Imitiraju li djeca s poremećajem iz spektra autizma humanoidnog robota?

Runje, Nikolina

Master's thesis / Diplomski rad

2017

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:158:699172

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

Imitiraju li djeca s poremećajem iz spektra autizma humanoidnog robota?

Nikolina Runje

Zagreb, lipanj, 2017.

Sveučilište u Zagrebu
Edukacijsko- rehabilitacijski fakultet

Diplomski rad

Imitiraju li djeca s poremećajem iz spektra autizma humanoidnog robota?

Nikolina Runje

Zagreb, lipanj, 2017.

Izjava o autorstvu rada

Potvrđujem da sam osobno napisala rad ***Imitiraju li djeca s poremećajem iz spektra autizma 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: Nikolina Runje

Mjesto i datum: Zagreb, lipanj 2017. godine

Imitiraju li djeca s poremećajem iz spektra autizma humanoidnog robota?

Nikolina Runje

doc.dr.sc. Sanja Šimleša

doc.dr.sc. Maja Cepanec

Odsjek za logopediju, Edukacijsko- rehabilitacijski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

Sažetak

Razne tehnološke naprave su već odavno sastavni dio dijagnostike i rehabilitacije mnogih poremećaja. U području istraživanja i unapređivanja procesa dijagnostike i terapije poremećaja iz spektra autizma (PSA), u posljednjih deset godina pozornost znanstvenika obuzima područje socijalno-asistivne robotike. Ciljevi istraživanja u području ljudsko-robotskih interakcija su se do sada uglavnom odnosili na mjerenje i analizu reakcija djece s PSA-om na robota. Daljnji ciljevi uključuju detaljnu analizu određenih ponašanja za koja se smatra da su važna u procesu dijagnostike ili terapije osoba s PSA-om. Smatra se da osobe s PSA-om pokazuju značajne teškoće u vještinama imitacije. Imitacija je kao sredstvo komunikacije povezana s pozitivnim socijalnim ponašanjima i stoga je dobar prediktor socijalnih vještina. Roboti su se pokazali kao uspješni pokretači poželjnih socijalnih ponašanja kod djece s PSA-om kao na primjer združene pažnje ili zajedničkog uživanja u nekoj aktivnosti. Iako dosadašnje studije donose važne podatke, rezultati su još nejasni. Ograničenost dosadašnjih rezultata u kombinaciji s opažanjima da djeca pokazuju interes za robota (u smislu usmjerenosti pogleda ili dodira) pokazuje da još uvijek postoji potreba za usporedbama interakcija robot-dijete s PSA-om i osoba-dijete s PSA-om. Cilj je ovog istraživanja bio izraditi protokol za kodiranje imitacije te temeljem istog ispitati djecu s PSA-om. Ovim istraživanjem htjelo se istražiti razlike u interakcijama djece s PSA-om s obzirom na različite demonstratore zadatka (robot-osoba) te detaljno opisati pojavu ponašanja imitacije. Analiza rezultata pokazala je da ispitanici više imitirali osobu nego humanoidnog robota. Samo su se neka socijalna ponašanja više javljala kada su djeca s PSA-om bila u interakciji s humanoidnim robotom. Ponašanje *usmjerenost pogleda* statistički se značajno više javljalo kada je demonstrator zadatka bio robot. Uz to ponašanja *interpasivnost* i *usmjerenost na predmet imitacije* koja upućuju na to da dijete nije usmjereno na demonstratora niti na neki način sudjeluje u interakciji s demonstratorom, su se statistički značajno više javljala kada je demonstrator bila osoba. Kvalitativnom analizom je također utvrđeno da su se ponašanja koja ukazuju na usmjerenost pažnje više javljala u odnosu na humanoidnog robota nego osobu. Rezultati ovog istraživanja su u suglasnosti s dosadašnjim istraživanjima imitacije djece s PSA-om u odnosu na robota. Još jednom se pokazalo da se djeca s PSA-om rado uključuju u interakciju s robotom te da roboti mogu djelovati kao medijatori interakcije dijete s PSA-om - osoba.

Ključne riječi: poremećaj iz spektra autizma, humanoidni robot, imitacija

Do children with autism spectrum disorder imitate a humanoid robot?

Nikolina Runje

doc.dr.sc. Sanja Šimleša

doc.dr.sc. Maja Cepanec

University of Zagreb, Faculty of Education and Rehabilitation Sciences, Department of Speech and Language Pathology

Summary

Various technological devices have long been an essential part of diagnostics and rehabilitation of many disorders. In the field of autism spectrum disorders (ASD) research and enhancement of diagnostics process and therapy of individuals with ASD, scientists have become rather interested in potential of socially-assistive robotics. So far, in the field of human-robot interaction, research goals were mainly directed to measurement and analysis of children's reactions in relation to the robot partner. Future goals include detailed analysis of certain behaviours which are considered important in the process of diagnosis and therapy of individuals with ASD. Individuals with ASD have considerable imitation deficit. Imitation is correlated with positive social behaviours and is considered predictive to social skills. Robots have so far been successful in eliciting desirable social behaviours in children with ASD, such as joined attention or sharing of the enjoyment. Current research has made some important findings, but results are still inconclusive. Combination of limited generalization of current results and observations of children's interest in robots (shown by behaviours such as gaze direction and touch) is indicative of need for further research. The purpose of the current study was to construct a protocol for coding imitation and to use it with children with ASD. Goal was to examine the differences in interactions of children with ASD in relation to the demonstrator of the task (robot-human) and to give a detailed description of the imitation skills. Results show that children with ASD imitate more when paired with human demonstrator. Occurrence of some observed social behaviours has been higher for robot demonstrator. *Gaze direction* had a statistically higher occurrence when children were paired with robot. Behaviours such as *interpassivity* and *focus on the object of imitation,* which suggest that the child is not in any way directed to the demonstrator had a statistically higher occurrence for the human demonstrator. Qualitative analysis suggests that children with ASD generally directed more attention to the robot demonstrator. Results of this study are in the agreement with the previous studies of imitation in the children with ASD in relation to robot partner. Once again it has been shown that the children with ASD enjoy interacting with robots and that robots can be successful in mediating interactions for children with ASD.

Key words: autism spectrum disorders, humanoid robots, imitation

Sadržaj

1.UVOD 1
1.1.Uloga imitacije u razumijevanju poremećaja iz spektra autizma 1
1.2.Veza između imitacije i socijalno komunikacijskih ponašanja u autizmu 4
1.3.Robotika 6
1.3.1.Socijalno asisitivna robotika 6
1.3.2.Socijalno-asistivna robotika i poremećaj iz spektra autizma 7
1.3.3.Imitacija djece s poremećajem iz spektra autizma u interakciji s ljudima i robotima 11
1.4.ADORE projekt 14
2.CILJ I PROBLEMI ISTRAŽIVANJA 14
3.METODE ISTRAŽIVANJA 15
3.1.Sudionici 15
3.2.Protokol ispitivanja 15
3.3.Način provođenja 17
3.3.1.Zadatak Imitacija-šalica 18
3.3.2. Zadatak Imitacija-žaba 19
3.4. Varijable 19
3.5. Metode obrade podataka 20
3.5.1.Kodiranje video i audio – zapisa 20
3.5.2.Statistička obrada podataka 21
4.REZULTATI I RASPRAVA 21
4.1.Zadatak Imitacija-šalica 21
4.1.1. Uspješnost imitacije s obzirom na demonstratora zadatka 21
4.1.2. Pojava socijalnih ponašanja za vrijeme demonstracije zadatka s obzirom na demonstratora zadatka 22
4.1.3. Pojava socijalnih ponašanja za vrijeme izvedbe zadatka s obzirom na demonstratora zadatka 24
4.2. Zadatak Imitacija-žaba 27
4.2.1. Uspješnost imitacije s obzirom na demonstratora zadatka 27
4.2.2. Pojava socijalnih ponašanja za vrijeme demonstracije zadatka s obzirom na demonstratora zadatka 28
4.2.3. Pojava socijalnih ponašanja za vrijeme izvedbe zadatka s obzirom na demonstratora zadatka 30
4.3.Nedostatci istraživanja 32
5.ZAKLJUČAK 34
6.LITERATURA 35

1.UVOD

Živimo u svijetu u kojem svakodnevno možemo svjedočiti razvoju postojećih i uvođenju novih tehnoloških naprava. Ubrzani tehnološki napredak nije zaobišao ni područje robotike koje nudi iznimne mogućnosti za inovacije u području istraživanja specifičnih teškoća. Roboti više nisu vezani samo uz laboratorije i sveučilišta. Različite vrste robota zauzimaju mjesto u životima ljudi sa sve raznolikijim ulogama. Njihova svrha se poklapa s jedinstvenim ciljem poboljšanja kvalitete života ljudi. Naročitu pozornost znanstvenika koji se bave istraživanjem specifičnih teškoća obuzima područje socijalno-asistivne robotike te stvarni i potencijalni doprinos tog područja u dijagnostici i rehabilitaciji specifičnih teškoća. U ovom radu će se razmotriti što sve područje robotike može pružiti u kontekstu poremećaja iz spektra autizma stoga će se prvo definirati teorijska osnova za upotrebu robotskih platformi u radu s osobama s poremećajem iz spektra autizma. Također ćemo prikazati rezultate drugih istraživanja koja su se bavila ovom tematikom.

1.1.Uloga imitacije u razumijevanju poremećaja iz spektra autizma

Socijalne interakcije su neizostavan dio svakodnevnog života većine ljudi ali nekim pojedincima upravo socijalne interakcije predstavljaju nepremostiv problem u svakodnevnom funkcioniranju. Poremećaj poznat pod nazivom autizam je vrsta neurorazvojnog poremećaja koji predstavlja spektar razvojnih teškoća koji se klasificiraju kao poremećaj iz spektra autizma (PSA) (Centar za kontrolu i prevenciju bolesti, 2011). Otkako je prvi put opisan, autizam je bio u središtu istraživačkih interesa mnogih znanstvenika iz raznih znanstvenih polja. Prvi ga je opisao psihijatar Leo Kanner još 1943. godine a od tada su autizam istraživali psiholozi, logopedi, liječnici, rehabilitatori i mnogi drugi (Bujas Petković, Frey Škrinjar i sur., 2010). Definicija autizma se mijenjala kroz godine zajedno sa znanstvenim metodama koje su se koristile pri istraživanju ovog poremećaja. Još je Kanner naglašavao da je kod djece s autizmom upečatljiv manjak interesa za socijalnu okolinu (Volkmar, Chawarska i Klin, 2005). Sedamdeset godina nakon Kannera i brojnih studija autizma znamo da je PSA u svojoj biti definiran trajnim teškoćama u područjima socijalne interakcije i komunikacije kao i prisutnošću ograničenih i ponavljajućih oblika ponašanja (DSM 5, 2013). Svijest javnosti o PSA i važnosti rane dijagnoze i intervencije su se povećale kroz posljednja dva desetljeća (Volkmar i sur., 2005). Dok su se informacije o PSA-u još krajem 90-ih godina prošlog stoljeća temeljile na roditeljskim izvještajima, danas smo na domak uvođenju autonomnih robotskih platformi u dijagnostiku autizma. No unatoč znatnom napretku u metodama prikupljanja informacija i sve ranijem dijagnosticiranju PSA kod djece i dalje postoji ogroman

prostor za napredak. PSA se smatra relativno čestim poremećajem koji se veže uz iznimne financijske i ljudske resurse. Trenutno ne postoji lijek za osobe s PSA-om no važno je napomenuti da znanstveno utemeljeni pristupi koji se trenutno primjenjuju mogu poboljšati kvalitetu života i razinu samostalnosti (Thill, Pop, Belpaeme, Ziemke i Vanderborght, 2012). Također, unatoč povećanoj svijesti o PSA i velikim novčanim sredstvima koja se usmjeravaju na istraživanja o ovom poremećaju sve do danas PSA ostaje bihevioralno određen poremećaj. Ne postoji test za PSA te se dijagnoza PSA temelji na procjeni socijalnih i komunikacijskih vještina te stereotipnih i ponavljajućih obrazaca interesa, ponašanja ili aktivnosti. Međutim, čak i ako je provodi osoba koja je iskusan kliničar, procjena je i dalje neprecizna i subjektivna jer je rezultat opažanja pojedinca. Relativna subjektivnost procjene dovodi dalje do neslaganja u dijagnozama između kliničara. Na problem dijagnosticiranja se dalje nadovezuje problem odabira prikladnog tretmana za pojedinca jer neprikladne dijagnoze vode ka neprikladnom tretmanu. Očigledno je da će rezultat svega navedenoga biti određena ograničenost u objavljivanju rezultata studija koje se temelje na ispitivanju populacije osoba s PSA-om (Volkmar i sur., 2005). Problem dijagnosticiranja se odražava u epidemiološkim studijama koje izvještavaju o znatnoj varijaciji u prevalenciji poremećaja. Novije studije obično izvještavaju višu prevalenciju (čak i do 1 na 68 osoba) (Centar za kontrolu i prevenciju bolesti, 2014), dok su starije studije obično sustavno izvještavale o brojkama između 1 na 500 -1000 osoba (Fombonne, 1999). Zasada ne možemo sa sigurnošću odrediti faktore koji na to utječu ali obično se navode: stvarni porast prevalencije poremećaja, povećana svijest o PSA-u i promjene dijagnostičkih kriterija. Jasno je međutim da postoji potreba za razvojem i primjenom novih dijagnostičkih i terapijskih paradigmi. One trebaju doprinijeti brzini i preciznosti donošenja ranih dijagnoza i odabiru najdjelotvornijih tretmana. Osobe s PSA-om imaju različite potrebe i znatno se razlikuju u vještinama i sposobnostima koje posjeduju (Gabriels, Ivers, Hill, Agnew i McNeil, 2007). Iz ovoga proizlazi potreba za individualiziranim intervencijskim strategijama (Thill i sur., 2012).

Postoje brojne teorije o tome što zapravo leži u podlozi PSA. Jedna od tih teorija je da osobe s PSA-om imaju teškoće u razumijevanju namjera i stavova drugih ljudi jer nisu razvile "teoriju uma" (Baron-Cohen, Leslie i Frith, 1985). Međutim, objašnjenja koja nudi teorija uma su se pokazala nedostatnima s obzirom na sve značajke PSA. Prvenstveno, djeca tipičnog razvoja razvijaju teoriju uma do poslije četvrte godine a simptomi PSA se javljaju već prije druge godine života. Stoga, moraju postojati problemi s nekim drugim mehanizmima koji objašnjavaju širok spektar simptoma. Rogers i Pennington (1991) navode kako bi teškoće s

mehanizmom imitacije teoretski mogle popuniti praznine u opisu PSA koje teorija uma ne može pružiti. Imitacija se javlja prije teorije uma a uz to teškoće u imitaciji bi mogle biti temelj drugim socijalnim teškoćama osoba s PSA-om. Osoba za vrijeme imitacije pripisuje određeni plan neke radnje drugima, potom taj plan prebacuje u svoj um i imitira radnju. Rogers i Pennigton (1991) to uspoređuju s procesom dodjeljivanja mentalnih stanja drugima kao što to osoba čini kada se uključuje u zadatke teorije uma. Ispravna pretpostavka o uvjerenjima i namjerama druge osobe vodi do kopiranja tih uvjerenja i namjera u vlastiti um, time stvarajući reprezentaciju drugog reda. U imitaciji osoba radi slično, samo što umjesto mentalne reprezentacije uvjerenja ili stava prebacuje plan neke radnje u svoj um i potom tu radnju izvršava. U tipičnom razvoju imitacija se javlja rano u razvoju (Meltzoff i Moore, 1997) i igra važnu ulogu u razvoju kognitivnih i socijalno – komunikacijskih ponašanja, poput jezika, igre i združene pažnje (Rogers i Pennington, 1991). Imitacija je složena razvojna vještina koja zahtjeva kognitivne i socijalne mehanizme koji igraju ključnu ulogu u ranom razvoju (Nadel, 2004). Postoji veza između imitacije i kognitivnih sposobnosti, izražavanja afekta, jezičnog razvoja i socijalne interakcije (Pop i sur., 2013) te komunikacije (Nadel, 2004). Imitacija ima dvije funkcije: funkciju učenja koja omogućuje učenje novih vještina i znanja te socijalnu funkciju putem koje se djeca uključuju u socijalne i emocionalne razmjene s drugima (Uzigris, 1981). Kroz socijalnu upotrebu imitacije djeca tipičnog razvoja razvijaju socijalno komunikacijske vještine koje predstavljaju problem djeci s PSA-om (Ingersoll, 2008). Na primjer, rane interakcije licem u lice sa skrbnikom za djecu tipičnog razvoja predstavljaju priliku da pokažu interes za svog komunikacijskog partnera putem recipročnih imitacijskih igara (dijete i skrbnik imitiraju vokalizacije i facijalne ekspresije onog drugog) (Nadel, Guerini, Peze i Rivet, 1999, Uzigris 1981, 1999). Pred kraj prve godine, igra između djeteta i skrbnika se usmjerava na predmet i dijete počinje imitirati ono što skrbnik radi s igračkama (Uzigris 1990). U ranim dijadama između djeteta i skrbnika imitacija se učestalo javlja i osim što služi izražavanju interesa za komunikacijskog partnera također služi i kao strategija kroz koju dijete uči konvencionalnu funkciju predmeta (Uzigris 1990). Recipročna imitacija igra ključnu ulogu i u ranim interakcijama s vršnjacima. Neprekinuta recipročna imitacija je dominantan oblik socijalne interakcije i komunikacije djece iste dobi (u predškolskoj dobi) jer se zasniva na zajedničkom razumijevanju aktivnosti koja se odvija između njih (Eckerman, 1993). Dakle, socijalna upotreba imitacije u ranom djetinjstvu je preduvjet za razvijanje sofisticiranijih socijalno komunikacijskih vještina. Bilo kakva teškoća koja rezultira smanjenom mogućnosti imitacije u ranom djetinjstvu može imati znatan utjecaj na razvoj drugih socijalno komunikacijskih vještina (Ingersoll, 2008). Pokazalo se da

poboljšanje imitacijskih sposobnosti kod djece s PSA-om kroz dobro osmišljene terapije može dugoročno dovesti do poboljšanja u jezičnim sposobnostima, igri i teoriji uma (Meltzoff i Gopnik, 1993). Kao što je već naglašeno, glavno obilježje PSA čine generalno lošije socijalne sposobnosti, stoga je poboljšanje u području jezika, igre i teorije uma važan faktor u uspostavljanju recipročnih odnosa. Većina aktualnih teorija ipak naglašava kako su najistaknutiji problemi PSA povezani s teškoćama u trijadičkim interakcijama (npr. združena pažnja) dok imitacija uključuje i dijadičku i trijadičku razmjenu. Međutim, povezanost između socijalne odgovorljivosti i imitacije koju su pronašli Rogers, Hepburn, Stackhouse i Wehner (2003) prikazuje važnost dijadičkih interakcija u razvoju imitacijskih sposobnosti koje također mogu biti narušene kod djece s PSA-om. Ovaj dokaz ide u prilog brojnim opažanjima o narušenoj sposobnosti imitacije kod djece s PSA-om u svakodnevnim interakcijama. Stoga se teškoće u imitaciji mogu najbolje klasificirati kao dio poremećaja u socijalnim interakcijama. S obzirom na teoretsku važnost rane imitacije u socio-emocionalnom razvoju (Stern, 1985) čini se da teorije još nisu dovoljno obradile mogući utjecaj teškoća imitacije kod djece s PSA-om. Nedostatak socijalne i emocionalne recipročnosti je izražen do te mjere da ga neki smatraju jedinstvenim za PSA (Rogers i sur., 2003). Problemi s imitacijom mogu diskriminirati djecu s PSA-om od djece s drugim razvojnim poremećajima već u dobi od dvije godine (Charman i sur., 1997) što čini razumijevanje deficita u imitaciji važnim dijelom razumijevanja PSA.

1.2.Veza između imitacije i socijalno komunikacijskih ponašanja u autizmu

Djeca s poremećajem iz spektra autizma pokazuju značajne teškoće u vještinama imitacije na raznim zadatcima imitacije uključujući simboličke i nesimboličke pokrete tijela, simboličku i funkcionalnu upotrebu predmeta, vokalizacije i facijalne ekspresije (Williams, Whiten i Singh, 2004). Imitacija je kao sredstvo komunikacije povezana s pozitivnim socijalnim ponašanjima i stoga je dobar prediktor socijalnih vještina (Brooks i Howard, 2012). Teorije koje se bave imitacijom spadaju u dvije kategorije: specijalističke i generalističke (Brass i Heyes, 2005). Specijalističke teorije predlažu da imitaciju kontrolira poseban imitacijski modul dok generalističke teorije predlažu da je imitacija dio nespecijaliziranog modula za učenje te njome upravljaju mehanizmi motorne kontrole. Neki istraživači smatraju da se kod osoba s PSA-om javljaju teškoće u imitaciji koje se ne mogu objasniti postojanjem nekog drugog deficita, kao na primjer teškoćama opće motorne kontrole ili teškoćama učenja (Vanvuchelen, Roeyers i De Weerdt, 2011). Međutim, istraživanja ne daju konzistentne rezultate u odnosu na ovaj istraživački problem. Zadatci koji se koriste u ispitivanju

imitacijskih sposobnosti mogu ispitivati automatsku ili voljnu imitaciju. Zadatci voljne imitacije stavljaju naglasak na nespecifične mehanizme imitacije. U ovim zadatcima istraživač od ispitanika traži da imitira radnju koja ima mnogo vremenskih i prostornih karakteristika i ne specificira što točno ispitanik mora reproducirati. Na primjer, istraživač može ispitanika navesti na neku radnju sljedećim zahtjevom: "Napravi ovo" (Bird, Leighton, Press i Heyes, 2007). Dakle, kada ispitanik odlučuje što je sve važno za uspješnu izvedbu zadatka oslanja se na interpretaciju socijalnog konteksta i mentalnih stanja istraživača. Da bi se uspješno fokusirao na određene dimenzije neke radnje ispitanik mora imati dobru sposobnost izvršne funkcije i održavanja pažnje (Bird i sur., 2007). U dosadašnjim istraživanjima se pokazalo da osobe s PSA-om imaju teškoće sa svim navedenim vještinama stoga svaka od njih predstavlja moguć nespecifični mehanizam koji može utjecati na zadatke voljne imitacije. Na primjer, rezultati analize podataka dobivenih eye-tracking uređajem pokazali su da djeca s PSA-om obraćaju manje pažnje na lice demonstratora dok izvodi zadatak koji treba imitirati (Vivanti i sur., 2008). Stoga, pri interpretaciji istraživanja u kojima su korišteni zadatci voljne imitacije treba u obzir uzeti mogući utjecaj nespecifičnih mehanizama. U zadatcima automatske imitacije, od ispitanika se ne zahtijeva imitacija. Od njih se traži da samo promatraju neku radnju. Za vrijeme promatranja mogu biti pasivni ili aktivni na način da izvode unaprijed zadani jednostavan pokret. Za vrijeme pasivnog promatranja istraživač mjeri nevoljne mišićne odgovore. Ukoliko se radi o ispitivanju u kojem je sudioniku rečeno da za vrijeme promatranja mora izvoditi jednostavan pokret, onda se mjere razlike u brzini izvođenja toga pokreta dok promatra drugu osobu dok izvodi neku radnju. Nekoliko istraživanja automatske imitacije je pokazalo da ne postoji deficit kod osoba s PSA-om u izvođenju zadataka automatske imitacije (Bird i sur., 2007, Carpenter, Pennington i Rogers, 2001).

Dokazi za hipotezu o postojanju specifičnih faktora koji kontroliraju sposobnost imitacije dolaze iz neuroloških studija koje sugeriraju da je PSA karakteriziran disfunkcijom zrcalnog sustava (pr. Williams, Whiten, Suddendorf i Perret, 2006). Zrcalni sustav, koji se sastoji od obostrane donje čeone vijuge i zatiljnog režnja, koji su aktivni dok se radnja promatra i izvodi, je maksimalno aktivan za vrijeme imitacije (Iacoboni i sur., 1999). Međutim, studije o zrcalnom sustavu daju nekonzistentne rezultate. Za početak, Avikainen, Kulomäki i Hari (1999) su dobili da ne postoji razlika u aktivaciji motornog korteksa kod osoba s PSA i kontrolne skupine kada su promatrali jednostavne pokrete ruku. Također, različite studije su uspjele povezati deficit u zrcalnom sustavu s različitim neurološkim područjima. Tako su

Dapretto i sur. (2006) pronašli da kod osoba s PSA-om postoji smanjena aktivnost u donjoj čeonoj vijuzi i normalna aktivnost zatiljnog režnja dok su Williams i sur. (2006) dobili suprotan uzorak rezultata.

1.3.Robotika

Napredak u posljednjim godinama je omogućio robotima da ispunjaju razne funkcije. Tako, Ujedinjeni narodi 2002.g. robote dijele u tri skupine: industrijski roboti, profesionalni servis roboti i osobni servis roboti (Bartneck i Forlizzi, 2004). Razvoj robotike je povijesno najviše bio usmjeren na industrijske robote dok su profesionalni servis roboti bili manje korišteni. No i njihova upotreba je sve zastupljenija otkako se uvriježilo korištenje profesionalnih servis robota u područjima koja se nedostupna ljudima ili na neki način opasna za ljude (pr. rukovanje nuklearnim otpadom). Osobni servis roboti su kategorija robota za koju se predviđao najveći porast u broju korištenih jedinica (Bartneck i Forlizzi, 2004). U tu skupinu spadaju i roboti koji prepoznaju i odgovaraju na socijalne tragove (eng. social cues) odnosno socijalno interaktivni roboti (Fong, Nourbakhsh i Dautenhahn, 2003).

Termin robotika dakle obuhvaća velik broj različitih istraživačkih polja, sistema i primjena. Međutim, istraživače koji žele iskoristiti mogućnosti koje pruža robotika u svrhu pomaganja ljudima sa specifičnim teškoćama najviše zanimaju dva područja unutar robotike: socijalna i asistivna robotika. Socijalna robotika je područje u koje spadaju roboti koji se uključuju u neku vrstu socijalne interakcije s ljudima bilo to kroz govor, geste ili neki drugi način (Scassellati, Admoni i Matarić, 2012). Asistivna robotika je područje u koje spadaju roboti koji pomažu osobama s posebnim potrebama. Kohezijom ova dva područja nastaje novo područje socijalno-asistivne robotike u koje spadaju roboti dizajnirani da pomažu kroz socijalnu interakciju (Breazeal, 2004).

1.3.1.Socijalno asisitivna robotika

Socijalno- asistivna robotika (SAR) je mlado polje koje se brzo razvija i dio je područja robotike koje pokušava stvoriti socijalno inteligentne robote (Tapus, Matarić i Scassellati, 2007). Socijalno inteligentni roboti nemaju samo temeljne sposobnosti kretanja i autonomnog djelovanja nego predstavljaju utjelovljene entitete koji komuniciraju i uključuju korisnike u socijalnu interakciju. Istraživanja ljudsko-robotske interakcije u socijalno- asistivnoj robotici su interdisciplinarna jer je za stvaranje socijalno inteligentnog robota potrebno spojiti znanja iz područja robotike, medicine, društvenih, kognitivnih i mnogih drugih područja znanosti (Tapus i sur., 2007). Socijalno- asistivna robotika može pomoći mnogima: starijim osobama, osobama s tjelesnim i kognitivnim oštećenjima, osobama s razvojnim poremećajima itd. U

području edukacije i brige za djecu istraživači se nadaju da će roboti imati sastavnu ulogu u poboljšanju kvalitete života ljudi sa specifičnim teškoćama. Poseban cilj unutar područja SAR-a je razvijanje socijalno interaktivnog robota koji bi motivirao i poticao djecu na sudjelovanje u socijalnim interakcijama te olakšavao transfer naučenih vještina u interakciju s ljudima (Tapus i sur., 2007). Smatra se da bi socijalno interaktivni robot posebno mogao pomoći osobama kojima socijalne interakcije predstavljaju svakodnevan problem, odnosno osobama s PSA-om. Istraživanja reakcija djece s PSA-om su pokazala da roboti mogu motivirati djecu na uključivanje u socijalne interakcije, čak i kada se radi o djeci koja to inače čine nevoljko (pr. Zheng, Z. i sur., 2015, Kozima, Nakagawa i Yasuda, 2005, Robins, Dautenhahn i Dickerson, 2009). Rezultate ovih istraživanja za sada nije moguće generalizirati jer se uglavnom radi o studijama slučaja. Međutim, konzistentnost izvještaja o pozitivnim učincima ljudsko- robotske interakcije je temeljna premisa daljnjeg razvoja SAR sistema. SAR može ponuditi nove načine za razumijevanje poremećaja kao što je PSA. Takva tehnologija može dati kvantitativne, objektivne mjere socijalnih odgovora kroz dvije metode: pasivnim opažanjem djeteta u interakciji s kliničarem ili skrbnikom i kroz strukturirane interakcije s robotom u standardiziranom protokolu u kojem robot izaziva određena socijalna ponašanja. Pasivnim opažanjem može skupljati razne podatke koji između ostalog uključuju usmjerenost pogleda, vokalnu prozodiju i pozicioniranje osobe u prostoriji u odnosu na druge ljude i predmete. U interakciji može skupljati kvantitativne i kvalitativne podatke o reakcijama djece.

1.3.2.Socijalno-asistivna robotika i poremećaj iz spektra autizma

S obzirom da sve do danas PSA ostaje bihevioralno određen poremećaj, Scassellati (2005) ukazuje na mogućnosti korištenja robota u kvantifikaciji i dijagnostici PSA. SAR sistemi mogu biti dizajnirani da detektiraju, mjere i odgovaraju na socijalno ponašanje te nude mogućnosti objektivnog i kvantitativnog opisa socijalnih odgovora. Klinička upotreba interaktivnih robota u terapiji je isto tako dio interesa istraživača. Temeljna opažanja na kojima se zasniva logika iza korištenja robota u interakciji s osobama s PSA-om su : 1) osobe s PSA-om pokazuju jake strane u razumijevanju fizičkog svijeta a relativno slabe strane u razumijevanju socijalnog svijeta (Klin, Gorrindo, Ramsay i Jones, 2009), 2) osobe s PSA-om bolje odgovaraju na povratne informacije kada im se prezentiraju putem tehnologije (Ozonoff, 1995) i 3) osobe s PSA-om osjećaju unutarnju motivaciju za terapiju u kojoj se koriste elektroničke naprave ili tehnologija poput robota (Robins, 2005). Sve navedeno čini okosnicu za uvođenje robota u terapiju osoba s PSA-om. Integracija robota u terapiju nije bila fokus

dosadašnjih istraživanja stoga ne čudi što je korištenje robota u terapiji do sada uglavnom podržano anegdotalnim dokazima o pozitivnim učincima (Diehl i sur., 2012).

Roboti se mogu razlikovati po mnogim svojstvima čak i kada se radi o robotima korištenima za istu svrhu. Mogu se razlikovati po svojim antropomorfološkim karakteristikama, repertoaru ponašanja koje mogu izvoditi, estetičkim, senzornim i interaktivnim sposobnostima. Dizajn robota je jedna od glavnih tema istraživača koji se bave dizajnom socijalno interaktivnih robota. Kako će robot izgledati, u kojoj mjeri nalikovati čovjeku i kakve će karakteristike imati ovisi o tome što robot mora postići. U području SAR-a uloga je robota stvaranje složene ljudsko-robotske interakcije. Da bi se ona mogla ostvariti robot mora posjedovati vještine koje mu omogućuju interakciju s ljudima. Osim toga, mora se ponašati prikladno s obzirom na kontekst i korisnika te fokusirati pažnju i komunikaciju na korisnika da mu pomogne u dostizanju specifičnih ciljeva (Tapus i sur., 2007).

Prema Diehl i sur. (2012) postoje četiri različite terapijske svrhe robota koje mogu izazvati različita ponašanja u pojedinaca različitih dobi i razina sposobnosti. Prva je izazivanje reakcija na robota i robotske karakteristike. To je kategorija u kojoj se uspoređuju različite karakteristike robota ovisno o njihovom stilu, brzini i frekvenciji interakcije. Druga je izazivanje određenog ponašanja gdje robot izvodi radnju u interakciji s djetetom u svrhu poticanja pojave nekog ponašanja. Treća je modeliranje, učenje i vježbanje određenih vještina i posljednja je pružanje podrške i davanje povratne informacije. Te svrhe ćemo detaljnije opisati u nastavku.

1.3.2.1.Reakcije na robote ili robotske karakteristike

Unatoč sve većem broju istraživanja još nije došlo do suglasja među istraživačima o jednom vrlo temeljnom pitanju: kako robot korišten u terapiji osoba s PSA-om treba izgledati? Nije zapravo toliko iznenađujuće što dosada konsenzusa po ovom pitanju nema jer vanjske karakteristike robota imaju važnu ulogu a rezultati istraživanja o reakcijama djece na robotski izgled su u najmanju ruku ambivalentni. Stoga, SAR sistemi korišteni u radu s djecom s PSA-om jako variraju u formi i funkciji. Dodatan razlog velikoj nedosljednosti u dizajnu robota za terapiju PSA leži u tome što je tek mali broj komercijalno dostupnih robotskih platformi prikladno za istraživanja terapije osoba s PSA-om stoga većina istraživačkih grupa dizajnira vlastite (Scassellati, Admoni i Matarić, 2012). Pri određivanju stupnja realističnosti robota, odnosno određivanju razine u kojoj će robot nalikovati na osobu, istraživači se često vode ciljem kojeg žele postići. Ukoliko se istraživači u dizajnu odluče da robot što više nalikuje osobi, sa ljudskim karakteristikama i pokretima, to može olakšati djetetu da prepozna željena

socijalna ponašanja koja robot demonstrira te napravi transfer vještina naučenih u interakciji osoba-robot na interakciju osoba-osoba. S obzirom da osobe s PSA-om imaju teškoće s generalizacijom naučenih socijalnih vještina izvan konteksta u kojem su naučene (Lord i Bishop, 2010), poriv za izradom čovjekolikih robota izgleda opravdanim. Međutim, mnogim je osobama s PSA-om prevelika senzorna stimulacija ozbiljan problem (Johnson i Myers, 2007) stoga bi manji broj ljudskih karakteristika mogao biti bolji izbor. Robotom čiji fizički izgled pojednostavljen i manje ljudski moglo bi biti lakše naglasiti i prebaciti pažnju na posebne socijalne tragove koji su potrebni za vještinu koja se uči. Postojeća literatura (Zheng i sur., 2015) pokazuje da humanoidni roboti pobuđuju interes djece s PSA-om i to na način da otvaraju mogućnost iskorištavanju tog interesa u intervencijskim pristupima. Korištenje robota može pružiti pojednostavljenu, sigurnu i predvidljivu okolinu u kojoj je moguće kontrolirati i manipulirati složenošću interakcije. U usporedbi s ostalim ne-ljudskim interaktivnim partnerima roboti imaju određene prednosti. Za razliku od terapijskih životinja ne trebaju im mjeseci i godine treninga. Mogu se programirati i izrađivati prema potrebama korisnika. Također, s obzirom da imaju svoj fizički oblik djeca ih mogu opipati i istraživati dodirom što je nešto što im računalni programi i virtualna stvarnost ne mogu pružiti (Kim i sur., 2012). Roboti dakle mogu uključiti i djecu u fizičku aktivnost što je velika prednost nad računalima s kojima se često povezuje fizička neaktivnost pa čak i socijalna izolacija (Dockrell, Earle i Galvin, 2010). S obzirom da su se do sada u istraživanjima PSA koristili različite robotske platforme koje znatno variraju u formi, teško je razlučiti što točno u dizajnu robota potiče djecu na uključivanje u socijalne interakcije.

1.3.2.2.Roboti u upotrebi za izazivanje ponašanja

Trenutna radna hipoteza je da s obzirom da osobe s PSA-om pokazuju interes za tehnologiju roboti mogu poslužiti kao sredstvo izazivanja pojave nekog ponašanja. Ponašanja koja bi robot trebao izazvati mogu biti karakteristična za PSA ukoliko se radi o dijagnostici ili to mogu biti prosocijalna ponašanja ako se robot koristi u terapiji.

Postoji nekoliko potencijalnih upotreba robota u dijagnostici. Prvo, robot može raditi u setu unaprijed određenih socijalnih scenarija u kojima je pojava ponašanja ili odsustvo ponašanja te kvaliteta odgovora važna za dijagnostiku (Diehl i sur.,2012). Prednost ovakvog unaprijed određenog dijagnostičkog postupka kojeg izvodi robot je i istovjetnost podražaja. Svaka dijagnostika, bez obzira na to kada se izvodi i za koje dijete bila bi ista, što bi moglo povećati pouzdanost dijagnostičkog instrumenta. Također, roboti bi mogli snimati i pretvarati socijalna ponašanja koja su dio dijagnostičkih kriterija u kvantitativne mjere (Scassellati, 2007, Tapus i

sur., 2007). Nažalost, ne postoji mnogo studija koje su se bavile ovakvom vrstom istraživanja. Preliminarni rezultati nekih studija pokazuju da bi roboti mogli biti korisni u izazivanju nekih ponašanja poput ponavljajućih govornih ponašanja (pr. Robins i sur., 2006). Međutim, ipak je potrebno dalje razvijati programe za ovu liniju istraživanja i prije svega prikupiti više informacija. Da bi program koji je namijenjen za izazivanje određenih ponašanja, njihovo snimanje i kvantificiranje mogao ispravno klasificirati ta ponašanja (s obzirom na njihovu čestotu i kvalitetu) potrebno je prikupiti dodatne dijagnostičke, kognitivne i jezične podatke osoba s PSA-om (Diehl i sur., 2012).

Kao što je već navedeno, roboti su se pokazali kao uspješni pokretači poželjnih socijalnih ponašanja kod djece s PSA-om kao na primjer združene pažnje ili zajedničkog uživanja u nekoj aktivnosti (Feil-Seifer i Matarić, 2009). Takva poželjna ponašanja znaju biti vrlo rijetka kod većine djece s PSA-om a neke studije su pokazale da roboti mogu djelovati ne samo kao pokretači takvih ponašanja nego i katalizatori u socijalnim interakcijama između djece i odraslih (Feil-Seifer i Matarić, 2009). Upravo je najviše pažnje u istraživanjima posvećeno mogućnostima kliničke primjene robota. Roboti mogu poslužiti kao pokretači prosocijalnih ponašanja u odnosu robot-dijete s PSA-om, dijete s PSA-om-odrasla osoba ili dijete s PSA-om-vršnjak. Uzorak rezultata varira od istraživanja do istraživanja. Robot kao pokretač prosocijalnih ponašanja u odnosu robot-dijete s PSA-om može biti korisno sredstvo. Robins, Dautenhahn, Boekhorst, i Billard (2005) su dobili podatke o učestalijoj pojavi ponašanja poput usmjerenosti pogleda i imitacije kod dvoje od četvero ispitanika. Druga uloga robota je ona medijatorska, dakle robot djeluje kao pokretač određenog ponašanja između djeteta s PSA-om i odrasle osobe ili djeteta s PSA-om i vršnjaka. Costa, Santos, Soares, Ferreira i Moreira (2010) su u svojoj studiji opazili da je dvoje djece s PSA-om nastavilo igrati igru s loptom kojoj ih je podučio robot. Pokazalo se da i kontingencija igra ulogu u izazivanju socijalnih ponašanja. Ukoliko robot sustavno odgovara na jednak način na određeno ponašanje djeteta (pr. robot uvijek proizvodi mjehuriće kada dijete pritisne gumb) veća je vjerojatnost pojave željenog socijalnog ponašanja (pr. interakcija s odraslom osobom) (Feil-Seifer i Matarić, 2009).

1.3.2.3.Roboti u upotrebi za modeliranje, učenje ili vježbanje vještine

Treća moguća primjena je stvaranje okoline u kojoj bi robot mogao služiti kao model određenih ponašanja i/ili trener određenih vještina. Cilj bi bio da robot pokazuje, odnosno podučava dijete vještini kroz imitaciju ili igru, koju će dijete kasnije prebaciti u interakciju s drugim osobama. Dakle, u ovoj ulozi roboti bi interaktivno podučavali ili modelirali

određenu vještinu. Tu je vrlo važna teoretska prednost robota zbog mogućnosti pojednostavljivanja socijalnih ponašanja do te mjere da budu lako uočljiva djeci s PSA-om (Diehl i sur., 2012). Roboti mogu pružiti predvidljivu i nepromjenjivu okolinu u kojoj je moguće izolirati socijalni input. Pristup u kojem bi terapeutska situacija uključivala jedno dijete, jednog robota i jednog terapeuta bila bi idealna za uvježbavanje ponašanja (npr. imitacije) u uvijek predvidljivom scenariju. Terapija može biti strukturirana na takav način da je u početku maksimalno isključena socijalna složenost interakcije. Dijete bi krenulo od osnovnih komponenti nekog ponašanja i kasnije nadograđivalo socijalne vještine kroz složenije interakcije (Scassellati, 2007 , Tapus i sur., 2007).

1.3.2.4.Pružanje podrške i davanje povratne informacije

Posljednja uloga robota koju Diehl i sur. (2012) navode je pružanje povratne informacije (feedback-a) tokom intervencija kojima se vježbaju određene vještine (pr. ABA). Ovdje se pokušava iskoristiti preferencija djece s PSA-om prema predmetima u toku terapije. Za razliku od računala, roboti predstavljaju utjelovljeni entitet a uz to posjeduju i čovjekolike karakteristike što znači da mogu interaktivno imitirati ljudski glas i ponašanja. Dakle, roboti okupiraju pažnju djece s PSA-om putem svojih fizičkih obilježja i potom prebacuju tu pažnju na svoje "ljudske" kvalitete. Posebna skupina koju čine roboti može pomoći terapeutima u intervencijama poput ABA-e u kojima djeca dobivaju pojačanje za određeno ponašanje. S obzirom na uski raspon interesa ove djece, pojačivač je najčešće hrana. U procesu prelaska s podrške i pojačanja u fizičkom obliku (hrana, igračke) na poželjniji oblik socijalne podrške i pojačanja roboti mogu činiti sponu između fizičkog i socijalnog svijeta za pojedince s PSA-om koji preferiraju prethodno. Pružanjem povratne informacije odnosno poticanjem, robot preuzima ulogu socijalnog medijatora/facilitatora u socijalnim izmjenama između osoba s PSA-om i partnera (Dautenhahn, 2003). Također, može djelovati kao regulator ponašanja, koji osigurava da je interakcija optimalno zahtjevna za dijete (Diehl i sur., 2012). Ako uz to koristi integrirani program za prepoznavanje afektivnosti, koji pruža upute o potrebi za promjenom podražaja ili o potrebi za poticanjem, postalo bi moguće mijenjati okolinu u skladu s trenutnim potrebama osobe s PSA-om (Liu, Conn, Sarkar i Stone, 2008).

1.3.3.Imitacija djece s poremećajem iz spektra autizma u interakciji s ljudima i robotima

Djeca s PSA-om često osjećaju tjeskobu pri interakciji s vršnjacima zbog toga što je ljudsko ponašanje složeno i nepredvidljivo. Za razliku od ljudi, obične igračke često ne mogu izazvati pojavu novih socijalnih ponašanja kod djece s PSA-om (Scassellati i sur., 2012). Roboti, izgleda, čine posebnu skupinu između ljudi i neanimiranih igračaka i nude najbolje od oba

svijeta. Stoga je cilj istraživača razviti robotsku platformu koja izaziva pozitivne i produktivne interakcije. Literatura pokazuje da je intervencijski pristup najuspješniji kada su djeca intrizično motivirana za terapiju. Prema dosadašnjim opažanjima, roboti okupiraju pažnju djece s PSA-om a upravo ta dodatna pažnja je prva stepenica u gradnji motivacije za terapiju.

Dosadašnja istraživanja na temu imitacije robota kod djece s PSA-om su relativno rijetka. S obzirom na trenutnu dostupnost robotskih platformi koje je moguće koristiti u ovakvim istraživanjima i činjenicu da je ovo područje istraživanja poprilično novo, još nije moguće donositi konačne zaključke o prednostima korištenja robota u dijagnostici i terapiji djece s PSA-om. Istraživanja se često razlikuju u dizajnu i načinu provođenja ispitivanja a kako se često radi o studijama slučaja ili malim uzorcima ispitanika ne možemo generalizirati rezultate. U ispitivanjima imitacije djece s PSA-om u interakciji s robotima različite istraživačke skupine često izvještavaju o naizgled suprotstavljajućim rezultatima. Ovdje će se napraviti kratki pregled tih rezultata s mogućim objašnjenima znatne varijabilnosti u rezultatima navedenih studija.

Nekoliko je studija pokazalo da korištenje robota u izvođenju zadataka imitacije kod djece s PSA-om dovodi do brže izvedbe imitacije (Pierno, Mari, Lusher i Castiello, 2008, Zheng i sur., 2015). Duquette, Michaud i Mercier (2008) su integracijom robota u terapiju za djecu s PSA-om opazili da iako djeca pokazuju više interesa kada im je terapijski partner robot nego osoba, djeca ipak više verbalno i neverbalno imitiraju u interakciji s osobom. Iako su ovakvi rezultati naizgled u kontrastu jedni s drugima, studije su ispitivale različite mehanizme. Duquette i sur. (2008) su mjerili imitaciju na više razina (facijalna ekspresija, pokreti tijela i poznate radnje) tražeći od djeteta da imitira 20 radnji. S druge strane, u svojoj su studiji Pierno i sur. (2008) mjerili automatsku imitaciju. Oni nisu eksplicitno tražili od djeteta da imitira pokret nego je u uputama djetetu rečeno da mora izvesti 'radnju dohvaćanja' kada vidi svjetlosni signal. Time se zapravo izaziva vizuomotorni *priming* kojim se ispituje automatska imitacija (Heyes, Bird, Johnson i Haggard, 2005). Dakle, bez upute da imitiraju djeca su promatrala radnju koju su trebala izvesti nakon svjetlosnog signala. Potom se mjerilo vrijeme odgovora za dva eksperimentalna uvjeta. U jednom je dijete bilo upareno s robotom a u drugom s osobom. U ove dvije studije, roboti se znatno razlikuju po svojim fizičkim karakteristikama. Pierno i sur. (2008) su koristili robotsku ruku a ne čitavog robota, čime se minimalizirala varijanca u pokretima koje je izvodio robot. Duquette i sur. (2008) su dizajnirali mobilnog robota za potrebe svoje studije. Iako robot Tito ima strukturu humanoidnog robota, ona je iznimno pojednostavljena. Djeca su morala imitirati radnje poput

upiranja prstom i izražavanja sreće i ljutnje, te postoji mogućnost da je iznimno pojednostavljen izgled korištenog robota utjecao na rezultate istraživanja. Još jedna važna razlika leži i u uzorku ispitanika. Dok su Duquette i sur. (2008) u svojoj studiji ispitivali niskofunkcionirajuću, Pierno i sur. (2008) su ispitivali visokofunkcionirajuću djecu s PSA-om.

Međutim, iako su Duquette i sur. (2008) dobili da djeca s PSA-om manje imitiraju robota nego osobu, pokazalo se da se ista djeca više združuju pažnju u aktivnostima koje uključuju facijalnu ekspresiju, radnje s predmetima i radnje bez predmeta, kada su uparena s robotom. Da bi utvrdili pokazuju li djeca više socijalne uključenosti kada su u interakciji s robotom, Tapus i sur. (2012) su uspoređivali reakcije djece s PSA-om za vrijeme zadatka motorne imitacije. Dobili su znatno varijabilne rezultate i nisu mogli donijeti konačan zaključak o reakcijama djece na robota u usporedbi s osobom. Dodatna podrška trenutnom mišljenju da roboti mogu biti važna komponenta terapije kao medijator interakcije između djeteta i terapeuta dolazi iz istraživanja Pop i sur. (2013). Mjerenjem pojave ponašanja za vrijeme zadatka motorne imitacije pokazali su da iako djeca manje imitiraju robota nego osobu, s robotom se uključuju u socijalnu interakciju s više socijalnih ponašanja (pr. fizička interakcija i pažnja). Istraživači ipak napominju jedno ograničenje svog istraživanja koje znatno utječe na donošenje konačnih zaključaka o rezultatima. Robot korišten u njihovom istraživanju nije mogao govoriti i sve naputke je umjesto robota izgovarala osoba. Kod zadataka automatske imitacije postoji takozvani "efekt živosti" što znači da je efekt automatske imitacije veći kada se promatra radnja koju izvodi osoba nego kada se promatra radnja koju izvodi robot (Press, Bird, Flach i Heyes, 2005, Bird i sur., 2007). Ovaj efekt bi mogao biti posljedica povišene razine aktivacije zrcalnog sustava kada se promatra osoba (Tai, Scherfler, Brooks, Sawamoto i Castiello, 2004).

Dalje, medijatorska uloga robota se čini sve logičnijim izborom korištenja robota u terapiji zbog opaženog poboljšanja u interakciji s osobom dok je u prostoriji prisutan robot. Uz to, nakon što dijete sazna da robota kontrolira osoba, opaženo je da djeca prebacuju pažnju na tu osobu (Conti, Di Nuovo, Buono, Trubia i Di Nuovo, 2015).

Iako dosadašnje studije donose važne podatke, rezultati su još nejasni. Ograničenost dosadašnjih rezultata u kombinaciji s opažanjima da djeca pokazuju više interesa za robota (u smislu usmjerenosti pogleda ili dodira) i da se više uključuju u interakcije s robotom nego s osobom ili ne-robotskom igračkom (Duquette i sur., 2008, Kozima i sur., 2005, Pop i sur.,

2013) pokazuje da još uvijek postoji potreba za usporedbama interakcija robot-dijete i osoba-dijete.

1.4.ADORE projekt

Projekt Dijagnostika autizma s robotskim evaluatorom (ADORE) je rezultat suradnje stručnjaka Fakulteta elektrotehnike i računarstva (FER) i Edukacijsko- rehabilitacijskog fakulteta (ERF), Sveučilišta u Zagrebu. Projekt je financirala Hrvatska zaklada za znanost. Ovaj projekt za cilj ima istražiti mogućnosti koje pružaju robotske platforme u procesu dijagnostike poremećaja iz spektra autizma. Istraživači koji sudjeluju na projektu pokušavaju detaljnije odrediti te mjeriti socijalna ponašanja koja je potrebno obuhvatiti procesom dijagnostike PSA, razviti senzoričku opremu robota tako da može ostvariti interakciju s djecom i procijeniti njihov odgovor, izraditi dijagnostički protokol sa zadatcima koje bi izvodio robot te provesti taj protokol i evaluirati ga u kliničkim uvjetima. U sklopu tog projekta, provedeno je i istraživanje koje je tema ovog diplomskog rada.

2.CILJ I PROBLEMI ISTRAŽIVANJA

Cilj je ovog istraživanja izraditi protokol za kodiranje imitacije te temeljem istog ispitati djecu s poremećajem iz spektra autizma. Ovim diplomskim radom pokušati će se ukazati na trenutne nedostatke osmišljenog protokola kao i na moguće propuste u provedbi samog ispitivanja. Dobiveni rezultati ispitivanja će poslužiti za daljnju izradu složenijih verzija protokola za ispitivanje imitacije kod djece s poremećajem iz spektra autizma. Ovim radom pokušati će se utvrditi:

1) postoje li razlike u izvedbi zadatka imitacije kod djece s PSA-om s obzirom na to je li demonstrator zadatka osoba ili humanoidni robot,

2) postoje li razlike u pojavi socijalnih ponašanja (usmjerenost pogleda, dodir, približavanje, socijalna interakcija i komunikacija, govor odnosno glasanje, usmjerenost na robota, usmjerenost na predmet s kojim se imitira radnja) s obzirom na to jesu li djeca s PSA-om u interakciji sa čovjekom ili humanoidnim robotom.

Sukladno postavljenim pitanjima, oblikovane su sljedeće hipoteze:

Hipoteze:

H1: Postojati će razlike u izvedbi zadatka imitacije kod djece s PSA-om tako da će djeca s PSA-om više imitirati humanoidnog robota.

H2: Postojati će razlike u pojavi socijalnih ponašanja kod djece s PSA-om s obzirom na to s kim su u interakciji na način da će se sva socijalna ponašanja više javljati kada su u interakciji s humanoidnim robotom.

3.METODE ISTRAŽIVANJA

3.1.Sudionici

U istraživanju je sudjelovalo osmero djece, dvije djevojčice i šest dječaka. Njihova prosječna dob iznosila je 4,98 godina (raspon= 2;9-7;6, SD= 1,39). Svi sudionici su imali dijagnozu poremećaja iz spektra autizma. Kriterij je zadovoljen ukoliko su roditelji ili osoba koja je došla kao djetetova pratnja izvijestili o postojanju dijagnoze i priložili nalaze koji potvrđuju da dijete ima dijagnozu poremećaja iz spektra autizma. Prema navodima roditelja, kod troje djece se prva riječ sa značenjem pojavila u očekivano vrijeme (11-18 mjeseci) s tim da se kod dvoje djece javila regresija. Kod ostale djece prva riječ sa značenjem se nije javila prije druge godine života. Prikupljeni podatci o stručnoj spremi prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1

Podatci o stručnoj spremi roditelja ispitanika

Ispitanici	Obrazovanje majke	Obrazovanje oca
Ispitanik 1	SSS	SSS
Ispitanik 2	VŠS	SSS
Ispitanik 3	SSS	SSS
Ispitanik 4	VSS	VSS
Ispitanik 5	VSS	SSS
Ispitanik 6	VSS	VSS
Ispitanik 7	VSS	VSS
Ispitanik 8	SSS	VŠS

3.2.Protokol ispitivanja

U svrhu ovog istraživanja izrađen je Protokol za kodiranje imitacije u odnosu na humanoidnog robota i u odnosu na čovjeka (u daljnjem tekstu Protokol imitacije). U procesu izrade Protokola imitacije prvenstveno su bila zamišljena tri zadatka koja bi se proveli u svrhu ispitivanja sposobnosti imitacije kod djece s PSA-om u odnosu na humanoidnog robota i u odnosu na čovjeka. Prva dva zadatka su osmišljena tako da ispituju funkcionalnu imitaciju a

treći tako da ispituje simboličku imitaciju. Protokol imitacije se izvodi tako da sve zamišljene zadatke prvo pokazuje robot a potom čovjek što zapravo čini ukupno šest zadatka. Maksimalan broj pokušaja za izvedbu svakog zadatka imitacije je tri puta. Dakle, ukoliko dijete ne uspije imitirati humanoidnog robota ili čovjeka iz prvog pokušaja, zadatak mu se ponovno pokazuje do maksimalno tri puta. Osim imitacije u protokolu se bilježi i pojava drugih socijalnih ponašanja, koja su odabrana kao kriteriji koji mogu utjecati na izvedbu zadatka imitacije.

Protokol imitacije je podijeljen na dva dijela. Prvi dio služi za bilježenje pojave socijalnih ponašanja za vrijeme demonstracije zadatka a drugi dio služi za bilježenje imitacije i pojave socijalnih ponašanja za vrijeme djetetove izvedbe zadatka. U protokolu se označavaju ista ponašanja u oba zadatka. Prvi zadatak je osmišljen tako da ispituje sposobnost funkcionalne imitacije djetetu poznate radnje (pijenje iz čaše). Drugi zadatak također ispituje sposobnost funkcionalne imitacije ali manje poznate radnje (igra sa žabom). Treći zadatak je za cilj imao ispitati sposobnost simboličke imitacije. Dakle, dijete je u tom zadatku trebalo imitirati sasvim nepoznatu radnju s predmetom koji inače ne služi za to (korištenje valjka kao da je avion). Međutim, u skladu s trenutnim mogućnostima robota te uzimajući u obzir složenost i trajanje programiranja te provođenja ispitivanja odlučeno je da se treći zadatak neće provoditi. Stoga, završna verzija protokola za ispitivanje imitacije djece s PSA-om u odnosu na humanoidnog robota i u odnosu na osobu sadrži dva zadatka koja ispituju sposobnosti funkcionalne imitacije. Zbog bolje preglednosti zadatcima su dodijeljeni nazivi: *Imitacija-šalica* i *Imitacija-žaba.* Svaki je zadatak prvo pokazivao robot a potom osoba. Pojava socijalnih ponašanja se označavala samo za vrijeme prve demonstracije zadatka i prvog pokušaja djetetove izvedbe zadatka za oba demonstratora. Tako je odlučeno s obzirom na to da su samo neka djeca uspješno imitirala iz prvog pokušaja. Imitacija se označavala u posebnom obrascu samo za vrijeme izvedbe zadatka i to u svakom pokušaju. Dakle, u oba zadatka su se nalazile iste mjerne čestice, a to su redom: *usmjerenost pogleda, dodir, približavanje, socijalna interakcija/komunikacija, govor/glasanje, interpasivnost, usmjerenost na predmet imitacije.* Tokom odabiranja ponašanja koja će se označavati još je dodano i ponašanje *usmjerenost na robota* koje se kodiralo samo kada je zadatak izvodio čovjek. U Protokolu imitacije nalaze se dva obrasca: *Obrazac za označavanje socijalnih ponašanja tijekom demonstracije i izvedbe zadatka* (tablica 3) i *Obrazac za kodiranje imitacije* (tablica 4).

Tablica 3

Obrazac za označavanje pojave socijalnih ponašanja tijekom demonstracije i izvedbe zadatka

PONAŠANJE	VRIJEME (svaka kolona jedna sekunda)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Usmjerenost pogleda										
Dodir										
Približavanje										
Socijalna interakcija/komunikacija										
Govor/glasanje										
Interpasivnost										
Usmjerenost na predmet imitacije										
Usmjerenost na robota*										

*Usmjerenost na robota kodira se samo kada je demonstrator zadatka osoba.

Sva socijalna ponašanja se u Protokolu imitacije kodiraju s kodovima 0 (nema ponašanja) i 1 (ima ponašanja). Imitacija se kodira sa četiri koda gdje: 0 znači da nema imitacije, 1 da dijete izvodi slučajan pokret nepovezan s podražajem, 2 da dijete parcijalno imitira odnosno izvodi sličan ali neprecizan pokret i 3 da dijete ispravno imitira.

Tablica 4

Obrazac za kodiranje imitacije

	ROBOT			ČOVJEK		
Redni broj pokušaja	1.pokušaj	2.pokušaj	3.pokušaj	1.pokušaj	2.pokušaj	3.pokušaj
Imitacija**						

**Imitacija se kodira sa četiri koda:
0=nema imitacije
1=slučajan pokret
2=parcijalna imitacija
3=ispravna imitacija

3.3.Način provođenja

Ispitivanje se provodilo u prostorijama Laboratorija za istraživanje dječje komunikacije, na Hrvatskom institutu za istraživanje mozga. Pri dolasku su dijete i odrasla osoba u pratnji upućeni u manju prostoriju nalik igraonici. Dok se dijete igralo, osoba u pratnji je iznijela osnovne podatke o djetetu te potvrdila da je djetetu prethodno dijagnosticiran poremećaj iz spektra autizma. Potom je osoba u pratnji zamoljena da prilikom ispitivanja bude što neutralnija, ne usmjerava niti modelira djetetovo ponašanje u interakciji s robotom ili osobom

koju će susresti u prostoriji za ispitivanje. Nakon toga se zajedno s djetetom uputila u prostoriju za ispitivanje.

Prostorija za ispitivanje je bila uređena na način da djeluje što neutralnije. U sredini prostorije postavljen je dvosjed a ispred dvosjeda nalazila se obična bijela kutija koja je služila kao "barijera" između djeteta i demonstratora zadatka (humanoidni robot ili osoba). U prostoriji se još nalazio paravan na ulazu, veliko jednosmjerno staklo nasuprot dvosjedu te mikrofon na stropu. Iza jednosmjernog stakla, u prostoriji za kontrolu slike i zvuka, nalazila se pomična visokorezolucijska kamera.

U ispitivanju je korišten NAO H25 Atom humanoidni robot, proizvođača Aldebaran Robotics. NAO je visok 58 centimetara, teži oko 4,5 kilograma i ima 25 stupnjeva slobode (DOF). Opremljen je dvjema visokorezolucijskim kamerama, s četiri mikrofona, dva zvučnika i nekoliko drugih senzora. U ovom istraživanju mikrofoni su poslužili za snimanje govora i glasanja sudionika, zvučnici u izvedbi zadataka *Imitacija-šalica* i *Imitacija-žaba* a kamera za dodatne videozapise koji mogu poslužiti kao pomoć u kodiranju ponašanja sudionika. Za NAO robota se smatra da je djeci dopadljiv zbog svojeg dizajna (Petrić i sur., 2014) a uz to ima i senzor na glavi koji je tokom ispitivanja svijetlio plavom bojom kada bi ga se dotaklo, što je poslužilo kao dodatna vizualna stimulacija. Ovisno o zahtjevima zadatka koji izvodi, NAO može kontinuirano raditi 60 do 90 minuta bez napajanja (Petrić i sur., 2014).

3.3.1.Zadatak *Imitacija-šalica*

Pri provođenju zadatka *Imitacija-šalica* robot se nalazio na podu ispitne prostorije, nasuprot dvosjedu. U prostoriji se od početka nalazila i osoba koja će provoditi zadatak imitacije nakon robota. Dok bi se dijete i osoba u pratnji smještali u prostoriji, drugi demonstrator (osoba) bi postavio bijelu kutiju visine do 30 cm ispred robota. Robot bi prije demonstracije zadatka pokušao uspostaviti interakciju s djetetom. Krenuo bi s jednostavnim pozdravom "Bok, ja sam robot Rene", potom bi pokušao privući dijete rečenicom "Dođi, nešto ću ti pokazati". Robot je dozivao dijete sve dok dijete nije nesumnjivo bilo usmjereno na zadatak. Za vrijeme provođenja zadatka kada je demonstrator bio robot, osoba bi asistirala robotu sa smještanjem u prostoriji u odnosu na dijete i po potrebi namještala predmet tako da ga robot može zahvatiti. Predmet korišten u prvom zadatku *Imitacija-šalica* je bila narančasta plastična šalica. Robot bi uzeo šalicu, rekao "Vidi ovo" i potom se pretvarao da pije iz šalice. Nakon toga, djetetu bi rekao "Hajde pokušaj ti". Audio i vizualno snimanje zadatka je počinjalo od ulaska djeteta i pratitelja u prostoriju i trajalo sve dok nisu provedeni svi zadatci imitacije. Dijete se moglo slobodno kretati po prostoriji, prilaziti i dodirivati robota, uključiti se u bilo

koji oblik socijalne interakcije i komunikacije s osobama u prostoriji. Ukoliko je dijete postalo uznemireno ili na bilo koji način izrazilo želju da napusti prostoriju, to mu je bilo omogućeno. Osoba je u zadatku *Imitacija-šalica* demonstrirala radnju s predmetom vodeći se istim scenarijem koji je osmišljen za robota.

3.3.2. Zadatak *Imitacija-žaba*

U drugom zadatku *Imitacija-žaba* korištena je plava gumena žaba. Demonstratori su se nalazili na istom mjestu kao i za vrijeme prvog zadatka. Robot bi uzeo žabu u ruku, rekao "Vidi ovo" i potom izveo radnju kao da žaba skače govoreći "kre-kre". Nakon što bi pokazao zadatak rekao bi "Hajde pokušaj ti". Kao i u prvom zadatku, drugi demonstrator je asistirao robotu tokom zadatka ukoliko je to bilo potrebno. U ovom zadatku od djece se očekivalo da osim samog pokreta imitiraju i ono što robot govori, dakle "kre-kre". Nakon što bi robot demonstrirao oba zadatka imitacije (maksimalan broj pokušaja za oba zadatka je bio tri puta) najavio bi djetetu da će se malo odmoriti. Nakon toga, osoba koja do tada nije inicirala interakciju s djetetom nego samo isključivo asistirala robotu bi se predstavila djetetu i počela s demonstracijom prvog zadatka imitacije. U drugom zadatku se također vodila istim scenarijem tokom demonstracije koji je osmišljen za robota. Nakon što bi dijete prošlo kroz oba zadatka s osobom kao demonstratorom, robot bi se probudio i još jednom za kraj pozdravio dijete.

3.4. Varijable

Varijable su istovjetne mjernim česticama iz Protokola imitacije i izražene su u postotku vremena koje je dijete provelo u tom ponašanju (Tablica 5). Korišten je postotak vremena a ne broj sekunda zbog toga što je postojala razlika u vremenskom trajanju demonstracije zadatka između robota i osobe, s tim da je osoba zadatak uvijek demonstrirala brže od robota. Svaka djetetova izvedba zadatka je također varirala u duljini jer je pokušaj trajao sve dok istraživači ne bi ponovno pokrenuli robota ili dok drugi demonstrator ne bi prekinuo pokušaj. Zvjezdicom je označena varijabla koja se mjerila samo kada je demonstrator zadatka bila osoba a dvjema zvjezdicama varijabla koja se mjerila samo za vrijeme izvedbe zadatka.

Tablica 5

Varijable zadataka *Imitacija-šalica* i *Imitacija-žaba*

Varijable	Objašnjenje
Usmjerenost pogleda	Kada je pogled usmjeren na demonstratora zadatka
Dodir	Kada dijete dodiruje demonstratora
Približavanje	Kada se dijete približava demonstratoru i pokušava ostati u blizini
Socijalna interakcija/komunikacija	Kada se dijete s namjerom na bilo koji način obraća osobama u prostoriji ili se uključuje u bilo koji oblik socijalne interakcije
Govor/glasanje	Kada se dijete glasa ili govori za vrijeme zadatka
Interpasivnost	Dijete nije uključeno u interakciju s robotom ili osobama u prostoriji, ne uočavaju se socijalna ponašanja
Usmjerenost na predmet imitacije	Ponašanje u kojem dijete nije usmjereno ni na robota ni na osobe u prostoriji, ne imitira nego je obuzeto predmetom koji se koristi u zadatku
Usmjerenost na robota*	Kada je dijete usmjereno na robota dok je demonstrator osoba
Imitacija**	Uključuje direktnu imitaciju pokreta, odgovor na pokret i pokušaj imitacije pokreta robota ili osobe

3.5. Metode obrade podataka

3.5.1.Kodiranje video i audio – zapisa

Kodiranje video i audio-zapisa je provodio jedan opažač koristeći Protokol imitacije. Procesu kodiranja prethodio je dogovor ispitivača oko kriterija kojim će se voditi (Tablica 5). Odlučeno je da će se kodirati onaj dio video zapisa koji jasno označava prvu demonstraciju svakog zadatka i prvi pokušaj djetetove izvedbe zadatka. U protokolu su se ponašanja označavala sekundu po sekundu a vremenske granice demonstracije i djetetovog pokušaja izvedbe zadatka su označene. Moguće je da se u jednoj sekundi pojavi više od jednog ponašanja i sva su ponašanja sukladno kodirana.

3.5.2.Statistička obrada podataka

Nakon kodiranja sirovi podatci iz protokola koji su se odnosili na sekunde koje je dijete provelo u određenom ponašanju su prvo pretvoreni u postotke. Podatci dobiveni o varijabli *imitacija* nisu pretvarani u postotke s obzirom da se radi o takvom ponašanju koje se kodiralo s više kodova (0=nema imitacije, 1=slučajan pokret, 2=parcijalna imitacija, 3=ispravna imitacija). Podatci o pojavi socijalnih ponašanja su uneseni i obrađeni u programu SPSS 20.0. Pomoću njega su izračunati osnovni pokazatelji deskriptivne statistike za sve varijable osim varijable *imitacija* za koju su izračunate frekvencije koristeći program Microsoft Excel 2016. Potom je proveden neparametrijski Wilcoxonov test ekvivalentnih parova, kako bi se utvrdilo postoji li statistički značajna razlika u pojavi socijalnih ponašanja s obzirom na demonstratora zadatka. Za varijablu *imitacija* prikazane su frekvencije pojavnosti ponašanja s obzirom na demonstratora i kvalitativno analizirane.

4.REZULTATI I RASPRAVA

4.1.Zadatak Imitacija-šalica

4.1.1. Uspješnost imitacije s obzirom na demonstratora zadatka

U tablici 6 prikazane su frekvencije pojave ponašanja imitacije u zadatku *Imitacija-šalica*. U svakom pokušaju za svako dijete je obilježena ona vrsta imitacije koja se prva pojavila. Iz prvog pokušaja je robota ispravno imitiralo jedno dijete dok je osobu ispravno imitiralo troje djece i još jedno dijete parcijalno. U drugom pokušaju jedno je dijete parcijalno imitiralo robota a osobu je jedno dijete ispravno imitiralo. U posljednjem pokušaju još je dvoje djece uspjelo parcijalno imitirati robota a osobu je ispravno imitiralo još dvoje djece. Ukupno je šestoro od osmero djece ispravno imitiralo osobu što u usporedbi s jednom ispravnom imitacijom robota znatno veći rezultat. Zanimljivo je da 16 puta kod djece nije bilo reakcije u smislu pokušaja imitacije kada je demonstrator bio robot dok je taj broj dvostruko manji kada je demonstrator bila osoba. Također, s obzirom da je manje djece uspješno imitiralo robota iz prvog i drugog pokušaja ukupan broj pokušaja je veći nego kada je demonstrator bila osoba.

Tablica 6

Frekvencije pojave ponašanja imitacije u zadatku *Imitacija-šalica*

	ROBOT					OSOBA				
	Nema reakcije	Slučajan pokret	Parcijalna imitacija	Ispravna imitacija	Broj izvedbi	Nema reakcije	Slučajan pokret	Parcijalna imitacija	Ispravna imitacija	Broj izvedbi
1.pokušaj	6	1	0	1	8	3	1	1	3	8
2.pokušaj	6	0	1	0	7	4	0	0	1	5
3.pokušaj	4	1	2	0	7	1	1	0	2	4
ukupno	16	2	3	1	22	8	2	1	6	17

No, postoji nekoliko mogućih objašnjenja za ovakve rezultate. U oba zadatka robot je bio prvi demonstrator što znači da su djeca prvi put vidjela radnju s predmetom dok ju je izvodio robot. Do demonstracije zadatka od strane osobe djeca su već imala priliku vidjeti ciljanu radnju i izgraditi očekivanja o tome što se od njih očekuje. Također, ako pogledamo rezultate statističke obrade podataka o pojavi socijalnih ponašanja za vrijeme izvedbe zadatka *Imitacija-šalica* iako djeca nisu pokušavala imitirati robota svejedno su bila uključena u interakciju s njim. Ovi rezultati su u skladu s istraživanjima Duquette i sur. (2008) gdje se pokazalo da unatoč većoj socijalnoj uključenosti djece s robotom djeca ipak više verbalno i neverbalno imitiraju osobu.

4.1.2. Pojava socijalnih ponašanja za vrijeme demonstracije zadatka s obzirom na demonstratora zadatka

U tablici 7 prikazani su osnovni pokazatelji deskriptivne statistike za varijable zadatka *Imitacija-šalica* za vrijeme demonstracije zadatka. Vrijeme demonstracije zadatka *Imitacija-šalica* je za robota uvijek bilo isto (malo manje od 21 sekunde) dok je za osobu variralo u rasponu od 5 do 15 sekundi (prosječno vrijeme je bilo 10 sekundi). S obzirom da je razlika u vremenu demonstracije bila znatna za svako ponašanje izračunat je postotak pojave tog ponašanja da bi se rezultati mogli usporediti. Najviše su se javljala ponašanja *usmjerenost pogleda* i *približavanje* bez obzira na demonstratora što ne čudi s obzirom da su robot i osoba na sebe privlačili pažnju da bi dijete vidjelo što mora učiniti. Ponašanje *usmjerenost pogleda*, koje upućuje na to da je dijete bilo uključeno u socijalnu interakciju s demonstratorom, je ponašanje koje se najviše javljalo bez obzira na to tko je bio demonstrator zadatka. Zanimljiv je podatak da je maksimalno vrijeme pojave tog ponašanja kod robota bilo 100%. Ponašanje *približavanje* se češće pojavljivalo tokom narednih demonstracija ali je njegova pojavnost očekivano bila manja u prvom susretu s robotom, odnosno osobom, koje se u ovom zadatku mjerilo. Ponašanja *socijalne interakcije/komunikacije* su se rjeđe pojavljivala što ne čudi s obzirom na to da se radi o populaciji djece s PSA-om čiji su najveći problemi upravo u ovoj razvojnoj domeni. Isto vrijedi i za ponašanja *govor/glasanje* čija je pojavnost izrazito mala, što je u skladu s očekivanim jezičnim teškoćama djece s PSA-om. Ponašanje *dodir* se također izrazito rijetko javljalo i za robota i za osobu iako je to ponašanje u narednim demonstracijama bilo češće za robota. Ponašanja *interpasivnost* i *usmjerenost na predmet imitacije* su se iznimno rijetko javljala kada je demonstrator bio robot a nešto češće kada je demonstrator bila osoba.

Tablica 7

Deskriptivna statistika dobivenih proporcija za varijable zadatka *Imitacija-šalica* za vrijeme demonstracije zadatka

Varijable		N	M	SD	MIN	MAX
Usmjerenost pogleda	robot	8	0,904	0,111	0,67	1,00
	osoba	8	0,394	0,241	0,10	0,80
Dodir	robot	8	0,036	0,101	0,00	0,29
	osoba	8	0,042	0,118	0,00	0,33
Približavanje	robot	8	0,232	0,395	0,00	1,00
	osoba	8	0,367	0,419	0,00	1,00
Socijalna interakcija/ komunikacija	robot	8	0,119	0,318	0,00	0,90
	osoba	8	0,025	0,071	0,00	0,20
Govor/glasanje	robot	8	0,072	0,117	0,00	0,33
	osoba	8	0,056	0,119	0,00	0,33
Interpasivnost	robot	8	0,060	0,085	0,00	0,19
	osoba	8	0,237	0,250	0,00	0,62
Usmjerenost na predmet imitacije	robot	8	0,018	0,025	0,00	0,05
	osoba	8	0,113	0,230	0,00	0,67
Usmjerenost na robota*	/					
	osoba	8	0,234	0,288	0,00	0,73

U tablici 8 prikazani su rezultati Wilcoxonovog testa ekvivalentnih parova. Statistički značajna razlika pronađena je na varijablama *usmjerenost pogleda* i *interpasivnost* na razini značajnosti 5% Ponašanje *usmjerenost pogleda* se statistički značajno više javljalo kada je demonstrator bio robot nego osoba (Z=-2,521, p=0,012). Ponašanje *interpasivnost*, odnosno ponašanje u kojem dijete nije bilo usmjereno na demonstratora ili drugu osobu u prostoriji, se statistički značajno više javljalo kada je demonstrator zadatka bila osoba (Z=-2,023, p=0,043). Zanimljiv je podatak da su se djeca više uključivala u ponašanja *socijalne interakcije/komunikacije* kada je demonstrator zadatka bio robot nego osoba iako ta razlika ne doseže statističku značajnost. Ponašanja *dodir*, *približavanje*, *govor/glasanje* i *usmjerenost na predmet imitacije* su se češće javljala kada je demonstrator bila osoba ali razlika ne doseže statističku značajnost. Međutim u pojavi ovih ponašanja s obzirom na demonstratora nije pronađena statistički značajna razlika. Kvalitativnom analizom ponašanja za vrijeme demonstracije zadatka *Imitacija-šalica*, možemo uočiti da su djeca bila zaokupljena robotom na način da su tijekom demonstracije zadatka usmjeravala pogled prema njemu, rijetko se uključujući u druga socijalna ponašanja. To bi se dijelom moglo objasniti time što djeca nisu

do tog dana imala priliku vidjeti robota izbliza. Njihova fascinacija robotom bila je vidljiva i u općem dojmu da su djeca uživala u interakciji jer su se često smješkala ili tražila da se robot probudi nakon što bi se otišao "odmoriti". S druge strane, djeca koja su bila sudionici ovog istraživanja su otprije imala dijagnozu poremećaja iz spektra autizma, što znači da su već donekle bila naučena na situacije u kojima odrasla, nepoznata osoba od njih traži da nešto učine. Stoga bi se pojava ponašanja poput *usmjerenosti na predmet imitacije* i *usmjerenosti na robota* dok je demonstrator zadatka bila osoba, mogla objasniti time da im osoba kao demonstrator nije bila toliko zanimljiva zbog toga što su im takve situacije već bile dobro poznate.

Tablica 8

Rezultati Wilcoxonovog testa ekvivalentnih parova za parove varijabli zadatka *Imitacija-šalica* za vrijeme demonstracije zadatka

	Usmjerenost pogleda(robot)-Usmjerenost pogleda(osoba)	Dodir (robot)-Dodir (osoba)	Približavanje (robot)-Približavanje (osoba)	SIK[1] (robot)-SIK (osoba)	Govor/glasanje (robot) - Govor/glasanje (osoba)	Interpasivnost (robot)-Interpasivnost (osoba)	UNPI[2] (robot)-UNPI (osoba)
Z	-2,521	-0,447	-0,944	-1,342	-1,633	-2,023	-1,461
p	0,012	0,655	0,345	0,180	0,102	0,043	0,144

SIK[1]=socijalna interakcija/komunikacija
UNPI[2]=usmjerenost na predmet imitacije

4.1.3. Pojava socijalnih ponašanja za vrijeme izvedbe zadatka s obzirom na demonstratora zadatka

U tablici 9 prikazani su osnovni pokazatelji deskriptivne statistike za varijable zadatka *Imitacija-šalica* za vrijeme izvedbe zadatka. Vrijeme izvedbe zadatka *Imitacija-šalica* je u prosjeku iznosilo 9,5 sekundi (raspon: 6-14 s) kada je demonstrator bio robot te 7,75 sekundi (raspon: 3-16 s) kada je demonstrator bila osoba. *Usmjerenost pogleda* i *približavanje* ostaju najzastupljenija ponašanja kada je demonstrator zadatka robot a *približavanje* i *usmjerenost na robota* kada je demonstrator zadatka osoba. Sva ponašanja osim *usmjerenosti na predmet imitacije* su se tokom izvedbe zadatka *Imitacija-šalica* češće pojavila kada je demonstrator zadatka bio robot. Međutim, ponašanja *dodir*, *socijalna interakcija/komunikacija, interpasivnost* i *usmjerenost na predmet imitacije* su se za oba demonstratora rijetko javljala. *Govor/glasanje* je treće najzastupljenije ponašanje kada je demonstrator bio robot i zanimljivo

je napomenuti da je maksimalan postotak vremena proveden u tom ponašanju bio 43%. Dodatnim uvidom u ispunjene obrasce protokola i audio i video-snimke saznajemo da je jedan ispitanik često komentirao situaciju naglašavajući riječ "robot" tokom cijelog trajanja ispitivanja. Zanimljivo je da iako je relativno često govorio tokom ispitivanja i naročito često ponavljao riječ "robot", taj govor je rijetko koristio u svrhu socijalne interakcije i komunikacije za vrijeme prve demonstracije. Međutim, prolaskom vremena počinje skretati pažnju na robota osobi u pratnji i tada taj govor poprima svrhu komentiranja situacije.

Tablica 9

Deskriptivna statistika dobivenih proporcija za varijable zadatka *Imitacija-šalica* za vrijeme izvedbe zadatka

Varijable		N	M	SD	MIN	MAX
Usmjerenost pogleda	robot	8	0,883	0,140	0,67	1,00
	osoba	8	0,063	0,177	0,00	0,50
Dodir	robot	8	0,070	0,196	0,00	0,56
	osoba	8	0,000	0,000	0,00	0,00
Približavanje	robot	8	0,384	0,411	0,00	1,00
	osoba	8	0,281	0,452	0,00	1,00
Socijalna interakcija/ komunikacija	robot	8	0,045	0,126	0,00	0,36
	osoba	8	0,038	0,073	0,00	0,18
Govor/glasanje	robot	8	0,116	0,154	0,00	0,43
	osoba	8	0,011	0,032	0,00	0,09
Interpasivnost	robot	8	0,076	0,114	0,00	0,27
	osoba	8	0,071	0,202	0,00	0,57
Usmjerenost na predmet imitacije	robot	8	0,014	0,039	0,00	0,11
	osoba	8	0,016	0,442	0,00	0,13
Usmjerenost na robota*	/					
	osoba	8	0,637	0,336	0,00	1,00

U tablici 10 prikazani su rezultati Wilcoxonovog testa ekvivalentnih parova za zadatak *Imitacija-šalica* za vrijeme izvedbe zadatka. Statistički značajna razlika pronađena je za varijablu *usmjerenost pogleda* na razini značajnosti 5 %. Ponašanje usmjerenost pogleda se statistički značajno više javljalo kada je demonstrator zadatka bio robot ($Z=-2,552$, $p=0,011$). Za razliku od demonstracije, ponašanja *dodir*, *približavanje*, *socijalna interakcija/komunikacija* i *govor/glasanje* su se više javljala kada je demonstrator bio robot ali razlika nije dosegla statističku značajnost. Ponašanja *interpasivnost* i *usmjerenost na predmet imitacije* su se javljala rijetko i u vrlo sličnom omjeru bez obzira na demonstratora

zadatka. Jedno ponašanje se naročito ističe u odnosu na demonstraciju zadatka. *Usmjerenost na robota* je ponašanje koje se mjerilo samo kada je demonstrator zadatka bila osoba. Iako to ponašanje nema istinski korelat kada je demonstrator zadatka robot, možemo ga kvalitativno usporediti s pojavom tog ponašanja za vrijeme demonstracije zadatka. Dok je za vrijeme demonstracije zadatka *Imitacija-šalica* pojava ponašanja *usmjerenost na robota* bila relativno česta u odnosu na druga ponašanja (23%), za vrijeme izvedbe zadatka ona postaje gotovo tri puta veća, s pojavnosti od 64%. Nadalje, pojava ponašanja *usmjerenost pogleda* kada je demonstrator zadatka osoba pada na 6% dok je za vrijeme demonstracije pojavnost tog ponašanja bila 39%. Dakle, iako su djeca na grupnoj razini bila relativno usmjerena na osobu za vrijeme demonstracije zadatka, njihov fokus se mijenja s osobe na robota kada se od njih očekuje da zadatak izvedu nakon osobe.

Tablica 10

Rezultati Wilcoxonovog testa ekvivalentnih parova za parove varijabli zadatka *Imitacija-šalica* za vrijeme izvedbe zadatka

	Usmjerenost pogleda(robot)-Usmjerenost pogleda(osoba)	Dodir (robot)-Dodir (osoba)	Približavanje (robot)-Približavanje (osoba)	SIK (robot)-SIK (osoba)	Govor/glasanje (robot) - Govor/glasanje (osoba)	Interpasivnost (robot)-Interpasivnost (osoba)	UNPI (robot)-UNPI (osoba)
Z	-2,552	-1,000	-0,674	0,000	-1,753	0,000	-1,000
p	0,011	0,315	0,50	1,00	0,080	1,000	0,317

Usporedbom dobivenih rezultata za uspješnost imitacije i podataka dobivenih analizom pojave socijalnih ponašanja, možemo zaključiti da na grupnoj razini djeca s PSA-om više imitiraju osobu nego humanoidnog robota. Međutim, pojava socijalnih ponašanja za vrijeme provedbe ispitivanja ukazuje na to da roboti zaokupljaju pažnju djece s PSA-om, da se djeca s njima uključuju u interakciju i naizgled u toj interakciji uživaju. Također, robot im pobuđuje pažnju i interes čak i onda kada se "odmara" tj. ne sudjeluje direktno u interakciji. Dakle, djeca ostaju uključena u socijalnu situaciju u kojoj se nalaze i mijenjaju fokus pažnje s robota na osobu i s osobe na robota i pri tome uspješno izvršavaju zadatak imitacije na zahtjev.

4.2. Zadatak Imitacija-žaba

4.2.1. Uspješnost imitacije s obzirom na demonstratora zadatka

U tablici 11 prikazane su frekvencije pojave ponašanja imitacije. U svakom pokušaju za svako dijete je obilježena ona vrsta imitacije koja se prva pojavila. Iz prvog pokušaja je robota ispravno imitiralo jedno dijete dok je osobu ispravno imitiralo dvoje djece i još jedno dijete parcijalno. U drugom pokušaju nijedno dijete nije ispravno imitiralo robota dok je osobu jedno dijete ispravno imitiralo. Iz trećeg pokušaja jedno je dijete parcijalno imitiralo robota a osobu nijedno. Dakle, robota je ukupno ispravno imitiralo jedno dijete, parcijalno jedno dijete a 12 puta nije bilo reakcije na zahtjev da se imitira. Osobu je ukupno ispravno imitiralo troje djece, parcijalno jedno a na zahtjev da se imitira četiri puta nije bilo reakcije. Kao i u zadatku *Imitacija-šalica* i ovdje je ukupan broj pokušaja imitacije veći kada je demonstrator zadatka bio robot jer je manji broj djece uspješno imitirao iz prvog ili drugog pokušaja.

Tablica 11

Frekvencije pojave ponašanja imitacije u zadatku *Imitacija-žaba*

	ROBOT					OSOBA				
	Nema reakcije	Slučajan pokret	Parcijalna imitacija	Ispravna imitacija	Broj izvedbi	Nema reakcije	Slučajan pokret	Parcijalna imitacija	Ispravna imitacija	Broj izvedbi
1.pokušaj	4	3	0	1	8	1	4	1	2	8
2.pokušaj	4	3	0	0	7	2	2	0	1	5
3.pokušaj	4	2	1	0	7	1	3	0	0	4
ukupno	12	8	1	1	22	4	9	1	3	17

U zadatku *Imitacija-žaba* ponovili su se rezultati koji su u skladu s rezultatima istraživanja koja govore o manjoj uspješnosti imitacije djece s PSA-om kada zadatak prezentira robot (pr. Duquette i sur., 2008). I u ovom zadatku više djece ispravno imitira osobu nego robota u omjeru 3:1. Za parcijalnu imitaciju frekvencije su iste bez obzira na demonstratora. Za oba demonstratora uspješnost imitacije je manja nego za zadatak *Imitacija-šalica*. Postoji više mogućih objašnjenja za takve rezultate. S obzirom da se radi o skupini djece s PSA-om, kod koje često postoje teškoće u održavanju pažnje tokom dužih perioda vremena moguće je da je došlo do zamora tokom ispitivanja. Mnoga su djeca postala nemirnija tokom provedbe drugog zadatka te ih je češće trebalo usmjeravati na zadatak. Ponašanja koja se povezuju sa socijalnom uključenosti su se tokom provedbe drugog zadatka javljala rjeđe već i u prvom pokušaju što se vidi iz tablica 12 i 14. Uz to, u ovom zadatku je podražaj prije zahtjeva za imitacijom bila radnja s igračkom, točnije kratka igra sa žabom gdje se robot ili osoba pretvaraju da žaba skače i krekeće. Djeci je ova radnja bila apstraktnija od prve svakodnevne

radnje sa šalicom. Dodatnom analizom pojave socijalnih ponašanja također se javlja novi fenomen. Djeca su za razliku od prvog zadatka bila znatno više usmjerena na predmet imitacije. To će se ponašanje uz ostala socijalna ponašanja u sljedeća dva dijela dodatno analizirati.

4.2.2. Pojava socijalnih ponašanja za vrijeme demonstracije zadatka s obzirom na demonstratora zadatka

U tablici 12 su prikazani osnovni pokazatelji deskriptivne statistike za zadatak *Imitacija-žaba* za vrijeme demonstracije zadatka. Vrijeme demonstracije zadatka Imitacija radnje s igračkom je za robota uvijek bilo isto (15 sekundi) a za osobu je variralo u rasponu od 4 do 8 sekundi (prosječno vrijeme je bilo 5,25 sekundi). Ponašanja *usmjerenost pogleda* i *približavanje* ostaju najzastupljenija ponašanja kada je demonstrator zadatka robot. Treće najzastupljenije ponašanje je *usmjerenost na predmet imitacije* a slijedi ponašanje *dodir*. Iako *približavanje* ostaje relativno često ponašanje kada je demonstrator zadatka osoba (27%), *usmjerenost pogleda* pada na peto mjesto po zastupljenosti (10%) od ukupno osam opažanih ponašanja. *Usmjerenost na predmet imitacije* postaje najzastupljenije ponašanje kada je demonstrator zadatka osoba, sa čak 67% pojavnosti. Slijede ponašanja *približavanje* s 28% i *govor/glasanje* s 21% pojavnosti. Zanimljivo je da maksimalan postotak pojavnosti *usmjerenost pogleda* kada je demonstrator zadatka robot ostaje 100% a za osobu 80% kao i u prvom zadatku iako je ukupna pojavnost tog ponašanja niža nego u prvom zadatku.

Tablica 12

Deskriptivna statistika dobivenih proporcija za varijable zadatka *Imitacija-žaba* za vrijeme demonstracije zadatka

Varijable		N	M	SD	MIN	MAX
Usmjerenost pogleda	robot	8	0,583	0,333	0,20	1,00
	osoba	8	0,100	0,283	0,00	0,80
Dodir	robot	8	0,133	0,269	0,00	0,73
	osoba	8	0,000	0,000	0,00	0,00
Približavanje	robot	8	0,375	0,420	0,00	1,00
	osoba	8	0,279	0,347	0,00	1,00
Socijalna interakcija/ komunikacija	robot	8	0,000	0,000	0,00	0,00
	osoba	8	0,000	0,000	0,00	0,00
Govor/glasanje	robot	8	0,100	0,094	0,00	0,20
	osoba	8	0,205	0,213	0,00	0,60
Interpasivnost	robot	8	0,067	0,087	0,00	0,20
	osoba	8	0,125	0,354	0,00	1,00
Usmjerenost na predmet imitacije	robot	8	0,192	0,215	0,00	0,60
	osoba	8	0,672	0,430	0,00	1,00
Usmjerenost na robota*	/					
	osoba	8	0,037	0,068	0,00	0,17

Rezultati Wilcoxonovog testa ekvivalentnih parova za zadatak *Imitacija-žaba* za vrijeme demonstracije zadatka prikazani su u tablici 13. Za ponašanja *usmjerenost pogleda* i *usmjerenost na predmet imitacije* postoji statistički značajna razlika s obzirom na demonstratora na razini značajnosti 5%. Ponašanje *usmjerenost pogleda* se statistički značajno više javljalo kada je demonstrator zadatka bio robot (Z=-2,316, p=0,021). Ponašanje *dodir* i *približavanje* su se češće javljali kada je demonstrator bio robot ali razlika ne doseže statističku značajnost. Međutim, doprinose zaključku da su djeca bila više uključena u interakciju s robotom nego s osobom za vrijeme demonstracije zadatka *Imitacija-žaba*. Za ponašanje *dodir* i *socijalna interakcija/komunikacija* postoji efekt poda jer se to ponašanje nije pojavilo ni kada je demonstrator zadatka bio robot niti kada je to bila osoba. *Govor/glasanje* se više javlja kada je demonstrator zadatka osoba ali razlika ne doseže statističku značajnost. Isto vrijedi i za *interpasivnost*. *Usmjerenost na predmet imitacije* u zadatku *Imitacija-žaba* postaje mnogo zastupljenije ponašanje nego li u prvom zadatku. Također javlja se statistički značajna razlika u pojavi tog ponašanja s obzirom na demonstratora zadatka na način da se češće javljalo kada je demonstrator zadatka bila osoba

(Z= -2,032, p= 0,042). Moguće objašnjenje za ovakve rezultate na ovoj varijabli je da je igračka korištena u ispitivanju (plava, gumena žaba) na neki način bila zanimljiva djeci s PSA-om zbog svojih fizičkih svojstava. Za razliku od šalice korištene u prvom zadatku, koja je svakodnevni objekt s kojim se često susreću, žaba je neanimirana igračka kakvu vjerojatno do ovog ispitivanja nisu nigdje vidjeli. Iako su djeca vjerojatno izložena mnoštvu igračaka svaki dan, svaka nova igračka predstavlja novi podražaj za djecu. Međutim jako je važno istaknuti da iako je ponašanje *usmjerenost na predmet imitacije* bilo učestalije i kada je demonstrator zadatka bio robot svejedno je rjeđe od ponašanja koja upućuju na to da su djeca usmjerena na robota (pr. *usmjerenost pogleda* i *približavanje*). Dalje, kada je demonstrator zadatka bila osoba ponašanje *usmjerenost na predmet imitacije* je mnogo češće nego *usmjerenost na robota*. To nam pokazuje da dok je robot aktivan u interakciji s djetetom, svojim ljudskim karakteristikama (kretanje, govor, itd.) pobuđuje pažnju djece ali kada je pasivan, odnosno kada se ne kreće, ne govori ili na bilo koji način pokazuje da je humanoidan, neće sustavno zadržavati pažnju djece u odnosu na neku drugu, novu igračku.

Tablica 13

Rezultati Wilcoxonovog testa ekvivalentnih parova za parove varijabli zadatka *Imitacija-žaba* za vrijeme demonstracije zadatka

	Usmjerenost pogleda(robot)-Usmjerenost pogleda(osoba)	Dodir (robot)-Dodir (osoba)	Približavanje (robot)-Približavanje (osoba)	SIK (robot)-SIK (osoba)	Govor/glasanje (robot) - Govor/glasanje (osoba)	Interpasivnost (robot)-Interpasivnost (osoba)	UNPI (robot)-UNPI (osoba)
Z	-2,316	-1,342	-0,405	0,000	-1,572	-0,386	-2,032
p	0,021	0,180	0,686	1,00	0,116	0,713	0,042

4.2.3. Pojava socijalnih ponašanja za vrijeme izvedbe zadatka s obzirom na demonstratora zadatka

U tablici 14 su prikazani osnovni pokazatelji deskriptivne statistike u zadatku *Imitacija-žaba* za vrijeme izvedbe zadatka. Vrijeme izvedbe zadatka *Imitacija-žaba* je za robota prosječno iznosilo 12,38 sekundi (raspon: 8-24 s) dok je za osobu trajanje u prosjeku bilo 9,75 sekundi (raspon:5-15 s). *Usmjerenost pogleda* i *približavanje* ostaju dva najzastupljenija ponašanja kada je demonstrator zadatka robot. Potom slijede *usmjerenost na predmet imitacije* sa 17% i *dodir* s 15%. Kada je demonstrator zadatka bila osoba najzastupljenije ponašanje je bilo

usmjerenost na predmet imitacije a potom *približavanje*. Slijede *usmjerenost na robota* i *govor/glasanje*.

Tablica 14

Deskriptivna statistika dobivenih proporcija za varijable zadatka *Imitacija-žaba* za vrijeme izvedbe zadatka

Varijable		N	M	SD	MIN	MAX
Usmjerenost pogleda	robot	8	0,558	0,352	0,00	1,00
	osoba	8	0,000	0,000	0,00	0,00
Dodir	robot	8	0,153	0,351	0,00	1,00
	osoba	8	0,000	0,000	0,00	0,00
Približavanje	robot	8	0,294	0,444	0,00	1,00
	osoba	8	0,233	0,349	0,00	1,00
Socijalna interakcija/ komunikacija	robot	8	0,030	0,055	0,00	0,13
	osoba	8	0,042	0,118	0,00	0,33
Govor/glasanje	robot	8	0,077	0,128	0,00	0,33
	osoba	8	0,183	0,287	0,00	0,67
Interpasivnost	robot	8	0,108	0,179	0,00	0,50
	osoba	8	0,021	0,059	0,00	0,17
Usmjerenost na predmet imitacije	robot	8	0,172	0,242	0,00	0,56
	osoba	8	0,410	0,451	0,00	1,00
Usmjerenost na robota*	/					
	osoba	8	0,192	0,350	0,00	1,00

Rezultati Wilcoxonovog testa ekvivalentnih parova za zadatak *Imitacija-žaba* za vrijeme izvedbe zadatka prikazani su u tablici 15. Statistički značajna razlika pronađena je za pojavu ponašanja *usmjerenost pogleda* s obzirom na demonstratora zadatka na razini značajnosti 5 % (Z=-2,375, p=0,018). Ponašanja *dodir*, *približavanje* i *interpasivnost* su se više javljale kada je demonstrator zadatka bio robot nego osoba ali te razlike ne dosežu statističku značajnost. Ponašanja *socijalna interakcija/ komunikacija*, *govor/glasanje* i *usmjerenost na predmet imitacije* su se više javljala kada je demonstrator zadatka bila osoba ali te razlike ne dosežu statističku značajnost. Zanimljiv je podatak da za varijable *usmjerenost pogleda* i *dodir* postoji efekt poda kada je demonstrator bila osoba. Sličan efekt se pojavio i za vrijeme demonstracije gdje su se na grupnoj razini rijetko javljala ponašanja koja upućuju na usmjerenost pažnje na osobu. Unatoč tome, djeca su bila uspješnija u imitiranju osobe nego li humanoidnog robota. Međutim, teško je izvući konačan zaključak iz ovog podatka. Prije nego

što su osobu promatrali kako izvodi zadatak, djeca su imala priliku vidjeti očekivanu radnju s igračkom dok ju je izvodio robot. Znamo da je za imitiranje potrebno da prebacimo plan neke radnje iz uma druge osobe u vlastiti. S obzirom da djeca nisu usmjeravala pogled niti se na neki vidljiv način usmjeravala na osobu za vrijeme zadatka moguće je da su taj plan radnje uspjela prebaciti u svoj um dok je tu radnju izvodio robot jer je dvoje djece uspješno imitiralo osobu već iz prvog pokušaja.

Tablica 15

Rezultati Wilcoxonovog testa ekvivalentnih parova za parove varijabli zadatka *Imitacija-žaba* za vrijeme izvedbe zadatka

	Usmjerenost pogleda(robot)-Usmjerenost pogleda(osoba)	Dodir (robot)-Dodir (osoba)	Približavanje (robot)-Približavanje (osoba)	SIK (robot)-SIK (osoba)	Govor/glasanje (robot) - Govor/glasanje (osoba)	Interpasivnost (robot)-Interpasivnost (osoba)	UNPI (robot)-UNPI (osoba)
Z	-2,375	-1,342	-0,365	0,000	-1,095	-1,289	-1,483
p	0,018	0,180	0,715	1,00	0,273	0,197	0,138

4.3.Nedostatci istraživanja

Primaran metodološki nedostatak ovog istraživanja čini nereprezentativnost i veličina uzorka sudionika. Riječ je o prigodnom uzorku u kojem sudionici nisu bili izjednačeni po dobi i spolu niti obrazovanju roditelja. Isto tako, nisu bili izjednačeni niti prema intelektualnom statusu što je veliki nedostatak s obzirom da se osobe s PSA-om mogu znatno razlikovati u intelektualnom funkcioniranju. Heterogenost ovog uzorka stavlja u pitanje koliko su obilježja uzorka utjecala na rezultate istraživanja. Osim metodoloških nedostataka, postojali su i propusti u provođenju ispitivanja. Sve su osobe u pratnji bile zamoljene da se tokom ispitivanja ponašaju što neutralnije. Iako su se tog naputka uglavnom pridržavali, u nekoliko navrata su sugerirali djeci što da učine. Na primjer, ako je dijete izgledalo kao da nije sigurno treba li imitirati robota ili ne, osobe u pratnji su u nekoliko navrata poticale djecu da ponove radnju za robotom. U tom slučaju pokušaj imitacije je prekinut i imitacija se nije kodirala. Tijekom ispitivanja su se pojavile i određene tehničke poteškoće, što je također moglo utjecati na rezultate istraživanja. S obzirom da je korištena samo jedna kamera, uz onu koja se nalazila na robotu, nije uvijek bilo moguće sa sigurnošću utvrditi pojavu mjerenih ponašanja. Stoga bi za buduća istraživanja trebalo razmotriti opciju istovremenog snimanja dvjema kamerama, s

tim da treba pažljivo odabrati poziciju druge kamere tako da pokriva kutove koje kamera iza jednosmjernog stakla ne može zahvatiti. Dodatna opcija je da se promjenama postavki robota omogući pomicanje glave kako bi robotova interna kamera mogla snimati dijete iz različitih kutova jer snimke dobivene u ovom ispitivanju nisu mogle pomoći pri kodiranju ponašanja.

Nadalje, u opisanim zadatcima imitacije zamišljeno je da robot izvodi radnju s predmetom ili igračkom samostalno od početka do kraja. Da bi robot uspješno pokazao zadatak imitacije robot mora izvršiti segmentaciju slike, odnosno mora razlikovati predmet interesa od ostalih predmeta koje zahvaća kamerom. U jednom slučaju robot je narančastu šalicu korištenu u zadatku *Imitacija-šalica* zamijenio za narančasti rukav djetetove trenirke i uhvatio dijete za ruku umjesto šalice. Srećom, dijete se nije uznemirilo tim postupkom. Zbog preciznije demonstracije zadataka, osoba koja je inače bila drugi demonstrator je asistirala robotu da bi se spriječile takve situacije. Tako je u više od polovice demonstracija zadatka, osoba direktno stavljala predmet ili igračku robotu u ruku.

Unatoč tome što je svaka demonstracija kod robota trajala jednako, to nije vrijedilo za osobu. Robot je u usporedbi s osobom bio sustavniji u demonstraciji zadatka ali je isto tako bio i znatno sporiji. Iako su djeca u ispitivanju bila usmjerena na robota i rijetko su skretala pogled za vrijeme demonstracije, postoji mogućnost da im je sam pokret koji je robot izvodio bio teže prepoznatljiv. Također, granica svakog pokušaja djetetove izvedbe zadatka imitacije je određena koristeći više različitih kriterija. Dakle, neka su djeca imala više vremena da izvedu zadatak imitacije zbog toga što nije bilo sugestija od strane osobe u pratnji ili ljudskog demonstratora. Tako je robot mogao jasno dati nalog za imitaciju i jasno prekinuti pokušaj izrijekom "Probajmo ponovno". Međutim, u većini slučajeva je pokušaj prekinut zbog toga što je osoba u pratnji na neki način sugerirala djetetu što da učini ili zbog toga što je dijete postalo usmjereno na predmet imitacije bez ikakvog pokušaja imitiranja robota ili osobe. U slučajevima kada je demonstrator bila osoba, pokušaj djetetove izvedbe je kao i demonstracija u prosjeku trajao kraće, što zapravo znači da su djeca imala i manje vremena da se uključe u socijalna ponašanja. Ovaj problem vremenske neujednačenosti demonstracije zadatka i vremena dozvoljenog za izvedbu predstavlja znatan nedostatak ovog istraživanja. U budućnosti bi se mogao riješiti tako da se robotove kretnje učine prirodnijima i bržima. Za osobu bi se mogao izraditi kratki scenarij s vremenskim ograničenjima tako da se u demonstraciji zadatka približi vremenu koje je potrebno robotu. Što se tiče određivanja vremenske granice djetetovog pokušaja izvedbe, opaženo je da većina djece pokušava imitirati neposredno nakon naloga. Sama radnja traje vrlo kratko, od 2-5 sekundi. Opaženo je

da su svi ispitanici u ovom ispitivanju imitirali unutar granice od 10 sekundi nakon naloga. Ukoliko im je dato više vremena uključivali su se druga ponašanja.

5.ZAKLJUČAK

Istraživanja koja su do sada provedena o potencijalima i prednostima korištenja robota u dijagnostici i terapiji osoba s PSA-om svjedoče o brojnim pozitivnim učincima. Međutim, često su ta istraživanja ograničena malim uzorkom ispitanika i činjenicom da je tehnologija SAR-a još uvijek u razvitku. Dosadašnja istraživanja su pokazala da se djeca s PSA-om uspješno uključuju u interakcije s robotom, ne pokazuju strah niti odbojnost prema robotu. S obzirom na to da je ovo područje istraživanja iznimno mlado, ponašanja koja se smatraju na neki način važnima za dijagnostiku i terapiju autizma još uvijek nisu sustavno istraživana u okviru interakcija robot-osoba. Zbog svega navedenoga, odlučeno je da će cilj ovog istraživanja biti istražiti razlike u interakcijama djece s PSA-om s obzirom na različite demonstratore zadatka (robot-osoba) te detaljno opisati pojavu ponašanja imitacije. Uz to, cilj je bio i pružiti analizu drugih socijalnih ponašanja koja su mogla utjecati na pojavu ciljanog ponašanja imitacije.

Uvidom u rezultate utvrđeno je da ispitanici nisu više imitirali humanoidnog robota nego osobu te je time odbačena prva hipoteza (H1). Pretpostavka da će se socijalna ponašanja više javljati kada su djeca s PSA-om u interakciji s humanoidnim robotom je djelomično potvrđena jer se ponašanje *usmjerenost pogleda* statistički značajno više javljalo kada je demonstrator zadatka bio robot. Uz to ponašanja *interpasivnost* i *usmjerenost na predmet imitacije* koja upućuju na to da dijete nije usmjereno na demonstratora niti na neki način sudjeluje u interakciji s demonstratorom, su se statistički značajno više javljala kada je demonstrator bila osoba. Kvalitativnom analizom je također utvrđeno da su se ponašanja koja ukazuju na usmjerenost pažnje više javljala u odnosu na humanoidnog robota nego osobu.

Rezultati ovog istraživanja su u suglasnosti s dosadašnjim istraživanjima imitacije djece s PSA-om u odnosu na robota. Još jednom se pokazalo da se djeca s PSA-om rado uključuju u interakciju s robotom te mogu djelovati kao medijatori interakcije dijete s PSA-om- osoba. Iz svega ovoga proizlazi zaključak da postoji prostor za napredak u dijagnostici i terapiji djece s PSA-om i da je moguće iznaći nove načine za razumijevanje ovog poremećaja koristeći robote.

6.LITERATURA

American Psychiatric Association (2014). *Dijagnostički i statistički priručnik za mentalne poremećaje – 5.* Jukić, V. i Arbanas, G. (Ur.hrv.izd.). Washington DC: American Psychiatric Association.

Avikainen, S., Kulomäki, T. i Hari, R. (1999). Normal movement reading in Asperger subjects. *Neuroreport, 10*, 3467-3470.

Baron-Cohen, S., Leslie, A.M. i Frith, U. (1985). Does the autistic child have a "theory of mind"?. *Cognition, 21*, 37-46.

Bartneck, C. i Forlizzi, J. (2004). A design-centred framework for social human-robot interaction. *Proceeding of the Ro-Man*, 591-594.

Bird, G., Leighton, J, Press, C. i Heyes, C (2007): Intact automatic imitation of human and robot actions in autism spectrum disorders. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 274(1628),* 3027-3031.

Brass, M. i Heyes, C.M. (2005). Imitation: is cognitive neuroscience solving the correspondence problem?. *Trends in Cognitive Sciences, 9*, 489-495.

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

Brooks, D.A. i Howard, A.M. (2012). Quantifying upper-arm rehabilitation metrics for children through interaction with a humanoid robot. *Applied Bionics and Biomechanics, 9,* 157-172. (doi:10.3233/ABB-2011-0047)

Bujas Petković, Z., Frey Škrinjar, J., Hranilović, D., Divčić, B. i Stošić, J. (2010). Poremećaji autističnog spektra: značajke i edukacijsko-rehabilitacijska podrška. Zagreb: Školska knjiga.

Carpenter, M., Pennington, B.F. i Rogers, S.J. (2001). Understanding of others' intentions in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorder., 31*, 589-599.

Centar za kontrolu i prevenciju bolesti (2011). Činjenice o poremećajima iz spektra autizma. Preuzeto s https://www.cdc.gov/ncbddd/autism/facts.html

Centar za kontrolu i prevenciju bolesti (2014). Izvještaj o prevalenciji. Preuzeto s https://www.cdc.gov/media/releases/2014/p0327-autism-spectrum-disorder.html

Charman, T., Sweettenham, J., Baron-Cohen, S., Cox, A., Baird, G. i Drew, A. (1997). Infants with autism: An investigation of empathy, pretend play, joint attention an imitation. *Developmental Psychology, 33,* 781-789.

Conti, D., Di Nuovo, S., Buono, S., Trubia, G. i Di Nuovo, A. (2015): Use of robotics to stimulate imitation in children with Autism Spectrum Disorder: A pilot study in a clinical setting. Robot and Human Interactive Communication (RO-MAN). (doi**:**10.1109/ROMAN.2015.7333589)

Costa, S., Santos, C., Soares, F., Ferreira, M. i Moreira, F. (2010). Promoting interaction amongst autistic adolescents using robots. *32nd annual international conference of the IEEE/EMBS*, 3856-3859.

Dapretto, M., Davies, M.S., Pfeifer, J.H., Scott, A.A., Sigman, M., Bookheimer, S.Y. i Iacoboni, M. (2006). Understanding emotions in others: mirror neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders. *Nature Neuroscience, 9,* 28-30.

Dautenhahn, K. (2003). Roles and functions of robots in human society: Implications from research in autism therapy. *Robotica, 21*, 443-452.

Diehl, J. J., Schmitt, L.M., Villano, M. i Crowell, C.R. (2012). The clinical use of robots for individuals with autism spectrum disorders: A critical review. *Research in Autism Spectrum Disorders, 6*, 249-262.

Dockrell, S., Earle, D. i Galvin, R. (2010). Computer-Related Posture and Discomfort in Primary School Children: The Effects of a School-Based Ergonomic Intervention. *Computers and Education, 55 (1),* 276-284.

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

Eckerman, C. (1993). Imitation and toddlers' achievment o fco-ordinated action with others. Nadel, J. i Camaioni, L. (Ur.), *New perspectives in early communicative development*, 116-138. London: Routledge.

Feil-Seifer, D. i Matarić, M. (2009). Toward socially assistive robotics for augmenting interventions for children with autism spectrum disorders. *Khatib O., Kumar V. i Pappas G.J. (Ur.) Experimental Robotics*. *Springer Tracts in Advanced Robotics, 54*, 201-210.

Fombonne, E. (1999). The epidemiology of autism: A review. *Psychological Medicine., 29*, 769-786.

Fong, T., Nourbakhsh, I. i Dautenhahn, K. (2003). A survey of socially interactice robots. *Robotics and Autonomous Systems, 42*, 143-166.

Gabriels,R.L., Ivers, B.J., Hill, D.E., Agnew, J.A. i McNeil, J. (2007). Stability of adaptive behaviors in middle-school children with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders, 1,* 291-303.

Heyes, C.M., Bird, G., Johnson, H. i Haggard, P. (2005). Experience modulates automatic imitation. *Brain Research. Cognitive Brain Research., 22*, 233-240.

Iacoboni, M., Woods, R.P., Brass, M., Bekkering, H., Mazziotta, J.C. i Rizzolatti, G. (1999). Cortical mechanisms of human imitation. *Science, 286*, 2526-2528.

Ingersoll, B. (2008). The social role of imitation in autism: Implications for the treatment of imitation deficits. *Infants & Young Children, 21 (2),* 107-119.

Johnson, C.P. i Myers, S.M. (2007). Identification and evaluation of children with autism spectrum disorders. *Pediatrics, 120 (5),* 1183-1215.

Liu, C., Conn, K., Sarkar, N. i Stone, W. (2008). Online affect detection and robot behavior adaptation for intervention of children with autism. *IEEE Transactions on Robotics, 24*, 883-896.

Lord, C. i Bishop, S.L. (2010). Autism spectrum disorders: diagnosis, prevalence and services for children and families. *Social Policy Report, 24 (2),* 1-26.

Kim, E.S., Berkovits, L.D., Bernier, E.P., Leyzberg, D., Shic, F., Paul, R. i Scasellati, B. (2012). Social robots as embedded reinforcers of social behavior in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 43,* 1038-1049. (doi:10.1007/s10803-012-1645-2)

Klin, A., Lin, D.J., Gorrindo, P., Ramsay, G. i Jones, W. (2009). Two-year-olds with autism orient to non-social contingencies rather than biological motion. *Nature, 459 (7244),* 257-261.

Kozima, H., Nakagawa, C. i Yasuda, Y. (2005). Interactive robots for communication-care: A case study in autism therapy. *IEEE International Workshop on Robots and Human Interactive Communication,* 341-346.

Meltzoff, A.N. i Gopnik, A. (1993). The role of imitation in understanding persons and developing a theory of mind. Baron-Cohen, S., Flusberg, H i Cohen, D. (Ur.), *Understanding other minds*, 335-366. Oxford: Oxford University Press.

Meltzoff, A.N. i Moore, M.K. (1997). Imitation of facial and manual gestures by human neonates. *Science, 198*, 75-78.

Nadel, J., Guerini, C., Peze, A. i Rivet, C. (1999). The evolving nature of imitation as a format for communication. Nadel, J. i Butterworth, G. (Ur.), *Imitation in infancy*, 209-233. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Nadel, J. (2004). Imitation and imitation recognition: Functional use in preverbal infants and nonverbal children with autism. Meltzoff, A.N. i Prinz, W. (Ur.), *The Imitative Mind. Cambridge Studies in Cognitive and Perceptual Development,* 42-62.

Ozonoff, S. (1995). Reliability and validity of the Wisconsin card sorting test in studies of autism. *Neuropsychlogy, 9(4),* 491–500.

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

Pierno, A.C., Mari, M., Lusher, D. i Castiello, U. (2008). Robotic movement elicits visuomotor priming in children with autism. *Neuropsychologia, 46*, 448-454.

Pop, C.A., Petrule, A.C., Pintea, S., Peca, A., Simut, R., Vanderborght, B. i David, D.O. (2013): Imitation and Social Behaviors of Children with ASD in Interaction with Robonova. A Series of Single Case experiments. *Transylvanian Journal of Psychology, 14 (1),* 71-91.

Press, C., Bird, G., Flach, R. i Heyes, C. (2005). Robotic movement elicits automatic imitation. *Brain Research. Cognitive Brain Research., 25*, 632-640.

Robins, B., Dautenhahn, K., Boekhorst, R.T. i Billard, A. (2005). Robotic assistants in therapy and education of children with autism: can a small humanoid robot help encourage cosial interaction skills?. *Universal Access in the Information Society, 4,* 105-120. (doi:10.1007/s10209-005-0116-3).

Robins, B., Dautenhahn, K. i 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. *Second International Conferences on Advances in Computer-Human Interactions*, 205-211. (doi:10.1109/ACHI.2009.32)

Rogers, S. i Pennington, B. (1991). A theoretical approach to the deficits in infantile autism. *Developmental Psychology, 3*, 137-162.

Rogers, S.J., Hepburn, S.L., Stackhouse, T. i Wehner, E. (2003). Imitation performance in toddlers with autism and those with other developmental disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, 44 (5),* 763-781.

Scassellati, B. (2005): Using social robots to study abnormal social development. *Proceedings of the Fifth International Workshop on Epigenetic Robotics: Modeling Cognitive Development in Robotic Systems*.

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

Scassellati, B., Admoni, H. i Matarić, M. (2012): Robots for Use in Autism Research. *Annual Review of Biomedical Engineering 14*, 275 – 294.

Stern, D.N. (1985). *The interpersonal world of the human infant*. New York: Basic Books.

Tai, Y.F., Scherfler, C., Brooks, D.J., Sawamoto, N. i Castiello, U. (2004). The human premotor cortex is 'mirror' only for biological actions. *Current Biology., 14*, 117-120.

Tapus, A., Matarić, M.J. i Scassellati, B. (2007). *The grand challenges in socially assistive robotics. IEEE robotics and automation magazine*.

Tapus, A., Peca, A., Aly, A., Pop, C., Jisa, L., Pintea, S., Rusu, A. i David., D. (2012). Children with autism social engagement in interaction with Nao, an imitative robot: A series of single case experiments. *Interaction Studies, 13 (3),* 315-347.

Thill, S., Pop, C.A., Belpaeme, T., Ziemke, T. i Vanderborght, B. (2012). Robot-assisted therapy with (partially) autonomous control: Challenges and outlook. *PALADYN Journal of Behavioral Robotics, 3(4),* 209-217.

Uzigris, I. (1981). Two functions of imitation in infancy. *International Journal of Behavioral Development, 4*, 1-12.

Uzigris, I. (1990). The social context of infant imitation. Lewis, M i Feinman, S. (Ur.), *Social influences and socialization in infancy*, 215-251. New York: Plenum Press.

Uzigris, I. (1999). Imitation as activity: Its developmental aspects. Nadel, J. i Butterworth, G (Ur.), *Imitation in infancy*, 186-206. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Vanvuchelen, M., Roeyers, H. i De Weerdt, W. (2011). Imitation assessment and its utility to the diagnosis of autism: Evidence from consecutive clinical preschool referrals for suspected autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 41 (4),* 484-496. (doi: 10.1007/s10803-010-1074-z)

Vivanti, G., Nadig, A., Ozonoff, S. i Rogers, S.J. (2008). What do children with autism attend to during imitation tasks?. *Journal of Experimental Child Psychology, 101,* 186-205.

Volkmar, F., Chawarska, K. i Klin, A. (2005). Autism in infancy and early childhood. *Annual Review of Psychology*, *56,* 315-336.

Williams, J.H.G., Whiten,A. i Singh,T (2004). A systematic review of action imitation in autistic spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 34 (3),* 285-299.

Williams, J.H.G., Whiten, A., Suddendorf, T. i Perret, D.I. (2006). Imitation, mirror neurons and autism. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 25 (4),* 287-295.

Zheng, Z., Young, E.M., Swanson, A.R., Weitlauf, A.S, Warren, Z.E. i Sarkar, N. (2015): Robot- mediated Imitation Skill Training for Children with Autism. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*.