

Mladá veda

Young Science

Špeciálne vydanie

Mladá veda

Young Science

MEDZINÁRODNÝ VEDECKÝ ČASOPIS MLADÁ VEDA / YOUNG SCIENCE

Číslo 10, ročník 5., vydané v decembri 2017

ISSN 1339-3189

Kontakt: info@mladaveda.sk, tel.: +421 908 546 716, www.mladaveda.sk

Fotografia na obálke: Študenti Fakulty manažmentu v Prešove. © Branislav A. Švorc, foto.branisko.at

REDAKČNÁ RADA

doc. Ing. Peter Adamišin, PhD. (Katedra environmentálneho manažmentu, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Dr. Pavel Chromý, PhD. (Katedra sociálnej geografie a regionálneho rozvoje, Univerzita Karlova, Praha)

prof. Dr. Paul Robert Magocsi (Chair of Ukrainian Studies, University of Toronto; Royal Society of Canada)

Ing. Lucia Mikušová, PhD. (Ústav biochémie, výživy a ochrany zdravia, Slovenská technická univerzita, Bratislava)

doc. Ing. Peter Skok, CSc. (Ekomos s. r. o., Prešov)

prof. Ing. Róbert Štefko, Ph.D. (Katedra marketingu a medzinárodného obchodu, Prešovská univerzita, Prešov)

prof. PhDr. Peter Švorc, CSc., predseda (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

doc. Ing. Petr Tománek, CSc. (Katedra veřejné ekonomiky, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Ostrava)

REDAKCIA

PhDr. Magdaléna Keresztesová, PhD. (Fakulta stredoeurópskych štúdií UKF, Nitra)

Mgr. Martin Hajduk (Inštitút histórie, Prešovská univerzita, Prešov)

RNDr. Richard Nikischer, Ph.D. (Ministerstvo pro místní rozvoj ČR, Praha)

Mgr. Branislav A. Švorc, PhD., šéfredaktor (Vydavateľstvo UNIVERSUM, Prešov)

PhDr. Veronika Trstianska, PhD. (Ústav stredoeurópskych jazykov a kultúr FSŠ UKF, Nitra)

Mgr. Veronika Zuskáčová (Geografický ústav, Masarykova univerzita, Brno)

VYDAVATEĽ

Vydavateľstvo UNIVERSUM, spol. s r. o.

www.universum-eu.sk

Javorinská 26, 080 01 Prešov

Slovenská republika

© Mladá veda / Young Science. Akékoľvek šírenie a rozmnožovanie textu, fotografií, údajov a iných informácií je možné len s písomným povolením redakcie.

EXPERIMENTÁLNÍ TECHNOLOGIE PRO TĚLESNĚ POSTIŽENÉ

EXPERIMENTAL TECHNOLOGIES FOR DISABLED PEOPLE

Lukáš Kopřiva

Autor působí jako student na konstrukcích staveb Vysoké školy technické a ekonomické v Českých Budějovicích. Ve své rešerši se věnuje technologiím, které jsou v raných stádiích vývoje a mají usnadňovat život hendikepovaným lidem.

The author is a student of construction engineering at Technical and economical university in České Budějovice. In his research, he is concerning the technologies which are in prototypal stages and are meant to be used to make lives of disabled people easier.

Abstract

There are people around the world, who have their lives impaired by a medical condition. This article is themed to people with basic sense impairment and their potential technological saviours. The article deals mostly with persons with visual impairment and persons without arms. The article is a research of several articles.

Key words: Disabled people, helping technology, bionic arm, TDU, finger reader

Abstrakt

Na světě jsou lidé, kteří mají svůj život ztížený o zdravotní vadu. V tomto článku se pojednává o osobách s postižením základních smyslů a jejich potenciálních pomocných technologiích. V článku je zaměření zejména na zrakově postižené a na osoby, kterým chybí horní končetiny. Článek je rešerší několika různých zdrojů.

Klíčová slova: Hendikepovaní lidé, tělesně postižení, pomocná technologie, umělá bionická paže, Jazykový displej, prstová čtečka

Úvod

Na termín „zdraví“ si mnohý vzpomene, až když onemocní. Je běžné, že člověk vnímá své okolí a pohybuje se v něm pomocí smyslů – ze základních pěti jsou to zrak, sluch, hmat, čich, chuť. V tomto pořadí jsou smysly seřazeny podle důležitosti a důrazu na to, jak moc který z nich lidské bytosti využívají – zrak 90%, sluch 20%, čich 5%, hmat 4%, chuť 1% (Mazuryk, 1996).

Zrakové vjemy jsou nejvlivnějším smyslem, což je zcela logické. Pokud jste jako děti někdy zkoušeli na chvíli zavřít oči a někam se přepravit, budete souhlasit s tím, že to byl náročný, ba téměř nemožný úkol. Na principu odepření zraku funguje i oblíbená dětská hra na „Slepou bábu“, kde se využívá zbylých smyslů, hlavně tedy sluchu a hmatu k nalezení spoluhráčů,

zatímco má „Slepá bába“ zavázané oči šátkem. Pokud člověk ve skutečnosti přijde o zrak, je to pro něj velmi vážné jak fyzicky, tak psychicky a v takových situacích se musí naučit posílit ostatní smysly, aby chybějící smysl nahradily.

Sluch je po zraku nejužívanějším smyslem. Kdo by si rád neposlechl svou oblíbenou kapelu nebo nepodiskutoval se svými kamarády / kolegy? Nebo kdo by, více než cokoliv, nechtěl slyšet výrazné akustické signály, které nás upozorňují na nebezpečí a mohou nám zachránit život, ať už se jedná o klakson blížící se lokomotivy, varovné houkání požární sirény, nebo rázové zvuky výbušnin a střelných zbraní? Přijít o sluch není limitující do stejné míry, jako přijít o zrak, nicméně je to rovněž velmi nepříjemné.

Přesto, že je čich až osmnáctkrát „méně významný“, než zrak, i ten nám byl přírodou dán, aby byl člověk schopen přežít. Po evolučním vývoji člověka již čich neslouží k vyhledávání potravy, nýbrž k určení nebezpečí chemického rázu. Díky čichu poznáme, že uniká plyn a opustíme prostory, že jsme na plotně zapomněli vajíčka, která se začnou pálit, nebo podle štiplavého zápachu rozhodně nechutnáme to, co je v té laboratorní nádobě. Čich je úzce provázán s chutí, která sama o sobě není bezprostředním smyslem, bez kterého by se člověk neobešel, vyjma extrémních případů, kdy by nevěděl, jestli je strava chutná, čili požitelná.

Hmat, navzdory procentuálnímu umístění pod čichem, by se dal zařadit i před něj spolu s nepsaným smyslem „pohybu“. Pohyb a hmat jsou také spjaté – je třeba se hýbat, pokud máme na něco sáhnout. Bolestivý impulz nás potom přinutí pohnout se směrem od místa, kde jsme bolest pocítili.

Ne každý člověk je ovšem obdařen těmito funkcemi, které považují zdraví lidé za samozřejmost. Denně se po celém světě dějí nehody, při kterých lidé přijdou ke zdravotní újmě. Dopravní nehody a pády jsou příčinou zejména zranění pohybového ústrojí, o sluchové a zrakové ústrojí lze lehce přijít na pracovišti, kdy neopatrnému brusiči jiskry vlétnou do nechráněných očí, dělník stojící pravidelně příliš blízko zdrojům velkého hluku dává zabrat ušním bubínkům, atd. Se zdravotní poruchou se může člověk již narodit, a říká se, že je (nyní velký důraz na uvozovky) „lepší“ se slepým narodit, než přijít o zrak během života, což je v jisté míře pravda a minimálně to nevidomý lépe nese z psychické stránky, jelikož je již od mala učen nahrazovat své oči jinými orgány. A v neposlední řadě může být člověku lékařsky odebrán jistý smysl za účelem dosažení celkově lepšího výsledku – například v případě zhoubného nádoru v končetině může být končetina v extrému amputována, aby se zabránilo rozšíření nemoci do zbytku těla. Vědci po celém světě se naží těmito nešťastníkům pomáhat a tak vznikají a vyvíjejí se nové technologie, které usnadňují životy postižených lidí. Nejen starší lidé, pro které je vyvíjena tzv. Okolní inteligence pro životní asistenci (volně přeloženo z angl. *Ambience Intelligence for Assisted Living*) se spoléhají na jakési tři stěžejní body žití. Těmi jsou Bezprostřední asistence (zjištění, předpověď, prevence, asistence), Autonomní fungování (medikace, jedení, pití, vaření, oblékání, nakupování) a Pohodlí (nalézání věcí, správa domu, sociální fungování, bezpečnost) (Kleinberger, 2007). Na tyto body je třeba myslet i při vyvíjení technologií pro postižené.

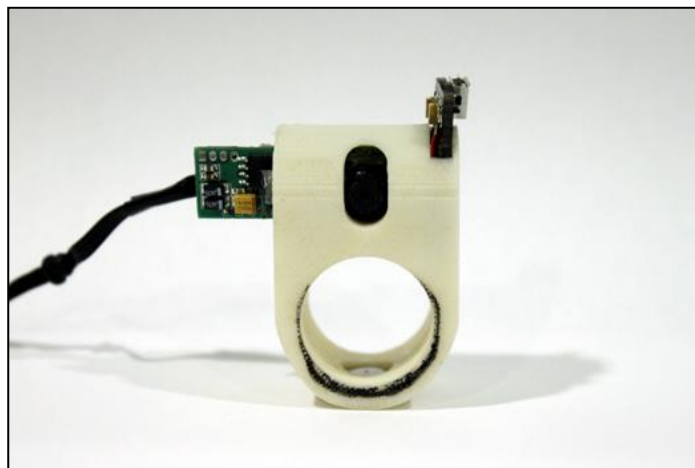
Technologie pro nevidomé

Nevidomí nebo zrakově postižení lidé mají různá stadia své nemoci. Od poruch, jakými jsou barvoslepost, šeroslepost nebo prosté rozdíly dioptrií na očích, až bohužel po absolutní

slepotu. Takoví lidé jsou pak odkázáni na mobilizaci zbývajících smyslů, které je nahradí. Zde jsou ty nejzajímavější technologické nástroje, pomocí kterých se slepí orientují ve svém okolí.

Nejvýznamnějším projektem v tomto odvětví bude patrně VIAS, zkratka pro visually impaired assistive system (přeloženo jako asistenční systém pro zrakově postižené). Pohyb v neznámém prostředí je pro nevidomé velmi obtížný. Po mnoho let se používá typická bílá hůl, čistě mechanický nástroj, díky kterému slepci detekují terén bezprostředně před sebou, zjistí nepravidelné povrchy, díry a schody pomocí prosté silové odezvy. Vizualně znevýhodnění lidé byli vždy mimo hledáčky velkých podniků a účinné technologické prostředky nebyly vyvinuty. VIAS si dává za cíl být uživatelsky nenáročným systémem pro nevidomé, který jim bude pomáhat v orientaci a navigaci v jejich domovech a poskytne doplňující funkce, jako např. rozpoznávání objektů, záznamy od ostatních uživatelů a tlačítko pro zavolání pomoci v případě nouze (Varpe, 2013). Pokud ještě přidáme jednu zkratku, pak řekneme, že VIAS pracuje na principu RFID (bezdrátová radiofrekvenční identifikace). RFID je v krátkosti vyslání signálu z emitoru, který vyše signál směrem k předem umístěnému bodu, ve kterém je mikročip. Mikročip reaguje na signál svou pamětí a vyše reakční signál zpět do emitoru/přijímače. Pak jde o vlastní propojení s kontrolorem RFID (zabudovaným ve slepecké holi). RFID tedy bezdrátově vyše signál do počítače, který následně zaše slovy řečenou informaci uživateli. (Varpe, 2013).

Pokud si nevidomý člověk chce něco přečíst, většinou mu nezbyde nic jiného, než znát Braillovo písmo. V devadesátých letech minulého století bylo možné pořídit např. novinové články namluvené na kazetách, nebylo jich však tolik, aby pokryly veškeré novinové zprávy (Hjelmquist, 1990). Nyní je ale ve vývoji prototyp přístroje, který lze přeložit jako Prstová čtečka (v orig. finger reader). Toto zařízení lze nasadit na libovolný prst (v základu na ukazováček), a je skvělou pomůckou pro zrakově postižené lidi při čtení tištěného textu. Návrh tohoto zařízení je následovníkem tzv. EyeRingu, ovšem s novějším hardwarem i softwarem, což umožňuje přesnější odezvu, video zpracovávající algoritmy a jiný typ výstupu. To, že je zařízení navrženo na prst pomáhá zaostření kamery ve fixní vzdálenosti a využívá dotykového smyslu během skenování povrchu. Navíc tento přístroj nemá příliš mnoho ovládacích prvků, aby byl co nejvhodnější pro většinu uživatelů. Algoritmus čtení textu pracuje s přiblíženým tištěným textem. Zachycený obraz je převeden do binární číselné soustavy (jedničky a nuly) a jsou rozpoznány kontury. Když uživatel jede prstem po řádce, probíhá proces analýzy písmen, mezer a interpunkce. V případě, že již text nepokračuje, přístroj dá vědět uživateli, že dosáhl konce řádky.



Obr. 1 – Prstová čtečka

Zdroj: <https://www.wicab.com/?lightbox=dataItem-ibl7w90h>

Software zařízení pracuje na Windows i na Mac operačních systémech a je k dispozici ke stažení. Rychlost zpracování dat a odezvy je okolo 20 ms, což je dostačující pro použití. Experimentálního testu se účastnily čtyři nevidomé osoby. Během testu použili čtečku, která jim dala najevo, že jedou prstem po řádce křivě pomocí vibrací – čím více prst vybočoval mimo řádku, tím více čtečka vibrovala, a navíc ve směru, ve kterém se odchylovali (Shilkrot, 2014).

Orgánem, který by člověk ani nehádal, že může slepcům pomoci orientovat se v prostředí, je jazyk. Správně - orgán, který má každý člověk od narození v ústech. Není to sice přímo chuťový smysl, který zde hraje roli, ale hmatový vjem, který dostane nevidomý do jazyku. A přístroj, který to umožňuje je tzv. Jazykový displej (angl. Tongue display unit, TDU). Tento přístroj je vyvíjen od roku 1999 a mimo pomoci nevidomým lidem slouží i v jiných odvětvích, jakým je třeba neurorehabilitace. Proč právě jazyk? Jazyk je svalem, který je vedle prstů a rtů velmi citlivý na mechanické podněty, a to jej činí vhodnou částí těla pro TDU. Je citlivý nejen na tlakové změny, ale i na prostorovou ostrost. Vnímání jazykem dokonce v mozku konkuruje rukám, co se hmatového smyslu týče. Dalším plusem je elektrická stabilita – protože je jazyk bezpečně uzavřen v ústní dutině a je trvale zvlhčován, má konzistentní elektrické vlastnosti, než povrch kůže, např. stále stejný odpor (u kůže se s rostoucím proudem odpor znatelně snižuje).



Obr. 2 Jazykový display (TDU)

Zdroj: <http://globalhop.indiaartndesign.com/2014/07/finger-reader.html#gsc.tab=0>

TDU pracuje s plasticitou lidského mozku a přeučuje dotykový smysl na zrakový (Kaczmarek, 2011). Od narození a od přírody máme určeny oči zprostředkující nám zrak. Jde jen o to naučit jiný orgán „vidět“. V živočišné říši můžeme uvést netopýry, kteří se orientují na ultrazvukových odrazech, které jim pomáhají „vidět“ překážky. Chřestýši mají na druhou stranu infračervené vidění, to znamená, že jejich vnímání rozdílů tepla je jejich zrak. Mimo to všichni hadi „čichají“ svým jazykem. Princip TDU spočívá v sejmutí obrazu videokamerou, zaslání snímku do počítače a opětovné zaslání do TDU a následně uživateli do jazyka. Na základě toho, kam podnět přijde, může slepý vidět odstíny světla, číst text knihy, identifikovat předměty a vyhýbat se jim během chůze, a zkoordinovat reflexy rukou s „očima“ (chycení hozeného míčku). Roku 2001 byl proveden experiment s TDU. Experimentu se účastnilo šest vidomých osob se zavázanýma očima a šest naprosto nevidomých osob. Všichni si zkoušeli TDU poprvé v životě. Sezení experimentu trvala 80 minut pro každého, skládala se z nahodilých promítnutí tvaru písmene „E“ (jako u očního lékaře), které se vyskytovaly v šesti velikostech a mohly být natočeny do jednoho ze čtyř směrů. Účastníci skenovali „E“ pomocí kamery 120 vteřin (řádné výsledky se dostavovaly už po 60). Kamera byla umístěna na podstavci ve fixní vzdálenosti 40 cm od cíle. Čím větší bylo „E“, tím méně se z něj zobrazovalo na jazyku, což vedlo ke procentuálnímu snížení úspěšnosti uhádnutí tvaru. Bez tréninku dosáhly obě skupiny srovnatelných výsledků, kde nevidomí si vedli lépe s menšími velikostmi tvaru. Tento experiment, provedený velmi raně, ukázal, že při vhodném nastavení (zejména vzdálenosti) je pomocí TDU možné nahradit do jisté míry zrak. (Sampaio, 2001)

Technologie pro osoby s postiženými končetinami

Jen velmi těžko budeme posuzovat, zda je horší přijít o horní či dolní pohybové ústrojí. Postižení lidé, kteří přišli o dolní končetin(u)y jsou odkázáni na pomůcky a technologie, které jsou však již běžné – např. elektrické invalidní vozíky, případně protézy nohou. Jejich primární problém, kterým je transport je řešen relativně snadně. Oproti tomu lidé, kterým chybí horní končetiny, nemohou provádět řadu úkonů, protože na rozdíl od nohou, ruce mají násobně více využití. Člověk rukama koná veškerou práci. Nohu lze nahradit plastovou protézou s klouby a postižený si na ní zvykne. Pro bezrukého je ovšem schůdnější najít jako řešení technologii. V rukou nepotřebujeme jen hybnost. Potřebujeme i impulzy, pomocí nichž reagujeme na situaci. Potřebujeme jemnou motoriku, protistojný palec, který pomáhá uchopit předměty. V rukou je třeba většího citu, než v nohou. A proto existuje a je neustále vyvíjena bionická protetická paže. Přední návrh na výzkum této technologie vznikl ve vojenství, kde téměř 14% veteránů se zraněním přichází o ruku/paži. Mnozí vědci (např. Douglas T. Hutchinson) tvrdí, že se stávajícím vývojem se během 50 let povede vytvořit dokonalou umělou ruku, která funkcí předčí originální lidskou. Typ, který je stále používán, je tzv. myoelektrická protéza. Tento typ pracuje se zbytkovými impulzy, které dávají svaly do míst, kde nyní ruka chybí. Nevýhody jsou nicméně značné – impulzy přichází od nevhodných svalů (biceps a triceps), protézy jsou těžké a mají tendenci se zahřívat. Mnoho lidí, kteří tuto protézu vyzkoušeli, dali přednost primitivnějšímu, ale pro jejich život praktičtějšímu nástroji – jednoduše ovládanému háku (Hutchinson, 2014). Z hlediska technologického vývoje lze hovořit přinejmenším o stagnaci, ne-li přímo o regresi.

Aby se tomuto předešlo, je koncept umělé paže neustále vyvíjen a zdokonalován. Jak je zmíněno výše, lidská ruka je charakteristická svými cílenými pohyby jemné motoriky. Proto je třeba brát v úvahu typy úchopů, které může člověk vykonat, záleží na typu činnosti/práce. Aby ruka předmět uchopila a manipulovala s ním, tvarově se přizpůsobí – *přetvaruje*. Můžeme uvést šest základních typů úchopu: Dlaňový – dlaň je otevřena, můžeme na ní nést plošné předměty; Silový – dlaň objímá předmět kolem dokola např. tenisový míček; Oblý úchop – otočení prstů okolo silného předmětu např. tyče; Hákový úchop – obdoba předchozího, ale prsty jsou blíže k dlani, až se jí dotýkají např. držení tenisové rakety; Precizní úchop – použití jen několika prstů např. nabrání špetky soli; Štípací sevření – úchop malého předmětu mezi palec a ukazovák např. uchopení odemykacího klíče. Hned, jak protetická ruka rozezná plánovaný typ úchopu, pohne prsty ve správném směru. Rozpoznání tvaru je prvním krokem, dokončení úchopu je zakončeno silovou odezvou v prstech. Nové experimenty prokázaly, že hákový a oblý úchop protetická ruka rozeznává s největší přesností (až 94%), nejméně přesné jsou pak precizní úchopy (66%). Navrhovaná stavba bionické paže (a ruky) je „součástkami“ stejná jako organická – tři články prstů (kromě palce), zakončené motorickou jednotkou, které jsou propojeny řídicí jednotkou v dlani. V každém kloubu je sensor, který detekuje vzdálenost a polohu vzhledem k ostatním prstům. V prvním článku jsou umístěny jak dotykové, tak silové senzory pro interakci s prostředím. (Kakoty, 2009)

Aktuálně je v České republice taková umělá protéza testována. Možnost vyzkoušet si jí dostala sedmnáctiletá Kamila Šabršulová, která už od narození nemá pravou paži a doteď byla odkázána pouze na kosmetické protézy. Bohužel tuto umělou ruku nevlastní, protože pojišťovny proplácejí takovou pomůcku pouze lidem, kteří nemají ani jednu horní končetinu, případně jednu mají, ale funkčně poškozenou. A její cena se údajně pohybuje okolo 1,2 miliónu korun.

Závěr

V tomto článku jsme se dozvěděli více o (potenciálních) technologiích pro zdravotně postižené občany. Zejména na ty, kteří byli připraveni o zrak a o možnost pohybu a manipulace předměty. Je správné, že věda a technika jdou ruku v ruce, aby těmto lidem poskytli životní oporu. Je třeba mít na paměti, že čas hraje v jejich vývoji podstatnou roli, a tak i přesto, že jsou jmenované technologie byt i sebevíc komplikované a mnoho lidí je nebude užívat ihned a masově, jsou zde podniknuty kroky správným směrem.

*Tento článok odporúča na publikovanie vo vedeckom časopise Mladá veda:
doc. Ing. Ján Kmec, CSc.*

Použitá literatura:

1. Kleinberger, T., Becker, M., Ras, E., Holzinger, A., & Müller, P. (2007, July). Ambient intelligence in assisted living: enable elderly people to handle future interfaces. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction* (pp. 103-112). Springer, Berlin, Heidelberg.

2. Shilkrot, R., Huber, J., Liu, C., Maes, P., & Nanayakkara, S. C. (2014, April). FingerReader: a wearable device to support text reading on the go. In *CHI'14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2359-2364). ACM.
3. Hutchinson, D. T. (2014). The quest for the bionic arm. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 22(6), 346-351.
4. Varpe, K., & Wankhade, M. P. (2013). Survey of visually impaired assistive system. *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 2(11).
5. Hjelmquist, E., Jansson, B., & Torell, G. (1990). Computer-oriented technology for blind readers. *Journal of Visual Impairment & Blindness*.
6. Mazuryk, T., & Gervautz, M. (1996). Virtual reality-history, applications, technology and future.
7. Kaczmarek, K. A. (2011). The tongue display unit (TDU) for electrotactile spatiotemporal pattern presentation. *Scientia Iranica*, 18(6), 1476-1485.
8. Sampaio, E., Maris, S., & Bach-y-Rita, P. (2001). Brain plasticity: 'visual' acuity of blind persons via the tongue. *Brain research*, 908(2), 204-207.
9. Varpe, K. M., & Wankhade, M. P. (2013). Visually impaired assistive system. *International Journal of Computer Applications*, 77(16).
10. Kakoty, N. M., & Hazarika, S. M. (2009, July). Bio-Signals Controlled Prosthetic Hand. In *National Conference on Design and Manufacturing Issues in Automotive and Allied Industries, IPRoMM*.