

Bakalářská práce



České
vysoké
učení technické
v Praze

F3

Fakulta elektrotechnická
Katedra počítačů

Dotykové ovládání v automobilech

Tomáš Malich

Vedoucí: Ing. Ladislav Čmolík, Ph.D.

Obor: Softwarové inženýrství

Studijní program: Softwarové technologie a management

Květen 2016

Poděkování

Mé velké díky patří panu Ing. Ladislavu Čmolíkovi, Ph.D. za vřelý přístup při vedení mé práce a mnoho cenných rad. Dále bych rád poděkoval zaměstnancům firmy Škoda Auto a.s., kteří mi dodali odvalu mou myšlenku realizovat. Díky také všem zúčastněným při testování a krajské pobočce Úřadu práce České Republiky v Příbrami, která mi poskytla prostory. Zvláštní díky patří mé rodině. Hlavně pak tatínkovi a mamince, že to se mnou vždy vydrželi.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně, a že jsem uvedl veškerou použitou literaturu.

V Praze, 26. května 2016

Abstrakt

Práce se zaměřuje na možnosti využití dotykového ovládání pro systémy palubních počítačů v automobilech. Text obsahuje analýzu dostupných řešení na trhu a návrhem nového řešení. Cílem práce bylo vytvoření prototypu navrženého řešení dotykového ovládání v takové podobě, aby bylo možné otestovat jeho použitelnost. Práce též obsahuje popis testování a výsledky testů.

Klíčová slova: dotykové ovládání, auto, palubní systém

Vedoucí: Ing. Ladislav Čmolík, Ph.D.

Abstract

The thesis is focused on possibilities for using touch interfaces to control car systems. The thesis contains an analysis of finished solutions on market and draft of new solution. The goal was to make a prototype of created draft which can be used for testing. The thesis also contains description of the tests and results.

Keywords: touch control, car, car system

Title translation: Touch user interfaces in car

Obsah

1 Úvod	1
1.1 Struktura práce	2
2 Analýza a návrh	3
2.1 Dostupná řešení na trhu	3
2.1.1 Tlačítková ovládání	3
2.1.2 Hlasové ovládání	3
2.1.3 Dotykové displeje	4
2.1.4 Ovládání gesty	4
2.2 Návrh prototypu	5
2.2.1 Definování rolí	10
2.2.2 Požadavky	10
2.2.3 Datový model	11
2.2.4 Diagram nasazení	12
2.3 Rizika	13
2.3.1 Návrh řešení případných problémů	13
3 Implementace	15
3.1 Dashboard	15
3.1.1 Reakce na dotyky	16
3.1.2 Technický popis implementace	20
3.2 TouchPad	20
3.2.1 Technický popis implementace	21
3.3 ControlRoom	21
3.3.1 Technický popis implementace	22
3.4 DataSender	22
3.4.1 Technický popis implementace	22
4 Testování	25
4.1 Metodika	25
4.2 Popis testu	25
4.3 Popis účastníků	26
4.4 Výsledky testů	26
4.4.1 Výsledky podle pohlaví	29
4.4.2 Výsledky podle věku	29
4.5 Hodnotící formulář	29
4.5.1 Seznam otázek	29
4.5.2 Výsledky hodnotícího formuláře	30
4.6 Shrnutí subjektivních hodnocení	30
4.7 Návrh vylepšení	31
4.8 Sesbíraná data	31
5 Závěr	33
A Literatura	35

Obrázky

2.1 Tachometr a otáčkoměr	5
2.2 Panel funkce	6
2.3 Kolečkové menu s kurzorem	7
2.4 Dotykové plochy na volantu	9
2.5 Kolečkové menu s rozložením funkcí	9
2.6 Datový model	11
2.7 Diagram nasazení	13
3.1 Root, Peripherals, Car a funkce rádio	16
3.2 Menu funkcí	17
3.3 Menu funkcí s aktivní výsečí	17
3.4 Podmenu rádio	18
3.5 Podmenu informace o jízdě	19
3.6 Podmenu navigace	19
3.7 ControlRoom nové sezení	21
3.8 ControlRoom hlavní okno	22
4.1 Odpovědi na otázky	30

Tabulky

4.1 Pohlaví a věk účastníků.	26
4.2 Výsledek testu: muž, 50.	26
4.3 Výsledek testu: muž, 26.	27
4.4 Výsledek testu: muž, 56.	27
4.5 Výsledek testu: muž, 54.	27
4.6 Výsledek testu: žena, 42.	27
4.7 Výsledek testu: žena, 26.	28
4.8 Výsledek testu: žena, 56.	28
4.9 Výsledek testu: žena, 44.	28
4.10 Výsledek testu: žena, 25.	28
4.11 Výsledek testu podle pohlaví.	29
4.12 Výsledek testu podle věku.	29

Kapitola 1

Úvod

Tato práce se zabývá využitím dotykového ovládání pro palubní systémy v automobilech.

„Lidé často nevědí, co chtějí, dokud jim to neukážete.”[01]
- Steve Jobs pro časopis Business Week v roce 1998

„Podstatné je, že pokud jednou selžete nebo tentokrát nemáte štěstí, Váš sen tu pořád je. Sen je pryč až ve chvíli, kdy se buď splní nebo to vzdáte”[02]
- Neil Peart takto vysvětlil svou větu „We will pay the price, but we will not count the cost” použitou v písni Bravado od skupiny RUSH v knize Roll The Bones Tourbook

„Pravá známka inteligence není znalost, ale představitivost.”[03]
- Citát Alberta Einsteina

Začal jsem třemi citáty, které dle mého názoru vystihují, jak by se měl na svět koukat pravý vizionář. Někdy na jaře 2015 jsem poprvé dostal nápad, který jsem v posledních dvou měsících přeměnil v realitu. Nebo alespoň v prototyp. Jel jsem večer autem a přemýšlel jsem, jak je možné, že všichni z mého okolí pořád chtějí svá auta ovládat pomocí klasických tlačítek namísto všech dotykových displejů, hlasového ovládání a gesty. Odpověď byla celkem prostá. Protože všechno, co jsem doposud viděl, nestálo za nic.

Aby bylo možné tlačítka nahradit je potřeba splnit několik základních požadavků. Nový systém musí řidiče od řízení rozptylovat stejně nebo méně, musí být flexibilnější a musí být schopen ovládat stejné a nebo spíše více funkcí.

Po několika dnech jsem si v mysli zformoval představu o tom jak by takový systém měl vypadat a tato práce vznikla proto, aby bylo možné otestovat zda-li jsem dané požadavky splnil.

Pro ovládání systému v automobilu chci využít dvou dotykových ploch, které budou na volantu. V prototypu je budou simulovat dva dotykové telefony a obrazovku palubního počítače bude simulovat tablet.

Cílem této práce je vytvořit funkční prototyp dotykového ovládání na kterém bude možné otestovat mnou navržený ovladač systém pro palubní počítač automobilů a tyto testy objektivně vyhodnotit tak, aby bylo možné určit, zda je tento systém možné použít v reálném prostředí.

1.1 Struktura práce

Následující text je členěn do čtyř kapitol.

Analýza a návrh se zabývá rešerší dostupných řešení ovládání palubních počítačů na trhu, návrhem uživatelského rozhraní prototypu, sběru požadavků, možnými riziky, návrhem komunikace mezi zařízeními, které budou využity pro prototyp a technologiemi, které bude možné implementovat. Jejím cílem je připravení veškerých podkladů k implementaci.

Implementace dokumentuje softwarové projekty, které jsou použity pro fungování prototypu.

První projekt s názvem Dashboard je napsaný v jazyce Objective-C pro platformu iOS. Konkrétně je připraven pro iPad. Ten slouží jako simulátor palubního počítače, který je umístěný za volantem (většinou mezi tachometrem a otáčkometrem).

Druhý projekt má název TouchPad, je také napsaný v Objective-C a je možné ho nahrát do zařízení iPhone a iPod Touch. Slouží pro simulaci dotykové plochy na volantu.

Třetí projekt s názvem ControlRoom je rovněž v Objective-C. Tentokrát pro platformu Mac. Slouží ke sběru dat z ostatních zařízení, jejich ukládání do databáze a také umí vytvářet jednotlivá sezení pro každého testujícího.

Čtvrtý projekt má název DataSender. Napsaný je v jazyce Java. Ten má za úkol posílat aktuální data o rychlosti, otáčkách motoru a pozici na mapě z použitého simulátoru pro jízdu v autě. (V této práci je využita hra Mafia 1 od studia Illusion Softworks)

Testování se věnuje popisu technik testování prototypu, testovacím scénářům, průběhu testů a jejich vyhodnocením. Cílem kapitoly je nalezení případných chyb v návrhu nebo implementaci. Výstupem je sada návrhů pro zlepšení.

Závěr shrnuje vše předchozí. Jsou v něm popsány hlavní problémy, které nastaly při vypracovávání.

Kapitola 2

Analýza a návrh

2.1 Dostupná řešení na trhu

Řešení lze je rozdělit do čtyř hlavních kategorií. Tlačítková ovládání jsou klasickým zástupcem, který má stále největší zastoupení na trhu. Dále hlasové ovládání, které se objevuje v posledních letech stále častěji. Následují dotykové displeje. Ty jsou nyní velkou novinkou objevující se stále více i u renomovaných výrobců. Největším experimentem je ovládání pomocí gest, které je poslední kategorií. Podrobněji se každé z nich věnuji v následujících sekcích.

2.1.1 Tlačítková ovládání

Tlačítková ovládání jsou umístěna buď na středové konzole nebo na volantu. Jak je uvedeno v článku Kristen Hall-Geisler[04] i v nejlépe navržených automobilech vyžaduje použití tlačítek na středové konzole odvrácení očí od vozovky a vyhledání správného tlačítka. Dále pak musí jednu ruku sundat z volantu a provést požadované nastavení.

Použitím tlačítek na volantu se dají tyto nedostatky eliminovat. Počítá se s tím, že po několika cestách se řidič naučí rozložení ovládacích prvků a je schopen ovládat systém automobilu po paměti. Tím pádem se může více věnovat samotnému řízení.

Zřejmá nevýhoda tohoto řešení je omezení možností podle počtu tlačítek. Prvky musí být dostatečně velké, aby byly dobře rozeznatelné a snadno se aktivovaly. Počet tlačítek je samozřejmě různý a každá automobilová společnost má vlastní řešení. Je ovšem možné nalézt volant i se třinácti tlačítky.

2.1.2 Hlasové ovládání

U tohoto druhu ovládání nejde přímo o typ interakce z volantu, ale o úplné nahrazení pohybů očí a rukou hlasem. Studie David L. Strayer[05] se zabývá mírou odvedené pozornosti při řízení a používání hlasových povelů v několika automobilových systémech. Konkrétně jde o systémy MyFord Touch společnosti Ford, MyLink společnosti Chevrolet, Uconnect společnosti Chrysler, Entune

společnosti Toyota, Command společnosti Mercedes a Blue Link společnosti Hyundai.

Nejlepšího výsledku dosáhl systém Entune. Studie udává, že mozky řidičů byly zaměstnány zhruba stejně, jako když by poslouchali audioknihu. Nejvíce rozptylující pak byly MyLink a Command.

Míra rozptýlení přímo souvisela s počtem kroků, které bylo nutné projít pro splnění daného úkolu při testování.

Studie se také věnovala technologii Siri od společnosti Apple. Ta vyšla jako velmi náročná na pozornost řidiče a to z několika důvodů. Příkazy, které je nutné vydat, jsou velmi komplexní a je potřeba je vyslovit poměrně přesně, aby systém pochopil, co po něm uživatel žádá. Někteří účastníci dokonce uvedli, že je rozptylovaly občasná sarkasmy.

Největším problémem hlasového ovládání je omezenost dostupných jazyků, nutnost přesného vyjadřování a potřeba dodržet předem daný postup při zadávání pokynů. Také se můžou objevit rušivé elementy v podobně hluku, které ovládání ještě ztíží.

■ 2.1.3 Dotykové displeje

Nejde o nahrazení klasických tlačítek na volantu. Dotykové displeje jsou umístěny na středovém panelu a tlačítka je mohou, ale také nemusejí, doplňovat.

Výhodou je naprostá flexibilita uživatelského rozhraní, možnost aktualizací i po uvedení do výroby a možnost ovládání i složitějších funkcí.

Zásadní nevýhodou ovšem je odvádění pozornosti řidiče. Dotykové displeje jsou v tomto ohledu vůbec nejhorší. Zde nebudu citovat, ale budu vycházet ze své vlastní zkušenosti a také z rozhovorů s lidmi, které jsem sám uskutečnil. Zatím není jiná možnost, jak ovládat tyto systémy, než se na ně přímo podívat a položit prst přesně na místo, kde se nachází virtuální tlačítko. To je za jízdy velmi složité. I když jede automobil po ideálním povrchu, tak pořád uvnitř kabiny působí síly, které ztěžují trefit se na správné místo na obrazovce.

Pokud se tyto systémy ovládají, když auto stojí, tak jsou velmi dobré. Výborně se na nich zadává například adresa do navigace nebo nastavují různé parametry automobilu.

Cílem této práce je ale nalézt takový systém, který bude možné ovládat i za jízdy, a proto dotykové displeje nejsou vhodnou inspirací.

■ 2.1.4 Ovládání gesty

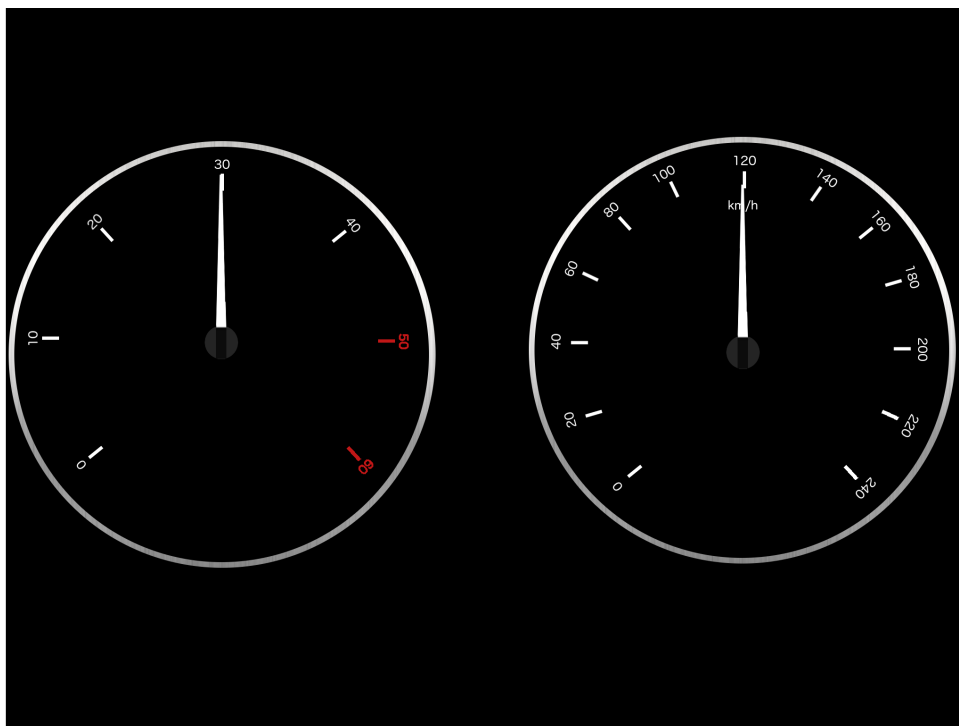
Poslední alternativou je ovládání pomocí gest. Jedná se o novou technologii jejíž prototyp ukázala společnost Volkswagen a je použita také v automobilu BMW řady 7. Článek webu Novinky.cz [06] s názvem Zkusili jsme, jak v autě funguje ovládání gesty se touto technologií zabývá. Ze závěrů článku vyplývá, že je rychlejší a bezpečnější ovládat funkce pomocí tlačítek na volantu než gesty. Hrozí také riziko špatného pochopení gesta řidiče z pohledu chodce. Například se řidič bude pokoušet posunout skladbu pomocí mávnutí ruky a chodce si toto gesto vyloží jako pokyn k tomu, že může přejít silnici.

2.2 Návrh prototypu

Pro testování je nutné vytvořit prototyp, na kterém bude možné otestovat použitelnost mého řešení v bezpečném prostředí laboratoře. I v těchto podmínkách by mělo být po testech jasné, zda-li je mé řešení přínosné či nikoli. Budu tedy potřebovat jízdní simulátor, zařízení na kterém bude vidět obrazovka palubního počítače a dvě plochy pro dotyky uživatele.

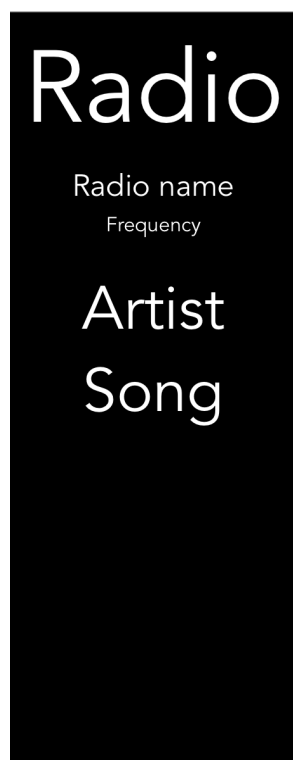
Pro vývoj jsem zvolil prototypovací metodu, tak jak je popsána v článku Software Development Methodologies na webové stránce codeproject.com [07]. Verze prototypu jsem vydával jednou za čtrnáct dní. Tato metoda umožňuje rychlé odhalení případných problémů při implementaci a jejich nápravě.

Nejdříve bylo potřeba vytvořit návrh uživatelského rozhraní pro palubní počítač, které je na obrázku 2.1



Obrázek 2.1: Tachometr a otáčkoměr

Mezi tachometr a otáčkoměr bude vložen panel s aktuální funkcí. Například rádiem. Viz obrázek 2.2



Obrázek 2.2: Panel funkce

Z tohoto návrhu bylo možné odvodit sadu požadavků pro implementaci prototypu, které rozdělují do dvou kategorií. Funkčních a nefunkčních. Ty jsou rozepsány v sekci 2.2.2

Také jsem určil, na jakých zařízeních poběží jednotlivé části prototypu. Budou celkem čtyři.

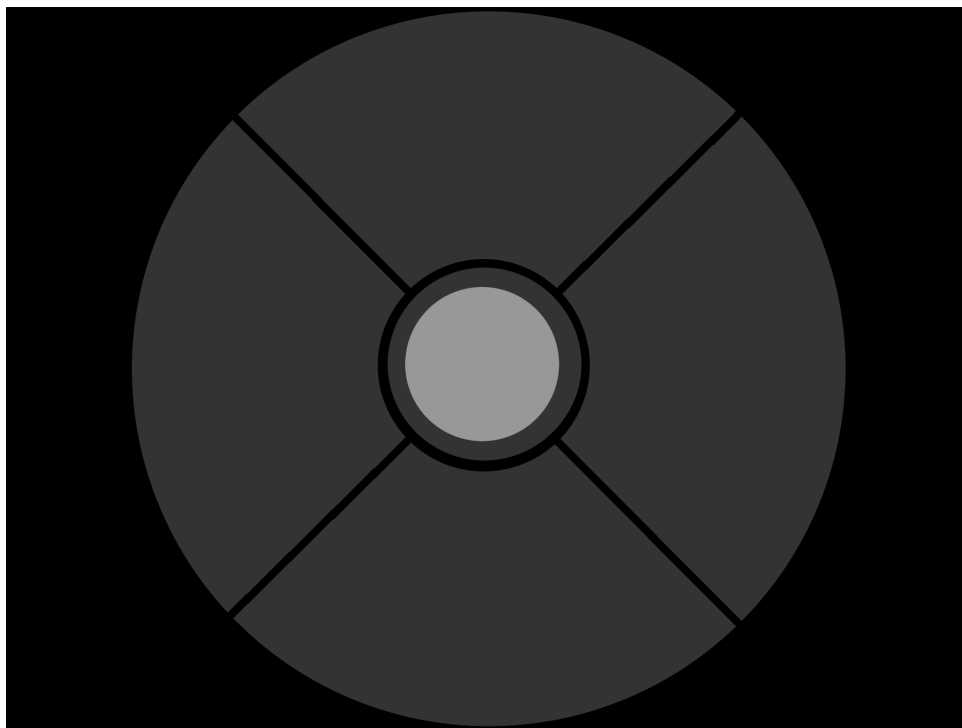
- Jízdní simulátor poběží na zařízení typu PC se systémem Windows
- Palubní počítač bude na zařízení Apple iPad
- Dotykové plochy budou simulovány na dvou zařízeních Apple iPhone
- Sběr dat při testování bude obstarávat program, který poběží na Apple MacBook se systémem OS X.

Volil jsem tak proto, že jsou tato zařízení pro mě dostupná a mám nejvíce zkušeností s psaním software právě pro tyto platformy.

Pro zjednodušení budu dále využívat pouze zkratk PC, iPad, iPhone a MacBook.

Hlavní myšlenka spočívá v použití kolečkových menu, která se budou objevovat na obrazovce palubního počítače při dotyku na ovládací plochu. Pro potřeby prototypu jsem zvolil kolečka se čtyřmi výsečí viz obrázek 2.3. Je

však možné použít i více částí. Pak je ale pravděpodobné, že bude ovládání více problematické



Obrázek 2.3: Kolečkové menu s kurzorem

Tato menu se budou ovládat pohybem menšího kruhu (říkejme mu kurzor), který se vždy při kontaktu prstu a dotykové plochy objeví uprostřed obrazovky a následně se bude pohybovat směrem, kterým uživatel potáhne prstem do doby, dokud nepřeruší kontakt s plochou a tím nepotvrdí pozici kurzoru. Výhodou je, že je jedno, kde se uživatel poprvé dotkne dotykové plochy za předpokladu, že bude mít dostatek místa ke kraji tak, aby byl schopný provést požadovaný tah prstem. Tím pádem předpokládám, že se časem naučí rozložení všech plošek v menu a bude schopen ovládat systém i bez oční kontroly kurzoru.

K tomuto návrh jsem dospěl po zavrnutí několika dalších variant.

Jedna z možností je ovládat pomocí dotykových plochu kurzor, který se pohybuje po obrazovce. Při dokončení je potvrzena volba na které se aktuálně kurzor nachází. Tuto možnost jsem zavrhnul, protože by nutila řidiče úpirat zrak na kurzor během jízdy a také by vyžadovala větší motorické schopnosti pro nalezení správné pozice kurzoru.

Další možnost byla využít jako dotykové plochy displeje. Zřejmá výhoda by byla naprostá volnost rozložení virtuálních tlačítek na těchto displejích. Negativa ovšem opět převažují. Opět by toto řešení značně odvádělo řidičovu

pozornost od vozovky. Musel by očima směřovat ještě níže než když by koukal pouze na obrazovku palubního počítače.

Také by bylo možné pomocí dotykových ploch listovat v seznamu možností. Tato možnost ovšem opět vyžaduje řidičův pohled na obrazovku, aby věděl na které položce seznamu se zrovna nachází.

Firma Mercedes využívá touchpad, umístěný mezi předními sedadly. Z jejich technologie mi přišlo zajímavé zadávání textu pomocí "kreslení" znaků na touchpad. To by bylo možné využít i na volantu. Například při vybírání jména v seznamu kontaktů.

Zajímavou novinkou jsou displeje které jsou schopny na sobě vytvořit tlačítka tak, že je uživatel může poznat hmatem. Tato technologie je však v době psaní této práce v počátcích. Pokud by se osvědčila, tak by ji bylo možné využít.

Mnou navržené řešení bude mít dle mého názoru největší výhodu v tom, že po krátké době se s ní uživatel naučí pracovat tak rychle a přesně, že pro splnění základních úkolů za jízdy, jako je změna stanice rádia či najetí na aktuální spotřebu paliva, už nebude muset vůbec sledovat obrazovku palubního počítače, ale bude si pamatovat jaký pohyb má udělat.

Do budoucna bych rád využil HUD displejů, které jsou promítány na čelní sklo. Tím by se docílilo ještě menšího rozptýlení řidiče, protože by viděl kolečkové menu v zorném poli aniž by odvrátil zrak od vozovky.

Z kolečkového menu také nelze kurzorem vyjet ven za hranici kruhu. Tím pádem bude mít uživatel mentální obraz toho kde se právě kurzor nachází v relaci s bodem na kterém se poprvé dotkl dotykové plochy volantu.

Také je možné změnit nastavení tak, aby se funkce dotykových ploch zrcadlově prohodily. Což může být přínosem pro leváky.

System v prototypu jsem navrhl tak, aby se jednou dotykovou plochou ovládalo přepínání mezi funkcemi a druhou se ovládala aktuální funkce. Vize toho jak by mohly dotykové plochy vypadat je na obrázku 2.4. Návrh menu funkcí je na obrázku 2.5



Obrázek 2.4: Dotykové plochy na volantu



Obrázek 2.5: Kolečkové menu s rozložením funkcí

2.2.1 Definování rolí

■ Účastník testu

Uživatel systému, který bude plnit sadu úkolů při využívání prototypu tak, aby bylo možné po skončení testu vyhodnotit výsledky.

■ Admin

Uživatel, který nastavuje systém, spouští a ukončuje test a zadává účastníkovi testu úkoly.

2.2.2 Požadavky

■ Funkční požadavky

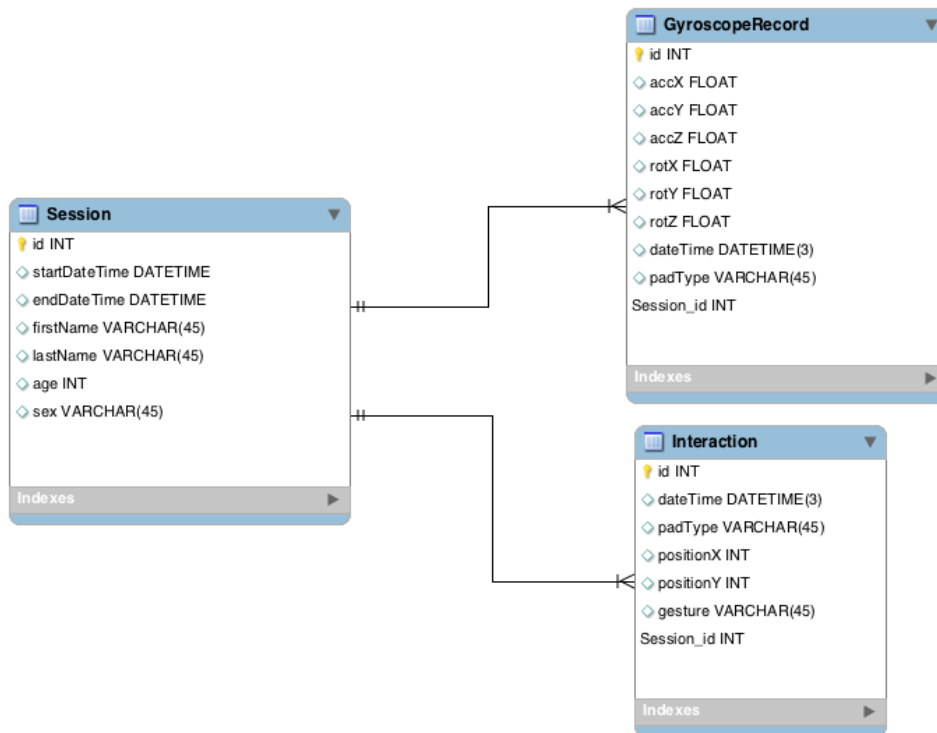
- Systém bude přijímat a zobrazovat rychlost a otáčky motoru z jízdního simulátoru
- Systém bude přijímat data ze dvou zařízení simulujících dotykové plochy na volantu
- Systém bude detekovat bluetooth zařízení simulující dotykové plochy na volantu a přijímat z nich data
- Systém bude ukládat data z gyroskopů zařízení simulujících dotykové plochy na volantu
- Systém bude ukládat data pro jednotlivé účastníky testu tak, aby byla od sebe rozeznatelná
- Systém bude umožňovat ovládání navrženého uživatelského rozhraní
- Systém bude umožňovat přepínat mezi funkcemi Rádio, Cd, Navigace a informace o jízdě
- Systém bude umožňovat zesílit a zeslabit zvuk
- Systém bude umožňovat přepínat mezi stanicemi rádia
- Systém bude umožňovat přepínat mezi skladby cd
- Systém bude umožňovat přepínat mezi jednotlivými informacemi o jízdě
- Systém bude ukazovat aktuální pozici na mapě ve funkci navigace

■ Nefunkční požadavky

- Části systému budou napsány v jazyce Objective-C nebo Java
- Systém bude ke komunikaci mezi zařízeními simulujícími dotykové plochy a zařízením simulující obrazovku palubního počítače využívat technologii bluetooth
- Systém bude ke sběru dat při testování využívat TCP protokolu
- Odezva systému bude do 100ms

2.2.3 Datový model

Na obrázku 2.6 je popsán datový model pro data, která bude systém sbírat a ukládat.



Obrázek 2.6: Datový model

Session

pro každého testujícího bude vytvořen jeden záznam Session s parametry:

- **id** - unikátní id číslo sezení (INT)
- **startDateTime** - začátek sezení (DATETIME)
- **endDateTime** - konec sezení (DATETIME)
- **firstName** - jméno účastníka testu (VARCHAR)
- **lastName** - příjmení účastníka testu (VARCHAR)
- **age** - věk účastníka testu (INT)
- **sex** - pohlaví účastníka testu (VARCHAR)

GyroscopeRecord

bude sloužit k ukládání dat gyroskopů, která budou přicházet při aktivním sezení a budou mít parametry:

- **id** - unikátní id číslo záznamu, bude využit auto increment (INT)
- **accX** - zrychlení v ose x (FLOAT)
- **accY** - zrychlení v ose y (FLOAT)
- **accZ** - zrychlení v ose z (FLOAT)
- **rotX** - rotace v ose x (FLOAT)
- **rotY** - rotace v ose y (FLOAT)
- **rotZ** - rotace v ose z (FLOAT)
- **dateTime** - čas pořízení záznamu (DATETIME)
- **padType** - LeftPad nebo RightPad podle pozice zařízení (VARCHAR)
- **Sessionid** - id číslo aktuálního sezení (INT)

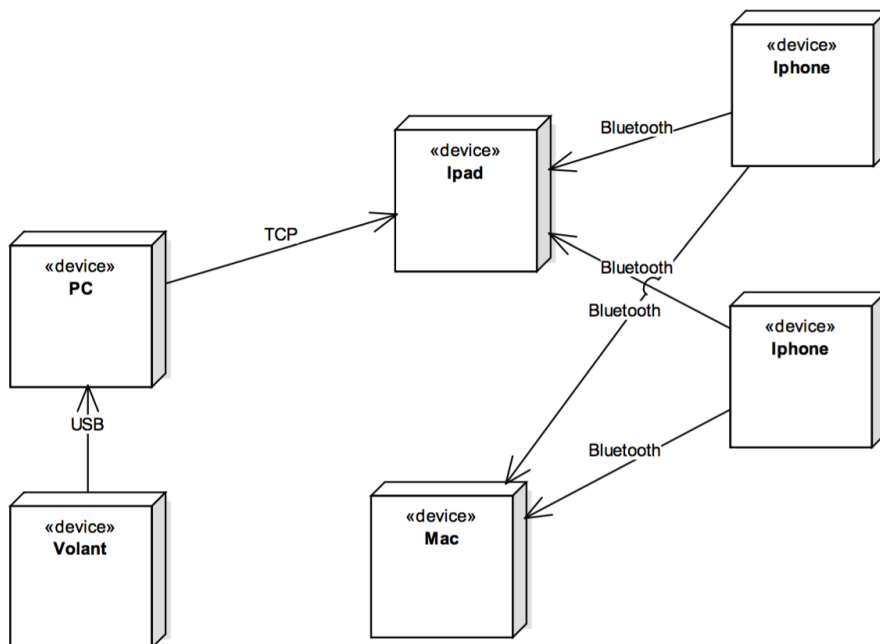
Interaction

bude sloužit k ukládání dat o dotycích, která budou přicházet při aktivním sezení a budou mít parametry:

- **id** - unikátní id číslo záznamu, bude využit auto increment (INT)
- **dateTime** - čas pořízení záznamu (DATETIME)
- **padType** - LeftPad nebo RightPad podle pozice zařízení (VARCHAR)
- **positionX** - pozice X aktuálního dotyku od původního bodu stisku (INT)
- **positionY** - pozice Y aktuálního dotyku od původního bodu stisku (INT)
- **gesture** - pokud bylo provedeno gesto (VARCHAR)
- **Sessionid** - id číslo aktuálního sezení (INT)

2.2.4 Diagram nasazení

Diagram na obrázku 2.7 ukazuje použité zařízení a jejich propojení



Obrázek 2.7: Diagram nasazení

2.3 Rizika

- Bluetooth spojení nebude dost rychlé na to, aby byla reakce kurzoru do 100ms
- Ipad nebude zvládat dvě bluetooth spojení zároveň
- Při sběru dat začnou problémy s bluetooth

2.3.1 Návrh řešení případných problémů

První prototyp dokáže pouze sbírat data ze dvou dotykových ploch a bude možné vyzkoušet, zda-li je spojení dostatečně rychlé.

Další prototyp bude odesílat data pro sběr do databáze v reálném čase, aby se ukázalo, zda-li pak nenastane komplikace.

Řešením bude využití protokolu UDP přes wifi síť místo bluetooth.

Kapitola 3

Implementace

V následující kapitole se budu věnovat popisu implementace jednotlivých projektů.

3.1 Dashboard

Nejdůležitějším projektem je právě projekt Dashboard. Ten simuluje obrazovku palubního počítače.

Je napsaný v jazyce Objective-C a může být nainstalován na platformu iPad verze 8.0 a vyšší. Podporuje orientaci na šířku v oběma směrech.

Dashboard lze rozdělit na dvě hlavní části.

■ Nastavení

Do této části se program dostane hned po spuštění. Je možné přepínat mezi třemi obrazovkami pomocí bočního menu.

Tyto tři obrazovky jsou:

■ Root

V root je možné pouze spustit zobrazovací část programu.

■ Peripherals

V peripherals lze vyhledat dostupná bluetooth zařízení v okolí, připojit se k nim a přiřadit jim, zda-li jsou pravý nebo levý dotykový prvek.

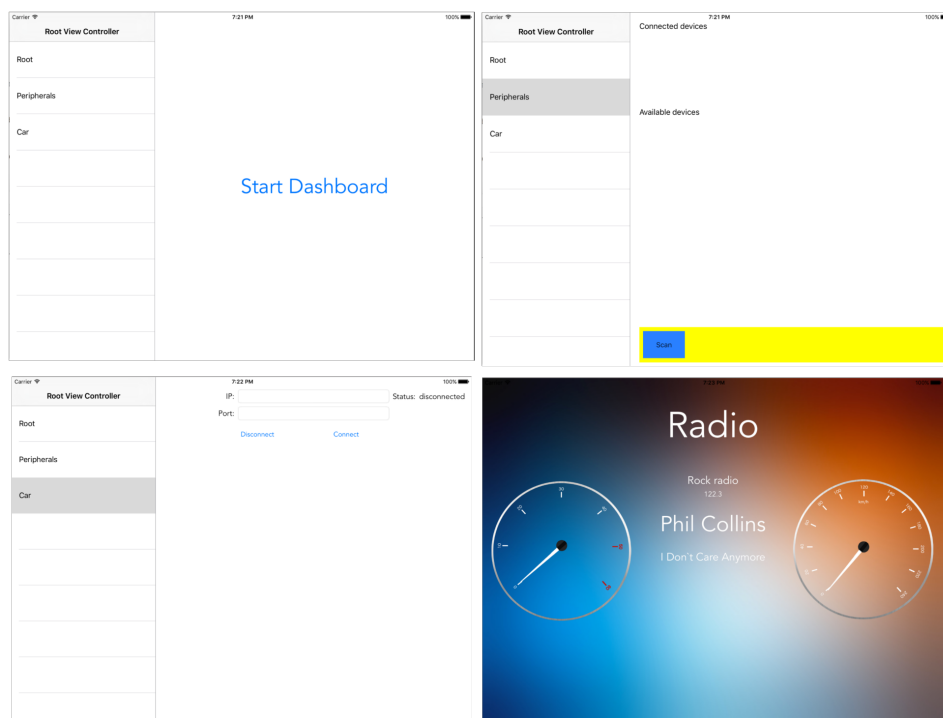
■ Car

V car lze nastavit ip adresu a port PC, na kterém běží program DataSender, který posílá přes protokol TCP aktuální údaje o rychlosti, otáčkách motoru a pozici na mapě.

a jsou vyzobrazeny na obrázku 3.1

■ Zobrazení

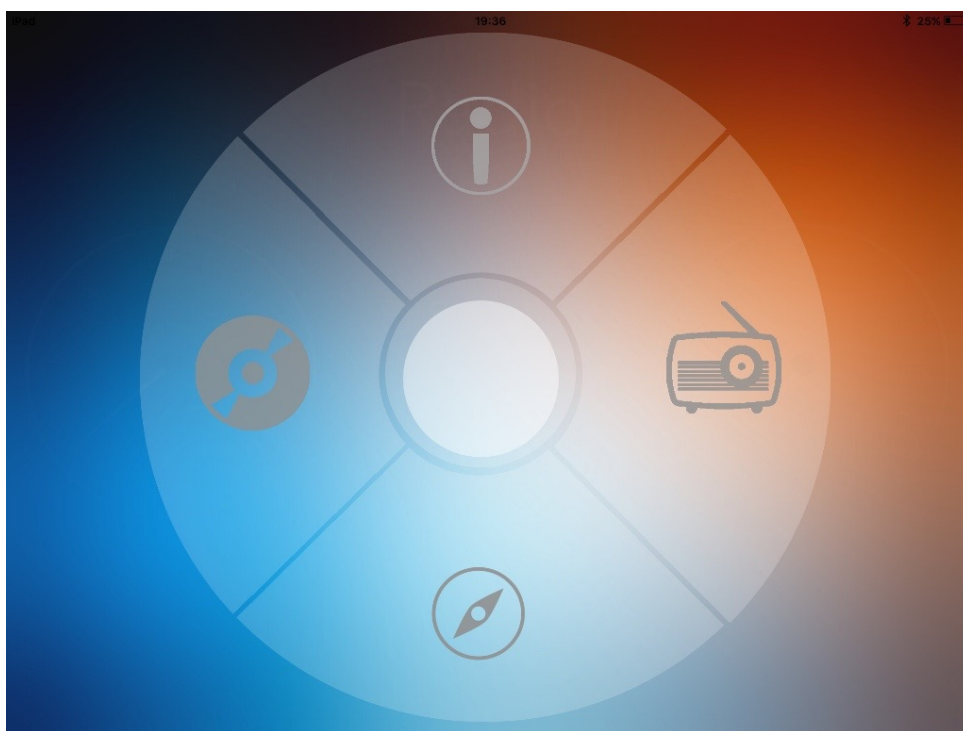
Část zobrazení už není interaktivní na dotyk. Je možné z ní pouze vyskočit zpět pomocí dvojitého stisku kamkoli na obrazovku. Zde je naimplementováno grafické rozhraní, které zobrazuje aktuální data přijatá ze simulátoru a také se stará o průchod v menu, funkce a hlavně reaguje na uživatelské vstupy z dotykových ploch.



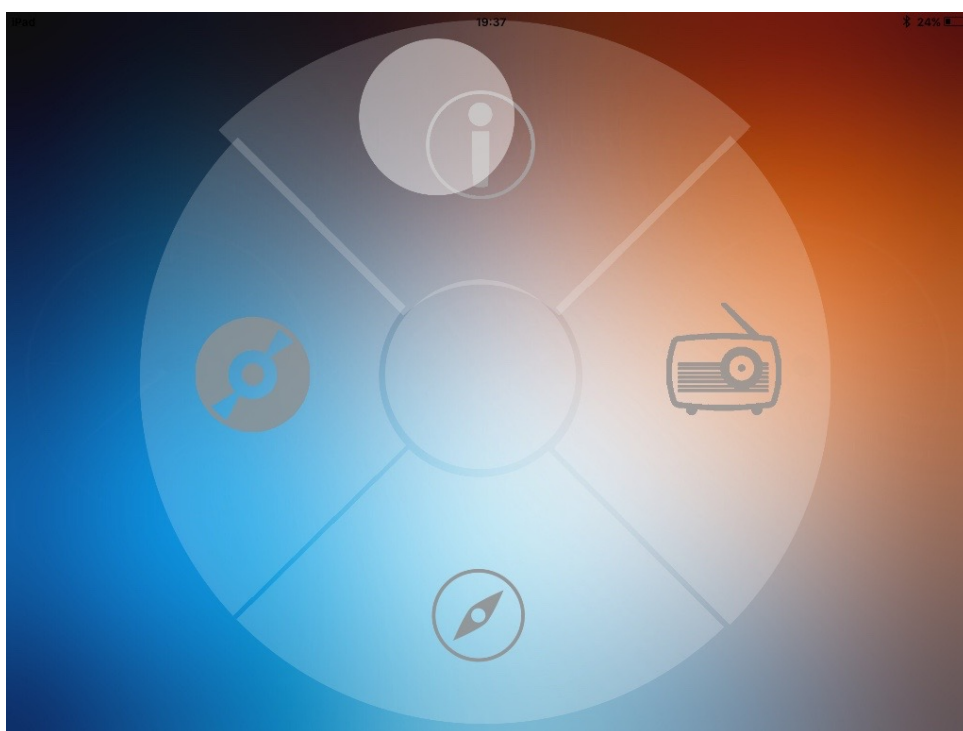
Obrázek 3.1: Root, Peripherals, Car a funkce rádio

■ 3.1.1 Reakce na dotyky

- Stisk levé dotykové plochy aktivuje menu funkcí. Viz obrázek 3.2
 - Horní výšeč přepíná na informace o jízdě
 - Levá výšeč přepíná na cd
 - Pravá výšeč přepíná na rádio
 - Spodní výšeč přepíná na navigaci
- Po najetí kurzoru na některou z funkcí je daná výšeč zvýrazněná. Viz obrázek 3.3



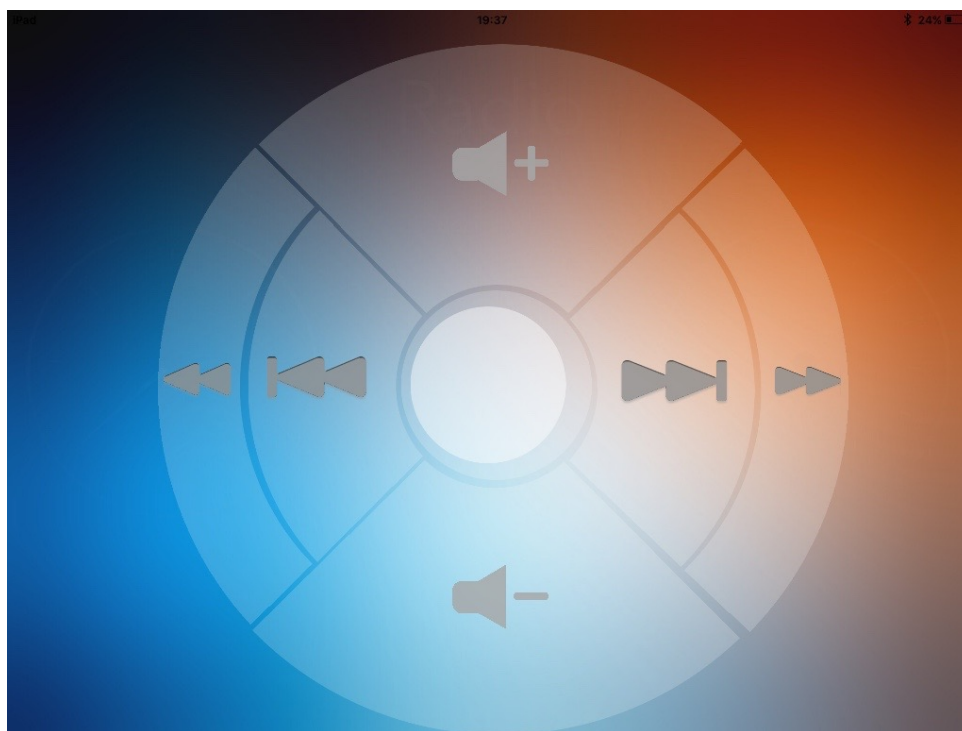
Obrázek 3.2: Menu funkcí



Obrázek 3.3: Menu funkcí s aktivní výsečí

- Stisk pravé dotykové plochy aktivuje podmenu aktuální funkce

- Podmenu rádia. Na obrázku 3.4
 - Horní výseč přidává hlasitost
 - Levá výseč přepína stanice a ladí na předchozí frekvenci
 - Pravá výseč přepíná stanice a ladí na další frekvenci
 - Spodní výseč ubírá hlasitost



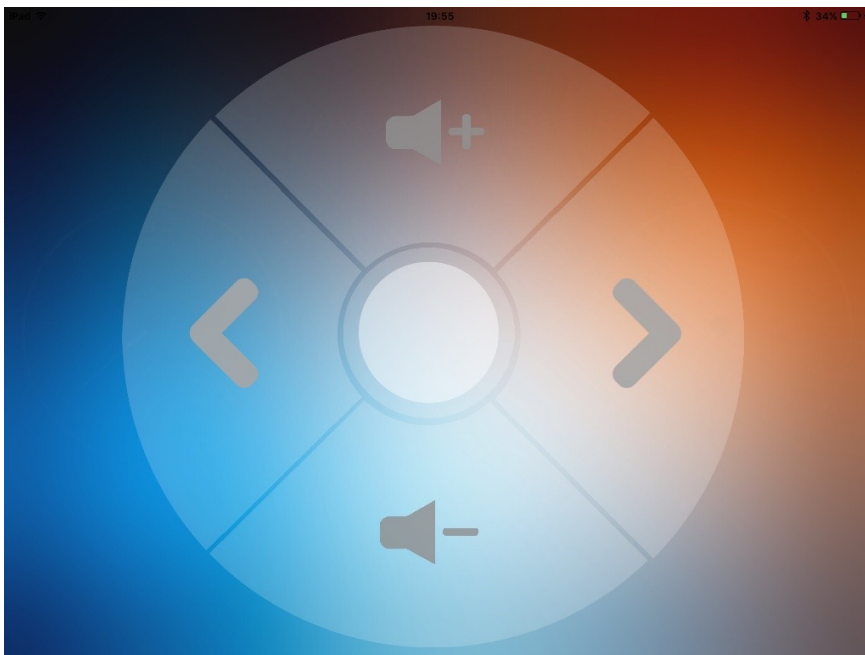
Obrázek 3.4: Podmenu rádio

- Podmenu Cd. Na obrázku 3.4
 - Horní výseč přidává hlasitost
 - Levá výseč přepína skladbu na předchozí
 - Pravá výseč přepíná skladbu na následující
 - Spodní výseč ubírá hlasitost

Grafická podoba je stejná jako u funkce rádia.

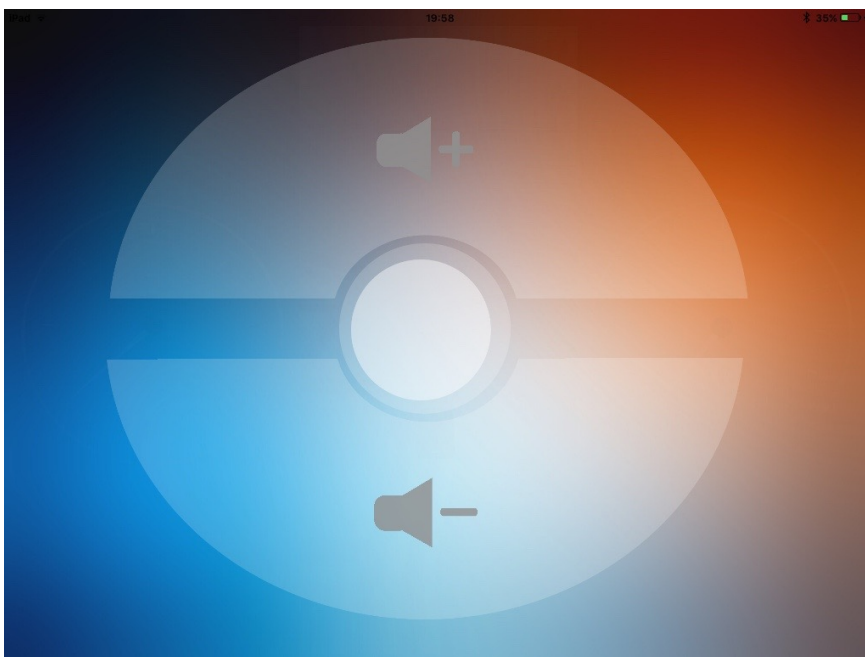
- Podmenu informace o jízdě. Na obrázku 3.5
 - Horní výseč přidává hlasitost
 - Levá výseč přepína na předchozí informaci
 - Pravá výseč přepíná na další informaci

- Spodní výseč ubírá hlasitost



Obrázek 3.5: Podmenu informace o jízdě

- Podmenu navigace. Na obrázku 3.6
 - Horní výseč přidává hlasitost
 - Spodní výseč ubírá hlasitost



Obrázek 3.6: Podmenu navigace

3.1.2 Technický popis implementace

■ Bluetooth spojení se simulátorem dotykové plochy

Využívám technologii Bluetooth low energy (LE). V aplikaci je implementovaný modul s názvem BluetoothModule, který je singleton a stará se o všechna bluetooth spojení. Využil jsem referenční příručky Apple Inc. [?]. Při najetí do okna Peripherals se automaticky aktivuje skenování okolních zařízení. Ty jsou posléze aktivována a aplikace z nich začne přijímat data o poloze uživatelova prstu na dotykové ploše.

Každé připojené zařízení může být delegováno do několika částí aplikace a tím předávat informace všude kam je potřeba.

■ Funkce

Jednotlivé funkce dashboardu jsou implementovány jako singletony. Vystavují interface kterým je lze ovládat. Například přepnout skladbu, rádio atd.

■ Storage

Modul pro ukládání objektů. Obsahuje singleton Devices ve kterém jsou uloženy reference na objekty zařízení ze kterých dashboard dostává data.

■ Model

V modelu jsou třídy pro zařízení ze kterých je možné přijímat data.

■ Controllers

Aplikace dodržuje patern MVC specifikovaný v Apple Inc. [09]. Tento balík obsahuje controllery, které mají za úkol překreslovat všechna view v aplikaci.

■ SceneKit

Framework SceneKit je využit pro zobrazení 3D scény s mapou ve funkce navigace.

■ SpriteKit

Framework SpriteKit je využit pro zobrazování kolečkových menu a interakci s nimi.

■ Storyboard

Pro navrhování jednotlivých view a přechody mezi nimi využívám jednoho storyboardu.

3.2 TouchPad

Projekt TouchPad slouží k implementaci simulátoru dotykové plochy na zařízení iPhone nebo iPod.

Je možné ho nainstalovat na iOS verze 6.0 a vyšší a je napsaný v jazyce Objective-C.

3.2.1 Technický popis implementace

Tento projekt je velmi jednoduchý. Obsahuje pouze bluetooth modul, který odesílá data všem zařízením, které poslouchají.

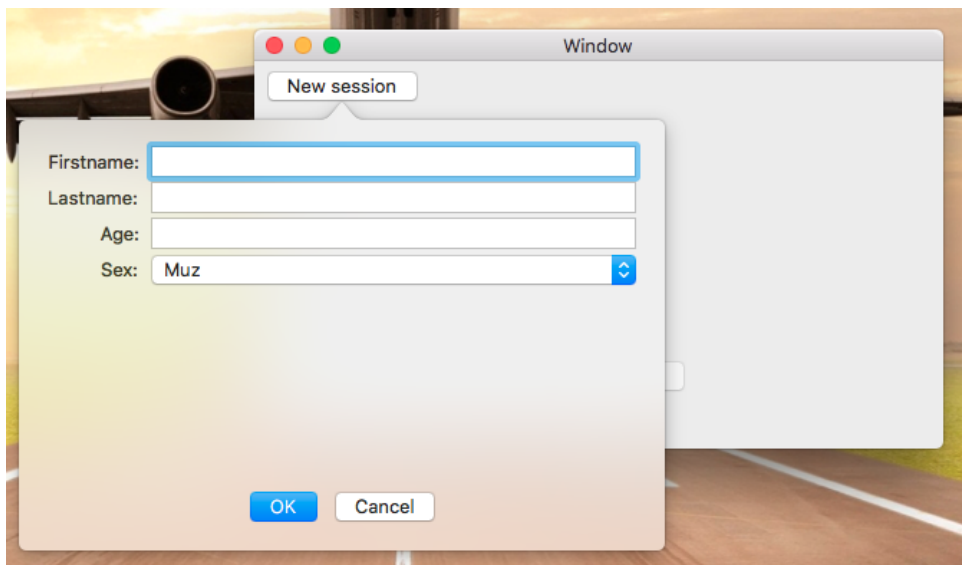
Má jeden controller, který zachytává doteky na obrazovku a gesta, která předává bluetooth modulu.

Podporuje pouze orientaci na šířku.

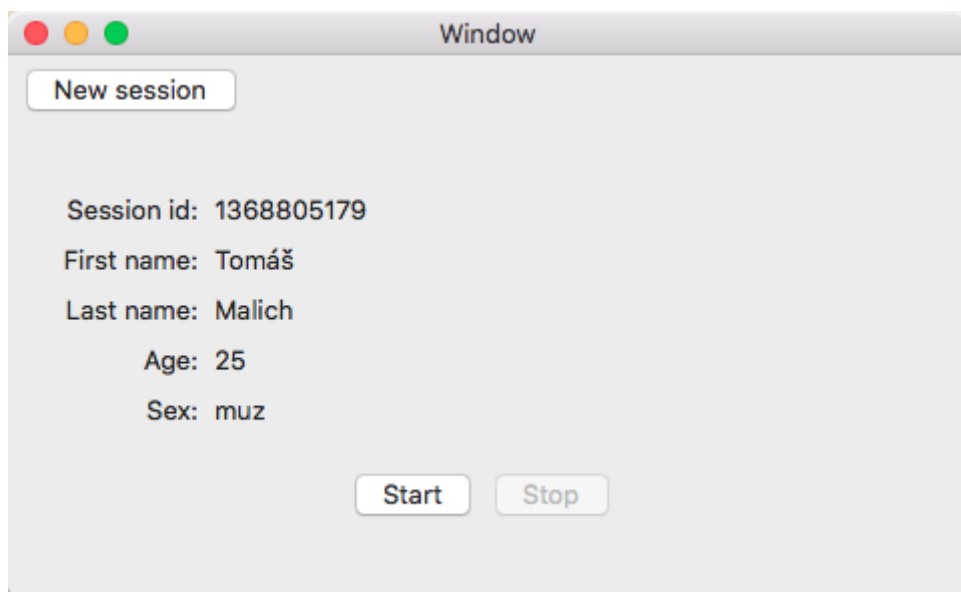
3.3 ControlRoom

Tento projekt má za úkol zachytávat data ze zařízeních simulujících dotykové plochy a následně je ukládat do databáze. Také se v něm dají vytvářet jednotlivá sezení pro účastníky testu.

Je napsaný v jazyce Objective-C a lze ho spustit na platformě Mac se systémem OSX.



Obrázek 3.7: ControlRoom nové sezení



Obrázek 3.8: ControlRoom hlavní okno

■ 3.3.1 Technický popis implementace

- Model
v balíku model jsou třídy, které odpovídají datovému modelu.
- DAO
v balíku DAO jsou třídy, které mají na starost ukládání dat do databáze.
- BluetoothModule
má na starost správu připojení bluetooth zařízení a příjem dat.

Databázi používám MySQL verze 5.7.12.

■ 3.4 DataSender

Tento projekt slouží k zasílání dat z jízdního simulátoru do aplikace Dashboard přes protokol TCP.

Je napsaný v jazyce Java.

■ 3.4.1 Technický popis implementace

Pro získávání dat ze hry Mafia 1, kterou jsem použil jako simulátor jízdy získávám aktuální údaje pomocí programu CheatEngine. Nejprve bylo nutné lokalizovat správné adresy v paměti. Dále jsem vytvořil script v jazyce LUA, který jednou za 100 ms aktualizují několik souborů. Každý z těchto souborů

obsahuje jednu informaci. Rychlost, otáčky, pozici X na mapě a pozici Y na mapě.

Směr, kterým je vozidlo natočeno dopočítávám až v aplikaci Dashboard.

Program DataSender kontroluje soubory vytvořené pomocí LUA scriptu a při změně zasílá aktualizovaná data.

Kapitola 4

Testování

4.1 Metodika

Pro testování jsem využil metodiku Acceptance testing. Zaměřil jsem se tedy na oblíbenost mého řešení. Využil jsem metodu User-based testu. Prováděl jsem kontrolovaný experiment v laboratorních podmínkách. Všichni účastníci měli stejné podmínky a zadání testu. Jejich počínání bylo nahráváno dvěma kamerami. Jedna snímala obličej. Druhá pohyby rukou na dotykových zařízeních. Prováděl jsem subjektivní a objektivní vyhodnocení. Subjektivní je vyhodnoceno jak kvantitativně, tak kvalitativně. Objektivní data jsem naměřil a připravil pro případné porovnání s jinými metodami. Každý z účastníků dostal na závěr hodnotící formulář, který využíval Likertovu škálu.

Zajímalo mě primárně rozdíly úspěšnosti vzhledem k věku a pohlaví účastníka testu.

4.2 Popis testu

Každý z účastníků dostal deset minut na ježdění ve hře Mafia 1. Bylo potřeba, aby si účastníci navykli na řízení v simulátoru a případné komplikace s řízením nezkreslily výsledky testu. Dále jsem každému vysvětlil způsob ovládání palubního počítače pomocí dotykových ploch. Každý z účastníků pak dostal ještě minutu na to, aby jezdil a zkoušel ovládat palubní počítač.

Následně jsem zapnul nahrávání kamer, aktivoval zapisování dat do databáze a spustil samotný test. Každý z účastníků dostával hlasové pokyny, které ho naváděly co má právě v danou chvíli udělat na palubním počítači.

Seznam kroků:

- Přepněte na funkci CD
- Přepněte o jednu skladbu dopředu
- Přepněte o jednu skladbu dozadu
- Přepněte o dvě skladby dopředu

- Najedte na aktuální spotřebu
- Najedte na rádio
- Přeladte na rádio Abba
- Přepněte na navigaci
- Úplně zeslabte zvuk
- Přepněte na aktuální rychlost
- Úplně zesilte zvuk
- Přeladte rádio na další frekvenci

4.3 Popis účastníků

Testování se zúčastnilo devět lidí.

Pohlaví	Věk
Muž	50
Muž	26
Muž	56
Muž	54
Žena	42
Žena	26
Žena	56
Žena	44
Žena	25

Tabulka 4.1: Pohlaví a věk účastníků.

Průměrný věk účastníka byl 42 let.

4.4 Výsledky testů

Hodnotím počet chyb u každého kroku testu a čas za který byl daný krok splněn.

- Muž 50 let

Úkol:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Počet chyb:	0	3	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Čas v sekundách:	5	30	11	38	5	21	3	15	18	6	4	5

Tabulka 4.2: Výsledek testu: muž, 50.

Průměrný počet chyb: 0.5
Průměrný čas splnění úkolu: 13 sekund

■ Muž 26 let

Úkol:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Počet chyb:	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Čas v sekundách:	2	3	2	5	5	2	31	5	4	8	7	6

Tabulka 4.3: Výsledek testu: muž, 26.

Průměrný počet chyb: 0.25
Průměrný čas splnění úkolu: 7 sekund

■ Muž 56 let

Úkol:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Počet chyb:	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0
Čas v sekundách:	10	5	3	3	16	4	9	5	7	6	10	5

Tabulka 4.4: Výsledek testu: muž, 56.

Průměrný počet chyb: 0.25
Průměrný čas splnění úkolu: 7 sekund

■ Muž 54 let

Úkol:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Počet chyb:	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0
Čas v sekundách:	1	2	3	5	9	2	3	20	6	6	3	2

Tabulka 4.5: Výsledek testu: muž, 54.

Průměrný počet chyb: 0.33
Průměrný čas splnění úkolu: 5 sekund

■ Žena 42 let

Úkol:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Počet chyb:	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Čas v sekundách:	3	5	2	4	5	3	6	3	7	10	7	3

Tabulka 4.6: Výsledek testu: žena, 42.

Průměrný počet chyb: 0.25
Průměrný čas splnění úkolu: 5 sekund

■ Žena 26 let

Úkol:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Počet chyb:	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0
Čas v sekundách:	6	5	3	6	5	8	4	6	7	10	3	2

Tabulka 4.7: Výsledek testu: žena, 26.

Průměrný počet chyb: 0.33

Průměrný čas splnění úkolu: 8 sekund

■ Žena 56 let

Úkol:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Počet chyb:	1	1	0	0	3	0	2	0	1	1	1	0
Čas v sekundách:	8	7	5	8	10	4	7	7	12	8	18	7

Tabulka 4.8: Výsledek testu: žena, 56.

Průměrný počet chyb: 0.83

Průměrný čas splnění úkolu: 8 sekund

■ Žena 44 let

Úkol:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Počet chyb:	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Čas v sekundách:	5	7	4	3	4	5	4	5	8	4	10	7

Tabulka 4.9: Výsledek testu: žena, 44.

Průměrný počet chyb: 0.25

Průměrný čas splnění úkolu: 6 sekund

■ Žena 25 let

Úkol:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Počet chyb:	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Čas v sekundách:	3	2	3	4	3	3	2	4	4	5	2	2

Tabulka 4.10: Výsledek testu: žena, 25.

Průměrný počet chyb: 0.08

Průměrný čas splnění úkolu: 3 sekund

4.4.1 Výsledky podle pohlaví

Pohlaví:	muž	žena
Průměrný počet chyb:	0.333	0.348
Průměrný čas v sekundách:	8	6

Tabulka 4.11: Výsledek testu podle pohlaví.

4.4.2 Výsledky podle věku

Pohlaví:	Pod 30 let	Nad 30 let
Průměrný počet chyb:	0.22	0.48
Průměrný čas v sekundách:	6	8.8

Tabulka 4.12: Výsledek testu podle věku.

4.5 Hodnotící formulář

4.5.1 Seznam otázek

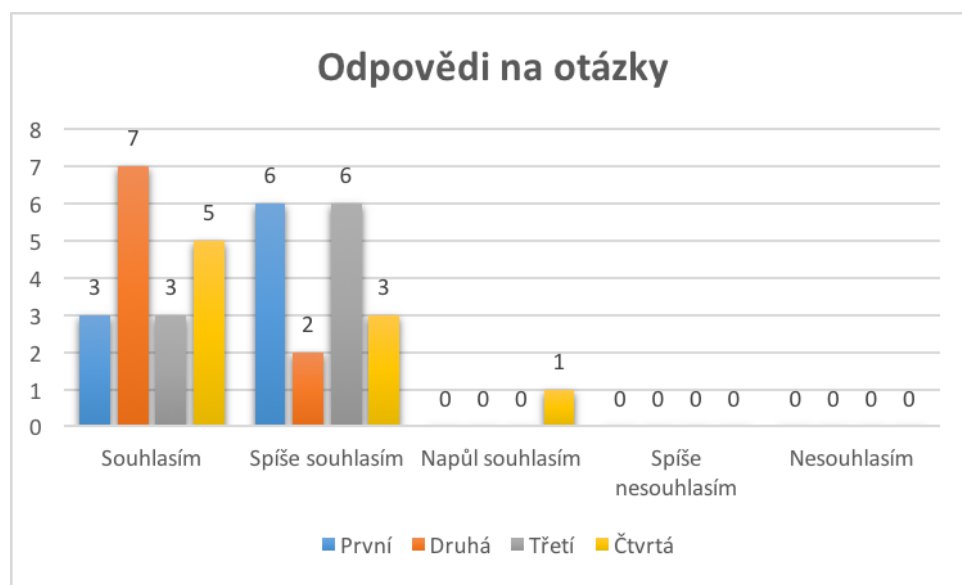
- Máte řidičský průkaz skupiny B?
Odpovědi: ANO, NE.
- Využil(a) jste někdy tlačítkové ovládání na volantu?
Odpovědi: ANO, NE.
- Dotykové ovládání jsem pochopil(a) rychle.
Odpovědi: souhlasím, spíše souhlasím, napůl souhlasím, spíše nesouhlasím, nesouhlasím.
- Uživatelské rozhaní mi přišlo přehledné.
Odpovědi: souhlasím, spíše souhlasím, napůl souhlasím, spíše nesouhlasím, nesouhlasím.
- Po té co jsem se dotykové ovládání naučil(a) odvádělo mou pozornost od řízení méně než tlačítkové ovládání.
Odpovědi: souhlasím, spíše souhlasím, napůl souhlasím, spíše nesouhlasím, nesouhlasím.
- Pořídil bych si automobil s tímto ovládáním.
Odpovědi: souhlasím, spíše souhlasím, napůl souhlasím, spíše nesouhlasím, nesouhlasím.
- Zde napište váš názor na dotykové ovládání svými vlastními slovy
Odpověď: vlastními slovy

4.5.2 Výsledky hodnotícího formuláře

Všichni respondenti, kteří byli do výsledků započítáni odpověděli na otázky jedna a dvě ANO.

Graf na obrázku 4.1 udává rozložení odpovědí na otázky:

- 1. Dotykové ovládání jsem pochopil(a) rychle
- 2. Uživatelské rozhraní mi přišlo přehledné
- 3. Poté, co jsem se dotykové ovládání naučil(a) odvádělo mou pozornost od řízení méně než tlačítkové ovládání
- 4. Pořídil bych si automobil s tímto ovládáním



Obrázek 4.1: Odpovědi na otázky

4.6 Shrnutí subjektivních hodnocení

Většina respondentů se shoduje, že po zaučení je tento systém ovládání přehledný, rychlý a zábavný. Jeden z respondentů uvedl, že je pro něj ovládání složité.

Několik ukázek subjektivních hodnocení:

- Dobrý nápad. Ovládání je přehledné a po zaškolení užitečné. Uživatelsky přístupné.
- Zřejmě by mi chvíli trvalo než bych si zvykla na toto ovládání, ale určitě je přínosné z důvodu nepřemístění pravé ruky na ovládací panel mimo volant.

- Dotykové ovládání bych si do svého automobilu přála.
- Dotykové ovládání je pro mně složité, ale myslím si, že pro mladší generaci snadné a i zábavné.

■ 4.7 Návrh vylepšení

Pozoroval jsem zásadní problém při využití výseče v kruhovém menu, která byla rozdělena na dvě části. Konkrétně se jednalo o přepínání mezi uloženými stanicemi rádia a laděním na další frekvenci viz obrázek 3.4. V další verzi už bych takto rozdělené výseče nepoužíval a radeji bych zvýšil počet výsečí v menu.

Další vylepšení by se dalo udělat tak, že se by při najetí kurzoru na jednu z funkcí a následném aktivování i druhé dotykové plochy zobrazilo další kolečkové menu, které by umožňovalo dočasně ovládat funkci na kterou právě míří kurzor.

■ 4.8 Sesbíraná data

Během testů jsem ukládal data z gyroskopů iphonů a také dotyky uživatelů. Tyto data v práci nijak nezpracovávám nicméně je možné je využít na zpětné zrekonstruování interakce účastníků testu. Také by bylo možné z nich odvodit informace o míře odvedení pozornosti od řízení pokud by se zároveň využila videa, která byla zaznamenána během testu na dvě kamery.

Kapitola 5

Závěr

Technologie v automobilech se posouvá dopředu každým rokem. Ovšem oproti IT technologiím je prokrok pomalejší. Nejspíše z důvodu dlouhých vývojových cyklů. Na trh se v automobilu dostane i několik let stará technika. S tím nutně souvisí i delší odstraňování problémů, které se objeví až při opravdovém nasazení do provozu.

Již v úvodu jsem se věnoval tomu, že všechny pokusy o nahrazení klasických tlačítek na volantu se mi zdály nevydařené. Lidé se kterými jsem mluvil mi potvrdili, že jim stále vyhovují tlačítka více než ostatní dosavadní řešení.

Mohlo by se zdát, že jsou konzervativní. Z výsledků mého dotazníku se ovšem ukázalo, že tomu tak není. Téměř všichni respondenti by si dotykové ovládání do automobilu pořídili, pokud by se jim snadno ovládalo a nerušilo je při řízení.

Osobně mě reakce účastníků testu překvapila. Očekával jsem, že hlavně lidé se stářími padesáti a více let budou k mému návrhu velmi skeptičtí a odtažití. Opak byl pravdou. Jejich reakce byly v naprosté většině pozitivní. Dokonce se někteří vyjádřili i v tom smyslu, že je tento způsob ovládání zábavný.

Už během testu bylo vidět, že čím déle člověk ovládá systém, který jsem vytvořil, tím rychleji a lépe se v něm orientuje a dělá méně chyb.

Vývoj pomocí prototypovací metody se ukázal jako vhodný. Byl jsem schopný velmi rychle odhalit problémy při implementaci a napravit je.

Jediný zásadní problém při vývoji nastal, když jsem všechny části prototypu propojil a prováděl jsem integrační test. V tu chvíli jsem zjistil, že reakce kurzoru na dotyk je značně zbržděná a není plynulá. Chybu jsem odhalil. Bylo nutné sběr dat z iPhonů provádět přes wifi síť místo přes bluetooth. Při přetížení bluetooth totiž docházelo k prodlevám. Při testování už bylo vše v pořádku.

Práci bych završil tím, že se zdá, že můj nápad není slepou uličkou. Ukázalo se, že pokud by se na mém návrhu dále pracovalo, tak by jej bylo možné testovat a případně i nasadit do reálných automobilů.

Příloha A

Literatura

- [01] REINHARDT, Andy. Steve Jobs on Apple's resurgence. Business Week. 1998.
- [02] Anthem Entertainment. Roll The Bones Tour Book. 1992.
- [03] BrainyQuote [online]. 2016 [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://www.brainyquote.com/quotes/>
- [04] HALL-GEISLER, Kristen. How Steering Wheel Controls Work [online]. 2009 [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://auto.howstuffworks.com/car-driving-safety/safety-regulatory-devices/steering-wheel-controls.htm>
- [05] L. STRAYER,, David, Jonna TURRILL, James R. COLEMAN, Emily V. ORTIZ a Joel M. COOPER. Measuring Cognitive Distraction in the Automobile II: Assessing In-Vehicle Voice-Based Interactive Technologies [online]. University of Utah, 2014 [cit. 2016-05-26].
- [06] Zkusili jsme, jak v autě funguje ovládání gesty. Novinky.cz [online]. 2016 [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://www.novinky.cz/auto/393143-zkusili-jsme-jak-v-aute-funguje-ovladani-gesty.html>
- [07] PHILLIPS, Andrew. Software Development Methodologies. Codeproject.com [online]. 2010 [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <http://www.codeproject.com/Articles/124732/Software-Development-Methodologies>
- [08] Core Bluetooth Framework Reference. [cit. 2016-05-26].
- [09] Model-View-Controller [online]. [cit. 2016-05-26]. Dostupné z: <https://developer.apple.com/library/ios/documentation/General/Conceptual/DevPedia-CocoaCore/MVC.html>