

Univerzita Karlova v Praze
Pedagogická fakulta

**INTERAKCE S MODERNÍMI TECHNOLOGIEMI
PROSTŘEDNICTVÍM PROJEVŮ ČLOVĚKA**

Jaroslav Novák

Katedra speciální pedagogiky
Vedoucí bakalářské práce: Doc. PhDr. Lea Květoňová, Ph.D.
Studijní program: Specializace v pedagogice, IT–TIV

Praha, 2014



UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
Katedra speciální pedagogiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

akademický rok 20..../20..

Jméno a příjmení studenta: Jaroslav Novák

Studijní program: Specializace v pedagogice (B7507)

Studijní obor: Informační technologie se zaměřením na vzdělávání a technická a informační výchova se zaměřením na vzdělávání

Název tématu práce v českém jazyce:

Interakce s moderními technologiemi prostřednictvím projevů člověka

Název tématu práce v anglickém jazyce:

Interaction with modern technologies using human expressions

Stručná charakteristika tématu:

Zaměření na možnosti současných a moderních technologií při analýze projevů člověka s ohledem na specifika jeho poruch

Metody práce: Analýza, rešerše, studie

1. Analýza současných možností počítačových technologií a dalších zařízení využitelných při speciálním znevýhodnění člověka
2. Aplikace a využití ICT v oblasti speciální pedagogiky se zaměřením na specifika druhů znevýhodnění – technická zařízení, prvky, speciální SW
3. Způsoby řešení vnímání člověka počítačovými technologiemi s důrazem na alternativní komunikaci
4. Příklad modelového využití prostředků ICT pro člověka s vybraným druhem postižení v různých situacích a prostředích – osobním, domácím a školním

Základní literatura:

Zdroje o technologiích a základní texty ke speciálněpedagogickým charakteristikám osob a druhů postižení

Vedoucí bakalářské práce: doc. PhDr. Lea Květoňová, Ph.D.

Předpokládaný rozsah bakalářské práce¹: min. 40 normostran + přílohy

Datum zadání práce: 21.6.2013

Předběžný termín odevzdání práce: listopad 2013

V Praze dne: 21.6.2013

.....
vedoucí katedry

¹ Minimální rozsah bakalářské práce činí standardně 40 normostran (72 000 znaků vč. mezer) vlastního textu.

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Interakce s moderními technologiemi prostřednictvím projevů člověka* vypracoval pod vedením vedoucí bakalářské práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato bakalářská práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze 18. 6. 2014

.....

podpis

Rád bych vyjádřil poděkování Doc. PhDr. Lee Květoňové,
Ph.D., za její cennou podporu a trpělivost při vedení mé
bakalářské práce.

.....

podpis

NÁZEV:

Interakce s moderními technologiemi prostřednictvím projevů člověka

AUTOR:

Jaroslav Novák

KATEDRA (ÚSTAV)

Katedra speciální pedagogiky

VEDOUCÍ PRÁCE:

Doc. PhDr. Lea Květoňová, Ph.D.

ABSTRAKT:

Práce se zabývá komunikačními technologiemi se zaměřením na gesta v pojetí augmentativní a alternativní komunikace osob se znevýhodněním.

Cílem je vymezit možnosti nových technologií na zpracování zejména obrazové informace při komunikaci člověka s technickým zařízením zaměřené především na rozpoznávání gest.

Hlavní metodou zpracování je analýza dokumentů, práce má charakter studie s pohledem technickým a aplikačním na vybrané komunikační technologie, obsahuje pohled oborů ICT a speciální pedagogiky.

Výsledkem je text vycházející z popisu obecných pojmů komunikace přes specifikace technického rázu, vazby na možnosti aplikování technologií s různými typy znevýhodnění, popisu zařízení zpracovávající obraz, popř. zvuk, a gesta, zakončený popisem možností užití autisty.

V závěru je uvedena nutnost podílu a spolupráce speciálních pedagogů při vývoji takových zařízení, aby byla účinná pro znevýhodněné osoby.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Moderní technologie, gesta, augmentativní a alternativní komunikace, postižení, autismus

TITLE:

Interaction with modern technologies using human expressions

AUTHOR:

Jaroslav Novák

DEPARTMENT:

The Department of Special Education

SUPERVISOR:

Doc. PhDr. Lea Květoňová, Ph.D.

ABSTRACT:

The thesis is about communication technologies that are focusing on gestures in the augmentative and alternative factor of communication of people with disabilities.

The goal is to define the elaboration of new technologies for the process of visual information when communicating with a person with a technical device primarily focused on gesture recognition.

The main method of processing is a document analysis, the thesis contains a character study from the technical and application point of view for a chosen communication technology, it also contains a point of view from the ICT fields and special education.

The result is a text coming from the definition of general definitions of communication through technical specification, connections to options of technological applications with different types of disabilities, definition of a mechanism of processing picture, or sound and gesticulation, concluding with the definition of usage for autistics.

The conclusion contains the necessity of participation and cooperation of special teachers within the development of such mechanisms, so that they are useful for people with disabilities.

KEYWORDS:

Modern technologies, gestures, augmented and alternative communication, handicap, autism

Obsah

1	Úvod	9
2	Komunikace, technologie a znevýhodněný člověk.....	11
	2.1 Komunikace	11
	2.2 Augmentativní a alternativní komunikace (AAK)	14
	2.3 Gesto	16
	2.4 Gesta a vnímání strojem.....	18
	2.5 Rozšířená realita a robotika	18
3	Současné možnosti počítačových technologií a dalších zařízení využitelných při speciálním znevýhodnění člověka.....	21
	3.1 Zpracování údajů z prostředí technickými systémy.....	22
	3.2 Rozpoznávání gest.....	23
	3.3 Druhy vstupních zařízení	24
	3.4 Užití technologií pro rozpoznávání gest	26
	3.5 Technologické principy zařízení pro počítačové vidění a doprovodné snímání zvuku	27
	3.5.1 Rozložení těla na klouby	28
	3.5.2 Senzory CCD a CMOS.....	29
	3.5.3 Citlivost senzorů	30
	3.5.4 Infračervené kamery.....	33
	3.5.5 3D obraz	34
	3.5.6 Snímková frekvence	36
	3.5.7 Citlivost a šum u zvuku.....	36
	3.5.8 Směrová charakteristika mikrofону	38
	3.6 Možné problémy při použití technologií	39
4	Aplikace a využití ICT v oblasti speciální pedagogiky se zaměřením na specifika znevýhodnění.....	41
5	Způsoby řešení vnímání člověka počítačovými technologiemi s důrazem na alternativní komunikaci	44
	5.1 EyeToy (říjen 2003, Sony).....	44
	5.2 Nintendo Wii – Wii Remote (listopad 2006, Nintendo)	45
	5.3 PlayStation Eye (říjen 2007, Sony).....	45
	5.3.1 PlayStation Camera (listopad 2013, Sony)	46
	5.3.2 PlayStation Move (červen 2009, Sony).....	46
	5.4 Kinect (listopad 2010, Microsoft).....	47

5.5	<i>Xtion (říjen 2011, Asus)</i>	50
5.5.1	<i>Porovnání Kinectu a Xtion</i>	51
5.6	<i>Sphero (2011, Orbotix)</i>	51
5.7	<i>Leap Motion (květen 2012, Leap Motion)</i>	52
5.8	<i>MYO (září 2012, Thalmic Labs)</i>	54
5.9	<i>Digits (říjen 2012, Microsoft)</i>	55
5.10	<i>Tobii Gaze, Tobii Rex – ovládání očima (2013)</i>	56
5.11	<i>Eye Tribe (2013)</i>	58
5.12	<i>SpaceTop (únor 2013, Jinha Lee, Microsoft)</i>	59
5.13	<i>Google Glass (konec 2013, Google)</i>	60
5.14	<i>Holoroom (2014, Lowe's Innovation Labs)</i>	62
5.15	<i>Smart Glove (budoucnost, Google)</i>	62
5.16	<i>Aplikační software</i>	63
6	Příklad modelového využití prostředků ICT pro člověka s vybraným druhem postižení	65
6.1	<i>Poruchy autistického spektra</i>	65
6.2	<i>Prostředí použití technologií a zařízení</i>	68
6.3	<i>Možné aplikace a směry využití moderních technologií pro autisty</i>	70
6.4	<i>Roboti a autista</i>	71
6.5	<i>Rozšířená realita</i>	73
7	Závěr	75
8	Seznam použitých informačních zdrojů	76

1 Úvod

Bakalářská práce se zaměřuje na vybrané moderní technologie, které nacházejí uplatnění v jednostranné nebo oboustranné komunikaci mezi člověkem a strojem, a jejichž aplikace se v současnosti stále vyvíjejí. Technologie jsou zaměřeny hlavně na rozpoznávání gest (všech pohybů těla a jeho částí). Práce je na rozhraní několika oborů, zejména informačních technologií (obecněji informatiky, kybernetiky a robotiky) a speciální pedagogiky (se zahrnutím např. didaktiky a teorie komunikace).

Smyslem práce je přiblížit možnosti technických prvků a zařízení do oblasti speciální pedagogiky a poskytnout souhrnné informace pro případný výzkum, vývoj a aplikování technologií v didaktické oblasti. Některé existující výzkumné nebo kvalifikační práce jsou zaměřené typicky jen na technické principy a neukazují příliš vazby do jiných oborů nebo souvislosti s komunikací.

Cílem práce je vymežit možnosti nových technologií na zpracování zejména obrazové informace při komunikaci člověka s technickým zařízením zaměřené především na rozpoznávání gest. Z toho plynou i dílčí podcíle – zařadit vybrané technologie do oblasti komunikace včetně augmentativní a alternativní a do rozšířené reality, specifikovat technologické aplikační vlastnosti prvků a zařízení a uvést reálné nebo potenciální možnosti aplikací ve vybrané oblasti speciální pedagogiky.

Cílem naopak není navrhnout konkrétní aplikace (velká část z nich by mohla být tématem úplně samostatné práce), technologická řešení nebo implementace ve výuce, spíše jen nastínit příklady toho, jakým způsobem se daná zařízení dají využívat, jaké jsou možnosti na trhu a jakým směrem se technika dnes ubírá a vyvíjí. Aplikační oblast vyžaduje spolupráci odborníků více profesí.

Důležitá je také skutečnost, že při vývoji aplikací do speciální pedagogiky je prakticky nezbytné si jakákoliv zařízení osahat, zažít, vyzkoušet – popisy v různých člancích a zprávách bývají celkem pravdivé, ale těžko se z nich usuzuje na další souvislosti nutné pro vývoj a užití nového zařízení pro osoby s postižením. Při vývoji je spolupráce speciálního pedagoga hodně významná a zásadní.

V bakalářské práci jsou stručně probrány různé technologické prvky a zařízení, díky kterým mohou lidé s různým postižením, ale samozřejmě i bez něj, ovládat svůj počítač, případně další elektronická zařízení, a s nimi také komunikovat. Úvodní část práce vymezuje základní obecné pojmy, které provází celou práci – komunikaci včetně augmentativní a alternativní (AAK) a gesta, na které jsou navázány technologické principy řešení komunikace.

Dále jsou popsány technologie a principy, které jsou využívány vybranými technickými zařízeními, uvedenými v další kapitole s jejich specifikacemi a s popisem, co aktuálně již umí, nebo by umět v budoucnu mohly. Tato část tvoří těžiště práce, protože bez popisu a uchopení možností technických prvků a zařízení je nelze přímo aplikovat do oblasti speciální pedagogiky.

Poslední část má spíše tvůrčí charakter, je to vlastně diskuze k možnostem užití technologií pro některá postižení (modelově zejména pro autisty), ne jen o předkládání hotových řešení. Hotová řešení jsou i ve světě obvykle jen ve stádiu ověřování možností užití, i když některé poznatky jsou již přijímány (např. využití robotických hraček pro autisty). Na dalším vývoji takových zařízení se musí podílet odborníci netechnických profesí, včetně speciálních pedagogů. I proto práce obsahuje popisy principů a zařízení, jako nutný podklad o úvahách o jejich rozvoji a užití.

V práci jsou použité obvyklé metody pro zpracování bakalářské práce, tedy rešerše a analýza dokumentů jako hlavní metoda zpracování, práce jako celek má charakter studie s pohledem technickým a aplikačním na vybrané komunikační technologie z přístupu několika oborů, kromě speciální pedagogiky zejména ICT, teorie informace a aplikované kybernetiky.

2 Komunikace, technologie a znevýhodněný člověk

Kapitola uvádí základní teoretické pojmy, které souvisejí s užitím technologií a zařízení – od komunikace přes její zúžení (resp. rozšíření) na augmentativní a alternativní, dále na gesta jako prvek, se kterým jsou dále uvedená zařízení a prvky svázané, a na specifika strojové komunikace.

V práci jsou rozebírány aspekty komunikace, tedy vzájemné interakce, z pohledu strojů, jak stroje mohou komunikovat mezi sebou, ale především s člověkem. Práce je zaměřena na část komunikace vizuálního charakteru, kterou z pohledu strojů a technických zařízení není tak jednoduché rozpoznávat, která je daná a omezená technickými možnostmi, ale která se v současnosti významně rozvíjí, jde tedy o vizuální komunikaci zaměřenou na rozpoznávání gest – mimiky, pohybů očí, těla a končetin, tedy jemné a hrubé motoriky.

2.1 Komunikace

Výraz komunikace pochází z latinského *communicare* – sdílet, radit se a *communis* – společný. Komunikace se vymezuje ve dvou různých pojetích – jako mezilidská komunikace a obecněji jako výměna informací (např. Craig 1999, Linhartová 2006, a další). Gavora (2005) uvádí, že slovo komunikace má mnoho různých významů, protože lidé komunikují v různých situacích a sledují různé cíle, v situacích může jít o dorozumívání, sdělování nebo výměnu informací. Čechová (2000, str. 17) definuje komunikaci jako „přenos informací“ nebo „sdělování obsahu lidského vědomí jiným lidem“. Marková (2009) zdůrazňuje, že jde o vzájemnou výměnu informací, kdy se komunikace účastní minimálně dva lidé, kteří jsou si komunikačními partnery, stejně tak řada psychologů uvádí naopak komunikaci zejména jako dialog mezi dvěma lidmi. Vitásková (2005, str. 13) charakterizuje komunikaci jako „proces efektivní výměny informací prostřednictvím určitého signálního systému znaků (kódů), probíhající během interakce konverzačních partnerů“. Tato poslední definice je nejobecnější.

Pro komunikaci musí existovat (alespoň) dva subjekty:

- v mezilidské komunikaci to jsou lidé,

- v ryze strojové komunikaci to jsou stroje – komunikace je pak typicky řízený přenos dat mezi nimi, patří sem mj. i internet jako celek, jako prostředí s neustálou komunikací i jen mezi stoji,
- při interakci člověka se strojem jde o komunikaci člověka a stroje, vyjma případů, kdy člověk stroj jen ovládá.

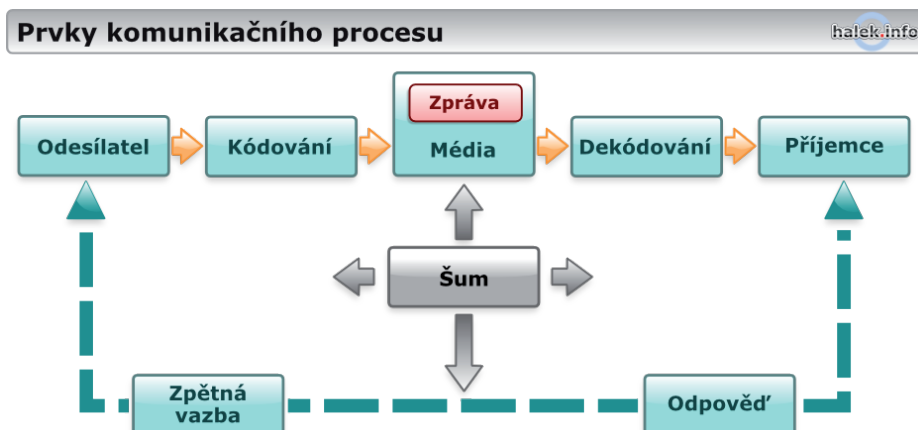
V různých oborech existují různé pohledy popisující a vysvětlující komunikaci, pro práci je vhodné spíše obecnější pojetí, které zahrnuje jak komunikaci mezilidskou, tak člověka se strojem. Komunikace se dá chápat jako předávání zprávy – ústně, písemně či jiným způsobem. Předávat zprávu lze také různými způsoby – vizuálně (výrazem tváře, psanými znaky), zvukově (mluvou, řečí), hmatově či taktile (dotýkáním se), elektrickým signálem, ... Aby zpráva mohla mít nějakou informační hodnotu pro příjemce, je nutné aby jí nejprve přijal (vnímal, např. sluchem jako zvuk, očima jako obraz), poté rozpoznal (dekódoval do slov jemu známého jazyka) a nakonec pochopil (porozuměl).¹

Ke komunikaci jsou zapotřebí dvě dovednosti – expresivní komunikace (používání jazyka za účelem zprostředkování sdělení) a receptivní komunikace (porozumění sdělení druhých).

Teorie informace používaná pro komunikaci stroj-stroj nebo člověk-stroj se obvykle nezabývá složkami emocionální, motivační a sociální, které jsou nezbytné a účelné při mezilidské komunikaci a jejichž analýza a rozpoznávání strojem je neobyčejně složitá.

Průběh komunikace mezi subjekty probíhá pomocí komunikačního schématu takto: účastník na jedné straně (komunikátor, zdroj, vysílač – terminologie je v různých zdrojích týkajících se komunikace rozdílná) vysílá sdělení (komunikát, zprávu) na nějakém nosiči (médiu, vedení), je tedy zdrojem informace, druhý účastník sdělení přijímá, je tedy příjemcem (recipientem, komunikantem, příjemcem, příjemcem). Pro úspěšnou komunikaci je potřeba mít společný dorozumívací kód (jazyk) a co nejmenší úroveň komunikačního šumu (rušení). Účastníci komunikace se ve svých rolích střídají, postupně je tedy každý zdrojem i příjemcem.

¹ <http://www.buzzle.com/articles/types-of-communication.html>



Obr. 1: Komunikační proces

Pokud bychom uvažovali pouze jednostrannou komunikaci, můžeme pak o ní mluvit třeba jako o příkazu druhému člověku nebo o přímém ovládní zařízení.

Komunikaci můžeme obvykle dělit (podle různých zdrojů, např. Bondi, 2007 nebo ²⁾ na komunikaci verbální a neverbální (jsou/nejsou použita slova běžného jazyka), zvukovou a nezvukovou (hlasem nebo zvukovými kódy / jinak), dotykovou a bezdotykovou (při komunikaci je/není dotyk, např. ovládní zařízení dotykem/hlasem), které se dají různě kombinovat, zvláště při komunikaci člověka se strojem, např. i při rozeznávání gest.

Neverbální komunikace (souhrn mimoslovních sdělení, která jsou vědomě nebo nevědomě předávána člověkem k jiné osobě nebo lidem) je významná pro strojové rozpoznávání dat i pro umělou inteligenci. Např. podle článku Neverbální komunikace na Wikipedii³ má neverbální komunikace složky:

- haptika – komunikace dotykem,
- kinezika a její součást gestika – pohyby celého těla a rukou,
- mimika – pohyby obličeje,
- oční kontakt (občas též vizika),
- posturika – postoj celého těla,
- proxemika – zahrnuje vzdálenost komunikujících,
- chronemika – nakládání s časem při neverbální komunikaci.

² <http://www.buzzle.com/articles/types-of-communication.html>

³ http://cs.wikipedia.org/wiki/Neverb%C3%A1ln%C3%AD_komunikace

Z pohledu strojového zpracování dat pojem „gesta“ (viz další podkapitola) zahrnuje obvykle a zejména kinetiku, gotiku, mimiku, oční kontakt, resp. oční pohyby, posturiku a proxemiku. Nezahrnuje haptiku, ta se používá spíše ve smyslu „ovládání něčeho“.

Některé zdroje při dělení komunikace smíchávají např. prostředek, kterým se komunikace uskutečňuje, spolu s charakterem přenosového kanálu, např. SONS⁴ uvádí dělení ústní, písemná a elektronická. V tomto případě jsou vlastně ve vymezení smíchány dvě věci – forma sdělení (ústní, písemná) s jazykem, resp. přenosovým kanálem (u ústní to může být i vzduch při běžném hovoru i elektrický přenos technickým zařízením, např. telefonem).

Mezi další dělení patří offline a online komunikace – používá se z pohledu časových souvislostí, kdy offline komunikace znamená komunikaci při přímém fyzickém setkání lidí, jde o hovor „z očí do očí“, komunikace samozřejmě probíhá verbálně a neverbálně. Online komunikace naopak označuje komunikaci, kdy je použitý nějaký přenosový kanál, jde o hovor např. přes telefon, chatování, posílání sms, emailů atd. Výraz „line“ má tedy význam technického přenosového kanálu. S tím souvisí i pojmy přímá komunikace (v reálném čase) a nepřímá komunikace (zprávu získá příjemce později, než ji zdroj předal, např. emaily). Některé zdroje používají pro tento význam naopak dvojici online („v aktuálním čase“) a offline („adresát získá zprávu kdykoliv později“).

Práce je zaměřena na komunikaci neverbální, nezvukovou a bezdotykovou, s těžištěm na rozeznávání gest, i když i to bývá v některých reálných zařízeních a technologiích doplněno ostatními formami, tedy verbální a dotykovou, popř. zvukovou.

2.2 Augmentativní a alternativní komunikace (AAK)

Při běžné komunikaci mezi dvěma lidmi bez jakéhokoliv postižení nebo mezi stroji probíhá komunikace „normálním“ způsobem. Pokud je jeden z účastníků nějak postižen nebo pokud se jedná o komunikaci mezi člověkem a strojem, pak můžeme hovořit o komunikaci augmentativní nebo alternativní (AAK) (Janovcová, 2003). Pro komunikaci mezi osobami je tento pojem používán běžně, ale v případě stroje

4 <http://www.sons.cz/docs/komunikace/>

jako druhého z účastníků komunikace jde o alternativy prakticky vždy, protože stoje neumí „lidsky“ přijímat a vysílat zprávy, ty jsou často transformované technickými a programovými prostředky do jiných forem, než jsou přirozeně lidské, s výjimkou např. umělého hlasu. Pro AAK se používají i technické pomůcky včetně počítačových programů, ale nejde zatím o komunikaci plně srovnatelnou s mezilidskou, jde spíše o pouhé používání pomůcek.

Uvedené dva pojmy mají následující význam:

- Augmentativní (z lat. *augmentare* – rozšiřovat) znamená, že systémy komunikace mají podporovat již existující, ale pro běžné dorozumívání nedostatečné komunikační schopnosti.
- Alternativní naznačuje vyvíjení komunikačních systémů, které dočasně či trvale slouží jako náhrada mluvené řeči.

Augmentativní a alternativní komunikace se pokouší přechodně nebo trvale kompenzovat projevy poruchy a postižení u osob se závažným postižením řeči, jazyka a psaní (Pipeková, 2006). Cílem AAK je umožnit jedincům s poruchami komunikačního procesu aktivní dorozumívání, jehož výsledkem je sociální interakce, zvýšený pocit sebedůvěry, účinné dorozumívání, reagování na okolí a rozvoj dovedností, které směřují k osvojení jazyka jako nástroje pro rozvoj myšlení.

Závažné poruchy komunikace jsou nejčastěji důsledkem:

- vrozených poruch – mozková obrna, vývojové vady řeči, mentální postižení, autismus,
- získaných poruch – po mozkové příhodě, úrazu, nebo nádoru mozku,
- degenerativních onemocnění – Parkinsonovy choroby, Alzheimerova syndromu, nebo sklerózy multiplex.

Z pohledu předkládané práce nejsou příčiny důležité, jen dokreslují druhy postižení, které mohou vyžadovat tyto formy komunikace.

K nahrazení řeči nebo augmentaci může být použito mnoho systémů s pomůckami i bez nich, například obrázky či vizuální symboly, Braillovo písmo, gesta, nebo různé spínače a technické pomůcky s hlasovým výstupem. Podrobněji jsou některé takové systémy probrány dále.

U AAK se někdy uvádějí i různé nevýhody – např. společensky menší využitelnost oproti mluvené řeči, nápadnost na veřejnosti, časové zpoždění pro vyjadřování apod., nicméně AAK primárně vůbec umožňuje nebo rozšiřuje nedostatečnou nebo žádnou komunikační schopnost postiženého člověka, takže nevýhody můžeme řadit až za zásadní výhody.

To potvrzuje např. i popis na stránkách alternativnikomunikace.cz⁵, kde autoři upozorňují, že „Je třeba si uvědomit, že technické pomůcky samy o sobě neposkytují jednoduché řešení všech problémů v komunikaci, podstatné je, jak se využívají. Uživatel by měl mít z praktických důvodů přístup jak k technickým, tak k netechnickým pomůckám tak, aby mohl reagovat v různých komunikačních situacích.“ Toto je důležité vnímat a při používání technických pomůcek je tedy vždy potřeba poradit se u speciálního pedagoga nebo třeba ve speciálně-psychologické poradně.

Z pohledu technologií se často používá počítač jako pasivní prvek komunikace, ve smyslu pomůcky, zdroje dat. Poskytuje nejčastěji informaci obrazovou (různé vizuální komunikační systémy) nebo zvukovou (počítačové mluvení, čtení).

2.3 Gesto

Gesto je formou neverbální komunikace, prováděné pohybem některou částí těla. Gesty si pomáháme běžně při komunikaci, pro podpoření mluveného slova, zdůraznění emocionálních a komunikačních projevů člověka. Může jít o pohyb sotva postřehnutelný (mimika, oční pohyby, nepatrný ale již viditelný pohyb prstem apod.) nebo i o složitý pohyb celého těla (běh, poskoky aj.) (např. Kučera, 2013 nebo ⁶, ⁷).

Mnoho gest slouží jako běžná řeč těla, jsou známá v podstatě každému a dorozumíme se díky nim s téměř všemi lidmi na světě i přes neznalost cizího jazyka, některá naopak slouží k dorozumívání jen nějaké skupině lidí – například znaková řeč pro sluchově postižené. Gest známých všem a s obecně přijímaným významem jsou desítky, spíše stovky. Jako příklad to může být ukazování prstem na někoho, mávání,

5 <http://www.alternativnikomunikace.cz/stranka-metody-a-postupy-aak-7>

6 <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mimika>

7 <http://en.wikipedia.org/wiki/Gesture>

gesto pro „OK“, salutování, ukazování palcem nahoru nebo dolů, tleskání, nebo gesto s dlaní na tváři – tzv. facepalm.

Při automatizovaném rozpoznávání gest se ale naopak musí zohlednit fakt, že v různých národech (společnostech, kulturách) mohou být některá stejně vypadající gesta chápána různě. To pak činí problém při návrhu zařízení, kdy rozpoznávající algoritmus musí být přizpůsobený národním zvyklostem.

Za gesta můžeme považovat jakékoliv pohyby rukou, od jemné motoriky, tedy pohyby na úrovni článků prstů, až po hrubou motoriku, tedy pohyby celými pažemi, dále mimiku, tedy pohyby obličejem a oční pohyby. Některé zdroje vymezují gesto jen jako pohyb končetiny (dokonce třeba jen ruky), pojem je ale obecnější.

Gesto může být v případě počítačových a podobných zařízení chápáno i jako počítačové gesto, tedy gesto provedené pomocí myši. První takové gesto bylo tažení (drag), se kterým přišla firma Apple. Gesta myši jsou jednoduché povely navržené pro jednoduché ovládání aplikací. Obecně se skládají ze stisknutí tlačítka myši, vykonání nějakého pohybu a puštění myši. Tím se vykoná nějaká akce, která je s gestem spojena. Moderní gesta jsou dotyková a fungují stejně jako ta prováděná myší, jen místo myši jsou gesta prováděna prsty na dotykové obrazovce.

Z pohledu technologií můžeme gesta snímat dotykově nebo bezdotykově. Dotykové snímání je používané lidmi odjakživa, je to vlastně

- přímé mechanické snímání pohybu, sem patří běžné ovládání zařízení přímo rukama – mačkání ovládacích tlačítek, uchopení ovládacích prvků včetně např. držení myši nebo pohyb trackballu,
- v současných provedeních je snímání dotykové obvykle elektrické (často jde o vyhodnocení změn kapacity snímacího prvku zařízení způsobené pohybem prstu nebo ruky), to je běžné u dotykových obrazovek, u tabletů a dotykových mobilů, u interaktivních tabulí.

Druhá možnost snímání gest je snímání bezdotykové, tedy

- snímání typicky prostřednictvím změn v obrazu snímaného člověka, někdy doplněného dalšími možnostmi, opět např. snímáním změn elektrické kapacity snímače nebo i dotykovými – třeba doplňkové snímání tlaku v podložce.

Technologie popsané v práci jsou zaměřeny na poslední možnost. V příkladech možných aplikací jsou místy doplněny i možnostmi ostatními, protože část zařízení v praxi je tak zkonstruovaná.

2.4 Gesta a vnímání strojem

Pojem gesto má v případě vnímání člověka strojem trochu jiný význam, než gesto a gestikulace při mezilidské komunikaci, protože zahrnuje jakékoliv (i komunikačně bezvýznamné) fyzické pohyby těla, které jsou obrazově vyhodnocovány a je jim až poté přisouzen nějaký význam.

Lidská gestikulace, tedy mezilidská komunikace s gesty, je složitější, protože gesta na sebe mohou navazovat nebo je doprovází jiná forma komunikace (obvykle řeč), případně mají i další význam (sociální, emocionální) podle kontextu užití. I proto je rozpoznávání gest u některých zařízeních doplněno o snímání dalších projevů člověka, nejčastěji hlasu.

Technická zařízení vnímají člověka jinými způsoby, než člověk samotný. Aby člověk zaznamenal nějaké gesto nebo obecně pohyb rukou, nohou či celého těla, stačí mu k vidění obrazu jen oko. Technické zařízení k takovému úkolu může potřebovat více senzorů, ať z důvodu kvality snímání (ve větším rozsahu vzdáleností není např. čočka objektivu většinou schopna zaostřovat a rozlišovat tak velký rozsah pohybů, jako lidské oko), nebo omezených technických limitů vstupních čidel. Stroj může podle situace, například ke sledování pohybu otáčení ruky v zápěstí, potřebovat čidla polohy (i na úrovni snímání svalové aktivity), zrychlení, akcelerace, i třeba kompas. Tedy pro člověka jednoduchý vizuální pohyb bude stroj sledovat jak vizuálně, tak i nevizuálně. Těmito možnostmi se zabývá následující kapitola o technologiích a aplikačně pak kapitola o stávajících a vyvíjených zařízeních.

2.5 Rozšířená realita a robotika

Do AAK můžeme řadit i prvky rozšířené reality, umělou inteligenci a robotiku (např. Hamilton, Olenewa 2010, Rosman, 2007). Všechny systémy se dají chápat ve smyslu komunikace člověk se strojem, které obsahuje pro člověka zpravidla nové formy

a dává další možnosti, ve smyslu augmentativní nebo alternativní komunikace podle situace, druhu zařízení a charakteru postižení nebo znevýhodnění člověka.⁸

Rozšířená realita se podle některých zdrojů přímo definuje jako augmentovaná argumentovaná realita – vztah k AAK je jednoznačný. Rozšířená realita je „označení používané pro reálný obraz světa doplněný počítačem vytvořenými objekty. Jinak řečeno jde o zobrazení reality (např. budovy nasnímané fotoaparátem v mobilním telefonu) a následné přidání digitálních prvků (třeba informací o daném objektu).“⁹

Rozšířená realita se projevuje obrazem reálného (ne nezbytně nutně, ve fiktivních hrách může jít o uměle vytvořené prostředí) prostředí, viditelného na jakémkoliv zobrazovači – tabletu, v brýlích, promítaném obrazu – a doplněného o informace se vztahem k danému prostředí, které přináší ono rozšíření o informace k tomuto místu.

Technicky jde o tuto posloupnost prvků a činností:

- kamera v tabletu, mobilním telefonu, připojená k počítači nebo v brýlích snímá obraz reality
- aplikační program rozšířené reality detekuje a analyzuje snímanou scénu, případně zohledňuje i umístění a orientaci kamery v prostoru (využití GPS, polohovacích zařízení, digitálního kompasu apod.)
- na základě detekce program umístí do výsledného obrazu doplňující informace (text, 2D či 3D objekty, obrázky i animované, filmové klipy či zvuky)
- obraz se promítne nebo zobrazí na displeji počítače, telefonu, tabletu, v brýlích

Místo obrazu se může spustit nějaká naprogramovaná akce, včetně třeba zvukových signálů nebo počítačového hlasu. Vše se odehrává v reálném čase.

Pokud je na snímaném obrazu člověk, pak se mohou analyzovat jeho gesta. To se dá využít např. v počítačových simulačních hrách, kde bývá naopak virtuální scéna doplňována reálnými hráči a jejich akcemi.

8 <http://www.slideshare.net/kehamilt/augmented-reality-in-education>

9 http://cs.wikipedia.org/wiki/Roz%C5%A1%C3%AD%C5%99en%C3%A1_realita

Robotika souvisí s umělou inteligencí, do které patří autonomie robotického zařízení. Slovo robot má několik významů, např. i jen personifikace technickým zařízením (robot vypadá a chová se na pohled jako člověk), obecně jde o zařízení s chováním, které člověk označuje jako inteligentní. Do tohoto pojetí patří např. i fyzická samostatnost (robot se pohybuje v prostředí sám, vyhýbá se překážkám – do této kategorie patří mj. i robotické vysavače) a obecně reakce na podněty „inteligentním“ způsobem.

Z pohledu komunikace má robot receptivní i expresivní projevy. Tyto projevy často patří do pojetí augmentativní nebo alternativní komunikace. Při analýze scény, pokud je na ní člověk, pak používá i analýzu gest. Proto se používá (podle současných ukázek aplikací a výzkumů) např. pro tělesně postižené osoby (náhrada chybějících tělesných funkcí) nebo pro autisty (podpora komunikace a sociální interakce).

Ve vztahu ke komunikaci (hlavně AAK) se dá uvést některá z definic umělé inteligence:

- „Umělá inteligence je věda o vytváření strojů nebo systémů, které budou při řešení určitého úkolu užívat takového postupu, který – kdyby ho dělal člověk – bychom považovali za projev jeho inteligence.“¹⁰
- „Umělá inteligence se zabývá tím, jak počítačově řešit úlohy, které dnes zatím zvládají lidé lépe.“¹¹

10 MINSKY, Marvin. *Computation: finite and infinite machines*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1967.

11 RICH, Elaine a Kevin KNIGHT. *Artificial intelligence*. McGraw-Hill, 1991..

3 Současné možnosti počítačových technologií a dalších zařízení využitelných při speciálním znevýhodnění člověka

Komunikovat s počítačem se dá téměř všemi smysly, s nutností fyzického kontaktu se zařízeními, pohybováním různými pomůckami, ale i bezdrátově. Především jsou vstupní informace zadávány pomocí rukou. Od klasického zadávání znaků na klávesnici a později pohybováním kurzoru na obrazovce pomocí myši, se dnes dostáváme k možnosti ovládní pouze pohybováním rukou, ukazováním na objekty, nebo přesným pohybem očí namísto ukazatele myši, tedy pomocí gest. Dokumentujícím příkladem mohou být např. texty ^{12, 13, 14}.

Veškerá komunikace je limitována technologiemi, které se ale velmi rychle zdokonaľují. Základní komunikace, která je historicky dá se říci klasická, je zprostředkována na vstupu klávesnicí a myší, na výstupu jakýmkoli monitorem. Tato práce se však zaměřuje na komunikaci prostřednictvím méně známých, moderních a případně i zatím komerčně nedostupných zařízení, které by ale mohly být po uvedení na trh velkým pokrokem a přínosem pro člověka. Další specifikum těchto zařízení je, že jsou všechna bezdotyková, tedy ruce jsou v každém momentě komunikace s nimi volné (výjimkou je snad jen držení ovladače v ruce).

Komunikace s počítačem, případně jinými elektronickými zařízeními se odvíjí od způsobu, jakým chceme těmto zařízením dávat pokyny nebo je přijímat. K této oboustranné komunikaci slouží takzvaná vstupně-výstupní, respektive vstupní a výstupní zařízení. Další používané pojmy pro vstupní zařízení jsou čidla a senzory, které mají ale přesnější význam viz následující kapitola.

Vstupní zařízení je hardwarová část celého systému, která slouží k předávání informací a dat (nejen) od uživatele směrem do počítače, tedy k získávání údajů z oko-

12 <http://techdisrupter.com/2013/02/27/myo-gesture-control-armband-is-the-time-of-the-keyboard-ending/>

13 <http://www.extremetech.com/extreme/181518-microsoft-research-imbues-keyboard-with-kinect-like-gesture-controls>

14 <http://www.alcestech.com/universal-gesture-mouse.html>

lí. Výstupní zařízení naopak informace předávají (zobrazují, interpretují) uživateli, tedy do okolí systému.

3.1 Zpracování údajů z prostředí technickými systémy

Snímač (nebo také senzor) je funkční prvek tvořící vstupní blok měřicího řetězce, který je v přímém styku s měřeným prostředím. Senzor je ekvivalentní pojem k pojmům snímač, částečně převodník nebo detektor. Výstupem bývá elektrický signál.

Čidlo je citlivá část snímače která převádí sledovanou fyzikální veličinu na jinou, nejčastěji elektrickou veličinu.

Díky rozvoji elektroniky a elektronických obvodů pro zpracování signálů došlo k vývoji inteligentních senzorů. Vycházejí z technologie spojení čidla s navazujícími integrovanými analogovými obvody na křemíkovém čipu. Zpravidla v sobě zahrnují čidlo měřené veličiny, obvody pro úpravu signálu, A/D (analogově-digitální) převodník, mikroprocesor, obvody pro obousměrnou komunikaci atd.

Akční členy jsou všechny prvky využívané ke zpracování informace, patří mezi ně hlavně pohony (motorické jednotky) a regulační orgány (ventily). Prostřednictvím akčních členů působí regulátor přímo na regulovanou soustavu, tedy jí reguluje, nastavuje velikost akční veličiny (výstupní veličina regulátoru, současně vstupní veličina regulované soustavy). Regulace se provádí buď plynulými (spojitými), nebo skokovými (diskrétními) změnami akční veličiny.

Přenos dat ze senzoru může probíhat buď analogově (přímo ze senzoru, elektrický analogový signál) nebo digitálně (A/D převodníky).

Snímače se dělí z pohledu technologií a fyzikálně:

- podle měřené veličiny – teploty, tlaku, průtoků a mechanických veličin,
- podle fyzikálního principu – odporové, indukční, kapacitní, piezoelektrické, optické a chemické,
- podle styku s prostředím – dotykové a bezdotykové,
- podle transformace signálu – aktivní a pasivní,

- podle výrobní technologie – elektromechanické, mechanické, pneumatické, elektrochemické, polovodičové a mikroelektronické.

Technické parametry snímačů jsou různé podle konkrétního typu, do obecných patřít zejména:

- rozsah – rozmezí hodnot od prahu citlivosti až do maximální hodnoty,
- rozlišitelnost (citlivost, prahová hodnota rozlišitelnosti) – hodnota, kterou je senzor schopen rozlišit, odpovídá absolutní nebo relativní chybě,
- chyba linearity – chyba vůči ideální charakteristice.

V případě robotů jsou používány nejvíce snímače pro měření a snímání obrazu a zvuku. Příklady pro napodobení lidského vnímání pro „vidění“ robota jsou plošné snímače obrazu (většinou CMOS nebo CCD snímače) nebo termovize (snímač v infračerveném spektru), pro „dotyk“ tlakový snímač (dotyky, nárazy) nebo kapacitní dotykový snímač (dotyková obrazovka ovladače), pro jeho „slyšení“ to budou mikrofony. Dalšími vstupními čidly mohou být optické nebo akustické snímače vzdálenosti pro určování polohy robota a vyhýbání se překážkám. Výstupy robota budou motory s navazující mechanickou částí pro pohyb, reproduktor pro syntézu řeči (mluvení robota) nebo různé světelné zdroje.

Nepřesnost čidla je daná principem převodu fyzikální veličiny, u snímače nepřesností převodu analogového signálu na digitální.

3.2 Rozpoznávání gest

Rozpoznávání gest (gesture recognition) je vědní obor v počítačových a jazykových technologiích s cílem výkladu (interpretace) lidských gest pomocí matematických algoritmů. Gesta pocházejí většinou z pohybů obličeje nebo rukou, v oblasti her bývá zapotřebí i pohyb celého těla.

Gesta jsou běžnou součástí mezilidské komunikace, některá z nich se při komunikaci se strojem používají také, např. gesta naznačující různé pohyby, směr, úchopy, některá se naopak nepoužívají. Pro komunikaci se strojem jsou také gesta vytvořená uměle, pro daný systém.

Rozpoznávání gest umožňuje lidem komunikovat se strojem (HMI, human-machine interaction). Může to být chápáno jako způsob, jak počítače budou rozumět řeči lidského těla, nebo jako lepší rozhraní oproti pouhému grafickému uživatelskému rozhraní (GUI, graphical user interface), známému z počítačů, tabletů a tzv. chytrých telefonů. Kromě pouhého nahrazení jednoduchých vstupních zařízení, jakými jsou klávesnice s myší, také gesta zvyšují možnosti využití počítače.

Gesta se mohou rozdělit na online a offline gesta. Online gesta se dají popsat jako gesta s přímým zásahem, s okamžitým účinkem, je vidět okamžitě co děláme. Těmito gesty se otáčejí objekty, provádí se kalibrace zařízení, atd. Jde vlastně o ovládání v reálném čase, bez prodlení. Prodleva je daná jen časem nutným pro zpracování obrazu a rychlostí daného zařízení. U offline gest se akce provádí až ve druhém kroku, například aktivace menu díky opsání kruhu jakožto gestu, které program chápe jako stisk tlačítka.

3.3 Druhy vstupních zařízení

K ovládání slouží především dva smysly – hmat a zrak.

Pomocí rukou lze počítač i ostatní technická zařízení ovládat díky speciálním haptickým rukavicím, náramku na předloktí snímajícím svalovou aktivitu, ovladači drženému v ruce nebo pouhými gesty před speciální kamerou.

Pro ovládání očima slouží zařízení založená na podobných i principech jako na sledování rukou, jen jsou cílenější a zaměřena více na přesnost.

- Kamery označované jako Depth-aware camera, nebo také ranging camera, RGB-D camera, time-of-flight (ToF) camera, Flash Lidar camera (zjednodušeně např. Kinect)

Kamerový systém řešící vzdálenost na základě známé rychlosti světla a měření doby letu světelného paprsku mezi objektivem a objektem pro každý bod obrazu. Tyto systémy pokrývají vzdálenosti od několika metrů do asi 60 m s rozlišením asi 1 cm. ToF kamery zachycují asi 100 snímků za vteřinu, komerční zařízení mají rozlišení do 320 × 240 px (pixelů, čili obrazových bodů, tedy šířka obrazu je v tomto případě

320 bodů a výška 240 bodů). Protože je výpočet vzdálenosti jednoduchý, stačí používat jen malý výpočetní výkon.

Kinect potřebuje infračervenou (IR) kameru a CMOS senzor. Jen s jednou kamerou pracuje např. PMD (www.pmdtec.com) nebo Mesa (www.mesa-imaging.ch).

Zajímavý článek s videoukázkami v angličtině věnující se tomuto druhu kamer je na adrese <http://www.hizook.com/blog/2010/03/28/low-cost-depth-cameras-aka-ranging-cameras-or-rgb-d-cameras-emerge-2010>. Na odkazu se nachází popis a výčet několika depth-kamer s ukázkami, jak fungují ve skutečnosti – jak se mapuje vnitřní prostor třeba pomocí Kinectu a jeho využití pro záznam vnitřní mapy pro Google Street View.

- Stereo kamery (např. Kinect a další technologie od PrimeSense)

Obecně je to jakékoliv zařízení se dvěma objektivy (nebo dvě zařízení, každé s jedním), díky čemuž je umožněna simulace binokulárního vidění, stejně jako to umí lidské oči.

- Rukavice, či jiné zařízení umístěné na ruce nebo zápěstí (např. Smart Glove)

Získávají informace o pohybech celé ruky, otáčení v zápěstí i pohybech jednotlivých prstů díky zabudovaným gyroskopům, inerciálním sledovacím zařízením, případně i kamerkám.

- Controller-based gestures (např. Wii Remote, PlayStation Move Motion Controller)

Gesta snímaná pomocí nějakého ovladače. Ten v sobě má většinou další pohybové snímače, gyroskopy atd. pro podporu kvality snímání.

- Samostatná kamera (např. EyeToy)

Obecně se dá ke snímání a rozpoznávání pohybu použít jakákoliv (web)kamera, která pohyb rozeznává až díky použitému softwaru. U každé kamery je také podle použitého softwaru možnost používání „umělého“ ovladače (jakýkoliv výrazný předmět), tedy pak půjde opět o controller-based gestures.

3.4 Užití technologií pro rozpoznávání gest

Rozpoznávání gest je užitečný nástroj při zpracovávání informací od lidí, jenž nejsou zprostředkované řečí nebo písmem. V následujících odstavcích jsou popsány různé oblasti, kde všude to může v praxi pomáhat.

- Rozpoznávání znakové řeči

Některý software umí překládat znakovou řeč na text, stejně jako se převádí text z řeči (rozpoznávání hlasu).

Řešením problému se zabývá například projekt MUSSLAP¹⁵ na ZČU – „audio rozpoznávání spojitě mluvené řeči, vizuální rozpoznávání mluvené řeči a spojení či kombinace audio-vizuálních metod (klasifikátorů).“¹

- Ovládání obličejovými gesty

Například pro uživatele, kteří nejsou fyzicky schopni ovládat myš nebo klávesnici. Při používání samotných očí se využívá eye tracking¹⁶ – sledování pozic oka snímek po snímku, oko vzhledem k hlavě, atd. Řeší se to podobně jako u znakové řeči.

- Alternativní počítačové rozhraní

Prostá náhrada nedostačujících vstupních zařízení (ovladače, tlačítka), může nabídnout lepší zážitek a větší interaktivitu při hraní her apod. Příkladem může být funkce v televizi od Samsungu¹⁷, Smart Interaction – ovládání hlasem a pohybem, nebo různé funkce v telefonu Samsung Galaxy S4¹⁸ – při sledování videa jej dokáže zastavit když se obličej odvrátí od displeje, podle pohybu očí lze listovat stránkami nahoru a dolů atd.

15 <http://musslap.zcu.cz/cs/rozpoznavani-znakove-rci/>

16 http://en.wikipedia.org/wiki/Eye_tracking, <http://www.tobii.com/en/gaze-interaction/global/eye-tracking/>

17 <http://avmania.e15.cz/samsung-ovladani-televizoru-hlasem-a-gesty---prvni-zkusenosti>

18 <http://smartworld.cz/smartphony/samsung-galaxy-s-4-rozpozna-vas-podle-hlasu-i-tvare-3789>

- Zabezpečení systémů

Systémy založené na gestech mohou zabezpečovat různé systémy, například pomocí obličeje, programy dokáží rozpoznávat uživatele, který se chce přihlásit a podle mu umožnit vstup, případně zobrazit jeho data.

Rozpoznáváním obličejů spojeným s odhadováním věku a určováním pohlaví se zabývá například program EyeFace SDK¹⁹.

- Herní technologie

Gesta a jejich rozpoznávání lze využít ke zdokonalení herního zážitku na počítači nebo u videoher.

- Sociálně podpůrní roboti

Pacienti mohou nosit na těle vhodné snímače (např. akcelerometry nebo gyroskopy), s jejichž daty pracují roboti a tím pomáhají v rehabilitaci. Jedním příkladem je pomáhání při léčbě mrtvice.

- Robotika

Mobilní roboti dokážou díky ToF systémům sestavit scénu okolí velmi rychle, což jim umožňuje třeba vyhýbat se překážkám, Google Street View využívá ToF k budování 3D map.

- Virtuální ovladače

U systémů, kde by použití fyzického ovladače zabíralo moc času nebo bylo nepohodlné, např. ovládání sekundárních zařízení v autě nebo u televizoru.

3.5 Technologické principy zařízení pro počítačové vidění a doprovodné snímání zvuku

V této kapitole jsou popsány základní technologické a fyzikální principy a technologie, které využívají technická zařízení a které je nutné znát k teoretickému pochopení problematiky používání a fungování těchto zařízení.

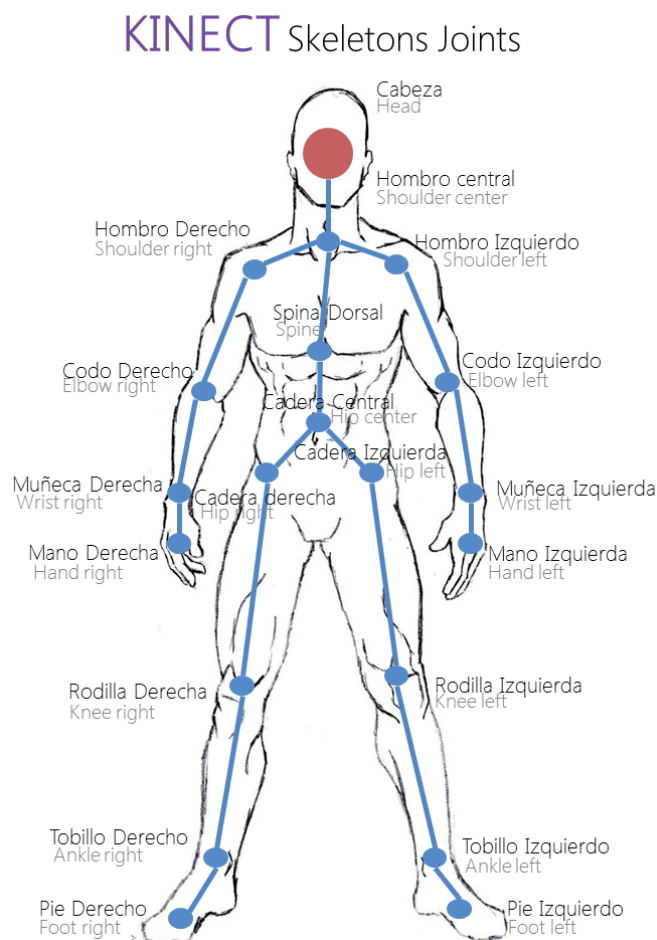
¹⁹ <http://www.eyedeia.cz/cs/eyeface-sdk/>

3.5.1 Rozložení těla na klouby

Aby mohlo nějaké zařízení (např. Kinect) vnímat pohyby a gesta, je nutné programově rozložit tělo na jednotlivé části, jelikož „nevidí“ spojitě jako lidé a nemá takový výpočetní prostor.

Princip sledování pohybů spočívá v extrahování informací o poloze kostry uživatele a jednotlivých částí (kloubů). U všech částí se potom sledují změny polohy, především podle úhlů, které k sobě svírají přes klouby.

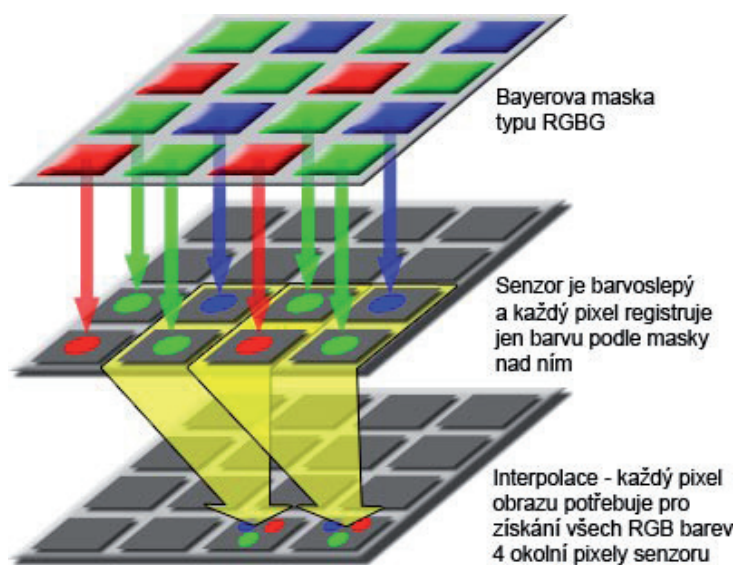
Klouby (joints) jsou umístěny v místech velkých kloubů lidského těla a na významných spojnicích tak, aby bylo možné detekovat velký rozsah pohybů s co nejmenším počtem kloubů, tedy s co nejmenšími systémovými nároky.



Obr. 2: Klouby v lidském těle, jak je vidí a používá Kinect

3.5.2 Senzory CCD a CMOS

Oba senzory, CCD (Charge-Coupled-Device), v překladu znamená zařízení s vázanými náboji a CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor), v překladu doplňující se kov-oxid-polovodič, mají společný účel, převádějí světlo na emisi elektronů, které se ze senzoru následně odvádějí jako elektrický proud. Tisíce až miliony buněk citlivých na světlo (pixely), které jsou uspořádány ve 2D plošné matici, převádějí určitým způsobem energii dopadajícího světla do elektronu. Každá technologie senzorů pak tuto informaci převádí rozdílným postupem, z čehož vyplývají jejich výhody a nevýhody. Po získání světelné informace se čte hodnota nahromaděného náboje pro každou buňku zvlášť. U CCD je náboj (shluky elektronů) přenášen zvyšováním a snižováním napětí přes sousední pixely po řádcích směrem k výstupnímu zesilovači na kraji. Analogově-digitální (A/D) převodník potom převede všechny hodnoty pro každý pixel do digitální podoby, tedy do čísel. V případě CMOS jsou tranzistory přímo na čipu u každé světlocitlivé buňky, které čtou a zesilují náboj pro každou buňku jednotlivě. Nad senzorem je umístěn barevný filtr, tzv. Bayerova maska, obvykle s barvami červená (red) – zelená (green) – modrá (blue), který propouští světlo jen určité vlnové délky a přidá jinak černobílému senzoru schopnost vidět barvy. U CCD je Bayerova maska po čtveřicích RGBG (dvě zelené barvy proto, že lidské oko je nejcitlivější na žlutozelenou barvu, tudíž je tato informace nejdůležitější), u CMOS RGB.



Obr. 3: Bayerova maska

CCD snímače jsou vývojově starší než CMOS a jsou vyráběny pomocí technologie vyvinuté speciálně pro kamerový průmysl. Oproti tomu CMOS snímače jsou založeny na technologii, která se využívá standardně při výrobě integrovaných obvodů a paměťových čipů, například mikroprocesorů a elektronických pamětí typu SRAM. Dnešní nejkvalitnější kamery používají většinou CCD, i když nejnovější modely CMOS značně snižují jeho náskok v kvalitě.

CCD snímače mají lepší světelnou citlivost, tedy vyšší kvalitu obrazu při špatném osvětlení (šero, tma). Jsou ale mnohonásobně dražší a je složitější je do kamer zabudovat.

CMOS snímače mívají nižší obrazovou kvalitu, nižší citlivost, nižší rozlišovací schopnost a větší sklon k šumu. Na druhou stranu fotoaparáty a kamery s CMOS snímačem jsou mnohem levnější a mají vyšší životnost baterie.

3.5.3 *Citlivost senzorů*

Snímače snímají světlo, které je dáno intenzitou. Intenzita osvětlení se udává v luxech – jeden lux je osvětlení způsobené světelným tokem 1 lumen dopadajícím na plochu 1 m². Typická nepřímá denní intenzita osvětlení je 100–10 000 lx, přímé sluneční záření v letní slunečný den má intenzitu až 100 000 lx, naopak interiérové osvětlení v domácnosti se obvykle pohybuje kolem 100–500 lx, osvětlení veřejných prostor a prostor, kde mohou být snímány a rozpoznávány pohyby člověka, může být i jen několik jednotek až desítek luxů.

Osvětlení za úplňku se udává cca 0,2 luxu, zatažená zimní obloha dává osvětlení 3 000 luxů, ale 100 W žárovka ve vzdálenosti 2 m dává intenzitu osvětlení jen 35 luxů.

Požadavky na osvětlení prostorů jsou dány normativně (např. ČSN EN 12464-1:2004 (36 0450) Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostor, ČSN EN 12665 (36 0001) Světlo a osvětlení – Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení, Vládní nařízení č. 178/2001 Sb. v § 3, ČSN 36 0450 Umělé osvětlování vnitřních prostorů a další), ze kterých jsou zají-

mavé údaje týkající se např. školních prostor nebo některých typických činností, viz Tab. 1.

Prostor	Udržovaná osvětlenost [lx]
práce na PC	300
tabule ve školách	500
demonstrační stůl v přednáškových sálech	750
herny v mateřských školách	300
krytá nástupiště a chodby pro cestující	50

Tab. 1: Požadavky na udržovanou osvětlenost (minimální hodnotu osvětlení) vybraných prostorů, úkolů nebo činností pro účely hygieny práce

Další požadavek dle normy zohledňuje délku pobytu osoby v nějakém prostoru – pro občasný pobyt je minimum 20 luxů, pro krátkodobý pobyt 100 lx, pro trvalý pobyt v prostoru s denním světlem 200 lx a bez něj 300 lx.

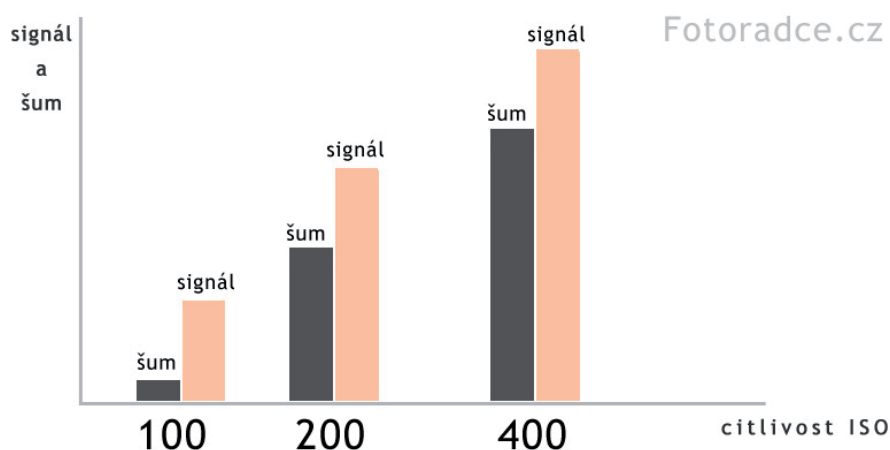
Z uvedených hodnot vyplývá, že snímače musí být schopny snímat v rozsahu desetin luxu až stovky tisíc luxů.

Senzory zachycují světlo, které mění na elektrický náboj, který vzniká v každé buňce. Čím je větší intenzita světla, tím větší náboj v buňkách vzniká. Citlivost snímače souvisí se světlem a časem expozice, s vyšší citlivostí stačí méně světla a kratší čas snímání. Každá buňka má určitý limit, spodní i horní hranici. Na té spodní vzniká takzvaný šum, který je ale snímačem vyhodnocován také jako světlo, a tím ruší výsledný obraz. Senzory, resp. elektronika nedokáže rozeznat, jestli vzniklý náboj je vytvořen dopadajícím světlem, nebo právě šumem. Šum se na snímcích projevuje různobarevným zrněním.

Citlivost snímačů je udávána v jednotkách, nejznámější je norma ISO, popřípadě DIN. Jakási základní citlivost je 100 ISO, u běžných fotoaparátů lze zvyšovat na ISO 3 200, dražší třeba až na ISO 204 800, resp. lze snížit na ISO 50. Při dvojnásobné základní citlivosti (tedy ISO 200) stačí polovina dopadajícího světla, než při ISO 100. Analogicky se takto dá spočítat každý poměr ISO a potřebného světla.

Hladina šumu je téměř neměnná, mění se pouze citlivost snímače, respektive zesílení signálu. Se zvyšující se citlivostí je šum vidět více, jelikož je nedílnou součástí

zesílovaného signálu. Elektronika podle navolené citlivosti vezme přijatý signál (nasnímané světlo i šum) a ten zesílí.



Obr. 4: Jak se chová signál a šum při různém nastavení ISO: odstup signálu od šumu je stále stejný, mění se pouze poměr signál : šum (při ISO 100 je to zhruba 5 : 1, při ISO 400 už 10 : 8)

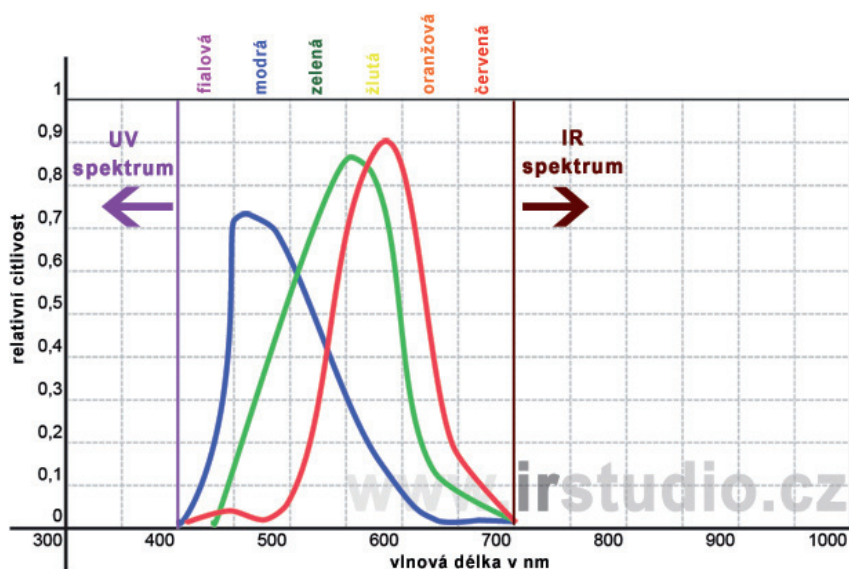
Šum vzniká na snímači samotném a z jeho okolí, jelikož fotodiody nepřijímají pouze viditelnou část záření, ale snímají i tepelné záření, elektromagnetický smog, nebo vysílání TV. Obrazový šum se projevuje tím více, čím je snímací čip fyzicky menší nebo má vyšší rozlišovací schopnost.

Odstranit šum nelze nikdy stoprocentně, existují ale metody pro jeho redukci a doporučení pro předcházení jeho vzniku. Základními předpoklady pro snímky bez šumu jsou dobře osvětlená scéna, velký čip s nepříliš velkým rozlišením a používání co nejmenší citlivosti. Při snímání lze tzv. tepelný šum redukovat aktivním chlazením snímacího čipu – toho se využívá například v astrofotografii, jelikož se snímá tmavá scéna s dlouhými časy závěrky. Už nasnímaný šum se dá odstranit softwarově, existují i specializované programy pouze na odstraňování šumu. Některé fotoaparáty dokážou šum redukovat už při pořizování snímku. Během expozice hlavního snímku pořídí fotoaparát ještě jeden snímek se zavřenou závěrkou, tedy černý, poté elektronicky porovná tyto dva snímky a šum z pořizovaného snímku „odečte“.

3.5.4 Infračervené kamery

Infračervené kamery snímají obraz v neviditelné části spektra. Infračervené záření (IR, z anglického infrared), je elektromagnetické záření s vlnovou délkou delší než má viditelné světlo (cca 700 nm), ale kratší než mikrovlnné záření (cca 1 mm).

Světlo je elektromagnetické záření, které můžeme vnímat očima. Vidíme ale jen velmi malou jeho část, konkrétně je viditelné spektrum od fialové barvy k červené, tj. přibližně od 400 nm do 700 nm. Infračervené záření vnímáme pouze jako teplo.



Obr. 5: Infračervené záření ve vztahu k viditelné části spektra

V každém běžném fotoaparátu nebo kameře je před snímacím senzorem filtr (ten se nazývá IR cut-off), který blokuje infračervené záření, aby výsledné fotky, resp. záznam, vypadaly stejně, jako je člověk vnímá pouhým okem.

Snímaná scéna je ozařována IR zářením, ve dne je jeho zdrojem například Slunce. Předměty toto záření v různé míře odrážejí, čímž získáváme výsledný obraz v šedé škále. Odstíny šedé korespondují s odrazivostí předmětů. Výsledný obraz bude vždy jen černobílý, pokud není k infračervenému spektru snímána ještě barevná část.

Pro natáčení ve tmě nestačí pouze speciálně upravená kamera, která bude schopna snímat IR záření. Natáčená scéna musí být aktivně osvětlena infračervenými LED.

3.5.5 3D obraz

3D znamená třídímní, neboli trojrozměrný. Zobrazuje prostor, který je popsán třemi rozměry, předměty v tomto prostoru mají objem. Možností jak snímat a promítat 3D obraz je více, žádná ovšem neznámá opravdové 3D, tak jak ho vidíme a vnímáme vlastníma očima bez techniky. Metody pro 3D snímání lze dělit v podstatě na dvě základní skupiny – aktivní a pasivní.

U aktivní metody je základním znakem přidání dodatečné informace do snímané scény pomocí laseru, infračerveným zářičem nebo pomocí projektoru. Tyto metody lze považovat za optické metody měření vzdálenosti, měření je prováděno světelným paprskem o různé vlnové délce, buď pomocí triangulace, nebo promítáním nějaké optické struktury (viz Obr. 6) na měřené předměty a následném vyhodnocení deformace těchto struktur.



Obr. 6: Optická struktura, kterou vysílá zařízení (zde Kinect), přesněji jeho hloubkový infračervený senzor, ke zjištění hloubky jednotlivých bodů v obrazu. Snímek je získáný přes infračervený filtr na objektivu.

Pasivní metody jsou založeny na získávání dvou snímků s různou pozicí kamer.

Princip snímání ve 3D fotografii nebo u 3D filmu je velmi podobný lidskému vnímání prostoru. Oči jsou od sebe vzdáleny přibližně 65 mm. Každé oko vidí trochu jiný, posunutý obraz, ze kterých mozek skládá prostorový vjem.

Jednou z metod zobrazení 3D obrazu je stereoskopie. Je to technologie, která umožňuje zobrazit prostor, který je vyvolaný pouze dvourozměrnou předlohou. Využívá dvou různých obrazů pro každé oko, které mozek vyhodnotí a spojí v jeden, vypadající trojrozměrně. Oba snímané obrazy proto musí být snímány dvojicí zařízení, které snímají synchronně. Navíc musí simulovat rozteč lidských očí. Pasivní a nejjednodušší metodou zobrazení stereoskopie je anaglyf, známý už od roku 1853. Ten vznikne složením dvou obrázků převedených do azurově-bílé a červeno-bílé škály. K pozorování jsou používány brýle se dvěma barevnými filtry, nejběžněji červený pro jedno oko a azurový pro druhé. Každým okem je potom vidět jen obraz z doplňkových barev k příslušnému filtru. Kvůli vysokému namáhání mozku korekcí barev použitých pro 3D efekt je pro většinu lidí sledování anaglyfu nepříjemné. Žádný anaglyf se však kvalitou nevyrovnává kvalitnějším systémům stereoskopie.

Další postup, jak docílit stereoskopie, je polarizace, respektive použití polarizovaných skel u brýlí a použití příslušných polarizačních filtrů na dvou projektorech. Pro každé oko je filtr jinak pootočen a vidí tedy jen obraz pro něj určený. Tohoto principu se využívá třeba v kinech IMAX nebo u některých 3D monitorů a 3D televizí.

Další možností, jak docílit 3D vjemu je aktivní stereoskopie. K té jsou potřeba už specializovanější aktivní brýle (takzvané shutter glasses) s elektronikou a baterií a pouze jeden 3D projektor (nebo monitor, televize). Brýle mají skla z tekutých krystalů a jsou dálkově řízeny signálem z projektoru. LCD panel v brýlích střídavě zneprůhledňuje ocnice tak, že je vždy v jednu dobu promítán obraz pouze pro jedno oko. Datový tok z projektoru tedy musí být dvojnásobný, jelikož nese střídavé obrazy pro levé a pravé oko.

Mezi výhody aktivní 3D technologie patří především velmi kvalitní 3D zobrazení, v případě projekce nutnost pouze jednoho projektoru a možnost použití libovolné projekční plochy. Nevýhodou jsou naopak brýle, které jsou dražší a je potřeba nabíjení baterie.

Bez nutnosti použití brýlí fungují autostereoskopické 3D monitory. Bez brýlí fungují ovšem za cenu horšího podání 3D obrazu a až na výjimky pouze s jedním pozorovacím úhlem. Před displejem mají umístěnou speciální masku s optickými hranoly, které vychylují světlo do různých směrů. Obrazy pro obě oči jsou tedy viditelné jen z určitého směru.

3.5.6 Snímková frekvence

Snímková frekvence, udávaná v jednotkách fps (snímků za sekundu, z anglického frames per second) nebo v hertziích (Hz), je rychlost, s jakou zobrazovací zařízení zobrazuje (nebo záznamové zařízení zachycuje) jednotlivé snímky za sebou za dobu jedné sekundy. Tento termín se používá v různých technických oblastech zabývajících se pohyblivým obrazem a multimédií, především v počítačové grafice, televizním vysílání nebo u filmu.

Důležitá je minimální hodnota, při které už vnímáme pohyb jako plynulý. Ta je u člověka kolem 25–30 snímků za sekundu. Pro srovnání, v živočišné říši se tato hodnota pohybuje mezi 8 a 200 fps.

3.5.7 Citlivost a šum u zvuku

Kmitající vzduch dokáže rozechvívát předměty v jeho okolí. Pro nás bude nejčastějším snímačem a senzorem ucho a v technice mikrofon. V obou případech je rozechvívána membrána, která přijatý signál posílá nějakým způsobem dál. Mikrofon mění akustický tlak (zvukový signál) dopadající na membránu na elektrický signál, podle typu mikrofonu různým způsobem.

Lidské ucho dokáže slyšet frekvence v rozsahu kmitočtů přibližně 16 Hz – 20 kHz. Tento rozsah je ale individuální, u většiny lidí menší a hlavně se postupně s věkem zmenšuje, především jeho horní hranice (tedy ve stáří už neslyšíme tak vysoké frekvence nebo tóny). Pod tímto rozsahem (frekvence nižší než 16 Hz) mluvíme o infra-zvuku, nad ním jde o ultrazvuk. Lidská řeč je přenášena v rozsahu frekvencí přibližně od 0,5 do 4 kHz, proto je ucho nejcitlivější právě v této oblasti.

Dalším parametrem souvisejícím se snímáním zvuku (hlasu) je jeho intenzita (hlasitost), udávaná jako akustický tlak. Jednotkou je decibel (dB), je to jednotka logaritmická – znamená to, že je přepočítaná z fyzické úrovně intenzity zvuku s použitím logaritmu. Decibel se používá v akustice zcela běžně.

Reisz v roce 1928 přišel na to, že od určité intenzity je rozlišovací schopnost lidského ucha přibližně konstantní přes široké spektrum frekvencí a jde o rozlišení v rozmezí 0,5–1 dB.

Zdroj zvuku	Akustický tlak [dB] (= „hlasitost“)
práh slyšitelnosti	0
šum ve studiu	20
šepot	30
šum v místnosti	40
tichá konverzace	50
kytara z 40 cm	60
hlasitá konverzace	70
vysavač	80
křičící člověk	90
automobil na dálnici	110
klavír	120
extrémně hlasitý výkřik	130 (práh bolesti, hluk působící bolest)
vzlet tryskáče	190

Tab. 2: Příklady hladin akustického tlaku

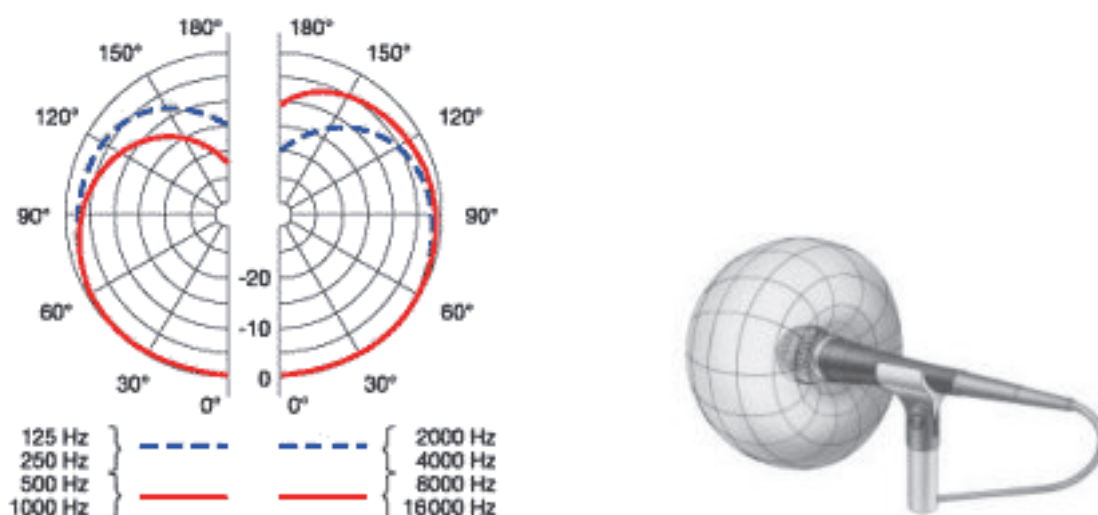
Lidské ucho přes své jedinečné vlastnosti není schopné rozeznat směr zvuku na některých frekvencích – hlavně na velmi nízkých a velmi vysokých kmitočtech. To se využívá např. v domácích reproduktorových soustavách pro stereofonní reprodukci, reproduktor pro přenos nízkých kmitočtů je jen jeden a může být umístěn v místnosti prakticky kdekoliv, naopak reproduktory pro přenos středních a vyšších kmitočtů by měly být před posluchačem a vzdálené od sebe přibližně stejně jako od posluchače. Obdobný princip se používá i pro snímání stereo zvuku.

Elektrický šum mikrofону označuje úroveň signálu, kterou snímá v dokonale zatlučené místnosti, tedy šum, který sám o sobě indukuje vinou konstrukce a elektrických součástí. Jedná se o podobný princip jako u citlivosti senzorů, viz výše. S tímto souvisí ještě pojem odstup signálu od šumu, což je rozdíl zpracovaného akustického

tlaku a elektrického šumu. Čím tišší zvuky budeme snímat, tím více se odstup bude snižovat, tedy šum se bude více projevovat. Proto na tišší zvuky potřebujeme velmi citlivý mikrofon.

3.5.8 Směrová charakteristika mikrofonu

Mikrofony reagují na různé frekvence z různých směrů s rozdílnou citlivostí. Citlivost mikrofonu udává napětí, které je mikrofon schopný předat při stanoveném akustickém tlaku, tedy intenzitě zvuku; vyšší citlivost bývá pro snímání běžně hlasitého hlasu výhodnější, ale je řada dalších souvislostí a podmínek. Citlivost mikrofonu se zaznamenává do kruhového diagramu, který výrobce většinou dává k dispozici a ze kterého se dají vyčíst různé směrové charakteristiky často pro různé frekvence. Mikrofony jsou záměrně navrhovány s různými charakteristikami, pro různé účely se tak dá vybrat správný typ mikrofonu. Směrová charakteristika je dána mechanickou konstrukcí vložky a pouzdra mikrofonu a určuje, jak moc bude mikrofon přijímat signál z různých směrů, dokonce i jak se budou chovat různé frekvence v každém směru. Některé typy mikrofonů, převážně studiové, mají směrovou charakteristiku přepínatelnou mezi několika typy, což zvyšuje jejich využitelnost.



Obr. 7: Kruhový diagram mikrofonu s kardioidní charakteristikou ze kterého lze vyčíst, že snímá s největší citlivostí zvuk přicházející zepředu v ose mikrofonu a zvuk přicházející mimo osu mikrofonu je více či méně potlačen (podle snímané frekvence). Toho se využívá pro vysokou odolnost vůči zpětné vazbě (tzv. feedback)

Základní směrové charakteristiky jsou kulová (všesměrová, omni-directional), kardioidní (ledvinová, cardioid), superkardioidní (superledvinová, super-cardioid), nebo osmičková (bi-directional), přičemž názvy přibližně odpovídají směrům, ze kterých mikrofony zvuk snímají nejvíce. Mikrofony s různými charakteristikami mají různé využití a každý se používá na jiné účely.

3.6 Možné problémy při použití technologií

U technologií založených na rozpoznávání pohybu přes obraz (image-based gesture recognition) jsou největší omezení v použitém vybavení – nízké kvalitě kamery, jejím malém rozlišení a nízké snímkové frekvenci, a ve velikém obrazovém šumu. Velký problém je také u osvětlení snímané scény, to lze ale částečně řešit infračervenou kamerou. Dále vadí rušivé pozadí, které je za snímanou rukou nebo hlavou, ať už je to výrazný vzor na stěně, nebo pohybující se stromy třeba za oknem. Špatná je i velká vzdálenost od kamery, špatný úhel snímání, ... Například i algoritmus kalibrovaný na jednu kameru nemusí fungovat na jiné.

U technologie ToF (time-of-flight kamery) je problémem nedostatek světla ve scéně, protože osvětlovací jednotky poskytují jen asi padesátinu úrovně osvětlení oproti světlu ze slunce. Při snímání vnitřních prostor většinou není dost možné využívat venkovního světla, takže se musí spoléhat právě jen na umělé osvětlování. Dále může být problematické spuštění dvou a více time-of-flight kamer, protože se ruší navzájem. Řešením je multiplexování časové (pouze jedna jednotka je současně spuštěna) nebo frekvenční (světlo o různé frekvenci modulace, jiný systém jinou frekvenci vnímá jen jako osvětlení pozadí).

Problém u rozpoznávání řeči přichází při snímání hlasové složky komunikace v hlučném prostředí při snímání samotného zvuku (akustická část řeči). Kvůli tomuto problému se může přidat ke snímání pro podporu úspěšnosti akustického rozpoznávání ještě vizuální část, tj. snímají se i pohyby rtů. Toto spojení se nazývá audiovizuální rozpoznávání řeči. Vizuální složku řeči, tedy odezírání ze rtů, používají sluchově postižení lidé s úspěšností odezírání 60–80 %. Odezírání používají ale i lidé s normálním sluchem, hlavně v případě zatížení akustické složky řeči okolním šumem.

Technická zařízení mají limity také při vnímání velikosti (rozsahů) pohybů. Jedno zařízení může vnímat jemná gesta, pohyby článků prstů, mimiku nebo pohyby očí, jiné bude naopak vhodné ke sledování pohybů celých paží nebo těla jako celku, tedy často rozlišení na úrovni jemné a hrubé motoriky.

Velké limity jsou způsobeny použitým softwarem a jeho používanou verzí. Díky zpřístupňování zdrojových kódů veřejnosti, tedy když se software stane open-source (technická a legální dostupnost kódu, zdrojový kód je otevřený pro veřejnost), se vývoj velmi urychluje a zařízení se mohou stávat dostupnějšími pro ty, kteří je mají používat. Více programátorů má potom možnost vyvíjet nové aplikace, nové spojování technologií, a více lidí má samozřejmě více nápadů.

4 Aplikace a využití ICT v oblasti speciální pedagogiky se zaměřením na specifika znevýhodnění

Z hlediska alternativní komunikace, což je pojem prakticky se prolínající celou bakalářskou prací, jsou uvedeny potřeby znevýhodněných osob s vazbou na technické a programové prostředky z oblasti ICT, využitelné pro zlepšení nebo umožnění komunikace osob s okolím. Příčiny vzniku znevýhodnění nejsou pro popis rozhodující a nejsou uváděny. Existujících zařízení a programů je na trhu velké množství a popis i jen pro jeden druh znevýhodnění může zabrat i desítky stránek textu, v kapitole je uveden stručný přehled možností se zaměřením na komunikaci s využitím zejména gest a dotyků s případným doprovodem zvukem (hlasem). Zdravotní postižení je určitá odchylka ve zdravotním stavu člověka, která ho omezuje v určité činnosti – pohybu, uplatnění ve společnosti, osobním životě. Postižení také lze definovat jako dlouhodobou změnu zdravotního stavu, která je nevratná. V dnešní době se pojem *postižený člověk* stále více nahrazuje jinými termíny, například znevýhodněný člověk, nebo jedinec se speciálními potřebami²⁰.

V současnosti se uvádí více výzkumů, které se zaměřují na komunikaci a gesta a snaží se využít technická zařízení pro analýzu. Příkladem může být např.²¹ a další různé. Pro výzkumy je typická mezioborová spolupráce, kromě odborníků specializací ICT bývají v týmech pediatři, pedagogové, psychologové, neurologové, speciální pedagogové.

Z pohledu komunikace jde v praxi obvykle o nějakou technologickou náhradu postiženého smyslu nebo orgánu. Dělení druhů postižení, resp. znevýhodnění, které je dále uvedeno (např. Slowík, 2007 a další zdroje), není pro použití technologií zásadní, protože např. z pohledu ovládání zařízení gesty může být zpravidla jedno, zda to samé gesto vydává nevidomý, neslyšící nebo autista.

20 http://www.wikiskripta.eu/index.php/Vzdělávání_postižených_dětí

21 *Gestures may point to future problems.* Alberta Health Services. <http://www.albertahealthservices.ca/6656.asp>

V současnosti obvykle přijímané dělení druhů zdravotních postižení uvádí následující (v duchu definice světové zdravotnické organizace, např. ²², ²³, dále např. Bartoňová, Vítková in Pipeková, 2006):

- poruchy (vady, choroby – na úrovni struktury nebo funkce orgánu) – jakékoli ztráty nebo abnormality psychické, fyziologické nebo anatomické struktury či funkce, jsou to poruchy např. mentální (intelektu), psychiky, řeči, sluchu, zraku,
- postižení (disability) – jakékoli omezení nebo nedostatek schopnosti (jako důsledek poruchy) jednat či vykonat činnost způsobem nebo v rozsahu považovaném pro člověka za normální, např. postižení chování, komunikace, sebeobsluhy, tělesné dispozice,
- handicap – znevýhodnění určitého jedince, vyplývající z jeho poruchy či postižení, které pak omezuje nebo zabraňuje splnění určité normální role, která se od tohoto jedince očekává (v souvislosti s věkem, pohlavím, sociálními a kulturními hledisky), handicap mohou být orientační, fyzické nezávislosti, pohybu v okolí, nebo ekonomické nezávislosti.

Znevýhodnění můžeme dále rozdělit na dvě velké skupiny – tělesné (fyzické) a mentální (duševní), případně kombinované.

Pro účely této práce mohou být znevýhodnění rozdělena do skupin podle toho, jaké pomůcky mohou uživatelům pomáhat – z pohledu užití technologií jde o důležité dělení, protože tvoří můstek k jednotlivým druhům znevýhodnění podle dělení ve speciální pedagogice:

- motoricky handicapovaní, lidé s nemožností nebo s omezenou schopností používání horních končetin – těžší stadium svalové dystrofie, amputovaná končetina – takto postižení většinou nejsou schopni jako vstupní zařízení používat myš nebo i další polohovací zařízení, mívají problémy i s klasickou klávesnicí

Osoby zařazené do této skupiny mohou využívat zařízení založené na snímání pohybu očí (eye tracking) nebo hlavy, ovládání hlasem (voice recognition), případně speciální myš ovládanou nohama nebo upravené klávesnice ovládané např. tyčinkou v ústech či připevněnou k hlavě.

22 http://www.inovacejsouin.chrudim.cz/download.php?download_file=SocPeceSet3/0020.pptx

23 http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kat_tv/externi/kat_tv_3646/prehled_jednotlivych_postizeni.ppt

- těžce zrakově postižení uživatelé, nevidomí, sluchové handicapy – někteří nejsou vůbec schopni vnímat zobrazovaný obsah, jiní se zbytky zraku potřebují alespoň upravený vizuální obsah, tedy např. zvětšený. Na to existují softwarové lupy, vylepšené oproti pouhému zvětšování obsahu např. webových stránek jak to umí operační systém.

Těmto uživatelům mohou sloužit kromě klasického vstupního zařízení jako je klávesnice zařízení založená na snímání gest rukou, případně pohybů celého těla.

Protože ale nevidí, kde mají na obrazovce kurzor, kam mají kliknout apod., je pro ně velmi důležitý výstup zařízení. Ten může být buď hmatový – Braillovský řádek (zařízení umožňující zobrazení jakkoliv získaného elektronického textu pomocí Braillova písma), nebo hlasový, tedy odečítač obrazovky spolu s hlasovým syntezátorem.

- autisté, děti s poruchami učení nebo soustředění (kognitivní handicap)

Vhodné ke komunikaci budou určitě technické pomůcky založené na komunikaci gesty, různí roboti nebo i zařízení rozšířené reality. Zařízení s gesty mohou působit zábavně, hyperaktivní dítě se při používání zabaví, musí používat ruce, případně se hýbat celým tělem. Podobně mohou fungovat i roboti.

Příkladem komplexnějšího a již vyvinutého zařízení je systém I4Control – zařízení s českým původem, které umožňuje motoricky handicapovaným lidem pomocí pohybů očí a případně hlavy jednoduchým způsobem ovládat počítač či jiná technická zařízení²⁴. Zařízení může pomáhat i lidem s poškozením pohybového aparátu, jako např. lidem s mozkovou obrnou, svalovou dystrofií, autismem, nebo roztroušenou sklerózou. Z pohledu komunikace systém plně nahrazuje počítačovou myš a zajišťuje i funkce klávesnice.

Zařízení na rozpoznávání řeči zatím nijak zvlášť neregistrují emoce, jsou schopna rozpoznávat jen prostá slova. Přesto existují již systémy (zpravidla spíše v oblasti bezpečnosti osob, vojenství a kriminalistice), které se snaží zjistit např. souvislost řeči (nesouvislost nebo naopak přehnaná souvislost může indikovat lhaní), míru emočního náboje v mluvené řeči jako celek apod.

24 <http://www.i4control.cz/>

5 Způsoby řešení vnímání člověka počítačovými technologiemi s důrazem na alternativní komunikaci

Následuje technologicky a funkčně uvedený přehled zařízení vyvinutých v posledních letech, ale i těch, které by na trh teprve měly přijít, ale u kterých už známe jejich principy nebo i specifikace. Všechna zařízení snímají nebo zpracovávají různými technologiemi gesta, případně i hlas. Některá zařízení k nim slouží jako ovladače. Je uveden i software pro zpracování obrazu. V přehledu jsou taková zařízení, která v moderní historii znamenala velký pokrok, a zařízení, jež mohou mít velký potenciál pro použití při AAK a ve speciální pedagogice.

Aktuálnost informací se mění doslova každým dnem, informace platné k druhé polovině akademického roku 2013/2014 (vztaženo především k těm zařízením, které teprve vycházejí na trh nebo jsou aktuální novinkou).

5.1 EyeToy (říjen 2003, Sony)

Doplňek k PlayStation 2, je to pouze barevná kamera podobná webkameře (s neoficiálními drivery tak jde i použít). Hraní na PlayStationu umožňuje pomocí detekce pohybu, detekce barev a také zvukově díky vestavěnému mikrofonu.

Její rozlišení je 320 × 240 px, rozhraní USB 1.1. Aktuální cena se pohybuje kolem 200 Kč.



Obr. 8: EyeToy

5.2 Nintendo Wii – Wii Remote (listopad 2006, Nintendo)

Wii Remote, též známý jako Wiimote, je ovladač se schopností snímání pohybu k herní konzoli Nintendo Wii. Používá kombinaci vestavěného akcelerometru a infračervené detekce pohybu k měření pozice v 3D prostoru. Další ovladač k Nintedu Wii je Nunchuk, který obsahuje akcelerometr a má dvě klasická ovládací tlačítka. Oba se připojují pomocí bluetooth.



Obr. 9: Vlevo Nintendo Wii a Wii Remote, vpravo Nunchuk a Wii Remote

5.3 PlayStation Eye (říjen 2007, Sony)

PlayStation Eye je digitální zařízení pouze pro herní konzoli PlayStation 3, podobné webkameře. Navíc ale umí rozpoznávat pohyb a gesta. Je schopno zachytit video 640×480 px při 60 fps a 320×240 px při 120 fps, což je čtyřnásobné rozlišení a dvojnásobný frame-rate oproti EyeToy, vydanému o 4 roky dříve. Díky většímu senzoru má také dvakrát vyšší citlivost, což umožňuje používání v horších světelných podmínkách. Kamera má dvě nastavitelné ohniskové vzdálenosti, které se ručně nastaví otočením objektivu, v jedné poloze je zorné pole 56° , ve druhé 75° .

Připojení probíhá přes USB 2.0. Cena za samotnou kameru je cca od 300 Kč.

V roce 2013 byl PlayStation Eye nahrazen novější kamerou PlayStation Camera pro PlayStation 4.

5.3.1 PlayStation Camera (listopad 2013, Sony)

PlayStation Camera je zařízení určené ke snímání pohybu a gest. Má dva objektivy s citlivostí $f/2.0$, ostřicí vzdáleností od 30 cm do nekonečna a 85° zorným polem. Oproti předešlé verzi od Sony (PlayStationEye) má dvojnásobný frame-rate a dvojnásobné rozlišení, 1280×800 px při 60 fps, 640×480 px při 120 fps nebo 320×192 px při 240 fps. Dále má vestavěné 4 mikrofony, dobře rozpozná tedy i hlasové příkazy. Umí rozpoznat obličej, společně s hrami umožňuje něco jako rozšířenou realitu. Je velkou, ikdyž ne tak propracovanou konkurencí ke Kinectu (viz dále), například kvůli chybějícímu IR přisvětlení a tím zhoršenou komunikací v šeru. Jeho cena je kolem 1200 Kč.



Obr. 10: PlayStation Camera

5.3.2 PlayStation Move (červen 2009, Sony)

Jde o řídicí systém pro PlayStation 3, který sestává z ovladače a kamery. Přes PlayStation Eye sleduje osvětlenou kouli na ovladači (PlayStation Move Motion Controller). Koule je osvětlena pomocí RGB LED, které na základě snímání kamerou dynamicky mění barvu podle prostředí, ve kterém je Move používán. Při různých barvách koule umí PlayStation Eye sledovat až 4 ovladače najednou.

Uvnitř ovladače s koulí je pár inerciálních senzorů, tříosý lineární akcelerometr a tříosý snímač pro úhlovou rychlost pro snímání rotace. Tyto jsou tam kvůli přípa-

dům, kdy kamera nevidí na ovladač, když je například za uživatelskými zády. Dále obsahuje magnetometr pro kalibraci uživatelské orientace vůči zemskému magnetickému poli a teplotní senzor.

Cena za samotný ovladač je zhruba od 500 korun.



Obr. 11: PlayStation Move Motion Controller, PlayStation Eye

5.4 Kinect (listopad 2010, Microsoft)

Kinect je technické zařízení přizpůsobené ke snímání a rozpoznávání pohybu a gest, určené primárně pro herní průmysl, dá se ale díky vyvíjenému softwaru využívat i pro běžnou práci na počítači a při různých činnostech spojených s technickými zařízeními. Při hraní, kdy se Kinect připojí třeba k televizi, umožňuje například hrát bowling jen tím způsobem, že hráč předstírá pohyb koule proti televizi, jeho pohyb je přenášen v reálném čase na obrazovku a hráč je tak vtažen přímo do hry.

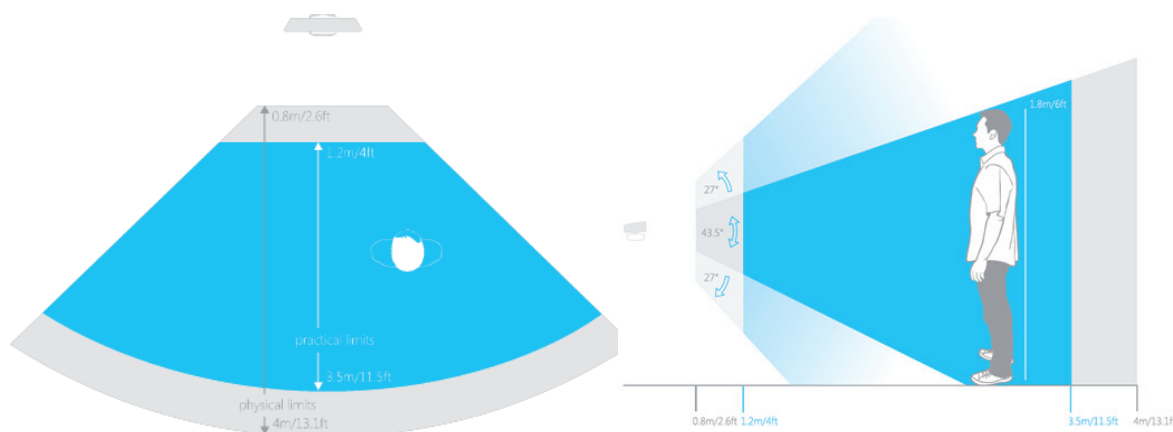
Verze pro Xbox 360 byla na trh uvedena v listopadu 2010, pro Windows v únoru 2012. Původní (vývojový) název byl Project Natal.

Rozlišení prostřední barevné RGB kamery je 640×480 px při 30 Hz (s nižší frekvencí je hardware schopen až 1280×1024). Senzory hloubky tvoří infračervená

kamera vlevo s rozlišením 320×240 a černobílý CMOS senzor vpravo v rozlišení 640×480 px s 11bitovou hloubkou, tedy umožňuje 2048 úrovní citlivosti. Při jiném rozlišení je možná vzorkovací frekvence od 9 Hz do 30 Hz. Kinect má 4 mikrofony, 3 na pravé straně a jeden na levé, díky kterým je umožněno i rozpoznávání zvuku. Od-filtrovává i všudypřítomný šum. Pro výpočty obsahuje také 512 MB DDR2 SDRAM.

Vzdálenost ke snímánému objektu je prakticky omezená na 1,2 až 3,5 metru, i když jeho čidla „vidí“ od 0,7m do 6 m. Nová verze Kinectu pro Windows umožňuje použití už od 0,5 m.

Šířku pohledu mají čočky v horizontálním úhlu 57 stupňů, ve vertikálním 43 stupňů.

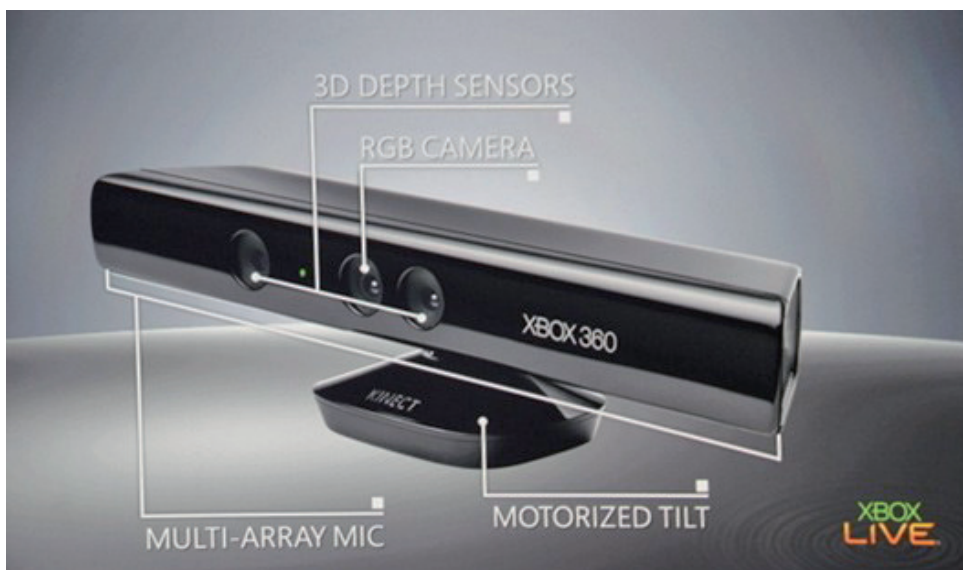


Obr. 12: horizontální a vertikální zorné pole, neboli field of view Kinectu

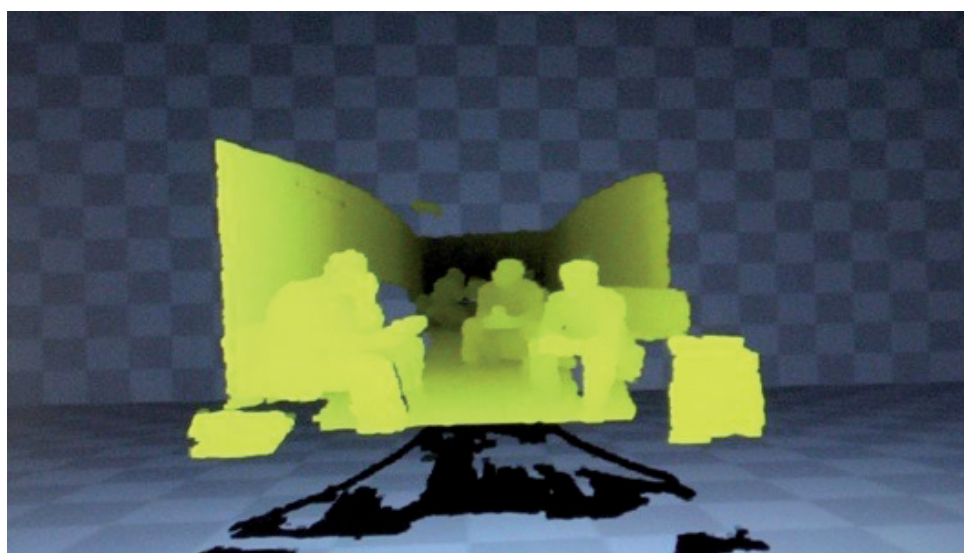
Pro 3D rozpoznávání gest je použita technologie od PrimeSense (stejně jako Asus Xtion, viz níže). Kinect je schopen současně vidět až 6 osob (limit daný polem, kam vidí), z toho dva aktivně kvůli výpočetnímu výkonu (technologie PrimeSense by zvládla „neomezený“ počet, Kinect to výpočetně neutáhne). U každé osoby pak analyzuje pohyb za pomoci 20 kloubů.

Ukázka prostoru snímáného Kinectem je na stránce <http://www.youtube.com/watch?v=7QrnwoO1-8A>.

Samotný Kinect stojí v obchodech od 2500 Kč pro Xbox, 4500 Kč pro Windows.



Obr. 13: Microsoft Kinect



Obr. 14: Příklad obrazu pokoje sejmutého Kinectem

Kinect se dá využít ve spoustě oborů, například v televizi – podle zing.cz²⁵ budou moderátoři počasí v TV Nova při předpovědi počasí používat tuto technologii, čímž se vyřeší otáčení moderátora když přepíná mezi obrazovkami, nyní vše bude ovládat jednoduchými gesty v jedné pozici.

²⁵ <http://www.zing.cz/novinky/21414/pomoci-kinectu-bude-nova-ovladat-predpoved-pocasi>

Další využití je možné v medicíně²⁶, doktoři si při operacích mohou pomocí gest prohlížet rentgenové snímky, nebo mohou bezdotykově ovládat používané kamery, takže se nemusí dotýkat nesterilních doplňků.



Obr. 15: Použití Kinectu, ukázka z medicíny

5.5 Xtion (říjen 2011, Asus)

Xtion je velmi podobné zařízení jako Kinect, používá i stejnou technologii od PrimeSense.

- použitelné při vzálenosti objektů (osob) mezi 0,8 a 3,5 m
- snímá 30 fps při VGA (640 × 480 px) nebo 60 fps při QVGA (320 × 240 px)
- používá rozhraní USB 2.0
- rozměry 18 × 3,5 × 5 cm
- podporuje operační systémy Windows, Linux, Android, Mac, ARM a další
- cena je od 3500 Kč

Podobné produkty jsou Xtion PRO a Xtion PRO LIVE. Xtion PRO LIVE má přidán navíc barevný RGB senzor s rozlišením SXGA (1280 × 1024 px) a dva mikrofony.

²⁶ <http://www.technologyreview.com/news/429660/microsofts-plan-to-bring-about-the-era-of-gesture-control/>



Obr. 16: Asus Xtion a Asus Xtion PRO LIVE

5.5.1 Porovnání Kinectu a Xtion

V následující tabulce jsou srovnány základní rozdíly mezi významnými konkurenty na trhu, Microsoft Kinect a Asus Xtion.

	výhody	nevýhody
Microsoft Kinect	<ul style="list-style-type: none"> • vysoká kvalita driverů • stabilní práce při spojení s různým hardwarem • má motor, který může být vzdáleně ovládán 	<ul style="list-style-type: none"> • větší (12" × 3" × 2.5" oproti 7" × 2" × 1.5") • těžší (1360 g oproti 227 g) • potřebuje zdroj střídavého napětí
Asus Xtion	<ul style="list-style-type: none"> • kompaktnější velikost • lehčí • jako zdroj napětí stačí USB • lepší kvalita RGB obrazu • cena 	<ul style="list-style-type: none"> • méně populární zařízení • horší kvalita driverů • nefunguje s nějakými USB řadiči, zejména s USB 3.0 • nemá motorek, lze nastavovat jen manuálně

Tab. 3: Porovnání zařízení Kinect a Xtion

5.6 Sphero (2011, Orbotix)

Jedná se o poloprůhlednou robotickou kouli o průměru 7,5 cm, která se umí pohybovat libovolným směrem a měnit barvy. Inteligenci takovému počínání pak vdechne software, zejména hry v rozšířené realitě (lze si zahrát golf, nebo porážet virtuální kuželky ve vlastním obýváku).



Obr. 17: Sphero od Orbotix

Sphero se může jen tak kutálet, projíždět virtuálním potrubím, poslouží jako neobvyklý ovladač, může se jím kreslit nebo zabíjet z koberce vyskakující zombíky – tedy používá rozšířenou realitu. Dnes už pro kouli existuje více než 30 her (pro Android, Apple iOS či Windows Phone) a díky vylepšovanému API (Application Programming Interface, rozhraní pro programování aplikací) vznikají další.

Připojení probíhá pomocí bluetooth, Li-Pol baterie poskytuje na jedno nabití více než hodinu hraní. Sphero se nabíjí indukčně, proto nejsou potřeba žádné kabely. Uvnitř má dvě nezávisle kontrolované kolečka, díky kterým jezdí rychlostí až 1,2 m/s. Dále obsahuje tříosý akcelerometr a gyroskop pro přesné měření kutálení.

V ČR je Sphero dostupný za cenu kolem 3500 Kč.

5.7 Leap Motion (květen 2012, Leap Motion)

Leap Motion je zařízení, které dokáže snímat pohyb všech prstů rukou s přesností na setiny milimetru a rychlostí 290 fps, uvádí se, že jde o „200× přesnější bezdotykové ovládání než Kinect.“²⁷

27 <http://www.zive.cz/bleskovky/leap-motion-200-presnejsi-bezdotykovove-ovladani-nez-kinect-video/sc-4-a-163775/default.aspx>



Obr. 18: Leap Motion s připojeným USB napájením a porovnání jeho velikosti

Je to malá krabička jen 3 palce dlouhá, která se připojí přes USB k počítači, případně je již v počítači (notebooku) vestavěna. Je určený jen pro snímání pohybů rukou. Stačí jen hýbat nebo otáčet rukama či prsty a systém vše zachytí a převede do virtuálního 3D prostoru. Leap tedy dokáže spočítat nejen drobné pohyby jednotlivých prstů, ale i hloubku pohybu. Zároveň dokáže sledovat i neživé objekty – třeba tužku, kterou se tak bude skutečně kreslit v digitalizované podobě. Má velký úhel snímání – 150° , snímá ruku do vzdálenosti asi jednoho metru. Snímač v krabičce je velký jen $8 \times 3 \times 1$ cm.

Ke snímání polokruhového prostoru používá dvě kamery a tři infračervené LED.



Obr. 19: Leap Motion bez pouzdra – jsou vidět hlavně dvě čočky

Leap Motion podporuje operační systémy Windows 7 i 8, Mac OS X 10.7 a 10.8. Svůj software pro toto zařízení optimalizují například Autodesk nebo Corel. Hewlett Packard dokonce Leap integruje do některých modelů notebooků nebo do klávesnice (v prodeji už během tohoto roku).

Zařízení se dá koupit za cenu 89 dolarů (cca 1800 Kč). Vzhledem k relativně nízké ceně a univerzálnosti aplikování se dá předpokládat významné využití ve speciální pedagogice.

5.8 MYO (září 2012, Thalmic Labs)



Obr. 20: Náramek Myo, ukázka jeho praktického použití

Náramek MYO se přes bluetooth spáruje s vybraným zařízením a následně snímá elektrickou aktivitu vydávanou svalstvem na ruce. Propojuje se s vybraným zařízením přes bluetooth a následně snímá pohyby ruky – co bude uživatel rukou dělat, ví zařízení už o určitou chvíli dříve díky tomu, že je umístěno na předloktí a svaly jsou aktivovány dříve než se začnou fyzicky hýbat prsty. V praxi to vypadá tak, že například jen lusknutím prsty se spustí přehrávání hudby, otočením rukou se zvýší hlasitost, nebo jen máváním rukou nahoru a dolů se roluje webová stránka nebo posouvá prezentace. Při hraní stříleček stačí držet ruce podobně, jako kdyby v nich byla zbraň, a tak střílet.

MYO používá ke spárování s používaným zařízením bluetooth 4.0²⁸, v náramku je umístěna nabíjecí Li-Ion baterie, procesor architektury ARM, nebo také šestiosá inerciální měřicí jednotka²⁹ pro snímání umístění ruky v prostoru. Pohyby a gesta tedy detekuje nejen pomocí měření svalové činnosti až na úroveň změn na každém prstu, ale i snímáním pohybu celé paže, jejích pohybů a rotací ve všech směrech.

28 Bluetooth 4.0 – rychlost 24 Mb/s (stejně jako u 3.0), dosah až 100 metrů, nižší spotřeba energie, podporuje šifrování AES-128, slibuje nižší odezvu

29 Gyroskop, akcelerometr a magnetometr – viz <http://martingurtner.blogspot.cz/2012/06/1-tyden.html>

První generace MYO dokáže rozeznat kolem 20 gest, zatím ale nebude možné jejich uživatelské nastavení.

MYO bude plně kompatibilní s operačními systémy Windows a Mac. Thalmic Labs zároveň dají k dispozici API (rozhraní systému s popisem způsobu programování zařízení), které umožní ostatním vývojářům využívat schopností MYO ve svých aplikacích v iOS (operační systém vytvořený společností Apple Inc., zjednodušený oproti operačnímu systému OS X pro stolní počítače a notebooky APPLE, původně určen pro mobilní telefony iPhone, nyní se používá i na dalších mobilních zařízeních firmy APPLE, jako jsou iPod Touch, iPad a nejnověji Apple TV) nebo v Androidu (operační systém, resp. open source platforma, která vznikla pro mobilní zařízení – chytré telefony, PDA, navigace, tablety). Pomocí MYO má například jít ovládat Sphero (viz níže).

Je možné si ho již nyní za 149 dolarů (asi 2 900 korun), s celosvětovým poštovním 10 \$, předobjednat v bílé nebo černé verzi. První náramky se budou odesílat v září 2014.

Na podobném, možná stejném principu mělo sloužit zařízení od Microsoftu³⁰ s názvem Xbox Loop patentované v roce 2009. V té době to mělo být zařízení s přesnějším snímáním než Nintendo Wii a ovladač PlayStation Move, Microsoft ale od vývoje upustil a v roce 2010 vydal Kinect.

5.9 Digits (říjen 2012, Microsoft)

Projekt od Microsoftu, který byl zatím představen pouze jako prototyp. Je to bezdrátový náramek, který čte gesta prstů pomocí infračervené kamery a dalších senzorů.

V náramku je kromě IR kamery ještě laserový generátor IR paprsku, difuzní IR osvětlení a inerciální měřicí jednotka, díky čemuž lze zařízení ovládat jak pomocí prstů, tak i pohyby celého zápěstí.

30 <http://www.zing.cz/novinky/11413/microsoft-si-v-minulosti-patentoval-zajimavy-ovladac>



Obr. 21: Náramek Digits – vlevo gesto ruky a její nárámek nasmlínaná podoba, vpravo popis senzorů na nárámku

IR kamera snímá ruku jako takovou. K tomu se přidá snímek s IR paprskem snímajícím ruku v několika rovinách, pro každý článek prstu je měřen jeden bod. Vzdálenost těchto bodů se pak měří triangulačně. Díky difuznímu infračervenému osvětlení se získají body konečků prstů a díky znalostem z biomechaniky, jak se prsty ohýbají, se počítá, jak se který prst právě ohýbá.

Na stránkách Microsoftu³¹ je pěkné demostrační video popisující jak přesně Digits funguje a jak by se dal využít.

Digits by měl fungovat především ve spojení s mobilními zařízeními (mobily, tablety) a s hrami, zajímavé řešení by bylo ve spojení s Kinectem jako snímačem celého těla a Digits s vysokou přesností snímání detailu ruky.

5.10 Tobii Gaze, Tobii Rex – ovládání očima (2013)

Technologie od Tobii, která používá Eye-Tracking, tedy ovládání počítače pomocí pohybu očí. Samotné zařízení vypadá jako dlouhá krabička, která se připevní na dolní okraj monitoru nebo pod displej notebooku a propojí se s počítačem pomocí rozhraní USB 2.0. Podporuje ale jen operační systém Windows 8 a „vyšší“. Teoreticky by mohla tato technologie fungovat i na tabletech nebo chytrých telefonech, realizace v těchto přístrojích je ale zatím otázkou budoucnosti.

Zatím je k dispozici pouze vývojářům, a to za cenu necelých \$ 1000 (cca 20 000 Kč). Samotný prodej by měl pak začít někdy ke konci roku.

31 <http://research.microsoft.com/apps/video/dl.aspx?id=173838>

Tobii vyrábí dvě jednotky – Tobii IS20 a Tobii IS30. Jediný rozdíl mezi nimi je maximální velikost displeje, který podporují. Jednotka IS20 podporuje displeje do 19", IS30 do 27".



Obr. 22: Tobii Rex



Obr. 23: Tobii IS20 a Tobii IS30 bez vnějšího pouzdra – rozdíl je pouze v maximální velikosti displeje, který podporují



Obr. 24: Tobii Gaze při praktickém použití – umístěn pod displejem notebooku

Přesnost odpovídá zhruba dotyku, není to tedy s přesností na pixel, ale pro ovládání většiny prvků to stačí. Pro spuštění programu se stačí podívat na ikonu a zmáčknout tlačítko. Míření ve hrách je Tobii sice schopen, ale kvůli vysoké rychlosti se prý vytrácí požitky ze hry.

Rozpoznávání funguje bez ohledu na okolní osvětlení, snímač má vlastní zdroj paprsků (dva infračervené senzory a IR vysílače), které se odrážejí v očích. Zpracování získaných dat pak zajišťuje vestavěný procesor. Zpoždění (čas potřebný k zachycení, přenosu, zpracování a předání dat aplikaci) má 39–67 ms.

Tobii má ještě v nabídce brýle Tobii Glasses 2, které také slouží ke sledování očí. Dokáží rozpoznat přesně kam se díváme v úhlu 160° a mohou sloužit třeba i k různým statistikám.

5.11 Eye Tribe (2013)

Produkt velmi podobný těm od Tobii, pracuje i na stejné technologii. Tedy snímá obě oči a převádí pohyb zorniček na obrazovku počítače nebo mobilního zařízení. Nejlépe funguje za denního světla, ale má i přisvětlovací infračervené světlo. Pracuje s frekvencí snímání a tedy i vysílání paprsků 30 Hz nebo 60 Hz, odezva je kratší než 20 ms. Snímač je kompatibilní pouze s USB 3.0. Ovladače jsou zatím dostupné pouze pro Windows 7 a 8, připravují se pro Mac OS verzi 10.8.4 a pro mobilní zařízení pracující s Androidem. Rozměry jsou 20 × 1,9 × 1,9 cm, tělo je z velké části z hliníku.

Snímací oblast je 30 × 40 cm ve vzdálenosti 65 cm. Přesnost je 0,5 až 1 stupeň, což odpovídá na ploše monitoru asi velikosti ikony, tedy dotyku prstu, méně než 10 mm. Existuje jen jedna velikost snímače pro úhlopříčky displejů až do velikosti 24“.

Eye Tribe už je implementováno jako prototyp v tabletu, s běžným tabletem se dá spojit pomocí speciálního držáku.



Obr. 25: Eye Tribe připevněný k tabletu

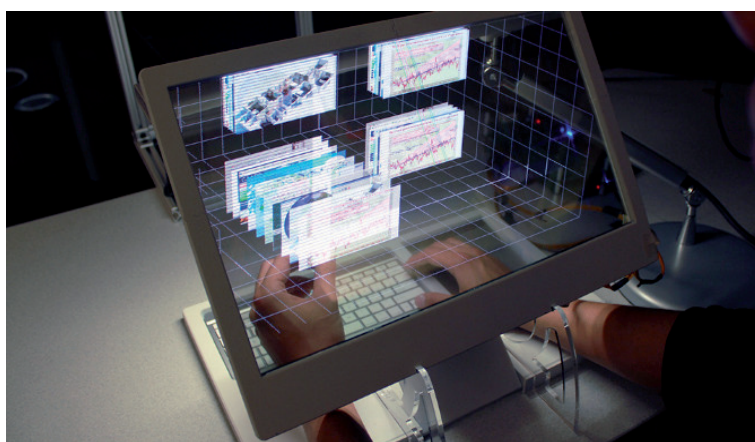
Cena je pouhých 99 dolarů, ale zatím je pouze ve verzi pro vývojáře, bez přidávaných aplikací.

5.12 SpaceTop (únor 2013, Jinha Lee, Microsoft)

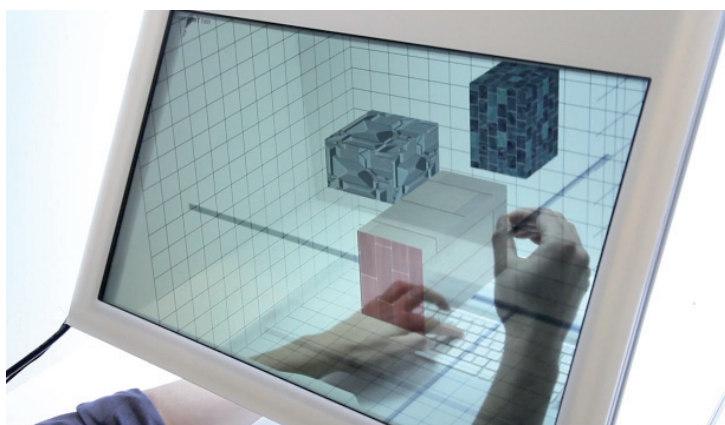
SpaceTop následuje podobný systém z roku 2011, See Through 3D Desktop, stejného vývojáře. Je to technologické řešení spojení 2D a 3D do jednoho pracovního prostoru. Tento systém používá transparentní, polopropustný LED nebo OLED display od Samsungu a dva Kinecty. Jeden snímá uživatelská gesta a jeden snímá pohyb očí. Právě ten druhý nastavuje perspektivu projekce tak, jak se zrovna koukáme, aby to „vypadalo 3D“, nebo se přiblížením hlavy k displeji zvětší obsah zobrazený na displeji.

Celé řešení umožňuje rukama za displejem hýbat objekty v 3D prostoru, listovat dokumenty, nebo luštit puzzle. Při položení rukou dolů na klávesnici nebo trackpad ruce zmizí z pohledu kamery, a pracuje se jako v běžném 2D prostředí.

Na videu na adrese www.youtube.com/watch?v=2oZIAwquCVO se lze podívat, jakým způsobem prakticky SpaceTop funguje.



Obr. 26: Technologie SpaceTop



Obr. 27: SpaceTop

5.13 Google Glass (konec 2013, Google)

Chytré brýle od Googlu byly představeny minulý rok. V první verzi brýle rozhodně nebudou umět to, co Google ve svých promo videích³² ukazuje – zobrazovat rozšířenou realitu a množství informací přes poloprůhledný displej, ovládání pomocí gest, atd. Brýle se budou zpočátku ovládat pomocí tlačítek a touchpadu, budou také zvládat ovládání hlasem, jak to umí už Android. K ovládání stačí říct „OK, Glass, ...“ (record a video, give directions to..., send a message to..., how is the weather in..., Google ,co chci vyhledat‘ atd.). S telefonem se spojí pomocí bluetooth. Přes tlačítko, hlasovým příkazem nebo pouhým mrknutím oka umožní fotografovat nebo natáčet videa a pořízené snímky bude možné nahrát na web. O událostech a stavech bude informovat malý HUD displej³³.

Současné modely v beta verzi s názvem Glass Explorer jsou nyní dostupné především pro vývojáře, za \$ 1,500. Běžně v prodeji by se měly objevit na konci tohoto roku, za cenu výrazně nižší.

Na podobných technologiích pracují i další výrobci, mnohdy i s lepšími výsledky, viz článek

How Google GLASS works

Why can you see a sharp image?
Infographic by M. Missfeldt
www.brille-kaufen.org

The main function is based on a mini projector.

A clever prism projects a layer over reality light.

The prism focuses the image directly on the retina.

Position of layer depends on position of Google Glass:

Challenge: What about people with normal glasses? (more than 50% in most counties)

greater distance -> not a glass look & feel
individual production is much more expensive

Conclusion: Google Glass is a technical masterpiece. It is based on a projector and a very clever prisma, that projects the image directly on the retina.

Sources: Patent No. 212686 -> <http://goo.gl/5q5eC>
Google Glass project -> www.google.com/glass/
Google Glass on Google+ -> plus.google.com/+projectglass/
Wikipedia: Virtual retinal display -> <http://goo.gl/dMUJY>
The Verge „I used Google Glass“ -> <http://goo.gl/FzXhA>
Wie funktioniert die Google Brille? -> <http://goo.gl/O5goF>

Infographic by Martin Missfeldt
Feb 2013
<http://www.brille-kaufen.org>
More about this infographic:
www.brille-kaufen.org/en/googleglass

32 <http://www.youtube.com/watch?v=9c6W4CCU9M4>

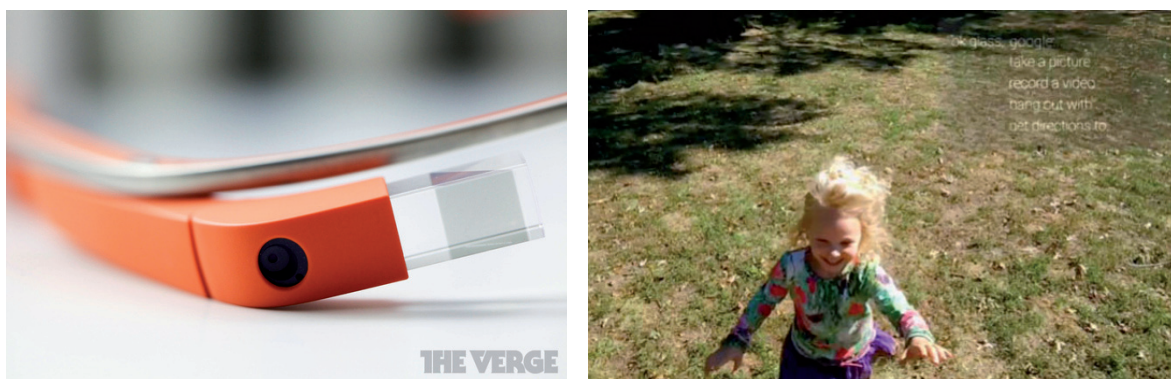
33 http://en.wikipedia.org/wiki/Head-up_display

na Živě.cz³⁴. Samsung by dokonce měl vydat velmi podobné chytré brýle nazvané Gear Glass, už na přelomu léta a podzimu.

Technické parametry dostupných vývojářských verzí: displej s rozlišením 640 × 360 px (vytvořený obraz má zdánlivou velikost jako 25palcový displej z 2,5 metru), paměť flash 16 GB (pro uživatele volných 12 GB) se synchronizací přes cloud, kamera s rozlišením 5 Mpx s natáčením 720 p videa 30 snímků za vteřinu. K připojení slouží WiFi a bluetooth 4.0, nabíjení probíhá přes micro USB. Ve výbavě je ještě GPS chip pro navigaci, speciální zvukové zařízení na bázi Bone conduction³⁵, mikrofón v přední části a snímač přiblížení a mrkání oka nebo nasazení brýlí na hlavu.

O hlavní výpočetní část se stará mobilní telefon, se kterým jsou Google Glass spárovány. Pro zařízení s Androidem má Google připravenou aplikaci MyGlass, u iPhone je omezené čtení sms zpráv. Pro zařízení s jinými operačními systémy zatím Google připraven není, není ale vyloučena nějaká náhodná funkčnost.

Microsoft i Apple mají už také nějaký patent v podobě chytrých brýlí, ale s výrobou ještě čekají, možná čekají jak dopadne na trhu Google.



Obr. 28: Vlevo brýle Google Glass s dobře viditelnou čočkou fotoaparátu a polo-propustným displejem, vpravo obraz, který přes brýle vidí uživatel

34 <http://www.zive.cz/clanky/google-glass-neni-prvni-ani-nejlepsi-technologie/sc-3-a-166980/default.aspx>

35 http://en.wikipedia.org/wiki/Bone_conduction

5.14 Holoroom (2014, Lowe's Innovation Labs)

Holoroom je simulátor, který v místnosti umožňuje pomocí 3D technologií a rozšířené reality zobrazit prostor (například vnitřek pokoje) přesně podle 3D modelu sestaveného v nějakém programu vhodném pro vizualizaci. Uvnitř místnosti se člověk prochází s displejem (podle zdroje money.cnn.com³⁶ jde o iPad) a časem to snad bude možné i s brýlemi, zobrazujícím rozšířenou realitu v reálném čase, který mu zobrazuje část místnosti, na kterou se s displejem v rukou kouká. Lowe má tuto koncepci vymyšlenou zatím jen pro zobrazování navržených modelů koupelen, časem přidají obývací pokoje, kuchyně a obecně vnitřní prostory. V plánu mají v tomto roce postavit některé promítací místnosti do obchodů v americe. Celý koncept má ale určitě potenciál fungovat v jiných odvětvích.



Obr. 29: Zobrazení rozšířené reality přes iPad v Holoroomu

5.15 Smart Glove (budoucnost, Google)

Patent Googlu s názvem „Seeing with your hand“ ze srpna 2011³⁷. Rukavice, která má na prstech kameru, gyroskopy, akcelerometry a další pohybové detektory; v dlani potom CPU, RAM a další paměť, na zadní straně bezdrátové komunikační čipy a baterii.

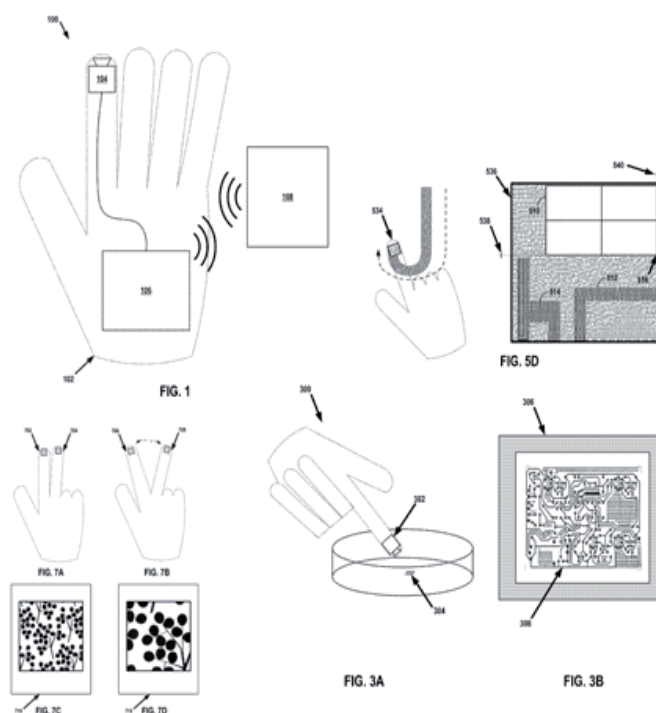
³⁶ <http://money.cnn.com/2014/06/12/technology/innovation/lowes-holoroom/>

³⁷ <http://www.google.com.au/patents/US8009141?printsec=abstract&hl=cs&dq=seeing+with+your+hand#v=onepage&q=seeing%20with%20your%20hand&f=false>

Spojovat by se rukavice měly s Google Glass (vypadalo by to potom podobně jako ovládání ve filmu *Minority Report*). Starší video o tomto tématu je na YouTube (<http://www.youtube.com/watch?v=YrtANPtahyg>).

Smart Glove by měla umožňovat například interpretovat jakékoli pohyby, které ruka v rukavici udělá, pomocí kamer získat zvětšené 3D pohledy malých objektů, vyvolat virtuální klávesnici a psát e-maily, ...

Nikdo ale zatím neví, jestli je to budoucnost v horizontu několika let, nebo zda plány zůstanou jen na papíře.



Obr. 30: Ilustrace toho, co by rukavice mohly umět, z patentu Google

5.16 Aplikační software

Patří sem programy, které spolu s jakoukoli webkamerou (samozřejmě, že čím kvalitnější a s vyšším rozlišením, tím lepší, taková ale potom vyžaduje větší výkon počítače) fungují na podobném principu, jako třeba Nintendo Wii nebo starší EyeToy. Na internetu jich je spousta, fungují na porovnávání dvou snímků, aktuálního a předchozího. V případě jejich rozdílnosti se provádí různé akce, například se jedná o sní-

mání obrazu jakožto obrázků nebo videa, zamykání počítače a jeho odemknutí třeba podle obličeje, spouštění předem nastavených programů, zvuků, ...

Některé příklady:

- Camspace – funguje na stejném principu jako Nintendo Wii, uživatel si vezme do ruky výrazný předmět, který používá jako ovladač ke hraní.
- Move Action – při detekci pohybu je schopen uzamknout počítač, uložit aktuální snímek nebo třeba spustit nějakou externí aplikaci.
- Hand Control – dokáže sledovat ruku a podle nastavení ji používat jako kurzorové klávesy nebo myš, lze namapovat i přednastavené pohyby třeba pro stisk kláves.
- Handy od firmy Eyedea – aplikace na sledování a detekci gest a pohybů ruky, funguje ve spojení s běžnými webovými kamerami v reálném čase.
- Eye Motion také od firmy Eyedea – program, díky kterému lze ovládat počítač pomocí pohybů očí nebo hlavy. Dokáže rozpoznat otevřenost oka, velikost a polohu duhovky. Algoritmus byl vyvinut pro I4Control systém, který je podrobněji popsán v kapitole 4.

Her zdarma spojených s webkamerou je na internetu spousta, například na www.webkamerahry.cz/, www.topgam.cz/kategorie/web-kamera-hry/.

6 Příklad modelového využití prostředků ICT pro člověka s vybraným druhem postižení

Poslední část práce přibližuje možnosti uplatnění některých popsaných technologií a zařízení ve speciální pedagogice, se zaměřením na osoby s poruchami autistického spektra (PAS) – autisty, a to v různých prostředích či situacích a s různými prostředky. Stručně jsou uvedeny symptomy PAS, které mohou odůvodnit potřebu použití popsaných technologií, a návrhy jejich možného využití i s ohledem na různá prostředí.

Ze zařízení uvedených v předchozí kapitole lze využít pro autisty v různých situacích a různými způsoby prakticky všechny. Některá (např. Kinect) jdou jako součást herních aplikací použít již dnes, u jiných bude třeba vyvinout nebo upravit aplikační prvky a vymezit didaktickou vhodnost. Velmi perspektivní budou brýle (např. Google Glass) s prvky rozšířené reality.

6.1 Poruchy autistického spektra

Poruchy autistického spektra – autismu – jsou již popsány v řadě zdrojů, zejména u autorů Thorová (2006), Vermeulen (2006) a dalších. Některá specifika a možnosti práce s autisty a pomoc při jejich rozvoji uvádí také více publikací, např. Bondy, Frost (2007), Čadilová, Žampachová (2008), Jelínková (2008). Souhrnné informace jsou i na některých webech organizací podporujících práci s autisty, například stránky organizací APLA Praha, APLA Brno a dalších, většinou občanských sdružení na pomoc autistům, a dále stránky některých speciálně pedagogických center pro práci s autisty. Zdroje se zmiňují i o příčinách PAS, uvádí se hlavně genetické faktory, poruchy v mozku a možné spojení se somatickými problémy (Opatřilová in Pipeková, 2006). Z těchto zdrojů jsou čerpané údaje pro tuto kapitolu.

Poruchy autistického spektra jsou definované symptomaticky tzv. triádou problémových oblastí:

- 1) v oblasti sociální interakce – zahrnuje sociální dovednosti, vztahy k lidem,

2) v oblasti komunikace – týká se porozumění řeči i schopnosti vyjadřování, dorozumívání se,

3) v oblasti představitosti – jde o vnímání, nápodobu, používání předmětů.

Četnost výskytu autismu se uvádí v různých zdrojích a v různých státech různě, přibližně mezi 0,15 a 0,9 %, tedy jde o hodně vysoký počet postižených osob. Zároveň se uvádí větší výskyt u chlapců než dívek v poměru 4 : 1.

Některé projevy autistů mohou mít pro strojovou komunikaci a analýzu projevů (složitost vnímání autisty zařízením) dokonce pozitivní dopad, například nechápání a nepoužívání ironie nebo nadsázek, dodržování mluvních stereotypů, nepřikládání verbální komunikaci další sociální významy, lpění na dodržování mluvních stereotypů. Tyto prvky spíše zjednodušují návrh a realizaci komunikačních systémů.

Ze symptomů a různých projevů autistů jsou dále uvedeny jen ty, které mají nebo mohou mít spíše negativní dopad na komunikaci se strojem, resp. pro automatizované rozpoznávání projevů autistů. V jednotlivých oblastech je tedy významné hlavně následující:

ad 1) v oblasti sociální interakce:

- je různá míra, intenzita i způsoby projevů,
- uvádějí se různé typy sociálního chování (osamělý, pasivní, aktivní zvláštní, formální, smíšený zvláštní) a jejich bližší popisy, z nichž pro komunikaci je zajímavé např. žádný nebo jen malý zájem o sociální kontakt a komunikaci (osamělý typ), častější hypoaktivita (pasivní typ), nepřiměřenost a atypičnost sociálního kontaktu včetně oblíbených jednoduchých sociálních rituálů a nechápání společenských pravidel (aktivní zvláštní typ), celkově zvláštní sociální chování (smíšený zvláštní typ);

ad 2) v oblasti komunikace verbální a neverbální:

- netypičnosti v artikulaci a zvukové stránce řeči,
- nepochopení emocionálního a společenského významu komunikace,
- komunikace často neodpovídá sociálnímu kontextu,
- běžná gesta používají jen velmi málo,

- mimika téměř chybí nebo je přehnaná a neodpovídá situaci,
- neverbální komunikaci nechápe plně nebo jen velmi málo,
- používá ruku dospělého místo svojí (gesta, úchopy);

ad 3) v oblasti představivosti:

- špatně napodobují,
- pomalý rozvoj symbolického myšlení a představivosti,
- stereotypní a opakující se projevy.

Dále se uvádějí i další projevy autistů s dopadem na strojové rozpoznávání, a to:

a) v oblasti percepce:

- poruchy vnímání – zvýšená nebo snižená citlivost na všechny smyslové podněty,
- poruchy vnímání emočních projevů;

b) v oblasti recepce:

- odlišná motorika,
- hyperaktivita nebo hypoaktivita,
- atypická emoční reaktivita na podněty,
- pomalá adaptibilita.

Typ autismu, uváděný jako nízce funkční, středně funkční a vysoce funkční, má další vliv na charakter komunikace. Hlavně nízce funkční autismus bývá spojen s těžkou nebo hlubokou mentální retardací, středně funkční s lehkou nebo středně těžkou mentální retardací, tedy projevy a komunikace jsou na výrazně až extrémně nízké úrovni a jednoduchosti, zároveň i těžké pochopitelnosti pro okolí, tedy těžké analýze projevů takto zařazených autistů.

Autisté mívají tedy problémy s komunikací prostřednictvím řeči, část z nich má i potíže s mluvou jako takovou. Pro některé je typické „zaseknutí“ v rané fázi vývoje řeči, potom komunikují jen jednotlivými slovy, nebo opakují jednu naučenou frázi pořád dokola. Často vedou monolog, aniž by dali ostatním možnost s nimi komunikovat. I proto komunikují jinými formami, například obrázky, písmem nebo posunky, a to jak receptivně, tak expresivně.

Problémy s gesty jsou výše jasně charakterizované v oblasti komunikace. Dokonce podle diagnostického manuálu DSM-IV je jedním kritériem diagnostiky autismu (nemoc č. 299) právě porucha gestikulace.

6.2 Prostředí použití technologií a zařízení

Různé situace a prostředí vyžadují rozdílná zařízení a různé technologie, aby v nich mohly autistům pomáhat co nejlépe, a naopak, některá zařízení jsou určená nebo použitelná jen nějakým daným způsobem. Podobně se pro použití můžou zohlednit i další podmínky, například ekonomické, protože postižené osoby nebo rodiče postižených dětí často mívají finanční potíže, naopak například škola může pořídit drahé zařízení, které může využívat více žáků (např. Beranová, 2013 nebo Brabcová, 2013).

Prostředí a situace, ve kterých se běžně člověk pohybuje a může využít nějaká zařízení, můžeme rozdělit

- z pohledu vlastnictví nějakého zařízení na osobní a cizí, z cizích je významná škola a další vzdělávací instituce včetně zařízení zájmového vzdělávání,
- z pohledu místa, kde se osoba se znevýhodněním pohybuje, pak domov, venkovní prostředí, školní nebo pracovní prostředí; k tomu se dá ještě přidat možná pomoc osob, které jsou v daném místě a které mohou postiženému nějak pomoci. Ze psychologického pohledu se může za místo považovat i „osobní prostor člověka doma“, který člověk mívá vymezen („domácí pracovní místo“, „moje židle a stůl“).

Není nutné zatím uvažovat situace, ve kterých dochází k použití zařízení výjimečně nebo náhodně, například na výstavách, návštěvách, zapůjčeních od známých apod. – tady ale mohou být získané informace o nových technologiích.

Práce je zaměřena do oblasti technologií využitelných i pro vzdělávací účely, takže z uvedených možností je dále popsáno:

- použití doma (domácí prostředí),
- osobní použití (vlastnictví, ať již doma nebo jinde),
- užití ve škole (školní prostředí, prostředí vzdělávacích institucí).

- a) místem
- domácí – je trvalé, můžou být prostředky „napevno“, používané dlouhodobě
 - osobní – technologie musí být přenosné nebo se s nimi člověk musí na nějakém místě setkat
 - školní – podobně jako domácí, navíc přibývá možnost zapůjčování zařízení pro žáky, třeba i střídavě
- b) osobami v uvedených místech (lidé kolem znevýhodněného člověka pro komunikaci nebo pomoc)
- domácí – obvykle jsou přítomni rodiče nebo sourozenci, kteří mají možnost být se znevýhodněným člověkem v kontaktu pravidelně a dlouhodobě a měli by znát nejvíce jeho potřeby. V odborné úrovni by si určitě měli nechat poradit od speciálních pedagogů (např. ve speciálně-pedagogických centrech) a dalších profesionálů (např. pedagogicko-psychologické poradny, poradci ve školách, popř. i v institucích, které nabízejí speciální techniku).
 - osobní – tam připadají v úvahu kamarádi, kolegové, známí, ti všichni mohou znát ale spíše novinky v technologiích (a často spíš herních), než potřeby postiženého člověka.
 - školní – záleží na škole, kde znevýhodněné dítě je, ve speciální škole by měla být zaručená vyšší kvalita podpory a znalost prostředků a technologií.
- c) charakterem techniky (zařízení, technologie), která je v daných prostředích používána
- domácí – doma bude využívána „osobní“ technika a zařízení, která může být doma napevno instalovaná nebo uložená. Možnost cíleně vybraných zařízení pro daný typ znevýhodnění oproti prostředí školnímu, kde prostředky budou vzhledem k omezeným financím nejspíše pokrývat co nejvíce druhů znevýhodnění.
 - osobní – hlavní důraz je na přenosnost zařízení, aby ho mohl mít člověk všude s sebou, aby nepřekáželo a bylo co nejvíce diskrétní, takže malé nebo ukryté ve věcech pro běžnou potřebu, například brýle (např. Google Glass) s malou komunikační nástavbou
 - školní – možnost didaktického využití prostředků, nevýhodami jsou společné prostředky, někdy omezené finance

6.3 Možné aplikace a směry využití moderních technologií pro autisty

Časté a typické pro autisty je použití *obrazové komunikace*. Vizualizace prostředí, činností a komunikace je jedním z hlavních doporučení při rozvoji autistů. Pro komunikaci se používají různé obrázkové systémy v tištěné i elektronické podobě – nejznámější jsou zřejmě PECS³⁸ (Picture Exchange Communication System) a česká varianta VOKS³⁹ (vizuální komunikační obrazový systém). Kromě pouhých obrázků se používají i komunikační knihy, ve kterých je obrazová informace většinou více tříděna, aplikované jsou stále častěji elektronicky.

Z pohledu technologií se stále častěji využívají tablety se soubory obrázků, protože obrazové slovníky a systémy mohou být rozsáhlejší, obsahově dynamičtější a jsou autistovi po ruce. Ovládání je přes dotykovou obrazovku a může být s vývojem počítačů doplněno ovládáním gesty. To může být použito i pro běžnou obsluhu počítače a např. při hraní her, z klasických třeba puzzle nebo pexeso.

Při komunikaci s autisty jsou využívána *zvuková zařízení* hlavně pro sdělování autistům, nijak zvlášť pro analýzu jejich řeči. Příklad užití iPadu je uveden např. v Achmadi (2012).

Gesta autistů bývají obtížně pochopena i druhými lidmi. Někteří autisté mají velice repetitivní (stále se opakující) chování, třeba dlouhou dobu pohybují s rukama nebo nohama v určitém rytmu, jiní precizně seřazují hračky např. podle velikosti, kreslí obdobné obrázky. Proto i automatizované rozpoznávání gest musí používat jiné algoritmy, než pro gesta nepostížených osob.

Vyzkoušet si některá zařízení, která jsou v ČR již v prodeji, je možné u některých obvykle velkých dodavatelů nebo distributorů, a v předváděcích prostorách firem. To se týká např. senzoru Microsoft Kinect a dalších podobných senzorů určených ke hrám, náramku Myo, programovatelné hračky Sphero nebo Leap Motion integrovaného v notebooku HP. Stejně tak tam jsou vidět technologie jako 3D zobrazování u televizí nebo monitorů. Zařízení a technologie, která nejsou běžně v distribuci, lze

38 <http://autism.healingthresholds.com/therapy/picture-exchange-communication-system-pecs>

39 http://is.muni.cz/th/136158/pedf_b/Bakalarka_-_VOKS.pdf

v některých případech vidět u institucí, které se zabývají jejich vývojem nebo na něm spolupracují. Z didaktického pohledu je zajímavá plzeňská Techmánie, ve které je veřejně přístupný od dubna 2014 Leap Motion jako ukázka zařízení připojeného k počítači.

Mimiky se týká *rozpoznávání emocí*. Obvykle se udává rozpoznání šesti základních emocí: šťastný, smutný, vystrašený, rozčilený, překvapený a znechucený. Pro tyto emoce jsou navrženy různé elektronické i neelektronické obrázky a hry, ve kterých se je autista učí poznávat. V letošním roce byl v odborném časopisu Proceedings of the National Academy of Sciences zveřejněn výzkum týmu univerzity v Ohio, který vynalezl způsob, jak mohou počítače zachytit 21 různých výrazů obličeje a uvedl také předpoklad diagnostiky autismu.



Obr. 31: Příklad hry na rozpoznávání emocí z www.autismgames.com.au

„Kodyho svět“ je didaktická hra, je příkladem systému, který pomáhá porozumět neverbálním gestům za pomoci napodobování a opakování. Hra klade důraz na slova „ano“, „ne“, „jako“, „podobně“, „nemám rád“. Kody je na adrese <http://www.autismgames.com.au/>.

6.4 Roboti a autista

Jedním z hlavních typických problémů autistů je špatná sociální orientace, špatná komunikace. Ve spojení s častou potřebou „donekonečna“ opakovat nějakou činnost, s jednoduchostí a očekávaností podnětů se ukazuje, že dobrým „společníkem“ autistů může být robot. Oproti běžným počítačovým programům mívá navíc i možnost pohybu, svojí konstrukcí může připomínat člověka a má „trpělivost“ mnohokrát

opakovat jakoukoliv činnost. O použití robotů pro autisty se zmiňuje více různých článků v odborné a výzkumné literatuře (např. 40).

V dnešní době je více robotů, které se vyvíjejí a zkouší při práci s autisty. První byla zřejmě firma Aldebaran Robotics s projektem robota NAO 2004. Hlavním cílem výrobců tohoto robota byla myšlenka na pomoc starým osobám, osobám s autismem a mentálně postiženým. NAO je humanoidní robot (se zjednodušeným vzhledem člověka), který autistům dává možnost překlenout komunikační bariéru a propast.^{41, 42}

V roce 2010 ukázali autoři velice dobrou konstrukci robota, na Expo Shanghai v Číně NAO představil svůj dokonalý synchronizovaný tanec. V roce 2011 firma Aldebaran oznámila, že pro veřejnost uvolní zdrojový kód jako Open Source software, tedy možnosti zkoušet využití robota mohou výzkumníci z celého světa.⁴³



Obr. 32: Robot NAO

NAO dokáže hrát fotbal, pracuje v nemocnicích a sociálních zařízeních, provádí rutinní práce, pomáhá osobám s PAS a dokonce dokáže zvednout ruce a obejmout člověka. Na začátku května 2013 oznámil Aldebaran Robotic zprávu, že na trh uvede ASK NAO, který bude sloužit k řešení problému PAS. Důvodem jsou studie, které

40 <http://www.latimes.com/health/la-he-autism-robots-20111017-story.html>

41 <http://www.aldebaran-robotics.com/en/Solutions/For-Autism/The-Ask-NAO-initiative.html>

42 <http://robotics.youngester.com/2010/06/nao-programmable-humanoid-robot.html>

43 [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Nao_\(robot\)&oldid=553149355](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Nao_(robot)&oldid=553149355)

prokázaly až 30% nárůst sociálních interakcí a zlepšení verbální komunikace u osob s PAS v souvislosti s používáním Robota NAO.⁴⁴

Robot NAO je 57 centimetrů vysoký s hmotností jen 4,5 kg. Pracuje s procesorem Intel Atom a operačním systémem Linux založeném na Gentoo a s podporou programovacích jazyků např. C++ nebo Python. Součástí robota jsou dvě vestavěné kamery s rozlišením 1,22 Mpx. Obsahuje dva reproduktory, čtyři mikrofony, dva infračervené snímače a sonarový detekční systém vzdálenosti, dále dva gyroskopy, jeden akcelerometr, třicet šest pozičních senzorů MRE a velké množství LED pro světelnou signalizaci.⁴⁵

6.5 Rozšířená realita

Zařízení rozšířené reality jsou zatím velmi jednoduchá a jsou spíše ve vývoji, než běžně komerčně dostupná. Pro autisty mohou mít ale poměrně zásadní význam, protože odstraňují řadu bariér v sociálním chápání světa a v problémech s percepcí. Velmi důležité je i to, že vše se děje v reálném čase. Virtuálními prostředími se zabývají i některé výzkumy, např. Rajendran (2013).

Rozšířená realita může být pro autisty poměrně zásadní pomůckou, protože doplňuje scénu o prvky, kterým autista nerozumí – o kontexty prostředí, které v dané chvíli právě vidí. Ideálním zařízením rozšířené reality by mohly být brýle se zobrazovačem a zvukovým výstupem.

Autista může dostávat například vysvětlující informace o emocích komunikujícího člověka, jeho gesta pojmenovaná slovně, v budoucnu např. i řeč druhého člověka „přeloženou“ do jednoduchých vět nebo pokynů apod. – o aplikaci analyzující emoce autistů se zmiňuje např.⁴⁶ Analýzou okolního prostředí by mohl být autista upozorňován na potenciaálně nebezpečné situace potřebné pro bezpečný pohyb v prostoru – například, zařízení bude snímat okolí, zaměří se na jedoucí automobily, a po-

44 <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/humanoids/aldebaran-robotics-nao-robot-autism-solution-for-kids>

45 <http://vtm.e15.cz/robot-nao-a-vyzkum-s-pokrocilou-hrackou>

46 <http://www.technologyreview.com/news/528191/digital-summit-first-emotion-reading-apps-for-kids-with-autism/>

kud se vyhodnotí směr chůze člověka a směr jedoucího automobilu jako potenciálně ohrožující zdraví, zařízení dá postiženému vědět – autistovi může zvýraznit nebezpečný automobil do zobrazovače v brýlích, doplnit obraz o zvukový signál nebo upozornění počítačovým hlasem.

Naopak, zařízení může dát informaci o autistovi i do okolí – například, jestliže vyhodnotí pohyb osoby jako agresivní vůči autistovi, může do reproduktoru říci krátké sdělení o tom, že autista za své jednání (chápané druhou osobou jako nevhodné nebo útočné) nemůže.

Jedním zatím z velmi mála modelových příkladů rozšířené reality je aplikace pro tablety a chytré telefony na adrese <http://www.rozsirenarealita.cz/>. Jde svým způsobem o jakousi analogii čtení QR kódů, kdy při přečtení ikony (tzv. markeru, symbolu indikujícího rozšířenou informaci) ShowMeAR, která je v prostředí, se do obrazu snímaného kamerou zobrazí rozšiřující přídavná informace. Systém tedy zatím ještě neumí analýzu scény a vazbu na databáze informací k danému prostoru, ale spoléhá na zjištění konkrétního prvku (markeru) v prostředí. Rozdílem oproti přímému obsahu QR kódu je dynamičnost odkazu ikony.

7 Závěr

Práce se zabývá vlastnostmi nových technologií pro interakci a komunikaci stroj – člověk zaměřenou zejména na rozpoznávání gest a souvisejících druhů informací. Dává je do souvislosti s užitím v oboru speciální pedagogiky, modelově na příkladu poruch autistického spektra, pro rozvoj autistů.

Text vychází od vymezení komunikace včetně AAK, gest, rozšířené reality a robotiky, přes popis technických a programových prvků zařízení uvedený z různých pohledů, dále k charakteristickým možnostem uplatnění ve speciální pedagogice obecně, následuje přehled komerčních nebo vyvíjených a ověřovaných prvků a zařízení pro zmíněnou interakci a v poslední části jsou po vymezení specifík autismu ve vztahu k daným typům technologií přiblíženy možnosti jejich užití pro podporu autistů.

Některé uváděná zařízení a technologie jsou k dispozici na trhu, často ve formě různých her a herních prostředí, někdy jako spíše jednoúčelové „hračky“ pro vyzkoušení jejich možností, a některá zařízení jsou stále vyvíjena. Specifika zařízení uvedená v práci mohou sloužit jako podklad pro návrhy systémů uplatnitelných ve speciální pedagogice.

Zejména u nich je vhodné a užitečné, aby se na jejich vývoji podíleli i speciální pedagogové, aby uváděné technologie mohly být účinně využívány pro znevýhodněné osoby a aby nezůstaly jen pro použití běžnou nepostiženou populací.

Přínosem práce je kromě popisů nových technologií samotných také uváděný soulad a možnosti aplikování pro postižené osoby v oblasti, která se začala vyvíjet teprve v posledních letech díky rozvoji techniky a její běžné přenositelnosti.

8 Seznam použitých informačních zdrojů

Seznam informačních zdrojů obsahuje tištěné publikace a webové stránky. Citace elektronických zdrojů jsou řazené podle kapitol, některé významné jsou citované přímo v textu v poznámkách pod čarou.

- ACHMADI, D. a kol. Teaching advanced operation of an iPod-based speech-generating device to two students with autism spectrum disorders. *Research in Autism Spectrum Disorders* 6 (2012) 1258–1264.
- BERANOVÁ, Vlasta. *Vzdělávání žáků s poruchami autistického spektra s využitím ICT*. Praha: UK v Praze, Pedagogická fakulta, 2013.
- BONDI, Andy a Lori FROST. *Vizuální komunikační strategie v autismu*. Praha: Grada, 2007.
- BRABCOVÁ, Martina. *Vzdělávací potřeby žáků s poruchou autistického spektra*. Praha: UK v Praze, Pedagogická fakulta, 2013.
- CRAIG, Robert T. *Communication theory as a field*. *Communication theory*, 1999, roč. 9, č. 2, s. 119-161. ISSN 1050-3293.
- ČADILOVÁ, Věra a Zuzana ŽAMPACHOVÁ. *Strukturované učení. Vzdelávání dětí s autismem a jinými vývojovými poruchami*. Praha: Portál, 2008.
- ČECHOVÁ, M. a kol. *Čeština – řeč a jazyk*. Praha: SPN, 2000.
- GAVORA, Peter. *Učitel a žáci v komunikaci*. Brno: Paido, 2005.
- JANOVCOVÁ, L. *Alternativní a augmentativní komunikace*. Brno: Paido, 2003. ISBN 80-210-3204-9.
- JELÍNKOVÁ, Miroslava. *Vzdělávání a výchova dětí s autismem*. Praha: Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta, 2008.
- KUČERA, Dalibor. *Moderní psychologie. Hlavní obory a témata současné psychologické vědy*. Praha: GRADA, 2013. ISBN 80-247-4621-0.
- LINHARTOVÁ, Věra. *Praktická komunikace v medicíně*. Praha: Grada, 2006.
- MARKOVÁ, J. Úvod do lingvistiky. In KEREKRETIHOVÁ, A. *Základy logopedie*. Bratislava: Univerzita Komenského, 2009, s. 61-76.
- MINSKY, Marvin. *Computation: finite and infinite machines*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1967.
- PIPEKOVÁ, J. *Kapitoly ze speciální pedagogiky*. Brno: Paido, 2006. ISBN 80-7315-120-0.
- RAJENDRAN, G. *Virtual environments and autism: a developmental psychopathological approach*. *Journal of Computer Assisted Learning*, 2013, 29(4), 334–347. 10.1111/jcal.12006.
- RICH, Elaine a Kevin KNIGHT. *Artificial intelligence*. McGraw-Hill, 1991.
- ROSMAN, Pavel. *Alternativní metody výuky: M-learning – nové paradigma vzdělávání pomocí ICT*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2007. ISBN 978-80-7041-129-2.
- SLOWÍK, Josef. *Speciální pedagogika*. Praha: Grada Publishing, 2007.
- THOROVÁ, Kateřina. *Poruchy autistického spektra*. Praha: Portál, 2006.
- VERMEULEN, Peter. *Autistické myšlení*. Praha: Grada, 2006.
- VITÁSKOVÁ, K. Fyziologie produkce a percepce orální komunikace s důrazem na orální praxii. in PEUTELSCHMIEDOVÁ, A., VITÁSKOVÁ, K. *Logopedie*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2005. ISBN 80-244-1088-5.

Types of Communication. [online]. 2011 [cit. 2014-03-18]. Dostupné z : <<http://www.buzzle.com/articles/types-of-communication.html>>.

Neverbální komunikace. [online]. [cit. 2014-03-19]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Neverb%C3%A1ln%C3%AD_komunikace.

Jak komunikují nevidomí?. [online]. [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://www.sons.cz/docs/komunikace/>.

Prezentace k přednáškám z předmětu MARKETING. [online]. [cit. 2014-05-10]. Dostupné z: <http://www.halek.info/www/prezentace/marketing-prednasky6/mprp6-print.php?projection&l=06>.

Rozšířená realita. [online]. [cit. 2014-04-16]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Roz%C5%A1%C3%AD%C5%99en%C3%A1_realita.

Výukový program kamera senzoru KINECT RGB a hloubka (DEPTH). [online]. [cit. 2014-05-09]. Dostupné z: <http://goodnameblog.blogspot.cz/>.

Speciálně pedagogické centrum pro děti a mládež s vadami řeči se zaměřením na augmentativní a alternativní komunikaci s.r.o. [online]. [cit. 2014-06-10]. Dostupné z: <http://www.alternativnikomunikace.cz/>.

HAMILTON, Karen, OLENEWA, Jorge. *Augmented Reality in Education.* 2010. [cit. 2014-06-10]. Dostupné z: <http://www.slideshare.net/kehamilt/augmented-reality-in-education>.

Mimika. [online]. [cit. 2014-06-16]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mimika>.

Gesture. [online]. [cit. 2014-06-10]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Gesture>.

Gesture Recognition. [online]. [cit. 2014-05-15]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Gesture_recognition.

Microsoft's Plan to Bring About the Era of Gesture Control. [online]. [cit. 2014-04-16]. Dostupné z: <http://www.technologyreview.com/news/429660/microsofts-plan-to-bring-about-the-era-of-gesture-control/>.

Time-of-flight camera. [online]. [cit. 2013-11-07]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Time-of-flight_camera.

HowStuffWorks?. What is the difference between CCD and CMOS image sensors in a digital camera? [online]. [cit. 2014-05-23]. Dostupné z: <http://electronics.howstuffworks.com/cameras-photography/digital/question362.htm>.

Princip tvorby obrazu pomocí Bayerovy masky. [online]. [cit. 2014-06-13]. Dostupné z: <http://www.digimanie.cz/formaty-pro-ukladani-fotografii-1dil-zaklady/1962/img/body-4.64D6.jpg>.

Umělé osvětlení vnitřního prostředí. [online]. [cit. 2014-06-08]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/1303-umele-osvetleni-vnitriho-prostredi>.

Lux (světlo). [online]. [cit. 2014-06-08]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Lux_%28sv%C4%9Btlo%29.

Umělé osvětlení. [online]. [cit. 2014-06-08]. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php/Um%C4%9B%C3%A9_osv%C4%9Btlen%C3%AD.

Umělé osvětlení z pohledu projektanta. [online]. [cit. 2014-06-08]. Dostupné z: <http://atelier-dek.cz/umele-osvetleni-z-pohledu-projektanta-203>.

Příčiny vzniku digitálního šumu a jak se s ním dá bojovat. [online]. [cit. 2014-05-28]. Dostupné z: <http://www.photopost.cz/pp5/clanek.php?id=21>.

Jak optimálně nastavit... citlivost ISO. [online]. [cit. 2014-05-29]. Dostupné z: <http://www.fotoradce.cz/jak-optimalne-nastavit-citlivost-iso-clanekid837>.

Snímková frekvence. [online]. [cit. 2014-04-04]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Sn%C3%ADmkov%C3%A1_frekvence.

Úvod do IR. [online]. [cit. 2014-05-29]. Dostupné z: <http://irstudio.cz/uvod-do-ir>.

Infračervené fotky a noční vidění. [online]. [cit. 2014-05-30]. Dostupné z: <http://danyk.cz/irfot.html>.

Snímače. [online]. [cit. 2014-02-08]. Dostupné z: http://www.urel.feec.vutbr.cz/web_documents/studium/predmety/MVVK/FRVSG/snimace.pdf.

3D technologická knihovna - principy 3D stereoskopických zobrazení. [online]. [cit. 2014-06-05]. Dostupné z: <http://cs.gali-3d.com/stereoskopie-3d/index.php>.

Mezi tichem a šumem - komprese zvuku. [online]. [cit. 2014-06-13]. Dostupné z: <http://>

www.tvfreak.cz/mezi-tichem-a-sumem-komprese-zvuku/2600-2.
Zvukové snímáče. [online]. [cit. 2014-06-13]. Dostupné z: <http://www.fi.muni.cz/lemma/referaty/03/xkrivak.pdf>.

Hluk ve vzduchotechnice (I) - Základní pojmy a praktické vztahy. [online]. [cit. 2014-05-13]. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/626-hluk-ve-vzduchotechnice-i-zakladni-pojmy-a-prakticke-vztahy>.

Směrové a frekvenční charakteristiky mikrofonů. [online]. [cit. 2014-06-13]. Dostupné z: <http://www.janzaudio.com/clanky/smerove-a-frekvencni-charakteristiky-mikrofonu.html>.

Audiovizuální rozpoznávání řeči. [online]. [cit. 2014-06-11]. Dostupné z: <http://www.kky.zcu.cz/cs/research-fields/audio-visual-speech-recognition>.

I4control. [online]. [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://www.i4control.cz/>.

Vzdělávání postižených dětí. [online]. [cit. 2014-05-11]. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php/Vzd%C4%9Bl%C3%A1v%C3%A1n%C3%AD_posti%C5%BEn%C3%BDch_d%C4%9Bt%C3%AD.

Sociální péče o osoby se zdravotním postižením (OZP). [online]. [cit. 2014-05-11]. Dostupné z: http://www.inovacejsouin.chrudim.cz/download.php?download_file=SocPece-Set3/0020.pptx.

Přehled jednotlivých postižení. [online]. [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: http://eamos.pf.jcu.cz/amos/kat_tv/externi/kat_tv_3646/prehled_jednotlivych_postizeni.ppt.

Kompenzační pomůcky. [online]. [cit. 2014-05-16]. Dostupné z: <http://handicap.zcu.cz/pomucky.php>.

EyeToy. [online]. [cit. 2013-11-23]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/EyeToy>.

Wii. [online]. [cit. 2013-11-23]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Wii>.

PlayStation Eye. [online]. [cit. 2013-11-23]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/PlayStation_Eye.

PlayStation Camera. [online]. [cit. 2014-06-06]. Dostupné z: http://www.ign.com/wikis/playstation-4/PlayStation_Camera.

PS4: Everything you need to know. [online]. [cit. 2014-06-06]. Dostupné z: <http://www.cnet.com/news/ps4-everything-you-need-to-know/>.

PlayStation Move. [online]. [cit. 2013-11-23]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Playstation_move.

Kinect. [online]. [cit. 2013-11-23]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Kinect>.

Joystiq. *Kinect for Windows' SDK coming this spring from Microsoft* [online]. [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <http://www.joystiq.com/2011/02/21/kinect-for-windows-sdk/>.

Joystiq. *Kinect: The company behind the tech explains how it works* [online]. [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <http://www.joystiq.com/2010/06/19/kinect-how-it-works-from-the-company-behind-the-tech/>.

Pomocí Kinectu bude Nova ovládat předpověď počasí. [online]. [cit. 2014-05-11]. Dostupné z: <http://www.zing.cz/novinky/21414/pomoci-kinectu-bude-nova-ovladat-predpoved-pocasi>.

Mashable. *Here's What Makes the Xbox Kinect Tick [PICS]* [online]. [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <http://mashable.com/2010/11/04/xbox-kinect-teardown/>.

Asus. *Search* [online]. [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <http://www.asus.com/Search/?SearchKey=xtion>.

PrimeSense. *Our Full 3d Sensing Solution* [online]. [cit. 2013-11-19]. Dostupné z: <http://www.primesense.com/solutions/technology/>.

Depth Sensors Comparison. [online]. [cit. 2013-11-19]. Dostupné z: http://wiki.ipisoft.com/ASUS_Xtion_vs_MS_Kinect_Comparison.

Monleap.fr. *Le kit de développement Leap Motion en photos* [online]. [cit. 2013-11-19]. Dostupné z: <http://monleap.fr/537-kit-developpement-leap-motion-photos/>.

Leap Motion. [online]. [cit. 2013-11-19]. Dostupné z: <https://www.leapmotion.com/pro>

duct.

- Zive.cz. *Leap Motion: 200× přesnější bezdotykové ovládání než Kinect [video]* [online]. [cit. 2013-11-19]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/bleskovky/leap-motion-200-presnejsi-bezdotykovove-ovladani-nez-kinect-video/sc-4-a-163775/default.aspx>.
- Bluetooth. [online]. [cit. 2013-11-17]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>.
- Jablíčkář.cz. *S náramkem MYO je možné ovládat zařízení pomocí svalů* [online]. [cit. 2013-11-19]. Dostupné z: <http://jablickar.cz/s-naramkem-myo-je-mozne-ovladat-zarizeni-pomoci-svalu/>.
- Živě.cz. *MYO: tohle je možná budoucnost ovládání gesty* [online]. [cit. 2013-11-19]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/myo-tohle-je-mozna-budoucnost-ovladani-gesty/sc-3-a-167757/default.aspx>.
- Thalmic Labs. *MYO – The Gesture Control Armband* [online]. [cit. 2013-11-19]. Dostupné z: <https://www.thalmic.com/myo/>.
- Waterloo's Thalmic Labs announces MYO, the motion tracking armband. [online]. [cit. 2013-11-19]. Dostupné z: http://business.financialpost.com/2013/02/25/waterloos-thalmic-labs-announces-myo-the-motion-tracking-armband/?__lsa=abbo-704b.
- Microsoft si v minulosti patentoval zajímavý ovladač. [online]. [cit. 2014-04-21]. Dostupné z: <http://www.zing.cz/novinky/11413/microsoft-si-v-minulosti-patentoval-zajimavy-ovladac>.
- Microsoft Digits Project. [online]. [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: <http://www.ajouva.com/microsoft-digits-project/>.
- Microsoft develops wrist-mounted Digits sensor. [online]. [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:SIV6lGNJ_foJ:eandt.theiet.org/news/2012/oct/microsoft-digits.cfm+&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz.
- Project Digits. [online]. [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Project_Digits.
- Wired.co.uk. *Microsoft demos Kinect-powered transparent 3D desktop* [online]. [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: <http://www.wired.co.uk/news/archive/2012-02/28/microsoft-see-through-3d-desktop>.
- Wired.com. *This Amazing 3-D Desktop Was Born at Microsoft* [online]. [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: <http://www.wired.com/business/2013/02/amazing-3d-desktop/>.
- Jinha Lee. *SpaceTop* [online]. [cit. 2013-12-21]. Dostupné z: <http://leejinha.com/SpaceTop>.
- Google Glass. [online]. [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Google_Glass.
- What's next for Google Glass? Replacing your glasses altogether. [online]. [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: <http://www.geek.com/mobile/whats-next-for-google-glass-replacing-your-glasses-altogether-1540873/>.
- Google Glass: what you need to know. [online]. [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: <http://www.techradar.com/news/video/google-glass-what-you-need-to-know-1078114>.
- První novinářský test Google Glass, v prodeji budou ke konci roku. [online]. [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/bleskovky/prvni-novinarsky-test-google-glass-v-prodeji-budou-ke-konci-roku/sc-4-a-167712/default.aspx>.
- Google Glass: první dojmy, videa i podrobné info. [online]. [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/google-glass-prvni-dojmy-idea-i-podrobne-info/sc-3-a-168534/default.aspx>.
- Glass. [online]. [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: <http://www.google.com/glass/start/what-it-does/>.
- Gear Glass, aneb Google Glass v podání Samsungu, již v září. [online]. [cit. 2014-05-11]. Dostupné z: <http://diit.cz/clanek/samsung-gear-glass-uvede-zari>.
- Project Glass is not enough. Google patents smart glove to make your Minority Report VR dreams come true. [online]. [cit. 2014-01-17]. Dostupné z: <http://www.unwiredview>.

- com/2012/08/21/project-glass-is-not-enough-google-patents-smart-glove-to-make-your-minority-report-vr-dreams-come-true/.
- Google Patents *Smart Glove Design*. [online]. [cit. 2013-09-23]. Dostupné z: <http://www.tomshardware.com/news/Google-Glass-Smart-Gloves-Minority-Report-Augmented-Reality-VR,17168.html>.
- Eye Motion Analysis*. [online]. [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.eyedeas.cz/cs/eye-motion-analysis/>.
- Handy - Rozpoznávání gest ruky*. [online]. [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.eyedeas.cz/cs/hand-gesture-recognition>.
- Rolling, Rolling, Rolling ...* [online]. [cit. 2013-11-23]. Dostupné z: <http://www.technology-review.com/hack/426981/rolling-rolling-rolling/>.
- Sphero: i koule může být inteligentní*. [online]. [cit. 2013-12-20]. Dostupné z: <http://www.letemsvetemapple.com/2013/03/05/sphero-i-koule-muze-byt-inteligentni/>.
- Sphero*. [online]. [cit. 2013-12-20]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Sphero>.
- Tobii eye-tracking development kit makes for an eye-pleasing demonstration*. [online]. [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: <http://www.digitaltrends.com/computing/tobii-eye-tracking-development-kit-makes-for-an-eye-pleasing-demonstration/>.
- Mind-Blowing Tobii Rex Controls Laptop with Your Eyes*. [online]. [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: <http://blog.laptopmag.com/mind-blowing-tobii-rex-controls-laptop-with-your-eyes>.
- Tobii Gaze: ovládání počítače očima funguje. [CES]* [online]. [cit. 2013-05-17]. Dostupné z: <http://www.zive.cz/clanky/tobii-gaze-ovladani-pocitace-ocima-funguje-ces/sc-3-a-167110/default.aspx>.
- Tobii IS20 and Tobii IS30*. [online]. [cit. 2013-12-17]. Dostupné z: <http://www.tobii.com/en/gaze-interaction/global/solutions/devices-components/tobii-is20-tobii-is30/>.
- Mobile eye tracking - Tobii Glasses 2*. [online]. [cit. 2014-05-11]. Dostupné z: <http://www.tobii.com/en/eye-tracking-research/global/products/hardware/tobii-glasses-eye-tracker/>.
- The EyeTribe*. [online]. [cit. 2014-06-14]. Dostupné z: <https://theeyetribe.com/>.
- Science Fiction Inspires Lowe's Holoroom*. [online]. [cit. 2014-06-14]. Dostupné z: <http://www.lowesinnovationlabs.com/media/2014/6/11/science-fiction-inspires-lowes-holoroom-and-home-improvement-innovation>.
- Lowe's channels science fiction in new holoroom*. [online]. [cit. 2014-06-14]. Dostupné z: <http://money.cnn.com/2014/06/12/technology/innovation/lowes-holoroom/>.
- Automatizace a kybernetika*. [online]. [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <http://moodle.it.pedf.cuni.cz/course/view.php?id=663>.
- AUTISMUS.CZ. *Portál o poruchách autistického spektra*. [online]. [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <http://www.autismus.cz/>.
- SPC pro děti s vadami řeči*. [online]. [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <http://www.alternativnikomunikace.cz/>.
- HEALING THRESHOLDS. *Factsheet for autism therapy: picture exchange communication system (PECS): Connecting community and science to Heal Autism* [online]. [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <http://autism.healingthresholds.com/therapy/picture-exchange-communication-system-pecs>.
- PRŮCHOVÁ, Petra. *Výměnný obrázkový komunikační systém jako metoda alternativní komunikace u klientů s poruchou autistického spektra*. Brno: Masarykova univerzita, 2007. [online]. [cit. 2014-01-15]. Dostupné z www: http://is.muni.cz/th/136158/pedf_b/Bakalarka_-_VOKS.pdf.
- Rozšířená realita*. [online]. [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Roz%C5%A1%C3%AD%C5%99en%C3%A1_realita.
- Rozšířená realita: od mobilního telefonu k chytrým brýlím*. [online]. [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <http://www.root.cz/clanky/rozsirena-realita-od-mobilniho-telefonu-k-chyt>

- rym-brylim/.
- Robots built to help autistic children*. [online]. [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <http://www.latimes.com/health/la-he-autism-robots-20111017-story.html>.
- ALDEBARAN ROBOTICS. *The ASK NAO initiative: Connect, Collect, Commit, Change the world* [online]. [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <http://www.aldebaran-robotics.com/en/Solutions/For-Autism/The-Ask-NAO-initiative.html>.
- Nao – programmable humanoid robot*. [online]. [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <http://robotics.youngster.com/2010/06/nao-programmable-humanoid-robot.html>.
- Nao (robot)*. [online]. [cit. 2014-01-15] Dostupné z: [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Nao_\(robot\)&oldid=553149355](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Nao_(robot)&oldid=553149355).
- FALCONER, Jason. *Nao Robot Goes to School to Help Kids With Autism* [online]. [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <http://spectrum.ieee.org/automaton/robotics/humanoids/aldebaran-robotics-nao-robot-autism-solution-for-kids>.
- JAVŮREK, Karel. *Robot NAO a výzkum s pokročilou hračkou* [online]. [cit. 2014-01-15]. Dostupné z: <http://vtm.e15.cz/robot-nao-a-vyzkum-s-pokrocilou-hrackou>.
- Digital Summit: First Emotion-Reading Apps for Kids with Autism. *MIT Technology Review*. [online]. [cit. 2014-06-18]. Dostupné z: <http://www.technologyreview.com/news/528191/digital-summit-first-emotion-reading-apps-for-kids-with-autism/>.