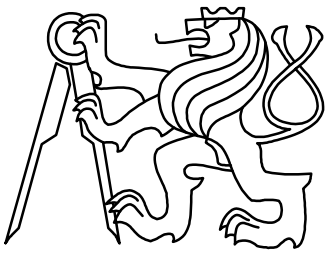
České vysoké učení technické v Praze

Elektrotechnická fakulta

Katedra počítačové grafiky a interakce

VÝZKUM CHOVÁNÍ NEVIDOMÝCH PŘI NAVIGACI V EXTERIÉRECH

Research of visually impaired users' behavior in outdoor navigation



Bakalářská práce

Autor: **Denisa Kubínková**

Vedoucí projektu: **Mgr. Jakub Franc**

Studijní program: **Softwarové technologie a management**

Obor: **Web a multimedia**

Praha

2011

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat všem, kteří mě podporovali během vzniku bakalářské práce. Především bych chtěla poděkovat panu Mgr. Jakubovi Francovi za vedení bakalářské práce, panu Ing. Zdeňku Míkovcovi, Ph.D. a panu Ing. Janu Vystrčilovi za konzultace a spolupráci na bakalářské práci. Také děkuji všem účastníkům testování, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci vypracovala samostatně a použila jsem pouze podklady uvedené v přiloženém seznamu.
Nemám závažný důvod proti užití tohoto školní díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 21.5. 2011 ……...

Abstract

The work deals with design navigation for blind people to the interior of buildings and outdoor crossing between them using a mobile phone. Simultaneously work deals with the behavior of blind people during navigation and their requirements on navigation. At the beginning of this work the characterization of visually impaired people, the available navigations systems and the general theories of motion and orientation in space is described. The works also deals with design and implementation of navigations prototype and its testing with blind users. Prototype is designed on mobile phone with touch screen and operational system Android. At the conclusion of this work are summarized the results of testing and interviews with potencional users.

Abstrakt

Tématem bakalářské práce je návrh navigace pro nevidomé osoby do interiérů budov a přechodů mezi budovami pomocí mobilního telefonu. Zároveň se práce zabývá chováním nevidomých při navigaci a jejich požadavky na zpracování problému. V úvodu jsou charakterizována zraková postižení, dostupné navigační pomůcky a všeobecné teorie pohybu a orientace v prostoru. Dále se práce zabývá návrhem a implementací prototypu navigace a jejím testováním s nevidomými uživateli. Prototyp je navržen pro mobilní zařízení s dotykovým displejem a operačním systémem Android. Na závěr práce jsou shrnuty výsledky testování provedených s potencionálními uživateli navigačního systému.

Obsah

1. ÚVOD 1

2. ANALÝZA PROBLÉMU 2

2.1. Zrakové postižení 2

2.2. Kompenzační pomůcky pro zrakově postižené dostupné v ČR 3

2.3. Teoretická podstata orientace a pohybu 4

2.3.1. Kognitivní mapa 5

2.3.2. Pohyb nevidomých 6

3. TECHNICKÝ PLÁN VÝZKUMU 8

3.1. Výzkumný soubor 8

3.1.1. Standardizovaný rozhovor 8

3.1.2. Účastníci 9

3.2. Metoda výběru výzkumného souboru 10

3.3. Metody sběru dat 11

3.3.1. Rozhovor před testováním 12

3.3.2. Rozhovor po testování 12

3.4. Etické otázky 13

3.5. Použitá technika 13

3.6. Testovací trasa 14

4. NÁVRH A IMPLEMENTACE PROTOTYPU 15

4.1. Struktura prototypu 15

4.2. Android 15

4.2.1. View 16

4.3. Text-To-Speech (TTS) 17

4.4. Uživatelské rozhraní 17

4.4.1. Funkce prototypu 18

4.4.2. Displej prototypu 18

4.4.3. Interakce s uživatelem 22

4.4.4. Popis trasy 24

5. TESTOVÁNÍ 27

5.1. Pilotní test 27

5.1.1. Profil účastníka 27

5.1.2. Závěrečný dotazník 28
5.1.3. Poznámky a vylepšení vycházející z pilotního testování 28
5.2. První testování 28
5.2.1. Účastník č. 1 – pracovní jméno Jana 29
5.2.2. Účastník č. 2 – Pracovní jméno Pavel 29
5.2.3. Účastník č. 3 – pracovní jméno Jan 30
5.3. Druhé testování 31
5.3.1. Účastník č. 4 – pracovní jméno Zuzana 31
5.3.2. Účastník č. 5 – pracovní jméno Josef 32
5.3.3. Účastník č. 6 – pracovní jméno Petr 33
6. VÝSLEDKY 34
6.1. Přístroj navigace 34
6.2. Popisy tras 35
6.3. Použití navigace 35
6.4. Rozhovor po testování: Výsledky 36
7. ZÁVĚR 38
8. REFERENCE 40
A. OBSAH PŘILOŽENÉHO CD 42

Seznam obrázků

Obr. č. 1: Mapa testovací trasy....14
Obr. č. 2: Struktura prototypu navigačního systému....15
Obr. č. 3: Mobilní telefon HTC Hero....17
Obr. č. 4: Stavový diagram-popis trasy....18
Obr. č. 5: Testování rozložení tlačítek....19
Obr. č. 6: Rozmístění tlačítek pro pravou ruku....20
Obr. č. 7: Rozmístění tlačítek pro levou ruku....20
Obr. č. 8: Uživatelské rozhraní pro pravou ruku....20
Obr. č. 9: Uživatelské rozhraní pro levou ruku....20
Obr. č. 10: Náplast na displeji....21
Obr. č. 11: Menu pro výběr rychlosti a rozložení tlačítek....21
Obr. č. 12: Systémová lišta....22
Obr. č. 13: Sekvenční diagram funkcí prototypu....23

Seznam tabulek

Tab. č. 1: Přehled zrakových vad 3
Tab. č. 2: Seznam účastníků testování 9
Tab. č. 3: Kategorie pozorované experimentátorem 11
Tab. č. 4: Hodnocení důležitosti jednotlivých činností účastníky 36

1. ÚVOD

V České republice žije zhruba 100 tisíc zrakově postižených osob.[1] Jedním z velkých handicapů způsobených nevidomostí je neschopnost orientace a pohybu na neznámých místech, což člověku znemožňuje žít plnohodnotný život. Na tento problém zrakově postižených lidí se dlouhodobě zaměřuje projekt NaviTerier,[2] který probíhá pod záštitou ČVUT v Praze (hlavní řešitelé: Mgr. Jakub Franc, Ing. Zdeněk Míkovec, Ph.D., Ing. Jan Vystrčil). Projekt NaviTerier se zabývá návrhem a implementací systému navigace v interiérech pro zrakově postižené osoby. Zatím byl systém navrhován jako aplikace na mobilní telefon s klasickou mobilní klávesnicí a operačním systémem Symbian a Windows Mobile.

Bakalářská práce navazuje na předešlé výsledky v rámci projektu NaviTerier.[3][4] Cílem výzkumu je analyzovat chování nevidomých při navigaci v exteriérech, navrhnout a provést experiment, který najde optimální způsob navigace pro různé cílové skupiny. Dále se za cíl klade implementovat prototyp navigačního systému, který zohlední poznatky získané z experimentu a kvalitu výsledného prototypu ověřit s potencionálními uživateli. Důležitým přínosem práce je implementace prototypu navigace ovládaného pomocí dotykového displeje. Dotykový displej se může zdát pro osoby se zrakovým postižením nepraktický, protože uživatel nemá žádnou zpětnou odezvu, kde se právě na displeji nachází. Přesto se dá dotykový displej upravit tak, že vyhovuje přesně požadavkům zrakově postižené osoby, např. pomocí programu Mobile Speak.[5] Aplikací založených na podobném principu je možné vyvinout mnoho a zrakově postiženým lidem by to nakonec mohlo zkvalitnit používání mobilních zařízení. Jednou z výhod dotykových displejů je možnost využít plochu displeje bez jakýchkoli omezení a přednastavených tlačítek. Největší výhoda je, že na dotykové displeje vsadily nově a rychle se rozvíjející se „chytré telefony“, na které je programování usnadněné např. operačním systémem Android. Výsledný prototyp je právě pro operační systém Android.

Realizace samotného výzkumu vyžaduje spolupráci s centrem podpory samostatného studia zrakově postižených TEREZA.[6] Při vývoji softwaru je třeba aplikovat psychologické poznatky, aby zcela vyhovoval uživatelským potřebám a dále brát na zřetel charakteristiky uživatelů, jejich schopností, přání a chování. To bylo ve výzkumu zjišťováno pomocí předem daných strukturovaných rozhovorů a pozorování.

K spolupráci na tomto projektu jsem se rozhodla kvůli aplikaci oboru psychologie, který druhým rokem studuji na Univerzitě Palackého v Olomouci. V této spolupráci bych chtěla nadále pokračovat i po dokončení bakalářského studia na ČVUT. Použít výsledky již provedených výzkumů a prohloubit své experimenty o psychologické hledisko v rámci magisterské práce na univerzitě v Olomouci.

2. ANALÝZA PROBLÉMU

Tato kapitola se zabývá problematikou nevidomých. V první části kapitoly je popis zrakového postižení. Dále současné navigační pomůcky, které usnadňují pohyb nevidomých a teoretická podstata pohybu a orientace nevidomých.

2.1. Zrakové postižení

Práce se zrakově postiženými lidmi vyžaduje znalosti o jejich handicapu. Je nutné rozlišovat různé stupně a typy postižení a zohledňovat je při testování a práci s nevidomými. Přehled zrakových postižení je uveden dále.

Osoby se zrakovým postižením lze klasifikovat podle různých hledisek. Z medicínského pohledu je to osoba, která má postižení zrakových funkcí, a to ostrost horší než 0,3 (6/18) až po světlocit, nebo zorné pole menší než 10 stupňů při centrální fixaci (definice viz níže). Z pohledu psychologa je zrakově postižený jedinec ten, který díky svému postižení má omezenou či ztíženou schopnost přijímat vizuální informace, a tím je ovlivněn celý jeho psychický i fyzický vývoj.

Pro lidi je ztráta zraku velice závažná, protože zrakem přijímají přibližně 80% informací z okolního světa. Kvalita zrakového vnímání je určována funkcemi zrakového analyzátoru:

- Zraková ostrost – Tato rozlišovací schopnost lidského oka je vyjádřena zlomkem, kdy normální je např. 5/5. V čitateli je uvedena vzdálenost vyšetřovaného od optotypu (vyšetřovací tabule s čísly, písmeny, znaky a obrázky) v metrech a ve jmenovateli je vzdálenost, ze které by daný řádek měl vyšetřovaný přečíst.
- Zorné pole – Zorné pole je celý prostor, který vnímáme, pokud koukáme na určité místo v prostoru před sebou.
- Barvocit, adaptace a kontrastní citlivost – Schopnost rozeznat barvy označujeme jako barvocit. Adaptace je oproti tomu schopnost oka se přizpůsobit intenzitě světla a kontrastní citlivost je schopnost oka rozlišit rozdílný jas.
- Akomodace a konvergence – Akomodaci zajišťuje lomivá síla čočky, díky které oko zaostřuje na různou vzdálenost. Při konvergenci se osy očí sbíhají tak, aby paprsek dopadal na žlutou skvrnu.
- Jednoduché binokulární vidění – Je to schopnost vidět předmět oběma očima jednoduše. Jednoduché binokulární vidění se vyvíjí přibližně do 6 let.
- Optický systém a refrakce oka – Refrakce oka je poměr mezi lomivostí optických prostředí a předozadní délkou oka, který musí být správný, aby obraz vznikl na sítnici. Při správném poměru oko nazýváme emetropické. Stupeň refrakce je měřen dioptriemi.

Podle neoficiálních statistik je v České republice z celkového počtu lidí se zrakovým postižením 10% lidí nevidomých (10 000). Podle doby, kdy zraková vada vznikla, rozlišujeme vady vrozené (dědičné) a vady získané v průběhu života. Vrozené vady jsou zjišťovány asi u 2,5 % novorozenců. Za hlavní příčiny se považují exogenní vlivy (mechanické, fyzikální,

chemické noxy, poruchy výživy a metabolismu matky) a endogenní příčiny (dědičné), které tvoří asi 20% vrozených vad. Získané vady vznikají působením nemocí jako jsou diabetes, revmatická onemocnění, anginy, roztroušená skleróza atd. Zraková ostrost také klesá po 45. roce života. V klinické praxi jsou v převaze úrazy, které zraňují např. jedno oko.

Doba vzniku zrakového postižení je velmi důležitá z hlediska adekvátního obrazu o okolním světě. Věková hranice pro uchování důležitých zrakových představ při úplné ztrátě zraku je 6 let. Pokud jedinec ztratí zrak dříve, jeho zrakové představy se ztrácejí. Mezi 6. a 15. rokem života už je osoba, která přišla o zrak, schopna si určité představy uchovat. Doba vzniku zrakové vady je rozdílná také z hlediska zátěže a pojetí společnosti. Při později vzniklé či postupné ztrátě zraku je postižená osoba vystavena větší zátěži, ale na druhou stranu jí okolí přijímá lépe než osobu nevidomou od narození.

Kategorie zrakového postižení	Zraková ostrost s nejlepší možnou korekcí		Zúžení centrálního zorného pole
	Maximum	Minimum	
Slabozrakost střední	6/18	6/60	
Slabozrakost těžká	6/60	3/60	
Těžce slabý zrak	3/60 nebo	1/60 (počítání prstů na 1 m)	10 stupňů nebo méně, ale více než 5 stupňů
Praktická nevidomost	1/60 (počítání prstů na 1 m)	Světlocit se správnou projekcí	5 stupňů a méně
Úplná nevidomost	Světlocit s chybnou projekcí	Úplná ztráta světlocitu	

Tabulka č. 1: Přehled zrakových vad

Zrakových vad je mnoho, ale v rámci této bakalářské práce postačí uvést Mezinárodní klasifikaci zrakového postižení navrženou Světovou zdravotnickou organizací WHO (World health organization, 10. revize z roku 1992). Hovoříme o osobách slabozrakých, se zbytky zraku a nevidomých viz tabulka č. 1.

Nevidomí mají stupeň zrakového postižení mezi praktickou nevidomostí a úplnou nevidomostí a jejich postižení se klasifikuje jako ireverzibilní. Rozlišujeme opět nevidomost vrozenou a získanou. U osleplých jedinců jsou jejich zachovalé představy velice důležité. Nevidomí svoje postižení kompenzují dalšími smysly, především sluchem a hmatem. Nevidomost stěžuje poznávací procesy, socializaci, prostorovou orientaci i samotný pohyb. K prostorové orientaci a pohybu nevidomých je třeba věnovat zvláštní pozornost. [7]

2.2. Kompenzační pomůcky pro zrakově postižené dostupné v ČR

Zrakově postižené osoby používají celou řadu kompenzačních pomůcek pro zkvalitnění jejich života. Návrhem navigačních pomůcek pro nevidomé se na území ČR zabývá několik výzkumů. Pro vývoj další navigace je vhodné, aby firmy a organizace zabývající se vývojem navigace spolupracovaly a do budoucnosti propojovaly své poznatky a vyvinuté systémy.

Navigace pro nevidomé může být rozdělena na lokální a globální. Lokální zajišťuje orientaci v nejbližším okolí a detekci překážek. Globální zajišťuje orientaci v širším prostředí, např. ve městě. Lokální navigační pomůcky odpovídají na otázku „*Co je kolem mě?*“ a globální na otázku „Kde vlastně jsem?“. Navigační pomůcky se rozdělují na exteriérové a interiérové. O většině lokálních pomůcek můžeme říct, že se dají používat v interiéru i exteriéru. Nejvíce rozšířená lokální pomůcka nevidomých je slepecká hůl. Kromě hole nevidomí používají např. vodící psy, zvukové majáčky (hlásí číslo linky tramvaje, eskalátory atd.), ultrazvukové detektory překážek a další.

Navigační pomůcky v exteriéru jsou založeny na principu družicové GPS. Systém PST (Pospíšil Smart Talker) je mluvící aplikace pro mobilní telefony s operačním systémem Windows Mobile 5.0 a vyšší. Její součástí je funkce navigace, která využívá databázi asi 28 000 zaměřených bodů v ČR. Program umožňuje určení polohy přijímače, vyhledání nejbližšího označeného bodu, určení azimutu k danému bodu, získání některých informací o bodech a vytváření vlastních uživatelských bodů.[8] Program CelTrack je určen pro mobilní telefony s operačním systémem Symbian a Windows Mobile. Orientačně určí místo, kde se daná osoba nachází.[8] Od roku 2007 funguje bezplatná linka Navigačního centra SONS (Sjednocená organizace nevidomých a slabozrakých ČR), která podává informace o poloze volajícího a také popis tras díky speciální navigační jednotce s technologií GPS.[10]

Navigační systém založený na principu GPS nemůže být použit v interiérech. Mezi pomůcky pro navigaci v interiérech patří produkt firmy WebProgress RF Guide. Je založený na tzv. RFID čipu, což je malá součástka v plastovém čtverečku, která se mimo jiné používá v obchodních sítích jako ochrana před krádeží zboží. Čipy mají být rozmístěny po budově. Speciálně upravená slepecká hůl s anténou sejme čip s kódem prostřednictvím bezdrátové technologie bluetooth. Poté pošle kód do mobilního telefonu nebo PDA. Tam ho zpracuje program a přiřadí mu odpovídající frázi, která je přečtena uživateli.[11] Firma Dinasys vyvíjí Diskrétní informační systém, který nevidomým osobám má opět usnadňovat orientaci v budovách. Ve špičce bílé holi je umístěn snímač magnetického pole a vyhodnocovací elektronika. V budově jsou zapuštěny magnety v požadovaných místech. Pokud hůl přejede přes tyto magnety, elektronika vytvoří vibrace, nebo ohlásí informaci o správnosti trasy či místa.[12] Veškeré tyto systémy jsou v současné době ve vývoji a jejich plné využití a možnosti ukáže čas.

2.3. Teoretická podstata orientace a pohybu

Při vývoji navigace je třeba brát v úvahu informace získané z psychologických výzkumů o pohybu a orientaci v prostoru. Důležité je znát mentální reprezentace, které si nevidomé osoby vytvářejí o okolním prostředí. Toto téma je v současné době v zájmu badatelů. V kapitole jsou popsány teorie a informace podložené vědeckými výzkumy o pohybu a orientaci v prostoru a mentální reprezentaci prostoru.

2.3.1. Kognitivní mapa

Kognitivní mapa je mentální reprezentace fyzického prostředí, především prostorových vztahů mezi předměty. Bez použití mentálního obrazu našeho okolí bychom nemohli provádět základní činnosti jako je jít do práce, do školy, na nákup nebo se vůbec pohybovat ve svém domě. Výzkum kognitivních map poprvé provedl Edward Tolman ve třicátých letech 20. století na krysách, které se učily cesty v bludišti. Od té doby se využívá při studiích na lidech. Lidé při tvorbě kognitivních map využívají dominanty neboli mezníky (informace o jednotlivých znacích nějakého místa), určení cesty (specifické směry a trasy přesunu) a zaměření (určené vzdálenosti mezi mezníky). Při užívání těchto znalostí uplatňujeme i mentální kognitivní strategie zvané heuristiky. Během vytváření mentálních map mají lidé tendenci úhly, linie a tvary abstrahovat a zkreslovat: pravoúhlé zkreslení (reprezentace např. křižovatek více jako pravoúhlé, než je tomu ve skutečnosti), heuristika symetrie (reprezentace tvarů symetričtěji), heuristika rotace (reprezentace zešikmených obrazců zkreslené ve směru vyšší vertikality nebo horizontality), heuristika souběžnosti (reprezentace mezníků a hranic více souběžné a vyrovnané) a heuristika relativní polohy (reprezentace vzájemné polohy mezníků a hranic podle pojmové znalosti kontextu). Kognitivní mapy mohou být založeny na procedurální paměti (např. sledování směru cesty), na výrokových informacích (užívání heuristiky) a na pozorování grafických map. Kromě toho jsou lidé také schopni vytvářet kognitivní mapy na základě slovního popisu, které mohou být stejně přesné jako mapy grafické.[13]

Pohlížet na prostředí jde dvěma způsoby: pohyb prostředím a pohled z ptačí perspektivy. Kognitivní mapa nemusí být založena na znalostech získaných pouze z přímého kontaktu prostředím. Jak již bylo řečeno, může být vytvořena na základě popisu pohybu v prostředí nebo popisu pohledu z ptačí perspektivy. Lidé jsou schopni konvertovat slovní popis do kognitivní mapy, kterou následně mohou použít k nalezení cesty. Nevidomí jedinci mají přístup k informacím více sekvenční, protože se nemohou rozhlédnout a získat celkový přehled. Jejich kognitivní mapy se proto více skládají z informací založených na znalosti cesty než z informací z pohledu z ptačí perspektivy. Výzkum[14] ukázal, že vidící lidé plní úkoly rychleji při popisu cesty než při popisu pohledu z ptačí perspektivy, ale více při nich chybují. Nevidomí lidé používají stejně dobře informace o popisu cesty i informace o pohledu z ptačí perspektivy. Při výzkumu, kdy účastníci dostávali popis cesty a popis pohledu z ptačí perspektivy, měli vidící účastníci při zodpovídání otázek lepší výsledky než nevidomí. Rozdíly mezi nevidomými od narození a těch, kteří oslepli v průběhu života, nebyly potvrzeny.

Ungar[15] shrnuje výsledky provedených výzkumů zaměřených na kognitivní mapy. Při těchto výzkumech bylo zjištěno, že nevidomí mají méně přesné kognitivní mapy dobře známých prostředí než lidé vidící. Lidé nevidomí od narození mají tendenci linearizovat zakřivené cesty a jejich kognitivní mapy jsou spíše blokové než integrovaný celek. Vidící lidé a lidé, kteří oslepli v průběhu života při úkolu procházet v uměle vytvořeném prostředí mezi jednotlivými body byli velice přesní při opravdovém pohybu. Při představování si pohybu byli už méně přesní. Výkon vrozeně nevidomých byl srovnatelný při pohybu i představě pohybu. Při pohybu s předchozí zkušeností s viděním je jedinec více citlivý na

měnící se strukturu prostředí a díky tomu aktualizuje své postavení automaticky s pohybem. Oproti tomu v představách nemá možnost aktualizovat svou polohu a musí vypočítávat relativní pozice bodů. Vysoký počet chyb nevidomých od narození v pohybu i představách naznačuje, že strategii výpočtu pozice bodů používají u obou procesů. Při snaze si zapamatovat polohu objektů nevidomí používají různé strategie:

- Obvod – Prozkoumání hranic oblasti, identifikace tvaru a velikosti oblasti, zjištění klíčových rysů kolem obvodu.
- Mřížka – Zkoumání vnitřních prvků dané oblasti a jejich prostorových vztahů přecházením z jedné strany na druhou.
- Od předmětu k předmětu – Opakovaný pohyb od jednoho objektu k druhému a zkoumání vztahu mezi objekty.
- Od obvodu k objektu – Opakovaný pohyb od obvodu k objektům.
- Od domácí základny k objektu – Opakovaný pohyb z výchozího bodu k objektům.
- V kruhu – Navštívení každého objektu v určitém pořadí cestou zpět k prvnímu objektu.
- Dopředu a zpět – Opakovaný pohyb mezi dvěma objekty.

Při používání strategie Obvod a Mřížka mají nevidomí dobré výsledky při lokalizaci jednotlivých objektů, ale špatné výsledky ve znalostech prostorové rozložení integrovaných map. Strategii V kruhu používají především nevidomí od narození. Zatímco nevidomí osleplí během života či lidi vidící se zavázanýma očima inklinují spíše ke strategii Dopředu a zpět. Oproti strategii V kruhu je používání strategie Dopředu a zpět spojeno s dobrým výkonem při testech o prostorové znalosti objektů. Některé výzkumy ale dokazují, že po naučení trasy, znovu procházení a tvoření modelu trasy se skupiny ve výkonu nelišily. Nevidomí účastníci pouze používali více orientačních bodů.

2.3.2. Pohyb nevidomých

Vidící lidé už od batolecího věku jsou schopni jít rovně, když před sebou vidí cíl. Pokud prostředí viděli, jsou schopni cíl najít i se zavázanýma očima. Přesnost dosažení cíle klesá s délkou prodlení mezi viděním cíle a pohybu k cíli ve tmě. Zvuk znějící z cíle působí stejně jako počáteční pohled na cíl. Lidé jsou schopni jít na krátkou vzdálenost k cíli, pokud slyší zvuk a jsou natočeni správným směrem čelem k cíli. Vidění poskytuje mnohem užitečnější informace o okolí než zvuky. Užívání nízkofrekvenčních zvuků je výhodné převážně pro nevidomé. Nevidomí užívají zvuky k echolokaci. Tleskání, dupání nebo zvuky vydávané psem slouží k určení vzdálenosti překážky.

Je dokázáno, že nevidomí dospělí umějí aktualizovat svoji polohu jako vidící. Otočení, obrácení nebo aktualizace polohy nutně nevyžaduje mentální rotaci. Provést rotaci či aktualizaci polohy lze užitím geometrických pravidel. Používání těchto pravidel se většina nevidomých, převážně nevidomí od narození, potřebují naučit. Při učení používání pravidel je třeba rozlišovat prostorové potíže od dysfunkcí, které nelze napravit. Příkladem může být Williamsův syndrom, pro který je typické špatné provádění vizuálně prostorových úkonů. Tento syndrom nesouvisí s viděním.

Vidící lidé často zabloudí v poušti, při plavání pod vodou, ve tmě či v mlze. Při pohybu prostředím s nedostatkem záchytných bodů se člověk pohybuje náhodně. Většinou lidé v takovém prostředí při chůzi rovně konzistentně zatáčejí do strany. Odchylka se zvětšuje se vzdáleností. Jedním z vysvětlení tohoto jevu je (není doloženo žádnými vědeckými důkazy), že lidé i zvířata se přirozeně pohybují v kruzích. Svědčí pro to lidské tvrzení, že při ztrátě cesty v mlze chodili v kruzích. Tendenci zatáčet do strany mají lidé vidící i nevidomí. Strana, na kterou člověk zatáčí, se vysvětluje různými teoriemi např. mozkovou dominantou jedné poloviny, asymetrií nohou, držením těla nebo vestibulárním systémem. Tendence zatáčet se také mění s prostředím, povrchem a náklonem podlahy. To je nejvíce patrné u nevidomých lidí, kteří např. odezvu od kroků při chůzi využívají. Rozdíly v zatáčení nejsou jen mezi jednotlivci, ale i u jednoho konkrétního člověka. Zajímavé je, že pokud jedinec odbočí, poté si už směr cesty udržuje stejný.[16]

Na stabilitě, držení a pohybu těla má kromě svalů, centrální nervové soustavy a dotyku těla s podlahou vliv také vizuální informace. Vidění má významnou roli v držení těla od počátku vzpřímené polohy. Vidění je také zapojeno do schopnosti si sednout a podporuje pohyby malého dítěte, které se hýbe za lákavými předměty. Přesto i slepé děti se vzpřimují bez pádů, prozkoumávají a uchopují předměty. Zřejmé je také to, že děti slepé od narození jsou v činnostech, jako je objevování a uchopování věcí, sezení, vstávání a držení rovnováhy opožděné a často později méně schopné než děti vidící.

Při dotyku věcí má člověk stále představu o relativní poloze objektu vůči svému tělu. Oproti tomu při pohybu ve velkém prostoru nevidomí ztrácí představu o poloze ostatních předmětů či cesty. Vidící lidé mají oproti nevidomým výhodu vnější kontroly během pohybu. Mohou se dívat před sebe, dozadu i do stran a tím kontrolovat umístění svého těla.[17]

3. TECHNICKÝ PLÁN VÝZKUMU

Jedná se o kvalitativní experiment v přirozeném prostředí. Výzkum má povahu testování uživatelského rozhraní a je doplněn o psychologické rozhovory. Testování uživatelského rozhraní sloužilo k odzkoušení navrženého prototypu navigace pro dotykový displej a operační systém Android. Rozhovory byly s účastníky vedeny pro získání informací o novém prototypu, ale také pro zjištění jejich charakteristik, hodnot, schopností, chování a cílů. Celý výzkum má zjevný interdisciplinární charakter, kdy se mísí technický problém uživatelského rozhraní navigace a psychologické poznatky uživatelů.

3.1. Výzkumný soubor

Uživatelé navrhovaného softwaru jsou zrakově postižení lidé. Chování, vnímání a způsob života se u jednotlivých lidí s různým postižením nesmírně liší. Práce zabývá pouze jednou skupinou, a to nevidomými jedinci, kteří byli klasifikováni výše. Pro vnitřní stratifikaci výzkumného vzorku, která má popisnou povahu, sloužil následující standardizovaný strukturovaný rozhovor.

3.1.1. Standardizovaný rozhovor

Se všemi účastníky testování byl proveden standardizovaný strukturovaný rozhovor s předem danými otevřenými otázkami. Rozhovor sloužil převážně k získání osobní charakteristiky testovaného uživatele. Skládal se z 10 otázek zaměřených na zrakové postižení, vzdělanost, aktivitu a samostatnost uživatele. Jedno z hlavních rozdělovacích kritérií je věk, kdy jedinec přišel o zrak. První skupina se skládá z lidí s vrozenou slepotou a těch, kteří oslepli v průběhu 1 měsíce života. Druhá skupina se skládá z lidí, kteří přišli o zrak v průběhu života, nejdříve v 6 letech. Navigace je určena pro všechny nevidomé, proto do výzkumu byly zahrnuty výsledky ze všech skupin nevidomých. Předem nebyla stanovena žádná kritéria, která by nevidomé účastníky z experimentu vyřazovala. Výčet otázek rozhovoru:

- Od kolika let jste nevidomý/á?
- Pokud ne od narození, jak jste na tom předtím byl/a se zrakem, měl/a jste nějaké jiné zrakové vady?
- Prošel/la jste nějakým výcvikem pro nevidomé?
- Pokud ano, kdy a jakým?
- Jaké pomůcky pro zrakově postižené pravidelně používáte pro usnadnění orientace?
- Jaké máte vzdělání?
- Jak často chodíte sám/a ven (dále od svého bydliště)?
- Jak často používáte sám/a hromadnou dopravu?
- S kým žijete v jedné domácnosti?
- Jaké jsou vaše záliby, které pravidelně provozujete?

Pomocí rozhovoru byli účastníci rozděleni do skupin. Tyto skupiny byly nerovnoměrně zaplněny. Pro další možný výzkum s více účastníky je doporučeno zaplnit skupiny rovnoměrně několika účastníky, aby mohly být výsledky skupiny porovnány. Výrazný rozdíl se předpokládá mezi skupinou nevidomých od narození a skupinou nevidomých od 6 let. Vzhledem k počtu účastníků skupiny v tomto výzkumu porovnávány nebyly. Níže jsou uvedeny skupiny nevidomých získaných z rozhovoru:

- Nevidomí od narození – Osoby, které jsou nevidomé od svého narození, či osleply během 1. měsíce života.
- Nevidomí od více než 6 let – Osoby, které jsou nevidomé od svých šesti a více let, tj. mají zkušenosti se zrakem jako zdraví vidící lidé. Do této skupiny nebudou zařazeni lidé, kteří do 6 let před svou úplnou slepotou měli silnou praktickou slepotu.
- Prošel jsem výcvikem – Účastníci, kteří prošli výcvikem pro nevidomé.
- Neprošel jsem výcvikem – Účastníci, kteří nikdy neprošli žádným výcvikem pro nevidomé.
- Aktivní člověk – Jedinec, který pravidelně alespoň 4x týdně opouští samostatně své bydliště, využívá městskou hromadnou dopravu a věnuje se aktivně svým zálibám.
- Neaktivní člověk – Jedinec, který opouští svůj domov maximálně 3x týdně, většinou v doprovodu další osoby, pravidelně nepoužívá městskou hromadnou dopravu.
- Samostatný člověk - Může žít v domácnosti s další osobou, ale tato osoba o něj soustavně nepečuje.
- Nesamostatný člověk – Člověk, který žije v domácnosti s další osobou, která o něj soustavně pečuje a doprovází ho při jeho aktivitách.
- Vzdělaný člověk – Jedinec s dosaženým středoškolským vzděláním nebo vysokoškolským vzděláním.
- Méně vzdělaný člověk – Jedinec, který dosáhl základního vzdělání, nebo nedosáhl vzdělání žádného

3.1.2. Účastníci

Seznam účastníků a jejich základní charakteristiky znázorňuje tabulka č. 2.

Účastník č. 1 – žena 35 let	
Zraková vada	úplná nevidomost od narození
Výcvik	chůze s holí, praktické dovednosti
Aktivita	každý den chodí ven a používá MHD
	plavání, výlety, kultura
Samostatnost	bydlí půl týdne s rodiči a půl sama
Vzdělanost	právě studuje vysokou školu
Navigační pomůcky	bílá hůl, vysílačka, občas mobilní telefon
Účastník č. 2 – muž 40 let	
Zraková vada	úplná nevidomost od 25 let, předtím do 15 let bez zrakové vady
Výcvik	prostorová orientace a samotný pohyb
Aktivita	chodí ven min. 4x týdně a pokaždé používá MHD
	plavání, jízda na kole, literatura, architektonic-

	ké miniatury
Samostatnost	bydlí s manželkou a dcerou
Vzdělanost	vysokoškolské Mgr.
Navigační pomůcky	bílá hůl
Účastník č. 3 – muž 36 let	
Zraková vada	praktická nevidomost od 10 let
Výcvik	prostorová orientace
Aktivita	každý den chodí ven a používá MHD
	železniční doprava, soutěže, poznávací turistika, rekreační běh
Samostatnost	bydlí s manželkou a 2 dcerami
Vzdělanost	vysokoškolské
Navigační pomůcky	bílá hůl, vysílačka, počítač, mobilní telefon
Účastník č. 4 – žena 35 let	
Zraková vada	prakticky nevidomá od 24 let, předtím bez zrakové vady
Výcvik	chůze s bílou holí
Aktivita	každý den chodí ven a používá MHD
	jízda na kole, plavání, sbírka podpisů, příroda, hrady a zámky
Samostatnost	žije sama
Vzdělanost	středoškolské s maturitou
Navigační pomůcky	bílá hůl, navigační centrum SONS, vysílačka
Účastník č. 5 – muž 40 let	
Zraková vada	úplná nevidomost od 6 let, do té doby zbytky zraku
Výcvik	chůze s holí, nic jiného tenkrát neexistovalo
Aktivita	každý den chodí ven a používá MHD
	knihy, hudba, výpočetní technika
Samostatnost	bydlí s manželkou a 2 dětmi
Vzdělanost	středoškolské odborné s maturitou
Navigační pomůcky	bílá hůl, mobilní telefon, vysílačka, navigační centrum SONS
Účastník č. 6 – muž 34 let	
Zraková vada	úplná nevidomost od 28 let, předtím bez zrakové vady
Výcvik	neprošel žádným výcvikem
Aktivita	1x za 14 dní chodí ven a používá hromadnou dopravu
	počítač
Samostatnost	bydlí s otcem
Vzdělanost	vysokoškolské vzdělání
Navigační pomůcky	bílá hůl, počítač

Tabulka č. 2: Seznam účastníků testování

3.2. Metoda výběru výzkumného souboru

Účastníci testování byli vybráni nepravděpodobnostní metodou účelného výběru přes instituce. Tato metoda je pro tento typ výzkumu velice efektivní z hlediska časového i finančního, ale má i své nedostatky. Např. lidé využívající danou instituci mohou představovat

pouze malou část spektra zrakově postižených osob. Díky dlouhodobé spolupráci elektrotechnické fakulty ČVUT s centrem podpory samostatného studia zrakově postižených Tereza, byli účastníci osloveni přes tuto instituci. Většina účastníků již spolupracovala při testování navigace NaviTerier. Všichni měli možnost si určit místo a čas setkání a byli za svoji účast ve výzkumu oceněni odměnou ve výši 300 Kč.[18]

3.3. Metody sběru dat

Jako hlavní metoda sběru dat bylo vybráno zúčastněné pozorování reduktivní deskripcí. Důvodem k výběru zúčastněného pozorování byla důležitost bezprostřední zkušenosti se situací a jevy. Bylo třeba se zaměřit nejen na chování samotného účastníka experimentu, ale také na vnější podmínky (zvuky, pachy, překážky v terénu, nepředvídatelné situace) a okolní veřejnost. Protože budoucí uživatelé navigačního systému mají navigaci užívat samostatně bez podpory jakéhokoliv dalšího člověka, bylo by dobré tuto podmínku zachovat i ve výzkumu. Skryté pozorování v našem výzkumu nakonec nebylo použito, protože účastníci testování často potřebovali navést na správnou trasu či dostat nějakou odezvu. Účastníci proto byli ovlivňováni pocitem, že jde někdo s nimi. Experimentátoři se snažili do testování co nejméně zasahovat a podpořit tak nevidomého v samostatnosti. Výsledky pozorování byly zaznamenány pomocí reduktivní deskripce, což je předem vytvořená struktura pozorování zaměřená na vytyčené oblasti. Omezuje tím prostor pozorovateli, který musí respektovat schéma pozorování. Naopak umožňuje získat standardizovaný záznam, který se lépe zpracovává a také snižuje riziko ovlivňování výsledků pozorování vlastní osobou experimentátora. Tabulka č. 3 zobrazuje kategorie chování, které experimentátor pozoroval a zapisoval. [18]

Pohybové znaky chování	Exprese stavů a emocí (mimika, výraz tváře…)
	Pohyby celého těla (styl chůze, rychlost a tempo chůze, zastavování v chůzi…)
Sociální interakce	Komunikace s okolními lidmi (téma konverzace, význam interakce…)
	Verbální chování (intenzita, výška a intonace hlasu, plynulost řeči…)
Znaky prostředí	Prostorové znaky (zvláštní předměty na cestě, počet lidí na testované trase…)
	Popis děje (neobvyklá situace na testované trase, právě probíhající akce, činnosti prováděné ostatními lidmi…)
Prováděné úkony	Reakce na navigaci (rychlost a správnost reakce na navigaci, opakované vyžádání pokynu…)
	Špatné úkony (špatně zvolená trasa, návrat zpět po trase, nereagování na navigaci, příčiny špatně splněného úkonu…)
	Čas potřebný ke splnění jednotlivých úkonů
Informace o experimentu	Dosažení cíle trasy a celkový čas

Tabulka č. 3: Kategorie pozorované experimentátorem

S účastníky byly během testování provedeny standardizované rozhovory. Rozhovory byly strukturované s předem danými otevřenými otázkami.

3.3.1. Rozhovor před testováním

První rozhovor byl proveden s účastníky před samotným testováním prototypu a slouží k získání základních informací o účastníkovi. Otázky rozhovoru byly konstruované tak, aby získaly charakteristiky testovaných osob a určovaly validitu výzkumu. Otázky se zaměřovaly převážně na zjištění znalosti testovacího prostředí a přístroje navigace. Pro výzkum bylo žádoucí, aby pro testované uživatele bylo prostředí ZOO neznámé. Účastníci by neměli mít příliš velikou zkušenost s dotykovými displeji a přístrojem pro hlasovou navigaci. To vše zaručuje validitu výzkumu a možnost použití navigace v neznámých prostředích nezkušenými uživateli. Závěrečné otázky rozhovoru byly pro odlehčení atmosféry a zjištění aktuálního stavu účastníka. Pocit účastníků byl zjišťován před testováním i po testování. To sloužilo k určení náročnosti navigace na psychiku uživatele.

1. Kolik je vám let?
2. Jaké je vaše zaměstnání?
3. Kolikrát jste byl/a v Zoo v Praze?
4. Pokud jste tu už byl/a, kdy naposledy?
5. Už jste někdy využíval/a přístroj pro hlasovou navigaci?
6. Už jste někdy ovládal/a dotykový displej?
7. Jaké je vaše oblíbené zvíře?
8. Jak se dnes cítíte?

3.3.2. Rozhovor po testování

Druhý rozhovor se konal po skončení testování prototypu. Experimentátoři obdrželi informace o osobních pocitech účastníků z testování a navigačního systému a o celém průběhu testování. Důležitým bodem byly poznámky testovaných osob na výhody či nevýhody systému.

1. Jak se cítíte nyní?
2. Jak jste si byl/a jistá svou cestou po Zoo?
3. Jak jste si užil/a procházku po Zoo?
4. Co se vám nejvíce líbilo?
5. Myslíte, že byste důvěřoval/a takovéto navigaci a používala ji ve městě?
6. Jaký je podle vás nedostatek této navigace?
7. Co vám na navigaci naopak připadá výhodné?
8. Jak se vám navigace ovládala?
9. Máte nějaké další návrhy a připomínky k navigaci?
10. Vyhovuje vám navigace pomocí metrů, nebo byste preferovala/a kroky či sekundy?
11. Charakterizujte, co pro vás znamená samostatnost.
12. Jak je pro vás důležité samostatně : (ohodnoťte stupnicí 1 až 5; 1: nejvyšší důležitost, 5: není to pro mě vůbec důležité)
    a. Dojít k doktorovi.

    b. Dojít na úřad.
    c. Nakoupit v obchodu.
    d. Projít se po městě.
    e. Navštívit kulturní akce.
    f. Projít se po ZOO.
    g. Cestovat hromadnou dopravou.
    h. Navštěvovat nová místa.
13. Jaké veřejné budovy nejčastěji navštěvujete?
14. Jaké veřejné budovy byste chtěl/a navštěvovat, ale kvůli vaší nevidomosti nenavštěvujete?
15. Co je pro vás při orientaci v prostoru nejtěžší?
16. Co je pro vás při pohybu v prostoru nejtěžší?
17. Co pro vás bylo při procházce po ZOO nejtěžší?
18. Jaký typ pomůcky pro zkvalitnění vašeho života byste ocenil/a?
19. Jak často vás oslovují lidé na ulici s nabídkou pomoci?
20. Jak často žádáte o pomoc vy sám/sama?

Veškeré kroky podniknuté testovanou osobou na aplikaci se zapisovaly do souboru, který sloužil k získání informací o četnosti používání jednotlivých tlačítek a časovém průběhu testování.

3.4. Etické otázky

Testované osoby byly předem informovány o povaze experimentu. Účast na experimentu byla dobrovolná. Účastník měl možnost v jakékoli části experimentu přerušit či ukončit svoji účast. Každý účastník byl předem informován, kdo a za jakým účelem bude mít přístup k získaným datům a osobním údajům. Veškerá pozorování a údaje byly zaznamenány pouze podle čísla přiděleného každému účastníkovi. Pozorování experimentátorem zajišťovalo možnost pomoci účastníkovi při hrozbě jakékoliv psychické či fyzické újmy. Experiment byl prováděn s osobami, které předem udělily informovaný souhlas s účastí na experimentu. Experimentátor byl připraven na komplikace např. odmítnutí účastníka poskytnout data získaná v experimentu.

3.5. Použitá technika

Pro účely výzkumu byl naimplementován jednoduchý prototyp navigace pro operační systém Android. Při testování byl konkrétně použit mobilní telefon HTC Hero (Android 2.1) s aktivním TFT displejem o velikosti 3,2 palce. Na mobilním telefonu je také k 3,5 mm Jack konektor pro sluchátka a mini-USB 2.0 pro připojení k počítači.

3.6. Testovací trasa

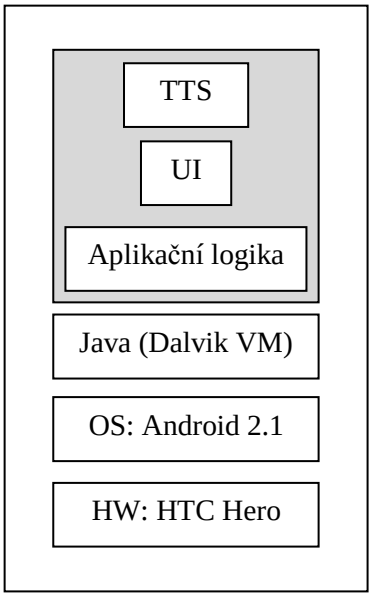
Testování probíhalo v Zoologické zahradě v Praze. Zoologická zahrada byla vybrána, protože se jedná o relativně stálé prostředí se spoustami záchytných bodů, kterých lze při testování využít. Většina nevidomých ZOO skoro nenavštěvuje, proto lze také v tomto prostředí předcházet ovlivnění výsledků znalostí trasy. Trasa v ZOO se skládala z venkovní a vnitřní expozice v pavilonu. Díky tomu mohla být navigace otestována v obou prostředích a do budoucnosti může fungovat i pro přechody mezi jednotlivými budovami, které jsou v případě např. úřadů a nemocnic typické. Prostředí ZOO není svou strukturou úplně identické jako veřejné budovy, ale splňuje požadavky pro testování. Zároveň je dobře dostupné a pro účastníky testování atraktivní. Trasa byla vybrána tak, aby byla poblíž vchodu a východu ze ZOO, možnosti posezení (kvůli rozhovorům a přípravě na testování) a obsahovala krátké členité úseky venku i uvnitř. Celkově trasa měří přibližně 300 metrů a je rozdělena do 13 úseků. Na start trasy je možné se dostat cestou, která není shodná s testovanou trasou, což je důležité pro neznalost trasy testovanými osobami.

Obrázek č. 3: Mapa testovací trasy

4. NÁVRH A IMPLEMENTACE PROTOTYPU

4.1. Struktura prototypu

Prototyp navigačního systému se skládá ze čtyř vrstev. První vrstvu tvoří hardware mobilního telefonu HTC Hero, který ovlivňuje vyšší vrstvy. Další vrstvou je operační systém Android. Třetí vrstva je prostředí pro spuštění Java aplikací pomocí virtuálního stroje Dalvik. Poslední čtvrtou vrstvou je samotná aplikace, která se skládá z aplikační logiky, uživatelského rozhraní a hlasové syntézy TTS (Text-To-Speech).



Obrázek č. 2: Struktura prototypu navigačního systému

4.2. Android

Android se objevil na trhu teprve nedávno, od té doby zaznamenal raketový růst a je nejvíce používaný operační systém tzv. „chytrých telefonů“. Tyto telefony jsou vybaveny GPS, akcelerometry, dotykovými displeji atd. Rozmach Androidu nejvíce oceňují vývojáři, kterým Android nabízí otevřenou alternativu k programování. Vývojáři mohou napsat vlastní aplikaci a distribuovat ji na volném trhu. Odpovědí na zájem vývojářů je rozšíření mobilních Android zařízení. Na začátku roku 2010 bylo na trhu přes 20 mobilních Android zařízení vyvinuté firmou HTC, Motorola, LG, Samsung a Sony Ericson. Android díky tomu, že je volně šiřitelný otevřel cestu tisíci mobilním vývojářům. Od října roku 2008 bylo vydáno společností Google 7 platforem a SDK (Software Development Kit).

Android je open source softwarová platforma určena zejména pro mobilní zařízení, běžící na pozměněném jádře Linux 2.6. Platforma se skládá ještě z řady C/C++ knihoven a hotových aplikací např. správce kontaktů. Android má vlastní virtuální stroj Dalvik VM, který slouží k vykonávání bytekódu. Pro Android se programuje především v jazyku Java, také díky Android SDK, který převádí Javovské .class soubory do Dalvikovských .dex souborů.

Převod není stoprocentní, proto ne vše v Javě lze použít pro Android. SDK obsahuje některé vývojové nástroje a další části se instalují jako komponenty. Jednou z nejdůležitějších položek SDK je program android, kterým se spouští Android SDK and AVD Manager, přes který se stahují jednotlivé komponenty SDK. Android SDK také obsahuje emulátor Androidních zařízení.[19] Na obrázku č. arch je zobrazena architektura prototypu navigačního systému.

Oficiálním vývojovým prostředím je Eclipse, který pomocí Android Developement Tools Plugin má doplňky pro vývoj a ladění aplikací pro Android. Všechny potřebné komponenty a informace pro vývoj na Android jsou dostupné na oficiální stránce.[20]

4.2.1. View

V aplikaci Android je uživatelské rozhraní postaveno na *View* a *ViewGroup* objektech. *View* objekty je datová struktura, její vlastnosti určují rozložení parametrů a obsahu pro konkrétní obdélníkovou oblast na obrazovce. *View* určuje všechny grafické prvky obrazovky, ve které se nachází. *View* jako objekt uživatelského rozhraní je také bod interakce pro uživatele a příjemce interakčních událostí.

XML nabízí čitelnou strukturu pro uspořádání, podobně jako HTML. Každý prvek v XML je buď *View, ViewGroup* objekt nebo jeho potomek. Jednoduché rozložení s textem použité v aplikaci prototypu vypadá takto:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<FrameLayout
      xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
 android:layout_width="fill_parent"
 android:layout_height="fill_parent"
 >
 <TextView
 android:id="@+id/touchView"
 android:background="#0000"
 android:layout_weight="1"
 android:layout_width="fill_parent"
 android:layout_height="fill_parent"
 />
 <TextView
 android:id="@+id/textView"
 android:layout_width="fill_parent"
 android:layout_height="fill_parent"
 android:text="Hello World, TestActivity"
 />
</FrameLayout>
```

Chceme-li být informováni o akcích uživatelského rozhraní, musíme definovat posluchači událost a zaregistrovat *View*. [22] V kódu aplikace je událost dotyku displeje uživatelem definována takto:

```
final View touchView = findViewById(R.id.touchView);
touchView.setOnTouchListener(new View.OnTouchListener() {
public boolean onTouch(View v, MotionEvent event) {
….. } });
```

4.3. Text-To-Speech (TTS)

Knihovna *TTS* umožňuje vývojářům přidat do aplikace hlasový výstup pomocí textového řetězce. *TTS* převede textový řetězec na text a ten poté přečte uživateli. Na displeji nemusí být žádný textový výstup. V současné době je v *TTS* k dispozici *eSpeak*, což je kompaktní volně šiřitelný řečový syntetizér pro angličtinu a další jazyky. *ESpeak* je nyní dostupný i pro český jazyk. Použití vyžaduje mít SD kartu v mobilním zařízení, na kterou *eSpeak* stáhne hlasová data při první spuštění. *TTS* umožňuje uživateli nastavit rychlost řeči, jazyk, přidání textu do fronty a další výhodné funkce.[23]

4.4. Uživatelské rozhraní

Uživatelské rozhraní bylo navrženo pro dotykový displej mobilního telefonu HTC Hero viz obrázek č. 3. Pro ovládání telefonu nevidomými uživateli byl využit pouze dotykový displej. Systémová tlačítka ve spodní části mobilního telefonu byla použita pro nastavení aplikace experimentátory.

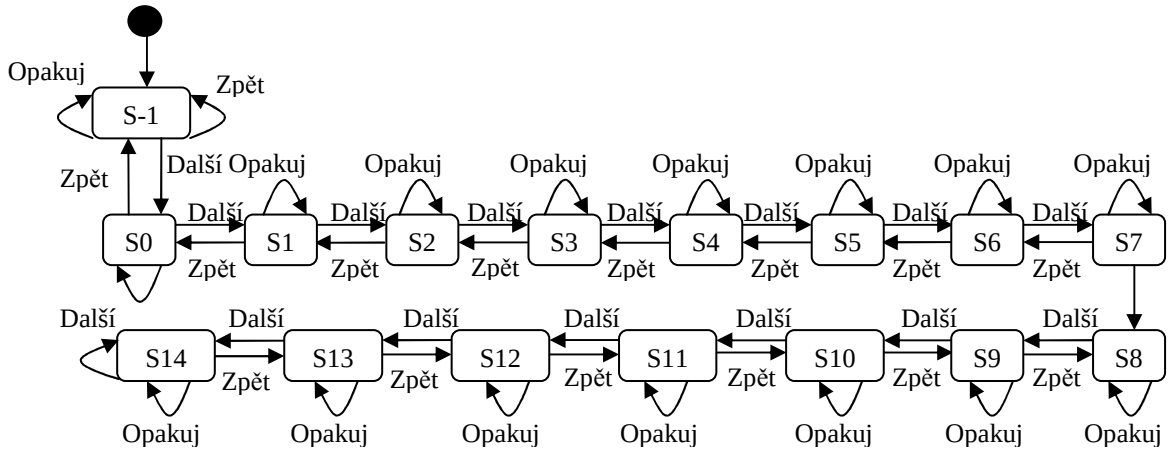
Obrázek č. 3: Mobilní telefon HTC Hero

4.4.1. Funkce prototypu

Pro účely výzkumu byl naimplementován prototyp navigačního systému, který umožňuje uživateli projít připravenou trasu v Zoologické zahradě. Trasa je vybrána pouze jedna. Testovaná osoba nemá možnost si volit mezi trasami. Testovaní účastníci mají možnost ovládat pouze základní obrazovku aplikace pomocí dotykového displeje a hlasové odezvy. Spouštění aplikace, nastavení základních vlastností a vypnutí aplikace není v prototypu pro nevidomé naimplementováno. Pomocí prototypu uživatel prochází danou trasu po úsecích podle popisů. Prototyp neurčuje polohu uživatele. Tu získává pouze ze zpětné odezvy od uživatele. Podle zpětné odezvy přepíná mezi stavy. Podle aktuálního stavu přečte uživateli pokyn. Na obrázku č. 4 je znázorněn stavový diagram popisů.

Základní menu aplikace poskytuje 4 funkce:

- Další: Aplikace přečte uživateli další pokyn.
- Krok zpět: Aplikace přečte uživateli předešlý pokyn.
- Opakuj: Aplikace přečte uživateli naposledy vyslovený pokyn.
- Detail: Aplikace nastaví režim čtení na „Stručný popis“ nebo „Podrobný popis“ a přečte nastavený režim uživateli.



Obrázek č. 4: Stavový diagram – popis trasy

4.4.2. Displej prototypu

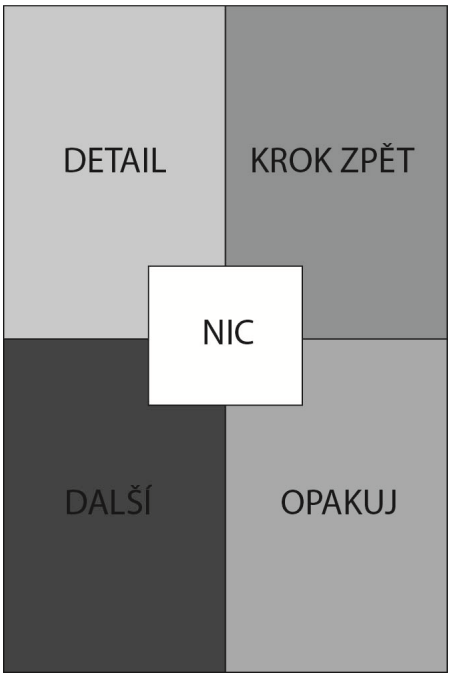
Aby ovládání bylo co nejvíce přehledné a jednoduché, každé z funkcí byl přiřazen vlastní prostor na základní obrazovce aplikace. Nejvíce přehledné rozložení 4 tlačítek na displeji (tvar obdélníku) je rozdělení displeje do 4 kvadrantů. Schopnost lidí rozlišit jednotlivé kvadranty na dotykovém displeji bez zrakové odezvy byla testována na mobilním telefonu. Obrazovka mobilního telefonu byla přelepena papírem a dotyky zaznamenávány pomocí tiskařské barvy. Testování se zúčastnilo 10 vidících osob se zavázanýma očima. Jako první měli účastníci za úkol se dvakrát dotknout každého kvadrantu viz obrázek č. 5. Žádná

z testovaných osob neměla problém najít postupně všechny kvadranty a cíleně se jich dotknout.

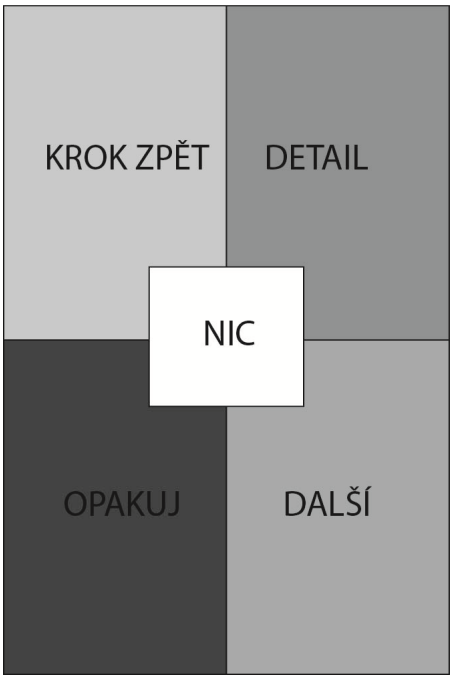
Obrázek č. 5: Testování rozložení tlačítek

Dále měli testovaní lidé určit který z kvadrantů je nejsnadnější na dotyk. Na obrázku č. 5 je čísli 1 až 4 označena preference kvadrantů. Testování prokázalo, že při větších rozměrech displeje (jako je na našem zařízení HTC Hero) je nejsnadnější se dotknout spodní oblasti displeje. Všichni lidé s dominantní pravou rukou nejvíce preferovali levou dolní oblast a poté pravou dolní oblast. Šest z nich preferovalo pravý horní okraj před levým horním okrajem.

Z dřívějších výzkumů[3][4] vyplívá, že nejpoužívanější funkce navigace je funkce Další, poté Opakuj, Krok zpět a Detail. Proto byla tlačítka umístěna tak, jak je na obrázku č. 6. Pro použití navigace v levé ruce bylo použito vertikálně převrácené rozhraní zobrazené na obrázku č. 7. Četnost používaných funkcí se potvrdila i v našem. Uživatel by měl mít možnost přerušit dotyk displeje bez vybrání funkce. Proto byla do uživatelského rozhraní zařazena oblast Nic, která nespouští žádnou funkci. Oblast byla umístěna do středu displeje mezi 4 tlačítka.

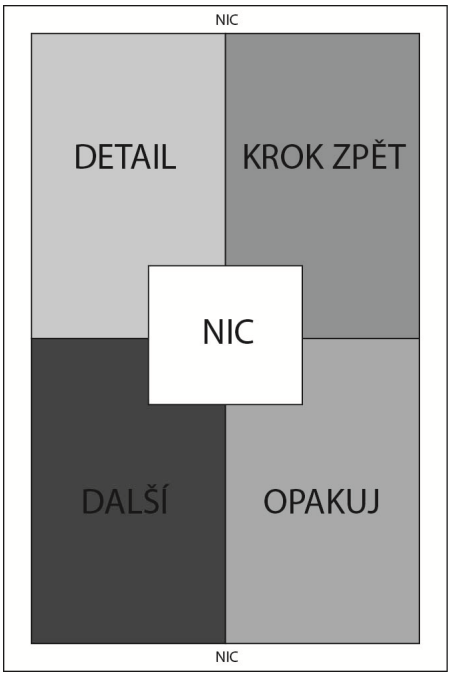


Obrázek č. 6: Rozmístění tlačítek pro pravou ruku

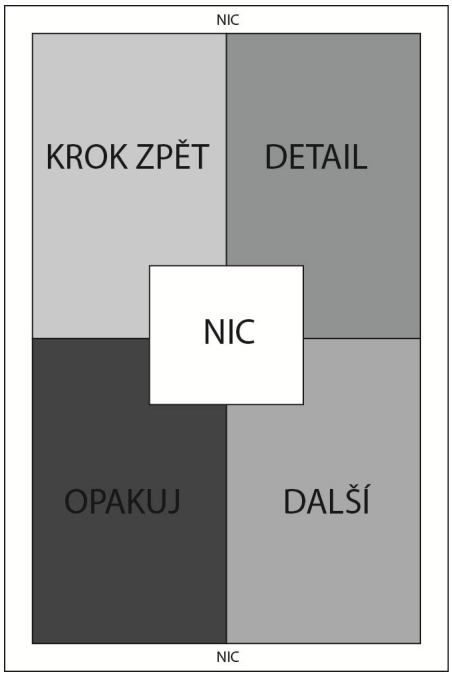


Obrázek č. 7: Rozmístění tlačítek pro levou ruku

Po pilotním testování byla také přidána k okrajům displeje. Sklo displeje je větší než samotná funkční oblast, kterou nevidomý nemůže detekovat. Pokud prstem opustí funkční oblast displeje na krajích, vybere pouze tlačítko Nic a nenaruší tím průběh navigace. Konečné rozvržení tlačítek je znázorněno na obrázku č. 8 a 9.



Obrázek č. 8: Uživatelské rozhraní pro pravou ruku

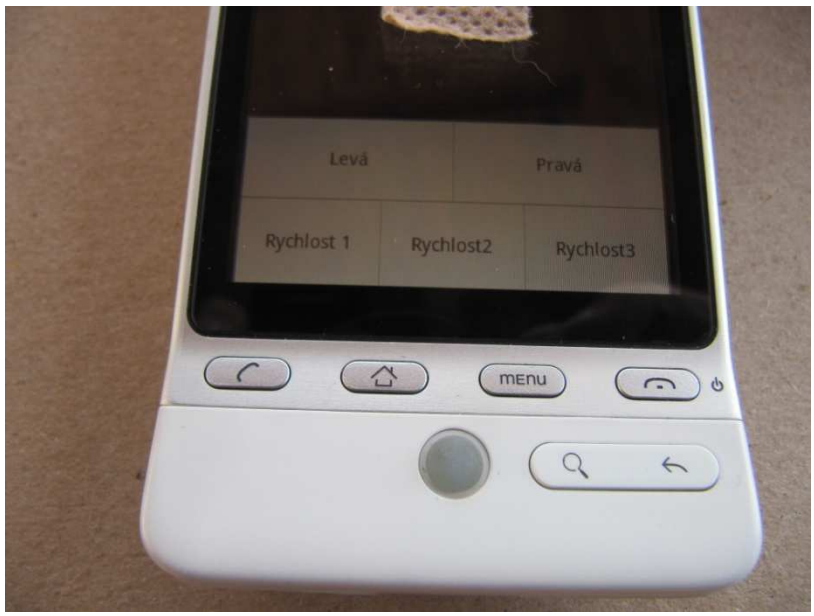


Obrázek č. 9: Uživatelské rozhraní pro levou ruku

Pro lepší orientaci na displeji byla do středu oblasti Nic nalepena náplast (obrázek č. 10). Displej mobilního telefonu snímal dotyk i přes náplast. Díky nalepené náplasti nevidomý má větší přehled o poloze prstu na displeji i bez zrakového vjemu.

Obrázek č. 10 : Náplast na displeji

Aplikace obsahuje položkové menu (obrázek č. 11), které je pouze pro experimentátory. Spouští se systémovým tlačítkem Menu viz obrázek č. 11. To umožňuje výběr ze tří rychlostí řeči a nastavení pro levou či pravou ruku. Účastníci si mohou vybrat ze 4 stupňů rychlosti řeči. Nejpomalejší rychlost je v aplikaci přednastavena a je to základní rychlost TTS. Jinak si mohou zvolit rychlost 1 (1,5x rychlejší než základní rychlost), 2 (1,7x rychlejší než základní rychlost) a 3 (1,9x rychlejší než základní rychlost). Rychlejší řeč než 3 je už dosti nesrozumitelná. Pomalejší než základní rychlost je naopak příliš zdlouhavá.



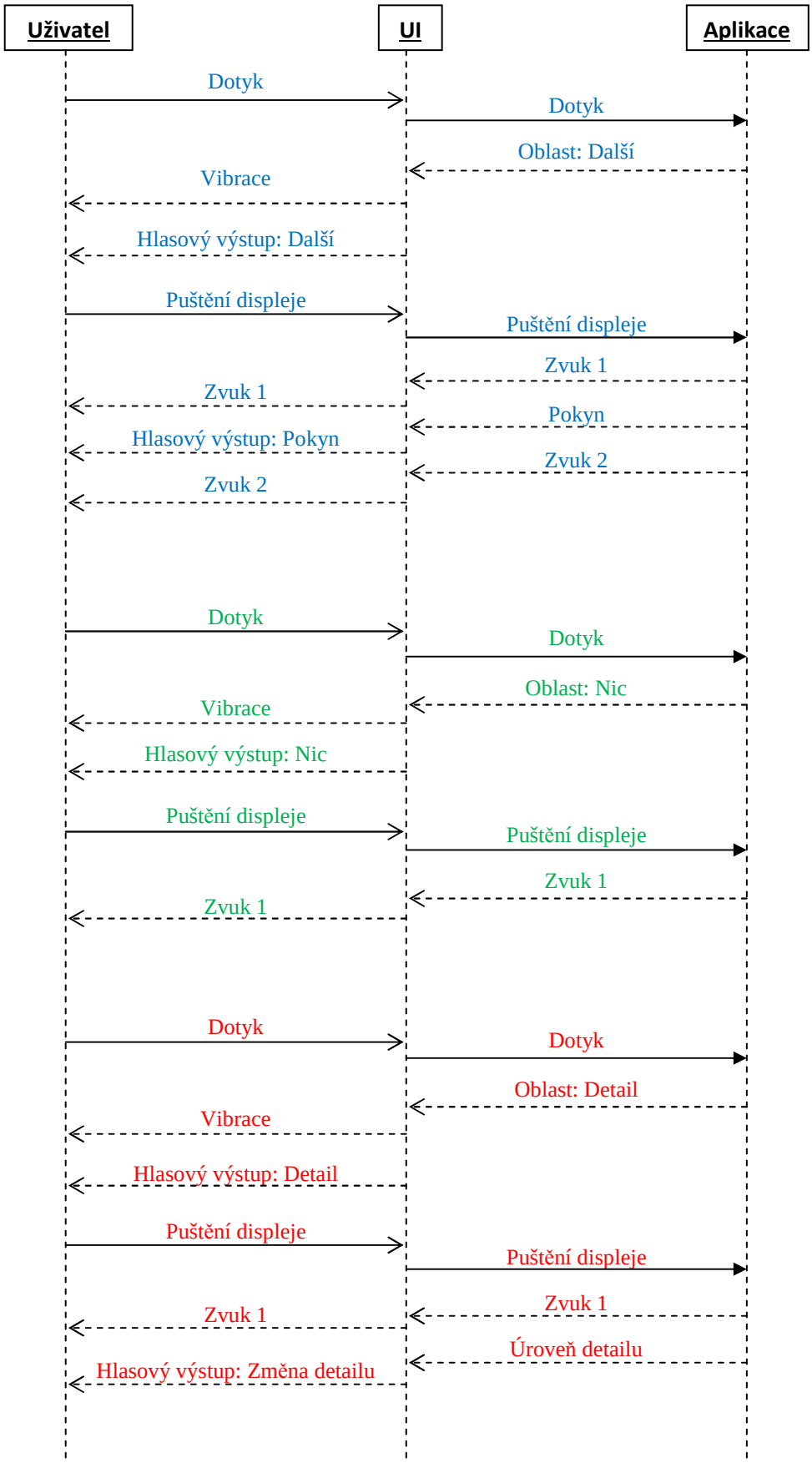
Obrázek č. 11: Menu pro výběr rychlosti řeči a rozložení tlačítek

Na horní části displeje je při spuštění aplikace funkční systémová lišta zobrazená na obrázku č. 12. Při dotyku horního okraje a posunu prstu směrem dolů se lišta roztáhne přes celou obrazovku. Tato lišta způsobuje nevidomým problémy. Stažení lišty není nijak signalizováno a aplikace je při jejím stažení nefunkční. Tento problém nebyl v rámci práce nijak řešen.

Obrázek č. 12: Systémová lišta

4.4.3. Interakce s uživatelem

Ovládání je vytvořeno na základě hlasové odezvy. Dotykem na displej aplikace vypočte aktuální souřadnice a přiřadí danou oblast a funkci. Uživatel se může libovolně pohybovat mezi tlačítky a v případě, že chce vybrat některé z nich, pustí displej právě na místě tohoto tlačítka. Při přesunu na novou oblast mobilní telefon zavibruje a přečte uživateli název tlačítka, na kterém se nachází. Výběr tlačítka je signalizován vzestupným zvukem, po kterém následuje přečtení pokynu. Konec pokynu je signalizován sestupným zvukem. Pokud uživatel vybere tlačítko Nic, signalizuje aplikace výběr tlačítka pouze zvukem bez pokynu. Obrázek č. 13 znázorňuje sekvenční diagram funkce navigačního systému.



Obrázek č. 13: sekvenční diagram funkcí prototypu

4.4.4. Popis trasy

Předem vytvořený popis trasy byl několikrát upravován za spolupráce s nevidomými účastníky výzkumu během testování. Finální verze popisu je popsána níže přesně tak, jak je napsána v aplikaci (Věty jsou odděleny velkým písmenem bez čárek a teček. Čísla jsou psaná slovy). Popis trasy se skládá z 13 úseků a jednoho celkového popisu. Celkový popis je spuštěn na začátku testování a shrnuje základní informace o trase. Každý další úsek je popsán stručným popisem, podrobným popisem a akcí. Mezi stručným a podrobným popisem může uživatel volit.

S-1: *"Jsi na začátku zpět už nemůžeš"*

S0 - Celkový popis: *„Dobrý den Právě se nacházíte v Zoologické zahradě před pavilonem slonů Půjdete po cestě okolo tapírů ptáků tučňáků a lachtanů až dojdete ke schodišti u restaurace Od schodiště půjdete klikatou cestou do kopce ve tvaru písmene es až dojdete k pavilonu Indonéské džungle Půjdete dovnitř projdete místností s akvárii potom okolo varanů až dojdete do cíle naší cesty uprostřed džungle s makaky Cesty jsou betonové dosti široké a okraje cest jsou většinou lemovány jehličnatými stromy a nízkými dřevěnými zábradlími Celá trasa celkově měří přibližně tři sta metrů“*

S1 - Stručný popis: *„Betonová cesta je přes tři metry široká a osmdesát metrů dlouhá Levý okraj cesty lemuje dřevěný a místy kamenný plůtek Na konci je při levém okraji dřevěný stojan a odpadkový koš Cesta končí na rozcestí ve tvaru kříže“*
S1 - Podrobný popis: *„Betonová cesta je přes tři metry široká a osmdesát metrů dlouhá Cestou napravo je výběh tapírů a klece ptáků nalevo je ostrov lemurů s vodopádem Levý okraj cesty lemuje dřevěný a místy kamenný plůtek na konci je při levém okraji dřevěný stojan a odpadkový koš Cesta končí na rozcestí ve tvaru kříže“*
S1 - Akce: *„Jděte při levém okraji podél plotu až na jeho konec kde stojí dřevěný stojan a odpadkový koš“*

S2 - Stručný popis: *„Stojíte na rozcestí před vámi je přes 3 metry široká cesta přibližně dvacet metrů dlouhá která vede na další rozcestí Při levém okraji je rozhraní betonu a hlíny a na konci leží tři obrovské kameny“*
S2 - Podrobný popis: *„Stojíte na rozcestí před vámi je přes 3 metry široká cesta přibližně dvacet metrů dlouhá která vede na další rozcestí Při levém okraji je rozhraní betonu a hlíny a na konci leží tři obrovské kameny a je slyšet vodopád z pavilonu lachtanů“*
S2 - Akce: *„Jděte pět metrů rovně najděte levý okraj cesty a jděte až na rozcestí k velkým kamenům“*

S3 - Stručný popis: *„Nalevo je cesta široká pět metrů a dlouhá třicet pět metrů Při pravém okraji je vyvýšená terasa na kterou vedou postupně troje dřevěné schody jeden a půl metru široké Za posledními schody není několik metrů žádná vodící linie Cesta končí před betonovými schody vedoucími nahoru“*
S3 - Podrobný popis: *„Nalevo je cesta široká pět metrů a dlouhá třicet pět metrů Při pravém okraji je vyvýšená terasa na kterou vedou postupně troje dřevěné schody jeden a půl*

metru široké s rozestupem tři metry za sebou Za posledními schody není několik metrů žádná vodící linie Cesta končí před betonovými schody vedoucími nahoru“
S3 - Akce: *„Jděte několik kroků vpřed otočte se do leva a najděte pravý okraj cesty podél kterého jděte až k betonovým schodům“*

S4 - Stručný popis: *„Schodiště je široké přes tři metry Uprostřed je úzká plošinka Na levé straně je betonový nájezd pro kočárky“*
S4 - Podrobný popis: *„Schodiště je široké přes tři metry Uprostřed je úzká plošinka Na levé straně je betonový nájezd pro kočárky“*
S4 - Akce: *„Jděte po pravé straně schodiště až nahoru“*

S5 - Stručný popis: *„Nalevo je rovná cesta která se přibližně po patnácti metrech rozděluje Jedna část se stáčí doprava tou půjdeme čtyři metry před schodištěm je umístěn veliký informační kámen Pozor při pravém okraji cesty jsou jehličnany které zasahují do cesty ve výšce obličeje“*
S5 - Podrobný popis: *„Po pravé straně jsou turnikety pro vstup do zoologické zahrady a nalevo rovná cesta která se přibližně po patnácti metrech rozděluje Jedna část se stáčí doprava do kopce tou půjdeme čtyři metry před schodištěm je umístěn veliký informační kámen Pozor při pravém okraji cesty jsou jehličnany které zasahují do cesty ve výšce obličeje*
S5 - Akce: *„Udělejte čtyři kroky vpřed otočte se do leva a cestou vpřed najděte pravý okraj cesty a dojděte až na místo kde se začne stáčet do kopce“*

S6 - Stručný popis: *„Cesta se stáčí doprava obloukem přibližně deset metrů a poté pokračuje rovně třicet metrů Cesta vede do kopce a na konci se stáčí do leva Pozor na konci je odvodňovací kanál“*
S6 - Podrobný popis: *„Cesta se stáčí doprava obloukem přibližně deset metrů a poté pokračuje rovně třicet metrů Podél cesty je napravo dřevěný plůtek lavičky a stojan s elektřinou Cesta vede do kopce a na konci se stáčí do leva Pozor na konci je odvodňovací kanál“*
S6 - Akce: *„Jděte napravo podél plotu až nakonec rovné cesty, než se začne stáčet do leva“*

S7 - Stručný popis: *„Cesta se stáčí do leva obloukem přibližně patnáct metrů Na konci oblouku je v cestě napravo umístěn dřevěný odpadkový koš vysoký jeden metr“*
S7 - Podrobný popis: *„Cesta se stáčí do leva obloukem přibližně patnáct metrů Na konci oblouku je v cestě napravo umístěn dřevěný odpadkový koš vysoký jeden metr Cesta stále vede prudce do kopce“*
S7 - Akce: *„Jděte podél plotu obloukem až k odpadkovému koši“*

S8 - Stručný popis: *„Cesta vede rovně přibližně padesát metrů Cesta je pět metrů široká Levá strana je ohraničena dřevěným plůtkem který se na konci změní v kovovou branku“*
S8 - Podrobný popis: *„Cesta vede rovně přibližně padesát metrů Cesta je pět metrů široká Levá strana je ohraničena dřevěným plůtkem který se na konci změní v kovovou branku“*
S8 - Akce: *„Přejděte přes cestu a jděte podél levého okraje až dojdete ke kovové brance“*

S9 - Stručný popis: *„Cesta je přes tři metry široká a vede rovně po pěti metrech je odbočka do pavilonu Indonéské džungle Do pavilonu vedou skleněné dveře které se sami automaticky otevírají Před dveřmi je u kraje cesty odpadkový koš“*
S9 - Podrobný popis: *„Cesta je přes tři metry široká a vede rovně po pěti metrech je odbočka do pavilonu Indonéské džungle Pravý okraj cesty je lemován kamenným plůtkem Do pavilonu vedou skleněné dveře které se sami automaticky otevírají Před dveřmi je u kraje cesty odpadkový koš“*
S9 - Akce: *„Přejděte přes cestu a jděte podél pravého okraje až ke dveřím“*

S10 - Stručný popis: *„Za prvními dveřmi jsou po čtyřech metrech další automatické dveře První dveře vedou do chodbičky a druhé do místnosti kde se uprostřed nacházejí dvě indiánské kánoe“*
S10 - Podrobný popis: *„Skleněné dveře se sami automaticky otevírají a za nimi jsou po čtyřech metrech další automatické dveře První dveře vedou do chodbičky a druhé do kulaté místnosti kde se uprostřed nacházejí dvě indiánské kánoe“*
S10 - Akce: *„Projděte oběma dveřmi“*

S11 - Stručný popis: *„Vešli jste do pavilonu Indonéské džungle Stojíte na začátku kulaté místnosti jeden metr od dveří uprostřed místnosti stojí dvě dřevěné indiánské kánoe dlouhé čtyři metry Za kánoemi jsou po necelých dvou metrech další automatické dveře“*
S11 - Podrobný popis: *„Vešli jste do pavilonu Indonéské džungle s teplotou až třicet pět stupňů celsia a relativní vlhkostí až devadesát procent Vnitřek pavilonu je členěn nepravidelnými stěnami a je také výškově členitý Jsou zde například makaci betonová zeleň a také vodopád Stojíte na začátku kulaté místnosti Po pravé straně jsou akvária s rybami a vodními želvami Po levé straně jsou informační tabule a jeden metr od dveří uprostřed místnosti stojí dvě dřevěné indiánské kánoe dlouhé 4 metry Za kánoemi jsou po necelých dvou metrech další automatické dveře“*
S11 - Akce: *„Jděte podél pravého okraje místnosti až na konec ke dveřím“*

S12 - Stručný popis: *„Dveře široké přes dva metry se sami automaticky otevírají Za nimi je chodbička dlouhá necelé dva metry Na konci chodbičky je závěs místo dveří“*
S12 - Podrobný popis: *„Dveře široké přes dva metry se sami automaticky otevírají Za nimi je stejně široká chodbička dlouhá necelé dva metry Na konci chodbičky je závěs místo dveří“*
S12 - Akce: *„Projděte dveřmi a závěsem“*

S13 - Stručný popis: *„Chodba má nepravidelné stěny je dlouhá deset metrů a na konci je odbočka vlevo“*
S13 - Podrobný popis: *„Chodba má nepravidelné stěny vypadají jako stěny jeskyně Po pravé straně jsou terária s varany Chodba je dlouhá deset metrů a na konci je odbočka vlevo“*
S13 - Akce: *„Jděte chodbou až nakonec“*

S14 - *„Jsi u cíle dál už jít nemůžeš“*

5. TESTOVÁNÍ

Hlavní částí této práce je testování navrženého prototypu navigace v přirozeném prostředí s nevidomými osobami. Před testováním byl proveden pilotní test s jedním účastníkem k odzkoušení technického plánu výzkumu a použitelnosti prototypu. Další testování probíhalo podle výzkumného plánu ve dvou dnech se šesti nevidomými osobami. Podle výsledků prvního testování byly částečně upraveny popisy pro druhé testování.

5.1. Pilotní test

Pilotní test sloužil k odzkoušení základního vyrobeného prototypu a hlavně připraveného výzkumného plánu. Výsledky testování nebyly zahrnuty do závěrečných výsledků výzkumu, pouze sloužily k přípravě výzkumného plánu. Po pilotním testu se na základě jeho výsledků upravovalo uživatelské rozhraní prototypu, popisy tras a schéma průběhu testování. Byl doladěn časový plán výzkumu.

Pilotní test byl proveden s účastníkem, který byl pracovně pojmenovaný Jaroslav. V Zoologické zahradě jsme se sešli v 9:00 a testování začalo v 9:11 na terase restaurace blízko vchodu do ZOO. Na začátek testování byl proveden rozhovor, který trval cca. 8 minut. Poté byl Jaroslav seznámen s ovládáním a možnostmi navigace. S Jaroslavem byla vedena dlouhá diskuze o možnostech, výhodách a nevýhodách ovládání a celé navigace. Jaroslav zvládl projít postupně celou navrhovanou trasu, navigaci ovládat a úspěšně projít celým testováním. Ovládal navigaci jednou rukou a při chůzi měl prst položený neustále na tlačítku nic. Některé nedostatky popisu cesty, ovládání a samotného testování byly na popud pana Jaroslava odstraněny. Celé testování byl Jaroslav doprovázen experimentátorem, který zaznamenával poznámky a připomínky pana Jaroslava. Společně s ním navrhl nový popis problematických úseků.

5.1.1. Profil účastníka

Panu Jaroslavovi je 57 let a od svých 14 let je nevidomý. K usnadnění orientace používá bílou hůl, vysílačku na tramvaje a telefonické navigační centrum. V roce 1968 prošel psycho-rehabilitačním výcvikem a od té doby také různými individuálními kurzy např. kurzem vaření. Jaroslav má úplné střední vzdělání s maturitou a mezi jeho záliby patří četba a přebalování své dcery. V jedné domácnosti žije právě se svojí dcerou a družkou. Na neznámá místa s doprovodem další osoby chodí nepravidelně přibližně 1x za měsíc, ale ven ze svého bytu chodí skoro denně. Používá hromadnou dopravu, ale spíše jen 2 zastávky od svého bydliště, když jede do obchodu, na poštu atd. Je zaměstnaný jako výzkumný pracovník a účastnil se také testování hlasové navigace NaviTerier. S dotykovým displejem se ještě nesetkal. V zoologické zahradě nikdy nebyl a jeho nejoblíbenější zvíře je kočka. Na otázku, jak se cítí, odpověděl s úsměvem, že dobře.

5.1.2. Závěrečný dotazník

Pan Jaroslav se stále cítil velice dobře, procházka po ZOO se mu líbila, nejvíce hlasy ptáků a celková atmosféra. Svojí cestou po ZOO za pomoci navigace si byl jistý. Hlasová navigace se mu ovládala dobře. Jako její nedostatek vnímá příliš mnoho informací, které si musí zapamatovat. Naopak výhodné se mu zdá, že navigace mu sama připraví cestu, kterou se má vydat. Myslí si, že by takovéto navigaci ve městě důvěřoval a používal ji. Záleželo by také na lokalitě, kde by ji měl používat. Rozhovor po testování trval cca. 4 minuty, ale tento čas není signifikantní pro další testování, protože s panem Jaroslavem byly problémy a nedostatky navigace probrány už během procházení trasy.

5.1.3. Poznámky a vylepšení vycházející z pilotního testování

Jako výhodnou rychlost navigace si pan Jaroslav vybral rychlost 2 a umístění tlačítek pro levou ruku, protože v pravé držel svoji slepeckou hůl. Podle návrhu pana Jaroslava byla později na dotykový displej nalepena čtvercová náplast, která sloužila jako záchytný bod ve středu displeje. Okolo tlačítek byl vytvořen okraj, který stejně tak jako tlačítko Nic uprostřed displeje umožňuje pustit displej bez vybrání funkce. Tento okraj musel být přidán, protože sklo displeje je ve skutečnosti větší než čitelná oblast displeje, což pan Jaroslav nedokázal rozlišit. Další nedostatek navigace je podle pana Jaroslava samotný displej mobilního telefonu HTC Hero, který často detekuje dotyk prstu, i když je prst těsně nad ním. Také upozornil na to, že je potřeba nabídnout některým nevidomým sluchátka a šňůrku na krk, na které bude viset mobil, pokud ho nebudou chtít držet v ruce. Pilotní test ukázal, že v prototypu používaná TTS technologie má své nedostatky. Tak pan Jaroslav nedokázal rozlišit konec řeči od pauzy, kterou TTS samovolně dělá mezi dlouhými texty. Proto byl na konec řeči přidán klesající tón, aby nevidomý věděl, že řeč skončila a nejedná se pouze o pauzu mezi texty. Při testování bylo nutné vypnout automatické zamykání displeje, které nevidomý nemá možnost bez zpětné odezvy rozeznat. Nemožnost zamknutí displeje může způsobit problémy, pokud nevidomý chce např. nechat viset mobilní telefon na krku, ale to pan Jaroslav ani jednou neučinil. Způsob zamykání i odemykání displeje si osvojil a displej zamknul po skončení práce s navigací.

5.2. První testování

První testování probíhalo dne 19. 4. 2011 od 9:00 do 17:00 za pěkného slunečného počasí v Zoologické zahradě v Praze. Testování se zúčastnili účastníci č. 1, 2 a 3. Testování proběhlo podle plánu. Jednotlivé testy trvaly přibližně 1,5 hodiny. Během celého dne v ZOO byl vysoký počet lidí, tak na trase docházelo ke střetům s dalšími návštěvníky. Kolem trasy neustále jezdila hlučná výletní mašinka.

5.2.1. Účastník č. 1 – pracovní jméno Jana

Jana přišla na testování pozitivně naladěná a cítila se dobře. Při předešlém testování se už setkala s hlasovou navigací, ale dotykový displej nikdy neovládala. Za svůj život byla v ZOO asi tak 5x, naposledy v říjnu roku 2010.

Pro hlasový výstup si vybrala základní rychlost řeči a ovládání v levé ruce, protože v pravé drží bílou hůl. Jana měla s ovládáním ze začátku dost veliké potíže. I po několika instrukcích stále nechápala, jak vybere správné tlačítko a jak se dostane k popisu cesty. Zde bylo velkým problémem časová prodleva mezi zmačknutím tlačítka a začátkem čtení popisu. Jana ze začátku testování zkoušela displej bez středové náplasti, ale poté byla na displej náplast přidána. Po nalepení náplasti a dalších instrukcích se ovládání navigace zlepšilo. Na závěr Jana byla ráda, že navigaci může dát z ruky a řekla, že nikdy dotykový displej používat nechce. Chtěla by navigaci s klasickými ohraničenými tlačítky. Na dotykový displej by si musela hodně zvykat. Janě se nelíbil strojový hlas navigace, preferovala by namluvenou řeč.

Popis cesty byl pro Janu dost složitý. Ze začátku testování si cestou nebyla vůbec jistá, postupně se to zlepšovalo. Po testování se cítila dost unavená, hlavně ze soustředění se na popis. Kvůli soustředění si procházku nemohla pořádně užít. Navigace pomocí metrů Janě vyhovovala. Přijatelné by byly i kalibrované kroky. Jana se na začátku testování rozešla úplně bez navigace a v průběhu často také dělala kroky, které v navigaci vůbec nebyly. Při popisu jí dělala problém kovová mřížka na zemi, kterou s holí nenašla, otočka o 90°, kovová branka, která navazovala na plot (Jana čekala branku přes cestu) a také udržení rovného směru bez vodící linie. Několikrát byla vrácena na místo, kde byla naposledy správně. Často potřebovala také najít správný popis. Během testování byl v ZOO nečekaně přistavený kontejner na větvě, přes který byla Jana převedena.

Při testování Jana potkala své kamarády, s kterými vedla dlouhou veselou konverzaci. Při cestě ji zaměstnanci ZOO nabízeli pomoc, kterou s úsměvem odmítla. Během celého testování Jana s hlasovou navigací vzbuzovala docela pozornost a také se často střetávala s lidmi na cestě. Dokonce jednu paní vyděsila v tmavém pavilonu, když se jí dotkla holí. Jana konstatovala, že křik dětí a lidi pletoucí se do cesty byli nejtěžší při cestě po ZOO.

5.2.2. Účastník č. 2 – Pracovní jméno Pavel

Pavel byl v ZOO asi 10x, naposledy před 10 lety. Při testování NaviTerieru a Dinasys se už setkal s hlasovou navigací. S dotykovým displejem byl částečně seznámen. Na začátku se cítil dobře, kdyby měl hodnotit na stupnici 1-10 (1 je nejlepší), cítil se na 3.

Pavel si k testování vyžádal sluchátka a také používal šňůrku na krk. Po celou dobu navigaci ovládal levou rukou a používal rychlost řeči 1. Ovládání si osvojil velice rychle. Z hlediska dotyku se mu líbilo, že kvadranty jsou dosti veliké, takže si je na konci testování dobře uvědomoval. Výhodou navigace je podle Pavla to, že je na klasickém mobilním telefonu a není proto nutné s sebou mít další pomůcku. Pavlovi vadilo, že při chůzi musel držet mobilní telefon v ruce, tudíž ji neměl volnou na chránění. Při testování se mu podařilo stáhnout na displeji softwarovou lištu, která je umístěna v horní části displeje a nedá se

odstranit. Pavel upozorňoval na to, že navigace nesmí být náchylná na malé překlepy a mluvení nesmí mít takovou dlouhou prodlevu před začátkem. Vadila mu prodleva mezi uvolněním tlačítka a spuštěním řeči. Podle něj to vede k tomu, že bude stát na místě a čekat, zatímco lidé ho budou oslovovat s nabídkou pomoci.

I když si Pavel ovládání dobře osvojil, testování pro něj přesto nebylo vůbec jednoduché kvůli popisům. Ze začátku si Pavel stěžoval na chybějící vodící linie, takže první úseky musel opakovat s naší pomocí. U mřížky mu zase dělala problém otočka o 90°. Vždy se otočil pouze tak o 30°, přestože na to byl upozorněn. Stěžoval si na popis, který vybízel k chůzi rovně, což podle něj nevidomý nemůže nikdy zvládnout. V esovité zatáčce Pavel dokonce udělal otočku o 180°, aniž by si to uvědomil, a tak se vlastně vracel cestou zpět. Konec trasy byl pro Pavla bez problému, dokonce se mu podařilo správně detekovat i dveře do pavilonu, přestože byly v tu chvíli otevřené. Během testování měl kolizi s výletním vláčkem a také s kočárkem, který sjížděl z nájezdu na schodech. Navigaci preferuje pomocí metrů. Svojí cestou po ZOO si nebyl vůbec jistý. Popis podle něj nerespektuje základy prostorové orientace pro nevidomé. Nemá používat jako vodící linii plůtek, ale rozhraní betonu a hlíny na zemi.

Při testování si Pavel opakoval neustále nahlas pokyny, které měl vykonávat. Za cesty komunikoval pouze s paní s kočárkem, jinak šel rychle bez emocí a výrazu po trase. Díky sluchátkům mezi veřejností nevzbuzoval takovou pozornost jako účastníci bez sluchátek. Při procházce po ZOO mu nejvíce vadilo se vyhýbat lidem a hluk. Procházku si neužil, protože nerad vzbuzuje pozornost.

5.2.3. Účastník č. 3 – pracovní jméno Jan

V ZOO byl Jan asi 6x v životě, naposledy před rokem. V rámci testování už používal hlasovou navigaci, ale s dotykovým displejem se ještě nesetkal. V den testování se cítil skvěle, také díky hezkému počasí.

Navigaci ovládal oběma rukama, přičemž mobilní telefon držel v levé ruce a pravou ovládal displej. Během testování držení mobilu prostřídal. Při testování používal šňůrku na krk. Zvolil si rychlost mluvení 1.

Ovládat navigaci se Jan naučil rychle, jen občas za běhu zmáčknul tlačítko Nic a čekal na popis. S ovládáním nebyl sžitý, takže si jím nebyl úplně jistý. Preferoval by klasické tlačítka. Na dotykovém displeji mu vadilo, že ovládání bylo ve stylu pokus omyl. Uvítal by také méně citlivý displej, právě kvůli tlačítku Nic, které často nechtěně zvolil. Myslí si, že navigace je náročná na jemnou motoriku. Dle jeho názoru je ovládání dotykového displeje pomalejší než ovládání klasických tlačítek. Při mluvení mu vadily pauzy během pokynů, při kterých ztrácel strukturu textu.

Během testování musel být několikrát zastavován a vracen zpět na správnou trasu. Už na začátku testování Janovi chyběla vodící linie, podle které by šel rovně. Při druhém úseku se mu nepodařilo najít kovovou mřížku na zemi. Na dalším úseku zabloudil doprava na terasu restaurace. Po výstupu schodů bloudil okolo turniketů a WC, ale sám se zpět navrátil na cestu. Poté obličejem narazil do větví, což ho znervóznilo. Další část trasy už prošel bez

problémů. Začátek trasy byl pro něj velice náročný a cestou si vůbec jistý nebyl. Fráze podle něj neodpovídaly přirozenému pohybu a samotná ZOO není vhodné místo pro nevidomého. Navigaci tohoto typu by na trhu uvítal, ale pouze za předpokladu, že by popisy byly lépe přizpůsobeny nevidomým. V popisu pro něj je hlavní, aby obsahoval vodící linie. Myslí si, že by po takové navigaci byla poptávka, i když někdy jsou lidé k novým technologiím nedůvěřiví.

Při testování si Jan opakoval pokyny nahlas a komentoval špatně zvolené popisy. Když měl jít 35 metrů rovně bez vodící linie řekl: „*Takže teď půjdu 35m bez vodící linie a možná narazím na schody? Ty jo, tak to teda nevím.*“ Při testování působil velice nervózně a vztekle. Procházku si vůbec neužil, protože se soustředil na navigaci.

5.3. Druhé testování

Dne 20. 4. 2011 proběhla druhá část testování, které se zúčastnili účastníci č. 4, 5, a 6. Pro toto testování byl upraven popis, aby více vyhovoval nevidomým. Zejména první tři úseky byly přepsány tak, že obsahovaly vodící linie, podle kterých se nevidomí mohli držet. Mřížka, která způsobovala v prvním testování problémy, byla z popisu vynechána. Rovný 35 metrů dlouhý úsek byl popsán jinak, než v předchozím testování. Žádná přímá vodící linie na něm nebyla, a proto popis nemohl být přesně podle požadavku nevidomých. Tento popis odpovídá konečnému popisu viz výše. Druhá část testování podle nového popisu byla více vydařená. Přes den bylo jasno. Návštěvnost ZOO byla vysoká. Všechna testování proběhla až do konce. Během testování na trase opět jezdil výletní vláček a v ranních hodinách na trase stál kontejner s větvemi.

5.3.1. Účastník č. 4 – pracovní jméno Zuzana

Zuzana bydlí v Trói, takže v ZOO byla v dětství jako doma. V dospělosti ji už tolik nenavštěvuje. Naposledy ji navštívila loni na podzim. Přístroj pro hlasovou navigaci ani dotykový displej nikdy nepoužívala. Na začátku testování se cítila dobře a byla veselá.

Navigaci držela v levé ruce a pravou ji ovládala. Při poslechu si ji přikládala k levému uchu. Rychlost řeči si zvolila základní. Zuzana na začátku testování měla problémy s ovládáním. Protože sešla z cesty a chtěla si poslechnout předešlý popis, snažila se použít tlačítko Zpět. Nevěděla, že má čekat na popis a po tlačítku Zpět vždy vybrala tlačítko Další, čímž se dostala opět na ten samý popis. Tento krok zopakovala 10x. Poté byla zastavena a znovu jí bylo vysvětleno používání tlačítek. Myslela si, že pro slyšení popisu musí dát vždy tlačítko Další. Dále už navigaci ovládala dobře. Zuzana byla ovládáním navigace nakonec příjemně překvapená. Nevadilo jí ani hlasité navigování, protože jí přišlo, že kolemjdoucí alespoň viděli, že má svého vlastního průvodce a ví, kam má jít.

Při popisu měla problém s druhým úsekem, kdy omylem přeskočila popis a poslechla si další popis, podle kterého šla. Bohužel trasa se velice podobala té, kterou se vydala a tak dlouho bloudila, než si uvědomila, že bude asi špatně, protože nenašla betonové schody. Zde měla zmíněný problém s ovládáním. Když byla navrácena zpět na správné místo, už s dalším popisem neměla problém. Během cesty si popisy častokrát opakovala, protože by-

ly příliš dlouhé. Na závěr testování ještě minula konec cesty a zatočila do leva dále do pavilonu, kde byla zastavena. Raději by využívala popis pomocí kroků. Je pro ni důležitý jasný výstižný popis.

Při testování na trase projížděl vláček. Jana cestou potkala hlouček dětí u turniketů, které musela obejít. Na cestě stál kontejner, kolem kterého byla převedena. Když chtěla požádat kolemjdoucí, aby ustoupili, mluvila tak potichu, že ji nikdo neslyšel. Když jí pán v pavilonu nabídl pomoc, opět tichým hlasem odmítla. Po testování se cítila lehce vysílená. Ze začátku si svou cestou nebyla jistá, ale poté se to zlepšilo. Na navigaci by si musela zvyknout, ale nejspíše by takovou navigaci ve městě využila. Nedostatek je podle ní, že se při navigaci musí hodně soustředit na popis. Nejvíce by si procházku a navigaci užila, kdyby v ZOO nebyli žádní lidé. Nejtěžší pro Zuzanu bylo vyhýbat se lidem.

5.3.2. Účastník č. 5 – pracovní jméno Josef

Josef byl v ZOO tak 20x, naposledy před rokem. Občas používá Nokia Maps a vlastní mobilní telefon Nokia 5230 s dotykovým displejem. V den testování byl nachlazený, takže se necítil moc dobře.

Josef si rychle osvojil ovládání. Zvládl se během chvíle naučit zatáhnout zpět systémovou roletku nahoře na displeji. Osvojil si ovládání hlasitosti, aby ji mohl korigovat. Rychlost řeči zvolil základní. Telefon držel v levé ruce a ovládal ho pravým ukazováčkem. Popisy si spouštěl během chůze, takže se téměř nezastavoval. Na dotykový displej je Josef zvyklý, takže s aplikací neměl problém. Vadilo mu zadrhávání řeči uprostřed věty. Změnu úrovně detailu vůbec nepoužil. Popis si často opakoval. Nepraktické je podle Josefa to, že displej je velice citlivý a dá se spustit třeba dotykem o tělo. Do navigace by přidal možnost zamknout obrazovku. Raději by měl tlačítko Zpět vedle tlačítka Další. Preferoval by, kdyby tlačítko Detail rovnou přečetlo poslední popis v jiné úrovni detailu.

Trasu podle popisu prošel bez problému. Jednou zabloudil na terasu restaurace, ale protože věděl, že má být napravo od cesty terasa, tak se vrátil zpět na cestu. Podle popisu sice došel do cíle bez problému, ale navigaci by zatím stejně nedůvěřoval a popis by chtěl kvalitnější. Podle něj trasa v ZOO má spoustu úskalí a ve městě by to bylo jednodušší. Uvítal by i delší popis, kdyby v něm byly zahrnuty zajímavosti o okolí. Popis kovové branky v něm navozoval pocit, že by měl projít nějakou brankou. U terasy restaurace postrádal vodící linii. Nejvíce vyhovující je pro Josefa navigace pomocí metrů.

Na trase mu překážela spousta lidí, dokonce i na velice významných záchytných bodech. Josefa to z trasy nevyvedlo a zdárně všechny lidi obešel. S nikým během testování nekomunikoval. Jako jediný se zajímal o věci na trase např. si osahával kanoe v pavilonu. Pro Josefa to byla náročná trasa a připadal si trochu extravagantně, když měl mluvící telefon na krku. Při testování se musel hodně soustředit. Testování v ZOO se mu zdálo jako geniální nápad a chtěl by si projít více tras.

5.3.3. Účastník č. 6 – pracovní jméno Petr

Petr se s hlasovou navigací setkal při testování NaviTerieru a dotykový displej ovládal ještě jako vidící. Protože mu nebylo dobře od žaludku, vyjádřil své pocity jako *„slunečno s přeháňkami“*.

Telefon držel v levé ruce a ovládal ho střídavě levou i pravou rukou. Rychlost mluvení si zvolil 1. Ovládání si osvojil velice rychle a neměl s ním během testování žádný problém.

Již na začátku na první T křižovatce se vydal doprava místo doleva, protože si špatně zapamatoval popis. Chvilku cesta připomínala popisovanou trasu a tak šel dál. Když došel ke sklu tučňáků, uvědomil si chybu a hledal cestu zpět. Byl vrácen zpět ke stojanu, poté pokračoval v trase. Úsek až ke schodům měl trochu zmatený, obešel kameny a zabloudil na terasu. Schody nakonec našel sám. Dlouhou dobu je ohledával, protože si opět spletl stranu a tudíž nemohl najít nájezd pro kočárky. U pavilonu měl problém s otevřenými dveřmi, které přešel. V pavilonu byl veliký hluk, takže neslyšel, že se otevírají. Popisy poslouchal za chůze. Během testování si často opakoval popis a šel po nových úsecích trasy, aniž by popis předem slyšel. Na závěr se mu nelíbilo, že popis neříká, jak je chodba dlouhá. Petr navrhoval, aby popisy trasy začínaly nějakým číslem, kvůli lepší orientaci. V průběhu testování by si také rád změnil rychlost mluvení, protože když slyšel popis už po několikáté, bylo to moc zdlouhavé.

Když se ztratil u tučňáků, kolemjdoucí paní mu nabídla pomoc. Řekl, že hledá odbočku do leva. Během cesty ho také zastavili lidé, kteří ho upozornili na psí exkrementy. Po testování se cítil úplně stejně jako před tím. Cestou si byl jistý, až na úsek s kameny, kde si spletl strany. Podle navigace by ho v ZOO chodit nebavilo. Kdyby nešlo o testování, nikdy by navigaci v ZOO nepoužil. Uvítal by, kdyby místo tlačítka Detail bylo tlačítko, které by umožňovalo zvolit stav aplikace, který by popisoval zajímavosti v okolí. Podle Petra navigace určitě musí být propojena se zpětnou vazbou, což prototyp není. Popis podle něj nesmí být rozkouskovaný a musí mít rychlejší odezvu na tlačítko. Navigace Petrovi vyhovuje pomocí metrů.

6. VÝSLEDKY

Hlavním výsledkem testování je skutečnost, že všichni účastníci byli schopni navigaci používat a projít trasu. Největší problém prototypu byly popisy trasy, které jsou pro nevidomé velice specifické. Často bylo nutné účastníka navést na správnou cestu či vracet zpět. Pro další vývoj navigace je vhodné konzultovat popisy s lidmi, kteří mají patřičné vzdělání např. pracovníci výcvikových programů pro nevidomé. Samotní nevidomí mnohokrát nebyli schopní vymyslet výstižný popis, který by jim na daném úseku trasy vyhovoval. Shrnutí výsledků rozdělené do tří kategorií popisuji níže.

6.1. Přístroj navigace

Většina nevidomých doposud nemá žádnou zkušenost s dotykovými displeji. Chybí jim zpětná odezva, kde se na displeji nacházejí a považují za zbytečné takový displej používat. Podle názoru nevidomých vždy bude používání klasických tlačítek rychlejší, než dotykový displej. Používání dotykového displeje je pro ně spíše stresující. Tento negativní postoj nevidomých k dotykovému displeji je ovlivněn nezkušeností s takovým zařízením. Podle mého názoru je to způsobeno nedůvěrou k novým technologiím. Výzkumný soubor, který se zúčastnil testování, bohužel neobsahoval žádné účastníky pod 30 let, kteří by mohli mít o novou technologii větší zájem. I přesto jedna účastnice vyjádřila veliké překvapení a úžas nad novou technologií. Žádný z účastníků neměl problém dotykový displej ovládat.

Používání dotykového displeje nevidomými je možné pouze se zpětnou hlasovou odezvou. Testování prokázalo, že navržené rozhraní prototypu je vhodné pro ovládání nevidomými. Pro budoucí vývoj navigace je důležité, aby hlasová odezva byla rychlá. Námi použitá knihovna TTS není zcela vyhovující kvůli své opožděné reakci. Při čtení dlouhého textu bylo třeba čekat několik sekund, než se spustil popis, což způsobovalo při ovládání problémy a nevidomí s tím byli velice nespokojeni. Další vadou knihovny TTS jsou několikasekundové pauzy během řeči. Knihovna si text nejprve předpřipraví a až poté řeč spustí. Dlouhé texty rozděluje na několik úseků. Tento problém by se dal vyřešit například připravenými soubory formátu „*wav*“, což pro navigaci není výhodné. Je třeba, aby se řeč tvořila na základě textu, který je možné kdykoliv rychle upravit. Aplikace umožňovala výběr z několika řečí. Ukázalo se, že základní pomalá řeč knihovny TTS je nejvíce vyhovující, pokud se uživatel má plně soustředit na text. Účastníci testování používali pouze řeč základní a řeč 1,5x rychlejší než řeč základní. Rychlejší řeč už byla pro účastníky nesrozumitelná a příliš rychlá na to, aby si pamatovali, co slyšeli.

Rozmístění tlačítek do čtyř kvadrantů se středovým záchytným bodem se ukázalo v tomto případě jako vyhovující. Předpoklad rozložení nejvíce a nejméně používaných tlačítek byl správný. Tlačítko detail, účastníci nepoužívali skoro vůbec. Pro další vývoj navigace se navrhuje, aby toto tlačítko na navigaci nebylo. Výhodné by bylo jen na místech, kde by se do popisu mohly zařadit zajímavosti o okolním prostoru. Např. v ZOO jsou to informace o zvířatech. To ale není primární účel navigace. Dalším nedostatkem prototypu byly přechody mezi tlačítky. Účastníci výzkumu často spustili jinou funkci kvůli malému nechtě-

nému posunu prstu. Pro budoucí vývoj navigace by bylo vhodné vyzkoušet rozhraní s nulovými zónami i mezi tlačítky. Neřeší to problém sice problém stisku něčeho jiného, ale alespoň se nespustí žádná funkce. Několikrát se během testování stalo, že uživatel omylem stisknul tlačítko kvůli příliš veliké citlivosti displeje. Aby nedocházelo k nechtěným dotykům displeje, měl by reagovat na dotyk delší než např. 0,5 sekundy.

Navigace by měla umožnit uživateli volit si vlastní hlasitost, která se dá kdykoli podle hlučnosti prostředí změnit. To je většinou řešeno na mobilních telefonech postraními tlačítky, které by uživatelé navigace mohli využívat. Je třeba aplikaci umožnit jednoduchým způsobem zamknout obrazovku, aby nevidomý navigaci mohl mít v kapse nebo zavěšenou na krku. Někteří účastníci během testování využívali šňůrku a sluchátka. V tomto případě záleží na volbě mobilního telefonu, který uživatel během navigace používá.

6.2. Popisy tras

Během celého testování se popis trasy upravoval podle okolností a požadavků nevidomých. Na závěr už byly popisy více vyhovující. Mezi základní poznatky zjištěné při testování, na které je při popisu trasy důležité klást veliký důraz, patří:

- Popis trasy musí být co nejvíce stručný a výstižný bez zbytečných poznámek.
- Je důležité v každém úseku trasy najít vodící linii, podle které by nevidomý mohl jít.
- Nevidomý není schopen jít podle pokynu rovně bez vodící linie.
- Při potřebě otočit se na místě o určitý úhel je třeba hodně zdůraznit velikost úhlu.
- Do popisu je dobré zařadit materiály věcí okolo jako je např. dřevo, kov, beton, hlína.
- Popisy musí nevidomé upozorňovat důrazně na překážky ve výšce hlavy.
- Délka trasy by měla být uváděna v metrech, přičemž není nutné dodržet přesné délky. Lepší je délku zaokrouhlit na celé číslo. Nevidomý není schopen určit metry přesně a zaokrouhlené číslo mu dá lepší obraz o délce trasy, který si více zapamatuje.
- Nevidomí nejsou schopni vnímat stáčení cesty do oblouku.
- Do popisů by měly být zařazeny orientační body, které mohou nevidomí nalézt bílou holí na zemi, ne ve výšce.
- Pokyn by měl být rozdělen na popis okolí a na akci, před kterou musí být zdůrazněno, že se jedná právě o akci.

6.3. Použití navigace

Testování prokázalo použitelnost navrhované navigace nevidomými. Důležitý je přesný popis trasy vytvořený osobou se zkušenostmi s navigací nevidomých. Tento popis je nutné vždy před uvedením do provozu otestovat s nevidomými osobami. Navržený prototyp neposkytuje zpětnou vazbu lokalizace uživatele. Při testování zpětnou vazbu poskytoval experimentátor. Pro další vývoj je nutná implementace navigace se zpětnou vazbou. Tento aspekt byl již před testováním předpokládán.

Testování nepotvrdilo schopnost navigace zařadit nevidomé bez povšimnutí veřejnosti do běžného chodu okolí. Vzhledem k tomu, že navigace mluví na uživatele nahlas, stále procházející nevidomý strhává pozornost ostatních lidí. Zájem lidí vzbuzuje samotný mluvící mobilní telefon. Řešením tohoto problému je použití sluchátek, která nejsou pro nevidomé výhodná. Sluch je jedním z jejich důležitých smyslů, který potřebují pro svou bezpečnou cestu. Někteří účastníci testování na nepříjemný pocit s hlasitou navigací upozorňovali.

6.4. Rozhovor po testování: Výsledky

Samostatnost je jedna ze základních životních potřeb. Samostatnost nevidomých osob můžeme charakterizovat jako schopnost poradit si ve většině situací bez cizí pomoci a žít běžným životem. Samostatně se dopravit na určité místo za zábavou i prací je pro nevidomé důležitým projevem samostatnosti. V situacích, kdy nevidomý nemá možnost si samostatně poradit, je důležité si umět pomoc vyžádat.

Tabulka č. 4 zobrazuje hodnocení účastníků, jak je pro ně důležité samostatně vykonávat určité činnosti. Nejnižší známka hodnocení znamená nejvyšší důležitost.

Činnost	**č. 1**	**č. 2**	**č. 3**	**č. 4**	**č. 5**	**č. 6**	**průměr**
Dojít k doktorovi	1	4	1	2	2	3-4	**2,25**
Dojít na úřad	1	3	1	2	2-3	2	**1,92**
Nakoupit v obchodu	1	2	1	1	3	5	**2,17**
Projít se po městě	3	5	4	1	4	2	3,17
Navštívit kulturní akce	4	3	2-3	4	3	5	3,59
Projít se po ZOO	4	5	5	4	2*	5**	4,17
Cestovat MHD	1	1	1	1	1	1	**1**
Navštěvovat nová místa	1	5	5	3	----	5	3,8

Tabulka č. 4: Hodnocení důležitosti jednotlivých činností účastníky

* *„Rád bych navštívil ZOO sám s dcerou."*
** *„Pro mě to důležité není, sám do ZOO nepůjdu. Ale např. pro nevidomý pár, nebo nevidomého rodiče s dítětem by to bylo super."*

Při pohybu nevidomých jsou pro ně nejvíce složité nečekané překážky na trase, jako jsou předzahrádky, stojany, auta nebo lavičky. Nebezpečné jsou hlavně překážky ve výšce hlavy např. cedule či větve stromů a schody dolů. Často jsou překážky blízko vodících linií nebo je úplně překrývají. Nečekané překážky jsou velikým problémem připravované navigace, protože nebude možné popisovanou trasu rychle aktualizovat např. kvůli přistavenému kontejneru na cestě. Rušné ulice s davy lidí nevidomí příliš nevyhledávají. Lidé se jim pletou pod nohy a často nabízejí zbytečnou pomoc, která nevidomé mate a ruší naučenou cestu. V zimě znesnadňuje nevidomým orientaci sníh, který přikrývá většinu vodících linií.

Nevidomí často odmítají nabízenou pomoc lidmi na ulici. Kolemjdoucí nabízejí nevidomým pomoc skoro denně. Hodně záleží na znalosti trasy nevidomými. Pokud nevidomý jde trasou, kterou dobře zná, působí sebejistě. Pokud ale na trase zaváhá, lidé ho často oslovují a nabízejí pomoc. Nevidomí pomoc vítají hlavně při přechodu přes rušnou křižo-

vatku a na neznámých trasách. Většinou ale chodí po naučených trasách. Na neznámé trase nemají problém si pomoc vyžádat. Pokud lidé oslovují nevidomé na známé a dobře naučené trase, naruší tím jejich orientaci v prostoru a způsobí nevidomému veliké problémy.

K umožnění pohybu po neznámé trase by mimo přímé navigace nevidomí ocenili kvalitnější reliéfní mapy měst a obcí, či popisovač okolí na základě videa. Účastníci, kteří využívají služby navigačního centra SONS vkládají velikou naději na zprovoznění video systému, který by jim umožnil přenést video svého bezprostředního okolí a dostat zpět slovní popis.

Tři účastníci z šesti uvedli jako nejnavštěvovanější místo úřady. U dvou účastníků jako nejvíce navštěvované místo byl uveden lékař (nemocnice), obchod a divadlo. Ojedinělé odpovědi byly: vysoká škola, centrum pro nevidomé, SONS, kino, nádraží, muzeum a pošta. Tato místa by měla být brána v úvahu při tvorbě navigace pro nevidomé a jejich mapy je třeba zpracovávat nejdříve. Někteří nevidomí by rádi navštěvovali galerie, kina, sportovní zápasy, muzea a divadla, ale kvůli své nevidomosti je nenavštěvují. Navigace v těchto místech by jim mohla návštěvu umožnit. Z rozhovorů ale plyne, že návštěva např. kulturních akcí a různých dalších zábavných míst není pro nevidomé až tak důležitá.

Nejnavštěvovanější místa nevidomými:

1. Úřad.
2. Obchod, divadlo, nemocnice.
3. Pošta, vysoké školy, nádraží, muzea, centrum pro nevidomé, kino, SONS.

Místa, která by nevidomí chtěli navštěvovat:

1. Galerie.
2. Kino, sportovní zápasy, muzea, divadla.

7. ZÁVĚR

Cílem výzkumu bylo analyzovat chování nevidomých při navigaci v exteriérech, navrhnout a provést experiment, který ukáže optimální způsob navigace pro různé cílové skupiny a implementovat prototyp navigačního systému, který zohlední poznatky získané z experimentu. Všechny cíle bakalářské práce byly splněny.

Výběr Zoologické zahrady jako testovacího prostředí se mohl zdát primárně nevhodný. Testování však ukázalo opak. Díky atraktivnímu prostoru Zoologické zahrady se podařilo v krátkém časovém intervalu spolupracovat se 7 potencionálními uživateli. ZOO také poskytuje prostředí se spoustami záchytnými body a rozmanitými cestami. Umožňovala zařadit do testování venkovní i vnitřní prostředí. To bylo pro výzkum žádoucí. Navigace by měla v budoucnu umožňovat přechody mezi budovami. Na větší vzdálenosti by se dala navrhovaná navigace propojit se signálem GPS a sloužit do exteriérů i interiérů. Propojením s navigací založenou na signálu GPS či s navigačním centrem SONS by nevidomí uživatelé mohli používat pouze jeden přístroj.

Funkční prototyp byl implementován pro operační systém Android na mobilním telefonu HTC Hero s dotykovým displejem. Důležitým bodem testování byl způsob použití dotykového displeje nevidomými. Pro ovládání takového displeje bylo vytvořeno speciální hlasové uživatelské rozhraní. Rozhraní se ukázalo jako vyhovující. Pro další vývoj aplikace není vhodné používat knihovnu TTS kvůli časové prodlevě začátku řeči a pauzám uprostřed řeči. Tento problém byl odhalen při testování, ale v rámci bakalářské práce dále neřešen. V prototypu je tlačítko Detail výrazné a stejně dostupné jako ostatní tlačítka. Přesto ho účastníci testování nepoužívali. Proto se navrhuje, aby bylo z uživatelského rozhraní zcela odstraněno, či nahrazeno nějakým jiným užitečnějším tlačítkem. Musí být zabráněno nechtěným dotykům zamykáním obrazovky, snížením citlivosti displeje např. snímáním pouze delších dotyků a přidáním nulové zóny mezi tlačítka. Při vytváření popisu trasy je třeba dbát na požadavky nevidomých a na jejich prostorovou orientaci a pohyb. Popisy musí být stručné a výstižné. Nejdůležitější je následovat nějakou vodící linii při zemi. Tato linie by v budovách mohla být vytvářena i uměle, nejméně na místech, kde se nelze držet linie přirozené.

Přestože nevidomí neměli s ovládáním dotykového displeje větší problémy, nebyli s tímto displejem spokojeni. Zaběhlé používání klasických tlačítek je pro ně méně stresující. Používání dotykového displeje je v České republice relativně nový trend. Veřejnost si na tuto technologii teprve zvyká a začíná ji více používat. Stejně tak i nevidomí lidé ji mohou časem zařadit do svého běžného života a používat dotykový displej stejně dobře jako klasická tlačítka.

Plán výzkumu byl pečlivě předem připraven. Testování probíhalo v přirozeném neznámém prostředí za běžného všedního dne. Účastníci byli po celou dobu v kontaktu s okolními lidmi. Ve výzkumném souboru se nacházely různé skupiny nevidomých. Výsledky potvrdily předešlé výzkumy a vědecké teorie o pohybu a orientaci nevidomých osob. Experimentátoři neměli možnost nějakým způsobem ovlivnit výsledky výzkumu. Rozhovory

účastníků a pozorování bylo přesně dopodrobna zapisováno. Vzhledem k tomu, že výsledky jednotlivých testování byly podobné, potvrdila se vysoká reliabilita výzkumu. To vše zaručuje vysokou míru validity výzkumu. Získané výsledky proto lze uplatnit v reálném světě a zobecnit na populaci nevidomých.

8. REFERENCE

[1] ***O projektu Evropa konečky prstů***. http://www.sons.cz/eu/projekt.php, stav z 2. 5. 2011

[2] ***NaviTerier - navigační systém v budovách pro zrakově postižené***. http://usability.felk.cvut.cz/naviterier/, stav z 2. 5. 2011

[3] ***Systém pro navigaci nevidomých uvnitř budov***. ht**t-**ps://dip.felk.cvut.cz/browse/pdfcache/pilmal1_2007dipl.pdf, stav z 2. 5. 2011

[4] ***Uživatelské rozhraní pro navigaci nevidomých osob v budovách pomocí mobilního telefonu***. https://dip.felk.cvut.cz/browse/pdfcache/vystrj1_2008dipl.pdf, stav z 2. 5. 2011

[5] ***Mobile Speak***. http://www.codefactory.es/en/products.asp?id=316, stav z 17. 5. 2011

[6] ***Centrum podpory samostatného studia zrakově postižených***. http://www.tereza.fjfi.cvut.cz/, stav z 2. 5. 2011

[7] Hamadová, P., Květoňová, L., Nováková, Z. (2007). ***Oftalmopedie***. Brno: Paido.

[8] ***Firma Patrik Pospíšil***. http://www.patrikpospisil.cz/, stav z 2. 5. 2011

[9] ***CellTrack***. http://www.afischer-online.de/sos/celltrack/, stav z 2. 5. 2011

[10] ***Navigační centrum SONS ČR***. http://navigace.sons.cz/, stav z 2. 5. 2011

[11] ***RF Guide navigace pro nevidomé***. http://www.rfguide.cz/pro-nevidome/, stav z 2. 5. 2011

[12] ***Firma Dynasis***. http://www.dinasys.cz/, stav z 2. 5. 2011

[13] Sternberg, R.J (2009). ***Kognitivní psychologie***. Praha: Portál.

[14] Steyvers, F. J. J. M., Kooijman, A.C. ***Using Route and Survey Information to Generate Cognitive Maps: Differences Between Normally Sighted and Visually Impaired Individuals.*** Applied Cognitive Psychology; Feb2009, Vol. 23 Issue 2, p223-235, 13p

[15] UNGAR, S. ***Cognitive Mapping without Visual Experience***. In KITCHIN, R., FREUNDSCHUH, S. *Cognitive Mapping: Past, Present and Future.* Oxon: Routledge, 2000, p. 221 – 249. Routledge Frontiers of Cognitive Science.

[16] Millar, S. (2008). ***Space and Sense***. London: Psychology Press Taylor & Francis

[17] Millar, S. (1994). ***Understanding & representing space***. Oxford: Oxford University Press

[18] Miovský, M. ***Kvalitativní přístup a metody v psychologickém výzkumu*** (2006). Praha: Grada

[19] Meier, R. ***Professional Android 2 Application Development*** (2010). *Weinheim*: Wiley Publishing

[20] ***Android developers***. http://developer.android.com, stav z 2. 5. 2011

[21] ***Android developers-Activity.*** http://developer.android.com/reference/android/app/Activity.html, stav z 15. 5. 2011

[22] ***Android developers-User Interface.*** http://developer.android.com/guide/topics/ui/index.html, stav z 15. 5. 2011

[23] ***Developing Speech Enabled Android Applications***. http://eyesfree.googlecode.com/svn/trunk/documentation/tutorial/tutorial.html, stav z 2. 5. 2011

A. Obsah přiloženého CD

bakalarska_prace.pdf – vlastní text bakalářské práce

Fotografie/ - fotografie z testování

Navigace_touch/ - zdrojové soubory aplikace

TTS_library_stub - knihovna TTS

Videa/ - videa z testování

Zvuky/ - zvuky aplikace