

ПЕ-ИРА Прирачник

Прирачник за Препознавање на Емоциите Во Интервенции Поддржани од Роботи кај Аутизмот

EU Erasmus Plus EMBOA Project
<http://emboa.eu/>

Верзија: 1.2, Македонски јазик, Јули 2022



Ово извештај се дистрибуира без парична надокнада преку
Creative Commons License CC BY

АВТОРСКИ ПРАВА И РЕПРОДУКЦИЈА

Овој документ е производ на меѓународен проект ЕМВОА финансиран од програмата на Европската унија Еразмус+. Овој документ се дистрибуира бесплатно преку СС-ВУ отворена лиценца. Документот е достапен на англиски, полски, македонски, германски и турски јазик. Документот е бесплатен за повторна редистрибуција.

Автори на прирачникот

Duygun Erol Barkana
Katrln Bartl-Pokorny
Hatice Kose
Agnieszka Landowska
Michal R. Wrobel
Ben Robins
Tatjana Zorsec

ФИНАНСИРАЊЕ

Оваа публикација беше делумно поддржана од проект Еразмус+ на Европската комисија насловен: ЕМВОА, Афективна јамка во социјално потпомогната роботика како интервентна алатка за децата со аутизам, договор бр. 2019-1-PL01- KA203-065096. Донорот на кој било начин не влијаеше на содржината на овие упатства.

ОГРАДУВАЊЕ

Оваа публикација ги одразува само гледиштата на авторите и Комисијата не може да биде одговорна за каква било употреба што може да се направи на информациите содржани во неа.

ПРЕДЛОГ ЦИТАТ ЗА ОБЈАВУВАЊЕ

<ќе се додаде по објавувањето>

ПОНАТАМОШНИ ИНФОРМАЦИИ ЗА ПЕ-ИРА ПРИРАЧНИКОТ

Веб-страница на ЕМВОА проектот: <http://emboa.eu/>
Автор за контакт: Agnieszka Landowska, nailie@pg.edu.pl

Содржина

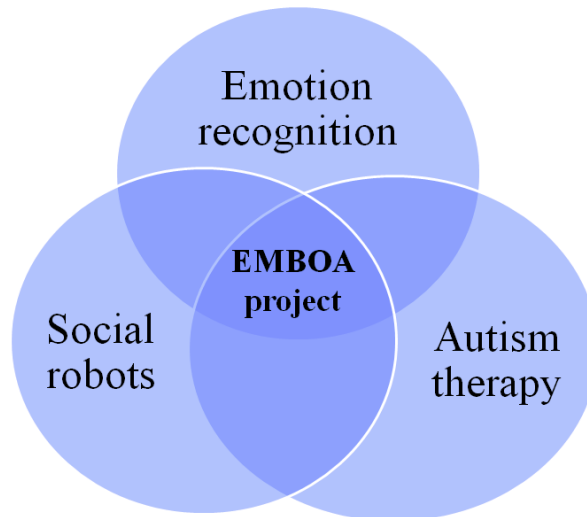
Резиме

е	4
Контекст и мотивација	5
Цел и корисници на прирачникот	7
Развоен метод	8
Насоки	11
Избор на канали на обсервација (КО)	13
Сигурно препознавање на емоционалните симптоми (СИМ)	15
Технологија и уреди (ТЕХ)	19
Активности при интеракција со социјален робот (ИНТ)	20
Процесуирање на податоците при симптомите (ПРОЦ)	23
Емоционално препознавање кај деца со аутизам (ЕМО)	27
Дизајн на истражувачките студии (ИСТ)	28
Известување на студиите за деца со аутизам (ИЗВ)	30
Евалуација на прирачникот	32
Применливост	35
Идни активности	36
Литература	37

Резиме

Документот дава насоки и практична евалуација за примена на технологии за препознавање на емоции во интервенциите поддржани од роботи кај деца со аутизам. Насоките беа развиени во рамките на проектот Еразмус+ EMBOA на ЕУ. Упатствата се фокусираат на комбинирање на технологии за препознавање емоции со роботи за социјална поддршка. Главната цел е да се додаде афективната повратна врска на интервенциите базирана на роботи во терапијата за аутизам.

Визуелен абстракт



Клучни зборови

Социјално асистивни роботи (САР); аутизам; растројство од аутистичен спектар (РАС); емоционално препознавање; афективно препознавање

1. Контекст и мотивација

1.1. За овој документ

Документот содржи листа на упатства и препораки за користење на технологијата за препознавање на емоции при набљудување на интеракцијата помеѓу робот и дете со аутизам. Документот е подготвен во рамките на проектот Еразмус+ на Европската унија наречен EMBOA.

Документот е главниот резултат на проектот и има за цел да ги опише и објасни научените лекции преку преглед на литература и набљудувачки студии. Документот е подготвен на англиски, полски, македонски, германски и турски јазик. Документот е достапен бесплатно под лиценцата Creative Commons CC-BY.

Документот во сите јазични верзии е достапен на веб-страницата на проектот EMBOA: <http://emboa.eu/>.

1.2. Мотивација

Аутизмот е доживотна попреченост, која влијае на перцепцијата на светот и интеракцијата на луѓето со другите. Тој е дефиниран како дефицит во социјалната комуникација и интеракција и ограничени/репетитивни модели на однесување/интереси/активности и влијае на 1% од населението (7,5 милиони европски граѓани). Тоа е оневозможувачка состојба со тешкотии во самостоен живот, грижа за себе, образование и можности за вработување. Речиси половина од поединците ќе имаат интелектуално оштетување и никогаш нема да развијат говор. Не постои „лек“ за аутизмот. Сепак, постојат низа интервенции за подобрување на учењето и развојот. Секоја интервенција треба да се фокусира на развивање на социјалните вештини на детето, бидејќи се покажа дека социјалната компетентност е предиктор на долгорочните исходи за лицата со аутизам. Аутизмот е високо хетерогено нарушување кое бара персонализирани и приспособени интервенции за секој поединец. Она што може да работи за едното дете, можеби не и за некое друго. Без соодветна интервенција, аутизмот може да доведе до распад на семејството, ментална болест и членовите на семејството да станат доживотни негуватели.

Децата со растројство од аутистичен спектар или аутизам, страдаат од повеќекратни дефицити, а ограничените социјални и имитациони вештини се меѓу оние кои влијаат на нивната способност да бидат вклучени во интеракцијата и комуникацијата. Ограничената комуникација се јавува во интеракцијата човек-човек и влијае на односите со членовите на семејството, врсниците и терапевтите. Емоционалните вештини се исто така меѓу оние кои би можеле да бидат нарушени кај децата со аутизам.

Комуникациски дефицити кај децата со аутизам се присутни и во комуникацијата помеѓу детето и терапевтот за време на интервенциите. Неодамна, научната заедница ги истражуваше ветувачките резултати во интервенцијата базирана на работи за поддршка на социјалниот и емоционалниот развој на децата со аутизам. Користењето работи како социјални посредници за вклучување на децата во задачите, овозможува предвидливи и сигурни средини на пр. предвидливите правила се важни во промовирањето на просоцијалното однесување кај аутизмот.

Не знаеме зошто децата со аутизам се желни да комуницираат со роботи, но не и со луѓето. Ефектот се јавува дури и ако роботите имаат човечки изглед. Некои психолози го припишуваат овој феномен на потребата за предвидливост, очигледна кај аутизмот. Без оглед на причината, социјалните роботи се покажаа како начин да се пребродат социјалните препреки на детето и да се вклучи во интеракцијата. Штом ќе се случи интеракцијата, имаме единствена можност да го вклучиме детето во постепено градење и практикување социјални и емоционални вештини.

Социјалната интеракција со роботите може да се подобри со емоционален аспект, додавајќи афективна јамка на процесот. За да има афективна јамка, емоциите на децата со аутизам не само што треба да се под влијание, туку и да се согледаат.

Проектот ЕМВОА имаше за цел да изврши физибилити студија и докажување на концептот при користење на робот во врска со технологиите за автоматско препознавање на емоции, како нова алатка за интервенции за деца со аутизам.

1.3. За проектот

Проектот ЕМВОА (Афективна јамка во социјално потпомогната роботика како интервентна алатка за децата со аутизам) имаше за цел да развие насоки и практично тестирање на примената на технологии за препознавање емоции во интервенција поддржана од работи кај деца со аутизам. Проектот е финансиран од програмата на Европската унија Еразмус+ стратешко партнерство за високо образование.

Проектот поврзува високообразовни партнери, специјализирани во областа на работа со деца со попреченост, роботика и обезбедување на технологии за препознавање на емоции.

Партнери во проектот се:

- Gdansk University of Technology, Poland,
- University of Hertfordshire, UK,
- Istanbul Teknik Universitesi, Turkey,
- Yeditepe University, Turkey,
- Macedonian Association for Applied Psychology, North Macedonia,
- University of Augsburg, Germany.

Интернационален состанок за социјални работи на проектот ЕМВОА е претставен на Слика 1.



Слика. 2 Интеракција со социјални роботи, EMBOA тренинг, Hertfordshire, UK

Иновацијата што ја носи проектот е комбинација од две нешта: социјални роботи и автоматско препознавање на емоции при специфични интервенции кај деца со аутизам. Афективната јамка создадена на овој начин се очекува да го подобри множеството интервенции кои се однесуваат на вештините на емоционалната интелигенција.

Предложениот проект е високо интердисциплинарна иницијатива која комбинира роботика, информациски и комуникациски технологии и други дисциплини како когнитивни науки, развојна психологија, педагогија, интерфејс човек-машина и други, за да се отвори посебна можност, технологиите да ги задоволат потребите на децата со аутизам и нивните негуватели. Употребата на хуманоидни роботи во интервенции за деца со аутизам расте во последните неколку години, а првичните резултати од истражувањето се многу ветувачки. Понатаму, технологијата за помошни роботи во интервенциите за деца со аутизам сама по себе е иновативна, а целта е и да додадеме автоматско препознавање на емоциите.

Целта на EMBOA проектот беше да се потврди можноста за примена (физибилити студија) на технологии за интервенции и препознавање емоции базирани на роботи. Конкретно, имавме за цел да ги идентификуваме најдобрите практики и пречки во користењето на комбинацијата на технологии. Главното истражувачко прашање на кое треба да одговори проектот е: **Како ефективно да се следи, претстави и интерпретира детскиот афект од социјалните роботи за да се олеснат емоционалните состојби кои го поддржуваат процесот на интеракција?**

Главните проектни задачи вклучуваат:

- Најсовремен преглед на препознавање емоции применет во интеракцијата човек-робот при интервенции за аутизам, врз основа на систематски преглед на литература;
- Извршување на физибилити студија со која се потврдува можноста за примена на препознавање емоции во интервенција базирана на роботи;
- Идентификација на најдобрите практики и пречки во користењето на комбинацијата на технологиите;

- Развивање на упатства и практична евалуација на примена на технологии за препознавање емоции во интервенции поддржани од работи кај деца со аутизам.

2. Цел и корисници на прирачникот

2.1. Цел на прирачникот

Технологиите за автоматско препознавање емоции се релативно нова дисциплина со растечки тренд на примена. Сите канали за набљудување што се користат за препознавање на емоции (изрази на лицето, прозодија на говорот, физиолошки сигнали итн.) се карактеризираат со подложност за манипулации и влијанија. Нивото на овие влијанија дополнително зависи од поединецот и контекстот. Употребата на препознавање емоции кај децата со аутизам сè уште не е добро истражена. Користењето на хуманоидниот робот во врска со технологиите за препознавање емоции ретко е испробано и проучувано. Тоа е нов пристап дизајниран да ги поддржи и стимулира децата со аутизам во зајакнувањето на емоционалните вештини.

Прирачникот има за цел да ги сумира препораките и предизвиците во користењето на технологиите за автоматска емоција, во интервенциите базирани на работи кај аутизмот. Се надеваме дека ќе добиеме **афективна јамка**, односно методи за согледување и влијание врз емоциите на децата со аутизам во интервенции базирани на работи. Точното препознавање на емоции во интервенциите со помош на робот значително ќе им користи на децата и нивните терапевти. Еве неколку примери: Роботот може да реагира во реално време на емоционалната состојба на детето. Ова ќе овозможи природен разговор со децата, подготвувајќи ги подобро за разговори во реалниот живот со нивните врсници, родители, терапевти итн. Автоматското препознавање на емоциите може да ја намали количината на рачна контрола на роботот потребна преку терапевтот за време на интервентните сесии поддржани од работи. Ова ќе му овозможи на терапевтот да се концентрира повеќе на детето за да се максимизира успехот на интервентната сесија.

2.2. Таргет група

Целната група на прирачникот е разновидна. Вклучува **терапевти и старатели, и истражувачи и провајдери на технологии.**

Терапевтите и старателите би можеле да научат за можноста за подобрување на терапијата за деца со аутизам со нови технологии - социјални работи, автоматско препознавање емоции и комбинација од двете.

Истражувачите и од технолошкиот и од педагошкиот домен може да имаат корист од нашите согледувања на претходните студии и некои препораки за нивно извршување и известување.

На **провајдерите на технологии** може да им бидат интересни опциите за подобрување на социјалните работи со технологии за автоматско препознавање емоции. Дополнително, провајдерите на технологија за препознавање емоции може да имаат корист од нашите набљудувања за ограничувањата што ги користат технологиите во согледувањето на емоциите на децата со аутизам.

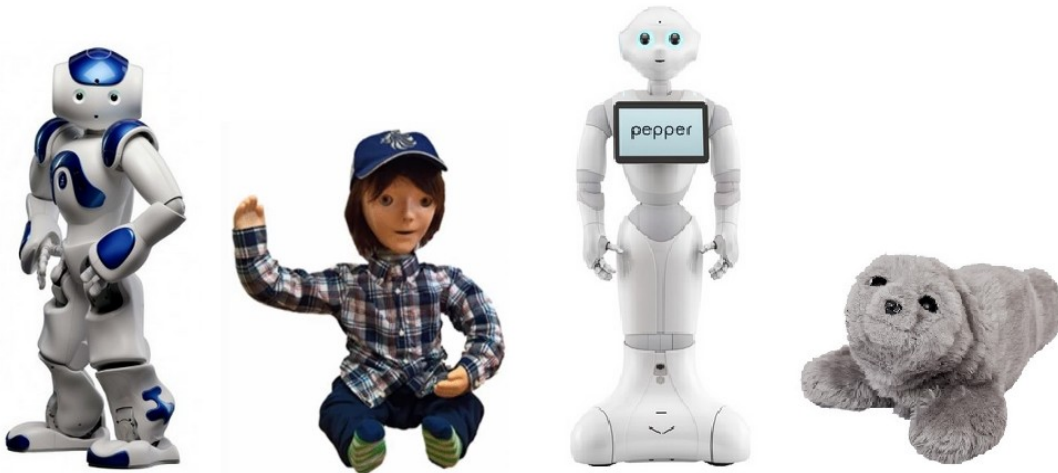
3. Развоен метод

Развојот на прирачникот се базира на неколку методи. Прво, извршивме преглед на литература за да ја идентификуваме најсовремената интервенција заснована на работи во аутизмот и автоматското препознавање на емоциите што се применуваат кај децата со аутизам. Второ, извршивме два круга на набљудувачки студии за интервенции базирани на работи. Конечно, прирачникот беше евалуиран со помош на инструментот AGREE II. Препораките беа применети и во текот на вториот круг на набљудувања.

3.1. Систематски преглед на литературата

Два систематски прегледи на литературата го поткрепија развивањето на овој прирачник. Првиот се однесуваше на примената на автоматското препознавање на емоциите кај децата со аутизам, додека вториот ја разгледуваше интервенцијата базирана на работи во терапијата за аутизам. Првиот преглед имаше за цел да ја истражи најсовремената технологија во комбинацијата на терапија за аутизам и технологиите за автоматско препознавање на емоциите. Да бидеме попрецизен, во полето на интерес, некои студии покажуваат како автоматски да се препознаат емоциите што ги чувствуваат децата со аутизам, а не капацитетот на децата да препознаат емоции кај другите. Над 2000 трудови првично беа извлечени од седум пребарувачи, вклучувајќи 50 трудови во квалитативна и 27 во квантитативна анализа. Прегледот открива некои набљудувања во врска со каналите на набљудување, модалитетите и методите што се користат за препознавање на емоциите кај децата со аутизам. Квалитативната анализа откри важни индикации за формирање на групите на учесници и најчестите комбинации на модалитети и методи. Прегледот може да ги интересира истражувачите кои применуваат препознавање на емоциите или ги подобруваат методите за класификација на емоциите во студиите поврзани со аутизмот. Овој систематски преглед на литературата, откри голем број предизвици поврзани со примената на препознавањето на емоциите во студиите за децата со аутизам. Идентификувани се и некои добри практики. При прегледот се користеше PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews), образец за пребарување и известување и истата беше објавена. [2]

Вториот преглед имаше за цел да ја истражи најсовремената употреба на социјални работи во интервенција кај деца со аутизам. Постоечката литература сугерира дека децата со аутизам имаат корист од интервенциите базирани на работи. Сепак, студиите значително се разликуваат во карактеристиките на учесниците, применетите работи и обучените вештини. Затоа, роботите може да се поделат во пет категории врз основа на нивните морфолошки карактеристики: хуманоидни, животни/суштества, мобилни работи, робот во форма на топка и други. Меѓу нив, најважната улога во терапијата за аутизам им е доделена на роботите кои имаат за цел да развијат интеракција кај децата (наречени социјални работи). Некои социјални работи се прикажани на Слика 3. Трите се хуманоидни, додека последниот е животно (кукла).



Слика. 3. Примери на социјални роботи (од лево кон десно): Нао, Каспар, Пепер, Паро

Ги прегледаваме трудовите кои опишуваат интервенции базирани на роботи насочени кон различни вештини за децата со аутизам, систематски преземајќи ги сите релевантни написи објавени во базите на податоци Scopus, Web of Science и PubMed. Од вкупно 609 идентификувани трудови, 60 публикации, вклучително и 50 оригинални статии и 10 неемпириски написи, вклучувајќи рецензија и теоретски статии, беа подобни за синтеза. Нао и ЗЕКА беа најчесто користените роботи. Препознавањето на основните емоции и влегувањето во интеракција беа најчесто тренираните вештини, додека среќата, тагата, стравот и гневот беа најчесто тренираните емоции. Студиите објавуваат широк спектар на предизвици во однос на интервенциите базирани на роботи, кои се движат од ограничувања за одредени подгрупи на аутизам и безбедносни аспекти на роботите, до напори за автоматско препознавање на емоционалната состојба на децата од страна на роботските системи. Конечно, ги сумираваме и дискутираваме за препораките во врска со примената на интервенции базирани на роботи за децата со аутизам. При прегледот, повторно ја користевме шемата за пребарување и известување PRISMA и истата беше објавена. [1]

3.2. Обсервациски сесии

Развојот на прирачникот се базира и на две рунди на обсервациски сесии, при што беа применети технологии за набљудување на емоциите. Обсервациите се одржаа во рамките на проектот EMBOA, во Македонија, Полска, Обединетото Кралство и Турција. За извршување на обсервациите беа користени заеднички сценарија за интеракција и соодветни протоколи. Првиот круг на набљудувачки студии беше подготвен според наодите од прегледите на литературата. Потоа ги разгледаваме податоците од сесиите и соодветно го формулиравме прирачникот. Потоа беше извршен вториот круг на обсервации, со извесни модификации според научените лекции.

Подолу ги наведуваме некои од општите претпоставки за обсервациите:

- сите поставки треба да бидат подготвени пред детето да влезе во собата;
- секое дете да има повеќе сесии (најмалку 2);
- се препорачуваат сесии на запознавање;
- постои однапред подготвена заедничка листа на сценарија кои треба да се изведат;

- сценаријата треба да се преведат на националните јазици и да се прилагодат, доколку е потребно (на пример, децата пеат различни песни во различни земји);
- се обидуваме да ги следиме наведените сценарија, но беше дозволено да се следи и ритмот на детето - испуштање или додавање на други интеракции;
- снимаме видео (со две камери, доколку е можно), погледот на очите, гласот (со два микрофони), физиолошки сигнали (отчукувања на срцето и спроводливост на кожата);
- за време на сесијата ги запишуваме најважните забелешки, а потоа сесијата може да биде нотирана подетално;
- снимаме, складираме и споделуваме податоци (анонимни и кодирани) во рамките на конзорциумот.

Списокот на подготвени сценарија беше како што следува:

- Сценарио 1. Поздрав и песна („Ако си среќен“ или еквивалент) - ова сценарио содржи основни поздравувања (здраво, чао, како си) и песничка поделена на стихови; може да се користи за тренинг на вештини за поздравување, за заедничко пеење;
- Сценарио 2. Сценарио за емоции - содржи прикажување на пози на среќа/тага/се крие/изненадување, заедно со гласовна комуникација, но и поттикнувања на детето кое покажува слична поза; може да се користи за обука за имитација на движењата, вештини за препознавање емоциите;
- Сценарио 3. Сценарио за животни - содржи инструкции за правење животински звуци; може да се користи за обука на вокализаци, имитација на звук, вртење, одговарање прашања;
- Сценарио 4. Сценарио за делови од телото - содржи пози на Каспар кои прикажуваат делови од телото заедно со гласовна комуникација; може да се користи за обука имитација на движења, прикажување на делови од телото (на роботот или сопствени), вртење;
- Сценарио 5. Имитација на Каспар - содржи различни пози на Каспар (рака на страна, напред, нагоре, итн.) и поттикнува да се имитираат движењата - може да се користи за тренинг на имитација на движењата, вртење, игри за помнење;
- Сценарио 6. Имитација на звуци - содржи избрани гласови (самогласки), слогови и едноставни зборови со поттикнувања на повторување кај детето; може да се користи за тренинг на вокализација, основни говорни вештини, имитација на звуци, вртење и игра за помнење.

Дополнително секое од сценаријата содржеше основни потсетници и засилувачи: браво, браво, благодарам, труба+браво, оф боли, ти си на ред. Тие се користат за да се поттикне детето да го следи сценариото и интеракцијата со Каспар. Ја започнувавме сесијата со „Здраво“ и завршивме со „Чао“. Редоследот на сценаријата се прилагодуваше.

Сите партнери во четири земји кои ги изведуваа обсервациите користеа ист сет на опрема, како што е договорено во протоколот, за усогласеност на набљудувањата.

Опремата што ја користевме во нашите набљудувачки студии е следната:

- Affectiva E4 нараквица за снимање на физиолошките сигнали;
- Gazepoint GP3 тракер за очи, за снимање на погледот;
- Два микрофони: Zoom H4n Pro и AKG C 417 L микрофон со адаптер;
- Една камера (обсервации во првиот наврат) и две камери (обсервации во вториот наврат).

Овие уреди беа избрани во фазата на предлог-проект и некои од нив се покажаа како добри избори. Ве молиме, имајте предвид дека упатствата не сугерираат употреба на кој било од овие уреди, туку ги набројуваме за некоја идната референца (а можеби и репликација) на истражување. Можеби ќе ви бидат интересни критериумите што ги користевме за избор на уредите, а тие беа следните:

- најниска наметливост при мерењата кај детето;
- можност за долгорочни мерења;
- робусност на вознемирување;
- функција за пренос на податоци;
- однос квалитет и цена.

Во текот на вториот круг на обсервации применивме некои научени лекции (насоки) и направивме некои модификации на сесиите за набљудување:

- користевме две камери (фронтална блиску до детето) и општа (приказ на сцената);
- ја прилагодивме положбата и аголот на камерата и известувавме за резолуцијата и аголот на леќите на фотоапаратот;
- користевме (каде што беше можно) алтернативни камери (кај одбрани партнери);
- го елиминиравме тракерот за очи, што резултира со тоа што Каспар седи пониско - и се обидувавме да добиеме податоци за погледот од фронталната видео-слика;
- го анулиравме микрофонот на ревер и го користевме само општиот (бидејќи не се постигнати подобри резултати од тој на реверот);
- снимававме примероци од гласот на детето, бучавата од собата, бучавата од роботите и говорот;
- ја модифициравме процедурата за прилагодување на синхронизацијата на сигналите.

Во студијата учествуваа вкупно 66 деца со аутизам, на возраст од .. до ..., .. машки и .. женски. Исто така, ги евидентиравме возраста на децата, видот и должината на досегашните третмани, коморбидните состојби, браќата/сестрите, градирање на разбирањето говор, вербалните вештини, знаењето на животните, познавање на деловите од телото.

4. Насоки

Препораките што ги добивме од прегледите на литературата и научените лекции од сесиите на обсервација што ги спроведовме, беа интегрирани и сумирани во форма на насоки.

Насоките се поделени во следните категории со цел да се систематизираат и да се направат полесно достапни:

1. Насоки за избор на канали на обсервација (означени како КО)
2. Насоки за сигурно препознавање на емоционалните симптоми (СИМ)
3. Насоки за технологии и уреди што се користат (ТЕХ)
4. Насоки во врска со активностите во интеракцијата со социјалниот робот што овозможиле правилно бележење на симптомите, како и пречките (ИНТ)
5. Насоки за обработка на податоците за симптомите (ПРОЦ)
6. Насоки за препознавање на емоциите кај децата со аутизам (ЕМО)
7. Насоки за дизајн на истражувањата на оваа тема (ИСТ)
8. Насоки за известување за студиите за препознавање на емоциите, роботите и децата со аутизам (ИЗВ).

Насоките се нумерирани за полесно упатување, а кодот на категоријата е исто така доделен за полесна идентификација. Во прилог на категоризираните обсервации, постојат три предложени општи насоки (НАС), за почеток.

**Насока НАС1:
Следете го детето и терапевтските цели**

Интервенцијата базирана на работи, како и добивањето сигнали за препознавање на емоциите, бара соодветна технологија. Ова секако интервентната средина ја прави посложена, при што технологијата бара одредено внимание од операторот. Оваа насока значи да се задржи фокусот на детето и терапевтските цели. **Не треба ни детето ниту терапијата да се прилагодат, за да се вклопат во барањата на технологијата за препознавање на емоциите. Наместо тоа, поставувањето за препознавање на емоции треба да ја следи терапевтската цел на детето.**

Анализирајќи ги разновидните студии за развој на реални апликации за препознавање на емоциите во терапиите за аутизам, се чини дека некои прашања се од најголема важност што треба да се постават на самиот почеток на секоја студија:

- За која цел се препознаваат емоциите-дали е подобро да се разберат феномените на емоциите, да се поддржи интервенцијата или да се приспособи однесувањето на технологијата (робот, апликација)?
 - На кој начин препознавањето на емоции би помогнало да се развијат вештините или да се поддржи играта кај децата со аутизам?
 - Тренинг на која вештина ќе бара автоматско препознавање на емоциите?
- [1]

**Насока НАС2:
Започнете со тоа што сакате да го дознаете за емоционалната состојба на детето**

На почетокот, треба да размислите што сакате да следите и што сакате да знаете за емоциите на детето. Дефинирајте кои емоционални состојби на детето се од интерес, а потоа изберете и приспособете ја технологијата соодветно. Кои емоции треба да ги откриеме и за што? Можеби е полесно да се детектираат само избраните емоционални состојби.

Во истражувањата во психологијата, не постои недвосмислена дефиниција за човечката емоција [28]. Сепак, дискретен концепт за емоциите е широко прифатен. Постојат повеќе модели за претставување на емоциите [29]. Анализирајќи ги трудовите кои се занимаваат со препознавање на емоции, го проучивме прашањето за тоа кои емоции се разликуваат и анализираат. Повеќето трудови користат два модели на емоции: основните емоции на Екман (радост, лутина, страв, одвратност, тага, изненадување) [30] и/или дводимензионален модел на валентност и возбуда. Основниот модел во трудовите на Екман дефинира подмножество, а не целосен сет на емоции. Во трудовите се користат различни формулации за да ги опишат емоциите, а дополнително внимание треба да се посвети на значењето на оние во одредена студија. Збирот на емоции кои произлегуваат од процесот на препознавање, не е ограничен само на оние опишани од овие два модели. Некои студии, освен емоциите, ги разгледувале и расположенијата, менталните состојби (како концентрацијата), па дури и гладот.

Дополнително ги анализираме и другите емоционални состојби кои се однесуваат и на паралелно појавување на состојбите, кои нема да биде детално образложени овде. За таа цел, ве молиме да го погледнете нашиот труд [2].

Понекогаш шесте основни емоции (среќа, страв, лутина, изненаденост, згрозеност, тага) се добри за старт, но тие можеби не се доволни за проучување или интервенција. На пример, некои студии објавуваат рани симптоми на стрес, кои беа важни за следење [31, 32].

Насока НАС3: Заштите ги правата на детето

Без разлика на целта на интервенцијата и/или студијата, ве молиме запомнете дека правата на детето мора да бидат заштитени. Прво, детето има право да ја добие најдобрата достапна терапија.

Друго прашање е да се заштити приватноста на детето. Според GDPR (<https://gdpr-info.eu>), лични податоци се секоја информација поврзана со идентификувано или лице кое може да се идентификува. Идентификаторите како име, идентификациски броеви или адреса, не треба да бидат изложени. Мора да се добие информативна согласност од старателите со посебна согласност за објавување на резултатите, вокализациите или сликите на лицето. Треба да се земат предвид и други етички ризици. Важно е да му дозволите на детето да се повлече од интеракцијата во секој момент. Мора да се земат предвид и техничките ризици кои ја загрозуваат безбедноста (види TEX1). Исто така, треба да се бара одобрение од Етички комитет, секогаш кога е потребно.

4.1. Избор на канали на обсервација (КО)

Одговорите на нервниот систем кај човекот, а предизвикани од емоциите, провоцираат промени во животните активности како на изразот на лицето, држењето на телото, вокализацијата, отчукувањето на срцето, спроводливоста на кожата или периферната температура. Оваа забележлива информација, која може да се искористи за да се добие увид во симптомите на емоции, може да се добијат од повеќе канали. **Канал е** медиум за снимање на сигнал, на пр. видео, глас. **Модалноста** е вид на информации што може да се набљудуваат и се користат како посредник за препознавање на емоциите. Во некои претходни студии, модалитетите што се користеа за препознавање на емоции беа следните:

- движење: изрази на лицето, држење на телото, поглед на очите, движење на главата, гестови (исто така наречени движења на рацете) и кое било друго движење кое претходно не е класифицирано;
- звучни изрази: вокализации, прозодија на говорот;
- срцева активност: пулс, HRV (променливост на срцевиот ритам);
- мускулна активност која не е поврзана со движење: мускулна тензија;
- потење: спроводливост на кожата;
- дишење: интензитет и период;
- термичка регулација: периферна температура;
- активност на мозокот: нервна активност. [2]

Насока КО1: Кога ги избирате каналите на обсервација, имајте ги во предвид активностите, состојбата на детето и контекстот

Корисноста на каналите за обсервација за препознавање на емоциите е тесно поврзана со набљудуваните активности.

Затоа, при изборот на канали, важно е да се земе предвид видот на планираната интеракција помеѓу детето и роботот. На пример, користењето на RGB камера за време на интеракцијата која вклучува движење на детето, како што е физичка вежба, може да не обезбеди доволно податоци за препознавање на емоциите, поради излегување надвор од видното поле на камерата или не снимање на лицето на детето.

Друга околност што треба да се земе предвид е состојбата на детето. Некои деца со аутизам може да одбијат физички контакт, спречувајќи прикачување на физиолошки уреди за снимање, како што е нараквицата. Размислете и за говорните вештини и нивото на функционирањето на детето.

Изборот на каналите за обсервација треба да го земе предвид и контекстот (вклучувајќи место, време) на студијата што се спроведува.

Насока КО2:

Каналите на обсервација може да не даваат корисни податоци за време на целото набљудување.

Кој канал и да се користи, некои податоци може периодично да недостасуваат. Причините за таквата ситуација би се разликувале во зависност од користените канали или уреди. На пример, кога снимате слики со RGB камера, предметот може да се помести надвор од видното поле, да гледа надолу или настрана или да има делумно покриено лице. Кога се собираат физиолошки податоци со нараквица, брзото движење на рацете или нервозата може да предизвикаат погрешни отчитувања. Тоа се ситуации кои не можат да се избегнат, а се својствени при снимањето на децата.

Треба да бидете свесни за ризиците и соодветно да ракувате со обработката на податоците. Се препорачува да се следи квалитетот на податоците обезбедени од одреден канал со текот на времето и да се отстранат пресеците кога симптомите не се јасно видливи. Може да размислите за мултимодално набљудување (види КО3) или мултиплицирање на еден модалитет, на пример повеќе камери (види СИМ2) за да добиете поголема достапност.

Насока КО3:

Размислете за мултимодална обсервација за доверливост и достапност

Бидејќи кој било канал може да биде привремено недостапен (насока КО1), се чини дека природна идеја е да се користат повеќе канали или уреди.

Разликуваме повеќеканални и повеќемоделни обсервации. Првоот се однесува на бројот на уреди што се користат за снимање на симптомите, на пр. користење на комбинација на камера и микрофон, но и користење на повеќе камери. Второто се однесува на анализата на различните симптоми на пр. изразите на лицето, прозодија на говорот. Имајте предвид дека мултимодалната обсервација (на пр. изрази на лицето и прозодија на говорот) може да се изврши врз основа на еден канал (и двата модалитети

преземени од една камера) или повеќе канали (со користење и камера и микрофон).

Мултимодалната (или повеќеканалната) анализа на афектот обезбедува достапност и сигурност. Што се однесува до достапноста - колку повеќе уреди користите, толку е поверојатно дека барем еден од нив ќе обезбеди вредни информации за емоционалните симптоми. Покрај тоа, мултимодалните системи за препознавање емоции нудат поголема точност на класификација од решенијата засновани на еден модалитет [6]. Затоа, доколку е изводливо, препорачливо е да се користат повеќе канали за време на набљудувањата за да се соберат различни модалитети.

Откако ќе се примени мултимодалното или повеќеканалното набљудување, има некои други предизвици во врска со спојувањето на податоците од каналите (видете ги насоките ПРОЦ1 и ПРОЦ2).

Насока КО4:

Лимитирајте го бројот на уредите

Децата со аутизам обично сакаат повторливи, исти средини. Сите упади, вклучително и уредите што се ставаат на телото, уредите во просторијата и дополнителните луѓе, може да предизвикаат одбивање да учествуваат или може да бидат причина за поинакво однесување. На пример, една студија за препознавање на насмевката користи безжичен ЕМГ поставен на лицето на детето. Сепак, студијата известува дека 70% од децата се согласиле да носат ЕМГ уреди на лицето [33], што значи дека од некои деца едноставно не можеле да се добијат податоците. Покрај тоа, студијата не го мери влијанието на носењето на уредот врз однесувањето на детето.

Колку повеќе уреди ќе користите, толку е поголема веројатноста детето да одбие да учествува поради новината и сложеноста на околината (камери, компјутери, кабли, дополнителни луѓе во собата). Добро ни е познато дека оваа насока се спротивставува на претходната (КО2). Постои компромис помеѓу обезбедување на сигурност и достапност наспроти едноставноста на околината.

Може да се размисли и за користење на еден уред за снимање со повеќе модалитети. На пример, RGB видеото овозможува собирање податоци за изразите на лицето, држењето на телото или гестовите [2]. Дополнително, може да размислите да го добиете погледот од видеото наместо да користите скапи и тешко калибрирани тракери за очи. Звукот може да се добие и од висококвалитетна видео камера за да се избегнат микрофоните кои потенцијално го одвлекуваат вниманието на масата пред детето или на облеката на детето.

Пример за минимален сет на уреди што ќе обезбедуваат мултимодални податоци може да биде RGB камера и нараквица за снимање биосигнал. Со помош на камерата, можно е да се добијат модалитети поврзани со движењето (на пр. изрази на лицето, поглед на очите, движење на главата) и звук (на пр. прозодија на говорот, вокализација). Од друга страна, различни биосигнали (на пр. пулс, спроводливост на кожата, температура) може да се снимаат со помош на нараквици [2].

4.2. Сигурно препознавање на емоционалните симптоми (СИМ)

Вториот предизвик што го идентификувавме е дека иако некој ќе ја снима целата сесија користејќи уреди, податоците нема да содржат доволно информации за да се заклучат симптоми на емоции. Ова се однесува на пример за следење на погледот на очите, што е тешко да се калибрира, но и за други модалитети. Дополнително, обсервирањето на емоционални симптоми може да имаат повеќе збунувачки фактори, кои можат да влијаат на веродостојноста на набљудувањето. Затоа, треба да се обрне внимание на состојбите на евидентирање на симптомите, а тие состојби се однесуваат на одредени видови на добиени модалитети.

Насоки за собирање на изразите на лицето на детето

Насока СИМ1:

Прилагодете го растојанието помеѓу детско лице и камерата, според резолуцијата на камерата.

За да се препознаат емоциите на изразите на лицето, целото лице на детето мора да биде видно како дел од добиената видео снимка. За оптимална видео рамка, треба да го снимите лицето на детето како минимум 10% од вкупната слика. На пример, кога користите типична мала интернет камера, лицето на детето треба да биде оддалечено околу 1-1,5 метри од објективот на фотоапаратот. Растојанието може да се прилагоди во зависност од резолуцијата и аголот на камерата. Може да се разгледаат и телефото објективи камера. Во спротивно, ефективност на препознавањето емоции врз основа на изразот на лицето се намалува.

Како што веќе беше споменато претходно, некои решенија за автоматско препознавање емоции бараат лицето да биде барем одреден дел од вкупната слика на сцената. Сепак, можно е да се исече и зголеми лицето при постобработка, сепак, тоа одзема многу време и може да резултира со низок квалитет на сликата кога се применува на видео со ниска резолуција. Наместо тоа, поставете ја камерата блиску до лицето на детето и проверете ги поставките за резолуција на камерата за да добиете оптимално снимање.

Од друга страна, растојанието на камерата може да биде премало кога аголот што го покрива камерата е мал. Во такви услови, детето што се движи напред или настрана (што е невозможно да се елиминира) може да сними само дел од лицето, што исто така ги попречува резултатите од автоматското препознавање на емоциите. Користењето камери со ултра широк агол може да биде опција за справување со овој предизвик.

Проверете ја видливоста на целото лице и големината на лицето на детето во однос на вкупната слика пред да започнете со снимање за да добиете подобри резултати за препознавање.

Насока СИМ2:

Користете повеќе од една камера и поставете барем една камера точно пред детето

Иако во упатството КОЗ, советуваме користење на еден уред за снимање на повеќе модалитети, мора да се предупреди дека набљудувањето со една камера исто така е подложно на некои ризици. На пример, кога детето се движи низ собата или дури се врти настрана додека седи, една камера можеби нема да биде доволна за да ги сними симптомите за време на

целото набљудување. Размислете за поставување на различни камери на различни локации за да го продолжите временскиот период на снимање на лицето на детето од правиот агол. Една камера сместена премногу високо или настрана ќе ви овозможи снимање на сцената, но не и доволен квалитет на сликата на лицето. Аголните или навалените погледи може да ги отежнат и анализираат изразите на лицето. Кога користите повеќе од една камера, обрнете внимание на предизвикот за синхронизација (видете ПРОЦ1 и ПРОЦ2).

Ефективноста на препознавањето емоции врз основа на анализа на изразот на лицето е значително под влијание на положбата на камерата во однос на лицето [7]. На пример, поставувањето на камерата високо над лицето предизвикува пристрасност во препознавањето кон емоциите на гнев и премногу ниска пристрасност кон изненадување. Слична пристрасност може да се случи со вертикално порамнување. Затоа, особено ако се користи само една камера, таа треба да биде поставена што е можно пофронтално.

Ако се користат повеќе камери, дополнителните странични камери можат да снимаат модели на однесување како што се држење и гестови.

За подобри резултати од автоматското препознавање емоции, ограничете го присуството на други луѓе во видното поле на камерата.

Насока СИМ3:

Маските, очилата и други оклузии на лицето го отежнуваат или понекогаш е невозможно да се добијат сигурни изрази на лицето за анализа на афектот.

Оклузиите на лицето можат значително да ја намалат ефективноста на препознавањето емоции врз основа на анализата на изразот на лицето. Ова најчесто вклучуваат очила, особено оние со дебели рамки. Косата со долги шишки кои ги покриваат очите исто така влијаат на препознавањето на лицето, а со тоа и на емотивните изрази. Поради пандемијата, маските неодамна беа додадени на списокот на вообичаени оклузии на лицето.

Секогаш кога е можно, обидете се да ги намалите оклузиите, на пр. со отстранување на маската во безбедна средина или поместување на косата. Меѓутоа, во некои случаи тоа нема да биде опција (очила, понекогаш маска). Затоа, важно е да се пријави оваа ситуација за да се земе предвид веројатно ниската точност на препознавање на емоциите во овој модалитет при обработката на собраните податоци.

Насока СИМ4:

Прилагодете го нивото на осветлување на лицето на детето

Важно е да се обезбедат соодветни услови на осветлување кога снимате видео. Прекумерното осветлување ќе предизвика прекумерна експозиција, што ќе резултира со губење на деталите на сликата, вклучувајќи ги, на пример, цртите на лицето, кои се клучни за препознавање на емоциите врз основа на изразот. Од друга страна, лошото осветлување ќе предизвика недоволна изложеност, што вклучува губење на сенките кои исто така овозможуваат откривање на цртите на лицето. Прекумерната изложеност, недоволната експозиција и нерамномерното осветлување имаат многу непожелни ефекти што може значително да ја намалат ефективноста на методите за препознавање емоции базирани на изрази на лицето.

Пред да започнете сесија со деца, проверете ги условите на осветлување со снимање на тест видео. Прилагодете го осветлувањето за добро да ги доловувате деталите на лицето како што се носот, веѓите и устата. Обрнете внимание на локацијата на прозорците (кои не се добри како позадина и може да предизвикаат нерамномерно осветлување на лицето, ако детето седи настрана).

Насоки за собирање на вокализација на детето

Насока СИМ5:

Изберете тивка просторија - контролирајте го нивото на надворешната бучава и ограничете ја бучавата што ја создава внатрешноста на просторијата

За да се добијат висококвалитетни гласовни податоци за децата, интервентните сесии треба да се одвиваат во тивка средина, со само мал шум во позадина. На пример, треба да се избегнува бучава од блиските улици, игралишта итн.

За да се контролира надворешното ниво на бучава, поставите информативен знак пред собата, со барање за тишина, бидејќи моментално се одржува сесија за проучување/терапија. Ако е можно, погрижете се да ги затворите прозорците кога ќе започнете со собирање податоци.

Ако е можно, не избирајте просторија со долго време на одек (ехо) за вашето проучување/терапија. Сепак, може да помогне да поставите завеси пред прозорецот, да додадете мебел што апсорбира бучава и/или да ја декорирате просторијата со предмети како што се меки играчки или перници (но не премногу, бидејќи тие би можеле да го одвлечат вниманието). Второто исто така може да му помогне на детето да се чувствува поудобно.

Обидете се да избегнувате што е можно повеќе звук што потекнува од столици, маси, врати, мебел и прозорци. Еве неколку примери како да го направите тоа: затворете го прозорецот пред да започне собирањето податоци, ставете ги сите потребни играчки итн. до вас на маса/во торба/итн, за да не морате да станете. Ставете килими под масата, столовите и стапалата на сите луѓе во собата.

Исто така, се препорачува да се замолат терапевтот и родителите да произведуваат што е можно помалку бучава со чевлите, рацете и употребените предмети.

Внимавајте на бучавата во заднина кога го поставувате микрофонот: Не се препорачува да го поставите микрофонот на маси или облека што произведува силен шум кога се допира или се движи, бидејќи тоа може да ги намали откриените настани за вокализација на детето.

Насоки СИМ6:

Ограничете го истовременото појавување на гласот на детето и на другите

Препознавањето на емоциите врз основа на аудио сигналот, има корист од откривањето на гласовната активност [9]. Сепак, откривањето на гласот на детето е попречено ако гласот на детето се појавува истовремено со гласовите на другите луѓе [10]. Затоа, препорачуваме да го намалите бројот

на присутни во просторијата за време на интервентната сесија. Веројатно не е можно да се намали количината на говор произведен од терапевтот, но може да размислите да побарате од родителите кои го придружуваат, да се обидат да не разговараат истовремено со детето за време на интервенцијата. Покрај тоа, терапевтот и родителите треба да избегнуваат да зборуваат истовремено и треба да се охрабруваат да ги одложат непотребните разговори меѓу себе, т.е. разговорите кои не се поврзани со текот на тековната интервентна сесија, до крајот на интервентната сесија.

Се препорачува да се забележи бројот на возрасни присутни за време на интервентна сесија.

Насока СИМ7:
Прилагодете ја локацијата на микрофонот на положбата на детето и другите присутни луѓе

За да снимате висококвалитетни детски гласовни податоци, важно е да го поставите микрофонот поблиску до детето отколку до другите луѓе и роботот во просторијата, бидејќи тоа помага да се зголеми јачината на гласот на детето во споредба со другите гласови. Терапевтот треба да седи што подалеку од микрофонот. Ако детето зборува многу тивко, можете да го поттикнете детето да зборува погласно за да може роботот да го обработи гласот на детето.

4.3. Технологии и уреди (ТЕХ)

Доста голем предизвик беше да се изберат, научат и конфигурираат уредите што ги користевме за снимање на симптомите за препознавање емоциите за време на нашите набљудувачки студии. Затоа, тие насоки се доста специфични во однос на уредите.

Насоки ТЕХ1:
Обезбедете си безбедна средина што не го одвлекува вниманието на детето

Околината за набљудување треба да биде безбедна, пред сè за детето, но и за роботот и уредите за снимање. Околината треба однапред да ја договорите. Роботот треба да биде поставен стабилно и безбедно, така што интеракцијата со детето не предизвикува неконтролирано паѓање. Треба да обрнете внимание и на жиците на поврзаните уреди. Ако е можно, не ставајте ги покрај деца за да избегнете сопнување, како и уништување на околината за мерење со повлекување на кабелот. За децата со аутизам, настаните како што е падот на робот или мерниот уред може да предизвикаат изразита реакција.

Освен безбедноста, одвркањето на детето е исто така точка што треба да се земе предвид. Затоа, треба да се избегнува изложување на непотребни елементи од мерната средина. Компјутерите и рекордерите може да се кријат зад панел, завеса, па дури и во картонска кутија, а каблите може да се залепат со селотејп на подот. Теписите исто така може да помогнат да се сокријат каблите на подот.

Насоки ТЕХ2:
Изберете уреди врз основа на удобноста за детето и напорите за поставување на уредите

Некои алатки или уреди бараат сложена процедура за поставување за правилно снимање и обработка на податоците. Покрај тоа, некои од нив може да бидат вознемирувачки за детето (види ТЕХ4).

Можно е гласовна активност да не функционира добро за сите видови микрофони. Проверете ги перформансите за снимање на гласовната активност, особено ако планирате да користите микрофони што може да ги вознемируваат децата со аутизам, како што се микрофоните за на ревер. Во нашиот прв круг на набљудување, микрофонот на ревер не додаде повеќе информации за вокализациите отколку внатрешниот микрофон [10], па решивме да не го користиме во текот на вториот круг бидејќи беше вознемирувачки за детето.

Друг пример е тракерот за очи кој бара од детето да стои/седи мирно и да се фокусира на низа точки прикажани на екранот навремено. Таквата процедура на калибрација е тешка за децата, а уште потешка за децата со аутизам. Советите се да направите едно од следново: (1) најдете уред (следач за очи) за кој не е потребна процедура за калибрација или е отпорен на некои дефекти во калибрацијата; (2) обидете се да експериментирате со процедурата за калибрација за да ја поедноставите за детето; (3) користете тракер за очи само со постари и повисоко функционални деца.

Ве молиме имајте предвид дека некои трагачи за очи (но не сите) имаат тесно поле на снимени и анализирани погледи. Покрај тоа, тие може да бараат од детето да не се движи (напред/назад или настрана), што е тешко да се добие. Затоа, секогаш е препорачливо да експериментирате со уредот и да го тестирате во практично поставување пред да започнете сесија со дете. Тешко е да се калибрира уредот и за повеќето деца добиените податоци беа тешко да се анализираа за време на нашите набљудувачки сесии.

Размислете за алтернативен пристап за добивање на одреден модалитет - на пример, алгоритмите добиваат некои податоци за погледот на очите од видеата [34].

Насока ТЕХ3:

За уреди што мора да се стават на детето (на рацете, прикачени на облеката), размислете за период на запознавање

Имајте предвид дека некои деца може да се чувствуваат непријатно со некои од уредите, особено ако треба да ги носат на своето тело или облека. Затоа, обидете се да најдете уреди што не треба да се ставаат на телото или облеката на детето. Ако тоа не е можно, се препорачува процес на запознавање што може да се индивидуализира во зависност од специфичните потреби на детето.

На пример, може да биде незгодно да се прифати микрофонот на реверот на нивната облека за многу деца со аутизам. Затоа, внимателно проценете дали е потребен таков микрофон за да ги постигнете вашите цели за проучување/терапија. Ако е така, обидете се да најдете начини да ги запознаете децата со микрофонот. На пример, може да помогне да имате слични микрофони (или кукла) за роботот, терапевтот и родителот. На некои деца може да им се сугерира дека роботот може да ги слушне само ако го носат овој микрофон.

За уредите што снимаат физиолошки сигнали (како што е нараквицата E4 што ја користевме во нашите студии) изберете нешто без кабли. Нараквиците се добра опција бидејќи изгледаат како часовник и може полесно да бидат прифатени од детето. Дополнително, може да им помогне на некои деца да се чувствуваат удобно ако истражувачот/терапевтот или родителот прво им го покаже уредот, им дозволи да го притиснат копчето итн. Може да помогне да се завитка нараквицата во нежна ткаенина во боја. Друга можност е да се направат слични нараквици (или кукли) на Каспар, терапевтот и родителот, така што лентите на раката ќе станат нешто посебно за тој специфичен контекст.

Бидете свесни дека децата имаат тенденција да манипулираат со уредите до кои можат да стигнат со рацете (на пр., нараквица, микрофон на ревер). Ова е уште повеќе случај ако на почетокот видат како да го вклучат или исклучат уредот. Затоа, покажете му на детето како работи уредот, само ако не помага друг начин на запознавање.

Насока TEX4:

Прилагодете ги нивоата на снимање на микрофонот така што гласот на детето е добро снимен

Ако нивоата на аудио снимање на микрофонот се ниски, собирањето на детската гласовна активност може да не работи правилно, што ќе резултира со немање или само неколку откриени детски вокализации. Ве молиме внимателно изберете ги поставките пред почетокот на сесијата за набљудување. Прилагодете ја конфигурацијата на микрофонот на просторијата, бучавата во заднина, локацијата на микрофонот и јачината на гласот на вокализацијата на детето. Препорачливо е да се изврши тест сесија пред сесиите за набљудување (без дете).

4.4. Активности при интеракција со социјален робот (ИНТ)

Има ветувачки резултати од користењето работи за поддршка на социјалниот и емоционалниот развој на децата со аутизам. Роботите како социјални посредници за ангажирање на децата во задачи, овозможуваат предвидлива и сигурна средина; на пример, постоењето предвидливи правила е важен предуслов за промовирање на просоцијални однесувања. Не знаеме точно зошто децата со аутизам се желни да комуницираат со работи со изглед на луѓе, а не со луѓе. Без оглед на причината, социјалните работи се покажаа како начин да се пребродат социјалните препреки на детето и да се вклучи во интеракцијата. Штом ќе се случи интеракцијата, имаме единствена можност да го вклучиме детето во постепено градење и практикување социјални и емоционални вештини. [1]

Насока ИНТ1:

Прилагодете ги целите на препознавањето на емоциите и технологиите во интервенцијата или терапијата

Анализирајте кои вештини се научени во интервенциите базирани на работи во претходните студии. Овде нудиме список за ваша намена-може да ви даде идеја за што може да се користат социјалните работи [1]:

- социјална комуникација (вештини за поздравување, заедничко пеење, споделување, затворање на интеракција, способност за благодарност, велејќи ве молам);

- социјална интеракција (влегување во интеракција, вртење, следење/имитирање движења, способности за социјално внимание, ангажирање на детето во активност, вештини за обработка на сетилата, основен контакт со очи, разговорна интеракција, социо-емоционални однесувања, иницирање, фокусирање на самоиницијативно интеракција, играње игра заедно, барање објект);
- социјално реагирање (следење на погледот, одговор на барање за однесување, одговор на име)
- емоционални вештини (препознавање на основните емоции, мапирање на емоции и звуци, асоцијација на контекст-емоција, дискриминација помеѓу мислите и емоциите, читање емоции, имитирање на емоции научени во обуката за работи);
- контрола (допирање на роботот за провоцирање на позитивна емоционална состојба, адаптивни однесувања во ситуации поврзани со лутина и тага, контрола на негативните емоции во социјални ситуации);
- други вештини (грижа за себе, когнитивни вештини, подобрување на учењето, игра со тапани, ритмичка интерперсонална синхронизација на горниот и долниот дел од телото, движење по броење, движење со постојан ритам, избирање одредени бои).

Внимателно размислете како интервенцијата и интеракцијата робот-дете можат да имаат корист од препознавањето на емоциите. Затоа, се препорачува да се специфицираат целите на препознавање на емоции за дадена цел кај детето и терапијата. Не е секогаш потребно точно препознавање на емоциите.

Технологиите за автоматско препознавање емоции се особено важни кога се обучуваат емоционалните вештини. Збирот на препознаени емоции може да се прилагоди на целта на обуката и способноста на детето. На пример, за време на обуката за насмевка, може да се следи само изразот „среќен“.

Од друга страна, можеби е интересно да се долови општото расположение или став на детето за време на која било од интервенциите. На пример, може да се разликува страв, гнев, досада или ангажираност меѓу состојбите на интерес.

Во некои случаи, може да биде доволно автоматски да се препознае дали детето плаче или не, или само да се разликуваат позитивните и негативните реакции.

**Насока ИНТ2:
Планирајте фаза на запознавање на детето со роботот и другите присутни уреди**

За повеќето мали деца, особено ако немале претходно искуство со интервенција поддржана од робот, може да биде корисно да се има сесија за запознавање со роботот и сите уреди пред да се снимаат податоците од студијата (особено уредите што се ставаат на децата-видете ТЕР4). Некои деца може да бараат запознавање со непознатата соба и луѓе.

Важно е да му дозволите на детето да се воздржува од интеракција во кој било момент (види НАС3). Терапевтот/истражувачот треба да го охрабри и мотивира детето да комуницира со роботот, но не и да го притиска.

Насока ИНТ3:**Планирајте ги активностите во рамките на сесијата однапред, но приспособете го планот тековно, секогаш кога е тоа потребно**

Интервенцијата треба да го следи детето, т. е. добро е однапред да се има ориентационен план за интервенцијата, но истражувачите/терапевтите треба да бидат доволно флексибилни за да ги приспособат активностите ви интервенција на тековните потреби на детето.

На почетокот на интервенцијата поддржана од робот, се препорачува користење на т. н. кршачи на мразот, како што е роботот кој се претставува или го мотивира детето заедно да пеат смешна песна. Можеби е добро да имате различни видови на кршачи на мраз кои треба да одговараат на возраста, интересите и вербалните вештини на поединечното дете.

Самата интервенција треба да земе предвид дека аутизмот е многу хетерогено растројство. Затоа, интервенцијата треба да се прилагоди на индивидуалниот распон на вниманието на детето и на другите карактеристики, вклучувајќи ги вербалните вештини, когнитивните вештини, потенцијалните коморбидитети, возраста и преференциите. На пример, ова може да се направи со прилагодување на должината на сесијата, изборот, редоследот и должината на активностите, како и бројот и должината на паузите.

Насока ИНТ4:**Размислете за различни видови активности и различни нивоа на тежина**

Се препорачува да се подготват различни активности за одредени возрасти, вербалните и когнитивните капацитети, распонот на вниманието, индивидуалните интереси и терапевтските цели. Освен тоа, корисно е да се подготват активности за различни нивоа на тежина, за да се обезбеди најдобрата соодветна интервенција за секое дете со аутизам. Со цел брзо да се изберат соодветните активности, на пример, корисно е да се прилежат според нивото на нивната тежина.

При изборот на активностите за интервенција треба да се земат предвид интересите на децата. Многу деца, на пример, се чини дека најмногу уживаат во пеењето. Затоа, пеењето песна може да се избере како средство за кршење на мразот на почетокот на сесијата за интервенција и/или помеѓу нив за да се опушти детето секогаш кога се чини дека е под стрес. Од друга страна, можеби е случај дека пеењето песна не е корисно за сите деца од сите возрасти. Затоа, би било корисно да се дознаат интересите на одредено дете пред вистинската интервентна сесија поддржана од работи за да се подготват активности за детето во кои тој или таа најверојатно ќе ужива. Пример за вербални и високофункционални деца, тоа може да биде игра со самогласки.

Насока ИНТ5:**Изведете повеќе сесии со детето**

Со цел да се оцени успехот на интервенцијата поддржана од робот во споредба со стандардните терапевтски пристапи, силно се препорачува да се следи детето во подолги временски периоди, т. е. да се вршат повеќекратни сесии за интеракција со работи со детето. Можеби е предизвик да се регрутираат деца кои ќе изведуваат лонгитудинални студии а студиски цели. Во овој случај, би можело да биде корисно да се

вградат овие сесии поддржани од работи во редовниот план за терапија на децата и/или да се мотивираат семејствата со „мали поклони“, како додаток за учесниците или играчки за детето.

4.5. Процесуирање на податоците при симптомите (ПРОЦ)

Од прегледот на литературата, добивме одредени согледувања за предизвиците со кои се соочуваат студиите во однос на обработката на модалитетите. Предизвиците со кои се соочуваат студиите спаѓаат во три категории: (1) добиените податоци не се со висок квалитет (не поседуваат значајни информации за симптомите на емоциите кај детето), (2) добиените модалитети тешко се анализираат поради атипични обрасци на симптомите, (3) забележаните симптоми на емоциите се контрадикторни.

Насока ПРОЦ1:

Ако снимате повеќе модалитети, обрнете внимание на синхронизацијата

Мултимодалните системи за препознавање на емоциите нудат поголема точност на класификација од решенијата засновани само на еден модалитет [6]. Најпопуларните канали вклучуваат: RGB видео, длабинско видео, звучни и физиолошки сигнали. Меѓутоа, ако се користат различни уреди за преземање податоци од каналите, може да се појават проблеми со синхронизацијата. Покрај тоа, голем е предизвикот да се започне со снимање на сите уреди во исто време.

Затоа, важно е однапред да се елаборира и тестира стратегијата за синхронизација. На пример, можете да го забележите точното време кога секој уред почнал да снима. Или размислете за т.н. метод на временски печат (можеби уредот има таква функција). Исто така, за аудио-визуелни канали можете да користите филмска табла или програма за вклучување на сите уреди истовремено. Без разлика кој метод ќе го изберете, важно е дека мора да се овозможи синхронизација на каналот при претходна обработка на собраните податоци.

Насока ПРОЦ2:

Ако снимате повеќе модалитети, обрнете внимание на недоследностите

Кога се користат мулти-модални или повеќеканални системи за препознавање на емоциите (види КОЗ и ИЗВ2), треба да се обрне внимание на неконзистентните резултати од поединечните модалитети.

Списокот на предизвиците во мултимодалната интеграција вклучува, меѓу другото, интегрирање на резултатите добиени од различните модели на претставување на емоциите и справувањето со недоследноста на резултатите.

Забележавме недоследности во резултатите од препознавањето во експериментите, и врз основа на разновидна и иста анализа на влезните канали. [12] На пример, во експеримент на игра за едукативен менаџмент, беше пријавено значајно несовапаѓање помеѓу самопроценетите и откриените емоционални состојби [13]. Во друга студија забележавме разлики во препознаената емоционална состојба врз основа на изразите на лицето снимени со две камери: поставени под и над мониторот [7].

Анализирајќи го истиот момент на набљудување со иста личност и контекст, различни алгоритми може да обезбедат различни резултати за препознавање емоции.

Препорачаниот пристап е да се оцени временската недостапност на каналите, како и квалитетот на податоците пред да се префрлиме на обработка и анализа на податоците. Друга препорака што можеме да ја дадеме во врска со ова прашање за неконзистентни резултати од препознавање на емоциите, е да се обрне внимание при толкувањето и да се пријавуваат сите недоследности што се случуваат.

Насока ПРОЦ3:

Забележете ги настаните тековно (ако е можно) или во пост-обработка

За време на сесијата на интеракцијата дете-робот, може да се случат различни настани кои може да влијаат на снимените податоци и потоа да резултираат со погрешно толкување. Затоа, од клучно значење е да се биде доста скрупулозен во забележувањето на тие настани. Белешките треба да вклучуваат прекини, како што се влегување во собата од трето лице, и дополнителна бучава надвор од собата (или внатре во собата на пр). Забележете ги и атипичните однесувања на детето и настаните поврзани со уредите за снимање, како што е празна батерија, лизгање на сензорот или дете што го вади сензорот.

Ако е можно, најдобрата опција е да ги направите тие белешки во реално време (понекогаш бара дополнително лице како набљудувач), иако можеби е тешко да се забележат сите настани. Пост-хок прибелешка на снимките (ако сте снимиле општа сцена со видео) исто така е можно, но одзема многу време.

Пост-хок прибелешката е клучна за толкување на резултатите и може да биде вредна од перспектива на објавување на базата на податоци за идни истражувања (види ИСТ2). Со цел правилно да се прибележи, земете ја во предвид прецизната дефиниција на настаните, состојби и задачи што треба да се прибележат, прибелешки од повеќе луѓе (вклучувајќи проверка на конзистентноста) и повторлив метод (алатки) за процесот.

Насока ПРОЦ4:

За гласовниот канал, говорот на детето мора прво да се разликува од другите звуци

За да ја препознаеме емоционалната состојба на детето од неговиот или нејзиниот глас, прво треба да ги одредиме сегментите со вокализациите на детето. Затоа, важно е да се разликува гласот на детето од другите гласови и бучавата во позадина. Забележавме дека сегментите кои беа правилно класифицирани како што го содржат гласот на детето, главно се состоела од гласен и јасно артикулиран детски говор без или малку бучава во позадина [10]. Во случај на неизбежен позадински шум - како што е бучавата од блиските чекални - корисно е ако гласот на детето се снима значително погласен од бучавата во заднина. Понатаму, корисно е да се обезбеди доволно материјал за тренинг за детекторот за гласовна активност. Ако материјалот за тренинг не вклучува доволно количество, на пример, на пеење, имитација на животински звуци и настани со плачење, поверојатно е дека детекторот за гласовна активност се бори да открие такви настани

како гласот на детето [10]. Исто така, треба да се земе предвид дека децата од различни возрасти имаат различни гласовни карактеристики. Кога планирате студија, земете во предвид дека внимателната проценка на перформансите на детекторот за гласовна активност овозможува означување кое одзема многу време на сите појави на звуци како што се гласот на детето, гласовите на другите луѓе, звуците произведени од роботот и позадинската бучава. Размислете за снимање на основната линија за гласовен канал (видете ПРОЦ5).

Насока ПРОЦ5:

За некои сигнали, основна линија за детето треба да биде снимена

Снимањето на основната линија може да биде добра опција за понатамошна обработка и анализа на податоците. Основната линија е фиксна референтна точка што се користи за цели на споредба. На пример, за гласовен канал, може да се сними примерок од гласот кога детето е релаксирано. За физиолошки сигнали основната линија е снимање за време на фазата на одмор (по можност: во другата просторија од онаа со робот).

Луѓето значително се разликуваат во однос на реакциите на нервниот систем на емоциите. На пример, има поединци со висока, средна и ниска реактивност. Физиолошките реакции исто така се менуваат со возраста. Згора на тоа, групата на деца со аутизам е уште подивергентна поради уникатната комбинација на дефицити. Начинот на кој се разгледува различноста додека се обработуваат сигналите е да се снима основната линија на поединецот (физиолошки одговор додека се одмара).

Претходните студии открија дека основните линии за препознавање емоции кај децата со аутизам имаат различни нивоа отколку децата со типичен развој. На пример, еден труд [16] опишува важни набљудувања во врска со сензорите и технологиите кои можат да се користат во автоматското препознавање на емоциите: (1) децата со аутизам имале значително помала амплитуда на респираторна синусна аритмија и побрзо отчукување на срцето од вообичаено што сугерира пониска вкупна вагална регулација на срцевиот ритам; (2) голем процент од децата со аутизам имале ненормално висока симпатична активност, т.е. одговор на спроводливост на кожата. Во друга студија [17] податоците за одговорот на галванската отпор на кожата беа споредени помеѓу децата со аутизам и оние кои типично се развиваат. Студијата откри дека децата со аутизам имаат повеќе неправилни модели на физиолошки сигнали за спроводливост на кожата.

Слично на тоа, за гласовниот канал, може да размислите да соберете примерок од детето пред интервенцијата или на самиот почеток на сесијата за да го оптимизирате детекторот за гласовна активност на детето. За ова, гласовниот материјал со приближно времетраење од 1 минута од дете би бил идеален. Еве неколку предлози како да се собере таков материјал: (1) Постарите деца може да раскажат за нивниот вообичаен училишен ден, последниот одмор или сонот што го сонувале неодамна (без да бидат прекинувани од другите во собата); (2) Помалите деца кои толерираат слушалки може да слушнат некои имитациони поттикнувања преку слушалките, на пр.: „Ве молиме повторете ги следниве реченици: „Мојот пријател има јаболкница во својата градина“, „Каспар сака музика и да запознава нови пријатели“; (3) Помладите деца кои не толерираат слушалки може да ги слушнат овие имитациони поттикнувања од терапевт или истражувач кој го паузира аудио записот секогаш кога самиот

терапевт/самиот зборува. За да се собере овој гласовен материјал може дури и да се вметне во некој вид игра или рутина за да се „активира“ роботот: „Ве молам повторете ги сите реченици што ќе ви ги кажам сега за да го разбудите Каспар за да може смешно да си игра со вас/нас“.

Се разбира, собирањето таков гласовен материјал нема да работи за невербални/минимално вербални деца, а не за деца кои се срамежливи/несреќни или не стекнале (сеуште) вербална имитација или раскажување на кратки приказни.

**Насока ПРОЦ6:
Комбинирајте методи за правилно означување на податоците со емоционални состојби**

Бидејќи децата со аутизам често имаат различни, делумно уникатни начини да ги изразат своите емоции, поради што може да биде тешко правилно да се означат нивните емоционални состојби. Затоа, се препорачува комбинација од различни методи како што се прашување до детето како се чувствува, експертска прибелешка на податоците, барање од родителите кои добро го познаваат детето да ги оценат прибелешките и етикетање според ознаката за стимул.

Доделувањето на соодветна (точна) ознака на собраните податоци е предизвик во препознавањето на емоциите воопшто, не само кај аутизмот. Внатрешната емоционална состојба (основната вистина) на поединецот е тешко да се одреди на континуиран начин, дури и за самиот тој/таа. Може да се користат неколку стратегии за означување на податоците. Во една студија, [18] вешти терапевти бележеа снимки од повеќекратни терапевтски сесии. Друг пристап кој користи субјективни извештаи за афективните состојби од старателите беше воведен [19] и спореден со извештаите на терапевтите со конзистентност од приближно 83%. Во една студија за интеракцијата човек-робот, користен е самоизвештај за јамка [20], во комбинација со проценките на терапевтите. Самоизвестувањето кај децата со аутизам беше само делумно конзистентно со означувањето од терапевтите. Извештаите на терапевтите беа земени како „основна вистина“ за класификација. Авторите наведуваат дека поради дефицитите во комуникациските вештини кај децата со аутизам, тешко се применуваат „класичните“ методи за означување на емоциите. Тие препорачуваат за зголемување на веродостојноста на означувањето, во студијата да бидат вклучени и клинички набљудувач и родителот кој го познава учесникот. [20]

Кога планирате студија за препознавање емоции за време на интеракција робот-дете, се препорачува внимателно да размислите за стратегијата за прибележување потребна за веродостојно означување на податоците за да се постигнат соодветните цели на студијата.

**Насока ПРОЦ7:
Можеби е тешко да се добијат општи модели бидејќи карактеристиките и недостатоците на децата со аутизам се разликуваат**

Аутизмот е хетерогено нарушување со различни симптоми и степени на сериозност. На пример, некои деца имаат добри вербални вештини, додека други се невербални. Покрај тоа, интервенцијата поддржана од робот може да биде вредна алтернатива на стандардните терапевтски пристапи за деца

од различна возраст. Се разбира, активностите за 3-годишните деца не треба да бидат исти како кај 12-годишните, поради разликите во нивните интереси и капацитети. Би било неопходно да се имплементираат технологии за препознавање емоции кои се соодветни или прилагодливи за различни јазици, културно потекло и пол на детето. Оптимално, таквите технологии треба да бидат робусни за различни акустични средини, типови и позиции на микрофони, уреди за следење очи, типови на работи итн. Потребни се повеќе студии за да се оцени како различните поставки и уреди влијаат на перформансите на препознавање емоции. Голем број на приклучоци, податоци снимени во различни простории, ситуации, јазици, работи итн., помагаат за оптимизирање на постоечките модели за препознавање емоции.

4.6. Препознавање на емоции кај децата со аутизам (ЕМО)

Меѓу дефицитите забележани кај аутизмот, може да се наведе отежнато изразување и препознавање на емоционалните состојби. Во однос на автоматското препознавање на емоциите, атипичните изрази на лицето кај детето може да резултираат со лажни претпоставки во врска со неговата внатрешна емоционална состојба. Повеќето од насоките во овој дел се само информативни, бидејќи не постои начин да се промени начинот на кој се појавуваат симптомите на емоции.

Насока ЕМО1:

Децата со аутизам покажуваат атипична експресија на емоциите

Децата со аутизам покажуваат приближно исто ниво на интензитет на емоционален израз на лицето, но нивните модели може да бидат атипични. На пример, беа прикажани значајни разлики помеѓу високофункционалните лица со аутизам и вообичаено развиените поединци за одвратност и тага низ лицето, радост низ горните и долните делови на лицето и изненадување само низ долниот дел од лицето. Спротивно на тоа, не беа пронајдени значајни разлики за емоциите на гнев и страв [11]. Затоа, генеричките методи за препознавање емоции базирани на податоци за деца во типичен развој, може да бидат само делумно соодветни. Се препорачува да се подготват поспецифични класификатори за податоци собрани само од деца со аутизам наместо општи за сите деца.

Насока ЕМО2:

Децата со аутизам покажуваат атипична синхронизација на гласот/лицето.гестовите при изразување на емоциите

Неколку студии известуваат дека децата со аутизам покажуваат атипични симптоми на емоции. Студијата за вкрстено модална координација на изразите на емоции открива дека координацијата е пониска во групата на деца со аутизам во споредба со невротипните деца [21]. Децата со аутизам произведуваат исто ниво на емоционални изрази на лицето и говорот, на исто ниво на интензитет како кај децата во типичен развој, но изразите на лицето и гласот се помалку координирани едни со други. Според прегледот на литературата сумирана во истиот труд, таа меѓумодална координација исто така важи и за изразите на лицето наспроти гестовите. Исто така, објавено е дека децата со аутизам покажуваат нетипично време и синхронизација на движењата на различни регии на лицето, намален интензитет на движењата на горниот дел од лицето, намалена разновидност на движењата на лицето и повеќе двосмисленост, бидејќи изразите за позитивна и негативна валентност не се разликуваат како што се

разликуваат за врсниците кои типично се развиваат. Друга студија ги потврди набљудувањата [22], кои објавија помала синхронизација на движењата помеѓу изразите на лицето, помалку сложена динамика на лицето и повеќе двосмисленост. Дефицитот во изразот на лицето беше независен од типот на емоции (среќа, лутина, тага и неутрална состојба беа вклучени).

Насока ЕМО3:

Децата со аутизам можат да имаат никаков или минимален говор и вокализација во интеракцијата со робото

Како што е познато од литературата, повеќето деца со аутизам имаат делумно значајни тешкотии во усвојувањето на говорот [14, 15]. Затоа, веројатно е дека барем некои од нив ќе покажуваат малку или никаков говор во интеракциите со социјалните роботи. Ова неодамна беше докажано од Milling и соработниците [10] кои примениле детектор за гласовна активност заснована на длабоко учење, кој детектирал детски вокализациии само во околу 4% од снимените сесии за интервенции на деца со роботи. Во оваа студија, времето во сесијата со откриени детски вокализациии се движеше од 0,6% до 20%. Препознавањето на емоции врз основа на говорните сигнали може да биде поуспешно за децата со повисоки говорни јазични вештини отколку децата со пониски говорни јазични вештини.

Насока ЕМО4:

Децата со аутизам честопати гледаат на страна или надолу кога зборуваат

Неколку студии покажуваат дека децата со аутизам покажуваат нетипично однесување што може да влијае на снимките. Тоа особено се однесува на интерактивните активности. На пример, детето често гледа настрана или надолу за време на разговор. Дејството не се однесува само на погледот на очите туку и на вртењето на главата. Ова може да влијае на снимањето и на изразите на лицето и на области на интерес од погледот.

Бидејќи состојбата на детето е дадена, а ние имаме ограничена можност да влијаеме на тоа, препораката е само да се пријави таквото однесување.

Насока ЕМО5:

Имајте на ум дека ги снимате само симптомите на емоциите

Активирањето на нервниот систем на човечкото тело предизвикува промени во животните активности, кои може да се толкуваат како симптоми на емоции. Меѓутоа, од животните активности и модалитети кои се користат како прокси симптоми за препознавање на емоциите, сите се склони кон одредени дисторзии и нивно погрешно толкување.

Внатрешната емоционална состојба (основната вистина) е тешко да се одреди, понекогаш дури и за некој што ја доживува. Не постои начин да се каже каква е моменталната емоционална состојба на едно човечко суштество, па дури и самоизвештаите може да бидат пристрасни.

Сепак, важно е да се земе предвид дека „темелната вистина“ за внатрешните феномени на емоциите останува непозната, а сите термини се пристрасни [12]. Некои од емоционалните изрази може да бидат променети од страна на некоја личност намерно. На пример, децата со аутизам често се насмевнуваат кога ќе останат сами, но не затоа што чувствуваат радост.

Затоа, толкувањето на исходите (проценките обезбедени од алгоритмите) во препознавањето на емоциите треба да се однесува на симптомите, а не на емоциите што им се припишуваат. Би било попрецизно да се водиме врз основа на емоционалните изрази наместо на емоционалната состојба на една личност, имајќи предвид дека можеме да ги набљудуваме и мериме само симптомите. Автоматските решенија треба да го држат човекот во јамка.

4.7. Дизајн на истражувачките студии (ИСТ)

Освен терапевтите, истражувачите се исто така меѓу наменетата публика на овие насоки. Затоа, овој дел се однесува конкретно на студии базирани на истражување.

Насока ИСТ1:

Размисете за конструкцијата на студијата и контролната група

Создавањето студија и контролна група бара решавање на неколку предизвици. За почеток, тешко е да се балансира процентот на деца кои учествуваат во студијата по пол поради фактот што аутизмот е многу почесто дијагностициран кај момчињата отколку кај девојчињата. Сличен проблем може да се појави при балансирање на групата деца во однос на ниско и високо функционирање. Децата со слабо функционирање, во зависност од видот на активноста, може да имаат поголема веројатност да одбијат да учествуваат. Кога се конструира контролна група, треба да се земат предвид интелектуалните способности на децата. Затоа, контролната група треба да се формира врз основа на развојната возраст и нивото на функционирање, а не според хронолошката возраст на децата во групата на деца со аутизам. [2]

Насока ИСТ2:

Креирајте отворено достапна и добро опишана база на податоци за идните истражувања

Компјутерската афективна дисциплина има корист од многу бази на податоци кои се снимаат и отворено се споделуваат меѓу истражувачите. Базите содржат множества од карактеристики или податоци за сирови податоци, анонимизирани, проследени со термини или вредности поврзани со емоции, кои ќе се користат за класификација на емоциите. Сепак, постои само единствена база на податоци достапна за препознавање емоции што се применува на децата со аутизам. Создаден е од проектот deENIGMA и може да се користи во идните истражувања [23]. Содржи снимки од 35 деца со аутизам.

Додека се подготвува и објавува база на податоци, за отворени истражувања се препорачува следење на правилата FAIR [35]. FAIR е акроним што ги означува следните карактеристики на базата на податоци: Пронаоѓачко - Достапно - Интероперабилно - Повторно користено. За да бидат оперативни, податоците треба да користат формален, достапен, споделен и широко применлив јазик за претставување на знаењето, да користат соодветни вокабулари за метаподатоци и да вклучуваат референци до други сродни ресурси. За да бидат повеќекратно употребливи, метаподатоците треба да бидат богато опишани со мноштво точни и релевантни атрибути, да бидат објавени со јасна и достапна лиценца за користење податоци и да ги исполнуваат стандардите на заедницата релевантни за доменот. За да

може да се најде, на базата треба да и биде доделен глобално единствен и постојан идентификатор и треба да биде регистрирана во ресурс што може да се пребарува. За да биде пристапен, податокот мора да може да се врати од идентификаторот користејќи стандардизиран комуникациски протокол (со тоа протоколот да биде отворен, бесплатен и универзално имплементиран).

Би сакале да нагласиме дека за отворено споделување на податоците потребно е да се добие писмена согласност од учесниците или родителите. Затоа, приватноста и анонимноста мора да бидат обезбедени. Покрај тоа, препорачливо е да се добие одобрение од етички комитет (види НАСЗ).

Насока ИСТ3:

Рапортирајте ги карактеристиките на децата и групите на деца, што е можно подетално

Бидејќи аутизмот се јавува во различни форми и нивоа кај поединци, предизвикот за генерализирање на резултатите останува својствен во сите студии. Затоа, без оглед на конструкцијата на групата, во секоја студија, би било корисно да се обезбедат информации за учесниците што е можно подетално, вклучувајќи најмалку: хронолошка и развојна возраст, пол, ниво на функционирање и коморбидитет, проследено со должина на терапијата.

Насока ИСТ4:

Рапортирајте ги сесиите на запознавање и сесиите кои биле неуспешни

Бидете подготвени дека податоците едноставно ќе бидат недостапни за некои деца и/или сесии. Причините за неуспехот може да бидат различни - почнувајќи од технички проблеми (како што се исклучување на сензорот, дефект на уредот или празна батерија), преку човечки грешки (не вклучување на уредот, грешка при калибрација) до манифестација на специфично однесување на детето под набљудување. На пример, детето може да одбие да носи нараквица или друг уред што може да се носи, да одбие да комуницира со робот, да покаже анксиозност или едноставно да заземе држење на телото што би го попречило снимањето на податоците (на пример, да седи настрана).

Сите случаи на неуспешна интеракција поради овие причини или пак други треба да се пријават заедно со причината. Ова ќе обезбеди транспарентност на студијата, што ќе ја направи посигурна и повредна за идните истражувања. Дополнително, многу е корисно ако истражувачите опишуваат што не функционираше, бидејќи им овозможува да идентификуваат слепи патеки, бескорисни уреди или техники и предизвици со кои би можеле да се сретнат во слична студија.

Насока ИСТ5:

Ако предизвикувате емоции во вашата студија, одберете соодветен стимулус

Некои истражувачки студии може да бараат предизвикување на емоционални состојби наместо набљудување на природните. Во студиите се користат повеќе стратегии за предизвикување на емоциите (стимули) и нивно означување. Во однос на стимулите, користени се и предизвиканите емоции и пристапот на природна интеракција, а предизвикот за собирање соодветен сет на податоци за обука, од деца со аутизам беше покренат [24].

Најчестите стимули користени во студиите вклучуваат слики и видео ресурси. Сепак, една студија [17] за галванскиот одговор на кожата откри дека сликите не се соодветни стимули за предизвикување емоции кај децата со аутизам. Во друга студија, погледите со очите беа анализирани како реакција на стимули на видеа кои содржат човечки лица. Иако видео стимулот беше најчесто користен, други студии се обидоа со стимули како: сериозен пристап на игра [25], алатки за интервенција базирани на компјутер [26] или набљудување на природна интеракција човек-робот [20] [27].

4.8. Известување на студиите за деца со аутизам (ИЗВ)

При прегледувањето на трудовите, забележавме нејаснотии во однос на употребените термини и фрази. Овој дел се однесува на повторно објавување на студиите, главно дефинирање и користење на прифатливи термини.

Насока ИЗВ1:

Разликување на две значења на изразот “препознавање на емоции”

Во контекст на технологиите за препознавање емоции кои ја поддржуваат терапијата на децата со аутизам, фразата „препознавање на емоции“ има две значења: препознавање емоции од страна на децата со аутизам и препознавање на емоциите кај децата со аутизам. Првата се однесува на способноста на децата да препознаат емоции кај другите. Последново се однесува на технологиите за автоматско препознавање емоции применети за препознавање и анализа на внатрешните емоционални состојби на детето.

Насока ИЗВ2:

Бидете прецизни во опишувањето на уредите, каналите и модалитетите, бидете свесни за разликите помеѓу нив

Кога се зборува за препознавање на емоциите, важно е да се направи разлика помеѓу животните активности, каналите на набљудување и модалитетите.

Процесот на препознавање на емоции се анализира во однос на **животните активности**, односно свесните и несвесните дејства на човечкото тело, кои генерираат одреден симптом на емоционална состојба, што може дополнително да се анализира во препознавањето на емоциите. Следниве животни активности беа анализирани во избраните трудови: различни видови на движење, звук што го создаваат луѓето, физиолошки активности: срцева активност, несвесна мускулна активност, дишење и термичка регулација. Дополнително, активирањето на нервниот систем на човечкото тело предизвикува промени во животните активности кои може да се толкуваат како симптоми на емоции.

Животните активности може да се снимаат преку **каналите за набљудување**, кои се медиум за снимање сигнал кој содржи информации за забележливи симптоми. Каналот се однесува на тип на добиен сигнал наместо на физички медиум. Каналите што беа користени во студиите за препознавање емоции кај деца со аутизам вклучуваат: RGB видео, длабинско видео (главно Kinect), аудио, ЕКГ (електрокардиографија), BVP

(пулс на волумен на крв), големина на градниот кош, ЕМГ (електромиографија), fMRI (функционална магнетна резонанца), EDA (електродермална активност) и температура.

Животните активности генерираат **модалитети**, кои се сфаќаат како информации што може да се набљудуваат и се користат како прокси за препознавање на емоциите. Во нашата студија, модалитетите се групирани според животни активности:

- > движење: изрази на лицето, држење на телото, поглед со очите, движење на главата, гестови (исто така наречени движења на рацете) и кое било друго движење кое претходно не е класифицирано;
- > звучни изрази: вокализации, прозодија на говорот;
- > срцева активност: срцева фреквенција, HRV (променливост на срцевиот ритам);
- > мускулна активност која не е поврзана со движење: мускулна тензија;
- > потење: спроводливост на кожата;
- > дишење: интензитет и период;
- > термичка регулација: периферна температура;
- > активност на мозокот: нервна активност. [2]

Препорачуваме прво да ги дефинирате каналите за набљудување и да обезбедите детални информации за уредите што се користат за нивно снимање. Понатаму, наведете ги модалитетите добиени преку каналите за набљудување.

Насока ИЗВ3:

Бидете внимателни со употребата на термини кои се однесуваат на децата

Инклузивниот јазик ја воочува различноста и пренесува почит кон сите луѓе. Ве молиме, обрнете внимание на формулациите за децата за да не имплицирате дека една личност е супериорна во однос на друга за здравствената состојба. Во текот на нашите студии, забележавме дека некои студии се однесуваат на лицата со аутизам како „аутистички деца“, додека на лицата во контролната група како „нормални деца“, што треба да се избегнува [1, 2]. Предлагаме користење посоодветни алтернативи како што се „деца со типичен развој“ или пак „невротипични“ деца. Кога се зборува за деца од спектарот на аутизам, се препорачува да се стави личноста на прво место, на пример, „дете со аутизам“ или „поединци од спектарот на аутизам“.

Насока ИЗВ4:

Именувајте ги и дефинирајте емоционалните состојби на кои се фокусираат

Бидејќи психологијата не ги дефинира униформно емоциите, истражувачите, наставниците и тренерите користат различни термини за да ги именуваат. Некои автори се осврнуваат на емоционалните состојби од основната група или други емоционални состојби дефинирани со свои термини, а тие термини не се дополнително дефинирани од психолошка перспектива. Некои термини што ги користат авторите може да се групираат. На пример, среќен/а, среќата, радоста и насмевката се сите различни, но тие се користат наизменично во повеќето студии. Насоката се однесува на именување на препознаената состојба и нејзино правилно дефинирање. На пример, ако препознаете насмевка, наречете ја како насмевка, а не како среќа или радост. Друг пример е групата на емоции

поврзани со страв, анксиозност, вознемиреност и трепет. Ниту еден од тие поими не е експлицитно дефиниран во студиите.

Некои состојби опфатени во студиите [36-38] се повеќе поврзани со вниманието отколку со емоциите (ангажман, вклученост) и тоа изгледа е повеќе од интерес за проучување на децата со аутизам (а не шесте основни емоции). Интересен концепт на сложени емоции, како што се страшно изненадување или среќно згрозен, исто така беше покренат во контекст на кризи кои го фаќаат детето.

Бидејќи психолозите различно дефинираат одредени дискретни емоции, се препорачува да изберете една од тие дефиниции за вашата студија и да ја рапортирате.

5. Евалуација на прирачникот

Применети се повеќе методи на евалуација со цел да се оцени финалниот производ на проектот - ER-RIA Guidelines for Emotion Recognition во роботски поддржани интервенции кај аутизмот, вклучува:

- прашалник за добивање квантитативни податоци;
- фокус групи за добивање квалитативни податоци;
- експертска евалуација со инструментот AGREE - и квалитативна и квантитативна.

5.1. Прашалник

Првата верзија на упатствата беше евалуирана, а потоа подобрена (список на промени - види дел 5.4). Прашалникот го разгледуваше секое од насоките засебно. Секоја насока беше оценета според следните критериуми:

- Соодветна количина на опис со симетрична скала од 5 точки што се движи: премалку - премногу (со 3 како најдобра оценка);
- Разбирливост на упатството и неговиот опис - со скала од 5 поени се согласувам-не се согласувам (со 5 најдобра оценка);
- Применливост на упатството - со скала од 5 поени се согласувам-не се согласувам (со 5 најдобра оценка).

Прашалникот беше предаден на 49 учесници, од кои беше побарано да читаат насока по насока и да одговорат на три прашања. Учесниците беа студенти кои се вклучија во обуката за афективна јамка во интеракција робот-дете во терапијата за аутизам.

Резултатите од прашалникот може да се сумираат на следниов начин:

- за премалку - премногу опис, просечната оценка беше: 3,25 +/- 0,68 (1 е премалку, 3 е неутрално, 5 е премногу);
- премал опис (со ≥ 10 луѓе оценети 1 или 2) беше посочен за следните упатства: НАС3, КО1, ИНТ2, ЕМО4, ИСТ3;
- премногу опис (средна оценка $> 3,5$) е добиен со следните упатства: НАС2, КО3, СИМ1, СИМ10, ТЕХ5, ИНТ1, ПРОЦ2, ПРОЦ6;
- просечната разбирливост за сите упатства беше 4,57 +/- 0,69 (5 - целосно се согласувам);
- помалку разбирливо ($< 4,5$): НАС1, НАС2, ТЕХ3, ИНТ1, ПРОЦ2, ПРОЦ5, ПРОЦ6, ПРОЦ7, ЕМО2, ИСТ3, ИСТ5, ИЗВ2;
- само едно упатство беше оценето под 4 во однос на разбирливоста: ПРОЦ2 (3,97 +/- 1,05);

- просечната применливост за сите упатства беше 3,99 +/-0,98 (5 поени Ликертова скала, 5 - целосно се согласувам, 3 - неутрално)
- релативно пониска применливост (просек под 4) беше оценета за упатствата: НАС1, НАС3, КО1, КО4, ТЕХ4, ТЕХ5, ИНТ1, ПРОЦ1, ПРОЦ2, ПРОЦ3, ПРОЦ4, ПРОЦ5, ПРОЦ6, ПРОЦ7, ЕМО1, ЕМО2, ЕМО3, ЕМО4, ЕМО5, ИСТ2, ИСТ5, ИЗВ4;
- многу ниска применливост (под 3,5) е добиена за: ПРОЦ2, ПРОЦ6, ЕМО2 - сите тие исто така имаа релативно ниска разбирливост.

Имајќи ги резултатите од прашалникот, се фокусиравме на насоките кои беа оценети значително пониски и ги подобрихме за да ја добиеме 1,1 верзија на прирачникот.

5.2. Фокус групи

Откако се запознаа со насоките и прашалниците, учесниците беа поканети да се приклучат на фокус групите. Секоја група имаше од 6 до 8 учесници, а имаше вкупно 7 групи. Секоја од тие групи требаше да одговори на следниве прашања:

- Идентификувајте 5 ставки (насоки) кои се најмалку разбирливи (со оправдување)
- Идентификувајте 5 ставки (насоки) кои се најтешки за примена (со оправдување)
- Наведете 3 упатства кои се највредни за терапевтите
- Наведете 3 упатства кои се највредни за програмерите
- Наведете 3 насоки кои се највредни за истражувачите
- Дали може да се отстрани некое од упатствата (не е потребно)?
- Дали може да се додаде некое упатство на списокот?

Резултатите од фокус групите може да се сумираат на следниов начин (броевите во загради го означуваат бројот на фокус групи кои го споменале проблемот):

- голема количина на упатства (2), додадете броеви на страници (1);
- повторувања (3), противречности (3)
- најмалку разбирливо: ПРОЦ2 (4 пати), ПРОЦ5 (3 пати), НАС3 (3 пати), единечни појави: ИСТ3, СИМ10, ТЕХ3, ПРОЦ7, СИМ1, ИНТ1, ИЗВ2, ИНТ5
- најтешко за примена: сите упатства за ЕМО (3), ПРОЦ2 (2), ПРОЦ5 (2), ИСТ2 (2), ИЗВ4 (2), единечни појави: КО4, ПРОЦ3, ПРОЦ6, ПРОЦ7, ТЕХ4, СИМ3, СИМ6, СИМ9, ИЗВ3, ИСТ3;
- Ниту една од групите не предложи отстранување на упатствата, туку предложија спојување: КО1 + КО2 + КО3 + СИМ2, СИМ4 + СИМ5, СИМ7 + СИМ8, спојување на СИМ6 + СИМ7 + СИМ8, ИНТ2 + ТЕХ5, НАС3 + ТЕХ1.

Фокус групите обезбедија многу корисни квалитативни информации - не само за тоа што да се промени, туку и како да се подобрат описите. Имајќи ги резултатите од фокус групите, ги подобрихме упатствата според забелешките (повеќето од нив) за да добиеме 1,1 верзија на прирачникот.

5.3. AGREE евалуација на експерти

Потоа насоките беа оценети од 3 експерти користејќи го AGREE (The Appraisal of Guidelines for Research and Evaluation), кој е инструмент за евалуација на процесот на изработка на упатства за практиката и квалитетот на известувањето. Се користеше рафинираната верзија AGREE II - таа се состои од 23 ставки организирани во 6 квалитетни домени, плус 2 општи ставки [39]. Домените се: опсег и цел, вклученост на засегнатите

страни, строгост на развојот, јасност на презентацијата, применливост и уредувачка независност. Резултатите може да се сумираат на следниов начин:

- општата ставка „квалитет на овој прирачник“ имаше оценка од 6,12 (со користење на Ликертова скала од 1-7);
- општата ставка „препоракај го овој прирачник за употреба“ имаше оценка од 2,9 (користејќи скала од 1-3);
- од 23 ставки, 20 беа оценети над 6 (скала од 7 поени);
- следниве ставки беа оценети пониско од 6:
 - постапка за ажурирање на прирачникот (4,95),
 - прирачникот ја опишува применливоста (5,73),
 - прирачникот ги презентира критериумите за оценување (5,02);
- вклучени квалитативни забелешки (меѓу другото):
 - до потврдата за финансирање треба да се додаде изјава дека телото за финансирање не влијаело на содржината на упатствата;
 - додавање на некои референци за да се подобри видливоста на насоките;
 - ИСТ групата упатства е поопшта и не се однесува само на студиите со робот-дете во терапијата за аутизам;
 - ЕМО упатствата се поописни по природа и не содржат лекови или препораки што да се прави.

Имајќи ги резултатите од инструментот AGREE, ги подобривме упатствата според забелешките (повеќето од нив) за да добиеме 1,2 верзијата на прирачникот.

5.4. Промени - прирачник 1.0 и 1.2

Откако ги оценивме насоките со трите методи, значително ги подобривме описите. Некои големи промени вклучуваат:

- упатства за спојување (49 во верзија 1.0, 46 во верзија 1.1 и 44 во верзија 1.2);
- решавање на повторувањата и противречностите помеѓу насоките; додавање на броеви на страници;
- додавање изјава за независност на изготвувањето насоки од телото за финансирање;
- додавање повеќе информации за тоа како се развиени упатствата (дел 3);
- додавање на дел за евалуација и следење на насоките (дел 5);
- додавање информации за применливоста (дел 6);
- подобрување на описите на речиси сите насоки (со посебен фокус на оние споменати во фокусираните групи и оние кои постигнале помалку поени во прашалникот и/или AGREE резултатите од инструментот).

6. Применливост

Насоките се развиени за три целни групи (види дел 2.2): терапевти за аутизам, развивачи на технологија и истражувачи. Свесни сме дека обраќањето до оваа разновидна публика може да предизвика одредена конфузија во применливоста - насоките вредни за една група, за другата може да бидат занемарливи. Затоа, побаравме од фокус групите да укажат на насоките вредни за секоја од целните подгрупи.

Насоките кои се највредни за **терапевтите** се како што следува:

- НАС2 и НАС3 за почеток;
- сите упатства во делот СИМ за запознавање со тоа како се доловуваат симптомите на емоции;

- сите насоки во делот ИНТ кој дава совети како да се планира и води интеракција;
- сите насоки во делот ТЕХ, доколку недостасува техничка поддршка.

Насоките кои се највредни за **развивачите на технологија** се како што следува:

- НАС1 да го стави детето на прво место и НАС3 да се усогласи со етичките барања, како што е приватноста;
- сите насоки во делот ПРОЦ - како да се обработат податоците;
- сите насоки во делот ЕМО што ја опишува специфичноста на емоционалните симптоми изразени од децата со аутизам;
- ТЕХ2 до ТЕХ5 - технички барања за развиени технологии;
- КО1 и КО2, ИНТ2.

Насоките кои се највредни за **истражувачите** се како што следува:

- сите насоки во делот ИСТ - тоа се насокиа како да се справиме со студиите за интеракција робот-дете со аутизам;
- сите насоки во делот ИЗВ кои опишуваат како да се известуваат студиите;
- избрани насоки во секциите КО и ЕМО - да се разберат ограничувањата на работата со деца со аутизам и да се биде во можност да се оцени квалитетот на податоците;
- ПРОЦ5 и ПРОЦ7.

Што се однесува до применливоста, свесни сме за фактот дека некои од насоките не се толку лесни за примена и тоа е резултат на некои инхерентни предизвици во доменот. Гледајќи ги резултатите од прашалникот, упатствата во деловите: НАС, ПРОЦ, ЕМО, ИСТ и избрани упатства во секциите ТЕХ и КО беа оценети пониски во однос на критериумите за применливост.

Делот НАС е општ по дефиниција и тоа се прилично општи препораки од природата на почетна точка. Потоа, следните предизвици го отежнуваат примената на некои од упатствата:

- феномените на емоциите сами по себе е тешко прецизно да се опишат и детектираат, а предизвикот е уште поголем при користење на технологии за автоматско препознавање за класификација на влијанието;
- работата со деца со аутизам е предизвик - почнувајќи од нивните дефицити, но и вознемирувачките однесувања и тенденции;
- симптомите на емоции изразени од децата со аутизам се различни од оние што ги изразуваат нивните типично развиени врсници;
- не само терапија, туку и истражувачки студии со деца со аутизам мора да го следат детето, што е добро за детето, но не е добро за истражувањето поради недостиг на или некавалитетни податоци и/или ограничена повторливост.

Како резултат на горенаведените предизвици, сè додека се трудеме да ја подобриме применливоста и разбирливоста на описите, некои проблеми со применливоста не можат да се отстранат, на пример, добивање на основната вистина за емоционалната состојба на детето, имајќи тотално тивок простор за истражување, или создавање јавно достапна база на податоци.

7. Следни активности

Овој документ е производ на меѓународен проект ЕМВОА финансиран од програмата на Европската унија Еразмус+. Овој документ се дистрибуира бесплатно со СС-ВУ отворена лиценца. Документот е достапен на веб-страницата на проектот ЕМВОА <http://emboa.eu/> на англиски, полски, македонски, германски и турски јазик. Документот е бесплатен за редистрибуција.

Иако проектот завршува во 2022 година, планираме да извршиме дополнителни истражувања на темата, а можеби и да ги прошириме насоките. Некои од идеите за понатамошен развој - некои од нив беа предложени за време на процесот на евалуација или произлегоа од набљудување на проектниот тим - но досега не беа опфатени поради тоа што беа надвор од опсегот на проектот:

- развивање упатства кон идната автоматизирана интеракција со цел да се затвори афективната јамка спомената во насоките;
- дефинирање на идни технологии, наместо давање насоки како да се справиме со моментално достапните;
- давање препораки за соработка помеѓу целните групи - истражувачи, терапевти и развивачи на технологија;
- делење на упатствата на категории „за време на дизајнирање“ - „пред сесија“ - „во рамките на сесијата“ - „постхок“.

Ако сакате да работите на насоките, имате предлози за нивно подобрување или проширување, или можеби сакате да ги преведете на вашиот национален јазик, ве молиме не двоумете се да контактирате со Agnieszka Landowska, nailie@pg.edu.pl.

Литература

1. Bartl-Pokorny, K. D., Uluer, P., Barkana, D. E., Baird, A., Kose, H., Zorcec, T., Robins, B., Schuller, B., Landowska, A., & Pykała, M. (2021). Robot-Based Intervention for Children With Autism Spectrum Disorder: A Systematic Literature Review. *IEEE Access*, 9, 165433-165450. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3132785>
2. Landowska, A.; Karpus, A.; Zawadzka, T.; Robins, B.; Erol Barkana, D.; Kose, H.; Zorcec, T.; Cummins, N. Automatic Emotion Recognition in Children with Autism: A Systematic Literature Review. *Sensors* 2022, 22, 1649. <https://doi.org/10.3390/s22041649>
3. Karpus A., Landowska A., Miler J., Pykała M.: Systematic Literature Review – methods and hints, ETI Faculty Technical report, Gdansk University of Technology, 1/2020,
4. Bartl-Pokorny K.D., Pykała M., Erol Barkana D., Baird A., Köse H., Zorcec T., Robins B., Schuller B.W., Landowska A. Systematic Literature Review - Robot-Based Intervention for Children with Autism Spectrum Disorder, ETI Faculty Technical report, Gdansk University of Technology, 2/2020
5. Landowska A, Wróbel M., EMBOA project evaluation report, ETI Faculty Technical report, Gdansk University of Technology, X/2022
6. Abdullah, S.M.S.A., Ameen, S.Y.A., Sadeeq, M.A. and Zeebaree, S., 2021. Multimodal emotion recognition using deep learning. *Journal of Applied Science and Technology Trends*, 2(02), pp.52-58.
7. Landowska, A., Zawadzka, T., & Zawadzki, M. (2021). Mining inconsistent emotion recognition results with the multidimensional model. *IEEE Access*.
8. Yang, K., Wang, C., Sarsenbayeva, Z., Tag, B., Dingler, T., Wadley, G., & Goncalves, J. (2021). Benchmarking commercial emotion detection systems using realistic distortions of facial image datasets. *The Visual Computer*, 37(6), 1447-1466.
9. Milling, M., Baird, A., Bartl-Pokorny, K. D., Liu, S., Alcorn A. M., Shen, J., Tavassoli, T., Ainger, E., Pellicano E., Pantic, M., Cummins, N., Schuller, B. W. (2022). Evaluating the Impact of Voice Activity Detection on Speech Emotion Recognition for Autistic Children. *Frontiers in Computer Science*, 4, 837269.
10. Milling, M., Bartl-Pokorny, K. D., Schuller, B. W. (2022). Investigating Automatic Speech Emotion Recognition for Children with Autism Spectrum Disorder in Interactive Intervention Sessions with the Social Robot Kaspar. medRxiv. <https://doi.org/10.1101/2022.02.24.22271443>
11. Schuller, B. (2018). What affective computing reveals about autistic Children’s facial expressions of joy or fear. *Computer*, 51(06), 7-8.
12. Landowska A.: (2019) Uncertainty in Emotion recognition, *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, Vol. 17 No. 3, pp. 273-291, Emerald Publishing, DOI 10.1108/JICES-03-2019-0034
13. [Landowska, Miler, 2016] Landowska, A. and Miler, J. (2016), “Limitations of emotion recognition in software user experience evaluation context”, *Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, (FedCSIS), IEEE, pp. 1631 - 1640.
14. Belteki Z, Lumbreras R, Fico K, Haman E, Junge C. The Vocabulary of Infants with an Elevated Likelihood and Diagnosis of Autism Spectrum Disorder: A Systematic Review and Meta-Analysis of Infant Language Studies Using the CDI and MSEL. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Jan 27;19(3):1469. doi: 10.3390/ijerph19031469.
15. MacFarlane H, Salem AC, Chen L, Asgari M, Fombonne E. Combining voice and language features improves automated autism detection. *Autism Res*. 2022 Apr 23. doi: 10.1002/aur.2733.
16. Bal, E.; Harden, E.; Lamb, D.; Van Hecke, A.V.; Denver, J.W.; Porges, S.W. Emotion Recognition in Children with Autism Spectrum Disorders: Relations to Eye Gaze and Autonomic State. *J. Autism Dev. Disord*. 2010, 40, 358–370.
17. Fadhil, T.Z.; Mandeel, A.R. Live Monitoring System for Recognizing Varied Emotions of Autistic Children. In *Proceedings of the 2018 International Conference on Advanced Science and Engineering (ICOASE)*, Duhok, Iraq, 9–11 October 2018; pp. 151–155.
18. Marinoiu, E.; Zafir, M.; Olaru, V.; Sminchiescu, C. 3D Human Sensing, Action and Emotion Recognition in Robot Assisted Therapy of Children with Autism. In *Proceedings of the 2018 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Salt Lake City, UT, USA, 18–22 June 2018; pp. 2158–2167.
19. Liu, C.; Conn, K.; Sarkar, N.; Stone, W. Affect Recognition in Robot Assisted Rehabilitation of Children with Autism Spectrum Disorder. In *Proceedings of the 2007 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Rome, Italy, 10–14 April 2007; pp. 1755–1760.
20. Liu, C.; Conn, K.; Sarkar, N.; Stone, W. Online Affect Detection and Robot Behavior Adaptation for Intervention of Children with Autism. *IEEE Trans. Robot*. 2008, 24, 883–896.
21. Sorensen, T.; Zane, E.; Feng, T.; Narayanan, S.; Grossman, R. Cross-Modal Coordination of Face-Directed Gaze and Emotional Speech Production in School-Aged Children and Adolescents with ASD. *Sci. Rep*. 2019, 9, 18301.
22. Grossard, C.; Dapogny, A.; Cohen, D.; Bernheim, S.; Juillet, E.; Hamel, F.; Hun, S.; Bourgeois, J.; Pellerin, H.; Serret, S.; et al. Children with autism spectrum disorder produce more ambiguous and less socially meaningful facial expressions: An experimental study using random forest classifiers. *Mol. Autism* 2020, 11, 5.

23. Rudovic, O.; Lee, J.; Dai, M.; Schuller, B.; Picard, R.W. Personalized machine learning for robot perception of affect and engagement in autism therapy. *Sci. Robot.* 2018, 3, eaao6760.
24. Tang, T.Y. Helping Neuro-Typical Individuals to “Read” the Emotion of Children with Autism Spectrum Disorder: An Internet-of-Things Approach. In Proceedings of the 15th International Conference on Interaction Design and Children, IDC’16, Manchester, UK, 21–24 June 2016; Association for Computing Machinery: New York, NY, USA, 2016; pp. 666–671.
25. Di Palma, S.; Tonacci, A.; Narzisi, A.; Domenici, C.; Pioggia, G.; Muratori, F.; Billeci, L. Monitoring of autonomic response to sociocognitive tasks during treatment in children with Autism Spectrum Disorders by wearable technologies: A feasibility study. *Comput. Biol. Med.* 2017, 85, 143–152.
26. Liu, C.; Conn, K.; Sarkar, N.; Stone, W. Physiology-based affect recognition for computer-assisted intervention of children with Autism Spectrum Disorder. *Int. J.-Hum.-Comput. Stud.* 2008, 66, 662–677.
27. Silva, V.; Soares, F.; Esteves, J. Mirroring and recognizing emotions through facial expressions for a RoboKind platform. In Proceedings of the 2017 IEEE 5th Portuguese Meeting on Bioengineering (ENBENG), Coimbra, Portugal, 16–18 February 2017; pp. 1–4.
28. Adolphs R, Mlodinow L, Barrett LF. What is an emotion? *Curr Biol.* 2019 Oct 21;29(20):R1060-R1064. doi: 10.1016/j.cub.2019.09.008. PMID: 31639344; PMCID: PMC7749626.
29. H. Gunes, B. Schuller, M. Pantic and R. Cowie, "Emotion representation, analysis and synthesis in continuous space: A survey," 2011 IEEE International Conference on Automatic Face & Gesture Recognition (FG), 2011, pp. 827-834, doi: 10.1109/FG.2011.5771357.
30. Ortony, A., & Turner, T. J. (1990). What's basic about basic emotions?. *Psychological review*, 97(3), 315.
31. Rudovic, O.; Lee, J.; Dai, M.; Schuller, B.; Picard, R.W. Personalized machine learning for robot perception of affect and engagement in autism therapy. *Sci. Robot.* 2018, 3, eaao6760.
32. Gay, V.; Leijdekkers, P.; Wong, F. Using sensors and facial expression recognition to personalize emotion learning for autistic children. *Stud. Health Technol. Inform.* 2013, 189, 71–76.
33. Hirokawa, M.; Funahashi, A.; Itoh, Y.; Suzuki, K. Design of affective robot-assisted activity for children with autism spectrum disorders. In Proceedings of the 23rd IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication, Edinburgh, UK, 25–29 August 2014; pp. 365–370.
34. Javed, H.; Jeon, M.; Park, C.H. Adaptive Framework for Emotional Engagement in Child-Robot Interactions for Autism Interventions. In Proceedings of the 2018 15th International Conference on Ubiquitous Robots (UR), Honolulu, HI, USA, 26–30 June 2018; pp. 396–400.
35. Wilkinson, M., Dumontier, M., Aalbersberg, I. *et al.* The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Sci Data* 3, 160018 (2016). <https://doi.org/10.1038/sdata.2016.18>
36. Akinloye, F.O.; Obe, O.; Boyinbode, O. Development of an affective-based e-healthcare system for autistic children. *Sci. Afr.* 2020, 9, e00514
37. Liu, C.; Conn, K.; Sarkar, N.; Stone, W. Physiology-based affect recognition for computer-assisted intervention of children with Autism Spectrum Disorder. *Int. J.-Hum.-Comput. Stud.* 2008, 66, 662–677.
38. Krupa, N.; Anantharam, K.; Sanker, M.; Datta, S.; Sagar, J.V. Recognition of emotions in autistic children using physiological signals. *Health Technol.* 2016, 6, 137–147
39. AGREE II. Brouwers MC, Kho ME, Browman GP, Burgers J, Cluzeau F, Feder G, Fervers B, Graham, ID, Grimshaw J, Hanna S, Littlejohns P, Makarski J, Zitzelsberger L on behalf of the AGREE Next Steps Consortium. AGREE II: Advancing guideline development, reporting and evaluation in healthcare. *Can Med Assoc J.* Dec 2010, 182: E839-842; doi:10.1503/cmaj.090449