

doc. Ing. Jiří Chod, CSc.

ČVUT v Praze, FEL

Mobilní komunikace a navigační centra pro navádění nevidomých

Problém prostorové orientace v obecném prostředí jak v extravilánu, tak intravilánu může představovat problém i pro vidícího člověka, ale může být nepřekonatelným a nebo jen obtížně řešitelným problémem pro nevidomé. Jejich problémem je nutnost orientace v prostoru pomocí náhradních smyslů – sluchu a hmatu. Pomoc pro tuto, poměrně velkou skupinu, představují různé, časem již prověřené postupy orientace, příkladem je použití nejrozšířenějšího prostředku – bílé (slepecké) hole. Na tento typický, standardní, postup orientace a navigace v prostoru navazují různé pomůcky, postupy a služby pro usnadnění orientace. Pomůcky mohou být různého typu, např. radarová detekce překážek a jejich signalizace např. vibrací bílé hole, pomocné zvukové majáky na křižovatkách, aktivní informační majáky, ale i zdánlivě jednoduché prvky jako jsou vodící pásy na komunikaci, atd. S nástupem elektroniky a rozvojem telekomunikačních technologií, GNSS systémů, a pod. narůstá řada možností jak vytvořit pro tuto skupinu nové sofistikovanější asistivní služby. Globální družicové navigační systémy (GNSS - Global Navigation Satellite System) nachází uplatnění ve velkém množství civilních i vojenských aplikací. Nyní jsou již standardem u dopravních záležitostí, lze vidět nástup do fotopřístrojů, ale hlavní trend je v mobilních telefonech. Stávající systémy mají však jedno společné - počítá se s tím, že ho uživatel bude ovládat pomocí klávesnice a displeje, případně bude schopen vyhodnotit světelnou signalizaci. V neposlední řadě se předpokládá, že je zajištěna viditelnost dostatečného počtu družic. To znamená, že např. auta se pohybují na silnicích s obvykle postačujícím „výhledem“ na oblohu, v případě „osobních“ přístrojů většinou lze na základě pozorování okolního terénu, zástavby apod. očekávanou kvalitu příjmu odhadnout a posoudit a změnou polohy docílit žádanou přesností lokalizace.

Obdobnou situaci lze vidět i v současném trendu mobilních komunikací, počínaje standardy 2. generace GSM až k současným systémům 4. generace LTE, směřujících jednoznačně k inteligentním terminálům (mobilům) s vlastním operačním systémem. Žel i zde je standardem (dotyková) obrazovka představující pro nevidomého značnou překážku.

Obecně pohyb ve zcela neznámém prostředí je – bez pohledové kontroly – nesmírně obtížný. Základním požadavkem na systém proto musí být jednoznačně bezpečnost uživatele, musí být připravena záložní spojení, nouzové postupy apod. Přesto i při současném stavu technologií stále nelze vše plně automatizovat a **lidská supervize je nezbytná.**

Z hlediska orientace nevidomého bližší rozbor ukazuje, že většinu tras lze rozdělit na dvě skupiny:

- známou, běžnou (většinou relativně krátkou), již zažitou trasu. Příkladem takové trasy je cesta na nákup.

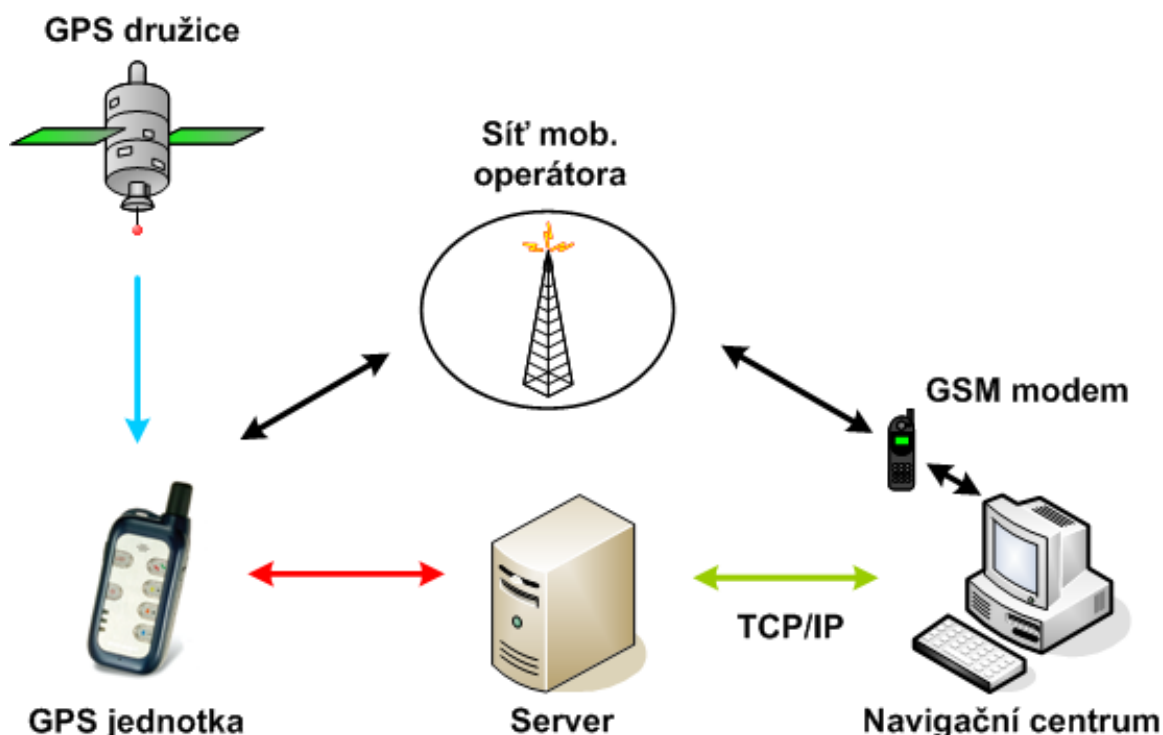
- neznámou oblast, ve které je specifikován pouze výchozí bod a cílová adresa. Příkladem je cesta na úřad, návštěva známého v jiném městě, atd.

Zatím co v prvním případě může navigační asistivní technologie tvořit jen doplňující podporu, tak v druhém případě je asistence dálkového dohledu nezbytná. Tato podpora nemusí být trvalá, po celou dobu trvání trasy, ale většinou stačí pouze předání klíčových informací, a proto jeden pracovník Navigačního centra může spolupracovat se skupinou 40 – 50 nevidomých.

Problém je daleko komplexnější a netýká se pouze samotné přesnosti navigace a zpracování map, ale i možných dalších překážek na trase a jejich detekce a v neposlední řadě je i složitým lidským problémem.

V minulém období byly již na ČVUT FEL v Praze základní poznatky o možnostech kombinace mobilní komunikace a GNSS uvedeny v činnost a výsledkem byl v roce 2006 vznik „Navigačního střediska I. generace“ pracujícího v centrále SONS (Sjednocená organizace nevidomých a slabozrakých ČR). Počátkem roku 2007 přešlo „Navigační středisko“ do plného provozu 365 dní/rok, 12h/den a takto pracuje dodnes s tím, že počet uživatelů trvale stoupá, v současnosti je přihlášeno 1450 nevidomých. Bližší viz <http://navigace.sons.cz/>.

Navigační středisko I. generace používá proprietární jednotky (přijímač GPS a modem GSM/EGPRS), nesené nevidomým a pracuje dle schéma na obr. 1.



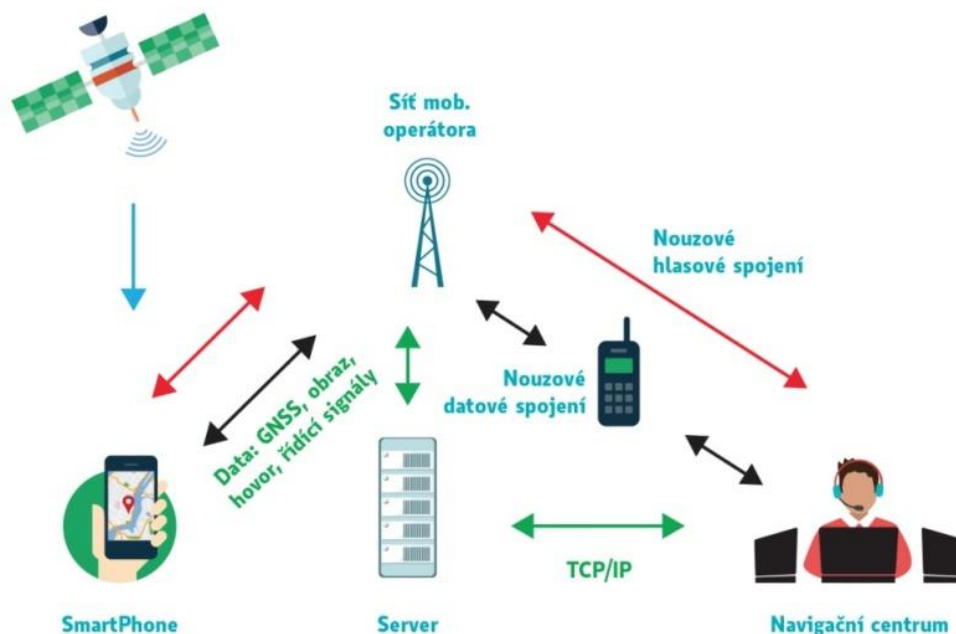
Obr. 1: Základní komunikační schéma „Navigačního střediska I. generace“

Je zřejmé, že jsou posílána pouze základní data o poloze a to pomocí, tehdejší době poplatné, síti GSM/(E)GPRS. Nevidomý tedy nese samostatnou GPS jednotku, další hlasová a případně nouzová komunikace je pomocí dalšího zařízení – standardního mobilu. Z hlediska uživatele je důležitý vývoj samotných jednotek od speciální konstrukce až k nástupu pozdějších průmyslově vyráběných jednotek a jejich zlepšující se komfort. Největší nevýhodou je zejména absence přenosu obrazu pro lepší orientaci Navigačního centra. Systém se ale velmi osvědčil, v roce 2007 byl oceněn cenou Via Bona a je stále používán do dnešních dnů.

Současné mobilní komunikace jsou však již převážně 4G (LTE), v části České republiky alespoň 3G (UMTS) a to, spolu s novými vlastnostmi GNSS systémů, znamená možnost jiného přístupu a zejména vítanou možnost vysokorychlostního přenosu velkého objemu dat. Schéma nové komunikace je uvedeno na obr. 2. Nyní základ tvoří „chytrý telefon – SmartPhone“ s vlastním operačním systémem a přenos dat – navigační data, hlasová komunikace a přenos obrazu – může probíhat společně s jeho běžným používáním. To znamená, že (velká) část programového vybavení může být součástí samotné navigační jednotky a z hlediska ovládání se zjednoduší i obsluha v Navigačním středisku.

Výhodou nového přístupu je, že systém je schopen dalšího rozvoje, např. použití externí kamery místo kamery samotného SmartPhone (důležitá je orientace kamery tak, aby byl přenášen „správný“ záběr), ale i možnost začlenění dalších služeb jako je využití externích výpočtů polohy mimo vlastní procesor SmartPhone a v neposlední řadě možné **zavedení těchto asistivních služeb až na úroveň rodiny nevidomého**. Ve svých důsledcích to znamená, že kromě „profesionálních“ středisek navigace, obdobných stávajícímu středisku SONS, je možno ponechat ovládání a kontrolu na (vyškoleném) rodinném příslušníkovi, např. manželovi/manželce, pokud jsou ovšem vidící a mají alespoň základní znalosti s ovládáním současných chytrých telefonů a PC nebo tabletů.

Další oblast, která se podstatně s novou platformou zjednodušila, je indoor navigace a začlenění odpovídajících nových prvků (např. RFID, využití AP rozmístěných v budově, nebo využití WiFi jednotek v budově a znalosti jejich polohy) a jejich programového vybavení. **Přitom už v základním provedení je nyní možné navádění z navigačního střediska pomocí obrazu**. To je velmi důležité nejenom uvnitř budov, ale třeba i při výběru zboží z regálu.



Obr. 2: Základní komunikační schéma „Navigačního střediska II. generace“

Základní pomůckou nevidomého je přitom stále hůlka, představující jakési prodloužení prstu pro „ohmatání“ prostoru a testy ukazují, že doplnění hůlky čidly, radary, reproduktory, atd. nevidomému spíše brání v klasické aplikaci tohoto prostředku, tak, jak byl vyškolen. Proto hůlka **obsahuje** pouze **interface** sjednocující jednotlivé platformy, ale nijak neomezující původní činnost a určení. Interface je – z pohledu nevidomého – představováno sadou (pěti) tlačítek „spouštějících“ určité aplikace ve SmartPhone pomocí komunikace krátkého dosahu Bluetooth. S ohledem na skutečnost, že uživatelem jsou nevidomí, je stisk kteréhokoliv tlačítka potvrzen hlasovou informací, stejně tak jakákoliv komunikace, např. přihlášení do střediska. Obdobně je hlasovou informací potvrzeno i samotné, zcela automatické po zapnutí, přihlášení ke SmartPhone. Vyvolání jakékoliv funkce vždy vyžaduje, opět po hlasové výzvě, stisk potvrzovacího tlačítka.

Vlastní komunikaci nevidomého s navigačním střediskem zajišťují mobilní sítě 2G – 4G, servery a pomocí TCP/IP připojené Navigační centrum. Návrh prošel **řadou variant a**

realizací a dvě základní jsou zde uvedeny pro představu konstrukcí, které byly postupně realizovány, testovány a připravují se do plného nasazení.

Prvotní je stanovení ovládacích polí potřebných pro ovládací funkce – viz obr. 3.

Popis jednotlivých polí na obr. 3 dobře definuje jejich činnost, resp. aplikaci, která je jejich aktivací vyvolána. Toto rozdělení je zároveň ekvivalentní pohledu na plochu SmartPhone, tak, jak jej vidí vidoucí uživatel. Výběr funkcí dle obr. 3 je výsledkem testů a požadavků nevidomých a lze jej samozřejmě měnit a rozšiřovat. Při testech se ukázalo, že počet tlačítek v jedné skupině může být maximálně 5 a to proto, aby je bylo možno pohodlně obsáhnout prsty, základem jsou funkce pole B. Funkce dle pole B, jsou nezbytné pro základní ovládání asistivní služby.

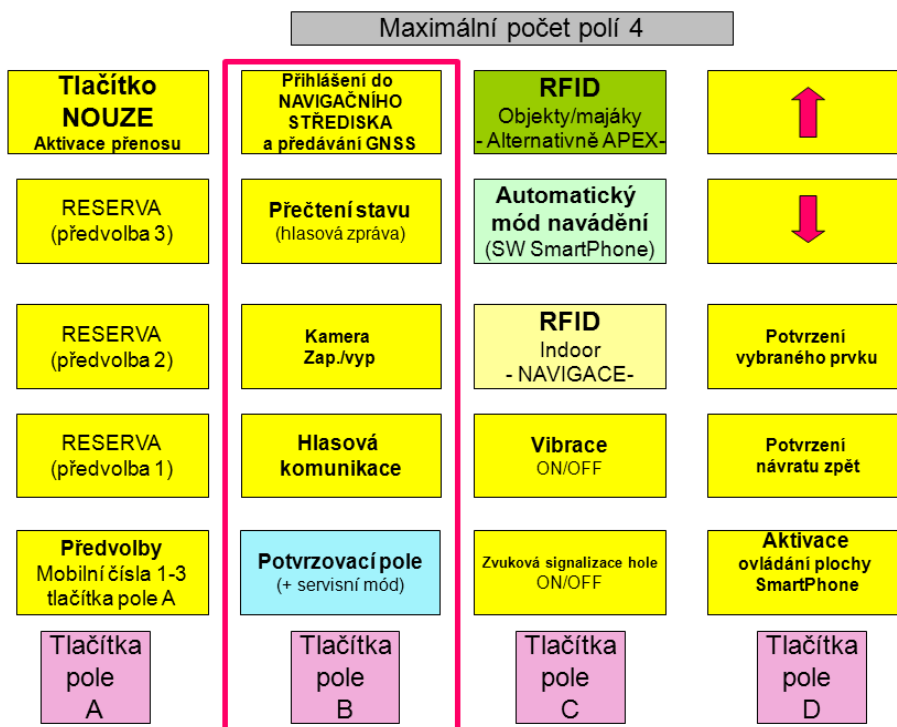
Zajímavostí, vyvolanou potřebou o kvalitní obraz v navigačním centru je, že obrazové informace jsou generovány jako fotografie (JPG) a jejich frekvence je volitelná až do max. 30 obr./s jak uživatelem, tak automaticky dle kvality připojení.

Přístup ke skutečné konstrukci osazení na slepecké holi může být dvojit:

- Obvod slepecké hole je osazen co největším počtem polí klávesnic, prakticky, s ohledem na minimální velikost jednotlivých kláves a na výsledný průměr obvodu hole je počet omezen na čtyři. Na obr. 4 jde o provedení 40 V04 HG24A15 T02
- Slepecká hůl je osazena pouze jedním polem tlačítek a případné další rozšíření je řešeno multiplexováním. Na obr. 4 jde o provedení 24 V02 THORHAM T01.

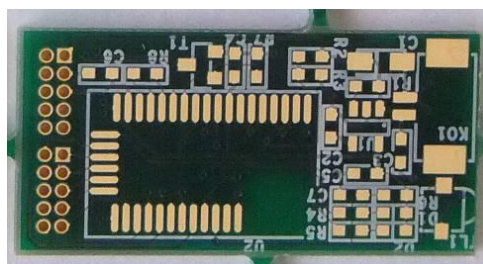
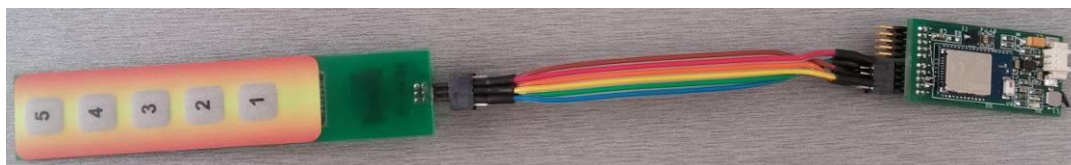
Dvě základní varianty jsou tedy dány konstrukčním řešením držadla hole - viz obr. 6. Obě varianty mají své výhody i nevýhody. První varianta je z pohledu nevidomého jednodušší na ovládání, ale nevýhodná při skládání hůlky. Druhá varianta při složení zabírá prakticky stejný prostor jako hůlka bez interface, ale je podstatně náročnější na obsluhu méně zkušeného uživatele pokud jsou použity další funkce. Pro základní navigaci je ale nejlépeší.

Rozdělení polí SmartPhone a hůlky

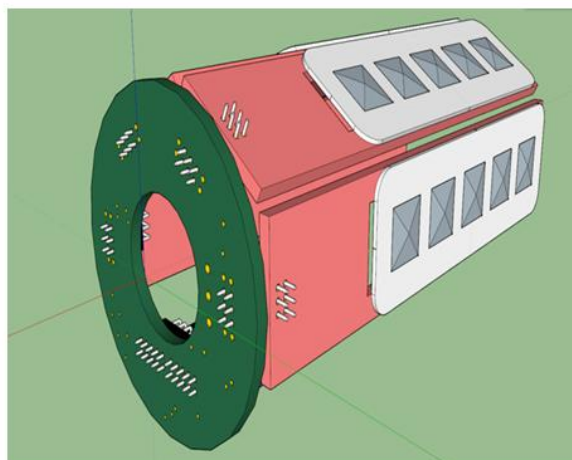
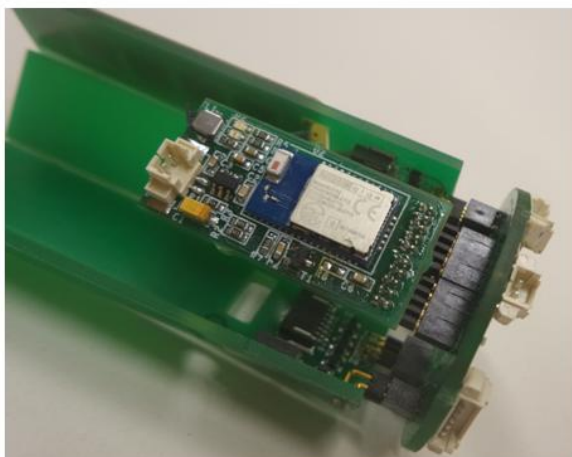


Obr. 3: Stanovení ovládacích polí

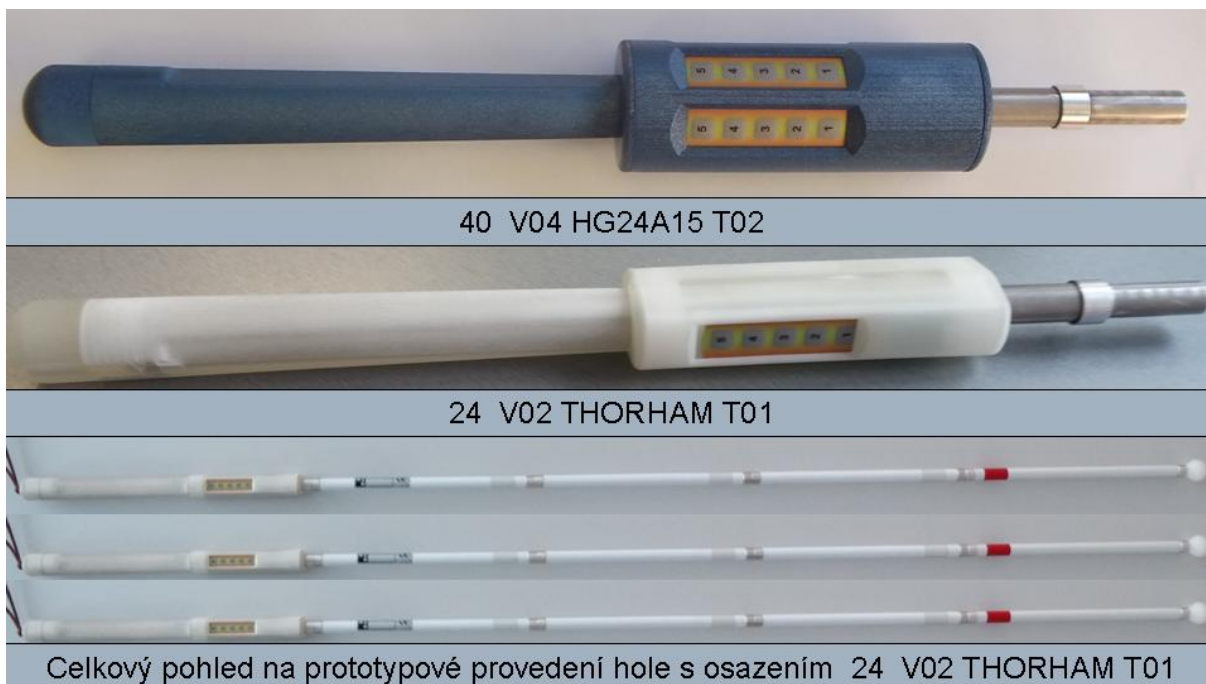
Obvodové řešení je založeno na integrovaných obvodech vysokého stupně integrace, většinou jsou použity prvky firem Texas Instruments, Bluegiga, ale i dalších. Montáž těchto SMD prvků už musí být řešena na osazovacích a pájecích strojích. Samotná konstrukce pouzdra, respektive kombinace pouzdro/nástavec, nahrazující původní držadlo slepecké hole, je realizována pomocí 3D tisku, zatím v provedení ekvivalentním plastům ABS, v realizaci jsou i konstrukce 3D tisku Al a nebo provedení z nerezové oceli. Příklady návrhu, konstrukce a realizace jsou na obr. 4 a 5, resp. obr. 6.



Obr. 4: Konstrukce řešení interface slepecké hole s jedním polem s 5 tlačítky



Obr. 5: Konstrukce řešení interface slepecké hole se čtyřmi poli po 5 tlačítkách



Obr. 6: Základní varianty skutečného provedení interface

Praktické použití navigace zahrnuje řadu dílčích kroků, některé z nich – např. příprava budoucí trasy, mohou být realizovány i bez aktivace účastníka.

Postup aktivace a komunikace lze nahlédnout na následujících pohledech (obr. 7 až 11) ze strany navigátora v navigačním středisku:

I. Přihlášení do střediska:

ID	Jméno	Telefon	Účet SIP	Čas posledního přihlášení	Přihlášen
354198063397446	Jiri Nejvyšší	733503585	683@oko.fel.cvut.cz	16. 4. 2015 19:03:52	🔴
354198063397974	Jiri Hanošek	222222222	681@oko.fel.cvut.cz	11. 8. 2015 14:16:10	🔴
354198063390111	Petr L.GUŇI	444444444	684@oko.fel.cvut.cz	16. 4. 2015 18:21:31	🔴
358635056466346	Jiri Chod	555555555	685@oko.fel.cvut.cz	24. 8. 2015 17:38:14	🟢
359308054301415	Jiri Hanošek2	222222222	682@oko.fel.cvut.cz	Dosud nepřihlášen	🔴

Obr. 7: Úvodní obrazovka

II. Výběr uživatele

EYE Server
SIP: Připojen
Hovor: Žádný

ID	Jméno	Telefon	Účet SIP	Čas posledního přihlášení	Přihlášen
358635056466346	Jiri Chod	555555555	685@oko.fel.cvut.cz	24. 8. 2015 17:38:14	

Perioda kamery: Perioda polohy:

Obr. 8: Výběr uživatele, zaměření jeho polohy

Poté navazuje vlastní (hlasová) komunikace s nevidomým, generování plánované trasy do aktuálního zobrazení spolu variantami přepnutí mapy nebo obrazu na celou obrazovku, atd.

III. Poloha a pohled kamerou

EYE Server
SIP: Připojen
Hovor: Žádný

ID	Jméno	Telefon	Účet SIP	Čas posledního přihlášení	Přihlášen
358635056466346	Jiri Chod	555555555	685@oko.fel.cvut.cz	24. 8. 2015 17:38:14	

Perioda kamery: Perioda polohy:

Obr. 9: Výběr uživatele, zaměření jeho polohy a přenos obrazu

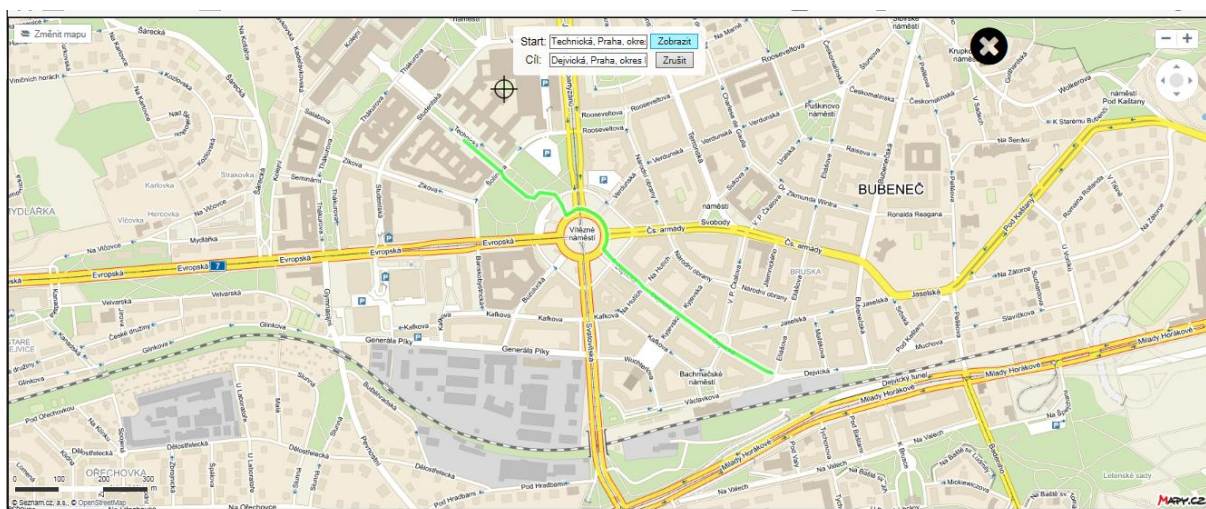
IV. Příklad vygenerované trasy

EYE Server
SIP: Připojen
Hovor: Žádný

ID	Jméno	Telefon	Účet SIP	Čas posledního přihlášení	Přihlášen
358635056466346	Jiri Chod	555555555	685@oko.fel.cvut.cz	24. 8. 2015 17:38:14	

Perioda kamery: Perioda polohy:

Obr. 10: Výběr uživatele a generování budoucí trasy



Obr. 11: Výběr uživatele, přepnutí na celou obrazovku a generování budoucí trasy

Důraz je kladen nejenom na bezpečnost uživatele, ale i na maximální ochranu předávaných informací s cílem zamezení vytvoření „Orwellovského světa“. Také z těchto důvodů jsou některé operace, např. přenos obrazu, spustitelné pouze uživatelem a nikoliv navigačním střediskem.

Tato část bude demonstrována ve vlastní přednášce a stejně tak budou obě základní varianty k dispozici k otestování.

Projekt se nyní nachází v závěrečné, třetí, etapě řešení, ve které probíhá intenzivní testování prototypů s nevidomými uživateli a následná úprava prototypů podle výsledků testování. Projekt je řešen s podporou grantu TA03011396 a jeho operační nasazení se předpokládá počátkem roku 2016.