

ABSTRAKT

V bakalářské práci byl v jazyce c++ s qt toolkitem vytvořen „Program pro měření reakční doby na zrakový a sluchový podnět“, na kterém byl otestován soubor pacientů a statisticky vyhodnocena jejich reakční doba na zrakové a sluchové podněty. Měření bylo provedeno na věkové skupině od 18. do 28. let, která nebyla nikterak tělesně ani duševně postižena.

KLÍČOVÁ SLOVA

Reakční doba – čas, za který stihla testovaná osoba provést daný úkol

Testování – ověření předpokladů

Neuron – základní jednotka nervové soustavy

Podnět – zvuk nebo obrazec, na který testovaná osoba reaguje

ABSTRACT

The work was written in C + + with qt toolkit: a "program for the measurement of reaction time to visual and auditory stimulus, which was tested on a group of patients and statistically evaluated the reaction time to visual and auditory stimuli. Measurements were performed on the age group from 18 to 28 years, which was not in any way physically or mentally handicapped.

KEYWORDS

Response time – period of time during which a tested person completed given assignment

Testing – verification of presumptions

Neuron – elementary unit of neural system

Stimulus - the sound or shape of the person tested responds

MACHATÝ, Jiří. Program pro měření reakční doby na zrakový a sluchový podnět. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Ústav biomedicíny, 2009. 17s., 0 s. příloh. bakalářská práce. Vedoucí práce: ing. Jiří Sekora.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Program pro měření reakční doby na zrakový a sluchový podnět jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené semestrální práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této semestrální práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne

.....

(podpis autora)

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval Ing. Jiřímu Sekorovi, vedoucímu mojí bakalářské práce, za připomínky a čas, který věnoval mé práci.

V Brně dne

.....

(podpis autora)

OBSAH

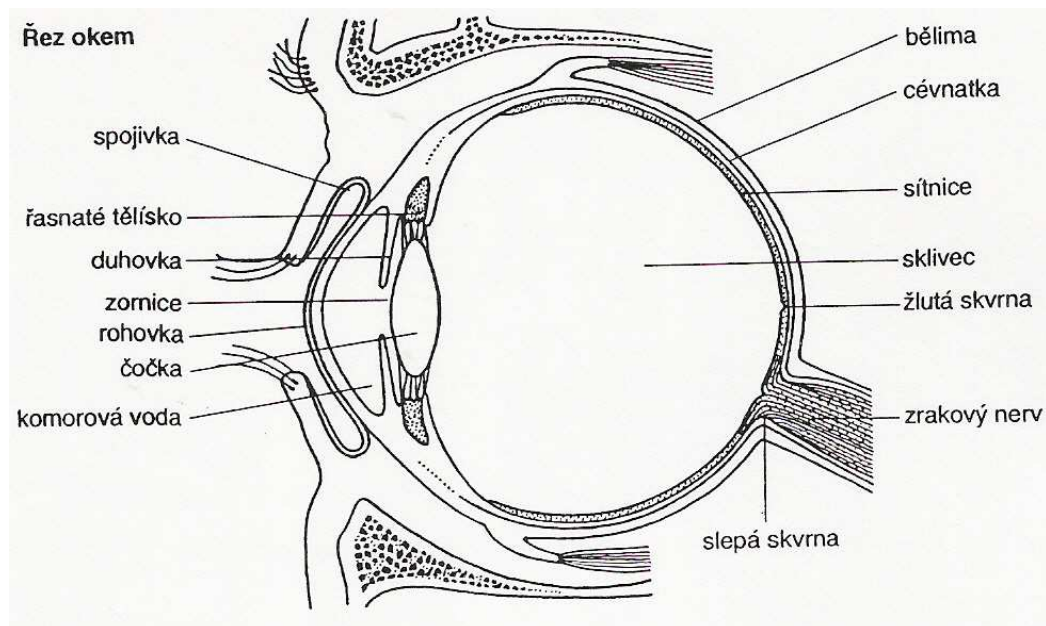
1	Úvod	5
2	Faktory ovlivňující reakční dobu	6
2.1	Zrakový aparát	6
2.2	Sluchový aparát.....	7
2.3	Centrální nervový systém	8
2.4	Stavba neuronu	9
2.5	Rozdělení neuronů	10
2.6	Synapse	10
2.7	Možná ovlivnění	11
3	Druhy testů	12
3.1	Reakce na zrakový a sluchový podnět – nácvik	12
3.2	Reakce na zrakový podnět umístěný v centru zorného pole.....	13
3.3	Reakce na sluchový podnět.....	13
3.4	Reakce na zrakový podnět umístěný v centru zorného pole během Go/NoGo úkolu	13
3.5	Reakce na zrakový podnět náhodně umístěný v zorném poli během Go/NoGo úkolu	14
4	Programová část	15
4.1	Koncepce programu	15
4.2	Úvodní okno programu	19
4.3	Menu programu.....	20
4.4	Vývojové diagramy úkolů	21
4.4.1	Popis diagramu 1	21
4.4.2	Popis diagramu 2	22
4.5	Vyhodnocení programu	24
4.6	Výstupní textový soubor	25
4.7	Vývojový diagram programu.....	27
5	Statistické vyhodnocení testů	28
5.1	Měření mužských reakcí	29
5.2	Měření ženských reakcí	30
5.3	Muži pod vlivem omamné látky	31
5.4	Souhrn měření	32
5.5	Další faktor ovlivňující výsledky měření.....	33
	Závěr	34
	Literatura	35

1 ÚVOD

Cílem bakalářské práce je sestavení funkčního programu pro měření reakční doby na zrakový a sluchový podnět, který by byl provozován na větším počtu počítačů s použitím základních periférií a zvukové karty. Tento program bude používán na Lékařské fakultě MU Brno, pro studijní účely. Tento program měří reakční doby respondentů na různé zrakové a zvukové podněty. Samotný program je sestavený v programu c++ s využitím qt toolkitu. Bude uplatněn pro velké skupiny respondentů, v řádu stovek testovaných respondentů, přehledný a co možná nejjednodušší na ovládání a zároveň stabilní. Studenti by si na něm měli sami otestovat rychlost svojí reakce na jednotlivé podněty. V důsledku by mohl pomoci při určování některých vad nebo onemocnění, jako je Alzheimerova choroba, nebo jiné choroby, které ovlivňují náš mozek, nebo nervovou komunikaci. Jedním z důležitých vlivů, který bude mít dopad na samotné měření je stres, bude-li testovaná osoba vystavena stresu, je zde předpoklad, že se reakční doba prodlouží. Prodloužení reakcí je očekáváno také u osob, které kouří. Naproti tomu se předpokládá, že duševně vyrovnaný člověk, který není vystavený stresu, bude mít kratší reakční dobu.

2 FAKTORY OVLIVNUJÍCÍ REAKČNÍ DOBU

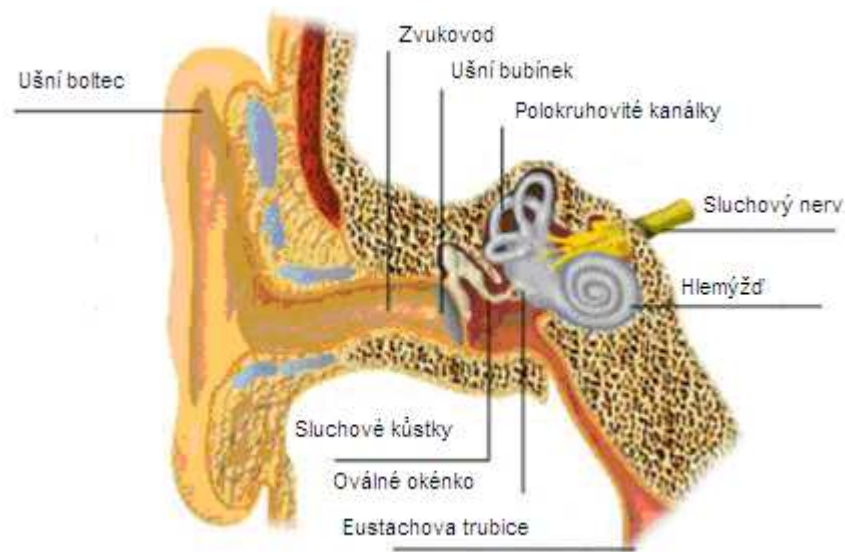
2.1 Zrakový aparát



Obr. 5-1: zrakový aparát, převzato [4]

Po průchodu světelného toku skrze rohovku, sítnici a čočku, podráždí světelný paprsek tyčinky. Tyčinky pokrývají sítnici a při podráždění dávají impulzy do zrakového nervu, který celou informaci předá dál, pomocí nervových spojů do části mozku, která je znázorněna na Obr. 5-1: jako část "vidění" tato část mozku se nazývá týlní lalok a je zodpovědná za zrakové vněmy a rozpoznávání

2.2 Sluchový aparát

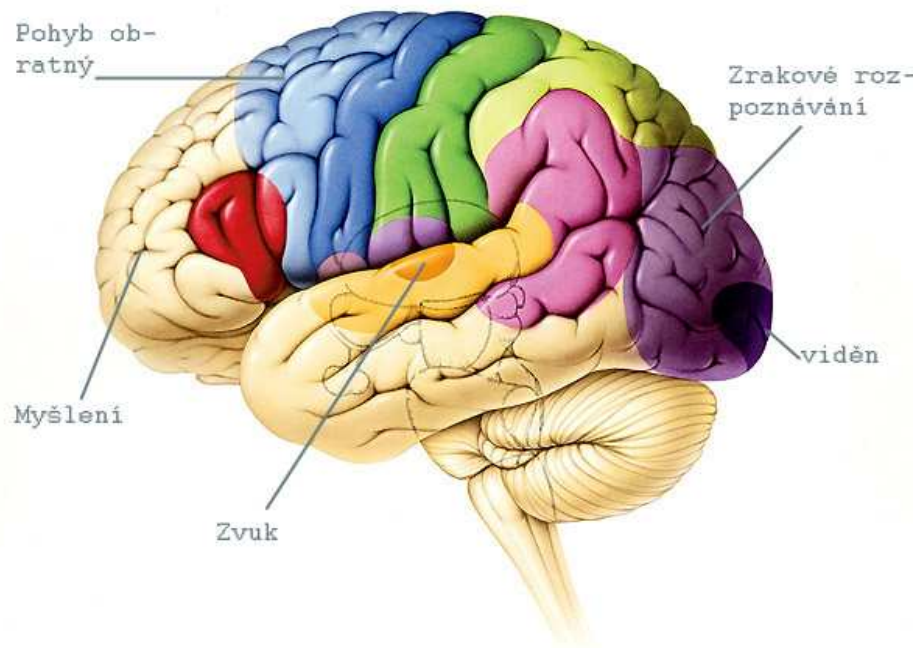


Obr. 5-2: sluchový aparát, převzato [5]

Na obrázku 5-2: je patrné, že v případě, kdy dojde k podráždění bubínku programem generovaným tonem. Uhodí kladívko do kovádlinky a dojde k podráždění sluchového nervu. Při jeho podráždění předá nerv signál do mozkové části, která je zobrazena pod názvem „sluchový aparát“ Viz obr. 5-3: mozek. Z důvodu, že je zde nutná mechanická reakce, proto je zde průměrná doba reakce jedna z nejdelších.

2.3 Centrální nervový systém

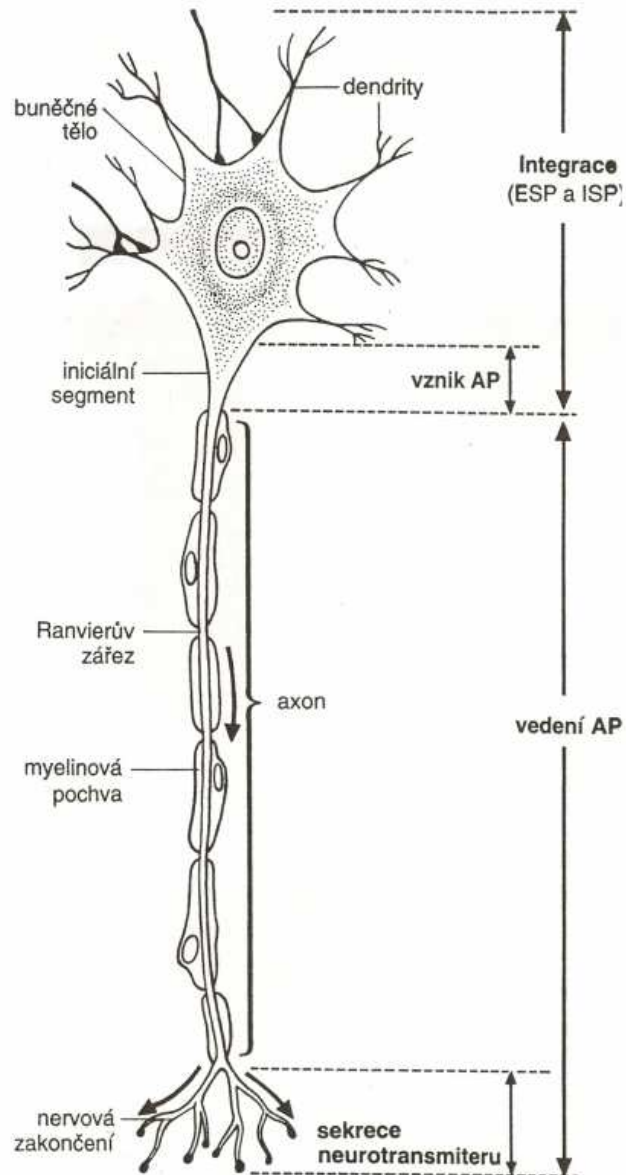
Mozek, jako hlavní nervová centrála reaguje na podráždění zrakového nervu, které zpracuje oblast mozku zvaná vidění na obr. 5-3: mozek, je-li v úkolu zahrnuta část nutná rozeznat zobrazený objekt, zapojí se do procesu část mozku “ Zrakové rozpoznávání “ spolu s myšlením. Poslední možností je zaznamenání zvukového podnětu, který zpracuje oblast mozku označena jako „ zvuk“. Všechny tyto centra zobrazená na obrázku, zpracuje a provede oblast mozku určená pro vykonávání obratných pohybů a výsledkem je smrštění svalů „lumbricales“ na prstu ruky.



Obr. 2-3: mozek, převzato [6]

Mozek je nejsložitějším orgánem našeho organismu. Jako součást centrální nervové soustavy řídí všechny ostatní orgány a pomocí míchy i naše pohyby a reakce. Při vykonávání nejrůznějších činností jsou aktivována rozdílná centra. Dokonce i denní doba má na náš mozek vliv. Ráno, okolo 9. hodiny, funguje nejlépe krátkodobá paměť. Je to tedy vhodná doba pro učení. Po poledni mozková činnost začíná klesat, po tomto útlumu opět roste schopnost řešení racionálních problémů a schopnost udržet pozornost. Po 18. hodině aktivita klesá a roste smyslové vnímání. Aktivita mozku klesá až do 3. hodiny ráno, kdy je nejvíce utlumena. Tyto skutečnosti by mohli mít určitý vliv na tato měření. Jelikož se předpokládá testování studentů, dá se předpokládat, že budou testování dopoledne a tedy v době největší aktivity mozku. Reakce by tedy měli být nejrychlejší a nejpresnější. O spojení mezi všemi těmito částmi mozku se starají neurony a jejich synapse, kdy dochází k řetězovým událostem, které ve výsledku reagují. V našem případě stiskem tlačítka.

2.4 Stavba neuronu



Obr. 5-5: neuron, převzato[7]

Neuron neboli nervová buňka je schopna přijímat, vést, zpracovat a odpovědět na signály. Jejich úkolem je přenos a zpracování informace z vnějšího i vnitřního prostředí a tím umožní organismu na ně reagovat.

2.5 Rozdělení neuronů

Neurony se dělí podle jejich použití na:

Unipolární neurony. Tento typ neuronu má pouze jeden výběžek a to axon, který je zobrazen na obrázku 5-5. Do této skupiny se řadí smyslové buňky, čichové buňky, tyčinky a čípky sítnice.

Bipolární neurony. Bipolární neurony mají jeden neurit a jeden dendrit. Tyto odstupují na opačných pólech buněčného těla. Například u druhého neuronu zrakové dráhy.

Pseudounipolární neurony. Pseudounipolární neurony jsou typické pro spinální ganglia a ganglia mozkových nervů. Gaglia tvoří centrum koordinace úmyslných a neúmyslných pohybů. Při jejich poškozeních dochází k různým poruchám. Tyto poruchy se dělí na dvě skupiny a to na Parkinsonovu nemoc a na Huntingtonovu nemoc.

Multipolární neurony. Posledním a nejvíce rozšířeným typem neuronů je Multipolární neuron. Tento neuron má hvězdicový tvar a zodpovídá za zbytek činnosti mozku.

2.6 Synapse

Synapse je spojení dvou neuronů, sloužící k předávání vzruchů. Neurony se v synapsích přímo nedotýkají, je mezi nimi asi 20nm mezera.

Jestliže přijde po nervovém vlákně určitého neuronu k nervovému zakončení signál, který lze označit jako signál elektrický, nepřejde na další neuron, ale přenesení se na další neuron v podobě signálu chemického. Z nervového zakončení se vyloučí chemická látka – tzv. neurotransmitter, která vytvoří synaptický potenciál na dalším neuronu.

2.7 Možná ovlivnění

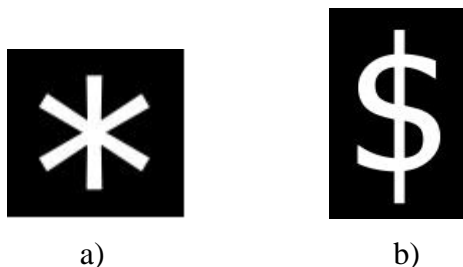
Jedním z faktorů, který ovlivňuje reakční dobu je věk, kdy se zkracuje od dětí do dvacátého roku života a poté opět pomalu roste, až do období mezi 50 až 60 lety. Po této době se začíná rychle prodlužovat. Dalším ovlivňujícím faktorem je míra aktivity. Je-li člověk příliš odpočatý, nebo naopak je nadměrně aktivní, třeba po fyzickém výkonu, měla by se jeho reakční doba prodlužovat. Mužské pohlaví by mělo mít kratší reakční dobu. Trénink reakční dobu zkracuje. Další prodloužení reakce, nastává při předchozí chybné reakci, pravděpodobně z důvodu větší opatrnosti a snaze správně reagovat. Stejně tak i při užívání léků, by se reakční doba mohla měnit. [9]

Jedním z dalších ovlivňujících faktorů by mohla být některá z nervových onemocnění, jako je roztroušená skleróza, která zpomaluje nervovou komunikaci, a tím by se zpomalila i reakce na jednotlivé podněty.

Dalším z možných ovlivňujících prvků bude jistě kouření, stres, alkohol a jiné omamné a psychotropní látky, které člověka obecně ovlivňují a zpomalují. Naměřené hodnoty se dále mohou lišit od reálných hodnot individuálním nedostatkem motivace testované osoby. V případě, že by byl jako motivace zaveden trest, například elektrickým výbojem, nenastalo by výrazné zlepšení z důvodu, že testovaná osoba by déle váhala nad přesnou odpovědí, ze strachu z potrestání.

3 DRUHY TESTŮ

Na skupině testovaných respondentů s rovnoměrným podílem mužského a ženského pohlaví nenastaly větší problémy se stabilitou programu, nebo problém s ovládním programu. Program byl otestován z hlediska funkčnosti i účelnosti. Každý ze zadaných úkolů bude na jednotlivci testován alespoň 26krát. Hlavním důvodem je, aby chyba měření byla co nejmenší a výsledky se daly prezentovat jako důvěryhodné a statisticky přesné. Na obrázku 2-1: a) je zobrazena hvězdička, která je použita u úkolu: Reakce na zrakový a sluchový podnět, reakce na zrakový podnět umístěný v centru zorného pole, reakce na sluchový podnět, reakce na zrakový podnět umístěný v centru zorného pole během Go/NoGo úkolu, reakce na zrakový podnět náhodně umístěný v zorném poli během Go/NoGo úkolu. Na obrázku 2-1: b) je zobrazen znak dolaru, který je prezentován u úkolů: reakce na zrakový podnět umístěný v centru zorného pole během Go/NoGo úkolu, reakce na zrakový podnět náhodně umístěný v zorném poli během Go/NoGo úkolu.



Obr. 2-1: Prezentovaná hvězdička a) zobrazovaná hvězdička b) zobrazovaný dolar

3.1 Reakce na zrakový a sluchový podnět – nácvik

Jako první program spustí test, kde se bude testovat 26 podnětů, 13 z nich bude na zrakový a dalších 13 na sluchový podnět. Tento úvodní test v sobě zahrnuje dva následující testy, a to v pořadí druhý „ Reakce na zrakový podnět umístěný v centru zorného pole “ a na následující „ Reakce na sluchový podnět. “. Slouží pro koncentraci testované osoby a také pro porovnání vzájemného ovlivnění jednotlivých podnětů. Doba prodlev mezi jednotlivými znaky je měnná a lze jí nastavit v `setting.txt` ve složce programu. Tato doba je předběžně nastavena na interval od 2 do 6 sekund. V `setting.txt` jsou hodnoty udávány v milisekundách.

3.2 Reakce na zrakový podnět umístěný v centru zorného pole

Druhým testem je testována reakční doba na zrakový podnět, který je prezentován v centru obrazovky. Test je realizován blikající hvězdičkou ve středu obrazovky, opět s možným variabilním nastavením prodlevy pro individuální podnět. Po prezentaci hvězdičky je úkolem testované osoby co nejrychleji stisknout enter a reagovat tak na podnět v co možná nejkratším čase. Reakce na tento podnět je nejrychlejší. Nejrychlejší reakci mají testované osoby především proto, že se jedná o zrakový podnět, kdy optické receptory a nerovová zpracování mají nejrychlejší reakce. Dalším důvodem je, že se testovaná osoba nemusí soustředit na nic jiného, pouze na střed obrazovky a podnět nemusí na obrazovce vyhledávat.

3.3 Reakce na sluchový podnět

Sluchový podnět bude realizován, za pomoci stále svítícího bodu (hvězdičky) uprostřed obrazovky, na který by se měla testovaná osoba dívat, aby nedocházelo k zbytečným prodlevám díky nepozornosti očí. Do reproduktoru počítače je pouštěn zvuk o frekvenci 1 kHz. Opět náhodně s časováním od 2 s do 6 s. Reakce na sluchový podnět trvá delší dobu. Předpokládám, že je to způsobeno mechanickou ušní částí, která bude mít pomalejší reakci, než je reakce optického nervu. Především z důvodu nutnosti stahu ušního svalstva a ne jako v případě optické reakce závislost pouze na rychlosti neuronových spojů.

3.4 Reakce na zrakový podnět umístěný v centru zorného pole během Go/NoGo úkolu

Tento test bude složen z náhodně objevujících se podnětů hvězdičky a dolaru. Úkolem testované osoby je sledovat obrazovku a co možná nejrychleji stisknout tlačítko enter v případě, objeví-li se na obrazovce hvězdička. Reaguje-li osoba stiskem na dolar, je to bráno za chybu a špatná volba se připočte k celkovému počtu chyb konkrétního úkolu. V tomto případě je měřena reakční doba, která je ovlivněna nutností rozhodnutí a vyhodnotit správnost reakce delší, než v 3.1 (Reakce na zrakový podnět).

3.5 Reakce na zrakový podnět náhodně umístěný v zorném poli během Go/NoGo úkolu

Stejně jako v předchozím případě, je zde brán stisk klávesy `enter` po zobrazení hvězdičky jako správná odpověď a stisk na zobrazení dolaru jako chyba. Rozdílem oproti předchozímu testu je zde proměnná poloha zobrazované hvězdičky, popřípadě dolaru. V tomto případě testované osobě nestačí pouze sledovat střed monitoru, ale musí jej celý pozorovat a prozkoumávat. V případě chybného stisku se stejně jako v předchozím případě doba reakce nezapisuje do výstupního textového souboru ani do vykresleného grafu.

4 PROGRAMOVÁ ČÁST

4.1 Koncepce programu

Program je koncipován tak, aby měl jednoduché používání a tím by měl být i uživatelsky příjemný. Zadavatel testu si na začátku bude moct zadat počet podnětů na konkrétní stimuly, a tím otestovat, pro něho nejzajímavější části. Výsledky těchto měření se mu po dokončení buď všech anebo jednotlivého testu uloží do textového souboru, ze kterého si hodnoty posléze může načíst a vyhodnotit. Testovaná osoba bude ihned informována o rychlostech svých reakcí. Z toho plyne maximální jednoduchost pro testovanou osobu, kdy nemusí pro každý test nastavovat parametry, které mu předtím testující nastaví v `setting.txt` a to vhodně pro své účely. Po spuštění souboru `meric.exe` se zobrazí okno, kde uživatel vyplní osobní údaje: Jméno, věk a pohlaví. Tyto informace se uloží do textového souboru, pro který si uživatel sám může navolit místo uložení. Posléze se otevře okno programu. Na vyžádání z důvodu přehlednosti se otevře přes celou obrazovku. Zbylé místo se poté využije k vykreslování grafů po dokončení jednotlivých úkolů. Program byl zpracován dvoujazyčně. V českém a anglickém jazyce pro zahraniční studenty. Parametry samotného měření je možné nastavit v textovém dokumentu `settings`, ve složce programu. Úvodní okno programu je v celoobrazovkovém módu z důvodu, aby se uživatel soustředil na samotný program a nevěnoval pozornost jiným rušivým prvkům na ploše (pozadí, ikony, atd.) Jediným negativním ohlasem testovaných studentů, bylo příliš dlouhé měření, kdy 26. testovaných podnětů v 5. testech bylo příliš zdlouhavé měření, ovšem pro minimální zatížení výsledků statistickou chybou nebytné. Délka měření by se dala zkrátit, vybráním jen konkrétních úkolů.

Níže je uvedeno nastavení parametrů v souboru settings

```
[implicit]
ist_max=6000
ist_min=2000
repetition_count=26
first_stimul_rate=13
second_stimul_rate=13
presentation_period=200
```

```
[eye_ear]
ist_max=6000
ist_min=2000
repetition_count=26
first_stimul_rate=13
second_stimul_rate=13
```

```
[eye]
ist_max=6000
ist_min=2000
repetition_count=26
```

```
[ear]
ist_max=6000
ist_min=2000
repetition_count=26
```

```
[recognition]
ist_max=6000
ist_min=2000
first_stimul_rate=13
second_stimul_rate=13
repetition_count=26
```

```
[recognition2]
ist_max=6000
ist_min=2000
repetition_count=26
```



```
first_stimul_rate=13
second_stimul_rate=13

[user]
new_user=1
```

tab. 4-1: Nastavení parametrů

V tomto dokumentu si obsluha může nastavit:

1) Toto nastavení je pro všechny testy a jeho hodnoty se načítají v případě, že nejsou u jednotlivého úkolu nalezeny.

Ist Max= 4000; Max. doba náhodného čekání v sekundách.

Ist Min= 6000; Min. doba náhodného čekání v sekundách.

Repetition count; Počet opakování

FirstStimulRate = 1; Nastavení poměru prvního podnětu ku druhému.

SecondStimulRate = 1; Nastavní poměru druhého popdnětu k prvnímu.

Presentation_period=200; Tato hodnota udává v milisekundách dobu prezentace podnětu (zrakového i zvukového)

2) Toto nastavení je pro jednotlivé testy.

S jedním podnětem:

Ist Max= 4000; Max. doba náhodného čekání v sekundách.

Ist Min= 6000; Min. doba náhodného čekání v sekundách.

Repetition count; Počet opakování

Presentation_period=200; Tato hodnota udává v milisekundách dobu prezentace podnětu (zrakového i zvukového)

Se dvěma podněty:

Ist Max= 4000; Max. doba náhodného čekání v sekundách.

Ist Min= 6000; Min. doba náhodného čekání v sekundách.

Repetition count; Počet opakování

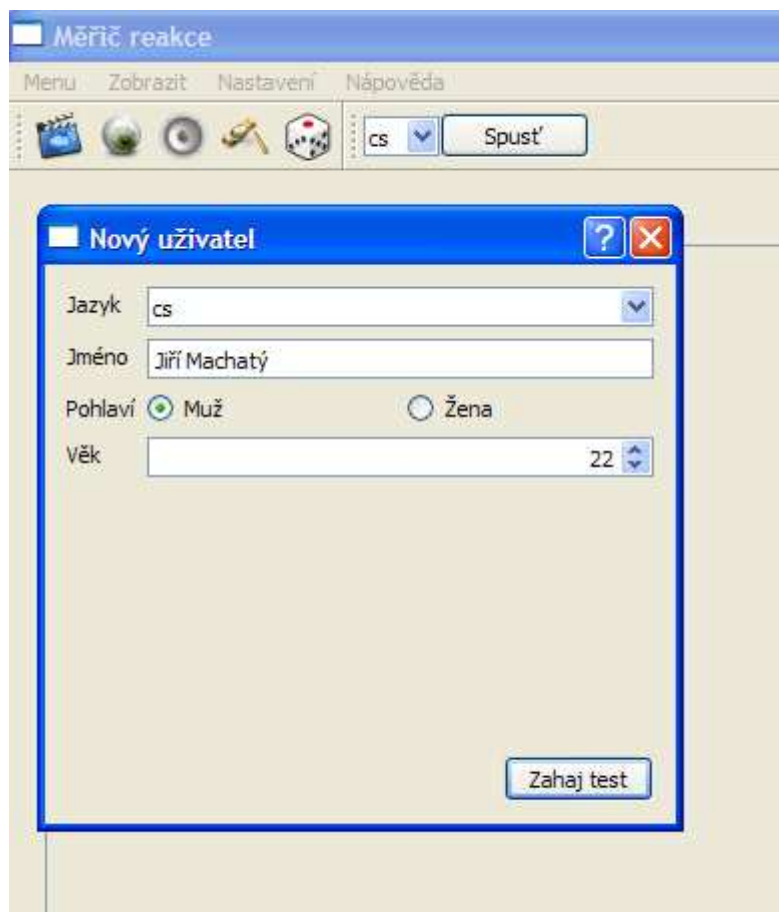
FirstStimulRate = 1; Nastavení poměru prvního podnětu ku druhému.

SecondStimulRate = 1; Nastaví poměru druhého podnětu k prvnímu.

Presentation_period=200; Tato hodnota udává v milisekundách dobu prezentace podnětu (zrakového i zvukového)

Poslední volbou `new_user=1` si obsluha může zvolit, zdali se má po dokončení testu zobrazit úvodní okno programu, které požaduje údaje další testované osoby, nebo nechat vykreslené grafy a další kroky na uživateli. Nejsou-li u jednotlivých testů napsány požadované počty měření, program vybere hodnoty v hlavičce programu. V případě, že ani zde nejsou hodnoty vypsány načte program hodnoty, které má pevně zapsány ve zdrojovém kódu a dobu náhodného čekání 4 až 6 milisekund, 26 podnětů s poměrem prezentace 1/1 a dobu prezentace 200 milisekund.

4.2 Úvodní okno programu

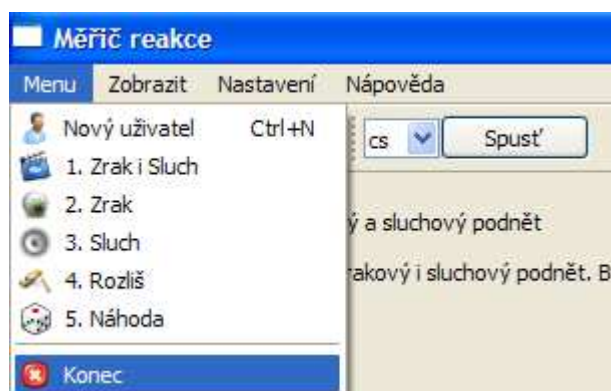


Obr. 4-2: Úvodní okno

Okno (Obr 4-2) programu je pro lepší orientaci otevřeno přes celou obrazovku, v tzv. celoobrazovkovém módu. Testovaný respondent zde může zvolit jazyk programu český nebo anglický. Dále zde vyplní své jméno, pohlaví a věk. Tyto údaje budou uloženy do textového dokumentu. V samotném nastavení programu si lze zvolit, kam bude textový dokument ukládán a pod jakým názvem. V případě prvního spuštění se program zeptá ihned v úvodu, na cestu v systému, kam chce testovaná osoba textový soubor ukládat.

Pokud nechceme spustit komplexní testování, ale pouze testování některého úkolu, můžeme tento úkol spustit v levém horním rohu stisknutím tlačítka Menu. Po jeho stisknutí se nám zobrazí nabídka výběru jednotlivých úloh. V této nabídce si můžeme zvolit úlohu, která se po vybrání zpusť po stisku tlačítka zpusť. V základním nastavení je nastavena požadovaná posloupnost jednotlivých testů. Volbu různých testů lze provést také zvolením konkrétní ikony.

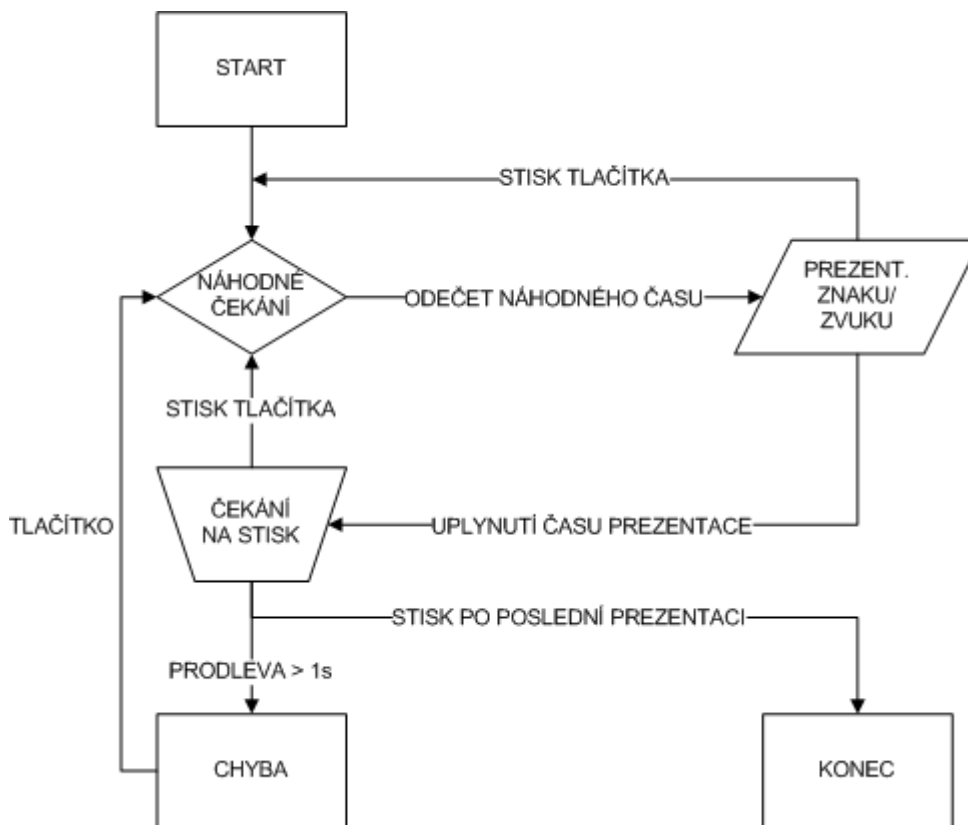
4.3 Menu programu



Obr. 4-3 Menu programu

Na obr. 4-3 je zobrazeno menu programu, kde má uživatel možnost vybrat konkrétní test, ukončit program anebo spustit další testování pro nového uživatele. Čísla označují pořadí jednotlivých testů tak v pořadí v kterém automaticky přichází.

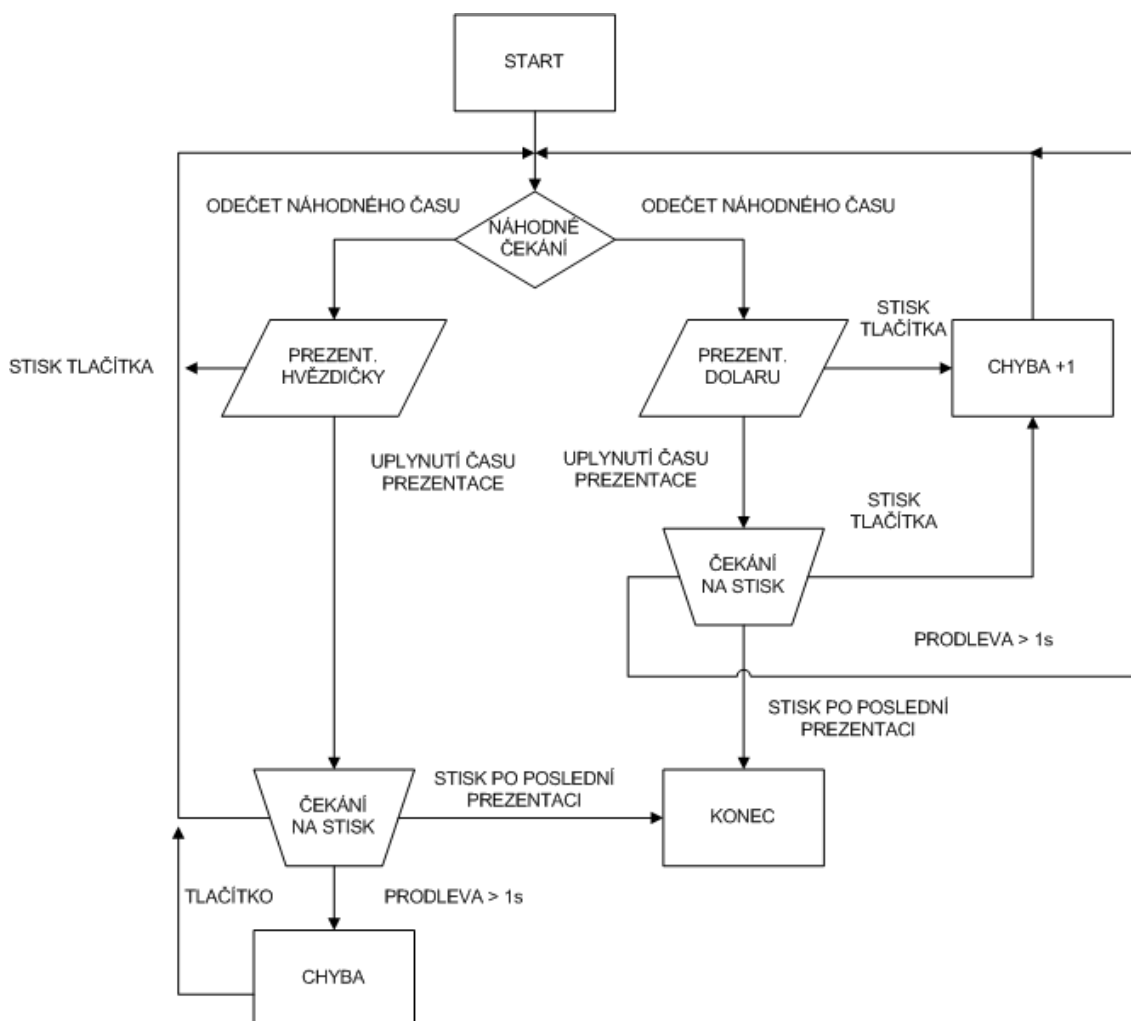
4.4 Vývojové diagramy úkolů



obr. 4-4: Vývojový diagram 1

4.4.1 Popis diagramu 1

Po zahájení samotného programu „START“ přejde program do fáze, kdy spouští jednotlivé úkoly v závislosti na zvoleném úkolu. Na obr 4-4: Vývojový diagram 1 je znázorněn průběh testu, který je použit u úkolů: reakce na zrakový a sluchový podnět, reakce na zrakový podnět umístěný v centru zorného pole, reakce na sluchový podnět. V části tohoto diagramu popsane jako „náhodné čekání“ se náhodně generuje časový interval, nastavený na (2 – 6) sekund, po jeho uplynutí se zobrazí v závislosti na úkolu, tón a nebo hvězdička „prezentace znaku/zvuku“. Prezence podnětu trvá 200 milisekund. Po jejím zobrazení program přejde do stavu „čekání na stisk“, kdy čeká na stisk tlačítka. Nestiskne-li uživatel tlačítko do jedné vteřiny od prezentace obrázku, zobrazí se chybové hlášení o promeškání stisku „chyba“ a je nabídnuta možnost ukončení nebo pokračování v programu. Reaguje-li testovaná osoba včas, stiskem v daném časovém intervalu, zaznamená se doba reakce a přejde se opět na generování nového znaku. V případě reakce na poslední podnět se program přesune do bodu „konec“, kdy dojde k vyhodnocení a zobrazení, popřípadě se přejde na další testovací úlohu.



obr. 4-5: Vývojový diagram 2

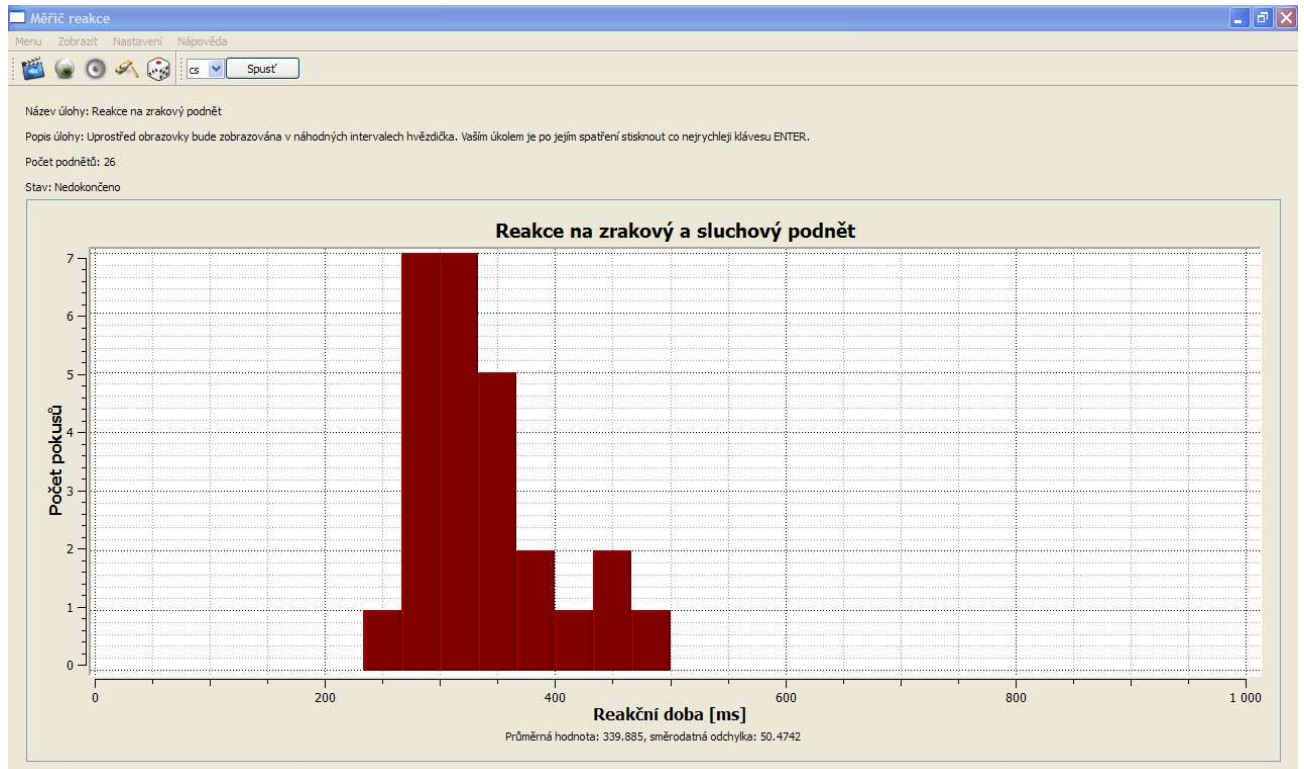
4.4.2 Popis diagramu 2

Po zahájení programu „START“ přejde program do fáze, kdy spouští jednotlivé úkoly v závislosti na zvoleném úkolu. Na obr 4-4: Vývojový diagram 2 je znázorněn průběh testu, který je použit u úkolů: reakce na zrakový podnět umístěný v centru zorného pole během Go/NoGo úkolu, reakce na zrakový podnět náhodně umístěný v zorném poli během Go/NoGo úkolu. Z náhodného čekání přejde program na náhodnou prezentaci hvězdičky nebo dolaru. Je-li prezentována hvězdička, čeká se na stisknutí klávesy. Dojde-li k stisku, program zaznamená dobu od prezentace symbolu po stisk klávesy a hodnotu zapíše. V případě, že testovaná osoba nestihne klávesu stisknout do jedné sekundy, vypíše se chybové hlášení a test se nebere v úvahu a program přechází opět do výchozí pozice. V případě, kdy je prezentován znak dolaru také se čeká na stisk klávesy, ovšem její stisk není časově zaznamenán, a bere se v potaz pro navýšení chyby o jeden špatný pokus. V případě, kdy testovaná osoba nereaguje stiskem klávesy do jedné sekundy, vyhodnotí program nečinnost,

jako správnou reakci a přechází k další prezentaci. Po prezentování poslední hvězdičky, nebo dolaru a stisku klávesy nebo uplynutí intervalu prodlevy, program přechází do bloku konec, kdy jsou hodnoty vyhodnoceny a uloženy do textového souboru.

4.5 Vyhodnocení programu

Po dokončení testování se v otevřeném okně programu, v celoobrazovkovém módu vykreslí jednotlivé grafy. V závislosti na počtu pokusů a reakční doby. Pro lepší přehlednost jsou tyto grafy umístěny pod sebou, viz Obr. 4.4. Tyto grafy mají především za úkol informovat testovanou osobu o jejích výsledcích. Zároveň se získané hodnoty uloží do textového dokumentu, z kterého bude k závěrečnému vyhodnocení vytvořen statistický závěr.



Obr. 4-5: Ukázka graf. vyhodnocení po testu

U vykreslených grafů viz Obr. 4-5: je znázorněna doba reakce v závislosti na počtu stisků v tom okamžiku. Pod samotným grafem je vypsána: Průměrná hodnota reakcí v daném testu a směrodatná odchylka. V horní části je vypsán název následujícího testu, jeho popis a počet podnětů, který bude prezentován, spolu s celkovým stavem testu, v tomto případě nedokončený z důvodu nedokončení všech testů.

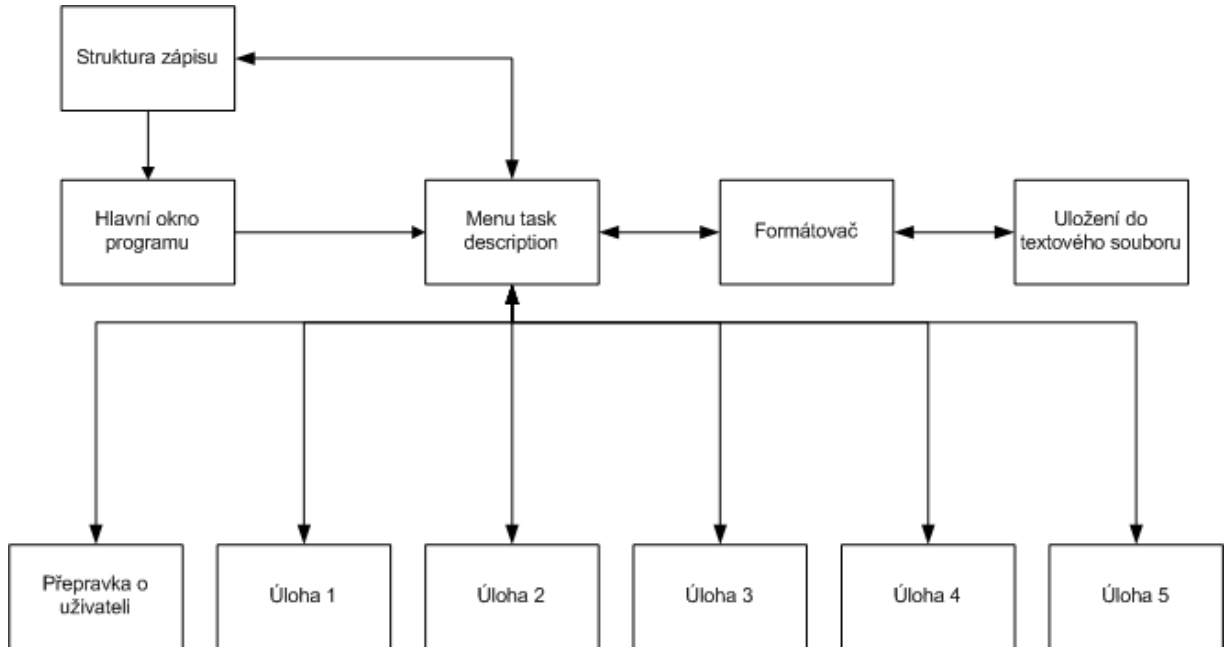
4.6 Výstupní textový soubor

```
xmacha18.txt - Poznámkový blok
Soubor: Úpravy Formát Zobrazení Nápověda
Jméno: Macahtý Jiří
Pohlaví: Muž
Věk: 22
Název úlohy: Reakce na zrakový a sluchový podnět
Pokus | Reakce [ms]
-----
1 | 594
2 | 562
3 | 313
4 | 281
5 | 344
6 | 390
7 | 375
8 | 344
9 | 281
10 | 282
11 | 281
12 | 328
13 | 407
14 | 375
15 | 391
16 | 422
17 | 281
18 | 282
19 | 485
20 | 250
21 | 375
22 | 359
23 | 297
24 | 375
25 | 421
26 | 359
-----
Průměrná hodnota: 363.615, směrodatná odchylka: 83.2808
Název úlohy: Reakce na zrakový podnět
Pokus | Reakce [ms]
-----
1 | 328
2 | 235
3 | 234
4 | 204
5 | 219
6 | 234
7 | 250
8 | 265
9 | 282
10 | 250
11 | 234
12 | 250
13 | 218
```

Obr. 4-6: Ukázka výpisu

Na obrázku 4-6: „Výpis naměřených hodnot“ je zobrazen výstupní textový soubor, do kterého jsou vypsány jednotlivé hodnoty na konkrétní testy i pořadí pokusu. Každé měření je odděleno svým názvem a ukončeno výpisem: Průměrné hodnoty a směrodatné odchylky. V hlavičce měření je zapsáno jméno testované osoby, věk a pohlaví a u konkrétních testů je vypsán název testu a popis navzájem oddělených sloupců pokus a reakce. Jednotlivé naměřené hodnoty jsou zapisovány v milisekundách. U úkolů reakce na náhodně umístěný podnět a pevně umístěný podnět s rozeznáváním je navíc zapisována hodnota počtu chybných reakcí.

4.7 Vývojový diagram programu



Obr. 4-7: Vývojový diagram programu

Popis vývojového diagramu programu:

Na obrázku 4-7: Vývojový diagram programu, je znázorněna práce programu.

Hlavní okno programu, posílá bloku menu task description pořadí úkolu pro testování.

Menu task description uchovává seznam naměřených úloh. Volá jednotlivé úkoly a po dokončení předává hodnoty formátovači, který je vepíše do výstupního textového souboru. Po dokončení úkolu informuje task description strukturu zápis o konci měření a ta vyvolává tabulku pro zadání údajů nového uživatele.

Úlohy jedna až pět dávají po koci testování informaci o konci testu a zároveň naměřené hodnoty konkrétního testu do menu task description

5 STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ TESTŮ

Ze skupiny otestovaných respondentů, jsme vyhodnotili, průměrné doby reakcí na jednotlivé testy a jejich průměrné odchylky. Dále jsou testované osoby rozděleny na skupiny podle pohlaví. V jednotlivých skupinách, nebylo možné podchytit, za-li konkrétní testovaná osoba byla ve stresu, nebo před testem požila tabákového výrobku, tato skutečnost by mohla negativně ovlivnit statistické výsledky, protože tyto negativní vlivy prodlužují reakční doby, naproti tomu lze předpokládat, že po požití kávy, či jiných stimulačních přípravků s obsahem kofeinu a taurinu se reakční doby zkracují. Předpokládám, že tyto hodnoty odchylek jsou minimální a navzájem se překrývající z důvodu nemožnosti vybrat tak velkou skupinu, která by nebyla nijak ovlivněna tuto možnou odchylku zanedbávám.

5.1 Měření mužských reakcí

Celkem bylo otestováno 71. mužů ve věkovém rozmezí 20 až 24 let. Každá testovaná osoba byla otestována dvaceti šesti podněty v každém úkolu.

	Průměrná reakční doba [ms]	Směrodatná odchylka měření [ms]	počet chyb na osobu
Měření reakční doby na zrakový a sluchový podnět	344	86	-
Měření reakční doby na zrakový podnět	265	42	-
Měření reakční doby na sluchový podnět	332	43	-
Měření reakční doby na náhodně podnět	434	91	3,54
Měření reakční doby na zrakový a sluchový podnět	457	93	3,94

tab. 5-1: Mužské reakční doby

Z předchozích hodnot je patrné, že průměrná reakční doba u úkolu, kdy je prezentován zrakový a sluchový podnět dohromady je reakční doba delší, než by byla průměrná reakční doba jednotlivých úkolu tj. (294 ms) oproti 344 ms. Tuto odchylku si lze vysvětlit nutností mozku soustředit se na dvě věci a to na zrakový a sluchový podnět místo jednoho podnětu, který testovaná osoba předpokládá. Další nárůst je možný v důsledku nedostatečného soustředění testované osoby na začátku měření. U čtvrtého testu je patrný velký nárůst reakční doby testovaných osob, kdy do úkolu byla přidána nutnost rozlišovat podnět na který je potřeba reagovat. Nárůst reakční doby je zde 169 ms, oproti reakci na zrakový podnět. Nárůst si lze vysvětlit nutností zapojení mozkové části „zrakové rozlišování“ viz Obr. 2-3. U tohoto testu je i velký nárůst směrodatné odchylky měření, což znamená, že se naměřené hodnoty odlišovaly více, než u předchozích měření.

U posledního testu je další nárůst a to o 23 ms oproti testu, kde se zobrazovaný podnět prezentoval na středu. Tuto skutečnost, si lze vysvětlit nutností neustálého prozkoumávání obrazovky testované osoby a prodlevu způsobenou pohybem oka.

5.2 Měření ženských reakcí

K vyhodnocení průměrných reakčních dob u žen bylo otestováno 54 žen, ve věku 20 až 24let. Každá z testovaných osob byla testována dvaceti šesti podněty v každém úkolu.

	Průměrná reakční doba [ms]	Směrodatná odchylka měření [ms]	počet chyb na osobu
Měření reakční doby na zrakový a sluchový podnět	370	80	-
Měření reakční doby na zrakový podnět	296	36	-
Měření reakční doby na sluchový podnět	372	49	-
Měření reakční doby na náhodně podnět	431	70	2,13
Měření reakční doby na zrakový a sluchový podnět	455	72	2,19

tab. 5-2: Ženské reakční doby

U skupiny testovaných žen, je patrný nárůst reakční doby u prvních třech úkolu, kdy na smíšené podněty se oproti mužskému pohlaví reakční doba zvýšila o 27 ms. U měření na zrakový podnět o 31 ms a pro reakce na zvukové podněty došlo k navýšení o 40 milisekund. U posledních dvou testů jsou hodnoty srovnatelné, ale u ženského pohlaví dochází, dle předpokladů ze semestrálního projektu k poklesu chybovosti na rozlišovací podněty. A to u rozlišování s prezentací uprostřed obrazovky o 1,41 chyby na podnět. U rozlišování s náhodnou pozicí prezentace o 1,75 chyby na podnět.

5.3 Muži pod vlivem omamné látky

Po dokončení testování, byl proveden test skupiny 5 osob mužského pohlaví. Tato skupiny byla pod vlivem lehkých drog.

	Průměrná reakční doba [ms]	Směrodatná odchylka měření [ms]	počet chyb na osobu
Měření reakční doby na zrakový a sluchový podnět	372	60	-
Měření reakční doby na zrakový podnět	307	56	-
Měření reakční doby na sluchový podnět	317	36	-
Měření reakční doby na náhodně podnět	554	146	3,42
Měření reakční doby na zrakový a sluchový podnět	552	151	3,85

tab. 5-3: Muži pod vlivem omamné látky

U této skupiny, která byla před měřením ovlivněna omamnou látkou, nastaly výrazné změny v reakčních dobách především u posledních dvou úkolů, kdy bylo potřeba používat mozkové centrum „rozlišování zrakových podnětů“. Nárůst reakční doby v těchto testech byl až o sto milisekund a směrodatná odchylka se zvětšila z 93 ms na 151 ms. V počtu chyb se ovšem tato omámená skupina od mužské skupiny neliší.

Dochází tedy k nárůstu celkové reakce a nikoliv chybovosti.

5.4 Souhrn měření

	Průměrná reakční doba [ms] muži	Průměrná reakční doba [ms] ženy	Průměrná reakční doba [ms] muži pod vlivem
Měření reakční doby na zrakový a sluchový podnět	344	370	370
Měření reakční doby na zrakový podnět	265	296	307
Měření reakční doby na sluchový podnět	332	372	317
Měření reakční doby na náhodně podnět	434	431	554
Měření reakční doby na zrakový a sluchový podnět	457	455	552
Chybovost u testu s prezentací uprostřed obrazovky	3,54	2,13	3,42
Chybovost u testu s náhodným umístěním prezentace	3,94	2,19	3,85

tab. 5-4: Souhrnná tabulka reakčních dob

V tabulece 5-4. je zobrazena souhrnná tabulka naměřených hodnot, pro jednotlivé testy na jednotlivých skupinách.

5.5 Další faktor ovlivňující výsledky měření

Malé nepřesnosti reálné doby od změřené reakční doby, kterou by program naměřil by mohla nastat v momentě, kdy se využívá tlačítka, jako stopovacího prvku. Tlačítko samotné nám do měření vnáší chybu, v řádu desítek milisekund. Tato chyba by na konkrétním počítači měla být velice podobná a na samotné měření by neměla mít velký vliv. Větší rozdíly mohou nastat u starších počítačů, s malým výpočetním výkonem, naopak menší prodlevy bych očekával u USB klávesnic. V případě nutnosti větší přesnosti měření, bych doporučil použití externího tlačítka s ošetřenými zákmity, které by bylo připojeno do USB port. Pro orientační měření, pro které tento program bude využíván, nebude mít minimální prodleva klávesnice velký vliv a zavedení externího tlačítka by ztížilo rozšíření programu. Proto jsem se rozhodl tuto odchylku zanedbat. Navíc většina měření byla provedena na totožných počítačích, a proto předpokládám tuto odchylku konstantní.

ZÁVĚR

V programovém jazyce c++ s toolkit qt jsem sestavil program pro měření reakční doby na zrakový a sluchový podnět. Požadavkem byla jednoduchost a možnost spustit program na počítači pouze se základními periferiemi. Tento program by měl sloužit na Lékařské fakultě Masarykově univerzitě Brno, jako výukový program pro studenty. V tomto programu si studenti sami na sobě ověří rychlosti reakcí na jednotlivé podněty. Program obsahuje pět testovacích částí, z nichž každý podnět bude testován alespoň dvacetšestkrát, aby se docílilo co nejmenší statistické chyby. Během testů jsem se nesetkal s výraznou negativní odezvou. Jedné testované osobě vadila možnost, že nejde využít tlačítko myši namísto enteru. Obecně se test zdál pro některé osoby příliš zdouhavý a uvítali by méně podnětů. Nevýhodou zavedení menšího počtu podnětů by byla větší statistická nepřesnost. Měřením na skupině respondentů jsem si ověřil předpoklady ze semestrálního projektu. Z měření vyplynulo, že ženské pohlaví má oproti mužskému delší reakční doby u zrakových a zvukových podnětů, kde je kladen důraz na rychlost reakce, ale výrazně menší počet chyb při stejné rychlosti rozhodování. U měření musíme brát v úvahu chybu, která vzniká prodlevou při stisku klávesnice a naše měření zatěžuje chybou. Tuto chybu by bylo možné eliminovat použitím externího tlačítka s potlačením závitových stavů, které by bylo připojeno například přes USB port. Toto tlačítko, ale nemůžeme použít, protože by bylo porušeno zadání a k měření by nestačily pouze základní periferie.

LITERATURA

- [1] Herout, P. Učebnice Jazyka C 2008 Herout, P.
- [2] Andrew Koenig, Barbara E. Moo: Rozumíme C++ Computer Press 2003
- [3] Elaine N. Marieb, Jon Mallatt Anatomie lidského těla „Human anatomy“ Computer press 2005
- [4] Optické přístroje. Fyzika na gbn [online]. 2004 [cit. 2009-12-18]. Dostupný z WWW: <<http://fyzika.gbn.cz/phprs/view.php?cislocclanku=2004112001>>.
- [5] [Http://www.volny.cz/ear/](http://www.volny.cz/ear/) [online]. 2000 [cit. 2009-12-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.volny.cz/ear/images/uchos.jpg>>.
- [6] Putování mozem. Mlada zena [online]. 2009, roč. 2009 [cit. 2009-12-18]. Dostupný z WWW: <<http://mladazena.maminka.cz/scripts/detail.php?id=420637>>.
- [7] Zdraví. Mlada zena [online]. 2009 [cit. 2009-12-18]. Dostupný z WWW: <mladazena.maminka.cz/.../zdravi/zdravi/22b_6.jpg>.
- [8] GIBILISCO , Stan. Statistics demystified . Zuzana Žižková. [s.l.] : [s.n.], [02-?]. 272 s. ISBN 978-80-251-2465-9
- [9] [Http://www.zsf.jcu.cz/](http://www.zsf.jcu.cz/) [online]. 2010 [cit. 2010-05-10]. [Http://www.zsf.jcu.cz/](http://www.zsf.jcu.cz/). Dostupné z WWW: <<http://www.zsf.jcu.cz/struktura/katedry/kpo/manual-frvs>>.
- [10] Builder.cz [online]. 23.5.2010 [cit. 2010-05-23]. [Http://forum.builder.cz](http://forum.builder.cz). Dostupné z WWW: <<http://forum.builder.cz>>.
- [11] Online Reference Documentation [online]. 2010 [cit. 2010-05-23]. Online Reference Documentation. Dostupné z WWW: <<http://doc.trolltech.com/>>.
- [12] BURNIE, David. *Stručná encyklopedie lidského těla : 2000 hesel o stavbě a činnosti lidského těla*. Praha : Talentum, 1996. 160 s. ISBN 80-967390-4-2.

- [13] *Biologie.*: pro gymnázia Olomouc : Nakladatelství Olomouc, 1998. 551 s. ISBN 80-7182-070-9.