Reakcije djece predškolske dobi na humanoidne robote

Cvitanović, Petra

Master's thesis / Diplomski rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Education and Rehabilitation Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:158:936137

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**



Repository / Repozitorij:

Faculty of Education and Rehabilitation Sciences - Digital Repository







Sveučilište u Zagrebu
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet

Diplomski rad

Reakcije djece predškolske dobi na humanoidnog robota

Petra Cvitanović

Zagreb, rujan, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet

Diplomski rad

Reakcije djece predškolske dobi na humanoidnog robota

Petra Cvitanović

doc.dr.sc. Maja Cepanec

Zagreb, rujan, 2016.

Izjava o autorstvu rada

Potvrđujem da sam osobno napisala rad ***Reakcije djece predškolske dobi na humanoidnog robota*** i da sam njegova autorica.
Svi dijelovi rada, nalazi ili ideje koje su u radu citirane ili se temelje na drugim izvorima jasno su označeni kao takvi te su adekvatno navedeni u popisu literature.

Ime i prezime: Petra Cvitanović

Mjesto i datum: Zagreb, rujan 2016. godine

Reakcije djece predškolske dobi na humanoidnog robota

Petra Cvitanović
doc. dr. sc. Maja Cepanec
Odsjek za logopediju, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Sažetak

Posljednjih desetak godina raste interes za socijalne robote, posebno u kontekstu njihovog asisitivnog doprinosa dijagnostici i rehabilitaciji određenih specifičnih teškoća. Brojna istraživanja potvrđuju da su roboti dobro sredstvo za učenje socijalnih, komunikacijskih, motoričkih i ostalih vještina zbog toga što pružaju iskustvo socijalnih karakteristika koje su prisutne u ljudskim interakcijama, a ujedno su i objekti kojima se može manipulirati. Međutim, većina istraživanja je provedena na populaciji djece s poremećajem iz spektra autizma, a o odgovorljivosti djece urednog razvoja na robota i njegove postupke se ne zna mnogo. K tome, do sada nije sustavno istraženo postoje li i u kojoj mjeri razlike u reakcijama djece na postupke humanoidnog robota u odnosu na situaciju kada iste postupke izvodi čovjek. Stoga je cilj ovog istraživanja bio konstruirati protokol za ispitivanje reakcija djece na humanoidnog robota te pomoću njega ispitati preferiraju li djeca više robota ili vizualno sličan predmet odnosno usmjeravaju li više pažnje prema osobi ili humanoidnom robotu, kada su u međusobnoj interakciji. Istraživanje se sastojalo od tri ispitna zadatka, a provedeno je na uzorku od 14 djece predškolske dobi urednog razvoja. Rezultati su pokazali da sudionici nisu više pažnje usmjeravali na robota u odnosu na predmet. Nadalje, sudionici nisu spontano imitirali ples i gestu pozdravljanja koje je izveo humanoidni robot te svojim reakcijama nisu pokazali da humanoidnog robota doživljavaju kao osobu. Ipak, potvrđeno je da sudionici u situaciji kada promatraju komunikaciju humanoidnog robota i čovjeka, više pažnje usmjeravaju na humanoidnog robota nego li na čovjeka. Konačno, uočeno je i da su sudionici svoje iskustvo i uživanje u robotovom plesu podijelili s odraslom osobom u pratnji. Usprkos tome što zbog malog, heterogenog uzorka generalizacija rezultata nije moguća, buduća opsežnija ispitivanja, u kojima će se nastojati minimalizirati tehnološki nedostatci te propusti u protokolu, bi mogla polučiti značajne podatke.

Ključne riječi: humanoidni robot, preferencija robot-predmet, preferencija robot-osoba

Reactions of preschool children to humanoid robot

Petra Cvitanović
doc. dr. sc. Maja Cepanec
University of Zagreb, Faculty of Education and Rehabilitation Sciences, Department of Speech and Language Pathology

Summary

There has been growing interest in social robots for the past ten years, especially in the context of their assistive contribution to the diagnosis and rehabilitation of certain specific disabilities. Numerous studies have confirmed that robots are a good tool for learning social, communication, motor and other skills because they provide the experience of social characteristics that are present in human interactions, but they are also objects that can be manipulated. However, most of research has been conducted on the population of children with autism spectrum disorder, and there isn't many data about how typically developing children react to robot and his actions. In addition, it has not been systematically investigated whether, and in which extent, do reactions of children to the actions of humanoid robot differ from reactions to the same actions performed by human. The purpose of this study was to construct a protocol for testing the reactions of children to the humanoid robot and to use it to examine whether children prefer robots or visually similar object, and do they focus more attention on a person or humanoid robot when interacting. The study included three tasks and was conducted on the sample of 14 typically developing preschool children. According to the results, participants did not pay more attention to the robot in comparison to the object. Furthermore, the participants did not spontaneously imitate dance and greeting gesture performed by humanoid robot, and did not behave in a way that would suggest that they perceive humanoid robot as a person. However, it has been confirmed that participants directed more attention to the humanoid robot while observing communication between humanoid robot and human being. Finally, it has also been observed that the participants shared their experience and enjoyment of the robot's dance with the adult companion. Despite the fact that generalization of results is not possible, due to the small, heterogeneous sample, further extensive trials, which will seek to minimize the technological shortcomings and omissions in the protocol, could yield significant information.

Key words: humanoid robot, robot-object preference, robot-human preference

SADRŽAJ

1. Uvod……..... 1
1.1. Robotika……..……..…….…… 1
1.2. Roboti i poremećaj iz spektra autizma……..... 2
1.2.1. Zašto upotrebljavati robote……..…….. 2
1.2.2. Izgled i specifikacije robota korištenih za interakcije s djecom s poremećajem iz spektra autizma……..……..….. 6
1.2.3. Doprinos robota u interakciji s djecom s poremećajem iz spektra autizma.....8
1.3. Percepcija i reakcije djece urednog razvoja na robota..... 10
1.4. Izazovi u konstrukciji i korištenju robota..... 14
1.5. ADORE projekt……...……...…..... 15
2. Cilj i problemi istraživanja…….....…...15
3. Metode istraživanja……. 16
3.1. Sudionici…….. ……. 16
3.2. Protokol ispitivanja……...…….……..... 17
3.3. Način provođenja……... 20
3.3.1. Zadatak *Preferencija robot-predmet*……... 22
3.3.2. Zadatak *Preferencija robot-osoba*…….....……..... 23
3.3.3. Zadatak *Reakcije na ljudsko ponašanje robota*…….……..... 24
3.4. Varijable……..... 24
3.5. Metode obrade podataka……..... 26
3.5.1. Kodiranje video i audio-zapisa..... 26
3.5.2. Statistička obrada podataka……...……...……...…….…… 28
4. Rezultati i rasprava……...……..... 28
4.1. Rezultati zadatka *Preferencija robot-predmet*..... 28
4.2. Rezultati zadatka *Preferencija robot-osoba*..... 34
4.3. Rezultati zadatka *Reakcije na ljudsko ponašanje robota*..... 38
4.3.1. Reakcije na robotov ples……..……..... 38
4.3.2. Reakcije na robotov pad ……..... 40
4.3.3. Reakcije na robotovu gestu pozdravljanja…….……..……. 42
4.4. Nedostatci istraživanja.....……...…… 44
5. Zaključak……...46
6. Literatura…….....47
7. Prilozi…….....52

1. UVOD

Kroz posljednje desetljeće sve više raste interes za socijalne robote, posebno u vidu njihovog asistivnog doprinosa dijagnostici i rehabilitaciji određenih specifičnih teškoća, poput poremećaja iz spektra autizma. Kako bi se razmotrilo što sve u tom kontekstu može pružiti područje robotike te koje se prednosti i mane nameću, najprije će se definirati ključni pojmovi iz te znanstvene domene.

1.1. Robotika

Za početak, nisu svi roboti namijenjeni za izvršavanje jednakih zadataka. Salter i Michaud (2011) navode nekoliko kategorija robota, a to su: asistivni roboti (eng. *assistive*), industrijski (eng. *industrial*), uslužni (eng. *service*), socijalni (eng. *social*), roboti za potragu i spašavanje (eng. *search and rescue*) te roboti za zdravstvenu zaštitu (eng. *health care*).

Dok pojam uslužne robotike podrazumijeva generalno korištenje robota za pomaganje u razne svrhe, od pomaganja u izvršavanju kućanskih poslova do izvršavanja zadataka u interakciji s ljudima (Dautenhahn, 2007), asisitivna robotika obuhvaća robote koji pružaju pomoć i podršku ljudima s posebnim potrebama (Scassellati i sur., 2012). Međutim, Feil-Seifer i Matarić (2005) pojašnjavaju da je tumačenje asistivne robotike, isključivo u kontekstu pomaganja osobama s fizičkim invaliditetom kroz fizičke interakcije, zastarjelo i neadekvatno. Naime, smatraju da asistivni roboti mogu pružati pomoć i kroz interakcije koje ne zahtijevaju fizički kontakt, kao što to primjerice čini robot koji pravi društvo korisnicima staračkog doma (Wada i sur., 2002).

Nadalje, socijalni roboti su roboti koji uspostavljaju određeni oblik socijalne interakcije s ljudima, koristeći geste, govor ili neko drugo sredstvo (Fong i sur., 2003; Breazeal, 2004). Osim navedenih kategorija, nerijetko se spominju i socijalno-interaktivni roboti (eng. *socially interactive robots*). Među prvima ih u svom radu spominju Fong i suradnici (2003), kako bi načinili razliku između prave socijalne interakcije koju takvi roboti ostvaruju s ljudima i običnog teleoperacijskog odnosa u kojem se radi isključivo o čovjekovom daljinskom upravljanju nad robotom. Prema autorima, socijalno-interaktivni roboti su oni koji mogu: izražavati i prepoznavati emocije, komunicirati u formi dijaloga, prepoznati obrasce

ponašanja drugih sudionika interakcije, uspostaviti i održavati društvene odnose, prepoznati socijalne znakove poput zurenja ili gesti te prikazati različite osobine i ličnosti. Kao takvi, socijalno-interaktivni roboti se mogu koristiti kao igračke, edukativna ili pomoćna te terapijska sredstva.

Za ovaj rad najznačajniju kategoriju čine socijalno-asistivni roboti. Kao što sam naziv kaže, riječ je o robotima koji dijele karakteristike asistivnih i socijalno-interaktivnih robota (Feil-Seifer i Matarić, 2005). Socijalno-asistivni roboti, kao i asistivni roboti, služe kako bi osigurali pomoć ljudima, a sa socijalno-interaktivnim robotima dijele fokus na socijalnim interakcijama. Potonjima je ostvarivanje efikasne socijalne interakcije s ljudima samo po sebi svrha, dok socijalno-asistivni roboti uspostavljaju interakciju kako bi potaknuli značajan napredak u učenju, rehabilitaciji ili nekoj vrsti oporavka svojih korisnika. Scassellati i suradnici (2012; str. 278) pojašnjavaju: „*Socijalne karakteristike sustava socijalno-asistivnih robota su izuzetno važne zbog toga što, za razliku od tipičnih aplikacija socijalne robotike, socijalno-asistivni robotski sustav mora pomoći korisniku, mora podučavati, motivirati i izazvati promjene u ponašanju* .“ Dok su asistivni roboti, koji uspostavljaju fizičku interakciju s korisnikom, konstruirani na način da nude preciznost, pouzdanost te ponovljivost pokreta, za konstrukciju socijalno-asistivnih robota su ključne neke druge karakteristike. Dizajn socijalno-asistivnog robota podrazumijeva izdržljivu vanjštinu, izražajno pokazivanje emocija te postavke koje omogućavaju uključivanje korisnika u određenu socijalnu interakciju.

1.2. Roboti i poremećaj iz spektra autizma

1.2.1. Zašto upotrebljavati robote

Dijagnostiku poremećaja iz spektra autizma (PSA) provode iskusni kliničari metodom opservacije ponašanja, pritom se fokusirajući na atipičnosti u domeni socijalnih vještina, komunikacije, repetitivnih ponašanja i interesa. Dakle, postavljena dijagnoza PSA-a se zasniva na subjektivnoj procjeni i može se smatrati relativno proizvoljnom (Norbury i Sparks, 2013). Zbog toga što proces dijagnostike osim same opservacije zahtijeva složenu analizu i interpretaciju, nerijetko je slučaj da se kriteriji za postavljanje dijagnoze razlikuju od kliničara do kliničara. S druge strane, mnogo toga o PSA-u se još uvijek ne zna, a unatoč sve raznolikijoj ponudi intervencija, kvaliteta i učinkovitost pojedinih pristupa je upitna (Popčević

i sur., 2016). Stoga bi upravo robot mogao biti rješenje navedenim problemima. Smatra se da roboti imaju brojne karakteristike u kojima leži potencijal za njihovom uporabom u dijagnostici i terapiji PSA-a.

Poznato je da osobe s PSA-om pokazuju veliki interes prema mehaničkim napravama (Colby, 1973; Shives, 2007). Štoviše, nerijetko zaokupljaju njihovu pažnju više nego što to čine osobe i interakcije s njima. Lee (2012) navodi da su djeca s PSA-om sklonija stupiti u kontakt s robotom nego s osobom. Skepticizam po pitanju otvorenosti i spremnosti djece s PSA-om da pristupe robotu se može odbaciti, budući da je potvrđeno da u situacijama kada im se prezentira robot ne pokazuju strah ni nelagodu. Upravo suprotno, pokazuju interes prema robotovim kretnjama, s lakoćom ulaze u interakciju s njim i igraju se (Werry i sur., 2001a; Michaud i Théberge-Turmel, 2002). Dakle, iz razloga što su roboti primamljivi djeci s PSA-om, mogli bi na njih djelovati motivirajuće u tijeku procjene ili terapije. Dautenhahn i suradnici (2003) nadodaju da roboti pozivaju na multimodalnu, dinamičnu interakciju, ali i mnogo prirodniju u odnosu na korištenje drugih tehnoloških naprava, koje djeca s PSA-om preferiraju. Na taj način roboti predstavljaju sponu između dobrobiti koje pružaju ljudske interakcije i dobrobiti drugih softvera korištenih u terapiji PSA-a.

Nadalje, Salter i Michaud (2011) smatraju da roboti, zbog svog jednostavnog izgleda, predstavljaju optimalan izbor za ostvarivanje interakcije s djecom s PSA-om. Općenito, tvrde da ona pokazuju značajniju odgovorljivost na objekte pojednostavljenog izgleda. Još prije više od tri desetljeća, Ferrara i Hill (1980) su istraživale odgovorljivost djece s PSA-om na „socijalne“ i „nesocijalne“ igračke, različite prema načelu jednostavnosti odnosno kompleksnosti fizičkih obilježja. Par geometrijskih tijela- jedna jednobojna kocka i jedno šareno osmostrano tijelo te dva Slinkya (igračke nalik na šarene opruge)- jedan savitljiv, a drugi nesavitljiv su poslužili kao „nesocijalne“ igračke, dok su dvije lutke predstavljale „socijalne“ igračke. Drvena lutka s naslikanim licem je bila predstavnik kategorije jednostavnijih „socijalnih“ igračaka, a krpena lutka s vjerodostojnim crtama lica je, zbog brojnih detalja i svoje fleksibilnosti, bila predstavnik složenijih. Dokazano je da su ispitanici bili otvoreniji i učestalije prilazili „socijalnim“ igračkama u odnosu na „nesocijalne“ jedino pod uvjetom da su bile jednostavnijeg izgleda. U prilog prethodnoj tvrdnji ide i istraživanje Robins i suradnika (2006), koji su proučavali kako djeca s PSA-om reagiraju na robota koji nalikuje na lutku u odnosu na robota jednostavnijeg, robotskog izgleda. Pri konstrukciji robota su iskoristili glavu, ruke i noge obične, komercijalne lutke, dok je tijelo bilo sačinjeno

od elektroničke ploče i motora za pokretanje udova i glave. Međutim, to tijelo je bilo prekriveno uobičajenom odjećom za lutke, tako da se isključivo vizualno nije moglo razaznati da je riječ o robotu. Drugi, jednostavniji robot je također imao udove i glavu lutke, ali su oni prekriveni srebrnim materijalom kako bi što više nalikovao klasičnom robotu. Zbog presvlake na glavi, crte lutkina lica su u potpunosti kamuflirane. Rezultati su pokazali da su se djeca s PSA-om radije upuštala u interakciju s robotom običnog, robotskog izgleda, a izbjegavala onog nalik na lutku.

Usporedbom robota s konvencionalnim, komercijalnim igračkama, uočava se robotova prednost s aspekta prilagodljivosti (Salter i Michaud, 2011). Upravo zbog toga što sam pojam PSA-a naznačava da je riječ o spektru različitih, varijabilnih karakteristika, nameće se činjenica da ni potrebe pojedinaca s tim poremećajem nisu jednake. Dok su konvencionalne igračke konstruirane s namjerom da privuku i posluže što većem krugu različitih osoba, robotove specifikacije i programirane postavke je moguće prilagoditi kako bi u konačnici zadovoljio individualne potrebe pojedinca. Scassellati i suradnici (2012) podsjećaju da se raspoloženje i ponašanje djeca općenito, a posebice djeca s PSA-om, učestalo mijenja te je zbog toga važno da sposobnosti robota, uključenog u dijagnostiku ili terapiju, budu fleksibilne i prilagodljive. Iako boje i senzorički efekti, poput zvuka i svjetlosti, služe kako bi robot djelovao atraktivnije i privukao pažnju djece, važno je omogućiti njihovo podešavanje prije i tijekom interakcije robota i djeteta (Salter i Michaud, 2011). Ovisno o preferencijama pojedinog djeteta, bilo bi od koristi prilagoditi i brzinu robotovih kretnji, odnosno pokretanja pojedinačnih udova.

Veliku prednost robota predstavlja i činjenica da većina osoba s PSA-om zahtijeva predvidljivost i slijeđenje rutina. Upravo zbog toga što su programirani na određeni način te se njihovim postupcima može manpulirati, izvedba robota je predvidljiva. Za razliku od interakcija između dvije osobe, koje djeca s PSA-om nerijetko doživljavaju kao neočekivane i zastrašujuće, interakcije čovjeka i robota predstavlja pojednostavljene, ali sigurne i predvidljive situacije (Robins i sur., 2005). Lee (2012) smatra da upravo to ponavljajuće, dosljedno ponašanje robota privlači njihovu pažnju, potiče na imitaciju istih te im u konačnici omogućava razumijevanje zadanih socijanih ponašanja. Zaključno, Kozima i suradnici (2005) tvrde da bi se predvidljivost robotovog ponašanja trebala uskladiti sa stupnjem djetetova kognitivnog i komunikacijskog razvoja te bi se na taj način stvorila optimalna prilika za usvajanje socijalne komunikacije.

Michaud i Théberge-Turmel (2002) su dizajnirali nehumanoidne robote- igračke s ciljem da posluže kao pomoćno sredstvo djeci s PSA-om pri učenju socijalnih vještina. Vodili su se idejom da bi roboti mogli djelovati ne samo predvidljivije, nego i manje zastrašujuće u odnosu na ljude. Povrh toga, vjerovali su da robot, osim što ima sposobnost praćenja zadanog obrasca ponašanja tijekom igre, nakon određene prilagodbe može generirati i složenije, sofisticiranije interakcije koje bi zaokupile pažnju djece.

Scassellati (2007) smatra da rješenje za nedoumice i problemime oko dijagnostike PSA-a predstavlja uvođenje objektivnih, kvantitativnih mjera socijalnog ponašanja djece kod kojih se sumnja na taj poremećaj. Predlaže da se, osim opservacije djetetove igre s roditeljem i kliničarem, uvedu i strukturirane interakcije djeteta i robota, koji bi svojim ponašanjem nastojao izmamiti djetetove socijalne odgovore. Napominje da ta opcija ne bi značila isključivanje kliničareve procjene, već bi poslužila kao dodatan izvor informacija, pomoću kojeg bi se nastojalo vrednovati ta djetetova ponašanja. Zahvaljujući tome što se određena ponašanja robota mogu proizvoljno uključiti ili isključiti, postoji i mogućnost da se u robotovu izvedbu implementiraju razne kombinacije socijalnih karakteristika, koje će tvoriti određenu socijalnu vještinu. Pritom je moguće osmisliti i implementirati kombinacije koje čovjek u svojim socijalnim interakcijama ne može izvesti, što bi zasigurno pripomoglo istraživačima i terapeutima. Naime, isključenost određenih socijalnih faktora, uz robotovu dosljednu izvedbu odabranih ponašanja, olakšava djeci da se u terapiji usmjere upravo na njih, a kliničarima da evaluiraju iste. Autor detaljnije pojašnjava metodološki doprinos robota istraživanjima i procesu dijagnostike ukazujući na to da roboti ne samo da osiguravaju izvođenje dosljednih podražaja u vidu socijalnog ponašanja, već automatski mogu pohraniti odgovore sudionika. Nadodaje i da bi se uporabom robota u dijagnostici ili terapiji isključio utjecaj subjektivnosti na prepoznavanje i evaluaciju socijalnih vještina. Shodno tome, uspoređivanje socijalne odgovorljivosti skupine sudionika ili pak praćenje napretka pojedinca u određenom vremenskom periodu bi se uvelike pojednostavili. Potom bi se robot mogao pokazati dobrim rješenjem i za evaluaciju uspješnosti određenih terapija. Također, autor smatra da bi se mogle konstruirati interaktivne igračake-roboti koje bi se lako prenosile i primjenjivale u okruženjima van klinike. U tome vidi priliku za prikupljanjem veće količine podataka, s manje uloženog napora.

Simut i suradnici (2012; prema Peca i sur., 2015) uviđaju da su roboti dobro sredstvo za učenje socijalnih vještina zbog toga što pružaju iskustvo socijalnih karakteristika koje su

prisutne u ljudskim interakcijama, a ujedno, budući da se radi i o objektima, nude jednostavnost. Štoviše, zadatci koje izvodi robot se mogu preciznije postepeno usložnjavati, od jednostavnijih prema sve složenijima. Također, autori izdvajaju činjenicu da mogućnost kontrole ponašanja robota osigurava da se sve potencijalne pogreške ili propusti izvedu u sigurnim uvjetima, što je izuzetno važno za uvježbavanje novih vještina. Napominju i da uporaba robota otklanja mogućnost nedosljedne prezentacije sadržaja. Odnosno, roboti bi u procesu procjene ili poduke socijalnih vještina pružali pouzdane odgovore za razliku od ljudi, čije raspoloženje nerijetko varira, dolazi do njihovog zamora pa tako i opadanja u efikasnosti obavljanja zadataka.

1.2.2. Izgled i specifikacije robota korištenih za interakcije s djecom s poremećajem iz spektra autizma

Breazeal (2002) ukazuje na važnost estetike robota, kao i načina na koji se robot kreće i izražava. Smatra da te odrednice utječu na način na koji će se osobe ophoditi u njihovoj interakciji. S obzirom na to da je na tržištu malo robotskih platformi koje bi se mogle iskoristiti u ispitivanjima i provedbi terapije PSA-a, istraživači nerijetko konstruiraju vlastite socijalno-asistivne robote (Scassellati i sur., 2012). Kao rezultat toga, pregledom istraživanja se uočavaju različite varijante robota, koje se osim u izvedbi značajno razlikuju i u samom izgledu. Riječ je o čovjekolikim tj. humanoidnim robotima (eng. *antromorphic*), robotima nalik na životinje (eng. *zoomorphic*), karikaturnim robotima te funkcionalnim robotima (Fong i sur., 2003).

Međutim, unutar kategorije humanoidnih robota također postoje velike varijacije u izgledu. Primjerice, korišteni su roboti s dimenzijama djeteta, roboti čiji je mehanizam ugrađen u tijelo lutke, oni realističnijeg, silikonskog lica i tijela te oni pojednostavljenih morfoloških obilježja (Scassellati i sur., 2012). Ipak, pri razmatranju izgleda robota nije važna samo dopadljivost njegovog dizajna budućim korisnicima, već je taj dizajn odraz istraživačkih premisa. Primjerice, cilj istraživanja može biti ispitati reakciju djece na humanoidnog robota, u odnosu na reakciju na odraslu osobu ili pak ispitati ophođenje prema robotu jednostavnijeg, primitivnijeg izgleda. Dakle, dizajn robota ne može istovremeno biti vjerodostojan izgledu čovjeka i pojednostavljen- „nesocijalan“, a odabir konkretnog robota iz jedne od tih kategorija će ovisiti o tome što se u istraživanju želi ispitati.

Realističnosti, odnosno vjerodostojnijem humanoidnom dojmu pridonose i vrste robotovih kretnji. Ukoliko jedan od robota može pokretati svoju ruku u ramenu i laktu (jer ima više stupnjeva slobode), u usporedbi s onim koji ruku može pomicati samo prema gore ili dolje, očito je da je prvi više nalik čovjeku. Odnosno, ako robota pokreće više motora, veća je vjerojatnost da će moći izvršavati složenije aktivnosti, što će također biti značajno za realističniji dojam. Osim pokretanja dijelova tijela, poput glave i ruku, robotova mogućnost kretanja po prostoriji također predstavlja znatnu prednost, utoliko što dozvoljava realizaciju raznih interakcija robota i čovjeka, no nema ju većina robota korištenih u istraživačke svrhe. K tome, opsežni motorski sustavi koji generiraju i vjerno dočaravaju facijalnu ekspresiju su korišteni pri konstrukciji tek nekolicine robota.

Scassellati i suradnici (2012) objašnjavaju potencijalne prednosti i nedostatke upotrebe humanoidnog robota u istraživačke i terapijske svrhe. Uviđaju da bi robot čovjekolikog izgleda i kretnji mogao na vjerodostojniji način prikazati određena socijalna ponašanja te na taj način olakšati djeci s PSA-om njihovo prepoznavanje. Povrh toga, pretpostavljaju da će naučene socijalne vještine iz interakcije osobe i robota olakšati uporabu istih u odnosu s drugom osobom. Dakle, veća je vjerojatnost generalizacije naučenog ukoliko su klinički uvjeti usklađeni s uvjetima u stvarnom okruženju. Ipak, autori upozoravaju da bi možda baš jednostavan izgled robota, lišen nepotrebnih detalja i distraktibilnih podražaja, potaknuo korisnika da se fokusira isključivo na prezentirana socijalna ponašanja te ih na taj način lakše usvoji. Dodaju i da bi obilje socijalnih karakteristika, koje nosi čovjekoliki izgled, moglo izazvati pretjeranu stimulaciju osjetila osoba s PSA-om te zbog toga onemogućiti proces usvajanja vještina. Navedena opaska je proizašla iz činjenice da osobe s PSA-om nerijetko imaju teškoća sa senzoričkom hiperstimulacijom (Johnson i sur., 2007; Gabriels i Hill 2007). Dautenhahn i Billard (2002) spominju i potencijalni zbunjujući faktor na dijete s PSA-om, ukoliko je robot nalik na lutku, odnosno presličan čovjeku.

Podrazumijeva se da bi vizualni identitet robota trebao biti privlačan korisnicima, odnosno u ovom slučaju djeci s PSA-om. Ključno je izbalansirati fizičke karakteristike tako da budu atraktivne, a da pritom ne budu zbunjujuće ili pretjerano stimulirajuće. Predlaže se da robotov torzo bude neutralne boje, ruke u određenoj boji, a da obilježja na licu budu jasno vidljiva (Giullian i sur., 2010).

Osim morfoloških obilježja, na način ophođenja prema robotu mogu utjecati i dimenzije robota (Breazeal, 2002). Primjerice, infantoidni roboti (čiji izgled i dimenzije nalikuju na dječje), zbog svojih malih dimenzija, ne samo da omogućavaju odraslima u sjedećem položaju i djeci da budu u razini očiju robota, već je izgledno da će se odrasli intuitivno prema njemu ponašati kao prema djetetu. U skladu s tim, Billard i suradnici (2006) navode da pri konstrukciji robota valja uzeti u obzir njegovu veličinu i težinu. Upravo je jedan od kriterija za implementaciju robota u dijagnostičke i terapijske postupke jest jednostavnost rukovođenja njime tj. praktičnost. Dakle, poželjno je da robot bude manjih dimenzija i što lakši, kako bi ga kliničari, a po potrebi i sama djeca, mogli premještati.

Razni robotovi senzori se mogu koristiti za detekciju, snimanje i interpretaciju socijalnih ponašanja koje dijete pokazuje tijekom uobičajene procjene u klinici (Scassellati, 2007). Primjerice, razvijeni su robotski senzorički sutavi za prepoznavanje smjera pogleda, praćenje pokreta u prostoriji te za mjerenje prozodijskih elemenata u ljudskom glasu. Upotreba sustava za prepoznavanje smjera pogleda u procesu dijagnostike bi bila od velike značajnosti, zbog toga što vrijeme fiksacije pogleda može ukazivati na stupanj socijalnih kompetencija (Klin i sur., 2002). Naime, uočeno je da djeca s PSA-om u interakcijama više usmjeravaju i fiksiraju pogled na usta roditelja, a ne na područje oko očiju, što se smatra pokazateljem da ljudsko lice percipiraju kao slučajno raspoređene fizičke elemente, a ne kao socijalne objekte. Zatim, sustav za mjerenje prozodijskih elemenata bi bio od koristi jer osobe s PSA-om nerijetko imaju teškoće, kako u prepoznavanju, tako i u proizvodnji različitih prozodijskih značajki poput intonacije (Shriberg i sur., 2001). Sustav za praćenje pokreta bi također osigurao brojne informacije o socijalnom ponašanju djece s PSA-om: koliko blizu dijete stoji odrasloj osobi tijekom interakcije, koliko često joj pristupa i koliko se dugo zadržava u njezinoj blizini, kako dijete reagira kada se odrasla osoba približi njemu i slično (Scassellati, 2007). Navedeno određuje koncept osobnog prostora, a upravo u toj domeni osobe s PSA-om imaju teškoća i one se uzimaju u obzir prilikom postavljanja dijagnoze PSA-a (Volkmar i sur., 2004).

1.2.3. Doprinos robota u interakciji s djecom s poremećajem iz spektra autizma

Socijalno-asistivni roboti u terapiji PSA-a bi trebali poslužiti kao sredstvo za poticanje razvoja i uvježbavanje socijalnih vještina, koje bi se potom primjenjivale u stvarnom, društvenom kontekstu (Scassellati i sur., 2012). Do sada su se koristili u brojnim istraživanjima, u kojim se ispitivao njihov doprinos u interakcijama s korisnicima, u vidu

pobuđivanja i zadržavanja pažnje, izmamljivanja imitacije ili njihove medijatorske uloge u interakcijskim izmjenama. Osim što je utvrđeno da robotova prisutnost potiče djecu s PSA-om na uspostavljanje određene interakcije (Kozima i sur., 2007; Stanton i sur., 2008), istraživanja izvještavaju da u tim interakcijama djeca nerijetko započinju spontano združivati pažnju s odraslim osobama (Werry i sur., 2001a; Kozima i sur., 2007). Imitacija je također ponašanje koje nerijetko dolazi do izražaja u interakcija robota i djece s PSA-om, bilo da je riječ o spontanoj (Kozima i sur., 2007; Robins i sur., 2009) ili predviđenoj, strukturiranoj imitaciji (Duquette i sur., 2008).

Roboti bi mogli doprinijeti i smanjenju, odnosno prekidanju repetitivnih, stereotipnih ponašanja djece s PSA-om. Stanton i suradnici (2008) su u svom istraživanju uspoređivali reakcije 11 djece s PSA-om na robota nalik na psa, po imenu AIBO, u odnosu na plišanog, mehaničkog psa Kasha-u. Između ostalog, uvidjeli su da su sudionici sveukupno producirali manje stereotipnih ponašanja pri interakciji s robotom AIBO-m. Odnosno, plišanu igračku su često uključivali u vlastita repetitivna ponašanja. Istraživači smatraju da je tome pridonijela i činjenica da se sama plišana, mehanička igračka Kesha ponašala na predvidljiv način, kretala se i proizvodila zvuk uvijek na isti način. Za razliku od nje, AIBO-vo ponašanje nije bilo repetitivno u toj mjeri. Njegov zadatak je bio pronaći lopticu koja mu je pripadala, tako da su se njegovi pokreti i orijentacija mijenjali ovisno o tome gdje se u prostoriji nalazila loptica, a nije se moglo predvidjeti ni u kojem će trenutku započeti potragu. Stoga su autori zaključili da su sudionici iskazivali manje repetitivnih ponašanja u interakciji s robotom jer je, u odnosu na igračku, njegovo ponašanje prirodnije- iako jednostavno, ne u toj mjeri da bi bilo repetitivno. Povrh toga, robotovo ponašanje je bilo usmjereno određenom cilju te je kao takvo okarakterizirano kao socijalno ponašanje. Pozitivan utjecaj robota na repetitivna ponašanja tijekom igre je potvrdilo i istraživanje Duquette i suradnika (2008). Istražujući potencijal robota kao posrednika za usvajanje imitacije kod djece s PSA-om, dokazali su da se kod sudionika, koji su bili izloženi robotu, reducirala stereotipna igra s neživim objektom tj. omiljenom igračkom, dok se repetitivno ponašanje u odnosu na robota uopće nije pojavilo. Autori pojašnjavaju da je tome vjerojatno tako zbog toga što su im robotove karakteristike, poput svjetla, boje i pokreta, bili atraktivni, što ih je više zainteresiralo nego neživi objekt.

Da interakcije s robotima poticajno djeluju na verbalnu komunikaciju djece s PSA-om potvrđuju brojna istraživanja. Werry i suradnici (2001b) u prikazu slučaja šestero djece s PSA-om u interakciji s mobilnim robotom, ističu da je dvoje djece razgovaralo o robotu te se

obraćalo samom robotu, govoreći mu što bi trebao raditi. Također, robot je poslužio i kao medijator jer se dvoje djece, u tijeku interakcije s robotom, verbalno obratilo ispitivačima prisutnim u prostoriji, ispitujući ih o robotu i njegovim mogućnostima. Osim toga, većina djece je u nekoliko navrata razgovarala s učiteljicom o robotu. Prethodno opisano istraživanje Stantona i suradnika (2008) je pokazalo da su se djeca s PSA-om češće upuštala u verbalnu interakciju s robotom nego s mobilnom, plišanom igračkom. Istraživači u takvom ishodu vide potencijal robota u vidu pružanja pomoći djeci s PSA-om da razviju verbalne sposobnosti ili u vidu medijatorske uloge i potpomaganja komunikacije djeteta i odraslih. Kim i suradnici (2013) su mjerili broj iskaza koje su djeca s PSA-om usmjerila robotu, odnosno drugom interakcijskom partneru- osobi, a koliko računalnoj igrici prilikom slaganja magneta, kockica ili geometrijskih oblika, ovisno o kojem uvjetu se radilo. Rezultati ukazuju na to da su ispitanici proizvodili više verbalnih iskaza u slučaju kada je njihov interakcijski partner bio robot, nego u slučaju kada je to bio čovjek. Osim toga, više su se obraćala opažaču u prostoriji kada se provodio zadatak u kojem je interakcijski partner bio robot. Shodno očekivanjima, više je verbalih iskaza upućeno robotu ili osobi, nego što je bilo upućeno računalnoj igrici.

Uzimajući u obzir atipičan motorički razvoj i motoričku nespretnost kod određenih osoba s PSA-om (Ghaziuddin i Butler, 1998; Mari i sur., 2003), Salter i Michaud (2011) uviđaju da bi roboti mogli imati važnu ulogu i u poticanju kretanja i fizičkih interakcija. Budući da se mobilni roboti i sami kreću, poslužili bi kao dobar model za učenje raznih vještina.

1.3. Percepcija i reakcije djece urednog razvoja na robota

Za razliku od brojnih istraživanja provedenih na populaciji djece s PSA-om, istraživanja koja su se bavila reakcijama djece urednog razvoja na robote su malobrojna. U istraživanjima koja jesu realizirana, djeca urednog razvoja su poslužila kao kontrolna skupina, čiji su se rezultati uspoređivali s onima skupine djece s PSA-om. Također, neka istraživanja su predstavljala tek pilot verzije koje su za cilj imale ispitati mogućnosti koje robot nudi kako bi prilagodili njegovo funkcioniranje za ispitivanje djece s PSA-om. Stoga će i u ovom segmentu, uz navedene rezultate koji se odnose na djecu urednog razvoja, biti prikazani i rezultati skupine djece s PSA-om, ukoliko su sudjelovala u određenom istraživanju.

Za početak, zanimljivo je istraživanje u kojem se ispitivalo kako djeca urednog razvoja u dobi od 5 do 7 godina doživljavaju robote, u odnosu na djecu s PSA-om (Peca i sur., 2014). Autori su osmislili i konstruirali igru za tablet u kojoj je potrebno ponuđenu centralnu sličicu svrstati u jednu od ponuđenih kategorija, koje su također prikazane sličicama. Među centralnim sličicama bile su i sličice šest različitih robota, od humanoidnih i karikaturnih robota do robota nalik na životinju. Ponuđene kategorije u koje su se sličice mogle svrstati su bile: ljudi, životinje, igračke i uređaji. Rezultati su pokazali da su i djeca urednog razvoja i djeca s PSA-om robote najčešće percipirala i kategorizirala kao igračke. Osim toga, značajan postotak djece, posebno dječaka s PSA-om, ih je doživljavala kao uređaje. Unatoč tome, određene reakcije djece u ispitnim situacijama ostavljaju dojam da robota nerijetko doživljavaju kao misaono, socijalno i emocionalno biće, o čemu će biti riječ u nastavku.

Kozima i suradnici (2007) su ispitali reakcije djece urednog razvoja na robota Keepona. U istraživanju je sudjelovalo 25 djece, podijeljenih u tri dobne skupine. Dok su oni najmlađi, koji nisu napunili ni godinu dana, uspostavljali interakciju s robotom jedino na način da su ga taktilno istraživali ili ga pokušavali staviti u usta, jednogodišnjaci su pokazali interes za njegove pokrete i izražavanje emocija. Određena djeca su pokušavala imitirati robota kada je ljuljanjem iskazivao emocije te su često pogledavala prema skrbnicima u pratnji kada bi napravio nešto zanimljivo, odnosno na taj način s njima dijelila uživanje. Skupina djece starije od 2 godine je iskazivala određena socijalna ponašanja. Primjerice, u određenim su situacijama milovala Keepona po glavi, kako bi ga utješila.

Isti autori su metodom studije slučaja prikazali kako 27 trogodišnjaka, urednog razvoja ostvaruje interakciju s Keeponom tijekom boravka u predškolskoj ustanovi. Riječ je longitudinalnoj studiji u trajanju od dvadeset i pet dolazaka. Uočeno je da su djeca, posebice u slobodnoj igri, uključivala Keepona u trijadičke interakcije. Prema robotu su se nerijetko odnosila kao prema misaonom biću, tumačeći njegova ponašanja kao da imaju komunikacijsku namjeru. Zanimljivi su primjeri u kojima su dječak i djevojčica pristupili robotu prinoseći mu slikovnicu te okrećući ju u njegovom smjeru, kako bi ju on bolje vidio ili slučaj u kojem je jedna od djevojčica pokušala robota podučiti novim riječima.

Kozima i Nakagawa (2006) su u svom istraživačkom radu koristili humanoidnog robota Infanoida te pomoću njega opažali reakcije djece urednog razvoja, u dobi od svega 6 mjeseci do 9 godina. Uočili su da su sudionici, posebno oni u dobi od 3 do 7 godina, u polusatnim

interakcijama iskazivala veliki raspon različitih ponašanja, koja su kasnije sortirana u tri faze ponašanja. U početnoj fazi, dok su sami s robotom sjedili za stolom, sudionici su bili usredotočeni isključivo na kontakt očima s robotom, a naziralo se da ih je sram i da ne znaju kako bi se trebali ponašati u toj situaciji. U sljedećoj je fazi, kada im se nakon nekoliko minuta pridružio jedan od roditelja, započelo istraživanje. To je podrazumijevalo svojevrsno isprobavanje kako će robot reagirati na njihove aktivnosti usmjerene prema njemu, poput dodirivanja ili pružanja i pokazivanja igračaka. Nerijetko su u toj fazi pogledom ili komentarom upućenom roditelju dijelili svoj interes prema robotu. Treća faza je bila interakcijskog karaktera, a obuhvaćala je socijalna ponašanja, u vidu započinjanja verbalne interakcije, uporabe geste pokazivanja ili pružanja igračke robotu.

Pomoću humanoidnog robota Troya, koji je umjesto glave imao ekran računala na kojem je prikazano pojednostavljeno lice, provedeno je manje, pilot istraživanje (Giullian i sur., 2010). Dok je jedan sudionik sudjelovao u imitacijskom protokolu kroz interakciju s Troyem i kliničarem, drugi sudionik je bio uključen u igru Troya i kliničara s dvije igračke- ksilofonom i žirafom. Iako je primaran cilj ovog istraživanja bio procijeniti funkcioniranje Troya u interakciji s djecom urednog razvoja, kako bi se uvidjelo koje je preinake potrebno učiniti za buduće interakcije s djecom s PSA-om, autori navode neke reakcije sudionika urednog razvoja na robota. Uočeno je da su se oba sudionika ophodila prema Troyu kao socijalnom biću. U izmjeničnoj igri su čekali da robot dovrši svoju akciju, pridržavali mu igračku kako bi se i on igrao te pomno pratili njegove kretnje kako bi ih imitirali. Iako su oboje sudjelovali u interakcijama s robotom, jedno dijete je pred kraj ispitivanja izgubilo interes za njega te se usmjerilo na igračku žirafe. Autori smatraju da će navedeno ponašanje dobro poslužiti u usporedbi s ponašanjem djece s PSA-om odnosno pretpostavljaju da kod njih neće biti slučaj da se radije usmjere na igračku nego na robota.

Salter i suradnici (2009) su čak i u interakcijama djece i Roballa, robota nalik na loptu, uočili neke zanimljive značajke socijalnog ponašanja. Uzorak je činilo petero djece urednog razvoja, u dobi od 2 do 4 godine, a svaki od njih je imao priliku igrati se s robotom u tri navrata, u trajanju od 5 minuta. Zamijećeno je da su djeca češće komunicirala s odraslim osobama, prisuntim u prostoriji, u situacijama kada je i robot producirao verbalne iskaze. Također, kada bi robot producirao zvuk hihotanja, to bi polučilo sličnu reakciju i kod djece- hihotanje, smijanje ili samo osmjehivanje. Plesanje, ali kod određene djece i opreznost u interakciji su se javljali kao odgovori na robotovu produkciju glazbe.

Kako bi se provjerilo na koji način različita robotova ponašanja utječu na odgovorljivost djece realizirano je pilot istraživanje s dvije skupine sudionika- djece urednog razvoja i s PSA-om (Scassellati, 2007). Koristo se komercijalni robot ESRA, čije je ponašanje variralo kroz dva ispitna scenarija. U oba scenarija se kretao, dok je iz zvučnika sakrivenog blizu njega dopirao određeni zvuk, ali u prvom scenariju robot ni na koji način nije odgovarao na reakcije djece. U drugom scenariju je kliničar daljinskim upravljačem pokretao robota, koji je na taj način pružao odgovor na postupke djece. Zapaženo je da su djeca urednog razvoja u drugom scenariju rado uspostavljala kontakt s robotom, dodirivala ga, vokalizirala i osmjehivala mu se. Međutim, u prvom scenariju su vrlo brzo izgubila početni interes prema robotu te se radije usmjeravala na igru s igračkama u prostoriji. Zanimljivo, djeca s PSA-om su iskazivala vrlo slična pozitivna socijalna ponašanja kao i djeca urednog razvoja iz prvog scenarija, ali se njihove reakcije nisu promijenile kada je došlo do izmjena scenarija. Bila su usmjerena na robota bez obzira je li on odgovarao na njihove radnje ili nije.

Sličnu su paradigmu u svom istraživanju postavili i Michaud i suradnici (2005). Koristili su prethodno spomenutog Roballa, koji je imao različite postavke u dva scenarija, odnosno protokola. U prvom se robot nije kretao, već producirao svjetlosne signale i verbalne iskaze, dok se u drugom slobodno kretao po prostoriji, a verbalnim upitima poticao djecu da se priključe njegovoj igri. U ispitivanju je sudjelovalo osmero djece, u dobi između godine dana i 2 godine. Kvantitativnom analizom je dokazano da je polovica sudionika, u mjerenih 120 sekundi interakcije, duže ili jednako dugo usmjeravala pogled prema Roballu u drugom scenariju, kada se robot kretao. Provedena kvalitativna analiza je nagnala autore na zaključak da su djeca na vrlo različite načine uspostavljala interakciju s robotom, što je odraz njihovih različitih osobnosti, interesa i razvojnih faza u kojima su se nalazila.

Utjecajem motoričkog imitacijskog treninga na socijalnu pažnju te vokalizaciju djece urednog razvoja i djece s PSA-om su se bavile Srinivasan i Bhat (2013). Sudionici u dobi od 4 do 8 godina su pohađali sveukupno osam treninga, a svaki je uključivao njihovu interakciju s odraslom osobom (trenerom) i robotom. Uočeno je da su obje skupine sudionika najviše pažnje usmjeravale prema robotu. Djeca urednog razvoja su s vremenom počela usmjeravati pažnju prema odrasloj osobi, no do posljednjeg treninga se razina te usmjerenosti snizila. Suprotno tome, sudionici s PSA-om su u svim fazama treninga vrlo rijetko usmjeravali pažnju

na odraslu osobu. Što se verbalne proizvodnje tiče, obje skupine sudionika su producirale više spontanih iskaza, nego što su odgovarali na postavljena pitanja.

Zaključno, prikazana istraživanja su pokazala kako se u interakcijama robota s djecom urednog razvoja javljaju raznolike reakcije, od socijalnih ponašanja poput kontakta očima, imitacije ili verbalne komunikacije do emocionalnih reakcija kao što je empatija. Međutim, kao i u slučaju istraživanja provedenih na uzorku djece s PSA-om, utvrđuje se nedostatak kvantitativnih rezultata (Scassellati i sur., 2012). Većina istraživanja je kvalitativnog tipa te provedena na malom uzorku ispitanika. Stoga postoji potreba za osmišljavanjem i provođenjem longitudinalnih studija, s većim brojem sudionika koji bi polučili kvantitativne podatke.

1.4. Izazovi u konstrukciji i korištenju robota

Istraživači upozoravaju da pri dizajniranju robota treba pripaziti na njegovu mobilnost, fleksibilnost i izdržljivost. Za očekivati je, od sve djece pa tako i djece s PSA-om, da su ponekad u svojoj zaigranosti gruba i nepažljiva. Roboti koji se koriste u nastavi ili u terapijske svrhe podliježu rušenju, sudaranju, udarcima i slično. Ako se radi o manjoj djeci, postoji i opasnost da nefiksirane dijelove stave u usta (Michaud i Théberge-Turmel, 2002; Salter i Michaud, 2011; Scassellati i sur., 2012).

Važno je i osigurati da robot može kontinuirano, što duže izvršavati programirane zadatke, na jednakoj razini učinkovitosti, bez potrebe za napajanjem (Salter i Michaud, 2011). K tome, kako bi bio primjenjiv u dijagnostici, terapiji ili edukaciji, robot bi trebao moći funkcionirati u raznim okruženjima. Pod time se podrazumijeva da mu nisu potrebni tzv. „posebni markeri“ u prostoriji, poput boje zidova ili poda, kako bi ispravno prepoznavao objekte. Primjenjivost robota u dijagnostičke ili terapijske svrhe zahtijeva i da upravljanje njime bude pojednostaljeno do te mjere da ga kliničar može koristiti bez opsežne edukacije.

Osim samog dizajna robota, stručnjaci su razmatrali i ponašanja robota u kontekstu repetitivnosti. Iako se često spominje da predvidljivost, koja karakterizira robota, poticajno djeluje na djecu s PSA-om da se uključe u interakciju s njim, potreban je oprez ukoliko su njegove radnje repetitivne. Robins i suradnici (2005) uzimaju u obzir mogućnost da roboti,

koji imaju ograničeni i repetitivni raspon kretnji potkrepljuju, a ne reduciraju repetitivna, stereotipna ponašanja kod djece s PSA-om. Istu problematiku uviđaju i Dautenhahn i suradnici (2003) ukazujući na potrebu da robotovo ponašanje bude jednostavno, ali ne u prevelikoj mjeri predvidljivo, jer bi se u suprotnom postojeća repetitivna ponašanja djeteta samo mogla ustaliti. Uporaba socijalno-asistivnih robota u konačnici za cilj ima razvijanje socijalnih vještina, koje će korisnik primijeniti u odnosu s drugim osobama. Stoga je potrebna određena razina opreza, kako korisnici ne bi ostali usmjereni samo na robota te se na taj način izolirali od socijalnog okruženja (Robins i sur., 2005).

1.5. ADORE projekt

Projekt Dijagnostika autizma s robotskim evaluatorom (ADORE) je rezultat bliske suradnje stručnjaka Fakulteta elektrotehnike i računarstva (FER) te Edukacijsko-rehabilitacijskog fakulteta, Sveučilišta u Zagrebu, a financira ga Hrvatska zaklada za znanost. Za cilj ima istražiti moguću ulogu robota u procesu dijagnostike poremećaja iz spektra autizma. Točnije, ovim projektom se nastoje: pobliže odrediti te mjeriti spontana socijalna ponašanja koja je važno obuhvatiti procesom djagnostike PSA-a, razviti robotovu senzoričku opremu za opservaciju spontanih socijalnih ponašanja djece te prilagoditi ponašanja robota na način da ostvari interakciju s djecom i procjeni njihov odgovor, konstruirati dijagnostički protokol sa zadatcima koje bi izvodio robot te ga provesti i evaluirati u kliničkim uvjetima. Istraživači se nadaju da će formirani dijagnostički protokol biti primjenjiv na različite robotske platforme, koje zadovolje određeni kriteriji opremljenosti te da će ga koristiti kliničari centara za rehabilitaciju, centara za autizam, kao i ostalih sličnih ustanova. U sklopu tog projekta, provedeno je i istraživanje koje je tema ovog diplomskog rada. Naime, važan preduvjet stvaranja kvalitetnog protokola za dijagnostičku procjenu PSA-a pomoću robota su i spoznaje o odgovorljivosti djece urednog razvoja na postupke robota.

2. CILJ I PROBLEMI ISTRAŽIVANJA

Cilj ovog istraživanja je izraditi protokol za ispitivanje reakcija djece predškolske dobi na humanoidnog robota te temeljem istog ispitati predškolsku djecu urednog razvoja. Točnije, cilj je ispitati njihovu preferenciju i usmjerenost na robota u odnosu na drugi predmet te preferenciju i usmjerenost na robota u odnosu na čovjeka. Ovim diplomskim radom će se

nastojati ukazati na propuste i nedostatke u osmišljenom protokolu, kao i na prilagodbe u izvedbi robota koje je potrebno izvršiti. Saznanja o protokolu, kao i dobiveni rezultati ispitivanja će poslužiti za buduće konstruiranje složenijih protokola za ispitivanje djece s poremećajem iz spektra autizma.

Postavlja se pitanje- hoće li djeca predškolske dobi urednog razvoja kao skupina više usmjeravati pažnju prema humanoidnom robotu ili po veličini sličnom predmetu? Također, na koga će usmjeravati više pažnje kada budu promatrala komunikaciju humanoidnog robota i čovjeka? Hoće li svojim reakcijama pokazati da humanoidnog robota doživljavaju kao osobu? Hoće li svoju zainteresiranost za robota podijeliti s odraslom osobom u pratnji? Konačno, hoće li spontano imitirati robotove pokrete tijekom plesa i izvedbe geste pozdravljanja?

Sukladno navedenim pitanjima, oblikovane su sljedeće hipoteze:

H1: Djeca predškolske dobi urednog razvoja će više pažnje usmjeravati na humanoidnog robota nego li na, po veličini sličan, predmet.
H2: Djeca predškolske dobi urednog razvoja će, u situaciji kada promatraju komunikaciju humanoidnog robota i čovjeka, više pažnje usmjeravati na humanoidnog robota nego li na čovjeka.
H3: Djeca predškolske dobi urednog razvoja će svojim reakcijama pokazati da humanoidnog robota doživljavaju kao osobu.
H4: Djeca predškolske dobi urednog razvoja će svoju zainteresiranost za humanoidnog robota podijeliti s odraslom osobom u pratnji.
H5: Djeca predškolske dobi urednog razvoja će spontano imitirati ples i gestu pozdravljanja humanoidnog robota.

3. METODE ISTRAŽIVANJA

3.1. Sudionici

U istraživanju je sudjelovalo četrnaestero djece, pet djevojčica i devet dječaka. Njihova prosječna dob iznosila je 2,57 godina (raspon= 0;7-3;9, SD= 0,84). Svi sudionici su urednog komunikacijskog i govorno-jezičnog razvoja. Kriterij je zadovoljen ukoliko su roditelji djeteta

ili osoba koja je došla kao djetetova pratnja na ispitivanje potvrdili da djetetu nije postavljena dijagnoza koja bi se odnosila na te razvojne domene, odnosno da u istima nije imalo nikakvih odstupanja. Prema navodima roditelja, kod trinaestero djece se prva riječ javila u očekivano vrijeme (10-14 mjeseci). Kod sudionika starog sedam mjeseci prva riječ sa značenjem se još nije pojavila. Prikupljeni podatci o stručnoj spremi ukazuju na to da oba roditelja dvanaestero sudionika imaju visokoškolsko obrazovanje, dok očevi i majke preostalih dvoje sudionika imaju srednjoškolako obrazovanje.

3.2. Protokol ispitivanja

U svrhu ovog istraživanja izrađen je protokol za ispitivanje reakcija djece predškolske dobi na humanoidnog robota. Suradnici projekta ADORE su u procesu izrade protokola najprije od nekoliko prijedloga izdvojili i osmislili potencijalnih pet zadatka koji bi se provodili u stvrhu istraživanja navedenog. U prvom zadatku bi se djetetu istovremeno prezentirao robot i određeni, vizualno i dimenzijama sličan, predmet, kako bi se mjerilo na što je dijete više usmjereno. Točnije, zamišljeno je da se bilježi djetetovo prilaženje robotu, dodirivanje istog te djetetovo glasanje, ali i mjeri u koji dio robota i koliko dugo dijete gleda, u odnosu na vrijeme koje provede gledajući u predmet. Slično tome, u drugom zadatku je predviđeno procjenjivanje je li dijete više usmjereno na osobu ili na robota. Odrasla osoba i robot bi bili u interakciji, a djetetove reakcije, kao što su pogled, prilaženje, dodirivanje i glasanje, bi se bilježile i mjerile. Treći zadatak je za cilj imao ispitati preferenciju djece između ljudskog i robotiziranog glasa. Predviđeno je da dva robota budu u interakciji, dok jedan govori robotiziranim, drugi govori ljudskim glasom. Mjerilo bi se trajanje usmjerenosti djetetovog pogleda na jednog u odnosu na drugog robota, prilaženja i dodirivanja robota te se kodiralo djetetovo glasanje. Iste varijable bi se mjerile i u sljedećem, četvrtom zadatku u kojem bi se glasovi dvaju robota razlikovali u melodioznosti. Jedan od robota bi govorio melodioznim ili „prozodijski atraktivnim“ govorom, dok bi karakteristike govora drugog robota bile nešto „prozodijski siromašnije“. Posljednji zadatak bi bio zadatak složenije imitacije. Ispitivala bi se djetetova imitacija robotovih pokreta, ali i funkcionalnih radnji s određenim predmetom te imitacija robotovih gesti i govora. Osim što bi se procjenjivalo u koji dio robota i koliko dugo dijete gleda, mjerila bi se uspješnost djetetove imitacije.

Međutim, u skladu s trenutnim mogućnostima robota te uzimajući u obzir složenost i trajanje programiranja koje bi zahtijevala provedba trećeg, četvrtog i petog zadatka, odlučeno je da će se u ovom istraživanju provoditi prvi i drugi zadatak. Navedeni zadatci su dorađeni te je pomno određeno na koji način će se realizirati. Nadalje, tijekom provođenja probnog ispitivanja, provedenog na dvoje djece (koja u konačnici nisu činila uzorak sudionika), uočena je prilika za konstrukcijom još jednog zadatka. Pri opažanju robotovog plesa, koji se prethodno planirao izvoditi samo kao svojevrsna nagrada za dijete na kraju ispitivanja, istraživači su se dosjetili da se tijekom trajanja istog mogu mjeriti djetetove reakcije.

Stoga, završna verzija protokola sadrži tri zadatka za ispitivanje reakcija djece na humanoidnog robota. Prvim zadatkom se ispituje djetetova preferencija i usmjerenost na humanoidnog robota u odnosu na drugi predmet. Drugim zadatkom se ispituje djetetova preferencija i usmjerenost na humanoidnog robota u odnosu na čovjeka. Posljednji, treći zadatak ispituje djetetove emocionalne i komunikacijske reakcije na ples, pad te gestu pozdravljanja koje izvodi robot. Svakom zadatku je zbog bolje preglednosti pridružen naziv, koji odgovara onome što se njime ispituje: *Preferencija robot-predmet*, *Preferencija robot-osoba*, *Reakcije na ljudsko ponašanje robota*.

Nakon što je odlučeno koji će se zadatci koristiti u ispitivanju, konstruiran je Protokol mjerenja reakcija djece predškolske dobi na humanoidnog robota (u daljnjem tekstu- Protokol mjerenja). Riječ je obrascu koji služi opažačima za kodiranje ponašanja sudionika u tri ispitna zadatka. Konačna verzija Protokola mjerenja je nastala kao rezultat brojnih prepravki i testiranja prvotne verzije istog. Oblikovana je na način da se mjerne čestice za svaki pojedini zadatak nalaze u zasebnoj tablici. Čestice zapravo predstavljaju različita ponašanja koja bi se mogla pojaviti kod sudionika.

U zadatku *Preferencija robot-predmet* je 13 mjernih čestica, a to su redom: *gledanje u predmet*, *gledanje u robota*, *gledanje u pratnju*, *dodirivanje predmeta*, *dodirivanje robota*, *UPP* (usmjeravanje pažnje osobe u pratnji) *na predmet*, *UPP na robota*, *donošenje predmeta*, *donošenje robota*, *glasanje*, *govor*, *geste* i *smijanje*. U tablici je svakoj od čestica pridruženo 100 kvadratića, koji predstavljaju 100 sekundi tj. vrijeme u kojem se opažalo i kodiralo ponašanje sudionika (tablica 1). Dakle, jedan kvadratić predstavlja jednu sekundu te je na taj način opažaču omogućeno da naznači pojavu određenog ponašanja u svakoj sekundi.

Primjerice, ukoliko je dijete u 20. sekundi dotaknulo robota, opažač će pokraj čestice *dodirivanje robota* pronaći kvadratić pod brojem 20 i označiti ga.

U zadatku *Preferencija robot-osoba* je 11 mjernih čestica: *gledanje u osobu*, *gledanje u robota*, *gledanje u pratnju*, *dodirivanje osobe*, *dodirivanje robota*, *UPP* (usmjeravanje pažnje osobe u pratnji) *na osobu*, *UPP na robota*, *glasanje*, *govor*, *geste* i *smijanje*. Ovdje je također svakoj čestici pridruženo 100 kvadratića.

Tablica 1. *Izvadak iz Protokola mjerenja reakcija djece predškolske dobi na humanoidnog robota, za kodiranje zadatka Preferencija robot-predmet*

PONAŠANJE	**VRIJEME (svaka kolona jedna sekunda)**																								
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	44	45	46	47	48	49
gledanje u pred.																										
gledanje u robota																										
gledanje u pratnju																										
dodirivanje pred.																										
dodirivanje robota																										
UPP na pred.																										
UPP na robota																										
donošenje pred.																										
donošenje robota																										
glasanje																										
govor																										
geste																										
smijanje																										

Početna verzija Protokola mjerenja je sadržavala i čestice *gledanje u glavu/tijelo robota* te *blizu predmeta*/*robota/osobe*, koje su ubrzo odbačene. Naime, pregledom videosnimki je utvrđeno da opažač ne može sa sigurnošću utvrditi gleda li sudionik u tijelo ili glavu robota. Nadalje, samo temeljem videosnimke, bez dodatnih prilagodbi, opažaču je teško odrediti imaginarnu granicu koju sudionik treba prijeći da bi se moglo tvrditi da je stupio blizu objekta ili osobe.

Zadatak *Reakcije na ljudsko ponašanje robota* je u Protokolu mjerenja podijeljen na tri segmenta- reakcije na robotov ples, reakcije na robotov pad te reakcije na robotovu gestu

pozdravljanja. Za razliku od prethodnih zadataka, u ovom se nije mjerila frekvencija pojavljivanja određenih ponašanja, već samo je li se ono pojavilo ili nije (tablica 2). Jedinu iznimku predstavlja čestica *gledanje prema pratnji- frekvencija*. Prilikom robotovog plesa opažala su se sljedeća ponašanja: *gledanje prema robotu*, *gledanje prema pratnji*, uključujući i *gledanje prema pratnji- frekvencija*, *osmijeh*, *dodir*, *geste*, *glasanje*, *govor*, *obraćanje robotu kao osobi* te *imitacija*. Drugi segment, reakcije na robotov pad, je uključivao čestice: *gledanje prema pratnji*, *zabrinuti izraz lica*, *zabrinuti izraz lica upućen pratnji*, *plač*, *smijeh*, *podizanje robota*, *geste*, *glasanje*, *govor* i *obraćanje robotu kao osobi*. Naposljetku, *gledanje prema robotu*, *govor* i *imitacija* su čestice trećeg segmenta- reakcije na robotovu gestu pozdravljanja. Stoga, zadatak *Reakcije na ljudsko ponašanje robota* u Protokolu mjerenja sadrži sveukupo 23 mjerne čestice.

Tablica 2. *Izvadak iz Protokola mjerenja reakcija djece predškolske dobi na humanoidnog robota, za kodiranje reakcija na robotov ples*

REAKCIJE DJETETA NA ROBOTOV PLES		
gledanje prema robotu	DA	NE
gledanje prema pratnji	DA	NE
gledanje prema pratnji- frekvencija		
osmijeh	DA	NE
dodir	DA	NE
geste	DA	NE
glasanje	DA	NE
govor	DA	NE
obraćanje robotu kao osobi	DA	NE
imitacija	DA	NE

3.3. Način provođenja

Ispitivanje se provodilo u prostorijama Laboratorija za istraživanje dječje komunikacije, na Hrvatskom institutu za istraživanje mozga. Prije samog ispitivanja, roditelji djece i osobe koje su se najavile kao njihova pratnja su zamoljeni da djeci ne spominju da će sudjelovati u ispitivanju, odnosno da će vidjeti robota. Pri dolasku su dijete i odrasla osoba koja je došla kao pratnja upućeni u manju prostoriju nalik igraonici. Dok se dijete igralo, osoba u pratnji je

iznijela osnovne podatke o djetetu te potvrdila da ono nema teškoća u komunikaciji, kao ni u domeni jezično-govornog razvoja. Potom je osoba u pratnji bila zamoljena da prilikom ispitivanja bude što neutralnija, ne usmjerava niti modelira djetetovo ponašanje u interakciji s robotom, predmetom ili osobom koju će susresti u prostoriji za ispitivanje. Zatim se, zajedno s djetetom uputila u prostoriju za ispitivanje.

Prostorija za ispitivanje je bila uređena na način da djeluje što neutralnije, a nepotrebni predmeti i mogući distraktori su izneseni. Na samom ulazu u prostoriju je bio postavljen visoki paravan, kako bi se onemogućilo djetetu da odmah pri ulasku uoči robota i predmet, odnosno osobu. U prostoriji se, osim paravana, nalazio dvosjed te veliko jednosmjerno staklo ispred njega, dok je na stropu instaliran mikrofon. Iza jednosmjernog stakla, u prostoriji za kontrolu slike i zvuka, nalazila se pomična visokorezolucijska kamera.

Po potrebi su naizmjence korištena dva NAO H25 Atom humanoidna robota, proizvođača Aldebaran Robotics (slika 1). NAO je visok 58 cm, teži oko 4,5 kilograma i ima 25 stupnjeva slobode (DOF). Zbog malih dimenzija, boje, oblih rubova i nerobusnog izgleda, djeci je izrazito dopadljiv (Petrić i sur., 2014; Shammsudin i sur., 2012). Opremljen je dvjema visokorezolucijskim kamerama, kao i s četiri mikrofona, dva zvučnika i nekoliko drugih senzora. U ovom istraživanju su mikrofoni poslužili za snimanje glasanja i govora sudionika, kamera kao dodatni izvor informacija i pomoć pri kodiranju ponašanja sudionika, a zvučnici u izvedbi zadataka *Preferencija robot-osoba* i *Reakcije na ljudsko ponašanje robota*. Osim toga, senzor na glavi robota je zasvijetlio plavom bojom svaki put kada bi ga se dotaknulo, što je poslužilo tek kao dodatna vizualna stimulacija. Ovisno o složenosti i intenzitetu zadataka koje izvodi, NAO može kontinuirano raditi od 60 do 90 minuta bez napajanja (Petrić i sur., 2014).



Slika 1. *Robot NAO*

3.3.1. Zadatak *Preferencija robot-predmet*

Pri provođenju zadatka *Preferencija robot-predmet* na podu ispitne prostorije, ispred jednosmjernog stakla, se nalazio humanoidni robot. U istoj ravnini, na korak udaljenosti od robota, stajala je plastična igračka- kućica (slika 2). Ona je zbog svoje bijele boje sa šarenim detaljima poput vrata, kolutova i zupčanika, koji proizvode zvuk pri okretanju, vizualno, taktilno i auditivno primamljiva. Iako se prema širini razlikuju, visine kućice i robota, kada je u sjedećem položaju, su približno jednake (slika 3).



Slika 2. *Kućica*



Slika 3. *Postava za izvedbu zadatka Preferencija robot-predmet*

Zadatak *Preferencija robot-predmet* se provodio na način da su pratitelj i dijete zajedno ušli u ispitnu prostoriju, pratitelj bi sjeo na dvosjed te bi se potom zatvorila vrata. Istraživači nisu bili prisutni u prostoriji. U trenutku ulaska pratitelja i djeteta u prostoriju, započelo bi audio i

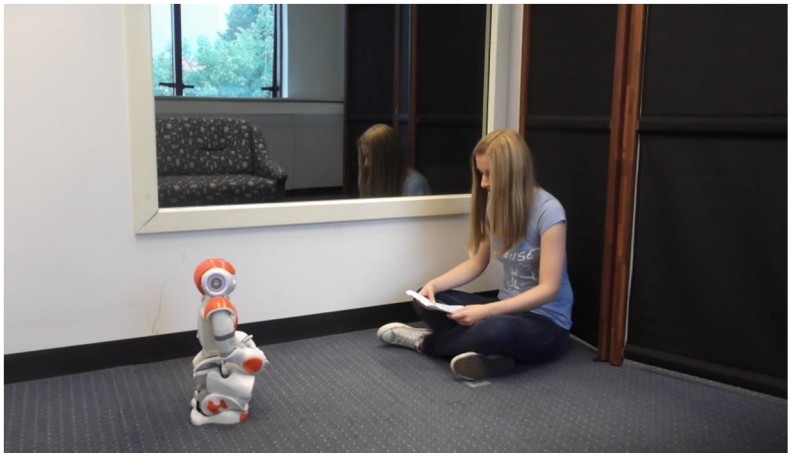
vizualno snimanje. Ondje su se zadržali maksimalno dvije i pol minute. Dijete je promatralo i igralo se s prezentiranim objektima, a pratitelj je sudjelovao u aktivnostima jedino ako bi ga dijete na određeni način uključilo. Ukoliko je dijete bilo uznemireno i zahtijevalo da napusti prostoriju, to mu je omogućeno. Ako to nije bio slučaj, pratitelj i dijete su nakon isteka vremena napustili prostoriju i uputili se u igraonicu.

3.3.2. Zadatak *Preferencija robot-osoba*

Kako bi se mogao provesti zadatak *Preferencija robot-osoba*, promijenio se postav u ispitnoj prostoriji. Kućica je iznesena, a na njeno mjesto je sjela osoba. Robot NAO je bio u uspravnom položaju, tako da su osoba i robot bili u istoj razini očiju, okrenuti jedan prema drugome (slika 4). Budući da je glas robota zapravo bio nasnimljeni glas ženske osobe, odlučeno je da osoba koja sudjeluje u izvedbi ovog zadatka bude ženskog spola. Na taj se način nastojao izbjeći utjecaj razlike ženskog naspram muškog glasa na rezultate istraživanja. U izvedbi dijaloga sudjelovala je uvijek ista odrasla osoba.

Zadatak se provodio na način da su pratitelj i dijete ponovno ušli u ispitnu prostoriju, a nakon nekoliko sekundi bi započeo unaprijed uvježbani dijalog između robota i osobe. Robot i osoba su naizmjence izgovarali dio teksta iz drame Karola Čapeka „Rossumovi univerzalni roboti“ (prilog 1). Dok je robot tumačio ulogu Helene, osoba je čitala tekst muškog lika Primusa. Prilikom izbora teksta, nastojalo se postići da sveukupni opseg teksta kojeg će izgovarati robot bude približno jednak onome kojeg će izgovarati osoba. Kako se djeca ne bi usmjerila na sadržaj, već na sudionike dijaloga, izvodio se tek dio dramskog teksta koji, izvađen iz konteksta, nije u potpunosti smislen. Osim toga, nije napravljena jezična prilagodba teksta. Kao takav, tekst je ostao poprilično apstraktan i dijete predškolske dobi ga nije moglo u potpunosti razumjeti. Osoba je pred sobom imala papir s kojeg je mogla čitati zadani tekst, a robot je izgovarao dio teksta koji je, nakon procesa programiranja, usnimljen u njega. Prethodno je odrađena modifikacija brzine robotovog izvođenja teksta te vremensko usklađivanje između robotove izvedbe i izvedbe osobe, kako bi se izbjeglo međusobno prekidanje. Povrh toga, nastojalo se dijalog prikazati što vjerodostojnije i prirodnije pa su osoba i robot povremeno gestikulirali rukama. Osoba koja je sudjelovala u dijalogu je zamoljena da ostane neutralna, fokusirana isključivo na interakciju s robotom. Od početka do završetka zadatka, osoba nije uspostavljala kontakt očima s djetetom niti njegovim pratiteljem, nije komunicirala s njima, smijala se niti na koji drugi način reagirala na djetetovo

ponašanje. Ovisno o tome jesu li se za vrijeme izvedbe pojavile tehničke poteškoća ili ne, interakcija između robota i osobe trajala je minimalno 120, a maksimalno 131 sekundu. Po završetku dijaloga, osoba bi napustila prostoriju bez riječi.



Slika 4. *Postava za izvedbu zadatka Preferencija robot-osoba*

3.3.4. Zadatak *Reakcije na ljudsko ponašanje robota*

Pratitelj i dijete su ostali u prostoriji, a nakon nekoliko sekundi je započeo zadatak *Reakcije na ljudsko ponašanje robota*. Robot je počeo plesati na zadanu, nasnimljenu glazbu. Nakon nekog vremena robot bi pao, ali se nedugo nakon toga uspravio i mahnuo djetetu u znak pozdrava. Na taj je način završen ispitni postupak, a djeci je, ukoliko bi izrazila želju, dozvoljeno da još nekoliko trenutaka ostanu opažati robota.

3.4. Varijable

Varijable su istovjetne mjernim česticama iz Protokola mjerenja i izražene su u sekundama i broju intervala (tablica 3). Broj intervala zapravo označava koliko je puta određeno ponašanje započelo. U tablici 3, jednom zvjezdicom (*) su označene varijable zadatka *Preferencija robot-predmet*, a dvjema zvjezdicama (**) varijable zadatka *Preferencija robot-osoba*. Ukoliko zvjezdice nema, navedena varijabla se mjerila u oba zadatka. U tablici 5 prikazane su varijable zadatka *Reakcije na ljudsko ponašanje robota.*

Tablica 3. *Varijable zadataka Preferencija robot-predmet i Preferencija robot-osoba*

Varijable	Objašnjenje	Varijable	Objašnjenje
Gledanje u predmet*	Pogled usmjeren prema kućici ili bilo kojem njezinom dijelu	Geste	Korištenje deiktičkih, konvencionalnih ili ikoničkih gesti
Gledanje u robota	Pogled usmjeren prema bilo kojem dijelu robota	Smijanje	Čujna ili nečujna produkcija smijeha (osmijeh nije uključen)
Gledanje u osobu**	Pogled usmjeren prema licu ili tijelu osobe koja sudjeluje u dijalogu	Gledanje u predmet +glasanje/govor*	Istovremeno gledanje u kućicu i produkcija glasanja ili govora
Gledanje u pratnju	Pogled usmjeren isključivo prema licu osobe u pratnji	Gledanje u osobu +glasanje/govor**	Istovremeno gledanje u osobu koja sudjeluje u dijalogu i produkcija glasanja ili govora
Dodirivanje predmeta*	Dodirivanje, uzimanje ili nošenje dijelova ili cijele kućice po prostoriji	Gledanje u robota + glasanje/govor	Istovremeno gledanje u robota i produkcija glasanja ili govora
Dodirivanje robota*	Dodirivanje, uzimanje ili nošenje robota po prostoriji	Dodirivanje predmeta + glasanje/govor *	Istovremeno dodirivanje, uzimanje ili nošenje dijelova ili cijele kućice po prostoriji i produkcija glasanja ili govora
Usmjeravanje pažnje pratnje na predmet*	Korištenje pogleda, gesti, glasanja ili govora kako bi se usmjerila pažnja osobe u pratnji na kućicu	Dodirivanje osobe + glasanje/govor**	Istovremeno dodirivanje osobe koja sudjeluje u dijalogu i produkcija glasanja ili govora
Usmjeravanje pažnje pratnje na osobu**	Korištenje pogleda, gesti, glasanja ili govora kako bi se usmjerila pažnja osobe u pratnji na osobu koja sudjeluje u dijalogu	Dodirivanje robota + glasanje/govor	Istovremeno dodirivanje, uzimanje ili nošenje robota po prostoriji i produkcija glasanja ili govora
Usmjeravanje pažnje pratnje na robota	Korištenje pogleda, gesti, glasanja ili govora kako bi se usmjerila pažnja osobe u pratnji na robota	Geste + gledanje u predmet*	Istovremeno korištenje deiktičkih, konvencionalnih ili ikoničkih gesti i gledanje u kućicu ili njezine dijelove
Donošenje predmeta*	Nošenje kućice ili njezinih dijelova prema osobi u pratnji, bez obzira na to je li ih ona prihvatila ili ne	Geste + gledanje u osobu**	Istovremeno korištenje deiktičkih, konvencionalnih ili ikoničkih gesti i gledanje u osobu koja sudjeluje u dijalogu
Donošenje robota*	Nošenje robota prema osobi u pratnji, bez obzira na to je li ga ona prihvatila ili ne	Geste + gledanje u robota	Istovremeno korištenje deiktičkih, konvencionalnih ili ikoničkih gesti i gledanje u robota
Glasanje	Razne vokalizacije	Geste + glasanje/govor	Istovremeno korištenje deiktičkih, konvencionalnih ili ikoničkih gesti i produkcija glasanja ili govora
Govor	Govorni iskazi čije je značenje moguće prepoznati		

Tablica 4. *Varijable zadataka Reakcije na ljudsko ponašanje robota*

Reakcije na ples robota-varijable	Reakcije na pad robota-varijable	Reakcije na robotovu gestu pozdravljanja-varijable
Pogled prema robotu	Pogled prema pratnji	Pogled prema robotu
Pogled prema pratnji	Zabrinut izraz lica	Govor
Pogled prema pratnji-frekvencija	Zabrinut izraz lica upućen pratnji	Imitacija
Osmijeh	Plač	
Dodir	Smijeh	
Geste	Podiže robota	
Glasanje	Geste	
Govor	Glasanje	
Obraća se robotu kao osobi	Govor	
Imitacija	Obraća se robotu kao osobi	

3.5. Metode obrade podataka

3.5.1. Kodiranje video i audio-zapisa

Dva neovisna opažača su kodirala video i audio-zapise ispitivanja, koristeći Protokol za mjerenje. Opažači su se radi veće preciznosti, osim zapisima snimljenim kamerom iza jednosmjernog stakla, služili i video zapisima koje je načinio sam robot. Procesu kodiranja je prethodio dogovor suradnika projekta ADORE i opažača oko kriterija kojima će se voditi (vidi tablicu 3).

Budući da je u provedbi zadatka *Preferencija robot-predmet* kao predmet odabrana kućica s brojnim prenosivim dijelovima, odlučeno je da se kao *dodirivanje predmeta* vrednuje svaki oblik dodirivanja, uzimanja ili nošenja dijelova ili cijele kućice. Međutim, ako je sudionik iste nosio prema osobi u pratnji, bez obzira na to je li ju ona prihvatila ili ne, to se u Protokolu mjerenja naznačilo kao *donošenje predmeta*. Unatoč tome što donošenje podrazumijeva i dodirivanje predmeta, te dvije kategorije se u slučanju ovog kodiranja isključuju.

Suprotno tome, kategorija *UPP na predmet* ili *UPP na robota* nije isključivala kategorije *gledanje u predmet/robota/osobu*, *glasanje*, *govor* ili *geste*. Primjerice, u slučaju da je

sudionik usmjeravao pažnju osobe u pratnji na predmet, opažač je trebao označiti česticu *UPP na predmet*, ali i naznačiti na koji način je sudionik to ostvario- primjerice gestom i govorom. Osim pružanja kažiprsta, pružanje nekog drugog prsta u smjeru objekata ili osobe se prihvaćalo kao gestu pokazivanja, ali samo ako je sudionik tijekom ispitivanja, u nekom drugom trenutku, upotrijebio kažiprst u svrhu označavanja objekta, osobe ili događaja.

Ukoliko opažač nije mogao dokučiti značenje djetetovog iskaza, odnosno nije bio siguran radili se o govoru ili glasanju, označio bi ga kao glasanje. Također, dogovoreno je da čestica *smijanje* označava isključivo sudionikov smijeh, bez obzira je li čujan na snimci ili ne, ali ne i osmijeh.

Gledanje u osobu iz zadatka *Preferencija robot-osoba* podrazumijeva svaki pogled upućen odrasloj osobi koja sudjeluje u provođenju zadatka, bilo da je usmjeren prema licu ili tijelu. Što se tiče zadatka *Reakcije na ljudsko ponašanje robota*, čestica *imitacija* ne označava nužno precizno izvođenje pokreta koje izvodi robot, već i sam pokušaj u vidu ritmičnog pokretanja dijelova tijela.

Opažači su uvidjeli i da je potrebno načiniti razliku između *pogleda prema pratnji* i *zabrinutog izraza lica upućenog pratnji*. Dok čestica *zabrinuti izraz lica upućen pratnji* predstavlja isključivo usmjeravanje zabrinutog izraza lica prema osobi u pratnji, *pogled prema pratnji* može biti upućen iz više razloga. Primjerice, postoji mogućnost da sudionik na taj način provjerava reakciju osobe u pratnji ili da s njom želi podjeliti iskustvo. Bez obzira na to što zabrinuti izraz lica upućen pratnji zapravo jest pogled prema pratnji, ovdje se ta logička veza ne slijedi. Izuzetak su slučajevi kada bi sudionik, u tijeku ispitnog zadatka, uputio zabrinuti pogled, ali i uobičajeni pogled prema osobi u pratnji. Tada je bilo potrebno naznačiti obje kategorije.

Bez obzira na to koliko se dugo, za trajanja zadatka *Preferencija robot-predmet*, sudionik zadržao u ispitnoj prostoriji, kodiralo se samo ponašanje koje je pokazao u intervalu od 100 sekundi. Početak intervala predstavlja trenutak u kojem je ulazak sudionika u prostoriju zabilježen kamerom. Ovo pravilo kodiranja se nije primjenjivalo u zadatku *Preferencija robot-osoba*, već se uzimalo u obzir vrijeme od početka do samog kraja dijaloga između osobe i robota.

3.5.2. Statistička obrada podataka

Nakon kodiranja, podatci su uneseni i obrađeni u programu SPSS 20.0. Pomoću njega su izračunati osnovni pokazatelji deskriptivne statistike za varijable zadataka *Preferencija robot-predmet* i *Preferencija robot-osoba*. Potom je proveden neparametrijski Wilcoxonov test ekvivalentnih parova, kako bi se utvrdilo postoji li statistički značajna razlika između usmjerenosti na robota u odnosu na predmet te između usmjerenosti na robota u odnosu na osobu. Stoga su u tu svrhu izdvojene i uparene varijable koje su mjerile ista ponašanja usmjerena prema predmetu kao i robotu, tj. osobi i robotu. Varijable *glasanje- sekunde*, *glasanje- broj intervala*, *govor- sekunde*, *govor- broj intervala*, *smijanje- sekunde*, *smijanje- broj intervala*, *geste- sekunde* i *geste- broj intervala* su izuzete budući da tako zasebne nisu dovedene u vezu s predmetom, robotom ili osobom. Kako bi se izračunao postotak pojavnosti zadanih ponašanja u svim segmentima zadatka *Reakcije na ljudsko ponašanje robota*, poslužio je program Microsoft Excela 2010.

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Rezultati zadatka *Preferencija robot-predmet*

U tablici 5 prikazani su osnovni pokazatelji deskriptivne statistike za varijable zadatka *Preferencija robot-predmet*. Ako se uzme u obzir da su se kodirala ponašanja koja su se pojavila u rasponu od 100 sekundi, prosječno trajanje gledanja u predmet od 48,36 sekundi se doima dugo, posebno u odnosu na gledanje u robota koje je prosječno trajalo 30,07 sekundi te pogledavanje prema osobi u pratnji u trajanju od 9,29 sekundi. Još je impresivniji podatak da je makimalno trajanje pogleda usmjerenog prema predmetu iznosilo čak 82, a prema robotu 74 od raspoloživih 100 sekundi.

Suprotno tome, usmjeravanje pažnje osobe u pratnji na predmet, kao i na robota je u prosjeku trajalo vrlo kratko. Navedeno može objasniti činjenica da je tek mali broj djece usmjeravao pažnju pratnje na jedan od ili na oba prezentirana objekta- dvoje djece je to činilo na način da je u fokusu bio predmet, a četvero na način da je u fokusu bio robot. K tome, djeca su u većini slučajeva u svrhu usmjeravanja pažnje pratnje koristila govorne sekvence poput „Vidi!“ ili gestu pokazivanja, čija je izvedba trajala vrlo kratko, 1-2 sekunde. Za razliku od toga, jedno dijete je primilo osobu u pratnji za ruku i vuklo ju do robota, na taj način usmjerilo njezinu

pažnju kako bi s njom podijelilo iskustvo, odnosno jasno komunicirajući u deklarativne svrhe. Sam postupak fizičkog vođenja za ruku je trajao duže nego što je kod ostale djece trajala uporaba gesti ili proizvodnja govora, točnije- u prvom intervalu 3 sekunde, a u drugom čak 5 sekundi.

Tablica 5. *Deskriptivna statistika za varijable zadatka Preferencija robot-predmet*

Varijable		**X**	**SD**	**MIN**	**MAX**
Gledanje u predmet	Trajanje (sekunde)	48,36	24,95	8	82
	Broj intervala	5,07	1,979	3	11
Gledanje u robota	Trajanje (sekunde)	30,07	20,105	6	74
	Broj intervala	4,50	2,18	3	10
Gledanje u pratnju	Trajanje (sekunde)	9,29	7,26	1	25
	Broj intervala	3,86	1,99	1	7
Dodirivanje predmeta	Trajanje (sekunde)	37,79	23,25	1	71
	Broj intervala	2,93	2,40	1	10
Dodirivanje robota	Trajanje (sekunde)	14,00	15,52	0	39
	Broj intervala	2,43	2,47	0	8
Usmjeravanje pažnje pratnje na predmet	Trajanje (sekunde)	0,43	1,34	0	5
	Broj intervala	0,29	0,83	0	3
Usmjeravanje pažnje pratnje na robota	Trajanje (sekunde)	1,00	2,22	0	8
	Broj intervala	0,43	0,76	0	2
Donošenje predmeta	Trajanje (sekunde)	0,64	1,34	0	4
	Broj intervala	0,21	0,43	0	1
Donošenje robota	Trajanje (sekunde)	0,71	1,98	0	7
	Broj intervala	0,14	0,36	0	1
Glasanje	Trajanje (sekunde)	7,00	10,44	0	35
	Broj intervala	3,07	3,69	0	10
Govor	Trajanje (sekunde)	20,86	18,55	0	53
	Broj intervala	7,50	6,01	0	15
Geste	Trajanje (sekunde)	0,71	0,91	0	3
	Broj intervala	0,57	0,65	0	2
Smijanje	Trajanje (sekunde)	1,50	2,71	0	8
	Broj intervala	0,71	1,14	0	3
Gledanje u predmet +glasanje/govor	Trajanje (sekunde)	13,57	15,89	0	49
Gledanje u robota +glasanje/govor	Trajanje (sekunde)	8,43	8,50	0	27
Dodirivanje predmeta + glasanje/govor	Trajanje (sekunde)	9,36	11,38	0	32
Dodirivanje robota + glasanje/govor	Trajanje (sekunde)	5,29	7,31	0	25
Geste + gledanje u predmet	Trajanje (sekunde)	0,14	0,36	0	1
	Broj intervala	0,14	0,36	0	1
Geste + gledanje u robota	Trajanje (sekunde)	0,21	0,43	0	1
	Broj intervala	0,21	0,43	0	1
Geste + glasanje/govor	Trajanje (sekunde)	0,57	0,85	0	3

Dodirivanje predmeta također je trajalo poprilično dugo, a posebno je upečatljiv podatak da je maksimalno trajanje iznosilo čak 71 od raspoloživih 100 sekundi. Međutim, fizički kontakt s dijelovima kućice je nerijetko bio kontinuiran budući da su djeca njima manipulirala i igrala se. Također, u nekoliko slučajeva su djeca te dijelove nosila u rukama krećući se ispitnom prostorijom, što se također kodiralo kao dodir.

Zanimljivo, iako aritmetičke sredine ukazuju na to da je donošenje robota trajalo prosječno duže nego donošenje predmeta, sudionici su u prosjeku kroz više intervala donosili predmet nego li robota. U ovom slučaju je važno uzeti u obzir da je robot bio pretežak da bi ga djeca s lakoćom nosila, što je bilo vidljivo u njihovim reakcijama kada bi ga podignula. Kada je riječ o donošenju predmeta, djeca su uglavnom donosila dijelove kućice, koji su naravno bili lakši.

Kada se sagledaju preostala pojedinačna komunikacijska ponašanja, očito je da su sudionici u periodu od 100 sekundi najduže producirali govor- 20,86 sekundi, a glasali se znatno manje- 7 sekundi. Taj podatak opravdava činjenica da jedanaest od četrnaest sudionika istraživanja (78,57%) pripada skupini dvogodišnjaka i trogodišnjaka, za koje je tipično komuniciranje dvočlanim i višečlanim govornim iskazima. Osim toga, prosječno trajanje gesti je bilo vrlo kratko- tek 0,71 sekundu. Ipak, navedeno ne iznenađuje iz razloga što je tek sedmero sudionika koristilo gestu (najčešće gestu pokazivanja) dok ju preostalih osmero uopće nije upotrijebilo za trajanja zadatka *Preferencija robot-predmet*. Smijanje je prosječno trajalo tek 1,50 sekundi, no sudionici su nerijetko izražavali uživanje u istraživanju i igri s robotom i kućicom osmjehujući se, što u ovom istraživanju nije vrednovano.

U skladu s time da je pogledavanje prema predmetu trajalo najduže u odnosu na ostala mjerena ponašanja, trajanje gledanja u predmet uz istovremeno glasanje ili produkciju govora je također poprilično dugo. Maksimalno trajanje je iznosilo 49 sekundi, što je gotovo polovica trajanja ovog zadatka. Djeca su uglavnom koristila govorne iskaze i glasanje kako bi imenovala ili komentirala s osobom u pratnji dijelove kućice i vlastite postupke, oponašala zvukove izvodeći razne radnje ili izražavajući uživanje u igri. Trajanje glasanja ili govorenja prilikom gledanja prema robotu je bilo nešto kraće. Dok su neka djeca ispitivala osobe u pratnji što je robot i koje su njegove funkcije te komentirala robotov izgled i težinu, pojedinci su robota pokušavali nagovoriti da se počne kretati.

Nešto kraće od pogleda, ali nikako zanemarivo, trajalo je dodirivanje predmeta te robota pri produkciji govora ili glasanja. Maksimalan rezultat na varijabli *dodirivanje predmeta + glasanje/govor* je iznosio čak 32 sekunde, dok je na varijabli *dodirivanje robota + glasanje/govor* bio nešto manji- 25 sekundi. Podatak da je korištenje gesti prilikom pogledavanja prema jednom od objekata, kao i korištenje gesti uz glasanje ili produkciju govora trajalo iznimno kratko i izvodilo se u manjem broju intervala nego ostala ponašanja, nije neočekivan. Ti rezultati su također posljedica činjenice da je manjina sudionik koristila geste.

Unatoč navedenom, razlike u trajanju te broju pojavljivanja ponašanja usmjerenih prema predmetu, u odnosu na ona usmjerena prema robotu nisu statistički značajne, osim u slučaju jednog para varijabli. U tablici 6 prikazani su rezultati Wilcoxonovog testa ekvivalentnih parova.

Dok je devet sudionika tijekom zadataka *Preferencija robot-predmet* duže gledalo u predmet nego u robota, pet sudionika je duže usmjeravalo pogled prema robotu. Međutim, navedena razlika u usmjerenosti pogleda prema robotu i prema predmetu nije statistički značajna ($p>0,05$). Osim toga, iako je većina, koju je činilo devet sudionika, u više navrata pogledavala prema predmetu nego prema robotu, razlika u broju odvojenih intervala gledanja u robota i gledanja u predmet nije statistički potvrđena ($p>0,05$).

Što se tiče rezultata na varijablama *dodirivanje predmeta* i *dodirivanje robota*, izraženih u broju zasebnih intervala, razlika među njim nije statistički značajna ($p>0,05$). Dok je šestero djece u više navrata dodirivalo predmet nego robota, četvero je u više navrata dodirivalo robota, a preostalih četvero je pogledavalo prema robotu i prema predmetu u jednakom broju intervala. Međutim, potvrđeno je da su sudionici duže dodirivali predmet nego robota ($p<0,05$). Točnije, desetero djece je duže dodirivalo predmet nego robota, a četvero situacija bila obrnuta.

Većina sudionika, točnije njih devet, je jednako dugo usmjeravala pažnju osobe u pratnji na robota kao i na predmet. Tek je dvoje sudionika duže usmjeravalo pažnju osobe u pratnji na predmet u odnosu na robota, dok je kod preostalih troje sudionika usmjeravanje pažnje osobe u pratnji na robota trajalo duže. Jednaka brojčana raspodjela sudionika je vidljiva i na paru

varijabli *UPP na robota* i *UPP na predmet- broj intervala*. Ipak, ni u ovom slučaju nije potvrđena statističa značajnost (p>0,05).

Tablica 6. *Rezultati Wilcoxonovog testa ekvivalentnih parova za parove varijabli zadatka Preferencija robot-predmet*

Varijable		**Z**	**p**
Gledanje u robota/predmet	Trajanje (sekunde)	-1,54	0,12
	Broj intervala	-0,91	0,36
Dodirivanje robota/predmeta	Trajanje (sekunde)	-2,14	0,03*
	Broj intervala	-0,41	0,68
Usmjeravanje pažnje pratnje na robota/predmet	Trajanje (sekunde)	-0,68	0,50
	Broj intervala	-0,71	0,48
Donošenje robota/predmeta	Trajanje (sekunde)	-0,37	0,72
	Broj intervala	-0,58	0,56
Gledanje u robota/predmet + glasanje/govor	Trajanje (sekunde)	-0,90	0,37
Dodirivanje robota/predmeta + glasanje/govor	Trajanje (sekunde)	-0,82	0,41
Geste + gledanje u robota/predmet	Trajanje (sekunde)	-0,45	0,66
	Broj intervala	-0,45	0,66

Kada se sagledaju rezultati na uparenim varijablama *donošenje predmeta-sekunde* i *donošenje robota-sekunde*, očito je da je kod troje sudionika donošenje predmeta trajalo duže nego donošenje robota, a samo kod jednog je situacija bila ubrnuta. Većina sudionika, njih deset, je ipak jednako dugo donosila i predmet i robota osobama koje su s njima došle kao pratnja. Ipak, ni ova naznačena razlika nije statistički značajna (p>0,05). Slični rezultati su dobiveni i na varijablama *donošenja predmeta/robota* izraženog u broju različitih intervala- jedanaest sudionika je jednako puta donosila robota i predmet, samo je jedan u većem broju intervala donosio robota, a dvoje sudionika predmet. Ponovno, razlika nije statistički značajna (p>0,05).

Slijedi usporedba trajanja pogleda prema robotu i istovremenog glasanja ili produkcije govora u odnosu na istu situaciju, ali kada je u fokusu gledanja predmet. Polovica sudionika je duže producirala jezične iskaze prilikom gledanja u predmet, a petero tijekom gledanja u robota. Što se tiče preostalih dvoje sudionika, trajanje jezične produkcije i usmjeravanja pogleda prema robotu i prema predmetu je bilo jednako dugo. Međutim, ni u ovom slučaju razlika nije statistički značajna (p>0,05).

Nadalje, petero sudionika je dodirivalo robota, istovremeno se glasajući ili govoreći, što je trajalo duže nego kada je ta radnja bila usmjerena prema predmetu. Jednak broj sudionika je pak duže dodirivao predmet i glasao se ili govorio, dok su četvero ispitanika jednako dugo na taj način bili usmjereni i na predmet i na robota. Statistička značajnost ovih podataka nije dokazana ($p>0,05$).

Jednaka brojčana raspodjela sudionika je pronađena na parovima varijabli *geste + gledanje u robota- sekunde* i *geste + gledanje u predmet- sekunde*, kao i kod varijabli *geste + gledanje u robota- br. intervala* te *geste + gledanje u predmet- br. intervala*. Dok je devetero sudionika podjednako dugo i u jednakom broju intervala koristilo geste gledajući u robota i u predmet, dvoje je duže i u jednakom broju intervala koristilo geste usmjeravajući pogled prema predmetu. Preostalih troje sudionika je duže i u jednakom broju intervala koristilo geste usmjeravajući pogled prema robotu. Navedene razlike nisu statistički značajne ($p>0,05$).

Ishod analize u kojem statistički značajna razlika postoji samo između varijabli *dodirivanje predmeta- sekunde* i *dodirivanje robota- sekunde* nije u skladu s pretpostavkom ovog istraživanja (H1), koja je nalagala da će broj pojavljivanja ponašanja usmjerenih prema robotu biti veći te da će ono trajati duže u odnosu na ponašanja usmjerena prema predmetu. Takav ishod bi mogao biti rezultat samog odabira predmeta te postavki robota u zadatku *Preferencija robot-predmet*. Naime, robot je u tom zadatku bio u statičnom položaju, nije izvršavao aktivnosti niti odgovarao na reakcije djece, osim u slučaju kada bi se dotaknulo senzor na njegovoj glavi pa bi zasvijetlio. Tijekom provedbe ispitivanja bilo je jasno vidljivo da su djeca koja su pokazala interes spram robota u početku pokušala ostvariti interakciju s njim, no ubrzo odustajala kada su uvidjela da robot na to ne reagira. S druge strane, dijelovima kućice se moglo manipulirati pa je poslužila kao atraktivno sredstvo za igru. U prethodno opisanom istraživanju Scassellati (2007) je također uočeno da djeca gube interes za robota ukoliko ne odgovara na njihove pokušaje ostvarivanja interakcije. Dobivene rezultate valja sagledati i u kontekstu uzorka na kojem je provedeno ovo istraživanje. Budući da se radi o malom uzorku, od četrnaest sudionika, možda bi opsežnija ispitivanja na većem uzorku polučila rezultate koji bi potvrdili prvu hipotezu ovog istraživanja.

4.2. Rezultati zadatka *Preferencija robot-osoba*

Osnovni pokazatelji deskriptivne statistike za varijable zadatka *Preferencija robot-osoba* prikazane su u tablici 7. Prosječno trajanje pogleda usmjerenog prema robotu u ovom zadatku premašuje trajanje svih ostalih ponašanja. S obzirom na to da je trajanje tog zadatka bilo varijabilno, a prethodnog zadatka dosljedno, nije moguće precizno usporediti trajanje usmjerenosti na robota u ta dva zadatka. Međutim, ako se uzme u obzir da je zadatak *Preferencija robot-osoba*, bez obzira na varijabilnosti, svakako trajao duže nego zadatak *Preferencija robot-predmet*, podatak da su sudionici tijekom zadatka *Preferencija robot-osoba* prosječno kraće i u manjem broju intervala pogledavali prema osobi u pratnji nego za trajajanja prethodnog zadatka nosi određeni značaj. Vjerojatno je na to u određenoj mjeri utjecalo privikavanje djece na ispitnu situaciju i robota, zbog čega nisu u tolikoj mjeri upućivala pogled prema osobi u pratnji, tražeći afirmaciju da je okolina sigurna i da mogu reagirati na određeni način. K tome, izvedba robota u zadatku *Preferencija robot-osoba* je dinamična, a djeca su uglavnom bila u ulozi promatrača u odnosu na aktivno igranje u prethodnom zadatku. Stoga su njihovu pažnja više zaokupljale robotove kretnje i sam dijalog, nego okolina pa tako i osoba u pratnji i njezine reakcije. Isto tako, sudionici su prosječno kraće i u manjem broju intervala dodirivali robota u zadatku *Preferencija robot-osoba* nego li u zadatku *Preferencija robot-predmet*. Navedeno se može objasniti time da su bili oprezniji zbog robotovih pokreta rukama, a možda su i očekivali negativnu reakciju ako bi ga dodirnula.

Zanimljivo je da niti jedan sudionik nije dodirivao niti usmjeravao pažnju osobe u pratnji na osobu koja je sudjelovala u dijalogu. Moguće je da je razlog tome činjenica da se radilo o nepoznatoj odrasloj osobi, koja se u toj situaciji nije ponašala na uobičajen način- nije pokazivala nikakve socijalne znakove niti na koji način reagirala na sudionika i njegovu pratnju, već isključivo bila fokusirana na partnera u dijalogu- robota. Štoviše, otac jednog djeteta je nakon provedenog ispitivanja posvjedočio, što je naknadno viđeno i na video snimkama, da se dijete prepalo kada je u prostoriji ugledalo nepoznatu osobu jer je imala ozbiljan izraz lica i nije ih pozdravila prilikom ulaska u prostoriju.

Produkcija govora kao i glasanje su, tijekom izvedbe zadatka *Preferencija robot-osoba,* u prosjeku trajali vrlo kratko, 1,43 odnosno 7 sekundi, što se također može objasniti činjenicom

da je većina djece samo pasivno promatrala dijalog, za razliku od igre koja nerijetko obiluje komentarima i oponašanjima zvukova.

Tablica 7. *Deskriptivna statistika za varijable zadatka Preferencija robot-osoba*

Varijable		**X**	**SD**	**MIN**	**MAX**
Gledanje u osobu	Trajanje (sekunde)	21,93	9,33	8	38
	Broj intervala	8,71	3,22	4	13
Gledanje u robota	Trajanje (sekunde)	56,00	17,62	3	73
	Broj intervala	8,86	3,68	1	14
Gledanje u pratnju	Trajanje (sekunde)	4,29	4,23	0	11
	Broj intervala	1,86	1,92	0	6
Dodirivanje osobe	Trajanje (sekunde)	0,00	0,00	0	0
	Broj intervala	0,00	0,00	0	0
Dodirivanje robota	Trajanje (sekunde)	6,64	14,73	0	43
	Broj intervala	0,79	1,42	0	5
Usmjeravanje pažnje pratnje na osobu	Trajanje (sekunde)	0,00	0,00	0	0
	Broj intervala	0,00	0,00	0	0
Usmjeravanje pažnje pratnje na robota	Trajanje (sekunde)	1,50	3,21	0	11
	Broj intervala	0,71	1,33	0	4
Glasanje	Trajanje (sekunde)	1,43	2,44	0	8
	Broj intervala	0,86	1,51	0	5
Govor	Trajanje (sekunde)	7,00	10,98	0	30
	Broj intervala	1,93	2,70	0	7
Geste	Trajanje (sekunde)	2,07	3,05	0	8
	Broj intervala	1,00	1,36	0	4
Smijanje	Trajanje (sekunde)	1,50	4,54	0	17
	Broj intervala	0,64	1,50	0	5
Gledanje u osobu +glasanje/govor	Trajanje (sekunde)	0,21	0,58	0	2
Gledanje u robota +glasanje/govor	Trajanje (sekunde)	4,64	9,26	0	27
Dodirivanje osobe + glasanje/govor	Trajanje (sekunde)	0,00	0,00	0	0
Dodirivanje robota + glasanje/govor	Trajanje (sekunde)	1,57	5,88	0	22
Geste + gledanje u osobu	Trajanje (sekunde)	0,29	1,07	0	4
	Broj intervala	0,14	0,54	0	2
Geste + gledanje u robota	Trajanje (sekunde)	1,57	2,17	0	6
	Broj intervala	1,07	1,44	0	4
Geste +glasanje/govor	Trajanje (sekunde)	1,29	2,23	0	7

Trajanje gesti je i u ovom zadatku bilo kratko, kao i smijanje sudionika koje je u prosjeku trajalo jednako dugo kao i za trajanja prethodnog zadatka. Budući da djeca nisu razumjela sadržaj dijaloga, vjerojatno je njihov smijeh bio rezultat uzbuđenja zbog robotovih aktivnosti koje nisu imala prilike doživjeti.

Dok je gledanje u osobu uz istovremeno glasanje ili govorenje trajalo tek 0,21 sekundu, rezultat na varijabli *dodirivanje osobe + glasanje/govor* iznosio je 0, što je odraz toga da nitko od sudionika nije ni dotaknuo osobu. Kao i u prethodnom zadatku, sve varijable koje su konstruirane uparivanjem mjerne čestice *geste* s drugim mjernim česticama (*pogled robot*, *pogled osoba* te *glasanje* i *govor*) su trajale vrlo kratko. Razlog tome leži u prethodno navedenom rijetkom korištenju te kratkom trajanju gesti.

Za razliku od prethodnih, rezultati Wilcoxonovog testa ekvivalentnih parova za zadatak *Preferencija robot-osoba*, prikazani u tablici 4, ukazuju na brojne razlike.

Svi osim jednog sudionika su tijekom izvođenja dijaloga duže gledali u robota nego u osobu ($p<0,05$). Budući da je količina teksta koju izgovaraju robot i osoba relativno jednaka, njezin utjecaj na usmjerenost sudionika na jednog ili drugog partnera u dijalogu je neutraliziran. Stoga ovakav rezultat odražava stvaran interes djece urednog razvoja za robota i njegove aktivnosti (govor i geste). Međutim, kada se sagleda broj intervala tijekom kojih su sudionici gledali u robota, odnosno u osobu, među njima nema statistički značajne razlike ($p>0,05$). Dok je šest sudionika u više navrata gledalo prema robotu i isto toliko sudionika je u više navrata pogledavalo prema osobi. Preostalih dvoje sudionika je povremeno pogledavalo prema osobi, a povremeno prema robotu, što je u konačnici prema broju intervala bilo izjednačeno.

Trajanje dodirivanja robota i dodirivanja osobe, izraženih u sekundama, se statistički razlikuju ($p<0,05$). Ovakav podatak ne iznenađuje, budući da nitko od sudionika istraživanja nije dotaknuo osobu koja je sudjelovala u dijalogu, dok je svega petero sudionika dodirivalo robota. Preostali sudionici nisu dodirivali niti robota niti osobu. Shodno tome, razlika među rezultatima na uparenim varijablama *dodirivanje robota- br. intervala* i *dodirivanje osobe-br.intervala* je također statistički značajna ($p<0,05$).

Rezultati na varijablama *UPP na robota* i *UPP na osobu*, izraženih u sekundama kao i u broju intervala, se statistički značajno ne razlikuju (p>0,05). Potrebno je napomenuti da je samo četvero sudionika u tom zadatku usmjeravalo pažnju osobe u pratnji na robota, dok niti jedan sudionik nije činio isto spram osobe koja je sudjelovala u dijalogu. Budući da se u kontekstu provedenog Wilcoxonovog testa ekvivalentnih parova, preostalih desetero sudionika, koji nisu usmjeravali pažnju osobe u pratnji niti na osobu niti na robota, automatski kategorizira kao one koji su jednako usmjeravali pažnju osobe u pratnji na robota i na osobu, ne iznenađuje što razlika nije statistički značajna. Dakle, samo je četvero sudionika duže i u većem broju intervala usmjeravalo pažnju osobe u pratnji na robota.

Tablica 8. *Rezultati Wilcoxonovog testa ekvivalentnih parova za parove varijabli zadatka Preferencija robot-osoba*

Varijable		**Z**	**p**
Gledanje u robota/osobu	Trajanje (sekunde)	-3,20	0,00*
	Broj intervala	-0,12	0,91
Dodirivanje robota/osobe	Trajanje (sekunde)	-2,02	0,04*
	Broj intervala	-2,04	0,04*
Usmjeravanje pažnje pratnje na robota/osobu	Trajanje (sekunde)	-1,84	0,07
	Broj intervala	-1,83	0,07
Gledanje u robota/osobu + glasanje/govor	Trajanje (sekunde)	-2,21	0,03*
Dodirivanje robota/osobe + glasanje/govor	Trajanje (sekunde)	-1,00	0,32
Geste + gledanje u robota/osobu	Trajanje (sekunde)	-2,21	0,03*
	Broj intervala	-2,23	0,03*

Trajanje pogleda usmjerenog prema robotu i istovremenog glasanja ili govorenja se razlikuje od trajanja istovjetne radnje uz usmjerenost prema osobi (p<0,05). Dakle, u slučaju osmero sudionika to je trajanje bilo izjednačeno, dok je 6 sudionika duže gledalo u robota i glasalo se ili govorilo. Niti jedan sudionik nije duže gledao u osobu, pritom se glasajući ili govoreći.

Ipak, na varijablama *dodirivanje robota + glasanje/govor* i *dodirivanje osobe + glasanje/govori* razlike u rezultatima nisu statistički značajne (p>0,05). Ovdje je uočljiv slučaj sličan prethodno opisanom slučaju na varijablama *UPP na robota* i *UPP na predm*et. Naime, samo je jedan od sudionika dodirivao robota pritom se glasajući ili govoreći. Budući da nitko od sudionika nije niti dotaknu osobu, podrazumijeva se da je i broj sudionika koji su istovremeno dodirivali osobu i glasali se ili govorili jednak nuli. Niti jedan sudionik nije duže,

kao ni u većem broju intervala, koristio geste gledajući prema osobi. K tome, šestero sudionika je više vremena i u više navrata provelo koristeći geste i pogledavajući prema robotu. Preostali sudionici, njih osmero, nisu uopće koristili gestu gledajući prema robotu, kao ni prema osobi.

Dobiveni rezultati na posljednja dva para varijabli, *geste + gledanje u robota* i *geste + gledanje u robota*, izraženih u sekundama i u broju zasebnih intervala, ukazuju na statistički značajnu razliku ($p<0,05$). Jednaka je distribucija rezultata u oba para varijabli.

Uzevši u obzir da je od uspoređivanih deset parova varijabli zadatka *Preferencija robot-osoba* pronađena statistički značajna razlika na većini od šest parova, utvrđuje se da postoji razlika u trajanju i broju pojavljivanja ponašanja usmjerenih prema robotu i onih usmjerenih prema osobi. Dakle, rezultati su pokazali da djeca predškolske dobi urednog razvoja više pažnje usmjeravaju prema robotu nego prema čovjeku, što je u skladu s postavljenom hipotezom (H2). Iako su u prethodno prezentiranom istraživanju Srinivasan i Bhat (2013) djeca urednog razvoja bila izložena robotu u nekoliko navrata, utvđeno je, kao i u ovom istraživanju, da su sudionici više pažnje usmjeravali prema robotu nego li prema čovjeku. Ipak, zbog toga što je ovo istraživanje provedeno na malom (n=14), heterogenom uzorku (kronološka dob, spol), rezultati se ne mogu generalizirati.

4.3. Rezultati zadatka *Reakcije na ljudska ponašanja robota*

4.3.1. Reakcije na robotov ples

U tablici 9 su prikazani rezultati zadatka *Reakcije na ljudsko ponašanje robota*, segmenta-robotov ples. Podatak da su svi sudionici tijekom robotovog izvođenja plesa usmjerili pogled prema njemu, kao i taj da se čak 79% njih osmjehivalo, ukazuje na to da im je robotova izvedba bila zanimljiva i da su uživala gledajući ga. Osim toga, 79% sudionika je svoje iskustvo i uživanje željelo podijeliti s bliskom osobom u pratnji pogledavajući prema njima. To su samo za trajanja robotovog plesa činili u prosjeku jedan i pol put. Još je zanimljiviji podatak da je jedan od sudionika usmjeravao pogled prema osobi u pratnji pet puta, što je znatan iznos ako se uzme u obzir da je sam ples trajao tek 30- 40 sekundi, prije nego što je robot pao. Navedeni rezultati potvrđuju pretpostavku o podjeli interesa za robota s odraslom

osobom u pratnji (H4). Osim što su u skladu s postavljenom pretpostavkom, rezultati se podudaraju i s rezultatitma stranih istraživanja (Kozima i Nakagawa, 2006; Kozima i sur., 2007).

Tek 14% djece je dodirivalo robota tijekom njegovog plesa, što se može opravdati činjenicom da je većina djece u inicijalnom trenutku pokazala iznenađenost glazbom koja je dopirala iz robota te samom pojavom plesa. Moguće je da su zbog te promjene u robotovom ponašanju, od relativno sporih pokreta i naizmjeničnog izgovaranja teksta do bržih, ritmičnih pokreta uz glasnu glazbu, bili oprezniji pa stoga i ostali na određenoj udaljenosti. Nekolicina njih se na trenutak i prepala, što je bilo jasno iz njihovog trzaja i promjene facijalne ekspresije. S druge strane, pojedina djeca su do samog početka plesa dodirivala robota, ali su u trenutku kada je glazba počela svirati, a robot počeo pomicati ruke, ustuknula. Jednak postotak djece je koristio geste usmjerene prema robotu. Uzimajući u obzir da je robotov ples trajao relativno kratko, oko 30 sekundi, nije se ni očekivalo da će djeca pokazati široki raspon reakcija.

Tablica 9. *Pojavnost reakcija na robotov ples u zadatku Reakcije na ljudsko ponašanje robota*

Varijable	DA	NE	Ukupno	DA (%)	NE (%)
Pogled prema robotu	14	0	14	100	0
Pogled prema pratnji	11	3	14	79	21
Osmijeh	11	3	14	79	21
Dodir	2	12	14	14	86
Geste	2	12	14	14	86
Glasanje	1	13	14	7	93
Govor	7	7	14	50	50
Obraćanje robotu kao osobi	1	13	14	7	93
Imitacija	4	10	14	29	71

Samo se jedno dijete glasalo, na taj način izražavajući inicijalnu iznenađenost i interes za robotov ples. Za razliku od glasanja, čak polovica sudionika je producirala govor tijekom robotovog plesa. Uglavnom se radilo o komentaru upućenom osobi u pratnji, poput: “Vidiš ga!” ili “Pleše!” Međutim, jednom djetetu se ples nije nimalo svidio, bilo je vidno uznemireno i ponavljalo: ”Neću, mama, neću. Odgasi *(ugasi)* ga!” U tom su trenutku robotovi pokreti

zaustavljeni, a glazba ugašena. Odlučeno je da se to dijete više neće izlagati ostalim segmentima- robotovom padu i gesti pozdravljanja.

Obraćanje jednog djeteta robotu riječima: "Ej, ej, eeeej!" popraćeno dodirivanjem i pogledom usmjerenom prema robotovim očima, je kategorizirano kao obraćanje robotu kao osobi. Ostala djeca nisu iskazala takvo ponašanje.

Spontana imitacija robotovog plesa je opažena kod 29% sudionika. Kao što je prethodno spomenuto u jednom od odlomaka, u kojem je pojašnjeno kodiranje video i audio-zapisa, imitacija u ovom slučaju nije podrazumijavala isključivo identično slijeđenje robotovih pokreta. Djeca su uglavnom izvodila ritmične pokretale glavom, rukama ili nogama. Zanimljivo, čak je najmlađi sudionik, star tek sedam mjeseci, izvodio pokrete rukama nalik robotovim.

4.3.2. Reakcije na robotov pad

Neposredno nakon robotovog pada, 38% sudionika je uputilo pogled prema osobi u pratnji, što je prikazano u tablici 10. Kao što je prethodno napomenuto, ova varijabla ne obuhvaća slučajeve kada je bio upućen pogled sa zabrinutim izrazom lica. Djeca su usmjeravala pogled prema osobi u pratnji kako bi provjerila njihovu reakciju ili podijelila interes spram situacije koju su doživjela kao smiješnu, odnosno na taj način združili pažnju s pažnjom osobe u pratnji na robota.

Kao što je i očekivano, na licu većine djece se nazirala zabrinutost za robota. Tom promjenom facijalne ekspresije su zapravo iskazali određenu razinu osjećaja empatije. Iako podatci ukazuju na to da tri sudionika nisu imala zabrinuti izraz lica, valja sagledati širi kontekst koji bi mogao objasniti zašto je tome tako. Naime, u jednom navratu, tijekom ispitivanja reakcija određenog djeteta na interakciju osobe i robota (zadatak *Preferencija robot-osoba*), robot je neočekivano pao. Stoga je to dijete već prije same izvedbe zadatka *Reakcije na ljudsko ponašanje robota* svjedočilo robotovom padu te je moguće da se zbog toga izgubio efekt iznenađenja. Ponovnim pregledom snimki, utvrđeno je da je to dijete pri prvom robotovom padu djelovalo zabrinuto- ne samo da se trznulo, već je i pogledavalo prema osobi koja je sudjelovala u dijalogu, tražeći nekakvu reakciju. K tome, pogledalo je i prema majci usmjeravajući njenu pažnju na robota te se primilo za glavu, iskazujući zabrinutost.

Naposljetku, kada se robot uspravio, dijete se na očigled razveselilo i zapljeskalo. S druge strane, u slučaju jednog djeteta, pri kodiranju se moralo naznačiti da se nije pojavio zabrinuti izraz lica kako se ne bi kompromitirali rezultati istraživanja, budući da je dijete za vrijeme i neposredno nakon robotovog pada bilo okrenuto leđima pa se njegova facijalna ekspresija na snimci nije vidjela. Treće dijete je pad robota doživjelo kao nešto smiješno te iz tog razloga nije pokazalo zabrinuti izraz lica. Suprotno tome, jedno dijete je zabrinuti izraz lica uputilo roditelju. Povrh toga, dijete je bilo na rubu plača te je ponavljalo majci u pratnji: "Daaaj…a daj, pao je!" Dok se jedno dijete uznemirilo do te mjere da se rasplakalo, dvoje djece je robotov pad zabavio što su iskazali svojim smijehom. Međutim, jedno od to dvoje djece je unatoč prvotnom smijehu, nekoliko trenutaka kasnije pokazalo i zabrinuti izraz lica. Unatoč očekivanjima, samo je 15% sudionika prišlo robotu i podiglo ga.

Tablica 10. *Pojavnost reakcija na robotov pad u zadatku Reakcije na ljudsko ponašanje robota*

Varijable	DA	NE	Ukupno	DA (%)	NE (%)
Pogled prema pratnji	5	8	13	38	62
Zabrinuti izraz lica	10	3	13	77	23
Zabrinuti izraz lica upućen pratnji	1	12	13	8	92
Plač	1	12	13	8	92
Smijeh	2	11	13	15	85
Podizanje robota	2	11	13	15	85
Geste	3	10	13	23	77
Glasanje	5	8	13	38	62
Govor	8	5	13	62	38
Obraćanje robotu kao osobi	1	12	13	8	92

O izrazima empatije izvještavaju Kozima i Nakagawa (2006), navodeći primjer dječaka koji je tješio robota, milovao ga po glavi te koristio „suosjećajnu" boju glasa i izraz lica, jer je zaključio da je robot izgubio svoju kapu. Emaptiju prema robotu je pokazala i djevojčica koja je tješila robota, nakon što su ga dvojica dječaka udarala po glavi. Da iskazivanje empatije spram robota nije svojstveno samo djeci potvrdili su Rosenthal i suradnici (2013). Svojim istraživanjem su dokazali da svjedočenje robotovoj izloženosti fizičkoj patnji kod odraslih osoba pobuđuje negativne emocije. Naime, sudionici istraživanja su gledali dva različita video

isječka, u jednom se eksperimentator nježno odnosi prema robotu, dok je u drugom prikazano mučenje robota na način da ga se baca, guši ili tuče. Ne samo da su sudionici izvještavali o više negativnih emocija nakon gledanja drugog videa, već su iskazivali i empatiju, u vidu žaljenja robota ili ljutnje zbog načina na koji ga se tretira.

Dok je samo 23% sudionika koristilo geste usmjerene prema robotu, kako bi usmjerili pažnju osobe u pratnji na sam događaj, ponovno je prevladala produkcija govora nad glasanjem. Točnije, 38% sudionika se glasalo, a 62% je produciralo govor. Uglavnom su koristili glasanje i govor za izražavanje iznenađenosti i zabrinutosti za robota. Suprotno očekivanjima, samo se jedan sudionik obraćao robotu kao osobi. Prilazeći robotu i podižući ga govorio je: "Oprosti…Vidi- jadan!"

Treća hipoteza ovog istraživanja, koja je nalagala da će sudionici svojim reakcijama pokazati da robota doživljavaju kao osobu, testirana je na način da su sagledani rezultati na varijablama *podizanje robota* i *obraćanje robotu kao osobi*. Usprkos tome što je većina djece neposredno nakon robotovog pada svojim pogledom iskazala zabrinutost za robota, samo je neznatan broj njih prišao robotu i pokušao ga podići (15%) ili mu se obratio na način na koji bi se obratio osobi (8%). Iz navedenog je jasno da se sudionici ovog istraživanja nisu ophodili prema robotu kao prema osobi, što se kosi s postavljenom pretpostavkom (H3). Vjerojatno je reakcija na pad robota, kao neočekivanu i "negativnu" situaciju, u određenoj mjeri uvjetovana i karakteristikama ličnosti djece, što bi bilo zanimljivo ispitati. Moguće je i da djeca nisu znala kako bi reagirala ili su jednostavno bila sramežljiva u toj novoj, ispitnoj situaciji. Upravo su Kozima i suradnici (2007) uvidjeli da su djeca u početku u prisutstvu robota bila suzdržana i sramežljiva jer nisu shvaćala što je robot i kako se prema njemu treba odnositi, no s vremenom su se oslobodila i sama inicitrala interakcije s njim.

4.3.3. Reakcije na robotovu gestu pozdravljanja

Osim sudionika koji se uznemirio prilikom robotovog plesa, jedna sudionica je, nakon što je robot pao, izrazila želju da napusti prostoriju, što joj je i omogućeno. Iz navedenih je razloga, posljednjem segmentu trećeg zadatka- robotovoj gesti pozdravljanja prisustvovalo dvanaestero djece. Rezultati su prizoreni u tablici 11.

Kao i prilikom robotovog plesa, svi sudionici su gledali prema robotu kada je mahao u znak pozdrava. Polovica sudionika je producirala govor, komentirajući izgled i ponašanje robota s osobom u pratnji, primjerice: „Ima te rukice.“ ili „On se umorio!“. Samo je jedan sudionik, imitirajući pokret mahanja verbalno pozdravio robota, rekavši: „Bok!“. Osim njega, dvoje sudionika je imitiralo gestu pozdravljanja, ali bez verbalnog pozdrava, među kojima je ponovno bio najmlađi sudionik, star sedam mjeseci.

Tablica 11. *Pojavnost reakcija na robotovu gestu pozdravljanja u zadatku Reakcije na ljudska ponašanja robota*

Varijable	DA	NE	Ukupno	DA (%)	NE (%)
Pogled prema robotu	12	0	12	100	0
Govor	6	6	12	50	50
Imitacija	3	9	12	25	75

Uvidjevši da je samo četvrtina sudionika proizvela pokrete nalik pokretima robota, imitacijski odgovor na ponašanje robota u ovom istraživanju nije potvrđen, što nije u skladu s postavljenom hipotezom (H5), kao ni s ranijim istraživanjima (Kozima i sur., 2007; Salter i sur., 2009). S obzirom na to da u ovom istraživanju nije provedeno sustavno i strukturirano ispitivanje imitacije, već se isključivo opažala pojavnost spontane imitacije, ne možemo zaključivati o sposobnosti imiitacije. Nedovoljno prirodni pokreti ruku robota su nekim sudionicima otežali razaznavanje da se radi o mahanju, što je potencijalni razlog neimitacije. Kao objašnjenje nepojavljivanja imitacije plesa i geste pozdravljanja se također mogu ponuditi sramežljivost i zbunjenost sudionika oko ispitne situacije.

4.4. Nedostatci istraživanja

Prije svega, nereprezentativnost uzorka sudionika predstavlja značajan metodološki nedostatak ovog istraživanja. Budući da se radilo o prigodnom uzorku, sudionici su uglavnom bila djeca visokoobrazovanih roditelja. Povrh toga, riječ je o heterogenom uzorku sudionika koji nisu izjednačeni prema kronološkoj dobi i spolu. Stoga se postavlja pitanje koliko su ta obilježja uzorka utjecala na rezultate istraživanja.

Osim metodoloških nedostataka, uočeni su i određeni propusti u provođenju ispitivanja. Usprkos tome što su roditelji, prilikom davanja usmenog pristanka na sudjelovanje njihove djece u istraživanju, zamoljeni da djetetu ne govore o ispitivanju, kao ni o robotu, nisu se svi toga pridržavali. Dakle, neki sudionici su došli na ispitivanje s iščekivanjem da će vidjeti robota. Pomnijim upućivanjem roditelja u cilj i način provođenja istraživanja, kao i savjetovanjem što konkretno da djetetu kažu prije dolaska na ispitivanje, potencijalno bi se uspostavila veća kontrola nad informacijama koje dijete ima o ispitivanju.

Potom, sudionici i osobe u njihovoj pratnji nisu upozoreni da se u ispitnu prostoriju ne bi trebali unositi predmeti. Zbog tog su propusta pojedini sudionici u prostoriju unijeli igračku iz igraonice ili neki drugi predmet. K tome, jedan od roditelja je tijekom ispitivanja koristio mobilni telefon. Uvedeni treći predmet predstavlja suvišni distraktor te zbog toga može utjecati na ponašanje djeteta za trajanja ispitnog zadatka. Pokazalo se i da je većini sudionika ogledalo, odnosno jednosmjerno staklo, bilo vrlo interesatno i nerijetko im je odvraćalo pažnju. Međutim, u ovom istraživanju nije bilo moguće osigurati alternativni način snimanja. Osim toga, ukoliko je dijete bilo duže zaokupljeno svojim odrazom u jednosmjernom staklu, možemo pretpostaviti da mu prezentirani sadržaji nisu bili dovoljno atraktivni.

Bez obzira na to što su se osobe u pratnji pridržavale upute da se ponašaju što neutralnije tijekom ispitivanja, bilo bi od koristi dodatno ih upozoriti da u određenim situacijama izbjegavaju sugerirati djeci što da učine. Naime, uočeno je da su određene osobe u pratnji prilikom provođenja zadatka *Reakcije na ljudsko ponašanje robota*, kada bi robot mahnuo u znak pozdrava, djetetu dale uputu: „Mahni pa-pa“ ili „Hoćemo mu mahnuti?“ U takvim slučajevima djetetovo mahanje ne možemo interpretirati kao imitaciju, a prilika da dijete uistinu imitira gestu pozdravljanja je propuštena.

Tijekom ispitivanja su se pojavili i određeni tehnološki propusti i poteškoće, što je također moglo utjecati na rezultate istraživanja. Ustanovljeno je da se sva mjerena ponašanja ne mogu uočiti ukoliko se ispitni zadatci snimaju jednom kamerom pa bi u daljnjim istraživanjima trebalo razmotriti opciju istovremenog snimanja dvjema kamerama. Sudionici su ponekad okrenuti leđima jednosmjernom staklu i kameri, što onemogućava prepoznavanje u kojem smjeru gledaju, a ponekad i dodiruju li objekt ili ne. Štoviše, u određenim situacijama su sudionici u položaju koji otežava razaznavanje koristi li se prava gesta pokazivanja ili se samo radi o ispruženoj ruci. Promjenama postavki robota na način da tijekom izvođenja zadataka

pomiče glavu, omogućilo bi se snimanje robotovom internom kamerom iz različitih kuteva, što bi moglo predstavljati rješenje navedenih problema.

Nadalje, za trajanja zadatka *Preferencija robot-osoba*, pri ispitivanju reakcija jednog od sudionika, robot je neočekivano pao. Srećom, taj događaj nije ugrozio provođenje dijaloga do kraja, jer je robot unatoč padu nastavio izgovarati svoj dio teksta, a pred kraj dijaloga se i uspravio. Međutim, sudionik je svjedočio padu robota, tako da sljedeći, namjerni pad robota u zadatku *Reakcije na ljudsko ponašanje robota*, možda nije imao toliko iznenađujući efekt, koji se priželjkivao kako bi se mjerila djetetova iskonska reakcija.

Unatoč tome što je brzina robotovog izvođenja verbalnog zadatka usklađena, a potom i uvježban dijalog između robota i osobe, izvedba istog u svih četrnaest ispitnih situacija nije trajala jednako dugo. S obzirom na to da dijalog započinje i završava rečenicama koje izgovara robot, očito je da je nedosljednost u trajanju rezultat neprecizne tehničke izvedbe robota. Odnosno, istraživači su uočili da, u određenim momentima, robot kasnije započinje s izgovorom teksta nego što je predviđeno, što je vidljivo iz toga što „na vrijeme“ započinje izvoditi geste rukama, a verbalni dio izvedbe uslijedi nekoliko stotinki ili sekundi kasnije. Iako opisano ne predstavlja distraktibilan efekt, a ponekad zbog kratkog kašnjenja nije niti uočljivo u zadanoj situaciji, jedino pregledom videosnimki, nastavit će se rad na unapređenju robotove izvedbe u dijalogu.

Već spomenuti problem nedovoljno prirodnih i teže prepoznatljivih pokreta robotovih ruku pri izvođenju geste pozdravljanja bi mogao biti riješen implementacijom dodatnog vokalnog iskaza, poput „Bok!“ ili „Pa-pa!“, u robotovu izvedbu. Na taj bi način djeci bilo očito da ih robot pozdravlja pa bi možda i sama imitirala pozdrav.

Istraživačkoj skupini projekta ADORE predstoje opsežnija klinička ispitivanja ove problematike, kojima prethodi proces dorađivanja tehnoloških aspekata implementiranih zadataka. Uostalom, nastojat će se osmisliti i implementirati novi zadatci za robota, poput zadatka imitacije na višim razinama. Potom, za daljnju budućnost se planira i provedba ispitnog protokola na populaciji predškolske djece s PSA-om.

5. ZAKLJUČAK

Brojna znanstvena istraživanja svjedoče o prednostima robota te potencijalu za njihovom implementacijom u dijagnostici i terapiji poremećaja iz spektra autizma (PSA). Za razliku od toga, o reakcijama djece urednog razvoja na robota se ne zna mnogo. Istraživači koji su se bavili ovom temom su koristili uzorak djece urednog razvoja tek kao kontrolnu skupinu u manjim, pilot istraživanjima, kako bi njihove reakcije posljedično usporedili s reakcijama djece s PSA-om, a dobiveni rezultati su isključivo kvalitativno prikazani. Osim toga, do sada nije sustavno istraženo postoje li i u i kojoj mjeri razlike u reakcijama i odgovorljivosti djece na postupke humanoidnog robota u odnosu na situaciju kada iste postupke izvodi čovjek. Iz navedenih je razloga upravo ovo istraživanje za cilj postavilo ispitati reakcije djece urednog razvoja predškolske dobi na humanoidnog robota. Točnije, ispitati preferiraju li robota ili vizualno sličan predmet, odnosno usmjeravaju li više pažnje prema osobi ili humanoidnom robotu, kada su u međusobnoj interakciji.

Uvidom u rezultate utvrđeno je da sudionici istraživanja nisu više pažnje usmjeravali na robota u odnosu na predmet te je time odbačena prva hipoteza (H1). Naime, statistički značajna razlika je pronađena samo između varijabli *dodirivanje predmeta- sekunde* i *dodirivanje robota- sekunde*, čime je potvrđeno da su u zadatku *Preferencija robot-predmet* sudionici duže dodirivali predmet nego robota. Pretpostavka da će sudionici, u situaciji kada promatraju komunikaciju humanoidnog robota i čovjeka, više pažnje usmjeravati na humanoidnog robota nego li na čovjeka je potvrđena (H2). Od odabranih deset parova varijabli, kojima se ispitivala usmjerenost na robota i osobu, između njih šest (*gledanje u osobu* i *gledanje u robota- sekunde*; *dodirivanje osobe* i *dodirivanje robota* izražene sekundama i brojem intervala; *gledanje u osobu + glasanje/govor* i *gledanje u robota + glasanje/govor- sekunde*, *dodirivanje osobe + glasanje/govor* i *dodirivanje robota + glasanje/govor- sekunde*; *geste + gledanje u osobu* i *geste + gledanje u robota*, izražene u sekundama i u broju intervala) je pronađena statistički značajna razlika. S obzirom na to da je tek nekoliko pojedinaca pokušalo podići robota nakon što je pao (15%), a još manje njih mu se obratilo na način na koji bi se obratilo osobi (8%), zaključilo se da sudionici svojim reakcijama nisu pokazali da humanoidnog robota doživljavaju kao osobu. Shodno tome, treća hipoteza ovog istraživanja (H3) je odbačena. Rezultat od 79% sudionika koji su svoje iskustvo i uživanje u robotovom plesu podijelili s osobom u pratnji usmjeravajući pogled

prema njoj potvrđuje četvrtu hipotezu (H4). Konačno, podatak da je samo 29% sudionika spontano imitiralo robotov ples, a 25% robotovu gestu pozdravljanja, rezultirao je odbacivanjem i pete hipoteze (H5). Usprkos tome što zbog malog, heterogenog uzorka generalizacija rezultata nije moguća, buduća opsežnija ispitivanja, u kojima će se nastojati minimalizirati neki od navedenih tehnoloških nedostataka te propusta u protokolu, bi mogla polučiti značajne podatke.

6. LITERATURA

Billard, A., Robins, B., Nadel, J., Dautenhahn, K. (2006): Building Robota, a mini-humanoid robot for the rehabilitation of children with autism. Assistive technology, 19, 1, 37-49.

Breazeal, C. (2002): Designing sociable robots. Cambridge: MIT Press.

Breazeal, C. (2004): Social interactions in HRI: the robot view. IEE Transactions on systems, man, and cybernetics, 34, 2, 181- 186.

Colby, K.M. (1973): The rationale for computer-based treatment of language difficulties in nonspeaking autistic children. Journal of autism and developmental disorders, 3, 3, 254–260.

Dautenhahn, K., Billard, A. (2002): Games children with autism can play with Robota, a humanoid robotic doll. U: Keates, S., Langdon, P., Clarkson, J., Robinson, P. (ur.): Universal access and assistive technology (str. 179-90). London: Springer-Verlang.

Dautenhahn, K., Werry, I., Salter, T., Boekhorst, R. (2003): Towards adaptive autonomous robots in autism therapy: varieties of interactions. Proceedings of 2003 IEEE International symposium on computational intelligence in robotics and automation (str. 577-582). New Jersey: IEEE.

Dautenhahn, K. (2007): Socially intelligent robots: dimensions of human–robot interaction. Philosophical transactions of the royal society B: Biological sciences, 362, 679-704.

Duquette, A., Michaud, F., Mercier, H. (2008): Exploring the use of a mobile robot as an imitation agent with children with low-functioning autism. Autonomus robots, 24, 2, 147-157.

Feil-Seifer, D., Matarić, M. (2005): Defining socially assistive robotics. Proceedings of IEEE 9th International conference of rehabilitation robotics (str. 465-468). Chicago: Rehabilitation institute of Chicago.

Ferrara, C., Hill, D.S. (1980): The responsiveness of autistic children to the predictability of social and nonsocial toys. Journal of autism and developmental disorders, 10, 1, 51-57.

Fong, T., Nourbakhsh, I., Dautenhahn, K. (2003): A survey of socially interactive robots. Robotics and autonomous Systems, 42, 143-166.

Gabriels, R.L., Hill, S.D. (2007): Growing up with autism. New York: Guilford press.

Ghaziuddin, M., Butler, E. (1998): Clumsiness in autism and Asperger syndrome: a further report. Journal of intellectual disability research, 42, 1, 43-48.

Giullian, N., Ricks, D., Atherton, A., Colton, M., Goodrich, M., Brinton, B. (2010): Detailed requirements for robots in autism therapy. Proceedings of IEEE International conference on systems, man, and cybernetics (str. 2595-2602). Istanbul: Kudret press & digital printing company.

Johnson, C. P., Meyers, S. M., Lipkin, P.H., Cartwright, J.D., Desch, L.W., Duby, J.C., Elias, E.R., Levey, E.B., Liptak, G.S., Murphy, N.A., Tilton, A.H., Lollar, D., Macias, M., McPherson, M., Olson, D.G., Strickland, B., Skipper, S.M., Ackermann, J., Del Monte, M., Challman, D.T., Hyman, S. L., Levy, S.E., Spooner, S.A., Yeargin-Allsopp, M. (2007): Identification and evaluation of children with autism spectrum disorders. Pediatrics, 120, 5, 1183-1215.

Kim, E. S., Berkovits, L. D., Bernier, E. P., Leyzberg, D., Shic, f., Paul, R., Scassellati, B. (2013): Social robots as embedded reinforcers of social behavior in children with autism. Journal of autism and developmental disorders, 43, 1038-1049.

Klin, A., Jones, W., Schultz, R., Volkmar, F, Cohen, D. (2002): Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. The archives of general psychiatry, 59, 9, 809-816.

Kozima, H., Nakagawa, C., Yasuda, Y. (2005): Designing and observing human-robot interactions for the study of social development and its disorders. Proceedings of 2005 IEEE

International symposium on computational intelligence in robotics and automation (str. 41-46). New Jersey: IEEE.

Kozima, H., Nakagawa, C. (2006): Interactive robots as facilitators of children's social development. U: Lazinica, A. (ur.): Mobile robots: towards new applications (str. 269-286). Beč: Advanced robotic systems.

Kozima, H., Nakagawa, C., Yasuda, Y. (2007): Children-robot interaction: a pilot study in autism therapy. Progress in brain research, 164, 385–400.

Lee, J., Takehashi, H., Nagai, C., Obinata, G., Stefanov, D. (2012): Which robot features can stimulate better responses from children with autism in robot-assisted therapy? International journal of advanced robotic systems, 9, 72, 1-6.

Mari, M., Castiello, U., Marks, D., Marraffa, C., Prior, M. (2003): The reach-to-grasp movement in children with autism spectrum disorder. Philosophical transactions of royal society B: Biological science, 358, 1430, 393-403.

Michaud, F., Théberge-Turmel, C. (2002): Mobile robotic toys and autism. U: Dautenhahn, K., Bond, A., Cañamero, L., Edmonds, B. (ur.): Socially intelligent agents - creating relationships with computers and robots (str. 125-132). Norwell, MA: Kluwer academic publishers.

Michaud, F., Laplante, J.F., Larouche, H., Duquette, A., Caron, S., Létourneau, D., Masson, P. (2005): Autonomous spherical mobile robot for child-development studies. IEEE Transactions on systems, man, and cybernetics, 35, 471–480.

Norbury, C.F., Sparks, A. (2013): Difference or disorder? Cultural issues in understanding neurodevelopmental disorders. Developmental psychology, 49, 45-58.

Peca, A., Simut, R., Pintea, S., Costescu, C., Vanderborght, B. (2014): How do typically developing children and children with autism perceive different social robots? Computers in human behavior, 41, 268–277.

Peca, A., Simut, R., Pintea, S., Vanderborght, B. (2015): Are children with ASD more prone to test the intentions of the Robonova robot compared to a human? International journal of social robotics, 7, 5, 629-639.

Petrić, F., Hrvatinic, K., Babić, A., Malovan, L., Miklić, D., Kovačić, Z., Cepanec, M., Stošić, J., Šimleša, S. (2014): Four tasks of a robot-assisted autism spectrum disorder diagnostic protocol: First clinical tests. Proceedings of IEEE Global humanitarian technology conference (str. 510-517). New Jersey: IEEE.

Popčević, K., Ivšac Pavliša, J., Bohaček, A.-M., Šimleša, S., Bašić, B. (2016): Znanstveno utemeljene intervencije kod poremećaja iz spektra autizma. Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja, 52, 1, 100-113.

Robins, B., Dautenhahn, K., Dubowski, J. (2005): Robots as isolators or mediators for children with autism? A cautionary tale. Proceedings of the symposium on robot companions: hard problems and open challenges in robot-human interaction (str. 82-88). Hatfield: University of Hertfordshire.

Robins, B., Dautenhahn, K., Dubowski, J. (2006): Does appearance matter in the interaction of children with autism with a humanoid robot? Interaction Studies, 7, 3, 509-542.

Robins, B., Dautenhahn, K., Dickerson, P. (2009): From isolation to communication: a case study evaluation of robot assisted play for children with autism with a minimally expressive humanoid robot. Proceedings of second international conference on advances computer-human interactions (str. 205-211). New Jersey: IEEE.

Rosenthal, A.M., Krämer, N.C., Hoffmann, L., Sobieraj, S., Eimler, S.C. (2013): An experimental study on emotional reactions towards a robot. International journal of social robotics, 5, 1, 17-34.

Salter,T., Michaud, F., Létourneau, D. (2009): An exploratory investigation into the effects of adaptation in child-robot interaction. Progress in robotics- Proceedings of the International conference on social robotics (str. 102-109), Kim, J.H., Ge, S.S., Vadakkepat, P., Jesse, N., Al Mamun, A., Puthusserypady, S., Rückert, U., Sitte, J., Witkowski, U., Nakatsu, R., Braunl, T., Baltes, J., Anderson, J., Wong, C.C., Ahlgren, D. (ur.). Berlin: Springer-Verlag.

Salter, T., Michaud, F. (2011): Innovations in robotic devices for autism. U: Chau, T., Fairley, J. (ur.): Paediatric rehabilitation engineering, From disability to possibility (str. 241-290). Boca Raton: CRC Press.

Scassellati, B. (2007): How social robots will help us to diagnose, treat, and understand autism. Robotics research, 28, 552-563.

Scassellati, B., Admoni, H., Matarić, M. (2012): Robots for use in autism research. The annual review of biomedical engineering, 14, 1, 275-274.

Shamsuddin, S., Yussof, H., Ismail, L., Hanapiah, F.A., Mohamed, S., Piah, H.A., Ismarrubie Zahari, N. (2012): Initial response of autistic children in human-robot interaction therapy with humanoid robot NAO. Proceedings of 2012 IEEE 8th International colloquium on signal processing and its applications (str. 188-193). New Jersey: IEEE.

Shives, L.R. (2007): Basic concepts of psychiatric-mental health nursing. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.

Shriberg, L. D., Paul, R., McSweeny, J. L., Klin, A., Cohen, D. J., Volkmar, F. R. (2001): Speech and prosody characteristics of adolescents and adults with high-functioning autism and Asperger syndrome. Journal of speech, language, and hearing research, 44, 1097-1115.

Srinivasan, S., Bhat, A. (2013): The effect of robot-child interactions on social attention and verbalization patterns of typically developing children and children with autism between 4 and 8 years. Autism, 3, 2, 1-7.

Stanton, C.M., Kahn, P.H., Severson, R.L., Ruckert, J.H., Gill, B.T. (2008): Robotic animals might aid in the social development of children with autism. Proceedings of 3rd ACM/IEEE International conference of human-robot interaction (str. 271-278). New York: ACM.

Volkmar, F. R., Lord, C., Bailey, A., Schultz, R. T., Klin, A. (2004): Autism and pervasive developmental disorders. Journal of child psychology and psychiatry, 45, 1, 135–170.

Wada, K., Shibata, T., Saito, T., Tanie, K. (2002): Analysis of factors that bring mental effects to elderly people in robot assisted activity. Proceedings of IEEE/RSJ International conference on intelligent robots and systems (str. 1152-1157). New Jersey: IEEE.

Werry, I., Dautenhahn, K, Harwin, W. (2001a): Evaluating the response of children with autism to a robot. Proceedings of RESNA 2001, Rehabilitation engineering and assistive technology society of North America, (str. 22-26). Arlington: RESNA Press.

Werry, I., Dautenhahn, K., Ogden, B., Harwin, W. (2001b): Can social interaction skills be taught by a social agent? The role of a robotic mediator in autism therapy. U: Beynon, M., Nehaniv, C.L., Dautenhahn, K. (ur.): Cognitive technology: instruments of mind (str. 57–74). Berlin: Springer.

7. PRILOZI

Prilog 1

HELENA (prilazi prozoru): Primuse, pogledaj!

PRIMUS: Što?

HELENA: Sunce izlazi.

PRIMUS (i dalje čitajući knjigu): Mislim da je ovo najvažnija stvar na svijetu.
Ovo je tajna života.

HELENA: Dođi ovdje.

PRIMUS: Samo tren, samo tren.

HELENA: Oh, Primuse, ne zamaraj se tajnom života. Kakve to veze ima s tobom?
Dođi, brzo, vidi --

PRIMUS (prilazeći prozoru): Što je?

HELENA: Vidi kako je lijepo sunce na izlazu. I čuješ li? Ptice pjevaju.
Oh, Primuse, tako bih voljela biti ptica.

PRIMUS: Zašto?

HELENA: Ne znam. Osjećam se tako čudno danas. Kao da sam u snu.
Osjećam bol u tijelu, u srcu, posvuda. Primuse, možda ću umrijeti.

PRIMUS: Ne čini li ti se ponekad da bi bilo bolje umrijeti? Znaš, možda i
sada samo spavamo. Prošle sam noći u snu opet razgovarao s tobom.

HELENA: U snu?

PRIMUS: Da. Govorili smo neobičnim novim jezikom,
ne mogu se sjetiti niti jedne riječi.

HELENA: O čemu?

PRIMUS: Nisam niti sam razumio, a ipak siguran sam da nikada nisam
rekao ništa ljepše. I kada sam te dotaknuo, mogao sam umrijeti.
Čak je i mjesto bilo drugačije od bilo kojeg drugog mjesta na svijetu.

HELENA: I ja sam pronašla mjesto, Primuse. Veoma je čudno.
Ljudi su nekoć ondje živjeli, ali sada ga je obraslo trnje.
Nitko više ne zalazi ondje --nitko osim mene.