



Univerza v Mariboru

*Fakulteta za elektrotehniko,  
računalništvo in informatiko*

Kristina Stojmenova

# **MODELI V ROBOTIKI**

Diplomsko delo

Maribor, september 2011



Diplomsko delo univerzitetnega študijskega programa

**GOSPODARSKO INŽENIRSTVO - ELEKTROTEHNIKA**

Študent: Kristina Stojmenova  
Študijski program: UN ŠP - Gospodarsko inženirstvo - smer Elektrotehnika  
Smer: Avtomatika in Robotika  
Mentor: Peter Cafuta, izvolitveno področje  
Mentor: Borut Milfelner, izvolitveno področje  
Lektorica: Pavla Bassanese

Maribor, september 2011



Univerza v Mariboru

Fakulteta za elektrotehniko,  
računalništvo in informatiko

Številka: BGING-10

Datum in kraj: 13. 06. 2011, Maribor

Na osnovi 330. člena Statuta Univerze v Mariboru (Ur. l. RS, št. 01/2010)

### SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

1. **Kristini Stojmenovi**, študentki univerzitetnega študijskega programa Gospodarsko inženirstvo, smer ELEKTROTEHNIKA – usmeritev Avtomatika in robotika, se dovoljuje izdelati diplomsko delo pri predmetu Osnove robotike FERI in Osnove marketinga EPF.
2. **MENTORJA:** doc. dr. Peter Cafuta  
doc. dr. Borut Milfelner
3. **Naslov diplomskega dela:**  
**MODELI V ROBOTIKI**
4. **Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:**  
**MODELS IN ROBOTICS**
5. Diplomsko delo je potrebno izdelati skladno z "Navodili za izdelavo diplomskega dela" in ga oddati v treh izvodih (dva trdo vezana izvoda in en v spiralo vezan izvod) ter en izvod elektronske verzije do 13. 06. 2012 v referatu za študentske zadeve.

Pravni pouk: Zoper ta sklep je možna pritožba na senat članice v roku 3 delovnih dni.



Obvestiti:

- kandidata,
- mentorja,
- somentorja,
- odložiti v arhiv.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorjem za pomoč in vodenje pri opravljanju diplomskega dela, še posebej mentorju Petru Cafuti. Prav tako se zahvaljujem sestri, ki me je spremljala skozi ves študij.

Posebna zahvala velja staršem, ki so mi omogočili študij.

## MODELI V ROBOTIKI

**Ključne besede:** robotika, agent, model, marketing, ciljne skupine

**UDK:** 007.52(043.2)

### **Povzetek**

*Razen vodenih robotov so znanstveniki razvili agenta, ki predstavlja model inteligentnega robota, ki lahko deluje avtonomno, brez človekovega nadzora. V tem delu so predstavljene lastnosti ter načela zgradbe agenta. Preko primerov je obravnavan človek kot agent ter antropomorfna zgradba robota. Predstavljena so tudi spoznanja o samem človeku, ki so rezultat te obravnave. Prav tako je vpeljana še obravnava agenta kot izdelka v poslovni funkciji marketinga ter prikazana povezava med značilnostmi ciljnih skupin in zgradbo agenta.*

## MODELS IN ROBOTICS

**Key words:** robotics, agent, model, marketing, ciljne skupine

**UDK:** 007.52(043.2)

### **Abstract**

*Besides robots controlled by man, scientists have developed the idea of an agent, which represents a model of an intelligent robot able to function autonomously, without human supervision. This work presents the properties and principles of the design of an agent. It discusses cases that deal with man as an agent and anthropomorphic design of a robot. It introduces the concept of an agent as a product in marketing and the correlation between the characteristics of the target group and the design of the agent.*

## VSEBINA

<b>1</b>	<b>UVOD</b> .....	<b>1</b>
1.1	MODELI V ROBOTIKI.....	1
1.2	UTELEŠČENJE (EMBODIEMENT).....	1
1.3	ČLOVEK KOT AGENT V ROBOTIKI.....	2
<b>2</b>	<b>ZGRADBA AGENTA</b> .....	<b>4</b>
2.1	1. NAČELO: 3 KOMPONENTE AGENTA.....	5
2.2	2. NAČELO: AGENT V REALNEM SVETU.....	5
2.3	3. NAČELO: ENOSTAVNA IZDELVA AGENTA.....	6
2.4	4. NAČELO: REDUNDANCA AGENTA.....	6
2.5	5. NAČELO: KOORDINACIJA MED SENZORJI IN AKTUATORJI.....	7
2.6	6. NAČELO: OKOLJSKO RAVNOVESJE.....	8
2.7	7. NAČELO: VZPOREDNO IZVAJANJE PROCESOV.....	9
2.8	8. NAČELO: SPOSOBNOST VREDNOTENJA AGENTA.....	10
<b>3</b>	<b>ČLOVEK KOT AGENT</b> .....	<b>11</b>
3.1	INTELIGENCA KOT POSLEDICA UTELEŠČENJA.....	11
3.2	RAZVOJ ČLOVEŠKE INTELIGENCE.....	12
3.3	INTELIGENCA KOT POSLEDICA DINAMIČNEGA SISTEMA.....	13
3.4	POSREDNO SPOZNAVANJE ČLOVEKA PREKO OSTALIH AGENTOV.....	15
<b>4</b>	<b>AGENT KOT IZDELEK V MARKETINGU</b> .....	<b>18</b>
4.1	RAVNOVESJE Z OŽJIM OKOLJEM.....	18
4.2	ZNAČILNOSTI CILJNE SKUPINE ODJEMALCEV IN ZGRADBA AGENTA.....	20
<b>5</b>	<b>SKLEP</b> .....	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>VIRI, LITERATURA</b> .....	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>PRILOGE</b> .....	<b>26</b>
7.1	SEZNAM SLIK.....	26
7.2	NASLOV ŠTUDENTA.....	26



7.3	KRATEK ŽIVLJENJEPIS.....	26
-----	--------------------------	----



# 1 UVOD

## 1.1 Modeli v robotiki

Model (modél) predstavlja »predmet, izdelan za ponazoritev, prikaz načrtovanega ali obstoječega predmeta« [1]. Angleški slovarji imajo podobno definicijo, in sicer model je »predstavitev nečesa, bodisi kot fizični objekt, ki je običajno manjši od dejanskega predmeta, ali pa kot preprost opis predmeta, ki se lahko uporablja v izračunih« [2]. Fizik Percy W. Bridgman je napisal, da »verjame, da je model uporabno in celo neizogibno orodje mišljenja, v smislu, da nam omogoča razmišljanje o neznanem v obliki znanega [3]. V navedenih in ostalih definicijah vedno pridemo do tega, da model predstavlja ponazoritev nekega objekta (fizičnega ali miselnega), ki se ustvarja zaradi lažjega razumevanja oziroma lažje vizualizacije.

Modeli imajo podobno vlogo tudi v robotiki. Pri izdelavi modela v robotiki poskušamo razumeti realen objekt ter oponašati njegove lastnosti in sposobnosti. Tako se modeli razlikujejo glede kompleksnosti realnega objekta, ki ga bo robot oponašal ter stopnjo človekovega neposrednega nadzora in vodenje v času delovanja robota. Stopnja kompleksnosti doseže svoj maksimum pri zgradbi modela robota, ki lahko deluje popolnoma avtonomno. Takšni modeli robotov imenujemo agenti.

## 1.2 Uteleščenje (Embodiement)

Že v času antične Grčije so začeli razmišljati o inteligenci oziroma umu in telesu kot o dveh različnih, med seboj ločenih zadevah. Takšnega mnenja je bilo veliko filozofov - od Platona, Aristotela in Avguščina, pa vse do Descartesa in Kanta. Prav francoskemu filozofu Reneju Descartesu, ki velja za začetnika takšnega razmišljanja, se pripisuje karteizianizem oziroma dualizem. Dualisti podpirajo teorijo, da je um popolnoma ločen od materije, v tem

primeru možgani, ki so center človeške inteligence. Sam Descartes je dejal, da je telo v bistvu le ideja uma [4].

Nasprotno od dualizma pa teorija monizma (iz grške besede »monos«, ki pomeni eden, sam) zagovarja idejo, da se um in telo, nematerialno in materialno, ne moreta ločiti in da skupaj tvorita (na še višji ravni) enotnost. Proti koncu 20. stoletja se je celo razvila ideja, da inteligenca v bistvu potrebuje telo (materialni objekt), da bi lahko obstajala. Rolf Pfeifer in Josh Bongard v svoji knjigi *How the body shapes the way we think* pripisujeta inteligenco samo posebljenim oziroma utelešenim agentom [5]. Z besedo agent tukaj (in v nadaljevanju tega dela) označujemo, »vse, kar lahko zaznava svoje okolje s pomočjo senzorjev in deluje na tem okolju preko efektorjev« [6]. Torej tudi agenti izhajajo iz teorije, da inteligenca in telo gresta skupaj oziroma da le posebljeno inteligenco lahko zaznavamo kot agenta.

Po zgledu agentov gradimo robote. Torej agenti predstavljajo naše modele, ki nam določajo, kakšne lastnosti morajo imeti roboti.

### 1.3 Človek kot agent v robotiki

Besedo robot je prvič uporabil leta 1920 češki pisatelj Karel Čapek, ki je z njo poimenoval umetno ustvarjena bitja, ki naj bi bila podobna androidom. Androidi so humanoidni roboti, ki so morfološko in psihološko zgrajeni tako, da so podobni človeku. Njihova glavna naloga je bila izvajati delo namesto človeka. Tudi danes ima beseda robot podoben pomen. V industriji so namreč najbolj pogosti roboti, ki izvajajo delo namesto človeka. Vendar ni nujno, da so takšni roboti človeku podobni. Večji izziv za znanstvenike predstavljajo prav androidi oziroma humanoidni roboti. Znanstveniki in strokovnjaki s področja inženiringa, kognitivne znanosti, biologije ter nevroznanosti združujejo svoja znanja, da bi zgradili čim bolj človeku podobnega robota, ki bi tudi »razmišljal« in se »obnašal« kot človek. Humanoidni roboti bi potem lahko delali v povezavi s človekom ali avtonomno namesto njega. Razvoj humanoidnih robotov je lahko koristen tudi za človeka kot agenta, ker bi pripomogel k boljšemu razumevanju človekovih bioloških in mentalnih procesov.

Srečujemo različne oblike humanoidnih robotov, od celotnega človeka pa do posameznih delov človekova telesa, kot je na primer robotska roka. Obstajajo dve vrsti zgradbe humanoidnih robotov, in sicer:

- iz niza togih povezav, ki so združeni s sklepi,
- zgradba na osnovi človekovega skeleta.

Prva vrsta zgradbe robota je še vedno najbolj pogosta pri izgradnji humanoidnih robotov. Velikokrat jo srečujemo pri industrijskih robotov. Druga vrsta pa je bolj uporabna pri raziskovalnih projektov, kadar želimo razumeti tudi človeka ter njegove biološke in mentalne procese. Pri tem potrebujemo poleg tehnološkega znanja tudi znanje na drugih strokovnih področjih, kot so biomehanika in kognitivne znanosti.

## 2 ZGRADBA AGENTA

En agent ni določen v celoti, če ga opišemo le kot posebljeno inteligenco. Agenti imajo določene lastnosti, ki jih opredeljujejo in hkrati ločijo od vseh ostalih subjektov. Njihove lastnosti v bistvu izhajajo zgolj iz tega, da je privzeto, da je agent posebljen. Štiri najbolj pomembne lastnosti [5] so opisane v nadaljevanju:

»Agenti so podvrženi zakonom fizike«. Če izhajamo iz najbolj osnovnega opisa agenta, da je posebljen oziroma utelešen, takoj pripišemo agentu določeno težo. Kot vsako telo z določeno težo so potem tudi agenti podvrženi zakonom fizike. Torej agenti čutijo učinke gravitacije, trenja in energije.

»Agenti zaznavajo svoje okolje«. Agenti niso programi ali simulacije, ampak obstajajo in delujejo v realnem svetu. Posedujejo čutila (senzorje), s katerimi zaznavajo vplive iz okolja. Za razliko od idealnega računalniškega sveta tukaj ne moremo kontrolirati vseh parametrov okolja.

»Agenti vplivajo na okolje«. Poleg tega, da agenti zaznavajo okolje, lahko tudi vplivajo nanj. Agenti niso statični in njihovo prisotnost zaznava tudi okolje. Preko aktuatorjev agenti spreminjajo okolje in učinkujejo nanj.

»Agenti so kompleksni dinamični sistemi«. Povezava med senzorji in aktuatorji se pojavi v kontrolnem sistemu (pri človeku je živčni sistem tisti, ki opravlja naloge kontrolnega sistema, v računalniškem svetu pa kontrolni sistem izvedemo preko procesorjev in krmilnikov), kjer vsi skupaj delujejo kot en dinamičen sistem. Preko senzorjev agent zaznava vplive iz okolje, ki jih obdela v kontrolnem sistemu, in na podlagi teh podatkov zažene določene aktuatorje. Takšna kompleksna konstrukcija omogoča agentu, da deluje kot dinamičen sistem.

Vse te lastnosti potem podajo bolj natančno sliko o tem, kaj predstavlja en agent. Samo to, da jih lahko prepoznamo, pa seveda ni dovolj. Boljše bi bilo, če bi jih znali tudi oblikovati in potem uporabljati. Zgradba enega robota, lahko rečemo, je zgradba modela agenta. Če

pa bi ta imel vse lastnosti, ki jih pripisujemo agentom, bi lahko gledali tudi na robota kot na agent. V nadaljevanju so opisana načela [5] izgradnje enega agenta.

## **2.1 1. načelo: 3 komponente agenta**

Pri oblikovanju enega agenta moramo biti pozorni in že na začetku definirati ekološko nišo, naloge ter zasnovo agenta.

Ekološka niša v robotiki vedno predstavlja fizično in socialno okolje, v katerem se nahaja in deluje agent. Poznati okolje je pomembno iz dveh razlogov, in sicer prvič, ker nam fizično okolje pove, kje bo naš agent lahko najbolj učinkovito deloval, in drugič nam socialno okolje pove, ali bo v tem okolju agent tudi uspešen. Primer tega bi lahko bil robot, ki zna zlagati samo kocke ene velikosti. Mogoče bi ta lahko zložil desetkrat več kock od drugih njemu podobnih robotov, vendar, če mu samo malo spremenimo nastavitve velikosti kock, bi hitro postal neuporaben. Tukaj takoj opazimo, kako pomembna je definicija nalog, ki naj bi jih naš agent opravljal. Ti dve komponenti potem določata, na kakšen način se bo oblikovala še tretja komponenta, ki predstavlja fizično zgradbo agenta.

## **2.2 2. načelo: Agent v realnem svetu**

Pri izgradnji moramo agenta jemati kot celoto. Zelo pogost pristop pri izgradnji kakršnega koli sistema, sestavljenega iz več delov, je izgradnja po delih. Na prvi pogled se nam lahko tak način zdi lažji in izvedbeno bolj ugoden, vendar se izkaže popolnoma nasprotno. Vzemimo za primer človeka. Človek zaznava okolje preko čutil, deluje nanj pa lahko s svojimi okončinami. Če bi gradili vsako čutilo in vsako okončino posebej, bi te verjetno delovale brežhibno, kadar bi morale opravljati naloge, sestavljene za vsako posebej. To pomeni, da bi naš agent lahko zaznal prizor pred njim kot sliko, ali pa bi dvignil roko, kadar bi moral vzeti kozarec z višje police. V realnem svetu pa agenti nikoli ne "čutijo" le z enim čutilom in ne vplivajo nazaj na okolje na vedno enak način. Agent v realnem svetu zazna kozarec, obdela podatek, da je ta na višji polici, in nato dvigne roko, da bi ga lahko dosegel. Koordinacija med aktivnostmi senzorjev ter aktuatorjev je možna le, če jih gradimo skupaj. Pri človeškem vedenju pa poleg sklepanja deluje še veliko drugih

dejavnikov, kot so čustva, etika, kreativnost, zavest itd. Današnja psihologija, kognitivne znanosti ter nevroznanosti se intenzivno ukvarjajo s tem, kako individualno interpretirati senzorične stimulacije. Zelo pogosto ugotovijo, da naši »senzorji« delujejo drugače, kadar so izolirani, in drugače takrat, kadar so povezani z ostalimi in pod vplivom prej omenjenih dejavnikov.

### **2.3 3. načelo: Enostavna izdelva agenta**

Tretje načelo izhaja iz prve lastnosti, ki smo jo agentom pripisali na začetku tega poglavja. Rekli smo, da so agenti podvrženi zakonom fizike in da posledično čutijo učinke gravitacije, trenja in energije. Namesto, da bi na to gledali kot na slabost, lahko pri izdelavi agenta uporabimo pozitivno stran te lastnosti. Hoja je sestavljena iz dveh glavnih gibov, in sicer dvigovanja in spuščanja nog. Če uporabimo samo zakon gravitacije, takoj ugotovimo, da bi pri izdelavi agenta lahko uporabili samo dvigovanje noge, spuščanje pa prepustili gravitaciji. Tukaj moramo biti seveda pozorni tudi na morfološko zgradbo agenta, ki je pomembna pri izkoriščanju zakonov fizike za doseganje želenih učinkov našega agenta. Ali če vzamemo bolj splošno, smotrno morfološko oblikovanje agenta z upoštevanjem vseh »uporabnih« lastnosti okolja bi omogočilo enostavnejšo in cenejšo zgradbo agenta.

### **2.4 4. načelo: Redundanca agenta**

Robustnost je zelo pomembna lastnost, ki jo želimo dodati agentu. Ker agenti delujejo v realnem svetu, se nenehno srečujejo z različnimi ovirami in omejitvami. Zaradi tega ga je potrebno zgraditi tako, da bo lahko samodejno premagoval ovire okolja. Redundantnost agenta dosežemo, če pri izgradnji agenta upoštevamo dvoje, in sicer:

- različni podsistemi agenta naj delujejo na osnovi različnih fizikalnih procesov,
- funkcionalnost enega podsistema naj se delno preklaplja s funkcionalnostjo drugih podsistemov.

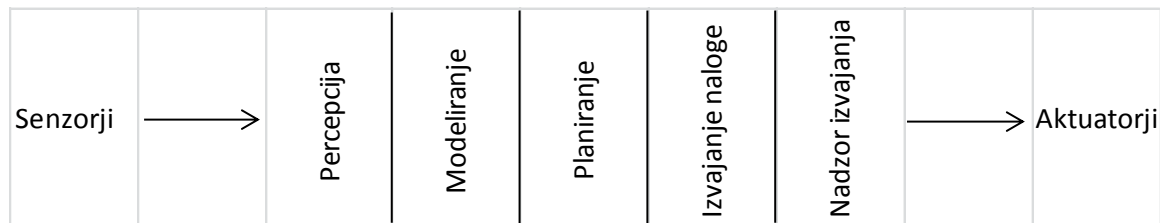
Podsistem agenta lahko predstavljajo senzorji, aktuatorji ali razni deli kontrolnega sistema. Vsak podsistem deluje na osnovi nekega fizikalnega procesa. V primeru izpada enega fizikalnega procesa podsistem, ki deluje na njegovi osnovi, preneha delovati. Zato je



pomembno, da vsi podsistemi ne delujejo na osnovi istega fizikalnega procesa, da se v takem primeru ne bi onemogočilo celotno delovanje agenta. Če bi podsistemi delovali na osnovi različnih podsistemov, bi lahko drug podsistem na osnovi drugega fizikalnega procesa prevzel in opravil dejavnost z enakimi ali vsaj podobnimi učinki. Primer tega je prehod iz svetlobe v temo. Agent ne more še naprej uporabljati senzor za vid, ampak se z uporabo senzorjev za sluh in dotik lahko znajde v svojem okolju, sicer počasneje, ampak še vedno lahko. To nam neposredno razloži pomembnost delnega prekrivanja funkcionalnosti različnih podsistemov.

## **2.5 5. načelo: Koordinacija med senzorji in aktuatorji**

Kot že omenjeno, je potrebno graditi agenta v realnem svetu. Ena od naštetih lastnosti, ki jih ima vsak agent, je tudi ta, da so agenti kompleksni dinamični sistemi. Kadar se agent giblje, se slike pred njim neprenehoma spreminjajo, objekti, ki se oddaljujejo, se zmanjšujejo, in obratno, objekti, ki se jim agent približuje, se povečujejo. Podobno je z zvokom in z vonjem. Ker se agent nahaja v realnem svetu, mora biti sposoben prepoznati objekte, ki so njemu pomembni. V polni predavalnici mora ločiti profesorja od študentov in usmeriti svojo pozornost na njegove besede in ne na hrup, ki ga povzročajo ostali prisotni. Potrebno je omeniti, da zaznavanje in ukrepanje vedno potekata v zvezi z določenim ciljem ali namenom. Če agent zna prepoznati oziroma določiti cilj, lahko tudi aktivno koordinira zaznane in potrebno ukrepanje. V primeru, da imamo na mizi plastenko z vodo, bi ta predstavljala cilj le takrat, kadar je agent žejen. Aktivna koordinacija med zaznavanjem in ukrepanjem nam potem predstavlja celotni proces, zaznavanje žeje, iskanje načina zadovoljitve žeje, iskanje tekočine, zaznavanje plastenke ter na koncu pitje vode. Takšna razčlenitev modulov je prikazana na Slika 2.1.



Slika 2.1: Tradicionalna razčlenitev kontrolnega sistema mobilnega robota na funkcionalne module [8]

## 2.6 6. načelo: Okoljsko ravnovesje

To načelo lahko razdelimo na dva dela:

- pri zgradbi mora obstajati ujemanje med zapletenostjo agentovih čutil, aktuatorjev in nevronskega oziroma kontrolnega sistema,
- obstajati mora določeno ravnovesje ali distribucija nalog med morfološko, materialno zgradbo, kontrolo oziroma nevronskega sistema ter agentovim okoljem.

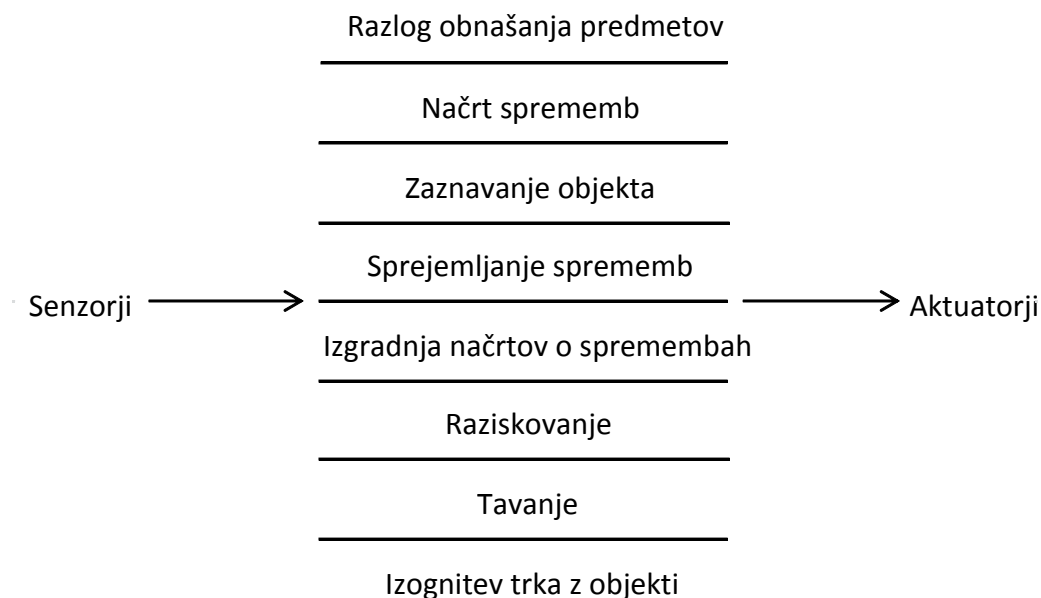
Ujemanje med zapletenostjo agentovih čutil, aktuatorjev ter nevronskega sistema mora obstajati iz preprostega razloga: če je eden od teh nadpovprečno kompleksnejši od ostalih, je lahko popolnoma nekoristen in neuporaben. Vzemimo za primer polža s človeškimi očmi [7]. Polž je zelo počasna žival, relativno majhne velikosti, ki se prehranjuje z rastlinami. Dodajmo polžu človeške oči enake velikosti in z enakimi funkcijami kot pri človeku in opazujemo spremembe. Prvič bi oči take velikosti predstavljale problem zaradi prenašanja, saj so glede na polževo telo prevelike. Drugič so človeške oči primerne za zaznavanje hitro se gibajočih objektov, kar je za polža spet popolnoma neuporabna funkcija. Če so ti hitro se gibajoči objekti večji od polža in jim polž predstavlja hrano, polžu nič ne koristi, če jih opazi, ker jim vseeno ne more pobegniti. Če so hitro se gibajoči objekti manjši od njega, mu njihovo hitro zaznavanje spet ne koristi, ker se polži prehranjujejo z rastlinami.

Razen na koordinacijo velikosti in uporabnosti vseh komponent agenta je pomembno biti pozoren tudi na izbiro materiala, iz katerega ga bomo zgradili. V današnjih časih se roboti še vedno večinoma gradijo iz nepožnih materialov, kot sta plastika ali kovina. Takšni materiali zelo omejujejo gibanje in zahtevajo dolge izračune za relativno kratke gibe. Kako prožnost materialov olajša in pospeši gibanje, lahko najbolje opazujemo pri človekovem

telesu. Prav morfologija človeške roke omogoča tako hitre in raznovrstne gibe. Ker je to načelo zelo pomembno iz več vidikov, ga bomo podrobneje obdelali v 4. poglavju.

## 2.7 7. načelo: Vzporedno izvajanje procesov

Sedmo načelo je, lahko rečemo, nadaljevanje petega načela, ali pa izhaja iz njega. Ugotovili smo namreč, da je potrebna koordinacija med senzorji, aktuatorji ter kontrolnim sistemom. Iz tega izhaja, da, če želimo, da bi bil agent »dovolj« hiter, potrebujemo tudi koordinacijo oziroma neko »lahko« povezavo med procesi, ki jih agent izvaja. Agent mora znati hitro prehajati iz enega procesa v drugega ali mogoče še bolj natančno povezovati in delno vzporedno izvajati posredovalne procese. Izvajanje procesov, kot so zaznavanje žeje, iskanje vode, zaznavanje plastenke in pitje vode, bi trajalo zelo dolgo, če bi moral kontrolni sistem izvajati vsakega posebej. Z vidika posebljenosti agenta bi bilo hitreje in enostavneje, če bi se ti procesi izvajali delno vzporedno in med njimi ne bi bilo časovnega razkoraka. Razčlenitev kontrolnega sistema na osnovi takšnega vedenja je predstavljena na Slika 2.2.



Slika 2.2: Razčlenitev kontrolnega sistema na osnovi vedenja pri izpolnjevanju nalog [8]

## **2.8 8. načelo: Sposobnost vrednotenja agenta**

Osmo načelo je dokaj subjektivno in ga ne moremo dovolj natančno definirati. Sistem vrednot je zelo kompleksen, in ni natančno opisanih načinov, kako k temu pristopati z vidika psihologije, umetne inteligence ali robotike. Sistemi vrednot se razlikujejo še med ljudmi, kar povzroča še dodatni problem, in sicer prenašanje sistema vrednot oblikovalca agenta na samega agenta. Izbrati pravilno<sup>1</sup> odločitev med več podanimi možnostmi je zelo težko izvedljivo pred vsem zaradi tega, ker agenti delujejo v realnem svetu, kjer okolje ni možno popolnoma kontrolirati in predvideti.

---

<sup>1</sup> Pravilno po vnaprej določenega sistema vrednot.

### 3 ČLOVEK KOT AGENT

Ugotovili smo, da agenti predstavljajo modele, po katerih gradimo robote. Kot njihovo glavno lastnost smo omenili lastno inteligenco, ki mora biti posebljena v nekem telesu. Pri antropomorfnih robotih nam model zgradbe predstavlja človek. Tu lahko vidimo povezavo in ugotovimo, da tudi človek predstavlja agenta. V prejšnjem poglavju smo opisali lastnosti enega agenta in katera načela moramo upoštevati pri njegovi izgradnji. Človek predstavlja biološkega agenta z lastno inteligenco, ki je posebljena v njegovem telesu. Zato je mogoče bolj smiselno pogledati načela izgradnje agenta in jih primerjati z dejansko zgradbo človeka, kot pa govoriti o zgradbi človeka. Spoznanja, ki smo jih pridobili s preučevanjem senzorjev, aktuatorjev ter kontrolnega sistema, ki jih povezuje, lahko uporabimo tudi pri človeku in jih poskušamo izkoristiti za njegovo boljše razumevanje.

#### 3.1 Inteligenca kot posledica uteleščenja

Vsak človek ima lastno inteligenco. Definicije o inteligenci ne bomo navajali, ampak samo poudarili, da tukaj pod izrazom inteligenca razumemo bolj ali manj splošno vedenje in sposobnost koordinacije zaznavanja in ustreznega ukrepanja. Vsak človek je torej sposoben zaznavati okolje in delovati nanj, vse to pa se koordinira preko njegovega živčnega sistema. Vendar se moramo vprašati, ali se človek tudi rodi z inteligenco. Novorojenčki takoj po rojstvu namreč še nimajo razvitih psihofizičnih zmožnosti. Dejstvo, da ne morejo vzdrževati niti lastne telesne temperature, priča o tem. Kako se potem pri človeku razvije inteligenca?

Odgovor na to vprašanje lahko poskusimo najti med lastnostmi in načeli, ki opisujejo zgradbo agenta. Izhajajmo iz trditev, da inteligenca obstaja le, kadar je utelešena. Predpostavimo, da novorojenčki takoj po rojstvu še nimajo inteligence, predstavljajo pa telo, v katerem se bo pozneje ta razvila. Živčni sistem je tudi prisoten, vendar bo zaradi

pomanjkanja inteligence zaenkrat pošiljal le naključne signale, ki bodo povzročali določene dojenčkove gibe. Čeprav bodo poslani signali naključni, pa dojenčkovi gibi ne bodo, saj morfologija telesa tega ne bo dovolila [5]. Telo določa, za koliko stopinj se lahko naša roka premika. Ne glede na število naključnih signalov, dlani na primer nikoli ne bi mogli zavrteti za 360 stopinj okoli osi opazovane roke. Ko dojenčki zaznajo predmet (ali karkoli drugega), ki pritegne njihovo pozornost, začnejo stegovati roke in širiti prste v njegovi smeri. Da bi dosegli želeni cilj, uporabljajo svoje telo. Čeprav takšno ukrepanje še ne predstavlja inteligentno vodenega procesa, nam to govori o tem, da morfološka zgradba dojenčka opredeljuje, na kakšen način bo ta izvedel proces pridobitve želenega predmeta. Če bi imel dojenček drugače grajene roke ali jih sploh ne bi imel, bi se proces pridobivanja predmeta zagotovo izvajal na drugačen način. Iz tega lahko sklepamo, da se začne inteligenca v človekom telesu razvijati zaradi utelešenja in potrebe po gibanju za doseganje življenjskih nalog in ciljev.

### 3.2 Razvoj človeške inteligence

Potem ko smo ugotovili, kako nastane človeška inteligenca, se je smiselno vprašati, kaj se bo dogajalo naprej oziroma kako bo potekal razvoj. Telo namreč spodbuja inteligenco, ki je potrebna za gibanje. Vendar pa poleg telesno-kinetične inteligence poznamo še šest drugih vrst inteligence<sup>2</sup> [9], in sicer verbalno, vizualno, glasbeno, matematično, introspektivno ter medsebojno inteligenco, o katerih nam prejšnja razlaga nič ni povedala. Zaradi omejenega obsega tega dela ne bomo poskušali ugotoviti in razložiti, kako bo potekal razvoj vsake posamezne vrste inteligence. Za primer bomo vzeli vizualno inteligenco in jo poskušali posplošiti tako, da nam bo predstavila temelje razumevanja razvoja še ostalih vrst inteligence.

V sedmem načelu smo pisali o pomembnosti vzporednega izvajanja procesov. Da bi bili agenti dovolj učinkoviti, morajo vzporedno ali vsaj delno vzporedno izvajati dva ali več procesov. Ker smo z načeli oblikovali zgradbo agenta, pomeni, da mora tudi človek kot

---

<sup>2</sup> Howard Gardner je sicer dodal še naravoslovno in eksistencialno inteligenco, ampak se 7 vrstna členitev ševedno uporablja bolj pogosto.

agent izpolnjevati ta načela in biti sposoben vzporedno izvajati procese. Ker smo ugotovili, da se inteligenca začne razvijati že na začetku človekovega življenja, bomo od tu tudi nadaljevali.

Dojenčkom običajno začnemo takoj po rojstvu ponavljati določene kratke besede z namenom, da bi si jih zapomnil in sčasoma tudi ponovil. Dojenčki, če prav še ne znajo govoriti, skušajo oponašati zvoke, ki jih slišijo. Prav sposobnost vzporednega izvajanja procesov jim omogoča, da lahko poslušajo, si zapomnijo in ponovijo slišan zvok oziroma besedo. Šele čez nekaj časa bo lahko otrok lahko povezal besede v logične stavke, a spet kot posledica oponašanja že slišanih izrazov. Pri vključevanju otroka v različna jezikovna okolja že v zgodnji mladosti obstaja velika verjetnost, da se jih bo lahko otrok naučil govoriti, ne da bi jih mešal. Oponašanje besed enega ali več jezikov potem lahko usmeri verbalno inteligenco otroka oziroma človeka.

Imitacija ali oponašanje ima podobno vlogo pri razvoju vse ostalih vrst inteligence. Kako daleč se bo ena inteligenca razvila, je tako kot v robotiki v veliki meri odvisno od tega, kateri model oziroma katerega agenta učitelja oponaša.

### **3.3 Inteligenca kot posledica dinamičnega sistema**

Zelo zanimiv primer v psihologiji predstavlja »A not B error« [10] ali napaka perservacije. Za lažje razumevanje bomo na hitro predstavili ta primer. Otroku, mlajšemu od 12 mesecev (pri 12 mesecev se napaka ne pojavlja več), postavimo na mizo dve odprti škatli (Slika 3.1). Otroka položimo v naročje odrasle osebe in mu z druge strani mize nekajkrat pred očmi zamahnemo z igračo z namenom, da pridobimo njegovo pozornost, nato pa jo vstavimo v škatlo A (recimo, da je to leva škatla). Otrok bo nato intuitivno segel z roko proti tej škatli, da bi dosegel igračo. Po 3-4 ponovitvah tega postopka zamahnemo z igračo pred otrokovimi očmi in jo vstavimo v škatlo B (desna škatla). Zelo zanimivo je to, da bo otrok nepričakovano segel po igračo v škatlo A in ne v škatlo B.



Slika 3.1: Prizor postavitve otroka in škatel pri izvajanju primer napaka perservacije

Tako nepričakovano vedenja je začela preučevati skupina psihologov, ki je skušala ugotoviti, kaj je razlog za ta pojav. Izhajali so iz lastnosti dinamičnega sistema (lastnost, ki naj bi jo imel vsak agent) in neverjetno hitro ugotovili ne le razlog, ampak tudi način, kako odpraviti to napako. Kot posledica dinamičnega preračunavanja sistemov se pojavi napaka zaradi procesov vizualizacije in posvečanja pozornosti, ki sodelujejo pri zaznavanju lokacije pomembnega objekta (v tem primeru igrače), ter procesi gibanja, ki sodelujejo pri načrtovanju in izvajanju ukrepov, ki premikajo roko od začetne do končne pozicije. Vpliv imajo tako kratkoročni procesi za ohranitev pomembnih informacij v zvezi z nalogo kot tudi dolgoročni procesi spomina, ki shranjujejo informacije o preteklih ukrepih.

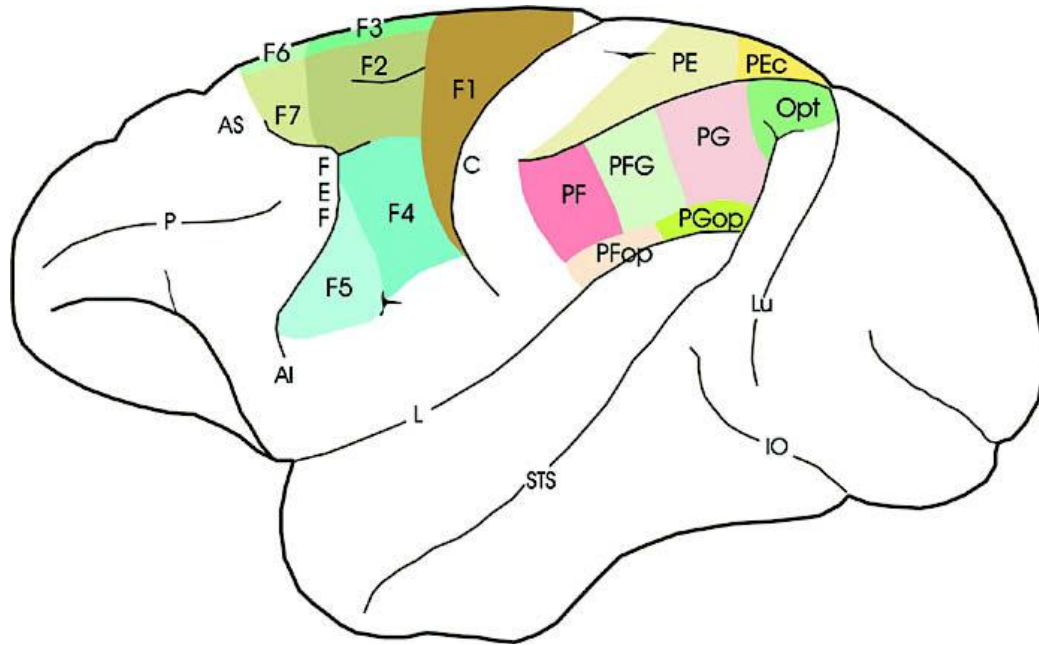
Na podlagi vseh teh ugotovitev so prišli do ideje, da morajo vključiti tudi otroka kot dinamičen sistem, da bi lahko sistem pravilno deloval. Nato so trikrat vstavili igračo v škatlo A, spremenili otrokov položaj (če je sedel, je moral vstati ali obratno), zamahnili z igračo, da bi pridobili njegovo pozornost, in vstavili igračo v škatlo B. Otrok je sedaj takoj segel v pravo škatlo, v kateri se je nahajala igrača. Večina otrok pri desetih mesecih še ne hodi in pri izvajanju tega poskusa so sedeli v naročju svojih staršev, zaradi česar so bili ves čas v enakem položaju, kar pa ni veljalo za otroke, starejše od 12 mesecev.



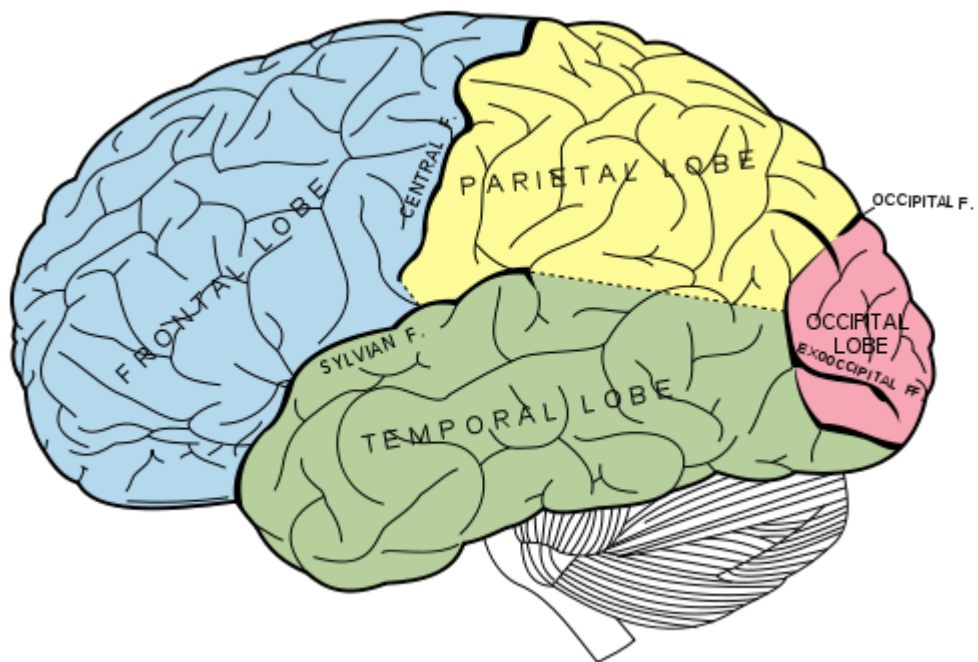
### 3.4 Posredno spoznavanje človeka preko ostalih agentov

Pri zgradbi antropomorfnega modela robota smo ugotovili, da pridemo do zelo pomembnih spoznanj tudi o samem človeku. Spomnimo se osnovne definicije agenta, ki je opisovala agenta kot »vse, kar lahko zaznava svoje okolje s pomočjo senzorjev in deluje na tem okolju preko efektorjev« [6]. Do sedaj smo v glavnem govorili o zgradbi agenta po zgledu človeka, ampak iz definicije je razvidno, da bi agenta lahko gradili tudi po zgledu drugega živega bitja, ki je sposobno zaznavanja in ustreznega ukrepanja v svojem okolju. Zakaj bi lahko to bilo pomembno za človeka, bomo poskusili prikazati z naslednjim primerom.

V osemdesetih in devetdesetih letih prejšnjega stoletja se je nevro psiholog Giacomo Rizzolatti začel ukvarjati s preučevanjem nevronov, ki so odgovorni za gibanje rok in ust. Praktični del preučevanja je izvedel skupaj s kolegi tako, da so vstavili elektrode v ventralni korteks možganov opice (Slika 3.2). Spremljali so en nevron pri določenih gibih opice z namenom, da bi izmerili odziv nevrona pri tem gibu [11]. Poleg teh rezultatov so Rizzolatti in njegovi kolegi ugotovili neverjetno lastnost teh nevronov, in sicer, da so aktivni, kadar opica izvaja določen gib roke (nadzorovali so, kako opica prijema hrano) ali kadar opica opazuje, kako druga opica ali celo človek izvajata enak gib. Te nevrone so poimenovali »mirror neurons« [11] oziroma zrcalni nevroni. Pozneje so preko posrednih poskusov uspeli pokazati obstoj zrcalnih nevronov tudi v človekovih možganih, in sicer v njegovem nižjem sprednjem korteksu ter parietalnem lobusu, ki sta prikazana na Slika 3.3.



Slika 3.2: Področja v možganih opice, kjer se nahajajo zrcalni nevroni [11]



Slika 3.3: Prikaz sprednjega korteksa in parietalnega lobusa kot delov človekovih možganih [12]

To odkritje hitro povežemo z načelom vzporednega izvajanja procesov zaznavanja in ustreznega ukrepanja. Ko so odkrili, da se morata ta dva procesa izvajati vzporedno ali vsaj delno vzporedno, so ugotovili, da se v primeru človeka ti procesi izvajajo pod vplivom istih nevronov [13]. Ta poskus potrjuje tudi raziskavo o imitaciji oziroma oponašanju kot načinu razvijanja inteligence. Dejstvo, da so isti nevroni aktivni pri izvajanju enega giba ali pri opazovanju, kako enak gib izvaja nek drug agent, pojasnjuje sposobnost človeka, da oponaša oziroma se nauči novih stvari (razvoj inteligence) preko zaznavanja. To pomeni, da kadar bo sam izvajal ta gib, bodo delovali isti nevroni kot med opazovanjem enakega giba pri nekem drugem agentu.

## 4 AGENT KOT IZDELEK V MARKETINGU

V tem poglavju bomo obravnavali načelo agenta še s poslovnega ali bolj natančno z marketinškega vidika. »Marketing je zavestno ustvarjanje hotene reakcije ciljne skupine z oblikovanjem in ponujanjem določenih vrednosti«[14]. Marketing se torej ukvarja z oblikovanjem določenih izdelkov ali storitev, za katere vnaprej določi reakcije, ki jih želi vzpodbuditi pri ciljnih skupinah. V drugem poglavju tega dela smo govorili o zgradbi ali oblikovanju agentov. Opisali smo njihove lastnosti in načela izgradnje. Zgradba enega agenta smo napisali, da predstavlja zgradba modela robota. Če se marketing pojavlja že pri oblikovanjem izdelka, potem ga je smiselno upoštevati tudi pri zgradbi agentov oziroma pri zgradbi modela robota.

Iz do sedaj napisanega lahko sklepamo, da bodo naši izdelki agenti oziroma modeli robotov. V nadaljevanju moramo definirati katere bodo naše ciljne skupine in na kakšen način moramo oblikovati agentov, da bi dosegli hotene reakcije teh skupin.

### 4.1 Ravnovesje z ožjim okoljem

Če vpeljemo marketing še pri zgradbi agenta, potem moramo upoštevati tudi sestavine ožjega okolja organizacije, ki menjava izdelke pri zgradbi agenta, kakor tudi vzpostaviti ravnovesje z njimi. »Pri menjalnih procesih v zvezi z izdelki ima vsaka organizacija odnose z določeno pojavno obliko dobaviteljev, odjemalcev in konkurentov.«[15] Dobavitelji, odjemalci in konkurenti tvorijo sestavine ožjega okolja organizacije, ki menjava izdelke, in zanjo predstavljajo ciljne skupine, pri katerih bo skušala doseči želene reakcije. Ciljne skupine organizacija določi s pomočjo zastavljanja naslednjih vprašanj[15]:

- Katere potrebe niso zadovoljene ali so slabo zadovoljene?
- Katere izdelke potrebujemo za zadovoljitev teh potreb?

- Kdo že (bi naj, bi lahko) dobavlja izdelke, ki jih potrebujemo?
- Kdo že (bi naj, bi lahko) kupuje in/ali uporablja (obstoječe, možne) naše izdelke?
- Razlikujemo torej obstoječe, ciljne in možne dobavitelje/odjemalce.
- Katere nezadovoljene ali slabo zadovoljene potrebe imajo naši odjemalci?
- Katere izdelke naši dobavitelji/odjemalci potrebujejo za zadovoljitev teh potreb?
- Po čem že (bi naj, bi lahko) naši dobavitelji/odjemalci povprašujejo?
- Komu že (bi naj, bi lahko) naši dobavitelji dobavljajo svoje izdelke?
- Od koga že (bi naj, bi lahko) naši odjemalci še kupujejo izdelke in/ali jih uporabljajo?

S temi vprašanji ugotovimo, kateri so naši dobavitelji, kaj želimo od njih nabaviti ter kaj moramo dati v zameno za nabavljeno. Ugotovimo tudi, kakšne so potrebe odjemalcev in kako moramo oblikovati izdelke, da bi zadovoljili te potrebe. Na koncu pridobimo še informacije o konkurentih in reakcije ciljnih skupin na njihove izdelke.

Iz tega izhaja, da moramo pri zgradbi agenta spoznati ciljne skupine, ki jim želimo pozneje ponuditi agenta. Moramo spoznati njihove potrebe in jih upoštevati pri oblikovanju agenta. V drugem poglavju smo opisali lastnosti in načela zgradbe agenta. Eno od načel je bilo načelo okoljskega ravnovesja, ki smo ga razdelili na dva dela:

- pri zgradbi agenta mora obstajati ujemanje med zapletenostjo agentovih čutil, aktuatorjev in nevronskega oziroma kontrolnega sistema,
- obstajati mora določeno ravnovesje ali distribucija nalog med morfološko, materialno zgradbo, kontrolo oziroma nevronskega sistema ter agentovim okoljem.

Prvi del govori o ustvarjanju ravnovesja med agentovimi sestavinami, drugi del pa o ustvarjanju ravnovesja agenta z njegovim okoljem. Kadar vpeljemo še ciljne skupine, ki jim želimo ponuditi agenta, skušamo ustvariti ravnovesje tudi med potrebami teh ciljnih skupin in samega agenta.

## 4.2 Značilnosti ciljne skupine odjemalcev in zgradba agenta

Pri opredelitvi ciljne skupine je pomembno spoznati njene značilnosti, da bi lahko ugotovili njene potrebe in kako jih zadovoljiti. Čeprav so značilnosti ciljnih skupin vzorčno-posledično povezane in jih je najbolje opredeljevati skupaj, jih vseeno lahko razdelimo v tri večje skupine<sup>3</sup>, in sicer[15]:

- demografske značilnosti odjemalcev,
- psihografske značilnosti odjemalcev,
- vedenjske značilnosti odjemalcev.

Demografske značilnosti predstavljajo objektivizirane značilnosti ciljne skupine. Tukaj najdemo informacije, kot so spol, starost, prebivališče, vera, rasa, narodnost, družbeni sloj, kupna moč, razpoložljiv dohodek, izobrazba, poklic, velikost družine ipd.

Psihografske značilnosti odjemalcev predstavljajo bolj osebne značilnosti odjemalcev, kot so recimo samopodoba, podoba odjemalcev o izdelkih, znamkah ter organizacijah, potrebe in motivi, želje, pričakovanja, zaznave, vrednote, stališča, učenje, osebnost, prepričanja ipd.

Dejavnike, ki vplivajo na vedenjske značilnosti odjemalcev, pa lahko razdelimo v dve skupini, in sicer na individualne (notranje, osebne) vplive ter na vplive iz okolja (zunanje, medosebne). Individualni vplivi so rezultat samopodobe, motivacije ali stališča posameznika, vplivi iz okolja pa so lahko vplivi referenčne skupine, ki jim odjemalec pripada - referenčni vodje, odjemalčeva družina, družbeni razred ali vplivi kulture. Pomembnost značilnosti skupine bomo prikazali na primeru.

Na začetku prejšnjega desetletja se je robotik Takanori Shibata odločil, da bo zgradil animacijskega robota, ki bo imel lastnosti domačega ljubljénčka. Njegova ciljna skupina so bili starejši ljudje, ki so večino živeli sami ali v domovih za ostarele. Zamisel nadomestiti pravega domačega ljubljénčka z umetnim je nastala prav zaradi starostne skupine

---

<sup>3</sup> Obstajajo še ciljna skupina dobaviteljev in ciljna skupina konkurentov, ampak v tem delu bomo obravnavali le ciljno skupino odjemalcev.

odjemalcev, ki jim je bil ta izdelek namenjen. Umetnega ljubljénčka ni potrebno vsak dan voditi na sprehod, nič se mu ne zgodi, če ga lastnik pozabi nahraniti in je precej lažje vzdrževati njegovo higieno, kar je še kako pomembno pri ljudeh, starejših od 70 let. Ker se je znanstvenik zavedal pričakovanj glede podobnosti z živimi ljubljénčki, se je odločil, da bo zgradil robota v obliki mladega tjulnja, ki ga je poimenoval Paro.

Ljudi vemo bistveno manj o tjulnjih kot pa o mačkah ali pseh. Če bi gradili umetno mačko bi odjemalci imeli določena pričakovanja glede obnašanja tega umetnega robota, pričakovanja katerih bi mi morali z zgradbo agenta uresničiti. O obnašanju tuljnev večina ljudi ve zelo malo in zaradi tega je lažje zadovoljiti odjemalca, ki (skoraj) nima vnaprej zastavljenih pričakovanj. V tem primeru je bila zgradba animacijskega robota dokaj enostavna, z le dvema prostostnima stopnjama v vratu, senzorji za dotik, sistemom za prepoznavanje govora, senzorji za zaznavanje svetlobe ter senzorji v brkih. Izpuščal je določene zvoke in bil prekrit z mehkim belim krznom (Slika 4.1).



Slika 4.1: Animacijski robot Paro [16]

Čeprav je bila zgradba tako enostavna kljub upoštevanju načela treh komponent zgradbe agenta ter demografskih in psihofizičnih značilnosti odjemalcev, je animacijski robot Paro postal zelo popularen v domovih za ostarele. Shibata je bil dovolj pozoren, da je upošteval še ostale demografske in psihofizične značilnosti svoje ciljne skupine in je robota najprej predstavil starejšim osebam na Japonskem, kar je bila zelo premišljena poteza, kajti

Japonci so bistveno bolj navdušeni nad roboti od Evropejcev ali Američanov. Enostavna zgradba je pomenila tudi nižje stroške ter posledično relativno nizko prodajno ceno, kar je bilo tudi pomembno pri starejših ljudeh, katerih kupna moč je manjša. Mehko krzno je pogrelo osebo, ki je držala animacijskega robota, ki je izpuščal zvoke pri zaznavanju dotika roke, zaradi česar so bile osebe manj osamljene in bolj srečne. Na ta način je Shibata posredno preko zgradbo agenta, ki predstavlja model živali, prišel do spoznanja tudi o človeku in način zadovoljevanja njegovih psihovizičnih potreb.

Na spletni strani proizvajalca je Paro [16] poimenovan kot terapevtski robot. Ugotovljeno je bilo, da zmanjšuje stres bolnika in njegovih negovalcev ter spodbuja interakcijo med bolnikom in skrbniki.

Na podlagi tega primera lahko vidimo potrebo po uvedbi marketinga pri načrtovanju zgradbe agenta. Dobro poznavanje načel lastnosti agenta (animacijskega robota) je še enkrat pokazalo, da, sicer posredno, pomaga pri spoznavanju človeka.



## 5 SKLEP

Razvoj robotike je prispeval (in še vedno prispeva) veliko k doseganju kakovostnejšega življenja. Roboti nadomeščajo človeka pri opravljanju težkih, rizičnih, človeku škodljivih ter dolgotrajnih del. Pri izgradnji agenta, ki predstavlja model robota, upoštevamo določena načela, s katerimi dosežemo čim bolj antropomorfno obliko robota. S takšnimi načeli dosežemo zgradbo inteligentnega robota, ki lahko deluje skupaj s človekom ali pod njegovim vodenjem, lahko pa izvaja še določene naloge avtonomno. Pri preučevanju humanoidnih robotov pridemo do različnih spoznanj, ki nam pomagajo razumeti tudi človekovo morfološko zgradbo in njegova psihofizična dejanja. Z razvojem nadomestila za človeka spoznavamo tudi človeka samega in lahko teh spoznanj uporabimo tudi za njegov razvoj. Ugotovili smo še, da je potrebno upoštevati tudi poslovno funkcijo marketing pri oblikovanju agenta, kajti z marketingom izvemo zelo pomembne informacije o ciljnih skupinah katerim je namenjen agent, ki ga oblikujemo ter na podlagi teh informacij učinkoviteje izvedemo zgradimo agenta.

## 6 VIRI, LITERATURA

- [1] Slovar slovenskega knjižnega jezika
- [2] Cambridge Advanced Learner's Dictionary
- [3] P. W. Bridgman, *The Logic of modern Physics*, 1927
- [4] R. W. Gibbs, *Embodiment and cognitive science*, Cambridge University Press, 2006
- [5] R. Pfeifer, J. Bongard, *How the body shapes the way we think*, The MIT Press, 2006
- [6] S. J. Russell, P. Norvig, *Artificial Intelligence: The modern approach*, Prentice Hall, 1st edition, 1995
- [7] R. Dawkins, *Climbing Mount Improbable*, New York : Norton, 1996
- [8] R. A. Brooks, A Robust Layered Control System for a Mobile Robot, *IEEE Journal of Robotics and Automation*, 2, (1986), 1, str. 14-23
- [9] H. Gardner, *Frames of mind: the theory of multiple intelligences*, Basic Books, 1985
- [10] L. B. Smith, E. Thelen, Development as a dynamic system, *Trends in Cognitive Sciences*, 7, (2003), 8, str. 343-348
- [11] G. Rizzolatti, G. Di Pellegrino, L. Fadiga, L. Fogassi, V. Gallese, Understanding motor events: a neurophysiological study, *Experimental Brain Research*, 91, (1992), 1, str. 176-180
- [12] <http://www.anatomybox.com/brain-cranial-nerves/>, datum dostopa 4.9.2011
- [13] L. M. Oberman, V. S. Ramachandran, The simulating social mind: The role of the mirror neuron system and simulation in the social and communicative deficits of autism spectrum disorders, *Psychological Bulletin*, 133(2), (2007), str. 310-327
- [14] P. Kotler, A Generic Concept of Marketing, *Journal of marketing*, 36, (1972), 2, str. 46-54

- [15] B. Snoj, V. Gabrijan, *Osnove marketinga: Zbrano gradivo za predmet Osnove marketinga*, EPF, Maribor, 2008
- [16] <http://www.parorobots.com/>, datum dostopa 9.9.2011
- [17] Damijan Mumel, Borut Gaber, Borut Milfelner: *Priročnik za praktični del izobraževanja pri predmetu Vedenje porabnikov*, Ekonomsko-poslovna fakulteta, Maribor, 2004
- [18] P. Cafuta, B. Curk, Control of nonholonomic robotic load. V: 10th International workshop on advanced motion control, Trento, Italy, March 26th-28th, 2008. AMC'08 : proceedings. Piscataway: IEEE, 2008, vol. 2, str. 631-636.

## **7 PRILOGE**

### **7.1 Seznam slik**

Slika 2.1: Tradicionalna razčlenitev kontrolnega sistema mobilnega robota na funkcionalne module

Slika 2.2: Razčlenitev kontrolnega sistema na osnovi vedenja pri izpolnjevanju nalog

Slika 3.1: Prizor postavitve otroka in škatel pri izvajanju primer napaka perservacije

Slika 3.2: Področja v možganih opice, kjer se nahajajo zrcalni nevroni

Slika 3.3: Prikaz sprednjega korteksa in parietalnega lobusa kot delov človekovih možganih

Slika 4.1: Animacijski robot Paro

### **7.2 Naslov študenta**

Ime in priimek: Kristina Stojmenova

Naslov: Pirinska 20-V

Pošta: 2310 Vinica, R. Makedonija

e-mail študenta: [kstojmenova@gmail.com](mailto:kstojmenova@gmail.com)

### **7.3 Kratak življenjepis**

Rojena sem 27.5.1989 v Kočanih, R. Makedonija. Po končani osnovni šoli in drugega letnika gimnazije v Vinici, sem izobraževanje nadaljevala na Drugi Gimnaziji Maribor in naredila Mednarodno Maturu. Zaradi velikega zanimanja za tehniko in ekonomijo, po srednji šoli sem se vpisala na fakulteto za elektrotehniko, računalništvo in informatijo na Univerzi v Mariboru.



Univerza v Mariboru

Fakulteta za elektrotehniko,  
računalništvo in informatiko

## IZJAVA O AVTORSTVU

### diplomskega dela

Spodaj podpisana Kristina Stojmenova,z vpisno številko E1016099,sem avtorica diplomskega dela z naslovom: Modeli v robotiki

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelala samostojno pod mentorstvom (naziv, ime in priimek) dr.Peter Cafuta in dr.Borut Milfelner
- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v DKUM.

V Mariboru, dne 21.9.2011

Podpis avtorja/-ice:

Kristina



Univerza v Mariboru

Fakulteta za elektrotehniko,  
računalništvo in informatiko**IZJAVA O USTREZNOSTI DIPLOMSKEGA DELA**

Podpisani mentor Peter Cafuta izjavljam, da je  
(ime in priimek mentorja)  
šudentka Kristina Stojmenova izdelala diplomsko  
(ime in priimek študenta-tke)  
delo z naslovom Modeli v robotiki  
(naslov diplomskega dela)

v skladu z odobreno temo diplomskega dela, Navodili o pripravi diplomskega dela in  
mojimi navodili.

Datum in kraj:

21.9.2011, Maribor

Podpis mentorja:



Univerza v Mariboru

Fakulteta za elektrotehniko,  
računalništvo in informatiko**IZJAVA O USTREZNOSTI DIPLOMSKEGA DELA**

Podpisani mentor Borut Milfelner izjavljam, da je  
(ime in priimek mentorja)  
šudentka Kristina Stojmenova izdelala diplomsko  
(ime in priimek študenta-tke)  
delo z naslovom: Modeli v robotiki  
(naslov diplomskega dela)

v skladu z odobreno temo diplomskega dela, Navodili o pripravi diplomskega dela in  
mojimi navodili.

Datum in kraj:

21.9.2011, Maribor

Podpis mentorja:



Univerza v Mariboru

Fakulteta za elektrotehniko,  
računalništvo in informatiko**IZJAVA O ISTOVETNOSTI TISKANE IN ELEKTRONSKE VERZIJE  
DIPLOMSKEGA DELA IN OBJAVI OSEBNIH PODATKOV DIPLOMANTOV**Ime in priimek diplomanta-tke: Kristina StojmenovaVpisna številka: E1016099Študijski program: Gospodarsko Inženirstvo-ElektrotehnikaNaslov diplomskega dela: Modeli v robotikiMentor: Peter CafutaMentor: Borut Milfelner

Podpisana Kristina Stojmenova izjavljam, da sem za potrebe arhiviranja oddala elektronsko verzijo zaključnega dela v Digitalno knjižnico Univerze v Mariboru.

Diplomsko delo sem izdelal-a sam-a ob pomoči mentorja. V skladu s 1. odstavkom 21. člena Zakona o avtorskih in sorodnih pravicah (Ur. l. RS, št. 16/2007) dovoljujem, da se zgoraj navedeno zaključno delo objavi na portalu Digitalne knjižnice Univerze v Mariboru.

Tiskana verzija diplomskega dela je istovetna elektronski verziji, ki sem jo oddal za objavo v Digitalno knjižnico Univerze v Mariboru.

Podpisani izjavljam, da dovoljujem objavo osebnih podatkov vezanih na zaključek študija (ime, priimek, leto in kraj rojstva, datum diplomiranja, naslov diplomskega dela) na spletnih straneh in v publikacijah UM.

Datum in kraj:  
14.9.2011, Maribor

Podpis diplomanta-tke:

Kristina Stojmenova