

# USPOREDBA REAKCIJA NA ROBOTE U SOCIJALNOM I NESOCIJALNOM KONTEKSTU U DJECE S POREMEĆAJEM IZ SPEKTRA AUTIZMA I DJECE TIPIČNOG RAZVOJA

IVANA ZUBAK<sup>1</sup>, SANJA ŠIMLEŠA<sup>1</sup>, MAJA CEPANEC<sup>1</sup>, JASMINA STOŠIĆ<sup>2</sup>,  
FRANO PETRIC<sup>3</sup>, ZDENKO KOVAČIĆ<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratorij za istraživanje dječje komunikacije, Odsjek za logopediju, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Sveučilište u Zagrebu, kontakt: s.simlesa@gmail.com

<sup>2</sup>Odsjek za inkluzivnu edukaciju i rehabilitaciju, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet, Sveučilište u Zagrebu

<sup>3</sup>Laboratorij za robotiku i inteligentne sustave upravljanja (LARICS), Zavod za automatiku i računalno inženjerstvo, Fakultet elektrotehnike i računarstva, Sveučilište u Zagrebu

Primljeno: 19.11.2018.  
Prihvaćeno: 12.12.2018.

Izvorni znanstveni rad  
UDK 616.896053.2:007.52  
616.896053.2:316.62  
316.62053.2:007.52  
<https://doi.org/10.31299/hrri.54.2.3>

**Sažetak:** Brojna istraživanja nastala u okviru socijalno-asistivne robotike usmjerena su na stvaranje učinkovite podrške djeci s poremećajem iz spektra autizma (PSA) kroz njihovu interakciju s robotima. Ona počivaju na premisi da djeca sa PSA-om pokazuju sklonost elektroničkim napravama, a slabiji interes za socijalne aspekte okoline. No izrazito veliki interes za elektroničke naprave u sve djece otvara pitanje reagiraju li djeca sa PSA-om na prisustvo robota drukčije od djece tipičnog razvoja. Cilj je ovog istraživanja bio usporediti reakcije djece sa PSA-om i djece tipičnog razvoja na robota u nesocijalnom (zadatak "robot-predmet" u kojem su u prostoriji prisutni robot i drugi zanimljivi predmeti) i socijalnom kontekstu (zadatak "robot-osoba"; prisustvo robota i nepoznate osobe). Uzorak je činilo dvadesetero djece predškolske dobi, po 10 u svakoj skupini. Rezultati su pokazali da djeca sa PSA-om u nesocijalnom kontekstu uglavnom pokazuju podjednake obrasce ponašanja kao i djeca tipičnog razvoja, odnosno da ne postoje razlike u dužini prosječnog trajanja usmjerenosti pogleda prema robotu te dužini fizičke interakcije s robotom. Razlike su uočene tek u socijalnom aspektu – djeca tipičnog razvoja u većoj su mjeri komunicirala o robotu s roditeljem. U socijalnoj situaciji (zadatak "robot-osoba") djeca sa PSA-om su značajno više ulazila u fizičku interakciju s robotom od djece tipičnog razvoja, dok su djeca tipičnog razvoja znatno češće usmjeravala pažnju na osobu u odnosu na djecu sa PSA-om. Zaključno obje skupine djece znatno su više pažnje usmjeravale na robota negoli na prisutnu osobu, ali je u djece sa PSA-om usmjerenost na socijalnu okolinu bila izrazito snižena. Ovi podaci ukazuju na veliku atraktivnost koju roboti predstavljaju za djecu s poremećajem iz spektra autizma i djecu tipičnog razvoja, ali i na bitnu razliku među njima koja se očituje u izostanku obrazaca socijalnog ponašanja i usmjerenosti na druge osobe u okolini koji je prisutan u djece sa PSA-om.

**Ključne riječi:** poremećaj iz spektra autizma, djeca urednog razvoja, humanoidni robot

## UVOD

Prvi pokušaji uporabe robota kao podrške učenju u djece s poremećajem iz spektra autizma (PSA) dogodili su se prije 50-ak godina, kada se na Sveučilištu u Edinburghu počeo koristiti edukacijski robot LOGO koji je bio nalik kornjači. S vremenom, uz sustavni porast prevalencije poremećaja iz spektra autizma (v. primjerice Taylor i sur., 2013; Elsabbagh i sur., 2012),

ali i značajan i ubrzan razvoj moderne tehnologije, rastao je i broj istraživanja koja su se bavila razvojem robotskih sustava kao podrške u dijagnostici i/ili terapiji djece sa PSA-om (Shamsuddin i sur., 2012). Uporaba robota u navedenim aktivnostima potaknuta je prvenstveno idejom da djeca sa PSA-om pokazuju povećani interes za elektroničke naprave te da pokazuju visoku intrinzičnu motivaciju za korištenje takvih naprava i ulaženje u interakciju s njima (Feil-Seifer i sur., 2009).

Tako su istraživanja pokazala da djeca sa PSA-om s većim interesom reagiraju na elektroničke naprave (primjerice kompjutere i robote) negoli na ljude (Shamsuddin i sur., 2014), čak i kad su oni izrazito pojednostavljena izgleda (Lee i sur., 2012). Istraživanja su bila vođena idejom da bi dobro osmišljene metode koje uključuju robote mogle predstavljati ključne elemente za poticanje razvoja specifičnih socijalnih vještina kod djece sa PSA-om (Yun i sur., 2016). Također postoje naznake i da roboti, osim modela za učenje, mogu poslužiti i kao svojevrsni medijator u “socijalnom svijetu”, odnosno da mogu ne samo potaknuti i/ili olakšati dijadičku interakciju djeteta i robota već i trijadičku komunikaciju (komunikaciju o robotu s nekom drugom osobom) (Kozima i sur., 2008).

## REAKCIJE DJECE NA ROBOTE

Većina istraživanja koja su ispitivala reakcije djece na različite vrste robota promatrala su reakcije i ponašanja djece s poremećajem iz spektra autizma. U tim se istraživanjima rezultati djece tipičnog razvoja uglavnom spominju tek usputno. Također nemali broj istraživanja predstavljaju pilot studije koje su za cilj imale ispitati mogućnosti robota u radu s djecom tipičnog razvoja kako bi ga istraživači prilagodili za ispitivanje djece sa PSA-om.

Dostupni podaci ukazuju kako se u interakcijama robota s djecom javljaju raznolike reakcije, od socijalnih ponašanja poput kontakta očima, oponašanja ili verbalne komunikacije do emocionalnih reakcija kao što je empatija. Razlike u ponašanju djece u prisustvu robota ovise o njihovu razvojnom stupnju (najveće promjene u reakcijama na robota se, očekivano, uočavaju tijekom prvih dviju godina života), ali i dužini trajanja interakcije s robotom, odnosno njihovu iskustvu.

U istraživanju razvojnih promjena reakcija na robote u djece tipičnog razvoja rane dobi (Kozima i sur., 2007) vidljivo je da se reakcije djece na robota mijenjaju tijekom prvih dviju godina života. Dijete isprva robota percipira kao i sve druge predmete te se njime istraživački igra, no s vremenom robota sve više doživljava kao socijalno biće, a ne običan predmet. Nakon navršene dvije godine života jasna je tendencija djece da iskazuju socijalna ponašanja usmjerena prema robotu što uglavnom nije bilo zamijećeno tijekom prve i druge godine života. No i nakon tog razdoblja u djece starije predškolske dobi (3–7 godina), mogu se uočiti

promjene u ponašanju u odnosu na iskustvo interakcije s robotom – isprva su djeca pomalo suzdržana, a nakon početne zadržke počinju sve češće ulaziti u interakcije s robotom (Kozima i Nakagawa, 2006). Međutim u procesu kontinuiranog izlaganja također u djece tipičnog razvoja vidljivo je i postupno smanjivanje interesa za robota u korist interesa za socijalnu okolinu, dok su kod djece sa PSA-om navedene promjene bitno manje izražene (Srinivasan i Bhat, 2013).

Razina interaktivnosti međutim ne ovisi samo o djetetu. I djeca tipičnog razvoja i djeca sa PSA-om spremnije uspostavljaju kontakt s robotom, dodiruju ga, glasaju se i osmjehuju mu se ako je njegovo ponašanje usklađeno s njihovim ponašanjem (Scassellati, 2007; Cabibihan i sur., 2013). U protivnom mogu brzo izgubiti interes. Bitne razlike u reakcijama djece tipičnog razvoja i djece sa PSA-om uočavaju se i u nužnosti dobivanja socijalnog odgovora za održavanje interesa u djece tipičnog razvoja, a koja nije naglašena u djece sa PSA-om.

## ČIME ROBOTE PRIVLAČE DJECU SA PSA-OM?

Glavne razloge zašto su roboti privlačni djeci s poremećajem iz spektra autizma navode Shamsuddin i suradnici (2014, str. 10): “Roboti su puno jednostavnijeg izgleda u odnosu na predmete iz svakodnevnog života, njihovo ponašanje može se prilagoditi kako bi odgovaralo različitim situacijama i prohtjevima te imaju kapacitet ostvariti predvidljivije i jednostavnije interakcije s djecom sa PSA-om.” Razvojem robotike razvijen je izrazito velik broj robota koji se razlikuju po većem broju obilježja: veličini, mogućnostima pohrane informacija, mogućnostima kretanja, mogućnostima proizvodnje različitih poticaja u različitim modalitetima, stupnju nalikovanja ljudima, načinu uporabe i sl.

Varijacije u izgledu robota prije svega su bile odraz traženja odgovora na pitanje u kojoj je mjeri uputno da robot izgleda živuće/realistično, odnosno treba li njegova pojava biti vjerna ljudska replika ili pak odstupati od nje. Analiza raznih robota koji se koriste u istraživanjima s djecom sa PSA-om pokazuje da je njihov izgled izuzetno neujednačen – on varira kroz razne stupnjeve antropomorfnosti, od onih sličnijih ljudima, preko onih sličnih životinjama, sve do onih koji izgledaju kao strojevi. S jedne strane

djeca u interakciji s humanoidnim robotima lakše prepoznaju socijalne signale, što kasnije omogućava i olakšani prijenos naučenih vještina (Ingersoll i Schreibman, 2006), no postoje naznake da djeca sa PSA-om ponekad preferiraju i robota koji nema izražen ljudski lik (Robins i sur., 2004), vjerojatno zbog manje složenosti i manjeg broja distraktora u procesu učenja (Scassellati i sur., 2012). S druge strane naglašeno mehanički roboti mogu osnažiti dijete da fizički istražuje njegove pojedinačne dijelove, ali se time gubi prvotna ideja učenja kroz postupak uspostavljanja socijalne interakcije s robotom.

Većina autora smatra da bi robot uglavnom trebao biti veličine djeteta. Takav kriterij argumentira se činjenicom da ova veličina čini robota manje “zastrašujućim” i zanimljivijim djeci koja ujedno s njim mogu komunicirati i u razini očiju. Podaci pokazuju da je važno i da je robot pokretljiv (Giullian i sur., 2010), ponajviše zbog činjenice da pažnju djece sa PSA-om više zaokupljaju stvari u pokretu te da ona preferiraju igru s interaktivnim robotskim igračkama naspram onih pasivnih (Cabibihan i sur., 2013). Osim toga pokretanje robota kao i proizvodnja različitih zvučnih ili vizualnih podražaja mogu poslužiti kao nagrada za djetetovo postignuće (Michaud i sur., 2003; Robins i sur., 2007).

## CILJ ISTRAŽIVANJA

Prema analizi koju su napravili Joshua Diehl i suradnici (2012), cjelokupna se uporaba robota s djecom može promatrati kroz četiri moguća utjecaja robota na korisnike: 1) izazivanje pozitivne reakcije na robota ili njegovo ponašanje; 2) izazivanje ciljanih ponašanja; 3) modeliranje, učenje i/ili uvježbavanje određenih vještina; 4) pružanje povratne informacije ili ohrabrenja. Upravo je izazivanje prvog navedenog utjecaja ono što se želi ispitati ovim istraživanjem. Točnije, cilj je rada usporediti reakcije na robota u djece s poremećajem iz spektra autizma i u djece tipičnog razvoja, uzevši u obzir različite pokazatelje (usmjerenost pažnje djeteta na robota, ulaženje u fizičku interakciju s robotom, komuniciranje o robotu s drugim osobama), kao i u dva moguća konteksta: nesocijalni (situacija “robot-drugi predmet”) i socijalni (situacija “robot-osoba”). Također u skladu s navedenom mogućom važnom ulogom robota kao medijatora između djeteta i drugih osoba, cilj je utvrditi i pojavu socijalnih ponašanja usmjerenih prema roditeljima u trenucima kada dijete opaža robota.

## METODE ISTRAŽIVANJA

### Sudionici istraživanja

U istraživanju je sudjelovalo dvadesetero djece predškolske dobi – desetero djece tipičnog razvoja i desetero djece s dijagnozom poremećaja iz spektra autizma. U svakoj skupini nalazilo se po osam dječaka i dvije djevojčice. Sudionici u dvjema skupinama bili su izjednačeni po mentalnoj dobi. Prosječna dob u skupini djece tipičnog razvoja bila je 34,8 mjeseci, dok je u skupini djece sa PSA-om ona iznosila 64 mjeseca.

Dijagnoza poremećaja iz spektra autizma potvrđena je timskom kliničkom razvojnom procjenom. Sva su djeca sa PSA-om u trenutku ispitivanja bila uključena u neki oblik stručne podrške, no nijedno dijete nije bilo uključeno u oblik podrške koja uključuje primjenu asistivne robotike.

Za skupinu djece tipičnog razvoja roditelji su potvrdili da u djece ne postoje sumnje na bilo kakav oblik razvojnih poremećaja. Također roditelji sve djece tipičnog razvoja izvijestili su o pojavi razvojnih miljkaza u očekivano vrijeme (pojava prve riječi, pojava samostalnog hodanja i sl.).

### Postupak

Ispitivanje se provodilo u Laboratoriju za istraživanje dječje komunikacije smještenom na Hrvatskom institutu za istraživanje mozga u Zagrebu. Prije početka ispitivanja od ključne je važnosti bilo davanje naputaka roditeljima o ponašanju prije i tijekom ispitivanja. Tako je roditeljima bilo objašnjeno da djeci ne najavljuju da će u sklopu ispitivanja vidjeti robota. Po dolasku u Laboratorij, istraživači su roditeljima dali naputke za ponašanje naglasivši da je važno da prilikom ispitivanja budu što neutralniji, odnosno da ne navode dijete te da ne modeliraju njegovo ponašanje u interakciji s robotom, predmetom ili osobom u prostoriji za ispitivanje. Nakon davanja smjernica djeca su se s jednim roditeljem uputila u ispitnu prostoriju. Prostor je bio uređen na način da bude maksimalno neutralan i s minimalnim brojem distraktora kako dijete ne bi bilo ometeno, odnosno kako bi se s lakoćom usmjerilo samo na ciljane podražaje. Osim ciljanih predmeta u prostoriji se nalazio samo dvosjed gdje su dijete i roditelj mogli sjesti. Također na samom ulazu u prostoriju bio je

postavljen paravan s ciljem onemogućavanja djetetu da uoči robota, predmet ili osobu pri samom ulasku. Po ulasku u ispitnu prostoriju od trenutka u kojem je dijete ugledalo ciljane predmete promatrano je njegovo spontano ponašanje u trajanju od 100 sekundi, koje je kasnije kodirano analizom video snimaka.

U ispitnoj prostoriji na stropu se nalazio mikrofon, a iza jednosmjernog stakla, u prostoriji za kontrolu slike i zvuka, nalazila se pomična visokorezolucijska kamera. Za potrebe ispitivanja naizmjenice su korištena dva NAO humanoidna robota francuskog proizvođača SoftBank Robotics (Aldebaran). Karakteristike su ovog robota sljedeće: visok je 58 cm, teži oko 4,5 kilograma te ima 25 stupnjeva slobode gibanja (aktuatora). Unutar glave ugrađene su dvije visokorezolucijske kamere (640x480) i četiri mikrofona, a opremljen je i s dva zvučnika.

### Zadaci

Za potrebe ovog istraživanja osmišljena su dva zadatka koji za cilj imaju pružiti uvid u to kako djeca reagiraju na robota u dvije različite situacije: 1) nesocijalni kontekst – uz robota u prostoru je prisutan jedan podjednako atraktivan neelektronički predmet (zadatak “robot-predmet”); 2) socijalni kontekst – u prostoriji je, uz robota, prisutna djetetu nepoznata osoba (zadatak “robot-osoba”).

*Zadatak “robot-predmet”.* Prvi zadatak imao je za cilj ispitati reakcije djece u situaciji kad je u prostoru bio prisutan robot i drugi predmet podjednake veličine i atraktivnosti. U prostoriji za ispitivanje, između kauča i jednosmjernog stakla, bili su postavljeni robot i plastična kućica (Slika 1).



**Slika 1.** Prezentacija NAO robota i kućice u zadatku “robot-predmet”.

Ono što je kućicu činilo posebno zanimljivom jesu šareni manipulativni detalji kao što su kolutovi, zupčanici i vratašca. Kodiranje djetetova ponašanja započelo je od prve sekunde kad je dijete ugledalo robota i kućicu. Prilikom ispitivanja istraživači nisu bili prisutni u prostoriji već su promatrali dijete iza jednosmjernog stakla u prostoriji za kontrolu zvuka i slike. Pratinja je pak sjedila na dvosjedu te se nije samoinicijativno uključivala u djetetove aktivnosti osim ako dijete to nije tražilo.

*Zadatak “robot-osoba”.* Za potrebe drugog zadatka u ispitnoj se prostoriji, uz robota, a na mjestu kućice iz prvog zadatka, nalazila osoba. Zadatak je u ovom slučaju za cilj imao ispitati reakciju na robota u socijalnom kontekstu kad je u prostoriji prisutna i osoba. U zadatku je bio cilj “učiniti robota živim”, odnosno robot i osoba bili su u međusobnoj socijalnoj interakciji. Dijete je promatralo uvježbani dijalog robota i osobe (Slika 2).



**Slika 2.** Izvođenje zadatka “robot-osoba”.

Robot i osoba igrali su uloge iz drame Karela Čapeka “Rossumovi univerzalni roboti”. Dok je robot tumačio ženski lik Helene, osoba je tumačila muški lik Primusa. Kriterij za odabir bio je taj da tekst bude relativno apstraktan i neutralan kako bi djeca usmjeravala pozornost isključivo na osobu, odnosno robota, a ne sadržaj teksta. Također prije izvođenja dijaloga provedene su prilagodbe kako bi se otklonili svi potencijalni problemi. Tako je odlučeno da osoba koja sudjeluje u dijalogu bude ženskog spola zbog toga što je nasnimljeni glas robota bio ženski. Na taj se način eliminirao pro-



blem utjecaja ženskog naspram muškog glasa. Konačno, u svrhu izbjegavanja preklapanja prije izvođenja odrađena je modifikacija brzine izgovaranja teksta te vremensko usklađivanje izvedbe obaju sudionika dijaloga. Postupak dijaloga započeo je u trenutku kad je dijete ušlo u prostoriju i ugledalo robota i osobu. Kodiranje je započelo u trenutku kad i dijalog, drugim riječima kodirano je vrijeme od početka do kraja dijaloga, u trajanju od 100 sekundi. Dijete je i u slučaju ovog zadatka s pratnjom ušlo u ispitnu prostoriju te se bilježilo sve što čini za vrijeme trajanja dijaloga dok je roditelj sjedio odostraga na kauču. Neutralnost je bila važna komponenta i kod osobe koja sudjeluje u dijalogu s robotom. Naime osoba je nastojala biti usmjerena isključivo na interakciju s robotom bez uspostavljanja kontakta s djetetom ili roditeljem.

## ANALIZA PODATAKA

Primijenjen je *Protokol mjerenja reakcija djece predškolske dobi na humanoidnog robota* koji je osmišljen za potrebe ovog istraživanja i poslužio je kao polazišna točka opažaćima za kodiranje ponašanja sudionika u oba primijenjena zadatka. Prvim zadatkom ispitivala se djetetova usmjerenost na humanoidnog robota u odnosu na drugi predmet (kućicu). Drugim zadatkom ispitivala se djetetova usmjerenost na humanoidnog robota u odnosu na čovjeka.

Ponašanje djeteta u oba zadatka analizirano je pregledom videozapisa. U oba zadatka u analizu je uključeno prvih 100 sekundi nakon što je dijete opazilo ciljane predmete, odnosno osobu. U pro-

cesu analize bilježeno je koje se od definiranih ponašanja djeteta pojavilo (primjerice dijete gleda u robota, dijete dodiruje predmet i sl.), te koliko je ono trajalo.

Reakcije djeteta na robota, drugi predmet i osobu, odnosno pokazatelji usmjerenosti pažnje na robota, predmet ili osobu opisani su kroz tri glavna skupa varijabli/ponašanja:

- 1) usmjerenost pogleda prema predmetu/robotu/osobi;
- 2) dodirivanje predmeta/robota/osobe;
- 3) komuniciranje s roditeljem o predmetu/robotu/osobi (v. Tablicu 1).

Svi su podaci uneseni u program SPSS-21. Razlike u dužini trajanja određenog ponašanja unutar ciljanog intervala od 100 sekundi između djece s poremećajem iz spektra autizma i djece tipičnog razvoja utvrđene su provedbom Mann-Whitneyeva testa.

## REZULTATI I RASPRAVA

### Razlike u usmjerenosti pažnje djece sa PSA-om i djece tipičnog razvoja u nesocijalnom kontekstu ("robot-predmet")

U Tablici 2 prikazani su osnovni pokazatelji deskriptivne statistike za varijable zadatka "robot-predmet". Osim deskriptivne statistike za svaku grupu ispitanika odvojeno, u tablici su prikazani i rezultati Mann-Whitneyeva testa koji ukazuju na razlike između dviju skupina na ciljanim varijablama. Kao najvažniji pokazatelji usmjerenosti djeteta prikazani su rezultati trajanja usmjerenosti

**Tablica 1.** Opis varijabli/ponašanja djeteta analiziranih u zadacima "robot-predmet" (zadatak 1) i "robot-osoba" (zadatak 2).

Varijabla	Zadatak	Opis ponašanja
pogled – predmet	1	pogled usmjeren prema kućici ili bilo kojem njezinu dijelu
pogled – robot	1, 2	pogled usmjeren prema bilo kojem dijelu robota
pogled – osoba	2	pogled usmjeren prema licu ili tijelu ciljane osobe koja sudjeluje u dijalogu s robotom (ne uključuje pogledavanje roditelja)
dodir – predmet	1	dodirivanje, uzimanje ili nošenje dijelova ili cijele kućice po prostoriji
dodir – robot	1, 2	dodirivanje, uzimanje ili nošenje robota po prostoriji
komunikacija o predmetu	1	korištenje pogleda, geste, glasanja ili govora kako bi se usmjerila pažnja roditelja na kućicu
komunikacija o osobi	2	korištenje pogleda, gesti, glasanja ili govora kako bi se usmjerila pažnja roditelja na osobu koja sudjeluje u dijalogu s robotom
komunikacija o robotu	1, 2	korištenje pogleda, gesti, glasanja ili govora kako bi se usmjerila pažnja roditelja na robota

djetetova pogleda na pojedini predmet, dodirivanja ciljanih predmeta, kao i komuniciranja o ciljnom predmetu (robotu ili kućici).

*Usmjerenost pogleda na predmet/robotu.* Djeca tipičnog razvoja i djeca s poremećajem iz spektra autizma prosječno su podjednako dugo promatrala predmet (kućicu). U okviru 100 sekundi, djeca tipičnog razvoja promatrala su kućicu 34,2 sekunde, a djeca sa PSA-om 34,9 sekundi. Razlike nisu uočene ni u prosječnoj dužini promatranja robota. Premda su djeca tipičnog razvoja prosječno promatrala robota 45,2 sekunde, a djeca sa PSA-om 34 sekunde, statistički nisu potvrđene razlike između tih dviju skupina ( $p>0,05$ ).

*Fizička interakcija s robotom/predmetom.* Iz tablice je vidljivo kako je dodirivanje predmeta (kućice) u djece tipičnog razvoja trajalo prosječno 36,4 sekunde, a u djece sa PSA-om 24,9 sekunde. S druge strane dodirivanje robota kod skupine djece tipičnog razvoja prosječno je trajalo 18,0 sekundi, a kod skupine djece sa PSA-om 19,3 sekunde. Prilikom interpretacije ovog ponašanja u obzir se svakako treba uzeti činjenica da je kućica bila sastavljena od brojnih manipulativnih dijelova kojima su djeca manipulirala zbog čega je fizički kontakt s kućicom bio dugotrajniji. Robot je s druge strane ostavljao manje izbora po pitanju manipulacije stoga je, očekivano, samo dodirivanje robota trajalo kraće. Razlika između skupina u dužini fizičkog manipuliranja robotom i kućicom nije se pokazala statistički značajnom ( $p>0,05$ ).

*Komuniciranje o predmetu/robotu.* Posljednja varijabla uzeta u svrhu dobivanja uvida u razinu interesa jest ona koja se tiče usmjerenja pažnje roditelja na kućicu, odnosno robota. Već na prvi pogled vidljivo je kako su prosječna trajanja ovog ponašanja, bilo u odnosu na predmet ili u odnosu na robota, bila kraća negoli u prva dva, odnosno

četiri izdvojena ponašanja. Takav podatak valja interpretirati uz uvažavanje činjenice da je komunikacija o kućici odnosno robotu ostvarivana kroz geste ili govor i slična komunikacijska ponašanja koja su relativno kratka u odnosu na procese vizualnog ili fizičkog istraživanja predmeta. Posebno je zanimljiv podatak da se u skupini djece sa PSA-om uopće nije javilo usmjerenje pažnje roditelja na kućicu. U skupini djece tipičnog razvoja ponašanje je bilo prisutno, ali je trajalo relativno kratko, tek 1,9 sekundi u prosjeku, odnosno maksimalno sedam sekundi. Razlike između dviju skupina na ovoj varijabli također se nisu pokazale statistički značajnima. Za razliku od predmeta obje skupine ispitanika usmjeravale su pažnju na robota. Prosječno trajanje usmjerenja pažnje roditelja na robota kod skupine djece tipičnog razvoja trajalo je 6,0 sekundi, a kod djece sa PSA-om tek 0,7 sekundi. Razlika u rezultatima i statistički je potvrđena ( $p<0,01$ ), što znači da su djeca tipičnog razvoja značajno više usmjeravala pažnju roditelja na robota u odnosu na djecu sa PSA-om. Dobiveni su podaci očekivani s obzirom na to da usmjerenje nečije pažnje podrazumijeva socijalne vještine čija je manjkavost karakteristika djece sa PSA-om.

Zaključno dvije skupine djece nisu se razlikovale po količini vremena uloženoj u vizualno ili fizičko istraživanje robota i kućice. Razlike su uočene samo u pojavi komunikacije o robotu. Djeca tipičnog razvoja više su komunicirala o robotu sa svojim roditeljem, odnosno češće su usmjeravala pažnju roditelja na robota od djece s poremećajem iz spektra autizma.

Dobiveni rezultati koji pokazuju da su djeca više ulazila u fizičku interakciju s kućicom negoli s robotom mogu se objasniti u kontekstu postave prvog zadatka koji je prilično statičan. Naime zadatak je koncipiran na način koji nije podrazumi-

**Tablica 2.** Deskriptivni pokazatelji i rezultati Mann-Whitneyeva testa za varijable zadatka "robot-predmet"

VARIJABLA	TIPIČNI RAZVOJ				PSA				P
	X	SD	MIN	MAX	X	SD	MIN	MAX	
pogled – predmet	34,20	16,88	5	53	34,90	27,68	4	82	,796
pogled – robot	45,20	22,39	18	90	34,00	26,66	2	89	,315
dodir – predmet	36,40	17,57	0	57	24,90	30,26	0	83	,218
dodir – robot	18,00	24,20	1	80	19,30	22,68	0	60	,853
komunikacija o predmetu	1,90	2,73	0	7	0,00	0,00	0	0	,143
komunikacija o robotu	6,00	4,88	0	17	0,70	2,21	0	7	<b>,002</b>

jevao aktivno ponašanje robota. U scenariju ovog zadatka robot je bio pasivan i postavljen pokraj predmeta slične veličine. Već je ranije navedeno da djecu robotima u velikoj mjeri privlače njihova pokretljivost, mogućnost govora te proizvodnje drugih različitih podražaja (Giullian i sur., 2010; Cabibihan i sur., 2013). Kućica kao ponuđeni predmet interesa uz robota u prvom zadatku bila je sastavljena od mnogobrojnih dijelova kojima su se djeca mogla igrati, te je vrlo vjerojatno iz tog razloga bila moćna “konkurencija” pasivnom robotu. Djeca tipičnog razvoja često su se igrala dijelovima kućice uslijed prebacivanja pažnje s robota na predmet, nakon što bi istražili malo-brojne mogućnosti fizičke interakcije s robotom. Iz Tablice 2 vidljivo je kako je kod djece tipičnog razvoja prosječno trajanje dodirivanja predmeta bilo čak dvostruko duže negoli dodirivanje robota. Djeca sa PSA-om također su duže dodirivala predmet, ali je razlika u prosječnom trajanju dodirivanja predmeta u odnosu na robota bila znatno manja. Ovakvi rezultati dijelom odgovaraju istraživanju koje je proveo Scasselatti (2007). On je u svojem radu koristio robota u dva scenarija. Prvi je scenarij uključivao robota koji nije odgovarao na reakcije djece dok je u drugom scenariju robot davao odgovore na postupke djece. Rezultati su, između ostalog, pokazali kako su djeca tipičnog razvoja u prvom scenariju gubila interes i u kratkom se vremenu usmjeravala na igru s igračkama u prostoriji. U skladu s podacima koji upućuju na to da se interes za pasivne robote uglavnom s vremenom smanjuje (Scasselatti, 2007), pitanje je koliko bi se interes za pasivnog robota dodatno smanjivao protekom vremena jer je u slučaju ovog zadatka promatrano tek prvih 100 sekundi reakcije. Što se pak skupine djece sa PSA-om tiče, otprilike su podjednak udio vremena gledali kućicu odnosno robota. Prilikom interpretacije ponašanja djece sa

PSA-om u slučaju ovog zadatka treba se uzeti u obzir da su se djeca našla u nepoznatoj situaciji i prvi put vidjela robota koji k tome nije pokazivao sav raspon mogućnosti, a nadoveže li se na to činjenica da i djeca sa PSA-om preferiraju igru s interaktivnim robotskim igračkama naspram onih pasivnih (Dautenhahn i sur., 2003), za očekivati je da djeca sa PSA-om u ovakvom zadatku neće pokazivati značajne razlike po pitanju preferencije robota u odnosu na djecu tipičnog razvoja. Nadalje udio vremena provedenog u igri s kućicom za ovu se skupinu može objasniti time što je ona, kao što je već rečeno, zbog svojih brojnih dijelova bila manipulativna što je djeci sa PSA-om odgovaralo u vidu korištenja tih dijelova za repetitivne radnje kojima su skloni.

Zaključno izostanak značajnih razlika može se argumentirati činjenicom da je zbog postave zadatka neinteraktivni robot u ovom kratkom vremenu vjerojatnije percipiran kao igračka i samim time nije se istaknuo značajno više od kućice. Na tragu su ovog zaključka i rezultati istraživanja koja pokazuju da i djeca tipičnog razvoja i djeca sa PSA-om u podjednakoj mjeri robota svrstavaju u skupinu igračaka (a ne ljudi, životinja ili drugih uređaja) ako se on percipira u neinteraktivnom kontekstu (Peca i sur., 2014).

### Razlike u usmjerenosti pažnje djece sa PSA-om i djece tipičnog razvoja u socijalnom kontekstu (“robot-osoba”)

Osnovni pokazatelji deskriptivne statistike za varijable zadatka “robot-osoba” prikazani su u Tablici 3. Osim deskriptivne statistike za obje grupe u tablici su prikazani i rezultati Mann-Whitneyeva testa koji ukazuju na potencijalne razlike između dviju skupina na izdvojenim varijablama.

**Tablica 3.** Deskriptivni pokazatelji i rezultati Mann-Whitneyeva testa za varijable zadatka “robot-osoba”.

VARIJABLA	TIPIČNI RAZVOJ				PSA				p
	X	SD	MIN	MAX	X	SD	MIN	MAX	
pogled – osoba	14,10	8,01	4	31	1,70	2,21	0	7	,000
pogled – robot	54,30	16,61	13	73	65,90	16,78	38	86	,105
dodir – osoba	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	1,000
dodir – robot	1,60	4,12	0	13	24,20	25,85	0	80	,007
komunikacija o osobi	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0	0	,436
komunikacija o robotu	1,90	2,807	0	8	0,90	1,729	0	5	1,000

*Usmjerenost pogleda na robota/osobu.* Prva analizirana varijabla odnosila se na trajanje vizualnog promatranja robota i osobe koja sudjeluje u dijalogu s robotom. Prosječna trajanja promatranja osobe različita su za dvije skupine. Tako je u djece tipičnog razvoja gledanje u osobu trajalo u prosjeku 14,10 sekundi, dok je u skupini djece sa PSA-om prosječno trajanje gledanja u osobu iznosilo tek 1,70 sekundi ( $p < 0,01$ ). Valja naglasiti da su djeca iz obje skupine prosječno provela znatno duže razdoblje u promatranju robota negoli osobe. Premda se dužine trajanja usmjerenosti na robota ne razlikuje između skupina, omjeri količine vremena uložene u promatranje robota i osobe znatno su drugačiji – prosječno, djeca tipičnog razvoja 3,8 puta duže usmjeravala su pogled na robota negoli na osobu, a djeca sa PSA-om čak 38,7 puta više!

*Fizička interakcija s robotom/osobom.* Dodirivanje osobe ponašanje je koje je, očekivano, izostalo u slučaju obiju skupina. Takav podatak ne čudi uzme li se u obzir da je osoba djeci bila nepoznata te su se prvi put susrela s njom zbog čega nisu mogla biti dovoljno ohrabrena da joj pristupe ili je dodiruju. Osim toga osoba je, poštujući upute, ostajala neutralna spram djece za vrijeme trajanja dijaloga te svojim ponašanjem nije poticala interakciju djeteta. S druge strane u objema skupinama bilo je prisutno dodirivanje robota. Dodirivanje robota češće se javljalo u djece sa PSA-om (u prosjeku 24,20 sekundi) negoli u djece tipičnog razvoja (1,60 sekunda) ( $p < 0,01$ ). Osim pojačanog interesa za robota u djece sa PSA-om razlozi tako velikih razlika u vremenu dodirivanja robota možda se kriju u socijalnim obilježjima djece sa PSA-om (nedistanciranost, smanjeno pogledavanje i provjeravanje smiju li dirati robota, niža razina osviještenosti o društvenim normama, o (ne)diranju nepoznatih predmeta u novom prostoru, umanjene mogućnosti istraživanja robota putem komunikacije o robotu s roditeljem i sl.).

*Komuniciranje o robotu/osobi.* Ni u jednoj skupini djece nije se pojavila komunikacija s roditeljem o osobi. Moguće je da je razlog tome činjenica da se radilo o nepoznatoj odrasloj osobi koja se u toj situaciji nije ponašala na uobičajen način – nije pokazivala nikakve socijalne znakove te nije ni na koji način reagirala na sudionika ni roditelja, već je isključivo bila usredotočena na partnera u dijalogu – robota.

No u objema je skupinama zapažena komunikacija o robotu. Iako se ovo ponašanje javljalo znatno manje u odnosu na ostala promatrana, baš kao i u slučaju prvog zadatka (“robot-predmet”), i ovaj su put djeca tipičnog razvoja više usmjeravala pažnju roditelja na robota negoli djeca sa PSA-om. Tako je prosječno trajanje usmjeravanja pažnje pratnje na robota u djece tipičnog razvoja iznosilo 1,9 sekundi, a kod djece sa PSA-om tek 0,9 sekundi. Usprkos nešto dužem trajanju tih komunikacijskih činova kod skupine djece tipičnog razvoja, razlika između dviju skupina nije statistički potvrđena ( $p > 0,05$ ). Sveukupno snižena razina komentiranja robota u objema skupinama (u odnosu na vrijeme prezentirano u prvom zadatku) djelomice se može objasniti činjenicom da je ovo djeci bio drugi susret s robotom (a ne prvi).

Zaključno obje su skupine svoju pažnju pretežno usmjerile na robota, no djeca tipičnog razvoja znatno su više od djece sa PSA-om pritom pogledavala i osobu, dok su djeca sa PSA-om znatno više od djece tipičnog razvoja dodirivala robota. Dobiveni rezultati u skladu su s brojnim nalazima literature koja govori u prilog preferenciji robota naspram osobe kod djece sa PSA-om. Točnije, različiti istraživači pokazali su kako u situacijama koje uključuju robota i osobu djeca sa PSA-om više pažnje pridaju robotu, odnosno preferiraju njega naspram osobe (primjerice Duquette i sur. 2007; Lee i sur., 2012; Kim i sur. 2013). Može se pretpostaviti i da je usmjerenost pažnje djece sa PSA-om na robota rezultat smanjene usmjerenosti na socijalnu okolinu, a ne izrazito povećane usmjerenosti na robota.

Rezultati ovog istraživanja ukazuju na to da djeca s poremećajem iz spektra autizma u vrlo maloj mjeri započinju komunikaciju o robotu, što je očekivano uzevši u obzir dvije činjenice – prvu koja se odnosi na njihove socijalne i komunikacijske deficite te drugu, potvrđenu ranijim istraživanjima, koja ukazuje da djeca sa PSA-om tek nakon određenog razdoblja upoznavanja počinju uključivati roditelje i stručnjake u svoje interakcije s robotom, znatno kasnije negoli djeca tipičnog razvoja (Kozima i Nakagawa, 2006). Može se stoga pretpostaviti da bi se u drugačijem konceptu ispitivanja, onom koji bi se temeljio na višekratnom izlaganju, možda pokazao i drukčiji obrazac.

## **Nedostaci istraživanja**

Kao primarni metodološki nedostatak ovog istraživanja valja navesti činjenicu da je uzorak ispitanika bio nereprezentativan. Djeca koja su sudjelovala u istraživanju činila su prigodan uzorak te su, premda ujednačena po mentalnoj dobi, bila različite kronološke dobi. Idući faktor koji je potencijalno utjecao na rezultate istraživanja jest nešto slabije pridržavanje danih uputa nekih roditelja koji su sudjelovali u istraživanju a koji su, ipak, svjesno ili nesvjesno, u manjoj mjeri ponekad usmjeravali djecu k robotu. Uputno bi bilo i ponoviti istraživanje u nesocijalnom kontekstu u kojem bi “konkurencija” robotu bio predmet koji ima manje manipulativne mogućnosti, kao i uvrstiti zadatak u kojem bi se promatrale reakcije djece u nesocijalnom kontekstu s robotom koji izvodi neka ponašanja. Također prilikom ispitivanja javili su se i određeni tehnički propusti i teškoće. Naime, djeca su, a posebice ona sa PSA-om, često naglo mijenjala položaj što kamera nije uvijek uspijevala zabilježiti odnosno postojali su trenuci kad opažać nije mogao jasno vidjeti i procijeniti usmjerenost djetetove pažnje.

## **ZAKLJUČAK**

Ovim su istraživanjem uspoređene reakcije djece tipičnog razvoja i djece s poremećajem iz spektra autizma na prisustvo robota u dvama različitim kontekstima – nesocijalnom kontekstu u kojem je, uz robota, bio prisutan drugi predmet slične veličine i atraktivnosti te socijalnom kontekstu u kojem je, uz robota, bila prisutna i nepoznata osoba s kojom je robot bio u interakciji.

Rezultati su ukazali da roboti u značajnoj mjeri privlače pažnju obiju skupina predškolske djece u

objema situacijama premda se njihove reakcije u nekim elementima razlikuju. Možda iznenađuje podatak da se u oba zadatka trajanje usmjerenosti pogleda na robota nije razlikovalo u ovim dvjema skupinama djece. Taj podatak može potencijalno ukazivati na to da djeca sa PSA-om pokazuju podjednaku sklonost robotima kao i djeca tipičnog razvoja, ali da u ponašanju djece sa PSA-om nedostaju drugi elementi koji onda zanimanje za robota čine izraženijim – u manjoj mjeri komuniciraju o robotu s drugim osobama te u manjoj mjeri obraćaju pažnju na socijalnu okolinu u prisustvu robota. Jedini pokazatelj koji bi mogao ići u prilog pojačanom zanimanju jest izraženije dodirivanje robota u socijalnom kontekstu u odnosu na djecu tipičnog razvoja u trenucima kad se on pomicao i proizvodio govor. Premda ovakvo ponašanje može doista ukazivati na pojačani interes za robota, nadalje treba utvrditi je li ono tek simptom nezrelijih oblika ponašanja koje uključuje izostanak inhibicija, duže zadržavanje u repetitivnim aktivnostima s predmetom interesa te smanjena svijest o socijalnom kontekstu koji uglavnom nalaže da se pričekava potvrda okoline prije nego se krene dodirivati nepoznati predmet u nepoznatom prostoru. Također ono bi moglo biti i “nuspojava” nedostatka “verbalnog istraživanja” robota (postavljanja pitanja o robotu u komunikaciji s roditeljem) koje je potpuno izostalo u djece sa PSA-om.

## **ZAHVALA**

Ovaj je rad financirala Hrvatska zaklada za znanost u okviru projekta ADORE (HRZZ:93743-2014).

**LITERATURA**

- Cabibihan, J. J., Javed, H., Ang Jr., M., Aljunied, S. M. (2013): Why robots? A survey on the roles and benefits of social robots for the therapy of children with autism. *International Journal of Social Robotics*, 5(4), 593–618.
- Dautenhahn, K., Werry, I., Salter, T., Boekhorst, R. (2003): Towards adaptive autonomous robots in autism therapy: varieties of interactions. U: *Proceedings of 2003 IEEE International symposium on computational intelligence in robotics and automation*, (str.577–582). New Jersey: IEEE.
- 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.
- Duquette, A., Michaud, F., Mercier, H. (2007): Exploring the use of a mobile robot as an imitation agent with children with low-functioning autism. *Autonomous Robots*, 24(2), 147–157.
- Elsabbagh, M., Divan, G., Koh, Y.J., Kim, Y.S., Kauchali, S., Marín, C., Montiel-Nava, C., Patel, V., Paula, C.S., Wang, C., Yasamy, M.T., Fombonne, E. (2012): Global prevalence of autism and other pervasive developmental disorders. *Autism Research*, 5(3), 160–179.
- Feil-Seifer, D., Black, M., Flores, E., St.Clair, A., Mower, E., Lee, C., Matarić, M., Narayanan, S., Lajonchere, C., Mundy, P., Williams, M. E. (2009): Development of socially assistive robots for children with autism spectrum disorders. Preuzeto s: <https://pdfs.semanticscholar.org/0c2f/312701918aa863efdfb13aab7c7658129b5f.pdf>
- Giullian, N., Ricks, D., Atherton, A., Colton, M., Goodrich, M., Brinton, B. (2010): Detailed requirements for robots in autism therapy. *Proceedings of IEEE International conference on systems, man, and cybernetics*, (str. 2595–2602). Istanbul: Kudret Press & digital printing company.
- Ingersoll, B., Schreibman, L. (2006): Teaching reciprocal imitation skills to young children with autism using a naturalistic behavioral approach: effects on language, pretend play, and joint attention. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36, 487–505.
- Kim, E. S., Berkovits, L. D., Bernier, E. P., Leyzberg, D., Shic, f., Paul, R., Scassellati, B. (2013): Social robots as embedded reinforcers of social behavior in children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 43, 1038–1049.
- Kozima, H., Michalowski, M. P., Nakagawa, C. (2008): Keepon. A Playful Robot for Research, Therapy and Entertainment. *International Journal of Social Robotics*, 1, 3–18.
- Kozima, H., Nakagawa, C. (2006): Interactive robots as facilitators of children's social development. U: *Lazinica, A. (ur.): Mobile robots: towards new applications* (str. 269–286). Beč: Advanced Robotic Systems.
- Kozima, H., Nakagawa, C., Yasuda, Y. (2007): Children-robot interaction: a pilot study in autism therapy. *Progress in Brain Research*, 164, 385–400.
- Kozima, H., Nakagawa, C. (2006): Interactive robots as facilitators of children's social development. U: *Lazinica, A. (ur.): Mobile robots: towards new applications*, (str. 269–286). Beč: Advanced Robotic Systems.
- Lee, J., Takehashi, H., Nagai, C., Obinata, G., Stefanov, D. (2012): Which robot features can stimulate better responses from children with autism in robot-assisted therapy? *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 9, 72, 1–6.
- Michaud, F., Duquette, A., Nadeau, I. (2003): Characteristics of mobile robotic toys for children with pervasive developmental disorders. *Systems, Man and Cybernetics*, 2003. IEEE International Conference.
- Peca, A., Simut, R., Pintea, S., Costescu, C., Vanderborght, B. (2014): How do typically developing children and children with autism perceive different social robots? *Computers in Human Behavior*, 41, 268–277.
- Robins, B., Dautenhahn, K., Dubowski, J. (2004): Investigating autistic children's attitudes towards strangers with the theatrical robot – a new experimental paradigm in human-robot interaction studies. *Proceedings of the 2004 IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication* (str. 557–562). Kurashiki: IEEE.



- Robins, B., Otero, N., Ferrari E., Dautenhahn, K. (2007): Eliciting requirements for a robotic toy for children with autism – results from user panels. 16th IEEE International Conference on Robot & Human Interactive Communication, (str. 101–106). Jeju, Korea: IEEE.
- Scassellati, B., Admoni, H., Matarić, M. (2012): Robots for use in autism research. *The annual review of biomedical engineering*, 14, 1, 275–294.
- Scassellati, B. (2007): How social robots will help us to diagnose, treat, and understand autism. *Robotics Research*, 28, 552–563.
- Shamsuddin, S., Yussof, H., Mohamed, S., Hanapiah, F. A. (2014): Design and ethical concerns in robotic adjunct therapy protocols for children with autism. *Procedia Computer Science*, 42, 9–16.
- Shamsuddin, S., Yussof, H., Ismail, L. I., Mohamed, S., Hanapiah, F. A., Ismarrubie Zahari, N. (2012): Initial response of autistic children in human-robot interaction therapy with humanoid robot NAO. *Procedia Engineering*, 41, 1448–1455.
- Srinivasan, S., Bhat, A. (2013): The effect of robot-child interactions on social attention and verbalization patterns of typically developing children and children with autism between 4 and 8 years. *Autism*, 3, 2, 1–7.
- Taylor, B., Jick, H., MacLaughlin, D. (2013): Prevalence and incidence rates of autism in the UK: Time trend from 2004–2010 in children aged 8 years. *BMJ Open*, 3(10), e003219.
- Yun, S. S., Kim, H., Choi, J., Park, S. K. (2016): A robot-assisted behavioral intervention system for children with autism spectrum disorders. *Robotics and Autonomous Systems*, 76, 58–67.

## REACTION TO ROBOTS IN SOCIAL AND NON-SOCIAL CONTEXTS – COMPARISON OF CHILDREN WITH AUTISM SPECTRUM DISORDERS AND THEIR TYPICAL PEERS

**Abstract:** *Creating effective support for children with autism spectrum disorder (ASD) through their interaction with robots is the focus of numerous studies in the field of social – assistive robotics. They are based on the premise that children with ASD show a preference for electronic devices and reduced interest in social aspects of their environment. However, the strong interest in electronic devices among all children raises the question of whether children with ASD really react differently than their typical peers to the presence of robots. The aim of this study was to compare reactions of children with ASD and typically developing children to robots in a non – social context (“robot – object” task, where the robot and another interesting object are present in the room) and a social context (“robot – person” task, where the robot and a person are present). The sample consisted of 20 preschool children, 10 in each group. Children with ASD showed similar behavioural patterns as typical peers in the non-social context. There were no differences between groups in mean length of duration of gaze directed at the robot or the duration of physical interactions with the robot. However, differences were detected in the social aspect of the situation: typically developing children communicated more about the robot with their parents. In the social context (“robot – person” task), children with ASD engaged in physical interaction with robots significantly less than their typical peers, while the latter directed their attention toward the person more than children with ASD did. Finally, both groups directed their attention to the robot more than to the person, but children with ASD were engaged much less in the social aspects of both conditions. The results suggest that robots are very attractive for children with ASD and typically developing children, but also that there are significant differences between the two groups in that children with ASD show a lack of social behaviours and directedness to other persons.*

**Key words:** *autism spectrum disorder; typically developing children, humanoid robot*