

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Luka Železnik

**Vloga umetne inteligence v obrambno-obveščevalni
dejavnosti**

Diplomsko delo

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE

Luka Železnik

Mentor: doc. dr. Uroš Svetec

**Vloga umetne inteligence v obrambno-obveščevalni
dejavnosti**

Diplomsko delo

Ljubljana, 2014

ZAHVALA!

Družini, najbližjim in mentorju se zahvaljujem za podporo, prijetno okolje za delo, pomoč pri razvoju ideje, konstruktivno kritiko, debate, nasvete in mentorstvo pri izdelavi tega dela, ki označuje neko prelomnico v mojem življenju.

Novim izzivom naproti!

Vloga umetne inteligence v obrambno-obveščevalni dejavnosti

Danes umetna inteligenca pridobiva na popularnosti, tako v akademski kot tudi v gospodarski sferi. Z razvojem modernih procesorjev in zmogljivih spominskih modulov, s katerimi je končno mogoče zadostiti zahtevnim potrebam umetne inteligence, lahko opazamo vedno več razvoja, raziskovanja in uporabe umetne inteligence v zelo raznolike namene. Z vzponom kognitivne znanosti in napredkom na področju nevroznanosti je področje umetne inteligence močno napredovalo. Z napredkom in razvojem umetne inteligence se razvija in razveja tudi njena uporaba. Eno izmed področji uporabe je tudi obveščevalna skupnost. Z informacijsko revolucijo je obveščevalno skupnost preplavila ogromna količina informacij, s katerimi se le s težavo spoprijemajo in jim težko sledijo. Umetna inteligenca je lahko prav tista rešitev, ki jo potrebujejo. Že danes vidimo, da se umetno inteligenco zelo intenzivno raziskuje, razvija in uporablja na teh področjih in z njenim nadaljnjim razvojem smo lahko prepričani, da se bo njena uporaba zgolj širila.

Ključne besede: obveščevalna dejavnost, podatkovno rudarjenje, strojno učenje, umetna inteligenca, vojne igre.

The role of artificial intelligence in defense intelligence activities

Today artificial intelligence (A.I) is gaining popularity in the academic as well as business sector. As modern processors and memory capabilities have finally reached the level to sustain A.I. software, we are seeing more and more interesting applications of A.I. being developed, researched and implemented. With the rise of the cognitive science field and the advances in neuroscience, artificial intelligence has made incredible progress. As the development of A.I. progresses, it also diversifies in its applications. One of which is in the intelligence community. With the information revolution the intelligence community has been overwhelmed by the amount of information and is been having a hard time keeping up. A.I. might be exactly the solution to their problem. We are already seeing A.I. being researched, developed and implemented in those areas and we can be sure that with further advances its use will only grow.

Key words: intelligence, data-mining, machine learning, artificial intelligence, wargames.

KAZALO

1	UVOD.....	6
2	METODOLOŠKO-RAZISKOVALNI OKVIR.....	8
2.1	Predmet in namen proučevanja.....	8
2.2	Uporabljena metodologija.....	8
2.3	Preučevalno-raziskovalno vprašanje.....	9
2.4	Struktura diplomske naloge	9
3	TEMELJNI POJMI.....	10
3.1	Varnost.....	10
3.2	Obrambno-varnostni sistem.....	11
3.3	Obrambno-obveščevalna dejavnost	13
3.4	Umetna inteligenca	14
4	PODROČJA UPORABE UMETNE INTELIGENCE.....	15
4.1	Sistemi za podporo odločanju.....	15
4.2	Inteligentni agenti oziroma »softverski roboti«.....	16
4.3	Strojno učenje	18
4.4	Nevronske mreže	20
4.5	Prepoznavanje vzorcev	20
4.6	Avtomatsko prepoznavanje govora.....	21
4.7	Podatkovno rudarjenje	21
5	UMETNA INTELIGENCA V OBRAMBNO-OBVEŠČEVALNI DEJAVNOSTI.23	
5.1	Podatkovno rudarjenje in obveščevalna dejavnost	23
5.2	Vojna igra kot eno od področji obrambno-obveščevalne dejavnosti.....	24
5.3	Strojno učenje kot način izdelave modelov za vojne igre.....	26
6	OBSTOJEČI RAZVOJNI PROGRAMI.....	27
6.1	Aggregative Contingent Estimation (ACE).....	27
6.2	Deep Exploration and Filtering of Text (DEFT)	27
6.3	Integrated Cognitive-Neuroscience Architectures for Understanding Sensemaking (ICArUS).....	28
6.4	Knowledge Representation in Neural Systems (KRNS)	28
6.5	Socio-cultural Content in Language (SCIL).....	29
6.6	XDATA.....	29
7	ZAKLJUČEK.....	30
8	LITERATURA.....	32

Kazalo slik

Slika 3.1: Shema strukture obrambno-varnostnega sistema	12
---	----

1 Uvod

Živimo v času kjer je tehnologija prodrla v praktično vse pore družbe. Pojavlja se povsod in postajamo vedno bolj odvisni od njenega delovanja ter se nanjo vedno bolj zanašamo v smislu preživetja in obstoja nasploh.

Razvoj znanosti in tehnologije je od nekdanj vplival tudi na področje vojskovanja. Pogosto se razvoj in integracija tehnologije v obrambno-varnostni sistem obravnava kot nekaj preprostega. Mnenja o pomenu tehnologije pri doseganju zmage na bojišču, v primerjavi s faktorji kot so urjenje in bojna morala so deljena. Tako vojaški zgodovinarji kot tudi vojaki sami se težko odločijo na kakšen način naj gledajo na tehnologijo. »Tehnofili« ji morda pripisujejo prevelik pomen in zanemarjajo ostale faktorje, medtem ko »tehnofobi« pogosto spregledajo njen močan vpliv na vojaštvo nasploh. Danes vojaška tehnologija, oziroma kar tehnologija na sploh, prispeva k izjemni kompleksnosti okolja, groženj in različnih vplivov s katerimi se srečuje moderen obrambno-varnostni sistem. Klasično se vojaška tehnologija bolj ali manj razvija postopoma, včasih hitreje, včasih počasneje. Občasno pa se zgodi, da se mnogo novosti pojavijo hkrati in takrat lahko govorimo o revoluciji. Z informacijsko revolucijo se je zgodilo prav to in zato v tem času govorimo o RMA (Revolution in Military Affairs) (Cohen 2007).

Ena najbolj znanih, pa tudi izjemno kvalitetnih analiz vpliva tehnologije na vojaške sisteme je vsekakor delo zakoncev Toffler, ki sta uspešno potegnila vzporednice med tehnologijo, družbeno ureditvijo dela in družbeno ureditvijo vojaštva oziroma zagotavljanja varnosti. Govorita o treh glavnih revolucijah, agrarni, industrijski in informacijski revoluciji. Vsaka izmed teh revolucij je prinesla svoje tako tehnološke kot tudi družbene novosti. V vsakem izmed teh obdobji je prevladoval določen način izvajanja obrambno-varnostnih dejavnosti, kot je tudi prevladovalo različno strateško razmišljanje. V času agrarne revolucije je imel glavni pomen teritorij – zemlja, saj je bila zemlja glavno produkcijsko sredstvo. V tem času opazujemo fevdalno družbeno ureditev ter naborniški način vojskovanja. V industrijski revoluciji je glavno produkcijsko sredstvo bila industrija, katere cilj je bila masovna proizvodnja – prav ta industrija pa je bila osnova za vojskovanje, saj je bila nujno potrebna za podpiranje masovnih vojska, ki so takrat prevladovale. V času informacijske revolucije vidimo, da se strateški poudarek premika stran od industrije in se osredotoča na informacijo – glavni produkcijski faktor je postala informacijska tehnologija, katere namen je obvladovanje informacij v največji možni meri, oblika vojskovanja pa je postala osredotočena na informacijsko bojevanje oziroma bojevanje, ki je intenzivno podprto in ciljano na informacije in prevlado nad njimi. Danes se bitke odvijajo v kiberprostoru, na političnem parketu, v

mednarodnem prostoru in na ekonomskem področju – vse to so področja, kjer je informacija, kvalitetna in pravočasna, ključnega pomena in predstavlja glavno strateško dobrino ter prednost (Toffler in Toffler 1995).

Eno izmed tehnoloških področji, ki se trenutno uveljavlja je tudi področje umetne inteligence. To področje je eno izmed interdisciplinarnih področji računalništva in se je razvilo zaradi želje, da bi računalnik zmožni razmišljati podobno, ali pa celo bolje, kot človek. Danes to področje že prinaša rezultate, ki so vidni v številnih področjih in sferah, kjer se uporablja. Vedno bolj pogosto se umetno inteligenco uporablja v naravoslovni znanosti, recimo za napovedovanje struktur proteinov in interakcijo med molekulami, v medicini za izvajanje diagnostike in naprednih preiskovalnih metod, v vremenoslovju za modeliranje vremenskih vzorcev in vedno pogosteje v gospodarstvu. V gospodarstvu področje umetne inteligence prevzema številne vloge kot so kontrola delovnih procesov, nadzor nad logističnimi potmi, izvajanje trgovanja in napovedovanje vseh vrst trendov.

Eno izmed področji kjer se umetna inteligenca šele uveljavlja je področje obrambno-obveščevalne dejavnosti. Obveščevalna dejavnost nasploh obstaja že praktično od začetka civilizacije. Njena naloga je bila od nekdaj zbiranje informacij in njihova analiza z namenom imeti znanje – vedenje, ki nam koristi in izboljša možnosti za zagotovitev varnosti. Če je doslej veljalo, da je najpomembnejša dejavnost obrambno-obveščevalne skupnosti zbiranje informacij, danes prevladuje njena vloga v smislu analize informacij. Se pa danes obveščevalna skupnost nasploh srečuje z edinstvenim problemom in ta je, da je količina informacij ogromna - še večja pa je količina podatkov, iz katerih je potrebno informacije šele pridobiti. S tem problemom se obveščevalna skupnost s težavo spoprijema in bi rešitev v obliki umetne inteligence močno koristila.

Ena izmed osnovnih prednosti umetne inteligence je, da je sposobna sprocesirati ogromne količine podatkov hkrati in iz njih še vedno razbrati določen smisel. To je vsekakor nekaj česar naš um ni zmožen in rabimo za to pomoč. Tudi v obrambno-varnostnem sistemu, katerega del je obrambno-obveščevalna dejavnost, se srečujejo s problemom prevelike količine podatkov, ki jih niso zmožni ustrezno analizirati in iz njih dobiti uporabnih informacij. Kot je že bilo omenjeno, smo v informacijski družbi, kjer je točna, natančna in pravočasna informacija ključnega pomena. To velja še toliko bolj za obrambno-varnostni sistem. Informacija je sicer vedno igrala vlogo v obrambno-varnostnem sistemu, ampak šele v zadnjem času je iz stranske vloge prevzela osrednjo vlogo. Pričakujemo lahko, da se bo z večanjem zmogljivosti in zanimanja za umetno inteligenco širila tudi njena uporaba v obrambno-varnostnem sistemu in vseh njegovih podsistemih.

2 Metodološko-raziskovalni okvir

2.1 Predmet in namen proučevanja

Predmet proučevanja v tej diplomski naloge predstavlja umetna inteligenca oziroma njena vloga v obrambno-obveščevalni dejavnosti. Zanima nas kakšna je uporabna vrednosti umetne inteligence v tovrstne namene ter kakšne so morebitne aplikacije, kjer bi bila koristna. V nalogi bomo opredelili najpomembnejše pojme, jih razmejili ter natančno definirali njihovo vlogo in relevantnost. V diplomski nalogi smo skušali tematiko čimbolj ilustrativno prikazati in jo bralcu približati. Zaradi razmejitve pojmov smo se v nalogi osredotočili zgolj na enega od področji umetne inteligence in to so »softverski agenti«. Kaj le-ti so, bomo pojasnili kasneje v nalogi, za zdaj pa jih definirajmo (tekom naloge bomo podali bolj natančno in jasno definicijo, glej poglavje 2.4) kot programsko opremo, ki ima zmožnost delovanja na okolje in je sposobna delovati inteligentno. V tej nalogi pa ne bomo govorili o nobeni vrsti fizičnih robotov oziroma kakšnih koli »dronov«, saj le-ti ne spadajo v naš okvir.

Namen te diplomske naloge je bralcu tematiko nekoliko približati, mu predstaviti nekatere vidike ter ga spodbuditi k nadaljnjemu razmišljanju. Naloga lahko predstavlja izhodišče preko katerega se lahko tematiki nato posvetimo globlje in bolj specifično, glede na področje, ki nas zanima. Čeprav je tematika nekoliko zahtevnejša za razumevanje, je diplomska naloga pisana tako, da je lahko razumljiva tudi bralcu, brez tehničnega predznanja,. Zaradi omejitve s prostorom smo se v nalogi osredotočili na najpomembnejše in najzanimivejše teme iz področja umetne inteligence, ki smo jih želeli bralcu približati na čim bolj prijazen način. Vsi zainteresirani bralci pa si lahko več o tej tematiki preberejo v strokovni literaturi, navedeni na koncu tega dela.

2.2 Uporabljena metodologija

Z metodološkega vidika bo diplomska naloga temeljila predvsem na teoretičnem pristopu in analitični sintezi literature ter idejah avtorja. Deskriptivna metoda je bila uporabljena za opredelitve teoretičnih izhodišč in osnovnih pojmov. Prav tako pa se pojavlja skozi celotno delo, saj je osnova tudi za opredelitve potencialnih aplikacij.

Zbiranje, analiza in interpretacija sekundarnih virov je seveda ena od osnovnih metod in tudi ključna za tovrstno delo, saj se na podlagi literature opredeli pojme, postavi teoretična izhodišča kot tudi podpre stališča in ideje avtorja. Kot dodatek je potrebno omeniti, da je

natančne in sveže podatke za tovrstno tematiko težko dobiti, saj gre za podatke, ki so bolj občutljive narave in je njihova zaščita smiselna.

2.3 Preučevalno-raziskovalno vprašanje

Za to diplomsko delo smo si zastavili raziskovalno vprašanje:

- **Kakšna je vloga umetne inteligence v obrambno-obveščevalni dejavnosti?**

Na vprašanje bomo skušali odgovoriti z opisom zmogljivosti umetne inteligence, opisom dveh najbolj tipičnih možnosti uporabe ter predstavitev trenutnega stanja razvoja in njegove nadaljnje usmeritve.

2.4 Struktura diplomske naloge

Diplomska naloga je sestavljena iz štirih delov. V prvi del spadajo uvod, metodološko raziskovalni okvir ter opredelitev temeljnih pojmov. V tem delu se v uvodu obravnava temo postavi v širši kontekst in se bralcu tematiko nekoliko približa. V metodološkem okvirju smo predstavili predmet raziskovanja, namen naloge, raziskovalno vprašanje ter strukturo. Poleg tega, smo v prvem delu opredelili temeljne pojme - tiste, ki jih bomo srečevali skozi celotno delo in je zato njihova opredelitev in natančno definiranje ključnega pomena za ustrezno razumevanje dela in njegove vsebine.

V drugem delu naloge se predvsem bolj podrobno predstavi umetno inteligenco ter področja, ki spadajo pod ta termin. Predstavi se sisteme za podporo odločanju, opredeli se inteligentne agente. Podrobneje se razloži strojno učenje, ki je hrbtenica umetne inteligence, nato pa se predstavi nekaj splošnih aplikacij umetne inteligence, kot so prepoznavanje in zaznavanje vzorcev, avtomatsko prepoznavanje govora ter podatkovno rudarjenje.

V tretjem delu, v katerega spada peto poglavje, smo prikazali in opisali dve potencialni aplikaciji umetne inteligence v obrambno-obveščevalni dejavnosti. Najprej smo predstavili uporabo podatkovnega rudarjenja kot osnovno metodo, ki bi bila zelo koristna v analitičnem procesu obrambno-obveščevalne dejavnosti. Nato pa smo predstavili metodo vojnih iger, ki spada v domeno obrambno-obveščevalne dejavnosti in je zelo dragocena metoda za odločevalce v oboroženih silah.

Zadnji del naloge pa je sestavljen iz predstavitve obstoječih razvojnih programov, z namenom prikaza, kakšno je trenutno stanje razvoja in njegove nadaljnje usmeritve. Predstavljeni so programi agencij DARPA in IARPA, ki sta najbolj napredni agenciji na visokotehnološkem področju. Zadnji del vsebuje tudi zaključek, ki s sintezo naloge, obravnavo raziskovalnega vprašanja in sklepno mislijo nalogo zaključuje.

3 Temeljni pojmi

V tem poglavju se bomo osredotočili na tri temeljne pojme za to diplomsko nalogo. In sicer varnost, razumevanje tega termina in kaj predstavlja je ključno za razumevanje obrambno-varnostnega sistema, njegovega namena in ciljev, ki jih skuša doseči. Nato bomo predstavili pojem obrambno-varnostnega sistema, ki je kontekst v katerega spada obrambno-obveščevalna dejavnost. Za tem bomo predstavili pojem obrambno-obveščevalne dejavnosti. Za konec pa bomo opredelili pojem umetne inteligence, ki skupaj z obrambno-obveščevalno dejavnostjo predstavlja glavno temo te diplomske naloge.

3.1 Varnost

Pojem varnosti je eden tistih pojmov, ki ima mnogo pomenov in pomeni skoraj vsakomur nekaj drugega. Zaradi tega lahko pogosto pride do nesporazumov in je definiranje pomena besede varnost in umestitev v kontekst nujna za razumevanje njenega pomena. Najbolj splošna definicija varnosti, ki je osredotočena na posameznika varnost opredeljuje kot stanje v katerem je zagotovljen fizični, duševni in gmotni obstoj ter razvoj posameznika in/ali družbene skupnosti v razmerju do drugih posameznikov oziroma družbenih skupnosti ter narave (Grizold 1999, 23).

Že pri tej definiciji vidimo, da varnost ni absolutna, da je omejena z varnostjo drugih entitet. Ken Booth, postavi alternativno definicijo, ki varnost definira kot odsotnost groženj. Varnost je po njegovo ključna za svobodo ljudi in družb, saj odsotnost varnosti prepreči ljudem in skupinam, da bi počeli tisto kar bi zares želeli. (Booth v Snyder 2008, 41).

V Booth-ovi definiciji že vidimo odtenke družbene varnosti, ki pa jo Weaver definira kot sposobnost družbe, da obstane v svojem bistvu, kljub spreminjajočim se razmeram in okolju. Gre za ohranitev družbe v zadovoljivih pogojih, ki ji omogočajo razvoj tradicije, jezik, kulturo, nacionalno identiteto in običaje (Weaver v Snyder 2009, 43).

Varnost ni vezana samo na eno področje človekovega obstoja in življenja, ampak se njena potreba kaže na vseh področjih njegovega delovanja, kot tudi na delovanje širših skupnosti, kot so države. Zavestno prizadevanje za vzpostavitev varnosti je ena osnovnih človeških dejavnosti, ki obsega številne vidike varnosti kot so na primer gospodarska, politična, pravna in obrambna varnost (Anžič v Črnčec 2009, 25).

3.2 Obrambno-varnostni sistem

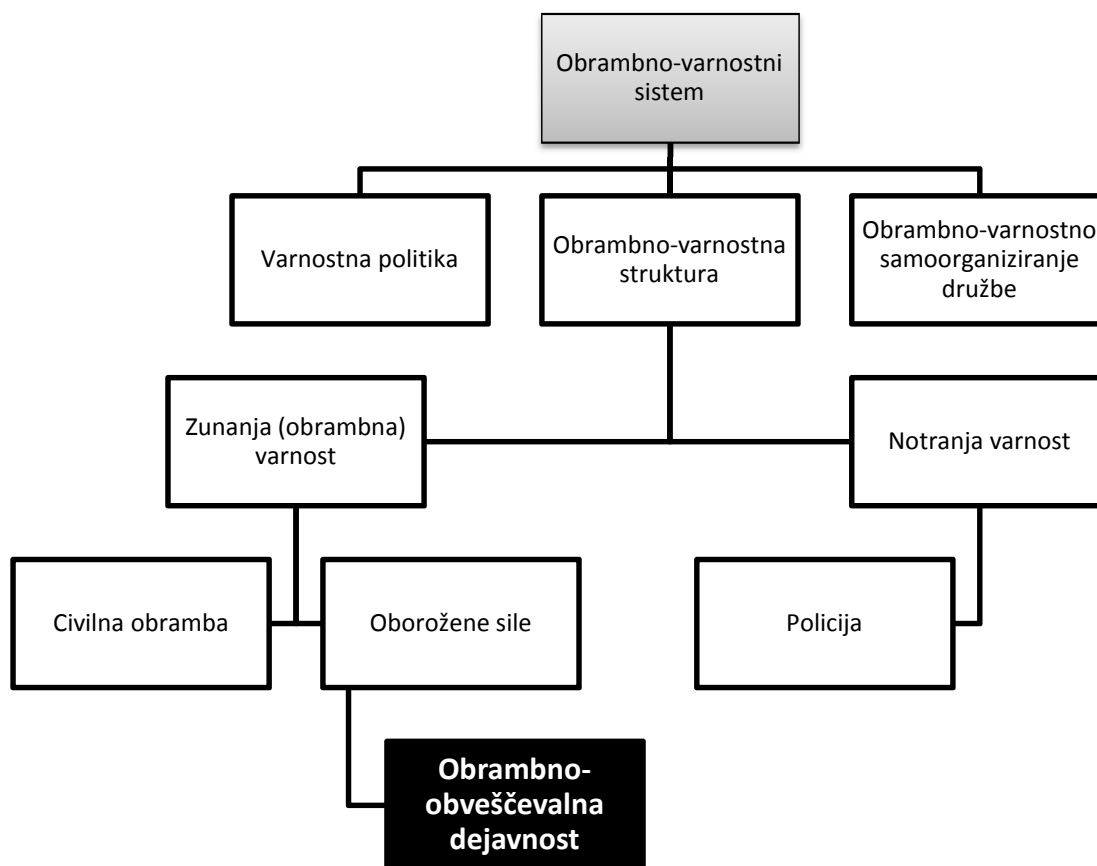
Načinov kako država zagotavlja varnost je več. Obstajajo mnogi mehanizmi, kako lahko države izkoristijo svojo moč in vpliv za zagotovitev lastne varnosti ter varnosti svojega prebivalstva – ti mehanizmi vključujejo ekonomske, diplomatske, vojaške in čedalje bolj informacijske ukrepe. Eden izmed najstarejših in najbolj očitnih sistemov za zagotavljanje varnosti, ki je na voljo državi, je obrambno-varnostni sistem.

Bolj kot so družbe razvite, bolj kompleksne postajajo interakcije med entitetami te družbe. Več kot je različnih entitet in večja kot je njihova raznolikost in raznovrstnost, bolj kompleksna postaja družba. Zato je družbo najlažje obravnavati kot sistem, sistem je torej celota sestavljena iz različnih delov, ki so medsebojno odvisni in povezani. Poznamo več različnih vrst sistemov vendar se bomo za potrebe te naloge osredotočali zgolj na družbene sisteme. Družba ja pravzaprav sistem sistemov, saj so tudi sestavni deli širše-družbenega sistema pravzaprav drugi sistemi, ko so, politični sistem, gospodarski sistem, pravni sistem in za nas najbolj relevanten, obrambno-varnostni sistem. Vsi ti sistemi so sestavljeni iz nadaljnjih podsistemov in ravno izjemno kompleksnih interakcij med vsemi temi enotami obstaja mnogo disciplin, ki se ukvarjajo s sistemsko teorijo (Grizold 1999, 51–66).

Obrambno-varnostni sistem je vpet v družbeni kontekst, saj nanj vplivajo ostali sistemi in tudi obratno. Politični sistem pomembno vpliva na ustvarjanje družbenega konteksta in prispeva k ustvarjanju družbene percepcije groženj in vloge obrambno-varnostnega sistema, kar močno vpliva na njegov ustroj in delovanje. Prav tako ekonomski oziroma gospodarski sistem vpliva na obrambno-varnostni sistem predvsem z zagotavljanjem zadostne materialne podpore in moči, ki preko davkov in ostalih dajatev poganja obrambno-varnostni sistem. Prav tako tudi gospodarski sistem ustvarja svoje zahteve in svoje interese do obrambno-varnostnega sistema, ki ga lahko obravnava kot stranko lahko pa kot storitev.

Obrambno-varnostni sistem je torej sestavljen iz podsistemov, ki opravljajo različne naloge, imajo različne (včasih seveda tudi skupne) interese in imajo zelo različne pristojnosti. Najbolj klasična delitev je delitev na notranjo varnost ki se jo zagotavlja preko policije, druga kategorija pa je obramba, ki se zagotavlja s pomočjo oboroženih sil. Tretjo kategorijo predstavljajo različne oblike civilne zaščite, ki so namenjene notranjim grožnjam, ki pa ne spadajo v vojaške oziroma kriminalne dejavnosti – po navadi gre za naravne in druge nesreče.

Slika 3.1: Shema strukture obrambno-varnostnega sistema



Vir: Povzeto po Črnčec (2009).

Zgornja shema prikazuje tipično strukturo obrambno-varnostnega sistema in umestitev obrambno-obveščevalne dejavnosti v ta sistem. Kot je razvidno iz sheme je obrambno-varnostni sistem sestavljen iz treh osnovnih stebrov.

Varnostna politika – se nanaša na sklop zakonov, regulativ, predpisov in pravilnikov ki urejajo obrambno-varnostno in ostala neposredno povezana področja; poleg tega pa se varnostna politika nanaša na sistem vrednot, prepričanj, tradicije, običajev in kulture, ki pomembno vplivajo na oblikovanje varnostne politike, kot tudi na njen nadaljnji vpliv. Seveda pa na varnostno politiko pomembno vpliva tudi mednarodno okolje in akterji, ki se pojavljajo v njem, kot tudi potencialni viri ogrožanja v in izven države.

Obrambno-varnostna struktura – je po navadi deljena na zunanjo in notranjo varnost, kjer zunanja varnost prevzame vlogo obrambne dejavnosti, ki jo po navadi izvajajo oborožene sile, medtem ko ima pristojnost za notranjo varnost policija.

Obrambno-varnostna samoorganizacija družbe – predstavlja samoorganizacijo družbe za zagotovitev nekaterih prvin varnosti; primer: »neighborhood watch« v ZDA

3.3 Obrambno-obveščevalna dejavnost

Obveščevalna dejavnost je zelo različna od drugih funkcij dejavnosti znotraj države. Prva značilnost je, da je večino stvari, ki so dogajajo, skrivnost. Obveščevalna dejavnost obstaja, ker se države odločajo, da prikrijejo nekatere informacije pred drugimi državami, le-te pa nato iščejo načine, da bi te informacije vseeno pridobile. Kot institucija obveščevalna dejavnost služi centralni oblasti. Glavna obveščevalna dejavnost je zbiranje in analiza podatkov ter izrabljanje le-teh v različne namene. (Lowenthal 2009, 1–2; Herman 2001, 3–5).

Osnovni razlogi zakaj obveščevalna dejavnost obstaja in zakaj imamo obveščevalne službe so (Lowenthal 2009, 2–4):

- **Izogibanje in preprečevanje strateškemu presenečenju** – Prvi in osnovni cilj obveščevalne dejavnosti je, da ima nadzor nad grožnjami, silami, dogodki in situacijami, ki lahko ogrozijo nacionalno varnost. Zgodnje opozarjanje je tista osnova za preprečevanje strateškega presenečenja. Opozorilni sistem pa je zgolj en del širšega sistema preprečevanja in upravljanja s tveganjem.
- **Zagotavljanje dolgoročne strokovnosti** – Za razliko od relativno stalne birokracije so vsi odločevalci na višjih stopnjah bolj ali manj začasni. Odločevalci sicer pridejo na položaj z neko količino izkušenj, ki pa vseeno ne zadostuje. Neizogibno je, da bodo za svoje delo rabili pomoč strokovnjakov oziroma tistih z več vhodnimi podatki in več izkušnjami. Obveščevalna skupnost je tista, ki ima izjemno veliko količino znanja in izkušenj na področju varnosti in obrambe in so zato idealen partner.
- **Podpora odločevalskemu procesu** – Odločevalci imajo stalno potrebo po njim na kožo pisanih informacijah, ki jim podajo kontekst, opozorila ocene tveganj, koristi in verjetnih izidov. Tovrstne kvalitetne in točne podatke lahko zagotovi le obveščevalna skupnost.
- **Zagotavljanje skrivnosti informacij, potreb in metod** – Skrivnostnost je edinstvena lastnost. Dejstvo, da bodo drugi skušali pomembne informacije skrivati, da morajo nekatere informacije ostati skrite in neznane javnosti in da je potrebno metode s katerimi so tovrstne informacije pridobljene ohraniti nerazkrite, je bistvena posebnost obveščevalne dejavnosti.

3.4 Umetna inteligenca

Preden sploh lahko definiramo, kaj je to umetna inteligenca moramo najprej definirati inteligenco nasploh. Učenje, inteligenca in znanje so tesno povezani pojmi. Težko je najti enotno in splošno veljavno definicijo inteligence, je pa vsekakor možno le-to opredeliti kot sposobnost prilagajanja okolju in reševanje problemov. Prilagajanje, ki se pojavi znotraj te okvirne definicije je pravzaprav učenje. Za reševanje problemov sta pravzaprav nujni dve komponenti, prva je znanje za katerega je nujno učenje in druga takšna komponenta je ustvarjalnost (Kononenko in Robnik-Šikonja 2010, 27–44).

Tako kot je pravzaprav težko definirati inteligenco na človeški ravni je enako težko definirati pojem umetne inteligence. Idealni koncept inteligence, ki je pravzaprav različen od človeške inteligence je racionalnost. Načeloma pa bi lahko umetno inteligenco razdelili nekako na štiri kategorije, na eni strani ljudem podobni sistemi, ki bodisi mislijo kot ljudje, bodisi pa delujejo kot ljudje. Na drugi strani pa racionalni sistemi, ki mislijo oziroma delujejo racionalno (Strnad in Guid 2007, 1–13).

Umetna inteligenca je področje računalništva, ki se ukvarja z izdelavo, implementacijo in analizo računalniških agentov, ki delujejo inteligentno. Agent je nekaj kar vpliva oziroma deluje v nekem okolju. Agenti so lahko živa bitja, naprave, roboti, ljudje, države, organizacije ipd. Pomembno je vedeti kaj agent počne, torej kako deluje na okolje. Agent, ki inteligentno deluje na okolje je tisti agent, ki (Poole in Mackworth 2010, 3–4):

- naredi tisto kar je najbolj primerno glede na okoliščine in glede na cilj, ki ga ima,
- je prilagodljiv na spreminjajoče se okolje in cilje,
- se uči iz preteklih izkušenj,
- se ustrezno odloči, glede na njegove omejitve in sposobnosti (velikost spomina, procesorska moč ipd.)

Umetna inteligenca kot taka pravzaprav spada na področje računalništva oziroma je integrativni del računalništva, ki se ukvarja s študijem inteligentnih agentov, ki zaznavajo in sprejemajo podatke iz okolice in s pomočjo implementirane funkcije izvršujejo akcije. Agenti so pravzaprav postali enotna tema umetne inteligence, saj lahko z agenti predstavimo algoritme različnih področji kot so: iskanje, igranje igre, avtomatsko sklepanje, planiranje, verjetnostno sklepanje, klasifikacije, razpoznavanje in še mnoga druga (Strnad in Guid 2007, 1–13).

4 Področja uporabe umetne inteligence

4.1 Sistemi za podporo odločanju

V neki švedski tovarni so skušali rešiti problem prevelike količine zmečkanega papirja kar jim je predstavljalo velike stroške in zmanjševalo dobiček. Ker po več analizah niso uspeli odkriti vzroka so uporabili eno izmed metod umetne inteligence. Pred tem so opravili veliko količino meritev zelo raznolikih parametrov ter vsakič merili tudi količino zmečkanega papirja. Problem so nato analizirali s pomočjo metod umetne inteligence, v tem primeru strojnega učenja in so dokaj hitro našli parameter, ki je najbolj vplival na količino zmečkanega papirja. Če je bila vrednost tega parametra v določenih mejah so bile količine zmečkanega papirja mnogo manjše. Zato so se odločili kontrolirati ta kritični parameter in s tem močno prispevali k večjemu dobičku tovarne (Kononenko in Robnik-Šikonja 2010, 18).

Zgoraj navedeni primer je zgolj eden, kjer so z pomočjo umetne inteligence sprejeli boljše odločitve. Sistemi za podporo odločanja se uporabljajo vedno bolj pogosto in lahko močno prispevajo h kvaliteti, pa tudi hitrosti odločitev. Večina teh sistemov uporablja eno ali več metod umetne inteligence kot njihov integrativni del, prav tako pa imajo po navadi v ozadju ogromno bazo podatkov, na podlagi katere potem pridobivajo in podajajo predloge za odločanje.

Sistemi za podporo odločanju – DSS (Decision support system) so se pojavili že v 70. letih in so se potem v nadaljnjih letih močno razvijali in razširili skupaj s širitvijo osebnih računalnikov. Tukaj ne gre za enovite splošne programske pakete, ampak večinoma modularne programske pakete, narejene za določeno nišno skupino. Tovrstni sistemi so pravzaprav specifična oblika informacijskih sistemov, ki so namenjeni podpori podjetjem in ostalim organizacijam. Ustrežno implementiran sistem je interaktivno programsko orodje, ki je namenjeno odločevalcem, da lažje pridobijo uporabne informacije iz golih podatkov, dokumentov in raznoraznih modelov. S pomočjo takšnih sistemov lažje rešujejo probleme in sprejemajo boljše odločitve. Sistemi za podporo odločanju imajo pogosto naslednje lastnosti (Pelan 2009; Information builders 2014):

- ukvarjajo se z načrtovanjem prihodnosti organizacije,
- omogočajo ad hoc poizvedbe po podatkih,
- generirajo poročila, ki niso vnaprej predvidena,

- odgovarjajo na vprašanja,
- so prilagodljivi in modularni,
- omogočajo hitro in učinkovito uporabo,
- ne dajejo količinsko obsežnih rezultatov,
- vhodne podatke čim hitreje črpajo iz izvajalskega informacijskega sistema

Sistemi za podporo odločanju lahko predstavljajo veliko prednost tako podjetjem kot tudi katerikoli drugi organizaciji, saj omogočajo sprejemanje boljših, bolj informiranih in hitrejših odločitev. Sprejemanje kvalitetnih odločitev, ob pravem času, je vsekakor ključnega pomena za vsako organizacijo, ki želi delovati v 21. stoletju.

4.2 Inteligentni agenti oziroma »softverski roboti«

Agenti pravzaprav predstavljajo tisto strukturo, s katero lahko povežemo različna področja znotraj umetne inteligence. Pod tem imenom lahko razumemo napravo ali program, ki opravlja funkcije kot so sprejemanje podatkov s pomočjo senzorjev, procesiranje teh podatkov, ki nato preko aktuatorjev vplivajo na okolje. Poznamo več različnih vrst agentov. Če izberemo za primer človeka, ima ta agent kot senzorje oči, ušesa, kožo in vsa druga čutila, medtem ko so roke, noge in usta aktuatorji preko katerih vpliva na okolje. »Robotski agent« ima prav tako senzorje kot so različne kamere, kot aktuatorje pa ima različne motorje s katerimi lahko vpliva na okolje. Po drugi strani pa imamo tukaj tudi »programskega agenta, ki sprejema signale preko tipkovnice, datotek, mrežnih paketov ali drugih podatkovnih vodil, medtem ko na okolje deluje preko zaslona, pisanja datotek ali pa pošiljanje mrežnih paketov. Za potrebe tega dela bomo naše pojmovanje osredotočili na »programskega agenta, ki izkazuje neko obliko inteligence, kar mu daje zmožnost prilagajanja in učenja (Strnad in Guid 2007, 1–13).

Namesto stroge definicije inteligentnega agenta je bolj smiselno inteligentnega agenta predstaviti skozi lastnosti, ki bi jih tak agent moral imeti (Strnad in Guid 2007, 1–13):

- **Avtonomnost** – Agent je pri svojem delovanju samostojen in ne zahteva posegov upravljalca.
- **Racionalnost** – Racionalni agent deluje tako, da za vsako možno zaporedje zaznav (situacijo) izbere tisto dejanje, ki maksimira nek kriterij učinkovitosti (minimizira porabo električne energije, minimizira porabljen čas za opravljanje naloge itd.
- **Prilagodljivost** – Agent se avtomatsko prilagodi spremembam v okolju.

- **Komunikativnost** – Agent je zmožen sodelovati v kompleksnih komunikacijah z drugimi agenti, bodisi da so to ljudje, bodisi drugi programski agenti, z namenom pridobitve informacij, ki so mu v pomoč pri izpolnitvi zadanega cilja.
- **Stalnost delovanja** – Agent deluje nepretrgoma in ne zgolj enkratno.
- **Sodelovanje** – Agent ne uboga ukazov slepo, ampak ima možnost spreminjanja zahtev, postavljanja nadaljnjih vprašanj za razjasnitev in tudi možnost zavrnitve določene zahteve.
- **Fleksibilnost** – Agentove akcije niso vnaprej določene z nekim scenarijem. Agent je sposoben dinamično izbrati akcije v odvisnosti od okolja.

Agenta najlažje opišemo tako, da opišemo kriterij učinkovitosti, okolje agenta in njegove senzorje ter aktuatorje.

Če se nekoliko osredotočimo na kriterije učinkovitosti so ti pravzaprav zelo kompleksen in ključni del programa. Lahko so seveda preproste funkcije, kot je majhna poraba energije, časa, stroškov, maksimiranje dobička in podobno. Obstajajo pa veliko bolj kompleksne naloge, ki zahtevajo mnogo bolj kompleksne kriterije učinkovitosti.

Okolje agenta pravzaprav predstavlja vse okoli njega, od njegove funkcije oziroma načina delovanja pa je odvisno kateri deli okolja so za njega relevantni in kateri ne.

Aktuatorji agenta so tisti deli agenta, ki mu omogočajo delovanje na okolje oziroma komunikacijo z okoljem ali drugimi agenti. Te so seveda zelo odvisni od tega čemu je agent namenjen in tudi kakšne komunikacijske zmogljivosti potrebuje.

Program agenta je pravzaprav implementacija algoritma, naloga algoritma pa je z danimi senzorji in aktuatorji glede na okolje rešiti problem maksimacije kriterija učinkovitosti.

Naloga umetne inteligence je torej zgraditi program agenta, ki implementira algoritem tega agenta (Strnad in Guid 2007, 1–13).

Obstaja mnogo različnih vrst inteligentnih agentov ki pa jih lahko razdelimo na nekaj osnovnih vrst, ki predstavljajo osnovo inteligentnih sistemov (Russel in Norvig 1995):

- **Preprosti odzivni agenti** (Simple reflex agents).
- **Odzivni agenti temelječi na modelu** (model-based reflex agent).
- **Agenti temelječi na cilju** (goal-based agent).
- **Agenti temelječi na koristi** (utility-based agent).
- **Učeči se agenti** (learning agent).

4.3 Strojno učenje

Osnova strojnega učenja je uporaba pravih metod, za izdelavo pravih modelov, ki opravljajo prave naloge. Metode se nanašajo na uporabo določenega programskega jezika, naloge pa predstavljajo problem, ki ga pravzaprav želimo rešiti, z uporabo strojnega učenja. Modeli predstavljajo osrednji koncept strojnega učenja, saj so prav modeli tisto kar se »uči« in so modeli v končni fazi tisti, ki bodo rešili željen problem. Obstaja veliko različnih tipov modelov, ki jih lahko izberemo. Kateri tip modela bomo izbrali je popolnoma odvisno od tega kar skušamo doseči in kakšni so sploh podatki, ki jih imamo na voljo (Flach 2012, 13–49).

Če želimo s pomočjo računalnika rešiti določen problem potrebujemo zato ustrezen algoritem, ki ga potem s pomočjo pravega programskega jezika implementiramo. Algoritem je zaporedje navodil, ki naj bi iz nekega vhodnega podatka proizvedel željeni rezultat (Alpaydin 2010, 1–3).

Osnovni princip strojnega učenja je avtomatsko opisovanje (modeliranje) pojavov iz podatkov. Rezultat učenja so pravila, funkcije, relacije, sistemi enačb, verjetnostne porazdelitve ipd.... Naučeni modeli poskušajo razlagati podatke iz katerih so bili modeli ustvarjeni in se lahko uporabijo tudi za napovedovanje bodočnosti. Učenje je vsaka sprememba sistema, ki temu sistemu omogoča, da opravlja enako nalogo bolje. Rezultat učenja je znanje, ki ga sistem uporabi za reševanje novih nalog. Znanje je lahko množica podatkov ali pa nek algoritem – množica napotkov za učinkovito reševanje nalog. V strojnem učenju je pomembno ločiti med učnim algoritmom – to je tistim, ki iz podatkov in predznanja tvori novo znanje ter med izvajalnim algoritmom – ki naučeno znanje uporablja za reševanje problemov. Za izvajalni algoritem je pomembna tako njegova točnost, kot tudi njegova učinkovitost, saj ima prepozna natančna napoved veliko manjšo vrednost kot pravočasna ampak malo manj natančna napoved (Kononenko in Robnik-Šikonja 2010, 1; Alpaydin 2010, 1–3).

Učni algoritem je bistvo strojnega učenja in njegov produkt je izvajalni algoritem - model. Kriteriji za usmeritev učnega algoritma so lahko; maksimirati klasifikacijsko točnost modela, minimizirati povprečno ceno klasifikacijskih napak, minimizirati velikost modela, maksimirati prilaganje modela vhodnim podatkom, maksimirati razumljivost hipoteze, minimizirati časovno zahtevnost klasifikacije, minimizirati število parametrov, potrebnih za klasifikacijo, minimizirati ceno pridobivanja vrednosti parametrov, maksimirati verjetnost modela na dano

predznanje in vhodne podatke. Vse to so različni cilji strojnega učenja, katerega oziroma katere bomo izbrali pa ja odvisno od končnega cilja (Kononenko in Robnik-Šikonja 2010, 1).

Strojno učenje je v zadnjih dvajsetih letih močno napredovalo. To se odraža tudi v številnih komercialnih sistemih za strojno učenje in njihovi uporabi v industriji, medicini, ekonomiji, naravoslovnih in tehničnih raziskavah, ekologiji, bančništvu itd.... Strojno učenje se uporablja za analizo podatkov in odkrivanje zakonitosti v podatkovnih bazah (podatkovno rudarjenje), za avtomatsko generiranje baz znanja za ekspertne sisteme, za učenje načrtovanja, igranje iger, za gradnjo numeričnih in kvalitativnih modelov, za razpoznavanje naravnega jezika in prevajanje, klasifikacijo tekstov, za avtomatsko ekstrakcijo znanja dinamične kontrole procesov, razpoznavanje govora, pisave, slik in še mnogih drugih aplikacij (Kononenko in Robnik-Šikonja 2010, 11–15).

Strojno učenje tako pravzaprav predstavlja osnovo umetne inteligence, kar pa je logično saj smo kot eno od kategorij inteligence nasploh, definirali sposobnost učenja. Zato je pravzaprav za sistem umetne inteligence nujna komponenta učenja, ki jo v računalništvu predstavlja strojno učenje. Aplikacije, kjer se strojno učenje danes najbolj vidno uporablja, so:

- **Diagnostika proizvodnega procesa** – V večini proizvodnih procesov prihaja do odstopanj od običajnega poteka. Pomembna so predvsem odstopanja, ki jih ni mogoče predvideti, ker nadzorni sistem ni popoln. Z metodami strojnega učenja lahko iz meritev različnih parametrov izpeljemo model, ki ga lahko uporabimo za napovedovanje obnašanja proizvodnega procesa in tako dobimo zelo uporabne podatke, ki nam pomagajo pri odločitvah kot so, kateri del proizvodnega procesa je potrebno optimizirati, kam se splača investirati, kako doseči večjo produktivnost itd.... (Kononenko in Robnik-Šikonja 2010, 18)
- **Medicinska diagnostika** – Temelj uspešnega zdravljenja je pravilna diagnoza. Diagnozo postavi zdravnik na podlagi simptomov pacienta, podatkov iz preteklosti, podatkov iz različnih preiskav na katere lahko napoti pacienta. Na osnovi podatkov bolnikov, ki so se v preteklosti zdravili s podobnimi simptomi za katere so znane zanesljive diagnoze oziroma naknadni poteki zdravljenja, lahko s pomočjo strojnega učenja izpeljemo pravila, ki so nam v pomoč pri diagnosticiranju novih bolnikov. Iz teh pravil se je možno naučiti več o diagnosticiranju samem in so lahko uporabno orodje za izobraževanje novih zdravnikov, pa tudi v pomoč že obstoječim zdravnikom. Prav

tako je možno s pomočjo tovrstnih metod ugotoviti katere stvari so pomembne in postaviti potek nadaljnjih preiskav za bolj natančno določitev diagnoze (Kononenko in Robnik-Šikonja 2010, 19).

4.4 Nevronske mreže

Delo in raziskave na področju umetnih nevronske mreže se je začelo z spoznanjem, da človeški možgani delujejo popolnoma drugače od konvencionalnega računalnika. Če je v računalniku osnovna računska enota tranzistor, je v možganih osnovna enota nevron. Tranzistor in nevron si nista prav nič podobna. Možgani so pravzaprav visoko-kompleksen, nelinearen paralelni »procesor«. Računske operacije, ki bi jih moderni računalniki izvajali izredno dolgo možgani opravijo izjemno hitro. To svojo procesorsko moč možgani dolgujejo svoji sestavi, saj so sestavljeni iz izjemno kompleksnih mrež nevronov. Te mreže imajo sposobnost delovati paralelno ena z drugo (Haykin 1999).

4.5 Prepoznavanje vzorcev

Prepoznavanje vzorcev je znanstvena disciplina katere cilj je klasificiranje objektov v določene kategorije oziroma razrede. Glede na aplikacijo so ti objekti lahko slike, video signal, radio signal, zvočni signal, pravzaprav kakršen koli vzorec meritev, ki zahteva neko klasifikacijo. Te objekte se skupno poimenuje vzorci.

Prepoznavanje vzorcev ima dolgo zgodovino, še pred pojavom prvih računalnikov. Vtem času so bile v uporabi večinoma klasične statistične metode. S pojavom računalnikov se je povpraševanje po tovrstnih aplikacijah močno povečalo. Z razvojem naše družbe v informacijsko družbo je potreba po dobrem upravljanju in črpanju informacij vedno večja. Ta trend je potisnil prepoznavanje vzorcev v sam vrh tehnološke in znanstvene sfere in je zelo raziskovano področje. Prepoznavanje vzorcev je postalo eno izmed glavnih področji inteligentnih sistemov, če posebej tistih, namenjenih podpori odločanju.

Prepoznavanje vzorcev je ključna komponenta marsikaterega inteligentnega sistema, najbolj pogoste in razširjene aplikacije pa so (Theodoridis in Koutroumbas 2009, 1–4):

- strojna vizija,
- prepoznavanje črk in znakov,
- računalniško podprta diagnostika,
- prepoznavanje govora,
- podatkovno rudarjenje.

4.6 Avtomatsko prepoznavanje govora

Avtomatsko prepoznavanje govora je ena izmed najuspešnejših tehnologiji, ki omogočajo komunikacijo med človekom in strojem. Ta tehnologija omogoča, da zgolj z ustno komunikacijo človek računalniku sporoči svoje zahteve, potrebe, pridobi željene informacije in še mnogo več. Polje umetne inteligence je pomembno prispevalo k razvoju algoritmov za avtomatsko prepoznavanja govora (Suárez-Guerra in Oropeza-Rodriguez 2008).

Osnovna paradigma v sistemih avtomatskega prepoznavanja govora je fonetična vsebina govora, ki se sicer razlikuje od jezika do jezika, ampak je število različnih glasov pravzaprav dokaj omejeno, kar omogoča klasifikacijo (Suárez-Guerra in Oropeza-Rodriguez 2008).

V zadnjih letih so začeli raziskovati možnost uporabe celotnih zlogov, saj je tudi način kako naši možgani razumejo govor osredotočen na zloge kot osnovne enote in ne na fonetične zvoke posamezno. Avtomatsko prepoznavanje govora je zelo kompleksna naloga predvsem zaradi izjemno velike količine variacij, ki se pojavljajo od človeka do človeka oziroma niti pri posamezniku ni stalna (Suárez-Guerra in Oropeza-Rodriguez 2008).

4.7 Podatkovno rudarjenje

Izjemno velika razširjenost podatkovnih baz, na praktično vseh področjih družbe, je ustvarila svojevrstno povpraševanje po novih orodjih za spreminjanje enormnih količin podatkov, v smiselno, problemsko osredotočeno znanje. V naporih za zadovoljitev te potrebe so raziskovalci začeli razmišljati o uporabi metod in idej, razvitih na področjih strojnega učenja, prepoznavanja vzorcev, statistične analize, podatkovne vizualizacije, nevronske mreže itd.

Ti naporji so privedli do nastanka novega področja podatkovnega rudarjenja in odkrivanja znanja (data mining and knowledge discovery). Podatkovno rudarjenje je (Sumathi in Sivanandam 2006, 1–20):

- učinkovito pridobivanje uporabnih, netrivialnih¹ informacij iz velikih zbirk podatkov,
- proces identifikacije novih potencialno uporabnih in razumljivih vzorcev v množici podatkov,
- avtomatsko odkrivanje novih dejstev in povezav v podatkih,

¹ Netrivialno pomeni nekaj kar ni preprosto. Netrivialna rešitev je tista, ki ni takoj očitna in ni preprosta. V matematiki netrivialnost spada v področje linearne algebre, kjer so netrivialne rešitve vektorji, ki imajo vsaj en člen drugačen od nič.

- niso zgolj kompleksne poizvedbe, kjer uporabnik že sluti povezave in jih zgolj želi pridobiti.
- pridobljene informacije morajo biti uporabne in prinašati morajo določeno prednost,
- je pridobivanje razumljivih modelov, vzorcev in povezav iz neke baze podatkov,
- je proces pridobitve prej neznanih, konkretnih podatkov, ki jih je možno uporabiti z namenom izboljšanja odločitev.

Rudarjenje podatkov je uspešno takrat ko za nas pridobi uporabno informacijo, ki nam prinaša korist. Podatkovno rudarjenje načeloma ni zamenjava za delo analitika, je pa lahko prav to orodje, ki ga uporabljata tako analitik, kot tudi odločevalec v določeni organizaciji, vsak seveda na svojem področju. Podatkovno rudarjenje je uporabno na praktično vseh področjih kjer obstaja velika količina podatkov in kjer se splača iz teh podatkov tudi nekaj naučiti.

Podatkovno rudarjenje je sestavljeno iz več stopenj. Na prvi stopnji je potrebno določiti probleme in področja, ki jih želimo analizirati. Pri tem ne zadostuje zgolj poznavanje tehničnih metod ampak je potrebno tudi poznavanje dejanske problematike, saj le na tak način lahko izberemo ustrezne metode.

V naslednji fazi je potrebno izbrane metode implementirati oziroma pretvoriti surove podatke v uporabne informacije. Nekaj osnovnih korakov je: ugotavljanje potrebe po podatkih in njihovo pridobivanje, pregledovanje, preverjanje in čiščenje podatkov, izbira ravni pogleda na podatke, dodajanje izvedenih spremenljivk, predpriprava modelnih podatkov, priprava prave tehnike in izdelava modela, preverjanje modela in izbira ustreznega modela.

Naslednja faza je ukrepanje na osnovi pridobljenih informacij, ker je seveda namen podatkovnega rudarjenja, da nam omogoči, na osnovi podatkov, ustrezno ukrepanje. Rezultati podatkovnega rudarjenja so lahko različni, bodisi so to nova znanja, ki nam nadgradijo prejšnja, lahko pa tudi ugotovimo, da so podatki, ki jih imamo, slabi oziroma, da so metode, ki smo jih uporabili napačne. Tudi to je pravzaprav lahko novo znanje. V tej fazi je potrebno oziroma nujno, da informacije, ki nam jih podatkovno rudarjenje pripomore dobiti, pravzaprav predamo naprej tistim, ki te podatek potrebujejo oziroma vsem, ki so zainteresirani. Vsakršno rudarjenje podatkov pa se mora končati tudi z evalvacijo bodisi sprejetih odločitev, bodisi pridobitvijo novega znanja, da preverimo ali so bile uporabljene metode pravilne (Hafner 2007; Klosgen in Žytkov 2002, 10–22).

5 Umetna inteligenca v obrambno-obveščevalni dejavnosti

V tem poglavju bomo predstavili dva možna načina uporabe umetne inteligence v obrambno-obveščevalni dejavnosti. Ena izmed teh aplikacij je podatkovno rudarjenje, ki se uvršča v področje analitike. Druga izmed aplikacij pa je del odločevalskega procesa v oboroženih silah, kjer pa ima obrambno-obveščevalna dejavnost zelo velik vpliv in pomen.

5.1 Podatkovno rudarjenje in obveščevalna dejavnost

Kako naj se analitik poda v kompleksno okolje vojaške znanosti? Glede na sofisticiranost današnje tehnologije se zdi naloga nemogoča, saj tudi specialisti, znanstveniki in ostali strokovnjaki težko sledijo določenim vidikom vojaške tehnologije. Danes je za uspešno analizo potrebno večje število analitikov, iz različnih področji in kljub temu ja naloga težka, saj podatkov sicer ne manjka, možnosti kaj vse vključiti v analizo je mnogo, vendar nastane težava, kako vse te podatke pretvoriti v uporabne informacije, ki jih lahko analitiki razumejo in nato uspešno posredujejo tistim, ki jih potrebujejo (O'Hanlon 2009, 169–243).

Eno izmed področji kjer lahko umetna inteligenca služi kot podpora obveščevalni dejavnosti je podatkovno rudarjenje. S pomočjo podatkovnega rudarjenja je možno iz ogromnih količin podatkov dobiti uporabno znanje in informacije. Obveščevalna dejavnost danes dobiva ogromne količina podatkov, za katere pa nima zadostnih zmogljivosti, da bi jih analizirala v celoti. Če izhajamo iz najnovejših podatkov, po iz Snowdnovih razkritjih, se NSA utaplja v podatkih in po nekaterih informacijah ni zmožna vseh teh podatkov analizirati.

Ena izmed znanih metod, ki je tudi povezana z umetno inteligenco je grajenje modelov socialnih omrežji glede na komunikacijo človeka. Torej zgolj s podatki (meta podatki) o klicih, kdo-koga, koliko časa, je možno razbrati in sestaviti precej jasno sliko o socialnem omrežju osebe. Če to posplošiš na organizacijo, ki te zanima in se omejiš zgolj na člane te organizacije (potencialna teroristična organizacija) je možno sestaviti model kako ta organizacija deluje, kako so razdeljene vloge, kdo ima odločevalske pristojnosti ali kdo je zgolj izvajalec. Z nekoliko sociologije in psihologije je možno razbrati neformalno in formalno voditeljsko strukturo. Vse te podatke je nato možno uporabiti, bodisi v smislu pridobivanja nadaljnjih podatkov, bodisi v smislu pogajanj oziroma v smislu razbijanja takšne organizacije.

Naslednja izmed možnosti je prestrezanje podatkov iz katerih lahko s pomočjo rudarjenja pridobiš informacije, ki lahko služijo bodisi kot opozorilo pred prihajajočim terorističnim napadom, bodisi kot informacije o namerah neke skupine oziroma kakšne države. Prav tako pa podatkovno rudarjenje lahko omogoči, da iz čisto javnih in dostopnih podatkov pridobiš znanje, ki lahko zelo prispeva k nadaljnjim odločitvam.

5.2 Vojna igra kot eno od področji obrambno-obveščevalne dejavnosti

Vojna igra je poizkus napovedovanja prihodnosti s pomočjo znanja o preteklosti. Vojna igra je kombinacija zgodovine, znanosti in »igranja«, torej človeške kreativnosti in iznajdljivosti. Vojna igra po navadi vključuje zemljevid, na katerem se odvija igra. Igralne figure, ki predstavljajo vojaške enote in ostale pomembne akterje, glede na vrsto igre, ki jo izvajamo. Prav tako pa igra vsebuje točno določena pravila, to niso zgolj pravila v smislu kaj je dovoljeno in kaj ne, ampak gre za pravila v smislu, kako deluje svet in kakšne posledice imajo določena dejanja. Če želimo, da je igra kvalitetna mora biti čimbolj realistična (Dunnigan 2000).

Skozi čas so vojne igre zavzele mnogo različnih vrst, oblik in namenov. Od zgodnjih topografskih kart, svinčenih vojačkov, zgodnjih računalniških iger, do današnjih izjemno kompleksnih simulatorjev. Ves ta čas so se vojne igre razvijale in dopolnjevale. Kljub vsemu temu, je osnovna ideja vojnih iger enaka. Poudarek je na človeškem odločanju kar zahteva od vojne igre, da je strukturirana tako, da pomaga človeškemu odločevalcu izbrati čim boljše odločitve in jim omogoča, da se naučijo in spoznajo kakšne so posledice posameznih odločitev. Kljub temu, da so si igre med seboj lahko zelo različne imajo vse nekaj skupnih komponent (Perla 1990, 163–167):

- **Cilji** – vsaka igra mora imeti cilje, dobro in natančno definirani cilji so pomemben element profesionalne igre.
- **Scenarij** - scenarij pripravi neko izhodiščno točko, ter postavi igralce v nek širši kontekst ter specifično situacijo. Scenariji imajo lahko izjemno velik vpliv na odločitve igralcev tekom igre, zato je ključnega pomena, da so zastavljeni smiselno in celostno.
- **Baza podatkov** – baza podatkov predstavlja vse informacije, ki jih imajo igralci na razpolago pri sprejemanju odločitev. Tipično so to podatki o razporeditvah sil, njihovih lastnostih in zmogljivostih, omejitve terena, dejavniki okolja in ostali tehnični detajli.
- **Modeli** – modeli so ključnega pomena, saj predstavljajo tisto komponento, ki spremeni podatke igre in odločitve igralcev v dogodke znotraj igre. Modeli so tisti, ki naredijo

igro realistično in morajo biti dovolj fleksibilni, da omogočajo čim večjo svobodo pri odločitvah

- **Pravila** – pravila so tisti del igre, ki dopolnjuje modele, saj pravila določajo kdaj in na kakšen način se uporabi modele. Pravila so tista, ki pomagajo urediti zaporedja dogodkov in odločitev in omogočajo jasno sliko o vzroku-posledici oziroma akciji-reakciji.
- **Igralci** – igra seveda potrebuje človeške igralce, katerih odločitve vplivajo na igro samo in na odločitve ki vplivajo na dogodke znotraj igre. Igra je najbolj učinkovita takrat, ko so posamezni igralci razdeljeni v operativne vloge in so jim dane informacije ter odgovornost in pristojnost za sprejemanje odločitev, tako kot bi to potekalo v realnem okolju.
- **Analiza** – ta del je z vidika profesionalnih iger ključen saj je tisti del igre, kjer se igralci naučijo največ. Ker je osnovni namen igre novo spoznanje in znanje, je potrebno po koncu igre le-to temeljito analizirati in iz dobljenih rezultatov lahko potem sprejmemo z informacijami podprte odločitve.

Po ciljih se vojaške igre lahko razdeli na tri osnovne skupine (Žabkar 2004, 156):

- **Raziskovalne igre** – namenjene iskanju novih rešitev in preverjanju starih postopkov uporabe sil v novih okoliščinah. Raziskovanje in oblikovanje novih metod vojskovanja in uporabe sil.
- **Izobraževalne igre** – so namenjene izobraževanju častnikov oziroma bodočih odločevalcev, kjer se lahko le-ti preizkusijo, pridobijo nova znanja ter imajo priložnost predstaviti svoje ideje in jih preveriti
- **Igre za preverjanje znanj in veščin** – cilj tovrstnih iger pa je preveriti znanja in veščine potrebne za določene situacije, s čimer je možno oceniti ali je nekdo dovolj usposobljen za določeno nalogo in jo je kot tak sposoben izvesti korektno.

Vojne igre predstavljajo zelo pomemben korak v odločevalskem procesu, saj lahko s simulacijo različnih scenarijev odločevalec – poveljnik hitro in učinkovito oceni katera izmed alternativ kar najboljše izpolni njegove zahteve ter cilje oziroma zahteve nalog, ki jih ima. Pri ameriški metodi MDMP (Military Decision-Making Process) vojne igre predstavljajo enega izmed sedmih korakov, iz katerih je ta metoda sestavljena oziroma se pojavljajo tekom celotne metode in so pomemben faktor pri izoblikovanju končne odločitve poveljnika (FM 101-5 Staff Organization and Operations).

5.3 Strojno učenje kot način izdelave modelov za vojne igre

Ali je mogoče oceniti kako se bodo odvijale vojne? Najpomembnejše je seveda predvideti zmagovalca. Tudi v primerih, kjer je zmaga na nek način očitna – kot je bilo v primeru invazije ZDA v Irak, nas vseeno morda zanima, koliko časa bo trajal konflikt, kakšne bodo žrtve, materialna škoda in cena.

Povezano vprašanje, ki je zelo pomembno je ali je možno oceniti kakšna velikost sile bo zadostovala za odločilno zmago. To je temeljno vprašanje vsakega obrambnega planiranja, ki prav tako vpliva na odločitve ali se sploh odločiti za vojno.

V splošnem je oceniti izide vojne izjemno težavna naloga. Glavni razlog za to je, da so vojaški uspehi in neuspehi odvisni od številnih faktorjev, ki so izjemno kompleksno povezani med seboj in različno vplivajo na posamezne izide (O'Hanlon 2009).

Ena izmed metod, ki nam v določeni meri omogoča tovrstno napovedovanje je metoda vojnih iger. Je pa natančnost ocen te metode močno odvisna od modelov, ki jih imamo na voljo. In prav tu se skriva problem, saj je izdelava uporabnih matematičnih modelov za predvidevanje boja izjemno zahtevna in do sedaj je bila večina poskusov neuspešna. Se pa s pojavom umetne inteligence odpira nova priložnost.

S pomočjo umetne inteligence, natančneje s pomočjo strojnega učenja je možno, to kar ljudem ne uspeva najbolje, modeliranje bojev predati v roke strojev. S pomočjo umetne inteligence je možno uporabiti velike količine različnih parametrov, kar do sedaj ni bilo mogoče, saj je to vedno oteževalo analizo.

Do sedaj se je analize in modele vedno posplošilo in se ni upoštevalo številnih parametrov, ki pa so vseeno lahko pomembno vplivali na izide.

Pri uporabi strojnega učenja, na primer pri uporabi nevronske mreže načeloma ni omejitev kolikšno število parametrov uporabimo, saj je to večinoma omejeno le z našo procesorsko kapaciteto, kar pa danes ne predstavlja več hudih težav. Nevronske mreže oziroma strojno učenje nasploh je zmožno procesirati ogromne količine podatkov iz katerih bi lahko nato izdelali matematične modele, ki bi se jih nato uporabilo v vojnih igrah in ostalih napovedovalnih metodah.

Zaradi narave strojnega učenja le-to omogoča, da z vsako uporabo vojne igre, ki se nato zgodi tudi v realnosti, modele stalno nadgrajujemo in merimo njihovo uspešnost v napovedovanju, v primerjavi z realnim stanjem.

6 Obstoječi razvojni programi

V tem poglavju bomo predstavili nekaj razvojnih programov iz področja uporabe umetne inteligence v obrambno-varnostnem sektorju. Programi so dela agencij DARPA in IARPA – agenciji, ki sta v ZDA pristojni za razvoj najbolj naprednih tehnologij na vojaškem področju.

6.1 Aggregative Contingent Estimation (ACE)

Cilj programa ACE je izboljšanje natančnosti, točnosti in hitrosti obveščevalnih napovedi za širok spekter dogodkov, z razvojem naprednih tehnik, ki kombinirajo, tehtajo in uporabljajo analitične ocene mnogih strokovnjakov in analitikov. Osrednje inovacije so (IARPA, ACE):

- učinkovita uporaba verjetnostnih ocen, vključujoč pogojne verjetnosti za alternativne dogodke,
- matematično združevanje ocen mnogih oseb glede na faktorje, kot so: pretekla uspešnost, strokovnost, miselni stil, metapodatki in ostali parametri, ki lahko vplivajo na točnost ocene,
- učinkovita predstavitev zbranih verjetnostnih napovedi ter verjetnostne razporeditve.

Program bo gradil na preteklih raziskavah ter na tehnološko dovršenih sistemih, ki so danes v uporabi, za izdelavo verjetnostnih modelov s pomočjo strokovnjakov. Program se ukvarja predvsem s področji kot so: napovedovanje, človeško odločanje, strojno učenje, logično in kritično razmišljanje (IARPA 2014a).

6.2 Deep Exploration and Filtering of Text (DEFT)

Analitiki in operativci na ameriškem ministrstvu za obrambo zbirajo in procesirajo obsežne količine podatkov iz zelo širokega spektra virov z namenom ustvarjanje načrtov ter izvajanja nalog. Kljub temu je večina informacij, ki bi jim potencialno koristila implicitna in ni eksplicitno navedena, kar močno oteži pridobivanje. Imeti sposobnosti avtomatično pridobiti informacije, relevantne za naloge, bi zelo pripomoglo, tako analitikom kot operativcem.

Avtomatsko prepoznavanje naravnega jezika (natural language processing – NLP) je vsekakor eden od možnih odgovorov za bolj učinkovito procesiranje pisnih informacij in bi lahko bil ključ za pridobitev relevantnih informacij, iz teksta tam, kjer to ni preprosto.

DARPA je zato ustvarila program DEFT z namenom izkoristiti potencial procesiranja naravnega jezika NLP. Napredni sistemi umetne inteligence tega tipa bi omogočili analitikom izjemno hitro in učinkovito analiziranje dokumentov.

S pomočjo tehnologij NLP in ostalih programov DARPE ter akademskih raziskav iz področja razumevanja jezika in umetne inteligence, DEFT skuša dopolniti pomanjkljive zmogljivosti na področju inference, vzročnih povezav in zaznavanju anomalij. Razvoj avtomatizirane rešitve bo vsekakor zahteval znanje s področji tako lingvistike, kot tudi umetne inteligence (DARPA 2014a).

6.3 Integrated Cognitive-Neuroscience Architectures for Understanding Sensemaking (ICArUS)

Termin »Sensemaking« se navezuje na izjemno človeško sposobnost za zaznavanje vzorcev in za razumevanje vzrokov le-teh, tudi v primeru, ko so podatki skopi, nenatančni in nezanesljivi. Poudarek ICARrUS programa je razumeti in modelirati na kakšen način se ljudje pravzaprav lotijo procesa razumevanja, tako v optimalnem, nepristranskem kot tudi v pristranskem razmišljanju. Posebno zanimivi so vzorci pristranskosti povezani s spominom, pozornostjo in odločanjem.

Edinstven vidik programa ICARUS je razvoj na nevroznanosti temelječih kognitivnih modelih razumevanja – torej modelih, ki delujejo kar se da podobno delovanju človeških možganov. Ključna predispozicija programa je, da se s sledenjem biološkimi principom, ki so osnova za delovanje kognicije da razviti modele, ki so zmožni natančno napovedati človekovo delovanje, tako na kognitivnem kot tudi na področju obnašanja (IARPA 2014b).

6.4 Knowledge Representation in Neural Systems (KRNS)

Ko analitiki skušajo analizirati obveščevalne podatke črpajo iz širokega repertoarja konceptualnega znanja, s katerim razrešijo morebitne nejasnosti, določajo povezave in vlečejo zaključke. Konceptualno znanje se nanaša na znanje o osnovnih in temeljnih lastnostih stvari kot tudi povezavami med njimi. Razumevanje na kakšen način možgani urejajo to znanje, oziroma na kakšen način je to znanje v možganih predstavljeno, bi vsekakor močno pripomoglo k razvoju novih analitičnih orodji, ki bi urejala, pridobivala, organizirala in nasploh ustvarjala znanje, z izjemno kvaliteto. Poleg tega pa bi tovrstno razumevanje lahko izboljšalo izobraževanja in usposabljanja analitikov.

Cilj programa KRNS je razviti in natančno preveriti teorije, ki pojasnjujejo kako človeški možgani razumevajo konceptualno znanje. Velik del uspešnosti teorij bo odvisen od tega, kako dobro bodo koncepti lahko pomagali interpretirati možgansko aktivnost, z uporabo izdelanih algoritmov. Poleg novih teorij in algoritmov pa program želi doseči inovativne protokole za

poustvarjanje in merjenje nevronske aktivnosti, povezane s konceptualno predstavo (IARPA 2014c).

6.5 Socio-cultural Content in Language (SCIL)

Namen tega programa je raziskovanje in razvoj inovativnih algoritmov, metod, tehnik in tehnologiji za namen odkrivanja ciljev in namer članov neke skupine, v korelaciji z jezikom oziroma besediščem, ki ga uporabljajo. Jezik se ne uporablja zgolj za deljenje informacij, ljudje ga uporabljamo tudi za izražanje in ustvarjanje družbenih in kulturnih norm. SCIL program želi to dejstvo uporabiti in avtomatsko identificirati družbena dejanja in karakteristike določenih skupin, s pomočjo analize jezika, ki ga uporabljajo člani teh skupin (IARPA 2014č).

6.6 XDATA

Trenutno se obstoječi sistemi zelo s težavo spoprijemajo z veliko količino podatkov, zelo hitro spreminjajočo se naravo in tipologijo teh podatkov, ter zelo raznolikimi analitičnimi potrebami za različne aplikacije. Tovrstne težave zahtevajo popolnoma nove pristope in obravnavo podatkov, kot so distribuirano računalništvo ter interaktivna vizualizacija.

XDATA se želi s tovrstnimi težavami spoprijeti z razvojem novih računskih tehnik in novih programskih rešitev za procesiranje in analizo velike količine nepopolnih in nenatančnih podatkov.

Distribuirane baze podatkov, statistično vzorčenje ter prepoznavanje vzorcev so potrebna osnova za analitiko, ki se zlahka prilagaja različnim velikostim podatkovnih shem. V povezavi z vizualizacijo pa je potreben razvoj na področju povezave človek-računalnik, spletnih tehnologij, komunikaciji med klientom in strežnikom ter odprto modularno kodo.

Moderen bojevnik se danes zanaša na virtualno mrežo senzorjev in komunikacijskih sistemov, ki mu zagotavljajo boljšo situacijsko predstavo. Istočasno je potreba po pravočasnih in uporabnih informacijah vedno večja in se pojavlja na vseh nivojih.

XDATA bo skušal učinkovito združevati, analizirati in širiti te ogromne količine podatkov tistim, ki jih najbolj potrebujejo (DARPA 2014b).

7 Zaključek

Skozi diplomsko delo smo skušali nekoliko osvetliti področje uporabe umetne inteligence v obrambno-obveščevalni dejavnosti. Umetna inteligenca je zelo široko področje, zato je bilo za izdelavo tega dela, z dano omejitvijo prostora, potrebno marsikaj izpustiti. Vseeno pa smo skušali umetno inteligenco predstaviti dovolj nazorno, da je slika o tem kaj zmore in kakšen potencial ima, bralcu jasna. Pokazali smo tudi, da je razvoja na tem področju zelo veliko, je pa smiselno omeniti, da tisto, kar je bilo predstavljeno v nalogi, še zdaleč ni vse. Trdimo lahko, da je večina teh programov javnosti nedostopnih, kar je očitno, saj so Snowdnova razkritja jasno pokazala, da so tovrstni in podobni sistemi že v aktivni uporabi in so izjemno dovršeni.

Kot raziskovalno vprašanje nas je zanimalo, kakšna je vloga umetne inteligence v obrambno-obveščevalni dejavnosti. Skozi nalogo smo pokazali, da ima uporaba umetne inteligence na tovrstnem področju ogromen potencial. Uporaba umetne inteligence bi na področju obrambno-obveščevalne dejavnosti zagotovila izjemno veliko prednost, saj bi z svojimi zmogljivostmi nadomestila vse tisto, s čimer imamo ljudje težave in v čimer nismo najboljši. Kot je bilo opaziti pri razvojnih programih, ki so trenutno v teku, zanimanja za umetno inteligenco v obrambno-varnostnem sistemu ne manjka. Skozi predstavitev dveh potencialnih uporab umetne inteligence smo predstavili kaj zmore in kakšne so možnosti v prihodnje.

Želeli bi omeniti, da je vsebina predstavljena v tem diplomskem delu zgolj delček celotne zgodbe, saj je potencialnih uporab umetne inteligence še mnogo, mnogo več. S tehničnim razvojem, tako samih metod umetne inteligence, kot tudi z razvojem same procesorske in pomnilniške kapacitete, bo njena vloga in potencial le še rasla. Danes lahko mirno rečemo, da je tovrstna tehnologija šele v prvih fazah razvoja, saj obstaja še toliko stvari, ki so neznane, nejasne in neraziskane, da težko govorimo, da je področje umetne inteligence že zelo raziskano in dognano. Vsekakor pa lahko trdimo, da je to področje dozorelo in je v tisti fazi, ko dejansko že lahko nekaj doprinese tudi izven akademsko-raziskovalne sfere, kar lahko opazimo v široki uporabi umetne inteligence v gospodarstvu.

Uporaba umetne inteligence v obrambno-varnostne namene pa seveda ni brez zadržkov in pomislekov. Verjetno vsi poznamo filmsko serijo Terminator, kjer je sistem umetne inteligence z imenom Skynet uničil oziroma spravil na kolena celotno človeštvo. Koliko je strah pred tovrstno situacijo upravičen je težko reči, trenutno sicer umetna inteligenca še ni na ravni, ko

bi se zavedala same sebe. So pa tovrstna vprašanja zelo na mestu in je smiselno o tem razmišljati. Menimo pa, da kljub zadržkom ni razloga, da ne bi umetne inteligence razvijali še naprej, tudi v bolj vojaške namene, saj je število koristi, ki jih lahko prinese mnogo večje, kot s tem povezane nevarnosti. Poleg tega pa nasploh zaviranje razvoja zaradi naših napak in moralnih zadržkov nima smisla. Vsekakor bo uporaba umetne inteligence s seboj prinesla številne problematike in izzive, vprašanje je le ali jim bomo kot človeštvo kos.

Z delom smo dosegli namen, če ima bralec ob koncu predstavbo, kaj sploh umetna inteligenca je in predvsem, da se zaveda njenega širokega potenciala pri uporabi v obrambno-varnostnem sistemu. Zaradi obsega diplomske naloge se žal nismo mogli ukvarjati z nekaterimi bolj »mehkimi vprašanji«, kot so na primer, kakšne omejitve ima umetna inteligenca. Poleg tega se posebej nismo ukvarjali z etičnimi, političnimi ter pravnimi problematikami, ki vsekakor obstajajo, saj umetna inteligenca prinaša zelo drugačno okolje. Eden izmed ciljev avtorja je tudi, da se s pomočjo tega dela odpre tovrstna vprašanja in se začne o tej tematiki širše razpravljati, vendar ne zgolj iz tehničnega stališča, pač pa tudi z bolj družboslovnega vidika.

8 Literatura

Alpaydin, Ethem. 2010. *Introduction to Machine Learning*. Boston: Massachusetts Institute of Technology.

Cohen, Eliot. 2007. Technology and Warfare. V *Strategy in the Contemporary World*, ur. Baylis, John, James Wrtiz, Collin S. Gray, Eliot Cohen, 141–161. New York: Oxford University Press.

Črnčec, Damir. 2009. *Obveščevalna dejavnost v informacijski dobi*. Ljubljana: Defensor.

DARPA. 2014a. *Deep Exploration and Filtering of Text*. Dostopno prek: [http://www.darpa.mil/Our_Work/I2O/Programs/Deep_Exploration_and_Filtering_of_Text_\(DEFT\).aspx](http://www.darpa.mil/Our_Work/I2O/Programs/Deep_Exploration_and_Filtering_of_Text_(DEFT).aspx) (1. julij 2014).

--- 2014b. *XDATA*. Dostopno prek: http://www.darpa.mil/Our_Work/I2O/Programs/XDATA.aspx (1. julij 2014).

Department of the Army, Headquarters 1997. *Field Manual No. 101-5: Staff Organization and Operations*. Washington DC: Department of the Army.

Dunnigan, James F. 2000. *Wargames Handbook: How to Play and Design Commerical and Professional Wargames*. Lincoln: Writers Club Press.

Flach, Peter. 2012. *Machine Learning: The Art and Science of Algorithms that Make Sense of Data*. Cambridge: Cambridge University Press.

Grizold, Anton. 1999. *Obrambni sistem Republike Slovenije*. Ljubljana: Ministrstvo za notranje zadeve, Visoka policijsko-varnostna šola.

Guid, Nikola in Damjan Strnad. 2007. *Umetna inteligenca*. Maribor: Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko.

Hafner, Maruša. 2007. *Podatkovno skladišče in podatkovno rudarjenje na primeru NLB d.d.* Maribor: Ekonomsko-poslovna fakulteta Maribor.

Haykin, Simon. 1999. *Neural Networks: A comprehensive Foundation*. Singapur: Pearson Education.

Herman, Michael. 2001. *Intelligence Services in the Information Age*. London: Frank Cass Publishers.

IARPA. 2014a. *Agregative Contingent Estimation*. Dostopno prek: <http://www.iarpa.gov/index.php/research-programs/ace> (1. julij 2014).

--- 2014b. *Integrated Cognitive-Neuroscience Architectures for Understanding Sensemaking*. Dostopno prek: <http://www.iarpa.gov/index.php/research-programs/icarus> (1. julij 2014).

--- 2014c. *Knowledge Representation in Neural Systems*. Dostopno prek: <http://www.iarpa.gov/index.php/research-programs/krns/baa> (1. julij 2014).

--- 2014č. *Socio-cultural Content in Language*. Dostopno prek: <http://www.iarpa.gov/index.php/research-programs/scil/baa> (1. julij 2014).

Information builders. 2014. *Decision support systems*. Dostopno prek: <http://www.informationbuilders.com/decision-support-systems-dss> (26. junij 2014).

Klösgen, Willi in Jan M. Žytkov. 2002. *Handbook of Data Mining and Knowledge Discovery*. New York: Oxford University Press.

Kononenko, Igor in Marko Robnik-Šikonja. 2010. *Inteligentni sistemi*. Ljubljana: UL Fakulteta za računalništvo in informatiko.

Lowenthal, Mark M. 2009. *Intelligence: From Secrets to Policy*. Washington: CQ Press.

O'Hanlon, Michael E. 2009. *The Science of War: Defense Budgeting, Military Technology, logistics and combat outcomes*. Oxford: Princeton University Press.

Pelan, Erika. 2009. *Sistemi za podporo odločanju – Primer izbire prenosnega računalnika*. Ljubljana: Ekonomska Fakulteta.

Perla, Peter P. 1990. *The Art of Wargaming: A guide for professionals and hobbyists*. Anapolis: United States Naval Institute.

Poole, David L. in Alan K. Mackworth. 2010. *Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents*. New York: Cambridge University Press.

Russel, Stuart in Peter Norvig. 1995. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. New Jersey: Prentice Hall.

Snyder, Craig A. 2008. *Contemporary Security and Strategy*. New York: Palgrave MacMillian.

Suárez-Guerra, Sergio in Jose Luis Oropeza-Rodriguez. 2008. Introduction to Speech Recognition V *Pattern Recognition Technologies and Applications: Recent Advances*, ur. Verma, Brijesh in Michael Blumenstein, 90-110. London: IGI Global.

Sumathi S. in S. N. Sivanandam. 2006. *Introduction to Data Mining and its Applications*. Berlin: Springer-Verlag.

Theodoridis, Sergio in Konstantinos Koutroumbas. 2009. *Pattern Recognition*. San Diego: Elsevier.

Toffler, Alvin in Heidi Toffler. 1995. *War and Anti-War: Making Sense of Today's Global Chaos*. New York: Warner Books.

Žabkar, Anton. 2004. *Marsova dediščina 2. del*. Ljubljana: Fakulteta za družbene vede.