

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A
INFORMATIKY

METÓDY VYHODNOCOVANIA
PSYCHOFYZIKÁLNYCH EXPERIMETOV

Bakalárska práca

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A
INFORMATIKY

METÓDY VYHODNOCOVANIA
PSYCHOFYZIKÁLNYCH EXPERIMETOV

Bakalárska práca

Evidenčné číslo: 785...
Študijný program: Aplikovaná informatika
Študijný odbor: 9.2.9. aplikovaná informatika
Školiace pracovisko: Katedra Aplikovanej Informatiky
Školiteľ: RNDr. Elena Šikudová, PhD.



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta:

Študijný program:

aplikovaná informatika (Jednoodborové štúdium,
magisterský II. st., denná forma)

Študijný odbor:

9.2.9. aplikovaná informatika

Typ záverečnej práce:

diplomová

Jazyk záverečnej práce:

slovenský

Názov:

Cieľ:

Anotácia:

Vedúci:

Katedra:

Dátum zadania: :

Dátum schválenia: :

.....
študent

.....
vedúci práce

Čestné vyhlásenie

Čestne prehlasujem, že som túto diplomovú prácu vypracovala samostatne s použitím uvedených zdrojov.

V Bratislave

.....

Pod'akovanie

Ďakujem svojmu vedúcemu práce za...

Abstrakt

Tu je text slovenskej verzie abstraktu

Kľúčové slová: *slovo1, slovo2, slovo3, slovo4*

Abstract

Text anglickej verzie abstraktu

Keywords: *word1, word2, word3, word4*

Obsah

1	Úvod	9
2	Východiská práce	10
2.1	Psychofyzika	10
2.1.1	Gustáv Fechner (1801-1887)	10
2.1.2	Erns Weber (1795 – 1878)	11
2.2	Psychofyzikálne kvantity	11
2.2.1	Psychofyzikálne prahy	11
2.2.2	Prahový problém a prahová koncepcia	11
2.2.3	Psychofyzikálne prahové metódy	12
2.2.3.1	Klasické experimentálne metódy	12
2.2.3.2	Súčasnne experimentálne metódy	14
2.2.3.3	Priame metódy psychofyziky	15
2.2.4	Psychofyzikálne škálovanie	17
2.2.5	Psychofyzikálne metódy škálovania	18
2.2.5.1	Priame metódy škálovania	18
2.2.5.2	Nepriame metódy škálovania	19
3	Vyhodnocovacie metódy experimentov	20
4	Implementácia	22
5	Záver	24

1. Úvod

takto spravim bold a takto *zase kurzivu* a toto je ***kurziva s boldom***

Každý z nás sa určite vo svojom živote stretol so situáciou, v ktorej potreboval niečo ohodnotiť, zmerať, odvážiť. V podstate skoro každá veda disponuje so spoľahlivými metódami hodnotenia. Vo fyzike máme štandardné postupy hodnotenia fyzikálnych javov, ktoré ovláda už dieťa na základnej škole. Chémia nám zase približuje postupy hodnotenia energie rôznych reakcií. Všetky štandardné postupy v už spomínaných vedách, dokážu zhodnotiť namerané výsledky priamo a jasne. Merať ľudské pocity a vnímanie je už o čosi komplikovanejšie. Vizuálne skúsenosti ľudského človeka sú subjektívne a ťažko jednoznačne zemrateľné. Jednou z možností je využiť počítačovú grafiku. Pomocou rôznych obrazov, obrázcov, zvukov a animácií vieme odmerať ľudské vnímanie.

Cieľom bakalárskej práce, je priblížiť samotné psychofyzikálne experimenty, ich priebeh a následné vyhodnocovanie. Hlavnou časťou bude priblíženie jednotlivých vyhodnocovacích metód psychofyzikálnych experimentov a ich následná implementácia v praxi.

V prvej kapitole bakalárskej práce je priblížená psychofyzika ako veda, psychofyzikálne experimenty ako samotný pojem a jednotlivé metódy vyhodnocovania. V druhej kapitole bakalárskej práce je podrobne vysvetlené každá metóda vyhodnocovania experimentov. V tretej kapitole bakalárskej práce je ich následná implementácia v programe Matlab.

Ďalej.....

V závere....

2. Východiská práce

Psychofyzika je exaktná veda, ktorá merá citlivosť zmyslov. Je odborom experimentálnej psychológie. Zaoberá sa rozvojom experimentálnych metód pre objektívne meranie ľudskej subjektívnej vnemovej skúsenosti. A tu nastáva otázka, či je to jednoduché a nie je to problém. Objekty v živote majú určité fyzikálne vlastnosti, ako dĺžka, intenzita. Všetky fyzikálne vlastnosti dokážu byť pramo merané nejakým nástrojom alebo človekom. Každý objekt vytvára pre človeka rôzdielne vnemové dojmy. Či je objekt svetlejší ako ten vedľa neho, či je hrubší alebo tenší. Nedokážeme pomocou žiadne nástroja napojiť sa priamo na ľudský mozog a odmerať vnemové pocity. Jedinou možnosťou je odvodiť si výsledky čo ľudia vnímajú od ich odpovedí a pocitov. Psychofyzika nám poskytuje sadu nástrojov, ktoré umožňujú obejktívne merať toto ľudské vnímanie. Psychofyzika jednoducho kvantifikuje vzťah medzi fyzickou simuláciou vonkajšieho sveta a výstupným vnímaním sveta vnútorného. Experimentálne psychofyzikálne metódy využíva v psychofyzikálnych experimentoch.

2.1 Psychofyzika

2.1.1 Gustáv Fechner (1801-1887)

Zakladateľom psychofyziky bol nemecký vedec **Gustáv Fechner**, ktorý napísal základné dielo „Elementy psychofyziky“. Fechner chápe psychometriu ako funkčný vzťah medzi vnútorným svetom vnímania človeka a vonkajším fyzickým svetom. Pri riešení tohto problému sa najviac zamerával na experimentálne najdostupnejšie oblasti vzťahov medzi subjektívnym a objektívnym, čiže na meranie pocitov. Zaviedol základné pojmy psychofyziky, sformuloval psychofyzický zákon, a vypracoval psychofyzikálne metódy.

Fechner veľmi podrobne prepracoval problematiku prahov- upresnil pojem prah, navrhol experimentálne metódy na ich priame meranie.

Pojem prah sa vo vede využíval na označenie hranice, nad ktorou nastáva u človeka pocit a pod ktorou pocit nevzniká. Psychologický prah podľa Fechnera je prah medzi pocitom a vzruchom. Ak je prah akási hranica, hodnota deliaca podnety na vyvolávajúce pocity a na tie, pri ktorých nič nepociťujeme, potom môžeme prah skúmať ako bod vzniku pocitu.

2.1.2 Erns Weber (1795 – 1878)

Nemecký fyzik, anatóm a psychológ **Erns Weber** sa taktiež venoval problematike psychofyzika. Weber skúmal vzťah medzi podnetom a jeho prírastkom, prírastkom intenzity, ktorý zodpovedá najmenšiemu pozorovanému rozdielu. Meral najmenšiu zmenu vo veľkosti podnetu, ktorý môže proband detekovať.

2.2 Psychofyzikálne kvantify

2.2.1 Psychofyzikálne prahy

Problém merania prahu je spojený s problémom merania senzorickej citlivosti. Pojem prah ako prvý použil roku 1824 Herbart, ktorý prah definoval ako pomyselnú hranicu medzi časťou poznania a časťou ešte nepoznaného.

Psychofyzikálne prahy môžeme deliť na:

1. **Absolútny prah-** Absolútny prah môžeme definovať ako minimálnu veľkosť podnetu alebo najnižšiu intenzitu podnetu, ktorá sa dá jasne odlíšiť od neprítomnosti podnetu. Napríklad veľmi slabé svetlo, ktoré sa dá jednoducho rozlíšiť od tmy.
2. **Dolný pocitový prah-** Najnižšia intenzita podnetu ktorá vyvoláva pocit. Nižšie intenzity podnetu už nepociťujeme. Nazývame ich podprahové intenzity.
3. **Horný pocitový prah-** Najvyššia intenzita podnetu, ktoré ešte vyvoláva pocit. Vyššie intenzity podnetu už nepociťuje príslušným receptorom a môžu vyvolávať bolesť. Nazývame ich nadprahové intenzity.
4. **Rozdielový(diferenciálny) prah-** Diferenciálny prah definoval Fechner ako minimálny rozdiel medzi podnetmi nad ktorými človek pociťuje rozdiely a pod ktorými sa tieto podnety zdajú rovnaké.

2.2.2 Prahový problém a prahová koncepcia

S prahovým problémom je priamo spojený problém merania senzorickej citlivosti. Čo je vlastne citlivosť? Citlivosť nie je nič iné ako obrátená hodnota prahu. Najbežnejším spôsobom odhadu citlivosti nejakého zmyslu je určenie minimálnej veľkosti podnetu. Práve táto minimálna hodnota je označovaná ako **absolútny prah**.

2.2.3 Psychofyzikálne prahové metódy

Fechner predstavil tri klasické experimentálne metódy pre meranie minimálneho podnetu:

- *metóda priemernej chyby* (method of adjustment)
- *metóda minimálnych zmien* (method of limit)
- *metóda konštantných podnetov* (method of constant stimuli)

Bardin zase predstavil súčasné metódy pre meranie minimálneho podnetu:

- *metóda „áno a nie“*
- *hodnotiaca metóda*
- *metóda nútenej voľby*

2.2.3.1 Klasické experimentálne metódy

Metóda priemernej chyby(MOA)

Táto metóda sa môže využívať aj na meranie diferenciálneho prahu. Metóda priemernej chyby je zvláštna práve tým, že zmena veľkosti premenného podnetu nie je navodená experimentátorom, ale samotným probantom. Postup metódy je nasledovný: Probantovy sa podáva podnet, ktorý slúži ako štandard, zadáva sa úloha a zobrazujú sa testovacie sady premenných podnetov. Probantovou úlohou je pri zmene premenného podnetu nastaviť takú hodnotu pri ktorej budú oba podnety rovnaké- hodnota premenného podnetu bude rovnaká ako štandardu. Pri tejto metóde probant neinformuje experimentátora o svojich pocitoch a dojmach, ale zmenšovaným alebo zväčšovaním mení hodnotu premenného podnetu a snaží sa nastaviť ju na hodnotu štandardu. Hodnotu, pri ktorej probant zastavuje svoj výber a určil ju za rovnakú alebo veľmi podobnú štandardu možno považovať za bod lokalizácie prahu.

Metóda minimálnych zmien

Určenie absolútnej citlivosti

Metóda minimálnych zmien určuje prahové hodnoty. Prach, ktorý vyvoláva pocit sa dá nájsť postupne po krokoch zmenšovaním hodnoty, ktorá prah prevyšuje. Po každom kroku je tento podnet slabší a slabší, až sa dostaneme do štádia, kedy podnet prestáva vyvolávať pocit. Taktiež sa dá prah nájsť aj opačným spôsobom. Za výhodiskovú hodnotu môžeme vziať nulovú hodnotu podnetu a postupne po krokoch ju budeme zvyšovať. Kým hodnota podnetu bude podprahová, nebude vyvolávať pocity. Pri nejakom kroku prechádzame hodnotu prahu a tu u probanta vzniká pocit. Prah tým pádom leží medzi poslednou hodnotou, ktorá pocit nevyvolala a prvou hodnotou, pri ktorej u probanta pocit vznikol. Experimenty dokazujú, že v oboch metóda sú hodnoty prahu natoľko odlišné, že veľkosť podnetu pri metóde klesania sa rozkladá okolo jedného priemeru a veľkosť podnetu pri metóde rastu okolo druhého priemeru

Určenie diferenciálnej citlivosti

Pri určení diferenciálnej citlivosti sa dáva probantovi dva podnety. Podobne ako pri metóde priemernej chyby sa probantovi dáva podnet s konštantnou hodnotou, čiže štandard, ktorý slúži na porovnanie a premenný podnet, ktorého veľkosť sa od jedného kroku k druhému postupne mení. Postupným zmenšovaním alebo zväčšovaním premenného podnetu experimentátor určuje bod, pod ktorým proband prestáva registrovať rozdiely medzi porovnávacími podnetmi a bod, z ktorého proband začína tieto rozdiely registrovať. Meraním, o koľko musí byť premenný podnet väčší oproti štandardu, aby ich proband vnímal ako rozdielne, dostaneme *horný prah*. Pri meraní, o koľko musí byť premenný podnet menší oproti štandardu aby proband vnímal ich rozdiel, dostávame *spodný prah*. Rozdiel medzi spodným a horným prahom je pomenovaný ako *prahový interval* alebo ako *interval neurčitosti*- **IU**.

Metóda konštantných podnetov

Tretou metódou klasických experimentálnych metód je metóda konštantných podnetov. Pokým v metóde priemernej chyby a aj v metóde minimálnych zmien dochádzalo k zmene hodnoty premenného podnetu až po dosiahnutie senzorického efektu, v tejto metóde experiment pozostáva z podania podnetov probantovi, ktoré zostávajú nemenné počas celého pokusu. Práve vďaka tejto skutočnosti je odvodený názov metódy- metódy konštantných podnetov. Ak sa táto metóda používa pri zisťovaní absolútnych prahov, probantovi sa podáva jeden podnet a ak chceme zistiť diferenciálny prah, probantovi sa pri skúške podávajú dva podnety. V tomto prípade jeden podnet slúži ako štandard a veľkosť druhého sa v jednotlivých skúškach mení. V každej jednotlivej skúške musí proband odpovedať podľa

svojich dojmov v už dohodnutých kategóriách, ako napr. áno- nie, počujem- nepočujem, vidím- nevidím. Tento systém sa nazýva dvojkategoriálny. Pri určovaní diferenciálnej citlivosti sa používa trojkategoriálny systém ako "väčší", "menší", alebo neutrálny. Výsledok, ktorý experimentátor dostáva pri meraní absolútneho alebo diferenciálneho prahu, je počet odpovedí rôznych kategórií, ktoré pripadajú na každý z podaných stimulov. Ďalším podstatným rozdielom v tejto metóde oproti ostatným je, že merania v tejto metóde nám nedajú bezprostredne prahové hodnoty. Výsledky sa vyjadrujú vo forme frekvencií odpovedí, na základe ktorých treba nájsť veľkosť prahu pomocou výpočtu. V tomto prípade sa nám prah odhaľuje ako výsledok štatistického spracovania údajov. Z hľadiska štatistiky sa prah určuje ako median získaného rozloženia odpovedí.

Metóda konštantných podnetov disponuje z množstvom matematických aparátov. Základné postupy spracovávaní údajov sú:

- *Spracovanie metódou lineárnej interpolácie*
- *Spracovanie spôsobom normálnej interpolácie*
- *Spracovanie metódou Spearmana*
- *Spracovanie metódou sumácie*
- *Fechnerov postup*
- *Prah ako modus*

2.2.3.2 Súčasné experimentálne metódy

Metóda „áno a nie“

Princíp metódy spočíva v tom, že buď sa probantovi podáva alebo nepodáva podnet. Jeho úlohou je odpovedať áno ak podnet spozoroval a nie ak podnet nespozoroval. Pri podávaní podnetu sa táto situácia nazýva signálna skúška, a ak sa podnet nepodával situácia sa nazýva prázna alebo chytáková skúška. Na základe týchto signálových skúšok a probantových odpovedí v nich sa počíta pravdepodobnosť spozorovania stimulu, tzv. $P(Y/s)$, podľa probantových odpovedí v práznych skúškach sa zase počíta pravdepodobnosť falošného posudku.

Hodnotiaca metóda

Táto metóda je založená na princípe striedania signálu a prázdnej skúšky. Probandovi sa počas skúšky podávajú signály alebo prázdne skúšky. Probandovou úlohou je zhodnotiť, opierajúc sa na svoje dojmy, aká je pravdepodobnosť podania signálu v skúške.

K dispozícii má niekoľko hodnotiacich kategórií. Prvá kategória zodpovedá pravdepodobnosti blízkej alebo rovnej 1.0. Posledná kategória zodpovedá pravdepodobnosti blízkej alebo rovnej 0.0. Ostatné hodnotiace kategórie sú rozložené medzi nimi podľa stupňa poklesu pravdepodobnosti podľa toho, že pri pozorovaní sa vyskytol signál. Proband má k dispozícii určitý súbor odpovedí.

Metóda nútenej voľby

Skúška pozostáva z dvoch alebo viacerých intervalov porovnávania. Proband má vymenovať ten interval, v ktorom sa podľa jeho názoru signál podal. Každé meranie pozostáva z niekoľkých prázdnych intervalov pozorovania, v ktorých sa podáva len šum, a z jedného, v ktorom sa podáva signál. Pohyb intervalov sa pohybuje medzi dvoma až ôsmimi, najčastejšie ale medzi štyri a dva.

2.2.3.3 Priame metódy psychofyziky

- **Frakcionačná metóda:** probant má za úlohu vybrať z predložených podnetov práve ten, o ktorom si myslí, že je dvakrát menší ako zadaný vzor.
- **Pokusy:** probant má za úlohu určiť, v akom pomere je veľkosť podnetu k veľkosti zadaného vzoru.

Schopnosť ľudí pociťovať podnety s čo najmenším pocitovým prahom a rozlišovať podnety s čo najmenším rozdielovým prahom sa nazýva *zmyslová citlivosť*. Ak niekto pociťuje podnety s veľmi nízkym pocitovým prahom, hovoríme o *rozvinutej absolútnej zmyslovej citlivosti*. V prípade pociťovania podnetov s veľmi malým rozdielovým prahom, hovoríme o *rozvinutej rozlišovacej zmyslovej citlivosti*.

Zmyslová citlivosť sa rozvíja v praktickej činnosti. Citlivosť sa znižuje pri preruchách alebo aj pri zníženej kvalite činnosti analyzátora, ale aj vekom, spánkovým deficitom alebo únavou. Rozdiely v zmyslovej citlivosti možno pozorovať nielen medzi jednotlivými pozorovacími objektami ale aj u toho istého človeka napr. pri zmene podnetov, alebo pri dlhšom pôsobení toho istého podnetu. V tomto prípade hovoríme o *zmyslovej adaptácii*.

Procesy rozhodovani v detekcii

Chápanie absolútneho prahu ako pevnej hranice znamená, že subjekt podáva v pokuse správu, či podnet prekročil hranicu alebo nie. Výsledky pokusu ale nemusia byť totožné. Zmyslové orgány nemusia vždy fungovať dokonale, taktiež pozornosť probanta môže kolísať.

To, či podnet prekročil hranicu probant neoznamuje jednoduchým spôsobom. Namiesto toho uskutočňuje zložité rozhodvanie, či je zmyslový vnem spôsobovaný podnetom alebo len akousi chybou v senzorickom systéme probanta. Ak je podnet v experimente vysielaný vždy, môže nastať situácia, že probant si môže byť v niektorých prípadoch neistý, či má odpovedať „áno“ alebo „nie“. Ak chce probant zapôsobiť na experimentátora, vo väčšine prípadov odpovedá áno. Na obmedzenie tohto problému vedci vymysleli falošné pokusy, pri ktorých nie je podnet podaný aby sa zistilo ako bude probant reagovať. Odpoveď „áno“ vo falošných pokusoch sa označuje ako „falošný posudok“.

Teórie detekcie signálu

Na to, aby sa vysvetlili niektoré problémy s prahmi slúži teória detekcie signálu. Táto teória predpokladá, že v senzorickom systéme je vždy nejaká náhodná aktivita alebo šum, a že teda neexistuje nulový podnet. Probant sa v experimente nachádza v situácií, kedy sa má rozhodnúť, či je pravdepodobnejšie, že zmyslový vnem je spôsobený podaným podnetom a šumom v senzorickom systéme. V tomto prípade majú na rozhodovanie vplyv dva faktory:

1. *citlivosť subjektu k podnetu*- ako dobre vidí slabé svetlo alebo počuje slabý tón.
2. *merítka subjektu*- nakoľko je schopný odpovedať „áno“.

Citivosť subjektu je ovplyvnená intenzitou podnetu, merítka subjektu od očakávaní probanta. Na to, aby sme dostali funkčnú charakteristiku osoby, ktorá detekuje signál, sa v teórii detekcie signálu používa *krivka funkčnej charakteristiky*.

Detekcia signálu môže závisieť nielen od kritérií, ktoré si určil probant, ale aj od vlastností šumu a intenzity podávaného signálu. Závislosť týchto jednotlivých faktorov možno znázorniť pomocou kriviek recepčných operačných charakteristík (ROC). Hodnotenie vzťahu medzi podaným podnetom a hodnotením probanta možno charakterizovať pomocou štyroch možností:

1. A-A - podnet bol podaný, probant podnet detekoval.
2. A-N - podnet bol podaný, probant podnet nezachytil.
3. N-A - podnet podaný nebol, probant oznámil, že podnet zachytil.
4. N-N - podnet podaný nebol, probant oznámil, že podnet nezachytil.

2.2.4 Psychofyzikálne škálovanie

V psychofyzike máme mnoho typov psychofyzikálneho škálovania, ktoré je možné použiť na meranie vlastností objektov. Každé z rozdielných typov meraní škálovania má svoje matematické vlastnosti. Poznáme tieto typy meraní škálovania:

- **Nominálne meranie (nominal)**- je to najjednoduchšia forma spracovania údajov označovaná tiež ako nominálne meranie. Používa sa bežne v každodennom živote. Podstata nominálneho merania je v klasifikácii objektov. Objekty zaradíme do určitých tried podľa zvolených kritérií a taktiež podľa nich spozorovaných znakov. Prvky tried môžeme počítať a aj porovnávať. Zo štatistických mier môžeme z tohto merania získať *modus*.
- **Poradové meranie (ordinal)**- taktiež sa nazýva aj ordinálne meranie. Toto meranie vychádza z predpokladu, že všetky objekty určitej triedy môžu byť zoradené podľa definovanej vlastnosti. V triede, ktorá bola vytvorená rovnakým kritériom ako na vytvorenie skupiny, zisťujeme rozdieli v určitej vlastnosti. V tomto meraní zo štatistických mier získavame strednú hodnotu- *medián*.
- **Intervalové meranie (interval)**- Škály v intervalovom meraní majú všetky charakteristiky škál v nominálnom aj poradovom meraní, hlavne charakteristiku poradia. Jednotlivé intervaly môžu byť sčítané a odčítané. Hodnoty, ktoré vzniknú sčítaním a odčítaním intervalov sú odčítané a sčítané intervaly, vzdialenosti, ale nie množstvá. Preto nemajú absolútnu hodnotu na stupnici nulovu ale len dohnutú nulovú hodnotu. Čo sa týka štatistického spracovania, máme oveľa väčšie možnosti ako v predchádzajúcich meraniach. Môžeme vypočítať *aritmetický priemer a smerodajnú odchylku*.
- **Pomerové meranie (ratio)**- Pri tomto meraní majú škály absolútnu nulovú hodnotu. Tým, že obsahujú absolútnu nulovú hodnotu je možné vykonať porovnanie pomerov. Možnosti štatistického spracovania sú podobné ako pri intervalovom meraní

Tieto štyri spomenuté typy meraní škálovania sa v podstate rozdeľujú do dvoch základných druhov. Nominálne a poradové typy merania sa zaraďujú do nižších stupní merania, ktoré predstavujú zisťovanie početnosti a poradia - **homogradný prípad**. Intervalové a pomerové meranie predstavujú metrické úrovne škálovania-**heterograndy prípad**.

2.2.5 Psychofyzikálne metódy škálovania

Táto široká škála metód bola vytvorená na základe odvodzovania psychofyzikálneho škálovania. Delia sa na dve základne kategórie:

1. **Priame-** Proband, podľa svojho vnímania, priamo priradí číselné hodnoty podnetom alebo ich upraví pomocou nejakých matematických vzťahov. Číselné stupnice, ktoré probant vytvorí, sú akýmsi vedľajším produktom experimentu, na ktoré je potrebná len minimálna štatistická analýza.
2. **Nepriame-** Proband je požiadaný, aby jednoducho posúdil vlastnosti podnetov. Výsledkom štatistickej analýzy týchto posudkov sú hodnoty číselnej stupnice.

2.2.5.1 Priame metódy škálovania

Equissection

Je to akýs spôsob postupu nastavenia. Test obsahuje sériu pokusov. V každom pokuse je testovací podnet ohraničený na oboch stranách od noriem. Probandovou úlohou je nastaviť jas testovacieho podnetu, kým spadá do polovice medzi normami. Pri druhom pokuse dostávajú objekty nižší štandard a takto to pokračuje ďalej.

Výroba veľkosti (magnitude production)

Na začiatku sa probantovi ukáže štandardný jas testovacieho podnetu. Počas pokusu probant nastavuje jas testovacieho objektu, kým nie je z polovice tak jasný, kým nie je dvakrát jasnejší, atď... Nastavenia poskytujú priame odhady a mierky.

Odhad veľkosti (magnitude estimation)

Odhad veľkosti je najznámejšia metóda z priamych metód. Probandovi sa ukáže testovací podnet v štandarte a je mu povedané, že má jas „10“. Potom sa mu zobrazí séria testovacích podnetov a od probanta sa žiada, aby im priradil čísla podľa jasů. Voľba rozsahu čísel je na probantovi.

2.2.5.2 Nepriame metódy škálovania

Rating

Metóda rating má dve formy a to *numerické a grafické*.

Podstata numerického rating-u spočíva v tom, že probant na začiatku dostane dva hraničné koncové body, ktoré sú numericky označené. Prvý je najtmavší, čiže čierny s hodnotou 0 a druhý je najsvetlejší, čiže biely s hodnotou 100. Probandovi sa postupne v sérii testov ukazujú testovacie podnety, ktorým má určiť numerickú hodnotu 0-100 podľa jasou objektu. Pri grafickom rating-u probant dostáva dva koncové body spojené úsečkou, ktorá predstavuje akúsi pomyselnú stupnicu jasou. Proband postupne dostáva sériu testovacích podnetov a jeho úlohou je znázorniť na úsečke miesto, kde by mal testovací podnet spadnúť medzi dva koncové body. Numerické hodnoty získavame meraním vzdialenosti od jedného koncového bodu. Grafický rating využíva skutočnosť, že na krátku vzdialenosť sú skutočná dĺžka a vnímaná dĺžka priamo spojené.

Porovnanie párov(pair comparison)

Už ako nám vyplýva z názvu, podnety z testovacích sád sú usporiadané do dvojíc. V každej sérii je prezentovaný jeden pár a probantovou úlohou je povedať, napríklad, ktorý testovací podnet z tejto dvojice je svetlejší. Množstvo testovacích párov na stupnici je $(n)(n-1)/2$. Hodnoty testovacích podnetov musia byť blízko seba, aby bol probant zmätený a robil chyby. Probandovi sa táto metóda môže vidieť ako nudná a veľmi vyčerpávajúca. Štatistické merania pre odvodenie hodnôt stupnice závisia na párových rozdielov prahu.

Hodnotenie (ranking)

V tejto metóde je probantovi zobrazený celý test testovacích podnetov v kódovanom poradí. Proband je požiadaný, aby každý testovací podnet opravil podľa jasou. Probandovi táto metóda môže pripomínať puzzle a môže sa pri tom dokonca aj zabávať. Spokojný a šťastný probant poskytuje aj dobré údaje.

Kategórie škálovania(category scaling)

Pri tejto metóde je probantovi zobrazený celý test testovacích podnetov a kategórie jasou týchto podnetov. Jeho úlohou je postupne všetky testovacie podnety rozčleniť do daných kategórií.

3. Vyhodnocovacie metódy experimentov

4. Implementácia

5. Záver

Cieľom diplomovej práce bolo...

V práci som.....

Ďalší možný rozvoj....

Prílohy

CD obsahujúce:

- Elektronickú verziu
- Zdrojáky
- atď