

„VEN ZE TMY“ – VÝVOJ ELEKTRONICKÉ ORIENTAČNÍ POMŮCKY PRO NEVIDOMÉ

JUDr. Přemysl DONÁT, Martin BRDÍČKO, Ing. Vojtěch VONÁSEK

Integrace o.s., Slavíkova 23, Praha 2,

Katedra kybernetiky, FEL ČVUT v Praze, Technická 2, Praha 6

Cílem projektu „Ven ze tmy“ [9] je vývoj elektronické orientační pomůcky (EOP) pro nevidomé dovedený až do stadia otestovaného prototypu připraveného pro sériovou výrobu. Pomůcka umožní nevidomým samostatný a bezpečný pohyb v neznámém prostředí. Její funkce spočívá v prozkoumání prostoru bezprostředně se nacházejícím před uživatelem a informace o zjištěných překážkách je pak zpracována mikro počítačem a předána uživateli, který se tak může potenciálně nebezpečné překážky vyhnout. Unikátnost pomůcky spočívá především v přijatém technickém řešení a vzájemném propojení špičkových technologií, které v oblasti kompenzačních pomůcek dosud nebyly použity. Na projektu úzce spolupracují přední výzkumná pracoviště – mj. Katedra kybernetiky FEL ČVUT a Laboratoř funkčních materiálů FZÚ AV ČR. První etapa projektu – rešerše, analýzy, studie a výběr optimálního technického řešení snímání a detekce překážek – byla dokončena v roce 2009. V současnosti probíhá druhá etapa projektu – vývoj, výroba a testování funkčního vzorku pomůcky.

1. Úvod

Obecně je největším handicapem těžce zrakově postižených osob jejich závislost na osobách, které zrakově postižené nejsou. I když to tak na první pohled nemusí vypadat, tato závislost se promítá prakticky do všech jejich běžných činností. Jednou z takových, která je omezuje prakticky každodenně, je neschopnost bezpečného a samostatného pohybu v neznámém prostředí. Tento problém je u jedinců, kteří nemají možnost využít "průvodcovských služeb" někoho blízkého (většinou člena rodiny), naprosto zásadní a v krajním případě vede až k celkové sociální izolaci.

Z tohoto důvodu již bylo po celém světě vyvinuto poměrně velké množství EOP [8], které měly tento handicap zmírnit. Pro detekci překážek povětšinou využívaly ultrazvuk nebo laser a informaci o překážkách předávaly v drtivé většině případů hlasovým výstupem. I když se mnohé z nich dostaly až do sériové výroby, žádná se nedočkala masového rozšíření. Důvodem dosavadního neúspěchu těchto pomůcek bylo především to, že informace o překážkách, které tyto pomůcky uživatelům poskytovaly, byly nedostatečné a nepřesné a zároveň byly naprosto nevhodnou formou (hlasem, zvuky) předávány nevidomému. Paradoxně tak i po půlstoletí nepřetržitého vývoje zůstává nejrozšířenější a nejspolehlivější orientační pomůckou nevidomého slepecká hůl...

Pokud má tedy vývoj nové pomůcky přinést nevidomým nějaký užitek, je třeba opustit zavedená schémata konstrukce EOP a vydat se naprosto jinou, dosud neprobádanou cestou. Na základě mnoha konzultací, rešerší, analýz a zpracovaných studií jsme dospěli k závěru, že překážky budeme detekovat stereo-kamerovým systémem a informaci o nich dostane uživatel přímo na tělo pomocí unikátního hmatového displeje.

2. Popis funkce

Nevidomý bude mít na hrudi připevněný senzor, který snímá prostor před uživatelem a zároveň z něho dokáže vytvořit tzv. hloubkovou mapu předmětů/překážek. Tato data, která budou obsahovat i přesnou informaci o vzdálenosti překážek, jejich velikosti a tvaru, pak odešle do minipočítače. Ten přijatá data vyhodnotí, a to především v tom smyslu, že z nich použije pouze informace o překážkách, které se nacházejí ve směru pohybu nevidomého a jejich bezprostřední vzdálenosti (do cca 3m) v ploše o přibližné velikosti rámu dveří, což je plocha nutná pro bezpečný průchod nevidomého. Překážky ve větší vzdálenosti nebo mimo trasu pohybu uživatele budou ignorovány, aby nedošlo k „zahlcení“ uživatele v tu chvíli nepodstatnými informacemi. Takto vytřížené informace minipočítač předá taktilnímu displeji, který je v rozlišení 3(sloupce) x 7(řádků), tj. 21 bodů, schematicky přenese hmatem (vibracemi a tlakem, příp. kombinací obojího) přímo na tělo uživatele. Ten pak bude schopen velmi rychle odhadnout polohu, tvar a velikost překážky a na tuto informaci zareagovat a překážce se vyhnout.

3. Technické parametry

Pomůcku tvoří tři hlavní části: senzor pro detekci překážek, hmatový displej a počítač. Vzdálenost k překážkám je měřena dálkoměrným senzorem umístěným na hrudi. Sensorická data jsou zpracována v PC umístěném v přídatném batůžku a převedena na signály pro hmatový displej.

3.1 Senzory pro detekci překážek

Základním prvkem pomůcky je senzor pro detekci překážek. Aby bylo možné rozlišit blízké – a tudíž potenciálně nebezpečné – překážky od vzdálených objektů, je nutné kromě detekce překážek provádět i měření jejich vzdáleností od uživatele.

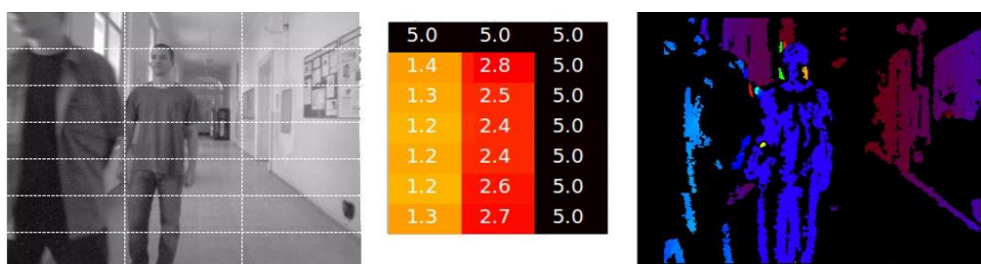
V současné době existuje velké množství senzorů pro měření vzdáleností. Při výběru vhodného senzoru do pomůcky pro nevidomé jsme limitováni především vahou, velikostí, spotřebou a odolností vůči vnějším vlivům. Vhodnými kandidáty jsou ultrazvukové dálkoměry, laserové dálkoměry, 3D TOF (Time of flight) kamery [3] a stereo-kamery. Pro pomůcku jsou nejvhodnějšími senzory 3D kamery a stereo-kamery. Oproti ultrazvukovým a laserovým dálkoměrům měří vzdálenost najednou ke všem překážkám před uživatelem. Také přesnost a charakter získaných dat jsou pro použití v pomůcce pro nevidomé vhodnější.

3.2 Detekce překážek stereo-kamerou

Objekty jsou snímány dvěma nezávislými kamerami umístěnými paralelně vedle sebe. K bodům, které jsou vidět oběma kamerami, lze na základě znalosti vzájemné polohy snímacích čipů kamer určit vzdálenost. Určení těchto bodů (tzv. disparitní mapa) je výpočetně náročné. Existují však stereo-kamery se speciálním HW pro rychlý výpočet disparitní mapy. Jednou z těchto kamer je např. stereo-kamera STOC [4], která je použita v popisované pomůcce. Stereo-kamera STOC-6 obsahuje dva CMOS čipy vzájemně vzdálené šest centimetrů, každý o rozlišení 640x480 pixelů. Při vhodně zvolené ohniskové vzdálenosti objektivu lze snímat překážky v oblasti 2m x 1,7m ve vzdálenosti 2 m před uživatelem. Rychlost snímání scény je až 30 FPS při spotřebě 0,25W. Nevýhodou stereo-kamer je jejich závislost na vnějším osvětlení, přesto bylo provedeno několik studií použití stereo-kamer pro navigaci nevidomých [1], [5], [7].

Z disparitní mapy lze na základě znalosti kalibračních parametrů kamery určit vzdálenosti k jednotlivým bodům. Vzhledem k přítomnosti šumu v obraze, částečnému zákrytu některých bodů nebo nedostatečnému osvětlení nelze určit vzdálenost ke všem bodům, které kamery vidí. V kancelářském prostředí je typicky určena vzdálenost k sto tisícům bodů, ve venkovním prostředí je to až 150 tisíc. Vzniklý mrak 3D bodů je filtrován a body jsou shlukovány. Vzdálenost shluků je zanesena do výstupní vzdálenostní matice 3x7. Na jejím základě je aktivován hmatový displej. Příklady disparitní mapy a odpovídající předávané informace jsou znázorněny na obr. 1 a 2.

Stereo-kamery poskytují kromě informace o vzdálenostech bodů i klasický barevný obrázek. Ten je možné dále použít např. k detekci dveří v dopravních prostředcích nebo čtení cen na výrobcích v obchodech. Tím vzniká prostor pro další rozšíření pomůcky.



Obr. 1: Příklad detekce dvou různě vzdálených objektů. Disparitní mapa scény na levém obrázku je znázorněna vpravo. Prostřední obrázek představuje vstup do hmatového displeje, kde různé barvy znamenají odlišnou intenzitu a frekvenci vibrací akčních členů hmatového displeje a čísla udávají vzdálenost překážek v metrech. Uživatel tak může rozlišit, že jde o dva samostatné objekty.



Obr.2 Příklad detekce horizontální úzké překážky

3.3 Hmatový displej

Informace o detekovaných překážkách je třeba předat uživateli. Existující navigační pomůcky typicky využívají hlasového kanálu pro sdělování řeči [2]. Uživatel je tak nucen být neustále ve střehu a rozlišovat jak mezi zvuky přicházejícími zvenčí, tak mezi zvukovými signály generovanými pomůckou. V našem přístupu je pro sdělení informace o poloze a velikosti překážek použit tzv. hmatový displej [6], který pro předávání informace používá hmatu. Tento princip předávání informací dosud nebyl u žádné sériově vyráběné pomůcky použit.

Hmatový displej obsahuje 21 vibračních aktuátorů rozdělených do sedmi řádků po třech sloupcích. Každý aktuátor je ovládán samostatně. Frekvence vibrací je pevně dána typem vibračního členu, avšak síla a délka trvání vibrování se mění podle polohy, velikosti a typu překážky. Každý prvek hmatového displeje je svázán s konkrétním místem před uživatelem. Podle polohy překážek vzhledem k uživateli jsou aktivovány odpovídající členy hmatového displeje, což nevidomému umožňuje poznat, kde se překážka nachází.

Výpočet 3D bodů, jejich zpracování a ovládání hmatového displeje je realizováno v notebooku, který je umístěn v batůžku. Do budoucna se předpokládá implementace vyvinutých algoritmů na FPGA čipu. Tím dojde k výraznému zmenšení celé pomůcky. Napájení kamer a notebooku je realizováno z baterie notebooku, což umožňuje až 5 hodin činnosti pomůcky. Hmatový displej je napájen samostatnou 9V baterií.

Literatura

- [1] Wong F., Nagarajan R., Yaacob S.: Application of stereovision in a navigation aid for blind people, Information, Communication and Signal Processing Conference, 2003
- [2] Sarfraz M., Rizvi S.M.: Indoor navigation aid systém for the visually impaired, Geometric Modelling and Imaging, 2007
- [3] MESA Imaging, <http://www.mesa-imaging.ch/>
- [4] VIDERE Design, <http://www.videredesign.com/>
- [5] Areibi S., Zelek J., A Smart reconfigurable visual systém for the blind, 2007
- [6] Vasilios G., Miliou A., Tactile displays: a short overview and recent developements, Conference on Technology and Automation, 2005
- [7] Johnson L.A., Higgins C.M., A navigation aid for the blind using tactile-visual sensory substitution, IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 2006
- [8] Macháčková, I.: Elektronické orientační pomůcky pro prostorovou orientaci a samostatný pohyb osob se zrakovým postižením. Speciální pedagogika, 4/2007. Aktualizace P. Macháček 2/2009, Tyfloservis o.p.s.
- [9] Ven ze tmy, www.venzetmy.cz