v Corku
Loubna Bouarfa OKRA	Ursula Pahl BEUC
Stéphan Brunessaux Airbus	Nicolas Petit Univerza v Liègeu
Raja Chatila Pobuda IEEE Global Initiative on Ethics of Autonomous and Intelligent Systems in univerza Sorbona	Christoph Peylo Bosch
Mark Coeckelbergh Univerza na Dunaju	Iris Plöger BDI
Virginia Dignum Univerza v Umei	Stefano Quintarelli Garden Ventures
Luciano Floridi Univerza v Oxfordu	Andrea Renda Evropska akademija (College of Europe) in CEPS
Jean-Francois Gagné Element AI	Francesca Rossi* IBM
Chiara Giovannini ANEC	Cristina San José Združenje evropskih bank
Joanna Goodey Agencija za temeljne pravice	George Sharkov Digital SME Alliance (zveza MSP na digitalnem področju)
Sami Haddadin Munich School of Robotics and Machine Intelligence (münchenska šola za robotiko in strojno inteligenco)	Philipp Slusallek Nemško raziskovalno središče za umetno inteligenco (DFKI)
Gry Hasselbalch ThinkDoTank DataEthics in Univerza v Københavnu	Françoise Soulié Fogelman Svetovalka na področju umetne inteligence
Fredrik Heintz Univerza v Linköpingu	Saskia Steinacker Bayer
Fanny Hidvegi Access Now	Jaan Tallinn Ambient Sound Investment
Eric Hilgendorf Univerza v Würzburgu	Thierry Tingaud STMicroelectronics
Klaus Höckner Hilfsgemeinschaft der Blinden und Sehschwachen	Jakob Uszkoreit Google
Mari-Noëlle Jégo-Laveissière Orange	Aimee Van Wynsberghe TU Delft (tehniška univerza v Delftu)
Leo Kärkkäinen Nokia Bell Labs	Thiébaut Weber ETUC
Sabine Theresia Köszegi TU Wien (tehniška univerza na Dunaju)	Cecile Wendling AXA
Robert Kroplewski Odvetnik in svetovalec poljske vlade	Karen Yeung Univerza v Birminghamu
Elisabeth Ling RELX	

* Francesca Rossi je bila poročevalka za ta dokument.