

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta aplikovaných věd
Katedra informatiky a výpočetní techniky

Bakalářská práce

Program pro vyhodnocování reakční doby měřené osoby

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů.

V Plzni dne 6. května 2015

Pavel Šnejdar

Abstrakt

Program for evaluating reaction time a measured person

This bachelor's thesis deals with application usable for measuring of reaction time depending on the optical stimulation. It also discribes basics of fyziology and suitable methods for testing of reactions.

The second part is focused on the development of the application which is written in C++. It uses USB dance pads. Finally, the measurement of two age groups is performed with program.

Abstract

Program pro vyhodnocování reakční doby měřené osoby

Tato bakalářská práce se zabývá tvorbou aplikace určenou k měření reakční doby na základě optické stimulace. Dále popisuje základy fyziologie člověka a vhodné metody pro testování reakční rychlosti.

Druhá část shrnuje vývoj aplikace, která je vytvořena v programovacím jazyce C++. Pro měření využívá USB taneční podložku. Na konci jsou dostupné výsledky z testování aplikace, které vznikly na základě měření dvou věkových skupin osob.

Obsah

1	Úvod	1
2	Vymezení teoretických pojmů	2
2.1	Obecné pojmy	2
2.2	Základy fyziologie	5
2.3	Antropomotorika	9
3	Testování	11
3.1	Druhy testů	11
3.2	Vybavení pro testování reakční doby	12
3.2.1	Zařízení dostupná na KTV a KIV	13
4	Aplikace	15
4.1	Požadavky na aplikaci	15
4.2	Použité technologie	15
4.3	Popis tříd	16
4.4	Použité knihovny	17
4.4.1	Libusb 1.0	17
4.4.2	SDL	18
4.4.3	QCustomPlot	19
4.4.4	QT	20
4.5	Ukládání naměřených dat	20
4.6	Správa profilů	24
4.7	Export dat	25
4.8	Prezentace	25
4.9	Taneční podložka	25
4.10	Průběh měření	26
4.11	Výstup aplikace	28
4.12	Kompilace projektu	29
4.13	Systémové požadavky	29
4.14	Přenositelnost	29

5	Měření	31
5.1	Profil testu	31
5.2	Podmínky měření	31
5.3	Výsledky měření	32
5.4	Zhodnocení výsledků	32
6	Závěr	35
A	UML diagram	39
B	Uživatelská dokumentace	40

1 Úvod

Rychlost reakce hraje roli v mnoha lidských činnostech. Každý z nás je obklopen množstvím podnětů, které musí vyhodnocovat, filtrovat a reagovat na ně. V určitých situacích je však nutná okamžitá odezva, zvláště pokud se jedná o životy. I ta nejkratší reakce trvá stovky milisekund, což je poměrně dlouhá doba.

Rychlost odezvy na podnět je zkoumána v řadě oborů. Příkladem může být lékařství, kde je na měření reakční doby založena řada neurologických vyšetření. Také v kriminalistice hraje rychlost reakce klíčovou roli při dopravních nehodách, zejména při požití alkoholu či jiných omamných látek. Dalším oborem je letectví, kdy u pilotů, zvláště stíhacích letounů, rozhoduje každá milisekunda. V neposlední řadě ovlivňuje rychlost reakce sportovní výkony. U profesionálních běžeckých závodů se hlídají časy startu a pokud běžec vystartuje dříve, byť o zlomek sekundy, je diskvalifikován. V případě pomalého startu ztratí pozici.

První část této práce se zabývá charakteristikou teoretických pojmů. Specifikuje pojmy týkající se reakční doby a fyziologie s tím související. Druhá kapitola shrnuje metodiky testování. Jsou zde objasněny druhy testů, kterých se využívá převážně při testování reakční doby osob. V rámci této části jsou popsány dostupná zařízení, kterých se využívá na Katedře informatiky a výpočetní techniky a Katedře tělesné výchovy a sportu k testování subjektů. Tvorba aplikace je popsána v kapitole čtvrté. Její náplní je přiblížení implementace aplikace. V závěru je provedeno měření, které testuje funkčnost a použitelnost programu. Uživatelskou příručku lze nalézt v příloze.

Cílem bakalářské práce je sestavit aplikaci, která je schopna změřit reakční rychlost člověka. Testovaná osoba se snaží sešlápnout správné tlačítko na podložce při zobrazení vizuálního podnětu na obrazovce, kterým je jednoduchý geometrický tvar. Čas od objevení stimulu na monitoru po aktivaci tlačítka se ukládá a je dále zpracováván do statistik a grafického výstupu.

2 Vymezení teoretických pojmů

Kapitola vysvětluje důležité pojmy související s reakční dobou. Popisuje lidské orgány podílející se na reakci a zabývá se jejich fyziologií. Dále objasňuje základy antropomotoriky.

2.1 Obecné pojmy

Reakční doba

Reakční doba zastupuje čas začínající momentem zaregistrování podnětu a počátkem vykonání odezvy. Je to proces začínající vnímáním, pokračující přenosem z receptoru do místa zpracování, rozhodování a konče přenosem do efektoru – svalu, který vykoná příslušný pohyb. Největší podíl času zabírá činnost centrální nervové soustavy. Reakční doba může být ovlivněna věkem, léky, únavou, soustředěním, očekáváním a mnoha dalšími faktory. Rychlost je také závislá na typu podnětu. Nejkratší čas je na taktilní neboli dotykové podněty a nejdelší na vizuální podněty, protože je jejich vyhodnocení nejsložitější. Celá reakce se skládá z několika částí. Tyto části jsou popsány níže [11].

Vjem

Vjem vzniká činností smyslových orgánů. Je elementem smyslového odrazu jevů ve vědomí osoby. Charakter vjemu může významně ovlivnit reakční dobu. Veliký význam mají okolní podmínky, intenzita podnětu nebo připravenost osoby.[11] Vjem se skládá ze složek [5]:

- specifických, které informují o prostoru, čase a kvantitě;
- nespecifických, které zprostředkovávají motivaci a emoce.

Rozpoznání

Při rozpoznání se vychází ze zkušeností a informací osoby. Jedná se o čas, který je potřebný pro pochopení stimulu. Reakce může být automatická. V takovém případě se reakční doba velmi zkracuje, jedná se o nepodmíněnou reakci. V opačném případě, kdy osoba reaguje na stimul neznámý, se reakční doba může prodloužit [11].

Pochopení

Pochopení, neboli uvědomění kombinuje vjem s rozpoznáním. Na základě vlastních znalostí je osoba schopna předpovídat vývoj události. I v této části neznámý stimul výrazně zpomaluje reakční dobu [11].

Zvolení reakce

Reakce je poslední ze sub-kategorií reakční doby. Zastupuje čas, který osoba potřebuje k výběru charakteru odezvy. Čím více možných reakcí osoba má, tím více může být reakční čas zpomalen [11].

Vnímání

Vnímání je poznávacím procesem, který interpretuje informace a přiděluje jim význam. Cílem vnímání je schopnost co nejrychleji zmapovat stimuly a s jejich pomocí získat smysluplné údaje. Produktem vnímání jsou vjemy. Vnímání má několik druhů, mezi které se řadí: vnímání tvaru, prostoru, hloubky, pohybu a času [6].

Vnímání tvaru (formy) se zaměřuje na objekty a jejich vlastnosti. Zda jsou pravidelné, nepravidelné, široké, úzké, jaké jsou velikosti. Na tomto vnímání se podílejí především receptory hmatu a zraku. Vnímání prostoru se zaměřuje na vztahy objektů, tzn. jejich pozici. Dominantním receptorem je zde opět zrak. Záleží zde také na zkušenostech. Vnímání pohybu využívá receptor zraku a sluchu. Při přiblížení předmětu se intenzita zvuku zvyšuje a naopak při vzdálení snižuje. Vnímání času nevyužívá konkrétní receptor. Zakládá se převážně na zkušenostech [6].

Lze říci, že ve většině případů je dominujícím receptorem zrak. Oči soustředí 70% smyslových receptorů a na zpracování podnětu se podílí milion neuronů [1].

Zrakové vnímání

Zrakové vnímání se v průběhu vývoje člověka mění od vnímání tmy a světla po rozlišování tvarů. V interakci člověka a stroje je znalost lidského zrakového vnímání podstatná. Stroj, který je tvořen pro užívání člověkem by měl splňovat funkce, které umožní jeho rychlé a především správné pochopení. I design může zapříčinit zrychlení či naopak zpomalení reakce [1].

Podnět

Podnětem je každá změna vnějšího nebo vnitřního prostředí, která podráždí neuron. Účinnost podnětu je závislá na kvalitě, kvantitě, době trvání a rychlosti změny intenzity [15].

Kvalita označuje druh energie, která může být tepelná, chemická, mechanická apod. Neurony jsou specializovány, a každý z receptorů reaguje na svůj druh podnětu [15].

Kvantita představuje intenzitu podnětu. Pokud jeho síla nedosahuje určitého prahu, nedojde ke spuštění reakce. V opačném případě je příslušný neuron podrážděn a šíří se nervový vzruch. Silnější podnět podráždí více nervových vláken, to zaručuje rychlejší zpracování. Například na projíždějící vlak člověk zareaguje mnohem rychleji, než na běžné oslovení na ulici, kde je úroveň hlasitosti mnohem menší [15].

Doba trvání podnětu také ovlivňuje reakci. Při nižší intenzitě musí podnět působit déle, aby došlo k vyvolání nervového vzruchu [15].

Pro rychlost reakce je důležitá i změna intenzity podnětu. V hlučném prostředí nezpůsobí hlasitý podnět tak silnou odezvu, jako když zazní stejný podnět v naprosto tichém prostředí [15].

Reflex a reflexní oblouk

Reflex, jakožto základní funkční jednotka nervové soustavy je odpovědí organismu na podráždění jeho sensorů. Člověk jimi reaguje na změny prostředí. Reflexy jsou zprostředkovávány reflexním obloukem.

Reflexní oblouk je seskupení neuronů. Na jeho začátku je receptor – smyslový orgán, který vytvoří nervový vzruch. Dostředivou drahou putuje do mozku nebo míchy, kde dojde ke zpracování. Odstředivou drahou se vzruch dostane do výkonného orgánu, kterým je sval nebo žláza. Podle složitosti vyhodnocení může být reflexní oblouk monosynaptický nebo polysynaptický. Čím více synapsí se zapojí do reakce, tím je reflex pomalejší, ale sofistikovanější [15][13].

Doba, za kterou je reflex vykonán, u člověka kolísá. Rozhodujícími faktory jsou věk (po dvacátém roku života se reakce zpomalují), stres, únava, kouření, alkohol, návykové látky, ale například i různé nemoci (např. Alzheimerova choroba). Zvukový podnět dorazí do mozku zhruba za 8-10 ms a zrakový až za 20-40 ms.

2.2 Základy fyziologie

Oko

Oko je světlocitlivým smyslovým orgánem. Vykonává přeměnu optického signálu na nervový vzruch. Má kulovitý tvar přibližně o poloměru 12 mm[9]. Skládá se ze tří částí[3]:

Tunica fibrosa je vazivový obal oka. Skládá se z rohovky a bělimy.

Tunica vasculosa se také nazývá střední obal oka. Jeho součástí jsou cévnatka, řasnaté těleso a duhovka.

Tunica nervosa též českým názvem sítnice je část se světločivými buňkami. Tvoří ji slepá část sítnice a světločivá část sítnice.

Světelné paprsky prochází nejprve přes rohovku, přední komoru, poté skrz zornici, která umožňuje regulaci světelného toku. Dále protínají oční čočku, sklivec a dopadají na sítnici, kde podráždí fotocitlivé receptory nazývané se čípky a tyčinky. Díky tomu je vyvolán nervový vzruch, který je pomocí zrakové nervové dráhy přenesen do mozku[10].

Fotopické (denní) vidění je zajištěno především čípky a umožňuje nám barevné vidění o vlnových délkách 400 až 750 nm. Nejcitlivější je na zeleno-žluté světlo (555 nm). Adaptace při změně světelných podmínek trvá 20 – 60 s[12].

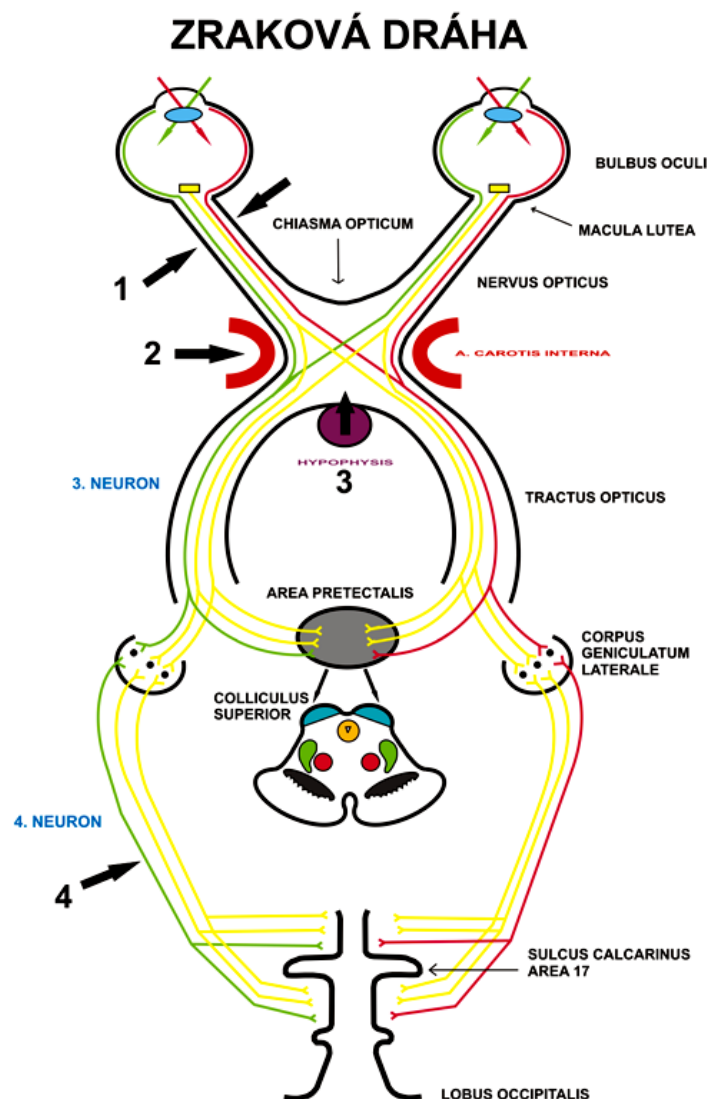
Skotopické (noční) vidění omezuje příjem informace pouze na intenzitu neboli jas. Jako fotoreceptory jsou použity pouze tyčinky. Plná adaptace na změnu sílu světla trvá zhruba 40 až 60 minut[12].

Mezopické (soumračné) vidění je přechodovou oblastí mezi výše uvedenými druhy vidění. Je zajištěno tyčinkami i čípky[12].

Zraková dráha

Zraková dráha je multisynaptická dostředivá senzitivní dráha. Je složena ze čtyř neuronů, z čehož 3 se nacházejí přímo u sítnice. Vede do zrakové kórové oblasti mozku. První neurony jsou světločivé buňky. Jedná se o tyčinky, kterých je v oku 120 milionů a čípky o počtu asi 6 milionů. Informace je vedena nervem nazývaným se nervus opticus. Ten tvoří jen 1 milion axonů. Zraková informace se tedy musí zkomprimovat. Míra zhuštění informace je různá pro různé části sítnice. Ve středu je vzruch z jedné světločivé buňky veden jedním vláknem, na periferních oblastech je do jednoho vlákna spojeno až 300 tyčinek a čípků. Člověk tak vnímá obraz na okraji zorného pole oka jako rozostřený[2].

Na obrázku 2.1 je možné si všimnout, že se nervi optici kříží.



Obrázek 2.1: Zraková dráha (převzato z [17]).

Mozek

Mozek je řídicím centrem nervové soustavy. Z vnějšího pohledu je tvořen šedou hmotou (těla neuronů) a uvnitř bílou hmotou (axony). Dále je členěn na levou a pravou hemisféru. Skládá se z nervových a gliových buněk[2].

Nervus opticus vede do primární zrakové korové oblasti. Ta vytváří nejjednodušší smyslový vjem nazývaný počítka. Rozeznávají se zde základní tvary,

barvy a pohyby předmětů. Těsně navazuje sekundární korová oblast, která je zodpovědná za komplexní analýzu zrakového vjemu. Na zpracování zrakového podnětu se podílí více částí mozku. Mimo korové oblasti tak signál vyhodnocuje i mozeček, který se stará o kontrolu polohy a korigování pohybů. Odezvu na došlou zrakovou informaci mozek vyhodnotí a vyšle signál příslušnému svalu[2].

Motorická dráha

O přenos vzruchů zajišťujících vědomé pohyby příčně pruhovaného kosterního svalstva se stará kortikospinální (pyramidová) dráha. Ta je hlavní motorickou drahou člověka. Vede z korové oblasti mozku míchou a končí u předních rohů míšních. Zde se napojují periferní motoneurony, které vedou do svalů a inervují je[2].

Sval

Sval je orgán s pohybovou funkcí. Na základě nervového impulzu provede kontrakci neboli stah. Sval se není schopen sám od sebe protáhnout (při relaxaci se pouze uvolní), proto jsou většinou na kostře dva proti sobě. Říká se jim antagonisté. Pokud pracují spolu, nazývají se synergisté. Svaly se dělí se na tři skupiny[14]:

- příčně pruhovaná svalovina – je ovládána naší vůlí;
- hladká svalovina – nelze ji vědomě ovládat;
- srdeční svalovina – není ovladatelná vůlí, obsažena v myokardu (srdečním svalu) .

Druhy svalové kontrakce

- Izometrická kontrakce – nevykonává žádný pohyb, pouze mění svalové napětí;
- Dynamická kontrakce – mění vzdálenost úponů svalu, svalové napětí se výrazně nemění.

- Koncentrická – zkrácení svalu;
- Excentrická – prodloužení svalu.

2.3 Antropomotorika

Slovo antropomotorika se skládá ze dvou částí. První je anthropos, která pochází z řečtiny a lze ji přeložit jako člověk. Druhá část vznikla přeměnou latinského motus znamenající pohyb. Je to tedy věda zabývající se motorikou člověka, jak se pohybuje ¹ a jaké má předpoklady k pohybu ². Tyto předpoklady mohou být jak fyzického, tak i psychického charakteru[4].

Motorické předpoklady

Motorické předpoklady se člení na schopnosti, vlastnosti a zkušenosti. Schopnosti jsou vnitřní dědičné vlohy, nadání či talent. Vlastnosti představují nejobecnější předpoklady, například stavba těla. Jsou také dědičné. Získané vědomosti a dovednosti jsou nazývány zkušenostmi[4].

Motorické schopnosti

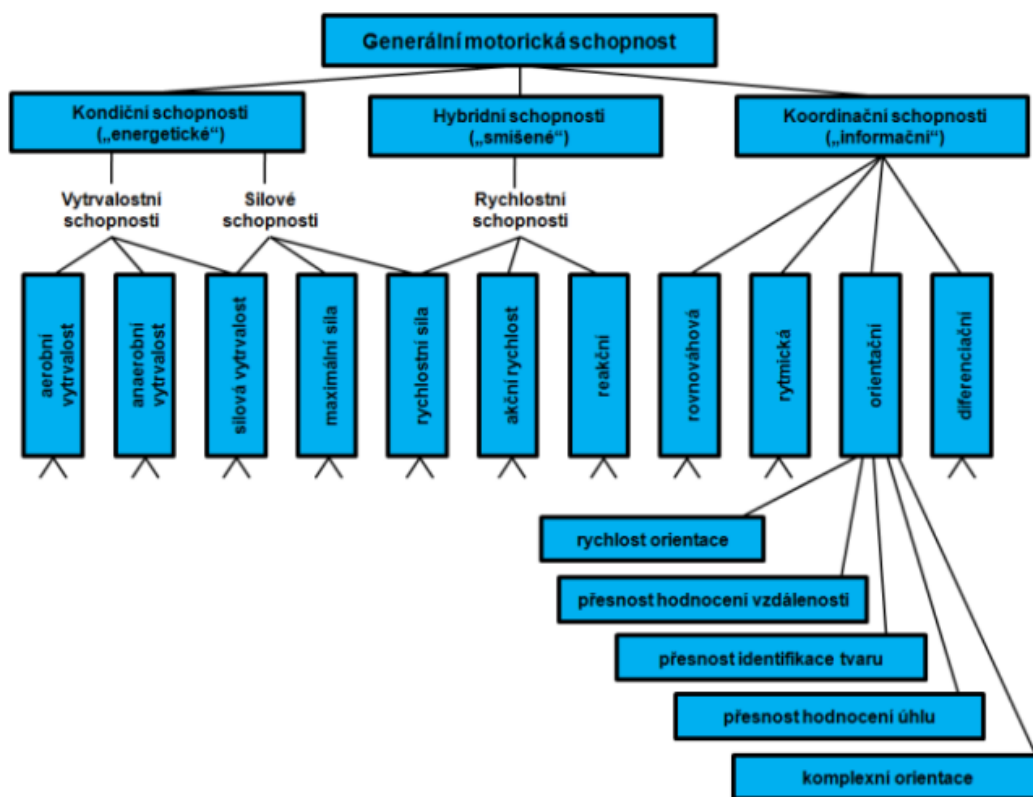
Motorické schopnosti jsou vnitřní předpoklady jedince, které ovlivňují výkon v motorické činnosti. Jejich vývoj je možné ovlivnit během dětství a dospívání[4]. Podrobné členění je znázorněno na obrázku 2.2.

Rychlostní schopnosti

Rychlostní schopnosti jsou vlohy provést v co nejkratším čase určitou motorickou činnost. Je to vlastně příčina rychlého pohybu. Pojmem rychlostní schopnost se rozumí dispozice člověka, zatímco samotná rychlost je fyzikální veličina závislá na času a dráze. Rozdělení je možné na reakčně rychlostní schopnosti a na realizačně rychlostní schopnosti[4].

¹Lze shrnout do pojmu pohybové projevy, tedy se jedná o realizaci motorických předpokladů. Někdy se označují jako vnější

²Také jsou nazývané motorické předpoklady. Zařazují se mezi vnitřní.



Obrázek 2.2: Motorické schopnosti (převzato z [16]).

Reakčně rychlostní schopnost zahrnuje předpoklad jedince odpovídat na podnět v co nejkratším čase. Je ohraničena latentní dobou, jež je časem mezi uvědoměním podnětu a začátkem reakce.

Realizačně rychlostní schopnost představuje abilitu provést pohybový úkol v co nejkratším čase, a to až od začátku pohybu.

3 Testování

Metod testování reakční doby je mnoho, ne všechny je v rámci této práce potřeba zmiňovat. Popsány jsou vybrané, které přibližují problematiku.

3.1 Druhy testů

Existuje několik druhů testů, jejichž prostřednictvím se měří reakční doba. Mezi tyto testy se řadí: SRT, CRT, Go/No-Go.

SRT - Simple reaction time

SRT je jednoduchá metoda, která měří reakční dobu pomocí stimulu, který je předáván testovanému subjektu. Příkladem takového stimulu je stisknutí tlačítka ve chvíli, kdy se objeví světelný nebo zvukový signál. Výsledek lze vypočítat po 11 pokusech[8].

CRT - Choice reaction time

CRT je metoda velmi podobná SRT nicméně poskytuje dvojitou volbu. Jako příklad lze uvést situaci, kdy se subjektu zobrazují dvě možnosti: šipka vpravo a vlevo. V případě šipky vlevo je nutno stisknout klávesu levou a v případě šipky vpravo klávesu pravou. Výsledek lze vypočítat po 13 pokusech, přičemž se zohledňují správné a nesprávné odpovědi, chyby, opomenutí rychlost odezvy. [7]

Go/No-Go

Go/No-Go, také někdy označována jako recognition reaction time, je metoda založena na rozpoznání správného podnětu. Měřená osoba jich přijímá několik, ale reaguje pouze na jeden, který je předem určený. Všechny ostatní

ignoruje. Příkladem může být měření, kde má osoba stisknout tlačítko v případě, že se rozsvítí zelené světlo. Pokud se však rozsvítí modré světlo, zareagovat nesmí.

Zachycení padajícího předmětu

Nejjednodušší metodou měření je zachycení padajícího předmětu. Takovým vhodným předmětem je pravítko. Experiment provádějí dvě osoby, přičemž jedna v náhodný okamžik upustí měřidlo. To se začne volným pádem pohybovat k zemi. Druhá osoba se snaží předmět zachytit v co nejkratším čase. Z místa, kde bylo pravítko stisknuto se odečte hodnota. Jelikož má být výsledkem testu čas reakce, je nutné použít vzorec pro přepočet vzdálenosti na čas. Jedná se o rovnoměrně zrychlený přímočarý pohyb, lze tak použít následující vzorec:

základní vzorec:

$$s = \frac{1}{2}gt^2 \quad (3.1)$$

přepis do potřebného tvaru:

$$t = \sqrt{\frac{2s}{g}} \quad (3.2)$$

Za g dosadíme hodnotu 9,81 pro ČR, t je čas v sekundách a s je dráha čili vzdálenost odečtená z pravítka.

Pokus se opakuje zhruba 5 krát – 10 krát pro zvýšení přesnosti měření.

3.2 Vybavení pro testování reakční doby

K měření je potřeba zařízení, které je schopno samo změřit čas od vydání podnětu až do reakce testované osoby nebo alespoň umožňuje průběh měření zaznamenat pro pozdější analýzu (například kamera).

3.2.1 Zařízení dostupná na KTV a KIV

Fitroagility

Na katedře KTV se nachází komerční produkt Fitroagility, který slouží k měření reakční doby pomocí zrakové stimulace. Používá vlastní hardwarové zařízení. To se skládá ze čtvercových tlačítek, která jsou oddělená. Je tedy možné měnit jejich vzdálenost a tím ovlivnit charakter testu. Tlačítkové desky jsou připojeny přes cinch konektory k zařízení, které obsahuje USB rozhraní pro komunikaci s PC.

Hlavní výhoda tohoto produktu tkví v možnosti nastavení téměř libovolné vzdálenosti desek. Program k obsluze disponuje větším množstvím nastavení. Větší počet ovládacích prvků sebou ale přináší těžkopádné uživatelské rozhraní. Nevýhodou je také vyšší investice do hardwarového příslušenství. Webová stránka firmy Fitronic se nachází na <http://fitronic.sk/>. Je velmi strohá, co se týče obsahu a neobsahuje základní informace o cenách nabízených produktů.

Nekomerční varianta zhotovená v rámci této bakalářské práce je oproti výše zmíněnému řešení založena na filosofii kompaktnosti, jednoduchosti grafického rozhraní a hlavně nízké pořizovací ceně. Jediná investice je taneční podložka, jejíž hodnota se pohybuje zhruba v rozmezí 300 až 2000 Kč podle kvality.

Tlačítková deska na ruce

Na Katedře informatiky a výpočetní techniky je zhotovena deska s tlačítky. Neobsahuje standardní komunikační rozhraní, a proto ji nelze připojit přímo k počítači. Bylo by nutné použít hardwarový převodník, který by byl schopen zprostředkovat přenos signálů přes USB nebo jiný port. Deska by se dala po úpravě připojit přes LPT port, nicméně ten se již na novějších počítačích nevyskytuje.

Taneční podložka

KIV také disponuje taneční podložkou určenou původně ke hře Stepmania, tu lze připojit pomocí USB. Patří do kategorie softpad – tedy je měkká, lehká, lze ji jednoduše složit a přenášet. Nevýhodou může být nižší životnost a nutnost provádět měření bez bot. Jinak by se mohly tlačítka na desce nenávratně poškodit.

4 Aplikace

Následující část se zabývá vývojem vlastní aplikace a popisem implementace. Obsahuje popis jednotlivých tříd, použitých knihoven a použitých technologií.

4.1 Požadavky na aplikaci

Dle požadavků Katedry tělesné a sportovní výchovy Fakulty pedagogické by měla být výstupem projektu aplikace, která bude alternativou ke komerčnímu softwaru Fitroagility s vlastním příslušenstvím. Požadavky na funkcionality jsou následující:

- měření reakční doby pro dolní končetiny;
- jednoduché intuitivní GUI;
- grafický výstup v podobě grafu;
- základní statistické vyhodnocení;
- možnost konfigurace testu;
- přenositelnost;
- uchovávání naměřených dat;
- vhodný souborový výstup;
- podpora USB taneční podložky jako vstupního HW.

4.2 Použité technologie

Program je celý napsán v jazyce C++. Používá několik externích knihoven. Je strukturován do několika tříd. Kvůli rozsáhlosti je UML diagram součástí přílohy. Zároveň je obsažen na CD. Graficky znázorňuje vztahy mezi

třídami a jejich nejdůležitější metody a atributy. Celý program se skládá z několika tříd, jejichž popis je možné nalézt v sekci Popis tříd.

Pro samotný vývoj bylo použito prostředí QT Creator. Jeho součástí je i QT Designer, což je nástroj pro grafický návrh oken.

Jazyk C++

C++ je programovací jazyk vycházející z jazyka C. Přináší podporu objektově orientovaného programování, procedurálního programování a generického programování. Je možné jej přeložit na různých platformách.

4.3 Popis tříd

- **MainWindow** – Třída slouží k zobrazení hlavního okna aplikace. To obsahuje tabulku s dříve naměřenými daty uloženými v databázi a nástrojový panel s klíčovými prvky pro ovládání.
- **TestWindow** – Okno s celoobrazkovou prezentací používající SDL knihovnu pro vykreslení různých geometrických tvarů jako vizuálních stimulačních prvků.
- **TestReaction** – Zajišťuje průběh testu, předává výsledky a řídí prezentaci v závislosti na uživatelském profilu.
- **Usb** – Třída obsluhující USB taneční podložku. Pro komunikaci využívá knihovnu usblib 1.0.
- **Sqlitedb** – Třída umožňující zápis a výběr dat z SQLite databáze. Je koncipována jako Singleton ¹, aby k ní byl zajištěn jednoduchý přístup. Její služby jsou využívány ve více částech programu.
- **ComboBoxDelegate** – Delegát sloužící k zobrazení QComboBox ² menu v tabulce a lze díky němu jednoduše vybírat umístění stimulu na obrazovce.

¹jedináček – návrhový vzor

²rozbalovací nabídka

- `SpinBoxDelegate` – Delegát zobrazující komponentu `QSpinBox`³ v tabulce a usnadňuje výběr číselné hodnoty.
- `StringDelegate` – Delegát pro převedení uživateli nic neříkajících čísel z databáze do srozumitelné podoby textových popisků v tabulce.
- `QcustomPlot` – Externí knihovna pro vizualizaci 2D grafů.
- `DialogChooseProf` – Dialog nastavující parametry testu, spustí se po stisknutí tlačítka `start`. Po jeho potvrzení následuje test.
- `DialogFinished` – Objeví se po skončení testu. Obsahuje formulář s informacemi o měřené osobě. Dále zobrazuje výsledky testu jak v tabulce, tak i graficky.
- `DialogNewProf` – Dialog, pomocí kterého lze vytvořit nový soubor s profilem pro měření. Nastavuje například počet, tvar, barvu stimulů a časy jejich zobrazení.
- `DialogDetail` – Okno obsahuje detailní informace o konkrétním testu včetně možnosti exportu dat.
- `pdfExport` – Třída zajišťuje vytvoření pdf souboru z html kódu obsahujícího naměřená data a grafy.

4.4 Použité knihovny

Program ke své činnosti využívá několik knihoven, které jsou standardně součástí většiny depozitářů linuxových distribucí. Knihovny jsou nezbytné pro správnou funkci programu.

4.4.1 Libusb 1.0

Knihovna umožňuje navázání komunikace se zařízením připojeným přes USB port v uživatelském režimu. Nevyužívá tedy systémové ovladače. Je dostupná ve verzi pro Linux i pro Windows. Domovská stránka projektu je na <http://libusb.info/> V repozitáři se nachází pod jménem `libusb-1.0`.

³grafický prvek pro zadání čísla pomocí myši

Pro úspěšné zahájení komunikace po sběrnici USB je nutné vlastnit příslušná přístupová práva k hardwaru. Ty lze nastavit v `/etc/udev/rules.d`. Zde stačí vytvořit textový soubor a do něj vložit následující řádku. Místo čísla 0079, které patří podložce používané pro testování aplikace je nutné napsat Vendor ID připojeného zařízení.

```
SUBSYSTEM=="usb", ATTRS {idVendor }=="0079", MODE="0666"
```

Při zahájení testu se musí USB nejprve inicializovat, aby bylo možné číst data, to se provádí následující sérií příkazů.

```
r = libusb_init(NULL)
r = find_lvr_hidusb()
libusb_detach_kernel_driver(devh, 0)
r = libusb_claim_interface(devh, 0)
```

Čtení se uskuteční pomocí této funkce. Získaná data jsou uložena v bitovém poli `answer`.

```
r = libusb_interrupt_transfer(devh, ENDPOINT_INT_IN, answer,
PACKET_INT_LEN, & transferred, TIMEOUT)
```

Po ukončení testu je nutné uzavřít spojení a to je provedeno následujícími příkazy.

```
libusb_release_interface(devh, 0)
libusb_close(devh)
libusb_exit(NULL)
```

4.4.2 SDL

SDL (Simple Directmedia Layer) je multimediální multiplatformní knihovna původně koncipovaná jako obecné nízkourovňové API ⁴ sloužící ke tvorbě her a různých multimediálních aplikací. Tvoří vrstvu mezi aplikací a operačním systémem, tím umožňuje přenositelnost zdrojového kódu. Napsána je jazyku C, ale je možné ji využít i v mnoha jiných jazycích mimo jiné

⁴aplikační programové rozhraní

i v C++. Knihovna obsahuje pouze základní funkce, rozšíření zajišťují doplňující knihovny. SDL má poměrně širokou uživatelskou základnu, proto je dobře zdokumentována, co se týče internetových zdrojů. Šířena je pod licencí LGPL. Vývoj zajišťuje firma Loki Entertainment Software a oficiální stránky se nalézají na www.libsdl.org.

Pomocí SDL lze vytvářet okna a to i ve fullscreen modu ⁵ a obsluhovat události. 2D grafika je realizovaná přímo pomocí knihovny a 3D grafika využívá OpenGL. Mimo jiné obsahuje funkce pro práci s audiem, CD-ROM, časovači a také podporuje více vláken.

V aplikaci jsou použity SDL, SDL_gfx, X11 (slouží ke zjištění rozlišení obrazovky).

Inicializace SDL knihovny probíhá následovně:

```
SDL_Init(SDL_INIT_VIDEO)
```

Přepnutí okna do celoobrazovkového režimu.

```
screen = SDL_SetVideoMode(horizontal, vertical, 32,  
SDL_FULLSCREEN)
```

4.4.3 QCustomPlot

QCustomPlot je knihovna napsaná v C++ sloužící k vizualizaci dat. Především umožňuje vykreslování základních typů 2D grafů, jako například spojnicový, statistický, sloupcový – ten je užit v této práci, XY bodový a mnoho dalších. Lze ji použít uvnitř aplikace jako widget nebo exportovat do rastrového či vektorového formátu. Pro použití se musí QCustomPlot přidat do projektu. Je totiž dodáván jako nezkompilovaný C++ soubor.

Domovské stránky je možné nalézt na <http://www.qcustomplot.com/>.

V rámci aplikace je použita knihovna na několika místech. Jeden graf je zobrazen po ukončení testu, další lze nalézt v detailu již naměřeného testu. Tentýž graf je obsažen v pdf, které je možné v aplikaci exportovat. Widget obsahuje funkci na převedení do `QPixmap`, který představuje rastrový obrázek. Ten je po jednoduché úpravě vložen do pdf.

⁵celoobrazovkový režim

4.4.4 QT

QT framework patří mezi nejpobulárnější knihovny pro vytváření grafického rozhraní. Primárně je určen pro programovací jazyk C++, nicméně je možné s ním pracovat i v jiných jazycích jako například v Pythonu, Javě, Perlu. Patří firmě Digia. Nabízí komunitní verzi, která je šířena pod licencí General Public Licence zároveň i v komerční verzi.

Nespornou výhodou této knihovny je její multiplatformnost. Umožňuje vytvářet desktopové i mobilní aplikace pro různé operační systémy. Práci ulehčuje dobrá podpora, zejména kvalitně zpracovaná dokumentace a diskuzní fóra. Vzhledem k rozšířenosti jsou všechny běžné problémy někde vyřešeny. Neméně důležitou funkcí, která zjednodušuje použití QT je vlastní správa paměti, díky níž není nutno alokovat paměť ručně. Framework QT se sám o její režii postará. Stránky projektu jsou na <http://www.qt.io/>.

Grafický návrh programu je vytvořen v QT designer, který je součástí vývojového prostředí QT Creator. Nabízí komfortní nástroje pro základní rozvržení všech oken a dialogů. Zůstává však možnost navrhnout a vytvořit si okna pomocí kódu nebo obě metody používat najednou. K jednotlivým komponentám lze jednoduše přiřadit signály a sloty. Ty zajišťují obsluhu událostí.

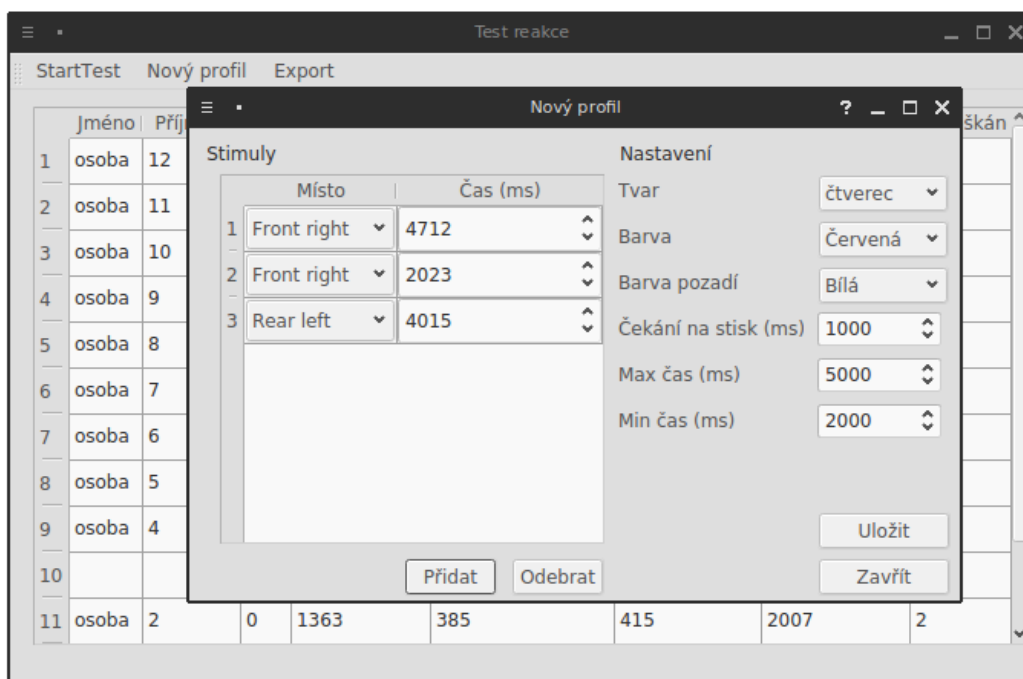
Pro správný chod programu jsou potřeba tedy následující QT5 knihovny: `1Qt5Widgets`, `1Qt5Gui`, `1Qt5Sql`, `1Qt5Core`.

GUI

Na obrázku 4.1 je ukázka rozvržení grafického rozhraní stejně jako obrázek 4.2.

4.5 Ukládání naměřených dat

Ke shromažďování dat je potřeba zvolit vhodné úložiště. Nejlepší řešení by bylo takové, které by naměřená data ukládalo v jednom souboru. Tak by bylo možné s daty libovolně manipulovat a jednoduše je přenášet. Také je nutné zvolit vhodnou strukturu ukládání, aby bylo umožněno rychlé vyhle-

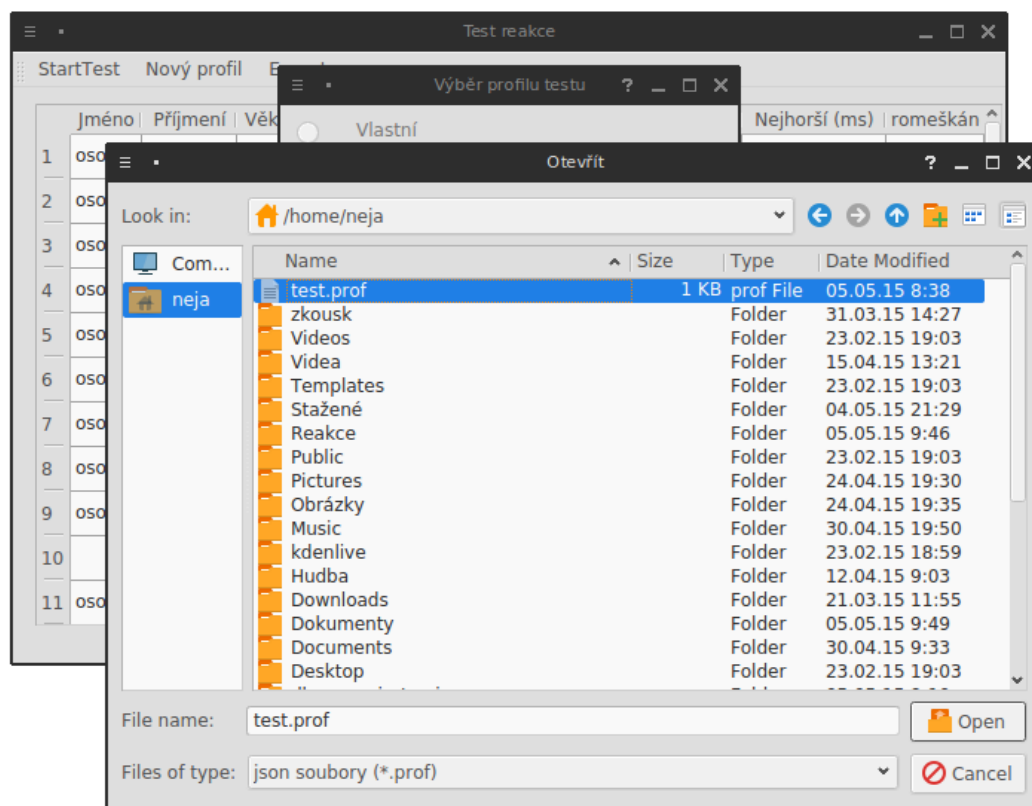


Obrázek 4.1: Snímek aplikace.

dávání. Nejlepším řešením se jeví použití databáze, která umožňuje jednoduchou správu i velkého objemu informací, má vlastní rozhraní, které zjednodušuje zápis a čtení dat. Rovněž je optimalizována pro rychlejší přístup k uloženým měřením.

Výše zmíněné vlastnosti splňuje databáze SQLite, která není jako většina databází založena na principu klient – server, ale je pouhou knihovnou, jež lze obsluhovat pomocí jednoduchého rozhraní. Je multiplatformní. Jednotlivé databáze se ukládají do souborů, se kterými lze manipulovat jako s jakýmikoliv jinými soubory. Díky optimalizovaným algoritmům je přístup k informacím rychlejší než při použití textového souboru. Data se ukládají pomocí primárního klíče do stejně velkých bloků a používá hashování pro rychlé vyhledávání podle klíče.

Jedná se o odlehčenou verzi databáze, což s sebou přináší i různá omezení. Nedisponuje všemi příkazy, které podporují jiné databáze. Funguje pouze jako proces a spouští se jen při přístupu k datům. Malý problém nastává při použití příkazu `INSERT`, kdy databáze neustále přistupuje k souboru a při tom minimálně využívá cache. To může aplikaci zpomalit. Vzhledem k malému objemu ukládaných dat z měření se tento efekt výrazněji nepro-



Obrázek 4.2: Snímek aplikace – výběr profilu.

jevuje. SQLite je takzvaně "typeless", to znamená, že i do sloupce s čísly lze vložit například řetězec a nenastane žádný problém. Jediná výjimka je u sloupce deklarovaného jako `INTEGER PRIMARY KEY`. Stránky projektu jsou na <https://www.sqlite.org/>

Struktura databáze je znázorněna na era diagramu 4.3. Níže jsou popsány jednotlivé tabulky a jejich vnitřní uspořádání.

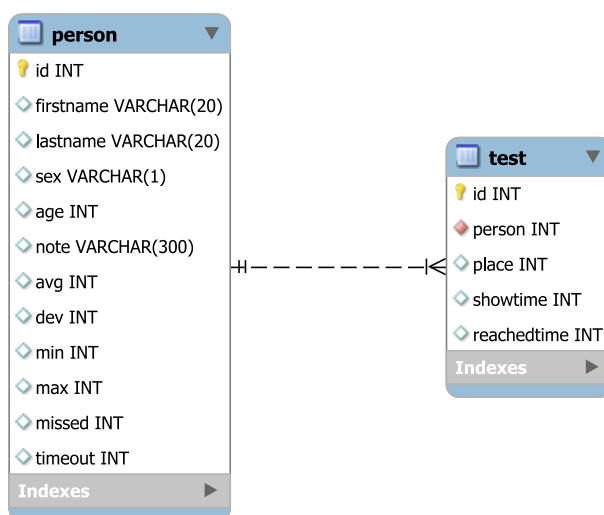
Tabulka Person

- `id` typu `INTEGER PRIMARY KEY`, primární klíč, je unikátní, nenulový, s vlastností `autoincrement`;
- `firstname` typu `VARCHAR(20)`, křestní jméno;
- `lastname` typu `VARCHAR(30)`, příjmení;

- sex typu VARCHAR(1), pohlaví;
- age typu INTEGER, věk;
- note typu VARCHAR(300), poznámka;
- timeout typu INTEGER, čas čekání na odezvu testované osoby.

Tabulka Test

- id typu INTEGER PRIMARY KEY, primární klíč, je unikátní, nenulový s vlastností autoinkrementace;
- personid typu INTEGER, klíč osoby z tabulky Person;
- place typu INTEGER, místo, kde se zobrazil podnět;
- showTime typu INTEGER, čas, za který se zobrazil podnět;
- reachedTime typu INTEGER, reakční doba uživatele.



Obrázek 4.3: Era diagram.

4.6 Správa profilů

Pro pohodlnější správu nastavení testu, zrychlení přípravy a možnosti testovat více osob na stejné prezentaci kvůli porovnání výsledků, je v aplikaci umožněno vytváření profilů. Jedná se o soubory, které se při zahájení testu jednoduše naimportují a aplikace podle jejich nastavení spustí prezentaci.

Při volbě vhodného souborového formátu jsou ve hře dvě varianty. Jednou je XML a druhou Json. Pro uchovávání profilových dat lze použít oba zmíněné formáty. Nejsou zde ukládána nijak objemná data, není potřeba serializace a dalších funkcí. Proto jsou oba formáty vyhovující. V aplikaci je nakonec použit formát Json, který je minimalistický, má úspornější a přehlednější zápis a výhodou je nativní podpora QT frameworkem, který jej umožňuje exportovat do textové i do binární podoby.

Příklad profilu pro měření souboru je na 4.1. V proměnné `color` je uložena barva geometrického obrazce pro stimulaci ve formátu RGB. Každá barva může nabývat hodnot od 0 do 255. Barvy pozadí jsou v proměnných `color_bg` a `color_bg2`. Pole `Stimuli` v sobě nese informaci o jednotlivých podnětech. První číslo představuje umístění stimulu na monitoru a druhé udává čas v milisekundách, za který se podnět zobrazí po předchozím. Geometrický tvar stimulu se nastavuje v `shape`. Pro 0 je tvar čtverec, pro 1 je kruh a při 2 se zobrazí trojúhelník. Čas v milisekundách, po který čeká program na reakci uživatele, obsahuje `timeout`.

Zdrojový kód 4.1: Profil.

```
{
  "color": [255, 51, 0],
  "color_bg": [255, 255, 255],
  "color_bg2": [240, 240, 240],
  "stimuli": [
    [5, 2209],
    [8, 3963],
    [2, 2851],
    [1, 1624],
    [3, 3482],
    [4, 1259]
  ],
  "shape": 0,
  "timeout": 1000
}
```

4.7 Export dat

Důležitou funkcí aplikace je možnost exportu výsledků testů. Ačkoliv aplikace uchovává měření v databázi a je možné si je kdykoliv prohlédnout, nastávají situace, kdy je potřeba data vytisknout či sdílet s dalšími osobami. V takovém případě lze využít převodu výsledků do pdf.

Pdf (Portable Document Format) je souborový formát vyvíjený firmou Adobe. Slouží k uchování dokumentů nezávisle na platformě. Struktura dokumentu je definována otevřeným standardem Jeho obsahem může být text, vektorová a rastrová grafika či html kód.

V programu je možný export dokumentu se všemi měřeními, kde jsou pouze základní údaje nebo konkrétního detailu, ve kterém jsou všechny podrobnosti daného měření.

4.8 Prezentace

Při spuštění testu se objeví na monitoru prezentace v celoobrazovkovém režimu, aby byla měřená osoba co nejméně rozptylována okolím. K vykreslení grafiky je použita SDL knihovna. Obrazovka je vizuálně rozdělena na třetiny horizontálně i vertikálně pro snazší orientaci. Podle vygenerovaného profilu se postupně zobrazují stimuly – základní geometrické obrazce jako např. čtverec, kruh, trojúhelník. Prezentaci je možné ukončit klávesou **Esc**. Tu je nutno podržet déle, neboť je její stisk kontrolován ve smyčce testu. Grafická podoba prezentace je na obrázku 4.4.

4.9 Taneční podložka

Taneční podložka je deska s tlačítky pro vyhodnocení rychlosti reakce, která se standardně používá jako ovládací prvek ke hře Stepmania. Ilustrační fotografie je na obrázku 4.5. Komunikace s ní probíhá přes USB rozhraní. Aby bylo možné z ní číst data, je nutné znát její Vendor ID a Product ID. Těmito čísly je jednoznačně identifikovatelná. Dají se zjistit pomocí jednoduchého příkazu na vypsání všech zařízení připojených na USB – `lsusb`, popřípadě pro detailní informace `lsusb -v -d vendorID:productID`



Obrázek 4.4: Prezentace

Desky obvykle mívají 10 tlačítek, tedy 8 směrových a 2 sloužící k pohybu v menu.

Program dostává v krátkém časovém intervalu bitové pole (tabulka 4.1), kde lze přečíst, které tlačítko bylo stisknuté ze změny příslušného bitu.

4.10 Průběh měření

Po zobrazení podnětu se čeká na stisknutí příslušného tlačítka. Pokud uživatel stiskne jiné tlačítko, je jeho aktivace ignorována. Pokud správně nezareaguje do příslušného času, stimul zmizí a program přestane očekávat reakci měřené osoby tomto místě. Aplikace nyní čeká dobu, která je určena profilem testu. Po jejím uplynutí je zobrazen další stimul. Celý proces se opakuje, dokud nejsou zobrazeny všechny části testu určené profilem. Po ukončení se objeví formulář s informacemi o měřené osobě a jsou zobrazeny výsledky měření. Průběh testu je znázorněn na diagramu 4.6.

Tlačítko	Přijatá značka
vlevo dole	00000001
vpravo dole	00000010
vlevo nahoře	00000100
vpravo nahoře	00001000
select	00010000
start	00100000
vlevo	00011111
dole	00101111
nahoře	01001111
vpravo	10001111

Tabulka 4.1: Přijímaná data.



Obrázek 4.5: Taneční podložka.

Chyby měření

V měření se vyskytují chyby, protože aplikace je napsána pro počítač, který nepracuje v reálném čase. Vždy dochází k prodlevě, kterou ovlivňuje

několik faktorů. Nejvíce zkresluje výsledek způsob odesílání dat z taneční podložky, která posílá data o stavu tlačítek v intervalu 30 ms. Je připojena přes USB, dochází při zpracování k určité prodlevě. Zpoždění vykazuje i aplikace. Kód, který se musí vykonat při měření, trvá několik milisekund v závislosti na hardwaru počítače, operačním systému a spuštěných procesech.

Zpřesnění by se dalo dosáhnout použitím přímého spojení tlačítek s PC přes IO piny, kterými disponuje například Raspberry PI. Při používání programu však chyba v měření není kritická. S podobnou latencí trpí i komerční produkty jako Fitroagility. Reakční doba člověka se pohybuje v řádu stovek milisekund a navíc při porovnávání výsledků naměřených na stejném počítači a stejné podložce je chyba zanedbatelná.

4.11 Výstup aplikace

Aplikace zobrazuje výsledky na konci testu. Je možné si tedy prohlédnout celý jeho průběh v tabulce, kde jsou zobrazena místa stimulu. Dále jsou v tabulce časy, za které se zobrazily podněty na monitoru a rychlost reakce. Vedle je vypočítána její průměrná hodnota, směrodatná odchylka, nejlepší čas, nejhorší čas a počet zmeškaných stimulů. Časy sešlápnutí jsou taktéž vyneseny do sloupcového grafu na vedlejší záložce, ve kterém lze jednoduše posoudit úspěšnost měřené osoby.

Aritmetický průměr viz vzorec 4.1 – započítává všechny časy bez ohledu na to, zda bylo tlačítko správně sešlápnuto či došlo k vypršení časového limitu.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (4.1)$$

Pro správnou interpretaci výsledků je také důležitá směrodatná odchylka se vzorcem 4.2.

$$\sigma = \sqrt{\left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2\right) - \bar{x}^2} \quad (4.2)$$

4.12 Kompilace projektu

Kompilace je provedena v prostředí QT Creatoru. Umožňuje dvě varianty. Verze "Ladění" je vhodná pro vývoj aplikace. tomto módu je k dispozici několik nástrojů pro lepší odhalování chyb. Verze "Vydání" se používá pro šíření konečného produktu, kde nejsou vypisovány chybové hlášky do konzole.

Při každé změně projektového souboru s příponou `.pro` je před kompilací vygenerován nový `Makefile`. Stane se tak při jeho ruční úpravě nebo přidání nových souborů do projektu. Do projektového souboru jsou přidány `printsupport`, `sql`, `webkitwidgets`.

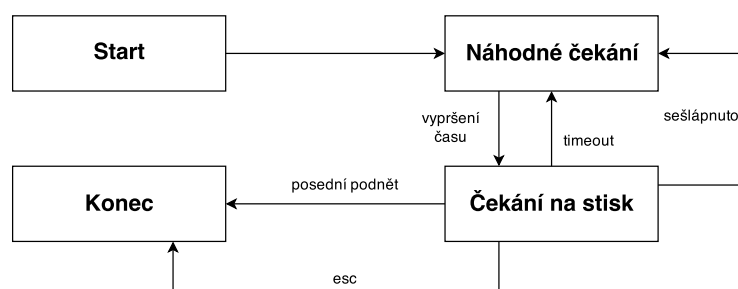
4.13 Systémové požadavky

- Paměť: 512 MB RAM;
- OS: Linux;
- Knihovny: `lusb-1.0`, `SDL`, `SDL_gfx`, `X11`, `Qt5Widgets`, `Qt5Gui`, `Qt5Sql`, `Qt5Core`;
- Porty: USB;
- Periferie: Klávesnice, myš, taneční podložka.

4.14 Přenositelnost

Aplikaci je možné zkompileovat na každém linuxovém stroji, který splňuje systémové požadavky. Je však nutné nastavit příslušná přístupová práva k připojenému hardwarovému zařízení, jinak není možné číst přijatá data z podložky.

Pokud je program nainstalován na notebooku, tvoří spolu s podložkou lehce přenosné zařízení, které je možné využít i pro měření v terénu.



Obrázek 4.6: Průběh testu

5 Měření

Náplní kapitoly "Měření" je popis testování aplikace. Měření bylo provedeno na dvou věkových skupinách. Jedna byla v rozmezí od 7 do 12 let a druhá 18 až 23 let. Náplní testování bylo jednak ověření funkčnosti aplikace, vhodnosti použití taneční podložky a v neposlední řadě průzkum, jak se zhruba liší reakční doba mezi těmito dvěma věkovými skupinami. Výsledky jsou viditelné níže v tabulkách 5.1 a 5.2.

5.1 Profil testu

Profil testu, který je použit pro měření obsahuje 16 prvků ¹. Pro dobrý kontrast je zvoleno bílé pozadí a červený kruh jako podnět. Takto zvolené barvy jsou dostatečně kontrastní a jsou dobře vidět na všech odzkoušených monitorech. Profilový soubor je přiložen na CD. Jednotný profil pro všechny účastníky testu je nezbytný pro konečné porovnání dosažených výsledků. Jeho nastavení:

- 16 podnětů
- červený kruh
- bílé pozadí
- čekání na odezvu 2000 ms
- náhodné intervaly v rozmezí 1000 až 5000 ms

5.2 Podmínky měření

K měření je potřeba USB taneční podložka, počítač, dostatečně velký monitor, pokud možno pro všechny testy stejný. Velikost geometrických útvarů na obrazovce má vliv na rychlost reakce. Také je dobré najít klidné místo, aby nebyla měřená osoba rozptylována okolními ruchy. Dalším parametrem

¹Podložka obsahuje 8 tlačítek a každé je v testu zahrnuto 2x.

je míra osvětlení, která se také projevuje na výsledku. Osoby jsou měřeny pokud možno v klidu, aby se neprojevovaly chyby způsobené psychikou.

HW konfigurace

Pro měření je použit notebook s následující konfigurací:

- monitor: LCD 14.0" WXGA HD;
- procesor: Intel(R) Core(TM) i3-2330M 2.20GHz;
- operační paměť: 3,78 GiB;
- příslušenství: taneční podložka X-treme dance pad;
- OS: Linux 3.19.3-3-ARCH;
- grafické prostředí: KDE 4.14.6.

5.3 Výsledky měření

Z tabulek a grafů je patrné, že reakční doba se velmi liší člověk od člověka a stejně tak se vyvíjí s věkem. Děti dosahovaly delších časů. Při opakovaném testování se projevilo mírné zlepšení, a to již při druhém testu.

První tabulka zobrazuje reakční dobu u dětí. Každé z nich podstoupilo měření dvakrát.

5.4 Zhodnocení výsledků

U dětí nastávalo několik problémů. I přes to, že je měření bavilo, neudržely pozornost po celou délku testu. Někdy měly tendenci šlapat na tlačítka, na která šlapat neměly, to se nakonec projevilo i ve výsledku, kdy se občas objevilo u nějakého stimulu délka reakce například 3 ms, což je pouze náhoda způsobená předčasným sešlápnutím, nicméně to není chyba aplikace. Tomuto problém se lze vyvarovat pouze řádným školením měřené osoby. V rámci

Osoba	Aritmet. průměr	Směrodat. odchylka
osoba 1	1422 ms	397 ms
osoba 2	1363 ms	385 ms
osoba 3	1245 ms	361 ms
osoba 4	1392 ms	363 ms
osoba 5	1493 ms	407 ms
osoba 6	1106 ms	273 ms
osoba 7	956 ms	152 ms
osoba 8	1261 ms	340 ms
osoba 9	1262 ms	358 ms
osoba 10	1148 ms	476 ms
osoba 11	1432 ms	412 ms
osoba 12	1195 ms	338 ms

Tabulka 5.1: Naměřené hodnoty reakcí dětí ve věku 7 až 12 let.

měření jedné osoby se výsledky mnohdy rozcházejí. Rozdíl mezi nejlepším a nejhorším časem je v řádu stovek milisekund. Bohužel nelze zpřesnit měření tím, že se zvýší počet podnětů v testu, či že se zopakuje. S dalšími testy totiž ubývá soustředění, stejně jako v případě jednoho testu obsahujícího větší množství stimulů. Zbytečně by se tím ještě zvýšila chybovost.

Problémy také způsobuje tmavé pozadí prezentace díky špatnému podání černé barvy na některých monitorech, zvláště u přenosných počítačů. Nejlépe se osvědčilo světlé pozadí a tmavé geometrické obrazce. Další komplikací je, že je podložka relativně hladká a klouže. Proto by bylo lepší, pokud by mohla být pevně přidělána a bylo kolem ní místo, aby se předešlo úrazu. Navíc ne všechny podložky mají hapticky zvýrazněná tlačítka a bez vizuálního kontaktu může činit stisknout to správné. Tato skutečnost také prodlužuje výslednou reakční dobu.

Měření ověřilo funkčnost aplikace. Na jeho základě bylo také upraveno několik drobností, které zajistily příjemnější obsluhu a přesnější měření. Během testování nedošlo k žádnému pádu aplikace, všechny prvky reagovaly, jak měly.

Osoba	Aritmet. průměr	Směrodat. odchylka
osoba 1	600 ms	109 ms
osoba 2	625 ms	173 ms
osoba 3	869 ms	244 ms
osoba 4	985 ms	380 ms
osoba 5	703 ms	186 ms
osoba 6	880 ms	217 ms
osoba 7	860 ms	376 ms
osoba 8	614 ms	176 ms
osoba 9	821 ms	281 ms
osoba 10	849 ms	215 ms
osoba 11	711 ms	56 ms
osoba 12	778 ms	81 ms

Tabulka 5.2: Naměřené hodnoty reakcí osob ve věku 18 až 23 let.

6 Závěr

V rámci této práce je zpracována problematika týkající se reakční doby a jejího měření. V první části jsou shrnuty teoretické pojmy, popsána fyziologie člověka související s reakční rychlostí a základy antropomotoriky. Druhá část práce se zabývá implementací softwaru a řešením technických problémů.

Hlavní náplní projektu je naprogramování aplikace určené k měření reakční doby pro KTV, která je levnější alternativou ke komerčnímu produktu Fitroagility a jeho příslušenství. Program má jednoduché intuitivní grafické rozhraní, jež se skládá z několika oken. Umožňuje vytvoření profilu testu, do kterého si uživatel může uložit nastavení prezentace. Naměřená data se ukládají do SQLite databáze. Po každém měření se vygeneruje graf a zobrazí statistika proběhlého testu. Aplikace využívá cenově dostupnou USB taneční podložku původně určenou ke hře Stepmania.

Došlo ke splnění všech požadavků na aplikaci, které byly navrženy Katedrou tělesné výchovy a sportu. Proběhlo otestování funkčnosti programu, přičemž byly změřeny dvě věkové kategorie osob.

V průběhu práce jsem získal nové znalosti z oblasti testování reakční rychlosti a osvojil si práci v pro mě novém programovacím jazyku C++. Dále jsem si vyzkoušel několik různých technologií jako například komunikaci po sběrnici USB nebo tvorbu grafického rozhraní v knihovnách QT a SDL.

Literatura

Knižní zdroje

- [1] ŠIKL, Radovan. Zrakové vnímání. 1. vyd. Praha: Grada, 2012, 312 s. Psyché (Grada). ISBN 978-80-247-3029-5.
- [2] KRÁLÍČEK, Petr. Úvod do speciální neurofyzologie. 3., přeprac. a rozš. vyd. Praha: Galén, c2011, x, 235 s. ISBN 978-807-2626-182.
- [3] ČIHÁK, Radomír. Anatomie 3. 2., upr. a dopl. vyd. Praha: Grada, 2004, 673 s. ISBN 80-247-1132-X.
- [4] KOMEŠTÍK, Blahoslav. Antropomotorika. Vyd. 1. Hradec Králové: Gaudemus, 1993, 154 s. ISBN 80-704-1289-5.

Online zdroje

- [5] Počitek a vjem. Ontola.com [online]. 2015 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.ontola.com/cs/di/pocitek-a-vjem>
- [6] ZOUHAR, Jan. Čítí a vnímání: pro studenty. MujWeb [online]. [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: http://mujweb.cz/zouharj/psychologie/citi_vnimani.htm
- [7] Choice Reaction Time (CRT). Cambridgecognition.com [online]. 2015 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.cambridgecognition.com/tests/choice-reaction-time-crt>
- [8] Simple Reaction Time (SRT). Cambridgecognition.com [online]. 2015 [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.cambridgecognition.com/tests/simple-reaction-time-srt>

- [9] Smyslové orgány. Masarykova univerzita: Lékařská fakulta [online]. 2008-2015 [cit. 2015-04-24]. Dostupné z: http://www.med.muni.cz/histol/MedAtlas_2/HP_img6-19.htm
- [10] Optické soustavy. Gymnázium Ladislava Jaroše Holešov [online]. 2010-2015 [cit. 2015-04-30]. Dostupné z: http://www.gymhol.cz/projekt/fyzika/07_soustavy/07_soustavy.htm
- [11] STRAUS, DRSC., Prof. PhDr. Jiří. Prodloužení reakční doby v závislosti na hladině alkoholu. Praha, 2008, 20 s. [online] [cit. 2015-04-05]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/soubor/straus-reakcni-cas-clanek-pdf.aspx>
- [12] Oko (biofyzika). WikiSkripta [online]. 2008 [cit. 2015-04-30]. Dostupné z: [http://www.wikiskripta.eu/index.php/Oko_\(biofyzika\)](http://www.wikiskripta.eu/index.php/Oko_(biofyzika))
- [13] Míšní reflexy. WikiSkripta [online]. 2008 [cit. 2015-04-30]. Dostupné z: http://www.wikiskripta.eu/index.php/Míšní_reflexy
- [14] Druhy svalové kontrakce. Základy sportovní kineziologie [online]. 2010 [cit. 2015-04-20]. Dostupné z: http://is.muni.cz/do/1451/e-learning/kineziologie/elportal/pages/druhy_svalove_kontrakce.html
- [15] Funkční projevy NS - reflex, podnět. Psychologie [online]. 2009-2015 [cit. 2015-04-15]. Dostupné z: <http://www.psychoweb.cz/psychologie/projevy-ns---reflex-podnet--vyvojova-neurofyziologie/>
- [16] Hierarchické uspořádání motorických schopností (zdroj: Měkota, Novosad, 2005). Balanční cvičení na labilních plochách [online]. 2013 [cit. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/fspjs/js13/balcvic/web/pics/obr002.png>
- [17] Schéma zrakové dráhy s naznačením možných míst přerušování. WikiSkripta [online]. 2010 [cit. 2015-05-04]. Dostupné z: <http://www.wikiskripta.eu/images/thumb/9/9f/Zrakovadraha.png/381px-Zrakovadraha.png>

Přehled zkratek

KTV – Katedra tělesné a sportovní výchovy Fakulty pedagogické

API – aplikační programové rozhraní

QT – knihovna pro tvorbu grafického rozhraní

SDL – multimediální knihovna

GUI – grafické rozhraní

USB – port počítače

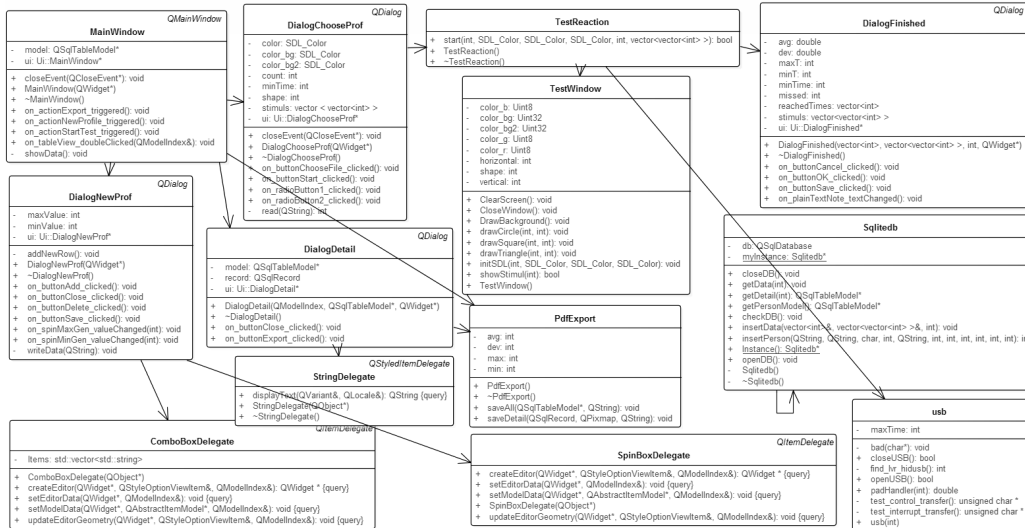
HW – hardware

PDF - formát dokumentu

RGB – barevný model pro míchání barev

LPT – paralelní port

A UML diagram

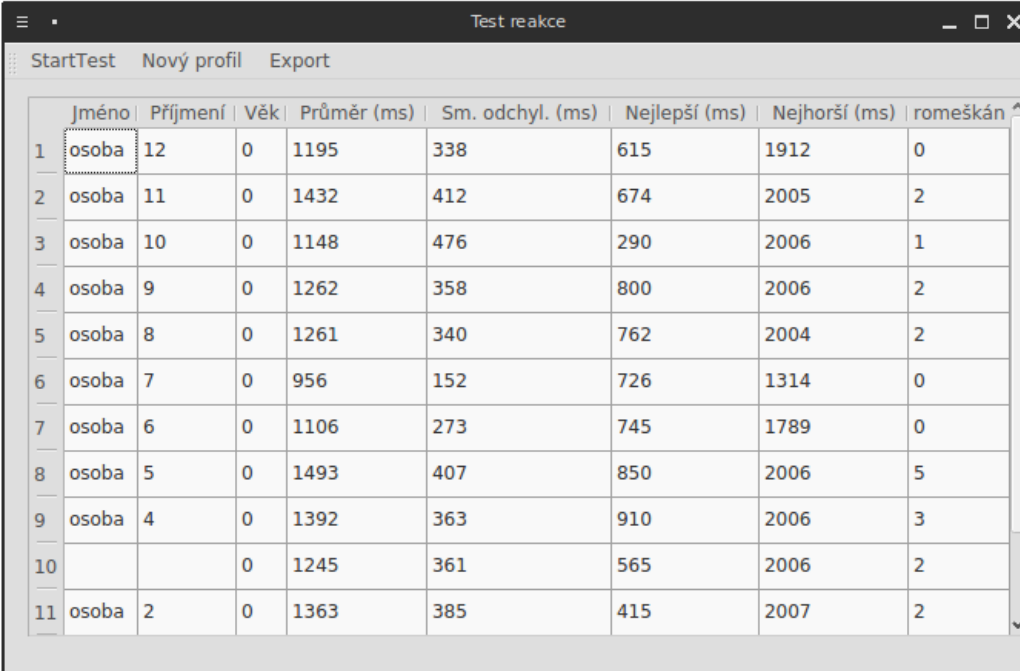


Obrázek A.1: UML diagram.

B Uživatelská dokumentace

Hlavní okno

Hlavní okno (obrázek B.1) obsahuje nástrojový panel se třemi tlačítky. **Start test** slouží ke spuštění testu. **Nový profil** otevře okno pro tvorbu profilů a **Export** vygeneruje pdf soubor s měřeními. Okno vyplňuje tabulka s výpisem databáze a zobrazuje již proběhlá měření. U každé položky je možné dvojitým kliknutím zobrazit detail.



The screenshot shows a window titled "Test reakce" with three buttons: "StartTest", "Nový profil", and "Export". Below the buttons is a table with the following data:

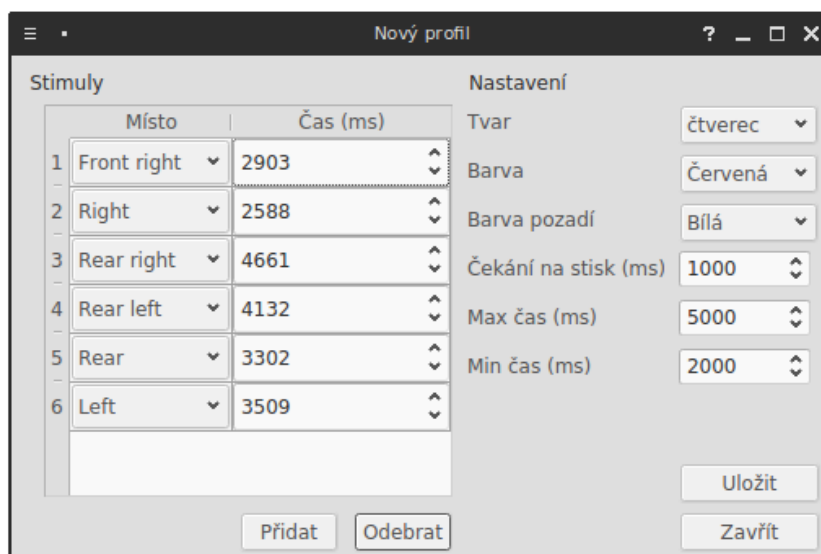
	Jméno	Příjmení	Věk	Průměr (ms)	Sm. odchyl. (ms)	Nejllepší (ms)	Nejhorší (ms)	romeškán
1	osoba	12	0	1195	338	615	1912	0
2	osoba	11	0	1432	412	674	2005	2
3	osoba	10	0	1148	476	290	2006	1
4	osoba	9	0	1262	358	800	2006	2
5	osoba	8	0	1261	340	762	2004	2
6	osoba	7	0	956	152	726	1314	0
7	osoba	6	0	1106	273	745	1789	0
8	osoba	5	0	1493	407	850	2006	5
9	osoba	4	0	1392	363	910	2006	3
10			0	1245	361	565	2006	2
11	osoba	2	0	1363	385	415	2007	2

Obrázek B.1: Hlavní okno.

Vytvoření profilu

Pro možnost použití stejného nastavení testu pro více osob je v aplikaci nástroj pro tvorbu profilů viz obrázek B.2. Navolí se tvar, barva podnětu, barva pozadí. V položce **Čekání na stisk** se nastavuje doba, kterou bude

program při testu čekat na odezvu uživatel, než zobrazí další stimul. **Max čas** a **Min čas** slouží pouze pro navolení mezních hodnot pro náhodné generování časů. Tlačítkem **přidat** se do profilu přidá stimul. Náhodně se generuje jak místo, tak čas. Tyto hodnoty lze ručně upravovat. Naopak tlačítkem **Odebrat** se podněty odebírají.



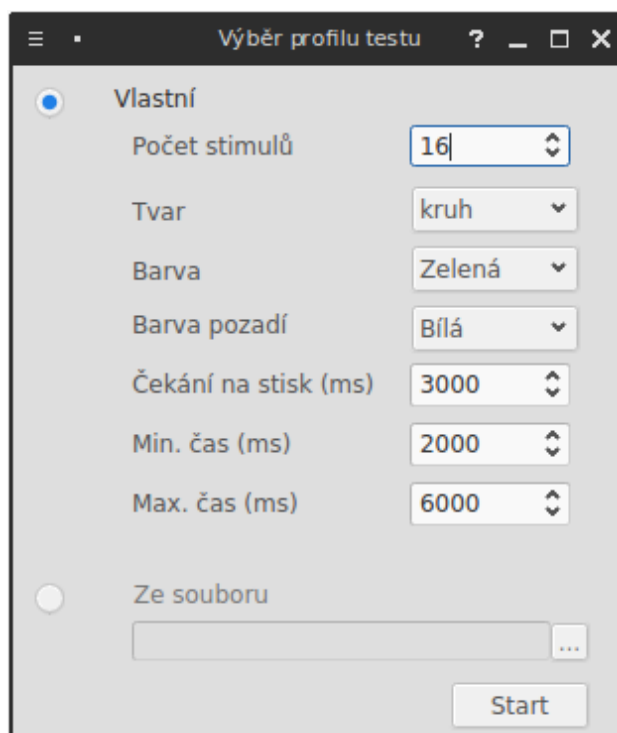
Obrázek B.2: Profil.

Spuštění testu

Po stisknutí tlačítka **Start test** v hlavním okně se objeví dialog pro nastavení testu, pro ilustraci na obrázku B.3. Konfiguraci lze načíst buď ze souboru, který jsme si vygenerovali v okně **Profil** nebo lze provést nastavení testu přímo v dialogu. Stisknutím tlačítka **Start** se spustí test.

Zobrazení výsledků

Po úspěšném dokončení testu je uživatel vyzván k zadání základních údajů viz obrázek B.4. Jedná se o jméno, příjmení, věk. Také je možné doplnit poznámku o měření. Data se uloží do databáze a zobrazí se okno s grafem viz obrázek B.5, tabulkou a základními statistickými údaji o testu (průměr,



Obrázek B.3: Spuštění testu.

směrodatná odchylka, nejlepší a nejhorší čas, počet minutí) na obrázku B.6.

Detail

V okně Detail (obrázek B.7), které lze zobrazit dvojitým kliknutím na kteroukoliv položku v tabulce hlavního okna jsou dostupné detailní informace o konkrétním testu. Tlačítkem **Export** se vygeneruje

Databáze

Při prvním spuštění programu se vygeneruje databáze s názvem `my.db.sqlite` do domovské složky. Databázi je možné zálohovat a pokud dojde k jejímu odstranění, vytvoří se nová.

Konec testu

Jméno Příjmení

Muž Žena

Věk

Poznámka

Obrázek B.4: Vyplnění údajů.

Konec testu

Statistika Graf

	Místo	Čas zobrazení	Čas reakce (ms)
1	Right	4277	614
2	Right	1163	698
3	Rear right	1782	748
4	Rear right	3597	2006
5	Rear left	4343	661
6	Rear left	2773	614
7	Rear	3653	702
8	Rear	1700	660

Aritmetický průměr:

Směrodatná odchylka:

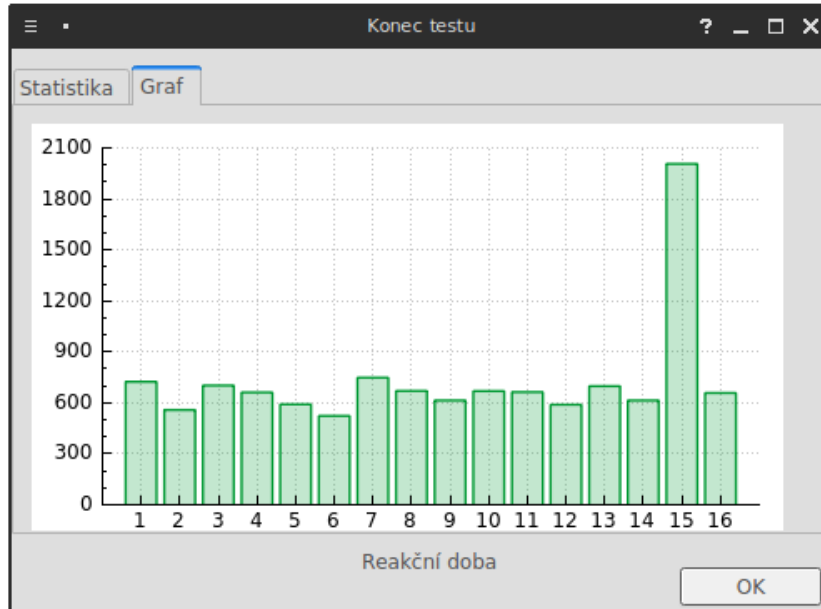
Nejlepší čas:

Nejhorší čas:

Promeškáno:

Reakční doba

Obrázek B.5: Výsledky – tabulka.



Obrázek B.6: Výsledky – graf.

The dialog window displays the following statistics for Karel Novák:

- Věk: 38
- Průměr: 730.5 ms
- Směrodat. odchylka: 334.537 ms
- Pohlaví: M
- Nejlepší: 2006 ms
- Nejhorší: 523 ms

The table below shows the detailed data for 10 trials:

	Místo	Čas zobrazení	Čas reakce
1	Front left	3897	658
2	Rear right	3597	2006
3	Rear left	2773	614
4	Right	1163	698
5	Front	2758	589
6	Front left	1454	663
7	Rear	1799	669
8	Right	4277	614
9	Front right	1877	670
10	Rear right	1782	748

Obrázek B.7: Detail.