

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

**Analýza experimentálnych dát o presúvaní priestorovej pozornosti pri
počúvaní jedného z viacerých hovoriacich**

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

**Analýza experimentálnych dát o presúvaní priestorovej
pozornosti pri počúvaní jedného z viacerých hovoriacich**

Bakalárska práca

Študijný program: Kybernetika
Študijný odbor: Kybernetika
Školiace pracovisko: Katedra kybernetiky a umelej inteligencie (KKUI)
Školiteľ: Ing. Norbert Kopčo, PhD.
Konzultant: Ing. Norbert Kopčo, PhD.

Analytický list

Autor:	Karol Jakab
Názov práce:	Analýza experimentálnych dát o presúvaní priestorovej pozornosti pri počúvaní jedného z viacerých hovoriacich
Podnázov práce:	
Jazyk práce:	slovenský
Typ práce:	Bakalárska práca
Počet strán:	49
Akademický titul:	Bakalár
Univerzita:	Technická univerzita v Košiciach
Fakulta:	Fakulta elektrotechniky a informatiky (FEI)
Katedra:	Katedra kybernetiky a umelej inteligencie (KKUI)
Študijný odbor:	Kybernetika
Študijný program:	Kybernetika
Mesto:	Košice
Vedúci práce:	Ing. Norbert Kopčo, PhD.
Konzultanti práce:	Ing. Norbert Kopčo, PhD.
Dátum odovzdania:	20. máj 2011
Dátum obhajoby:	16. – 17. jún 2011
Kľúčové slová:	Experiment, Analýza, Presúvanie priestorovej sluchovej pozornosti
Kategória konspekt:	Výpočtová technika, Umelá inteligencia
Citovanie práce:	JAKAB Karol: Analýza experimentálnych dát o presúvaní priestorovej pozornosti pri počúvaní jedného z viacerých hovoriacich, Bakalárska práca, Košice: Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 2011
Názov práce v AJ:	Analysis of experimental data about refocusing of auditory spatial attention in multi-talker listening
Podnázov práce v AJ:	
Kľúčové slová v AJ:	Experiment, Analysis, Refocusing spatial auditory attention

Abstrakt v SJ

. Cieľom tejto práce je skúmanie toho, ako sa presúva naša pozornosť pri počúvaní jedného z viacerých hovoriacich. Zaoberá sa najmä tým ako uhlová vzdialenosť presunu sluchovej pozornosti vplýva na schopnosť človeka správne rozoznávať správy v rušivom prostredí viacerých hovoriacich. Práca sa zameriava aj na skúmanie toho, akým spôsobom sa úspešnosť rozoznania správy mení pri rôznej azimutálnej pozícii zdroja cieľovej správy. Preukázaný bol vplyv uhlovej vzdialenosti, o ktorú bolo nutné presunúť pozornosť, na úspešnosť odpovedí. Nebol však výrazný. Výraznejšie sa preukázalo, že cieľová azimutálna poloha zdroja zvuku vplýva na správnosť odpovedí kladne. Teda ak je zdroj zvuku umiestnený viac laterálne, úspešnosť porozumenia jeho správy bude lepšia. V poslednej časti práce sa venujem vyhodnoteniu použiteľnosti elektromagnetického zariadenia na sledovanie odpovedí v lokalizačných experimentoch.

Abstrakt v AJ

The aim of this study is to examine how is our attention being refocussed in multi-talker listening conditions. Mostly the effect of angular distance of refocusing spatial auditory attention on persons ability to successfully understand messages in multi-talker environment. The study also examines how the different azimuthal positions of target messages affect the percentage of correct answers of the subject. The effect of angular distance overcome by refocusing auditory attention came out to be negative. The bigger the distance was the lower was the percentage of correct answers for specified azimuthal position of target speaker. This effect was not very obvious. However the effect of refocusing the attention to given azimuthal position of target speaker came out to be very powerfull. The more lateral the target speaker position was, the higher was the percentage of correct answers. In the last part of the work i devote to answer if and how effectively the tracking electromagnetic device is possible to be used to track the answers in localization experiments.

Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že som celú diplomovú prácu vypracoval/a samostatne s použitím uvedenej odbornej literatúry.

Košice, 20. máj 2011

.....
vlastnoručný podpis

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu mojej práce a zároveň konzultantovi Ing. Norbertovi Kopčovi, PhD. Za usmernenie, pripomienky a odbornú pomoc pri vypracovaní bakalárskej práce.

Predhovor

Pozornosť je predmetom výskumov už vyše pol storočia. Hlavný dôraz bol za ten čas kladený na vizuálnu pozornosť, menej na sluchovú. Účelom prác zaoberajúcich sa experimentálnou analýzou sluchovej pozornosti je odhaliť aké psychologické procesy na nevedomej alebo podvedomej úrovni prebiehajú aby sme dokázali vnímať tak efektívne a rýchlo. Stroje ani v tejto dobe rozkvetu technológií nedosahujú vnemové schopnosti živých organizmov v niektorých v mnohých aspektoch ani z ďaleka. Výsledky analytických experimentov môžu pomôcť výrazne prispieť pri odhalení jedinečných mechanizmov v živých organizmoch, ktoré by teoreticky mohli byť implementované vo vývoji umelej inteligencie.

Cieľom tejto práce je odhaliť alebo aspoň naznačiť zákonitosti vplyvu presúvania priestorovej sluchovej pozornosti na úspešnosť rozoznania cieľovej správy v prostredí viacerých hovoriacich. Analyzované boli prevzaté dáta z už vykonaných experimentov.

Obsah

Zoznam obrázkov	9
Zoznam tabuliek	10
Zoznam symbolov a skratiek	11
Úvod	12
1. Formulácia úlohy	13
2. Teoretické poznatky	14
2.1. Lokalizácia zvukov	14
2.2. Lokalizácia zvukov v horizontálnej rovine: binaurálne pomôcky	15
2.2.1. Interaurálny rozdiel v čase: ITD	16
2.2.2. Interaurálny rozdiel v intenzitách: ILD	17
2.3. Koktail party efekt	18
3. Analýzy experimentov	21
3.1. Popis experimentu Best et al. (2008) Object continuity enhances selective auditory attention	21
3.1.1. Hypotézy kolektívu Best et al.	21
3.1.2. Metódy	21
3.1.2.1. Subjekty	22
3.1.2.2. Prostredie	22
3.1.2.3. Stimuly	22
3.1.2.4. Podmienky	23
3.1.2.5. Experimenty 1 a 2	23
3.1.2.6. Procedúra	23
3.1.3. Výsledky	24
3.2. Nová analýza dát z experimentu [6]	26
3.2.1. Hypotézy	26
3.2.2. Analýza	26
3.2.3. Výsledky	27
3.2.4. Záver	31
3.3. Popis experimentu z Diplomovej práce Horváth (2008)	32
3.3.1. Metódy	32
3.3.2. Výsledky	32
3.4. Nová analýza dát z experimentu [7]	33

4. Zariadenie FASTRAK – Polhemus	34
4.1. Opis zariadenia FASTAK – Polhemus	34
4.1.1. Princíp merania	34
4.1.2. SEU (The System Electronics Unit)	34
4.1.3. Vysielač	35
4.1.4. Prijímač	37
4.1.5. Výstup zariadenia	38
4.2. Úprava a vyhodnotenie programového kódu pre FASTRAK – Polhemus	39
4.2.1. Meranie presnosti zariadenia FASTRAK – Polhemus v Laboratóriu vnímania a kognície	39
4.2.1.1. Motivácia	39
4.2.1.2. Ciele merania	40
4.2.1.3. Prostredie merania	40
4.2.1.4. Procedúra	41
4.2.1.5. Výsledky	41
4.2.1.6. Záver merania presnosti zariadenia FASTRAK – Polhemus	46
5. Záver	47
Zoznam použitej literatúry	48
Prílohy	49

Zoznam obrázkov

Obr. 1	Schematické znázornenie zdroja zvuku na horizontálnej rovine okolo hlavy. Zvuk dorazí do ľavého ucha skôr a preto vznikne ITD a zvuk v pravom uchu znie s menšou intenzitou ako v ľavom ILD (Prekreslené podľa [3]).	16
Obr. 2	ITD v závislosti od horizontálnej polohy zdroja zvuku (Prekreslené podľa [1]).	17
Obr. 3	Nízkofrekvenčné zvuky nevytvárajú akustický tieň (obrázok vľavo), vysokofrekvenčné áno(obrázok vpravo) [2].	18
Obr. 4	štruktúra meraní v experimente [5].	24
Obr. 5	Výsledky experimentov [5], vľavo úspešnosť v závislosti voči ISI pre jednotlivé podmienky S(SS) A(SL) F(F), spriemernené cez subjekty. Vpravo negatívny vplyv nutnosti prepínania pozornosti.	26
Obr. 6	Percentuálna úspešnosť v závislosti od dĺžky ISI pre jednotlivé vzdialenosti presunu pozornosti, priemer cez všetky subjekty. Errorbary znázorňujú štandardnú chybu.	27
Obr. 7	Percentuálna úspešnosť v závislosti od vzdialenosti presunu pozornosti pre jednotlivé laterálne polohy cieľového reproduktora, priemer cez všetky subjekty a ISI. Errorbary znázorňujú štandardnú chybu.	28
Obr. 8	Percentuálna úspešnosť v závislosti od laterálnej polohy cieľového reproduktora pre jednotlivé vzdialenosti presunu pozornosti, priemer cez všetky subjekty a ISI. Errorbary znázorňujú štandardnú chybu.	30
Obr. 9	Percentuálna úspešnosť v závislosti od vzdialenosti presunu pozornosti pre jednotlivé laterálne polohy cieľového reproduktora, priemer cez všetky subjekty a ISI. Errorbary znázorňujú štandardnú chybu.	33
Obr. 10	SEU pohľad zo zadnej strany.	35
Obr. 11	SEU pohľad z prednej strany.	35
Obr. 12	Technicky náčrt vysielča v palcoch.	36
Obr. 13	Vysielač	36
Obr. 14	Technicky náčrt prijímača v palcoch.	37
Obr. 15	Prijímač	37
Obr. 16	Eulerove uhly	38
Obr. 17	Vykreslenie spriemernených nameraných súradníc Y a Z pre jednotlivé merania (reproduktory)	43
Obr. 18	Vykreslenie spriemernených nameraných súradníc X, Y a Z pre jednotlivé merania (reproduktory). Pohľad od dverí zvukovej komory.	43
Obr. 19	Závislosť koeficientu nepresnosti od polohy meraného úseku.	44

Zoznam tabuliek

Tab. 1	priemerné hodnoty	41
Tab. 2	rozdiel pravitkového a elektromagnetického merania	44
Tab. 3	štandardné odchýlky	45

Zoznam symbolov a skratiek

- ILD Interaural Level Difference, rozdiel v intenzite vnímaného zvuku medzi jedným a druhým uchom.
- ITD Interaural Level Difference, rozdiel v čase v ktorom je zvuk vnímaný v jednom a v druhom uchu.
- S Synchronne podmienky. Informácia o polohe zdroja zvuku je udaná zároveň s prehratím zvuku.
- A Asynchronne podmienky. Informácia o polohe zdroja zvuku je udaná o ISI vopred pred prehratím zvuku.
- F Fixné podmienky

Úvod

Zvuk a sluch hrá významnú úlohu v našich životoch. Dôležitým aspektom sluchového vnímania je nie len čo počúvame, ale tiež odkiaľ. Sluch má schopnosť lokalizovať polohu zdroja zvuku na základe fascinujúcich z prekvapujúco zložitých mechanizmov na nevedomej intuitívnej úrovni. Výskumu schopností sluchového vnímania sa zaoberajú analytici, pomocou vyhodnocovania dát nazbieraných z účelovo navrhnutých experimentov, ktoré umožňujú moderné technologické zariadenia a postupy.

V experimentoch, ktorých výsledky som študoval bol kladený dôraz na vyhodnotenie rôznych hypotéz. Často však išlo o vyhodnotenie vplyvu presmerovania pozornosti za rôzny čas na úspešnosť rozoznania cieľovej správy. Otázka ako efektívne je usmernenie pozornosti pre rôznu uhlovú vzdialenosť, o ktorú sa posúva ostávajúca otvorená. Venoval som sa analýze dát prevzatých experimentov aby som na túto otázku odpovedal. Počas analýz sa mi naskytla aj možnosť zaoberať sa otázkou ako závisí úspešnosť poslucháča od priestorovej pozície polohy cieľového zdroja zvuku.

Nakoniec práce som spracoval moje meranie efektivity elektromagnetického zariadenia na určovanie pozície v čase, ktoré je plánované používať pri budúcich experimentoch v laboratóriu vnímania a kognície na Technickej univerzite v Košiciach, Katedre kybernetiky a informatiky, Fakulty elektrotechniky a informatiky. Prácu som rozčlenil nasledovne do piatich kapitol:

- Formulácia úloh
- Teoretické poznatky
- Analýzi experimentov
- Zariadenie FASTRAK – Polhemus
- Záver

1 Formulácia úlohy

Vypracovanie teoretického prehľadu podľa vedeckých článkov uvedených medzi zdrojmi tvorilo kapitolu pre uvedenie čitateľa do problematiky sluchového vnímania a pozornosti.

Analýzy experimentov som zhrnul pre úplnosť kontextu a doplnil o svoje rozširujúce analýzy nad množinou dát nazbieraných v prebratých experimentoch. Tieto analýzy boli navrhnuté aby vyhodnotili vplyv priestorového prepínania pozornosti na schopnosť správne rozoznať cieľovú správu v prostredí viacerých súčasne hovoriacich hlasov.

Zariadenie FASTRAK - Polhemus som mal za úlohu zapojiť a spojzdníť v laboratóriu kognície a vnímania, a vyhodnotiť jeho efektivitu. Aby prípadne budúcich experimentoch mohlo byť použité.

2 Teoretické poznatky

2.1 Lokalizácia zvukov

Lokalizácia zvukov je pre človeka ako aj pre ostatné živočíchy veľmi dôležitá. Určovanie polohy objektov v priestore na základe zvukového vnemu ako výstražný mechanizmus [1] má často rozhodujúcu úlohu pre vyhnutie sa hrozbe prichádzajúcej zo smeru, na ktorý nemáme práve zaostrenú svoju pozornosť. Rýchla lokácia hrozby pomáha živočíchom prežiť a možno kvôli tejto evolučnej výhodnosti sú zvukovo lokalizačné mechanizmy tak zložité a efektívne. Priestorové vnímanie zvukou používa človek aj napríklad v konverzačnom šume keď zameriava pozornosť na niektorého hovoriaceho, pričom potlačí vnímanie okolitého hluku.

Lokalizácia sluchom je v niektorých ohľadoch zložitejšia ako lokalizácia iným zmyslom ako je zrak alebo hmat. Pri lokalizácii pomocou týchto zmyslov zodpovedajú konkrétne senzory konkrétnej polohe zdroja vnemu v priestore. U sluchu je nutné polohu zdroja zvuku zanalyzovať pomocou mechanizmov prebiehajúcich v mozgu. Hmatové bunky zodpovedajú polohe na povrchu tela, zrakovým sensorom na sietnici zodpovedajú body vo vizuálnom poli, ale v slimákovi (orgán vnútorného ucha. v ktorom sa zvukové vibrácie menia na nervové impulzy na tzv. bazilárnej membráne) žiadna poloha nezodpovedá polohe zdroja zvuku v priestore. Bazilárna membrána je organizovaná tonotopický, kóduje frekvenciu, nie polohu [1]. Schopnosťou lokalizovať zdroj zvuku sa v psychológii zaoberá koktail party problém.

Medzi lokalizáciou zvuku v horizontálnej a vertikálnej rovine je rozdiel v mechanizmoch, na to sú použité. Zatiaľ čo vo vertikálnej rovine dokáže človek lokalizovať polohu zvuku aj iba jedným uchom, v horizontálnej rovine to už nedokáže. Horizontálnu polohu zvuku zisťuje človek porovnaním zvukových vnemov z oboch uší [1].

Sluchové priestorové vnímanie oproti vizuálnemu vnímaniu má tú výhodu, že pokrýva celý priestor a umožňuje vnímať aj objekty, ktoré sú vzadu.

Poloha zdroja zvuku sa často určuje tromi súradnicami. Sú to:

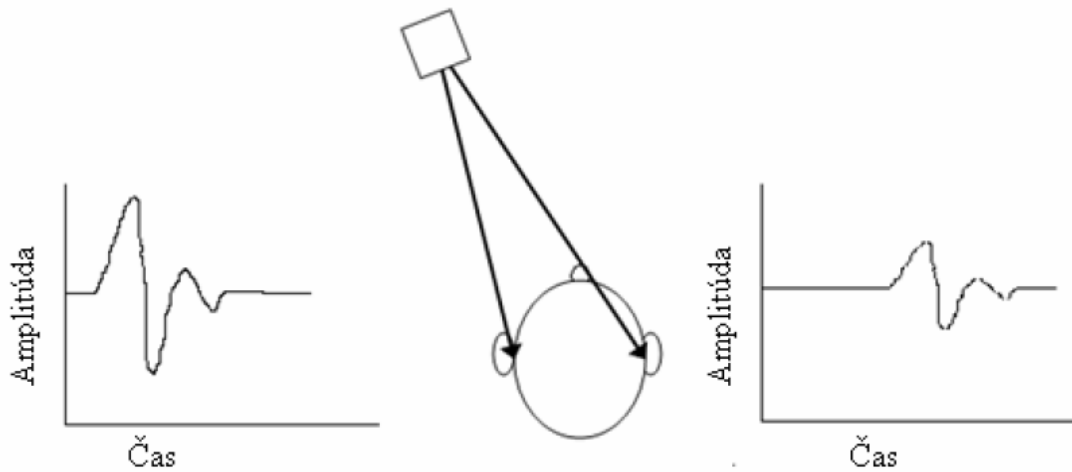
- . Azimut – Odchýlka v horizontálnej rovine od nejakého referenčného bodu, alebo smeru, často priameho smeru dopredu pre poslucháča.

- . Elevácia – odchýlka vo vertikálnej rovine, najčastejšie od smeru priamo dopredu.

- . Vzdialenosť zdroja zvuku

2.2 Lokalizácia zvukov v horizontálnej rovine: binaurálne pomôcky

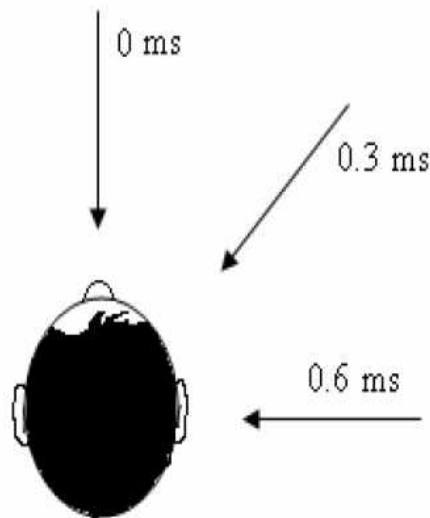
V horizontálnej rovine lokalizuje človek zvuk podľa toho ako ho vníma ľavým a pravým uchom. Dôležité sú dve hlavné rozdiely. Rozdiel v čase (ITD = interaural time difference) v ktorom počujeme zvuk najprv v jednom a neskôr v druhom uchu. A rozdiel v intenzitách zvuku (ILD = interaural level difference), ako hlasno znel v jednotlivých ušiach. Tieto rozdiely sa nazývajú binaurálnymi pomôckami (binaurálny = „oboj-ušný“), pretože sa analyzujú vnemy z oboch uší. Binaurálne pomôcky sa nazývajú aj lokalizačnými parametrami.



Obr. 1 Schematické znázornenie zdroja zvuku na horizontálnej rovine okolo hlavy. Zvuk dorazí do ľavého ucha skôr a preto vznikne ITD a zvuk v pravom uchu znie s menšou intenzitou ako v ľavom ILD (Prekreslené podľa [3]).

2.2.1 Interaurálny rozdiel v čase: ITD

Zvuk dorazí skôr do bližšieho ucha k zdroju zvuku ako do druhého, pretože prechádza kratšiu dráhu. Rozdiel časov je rádovo v desatinách milisekúnd. Napríklad pre hlavu so šírkou 20 cm zvuk prichádzajúci kolmo sprava dosiahne ľavé ucho o 0.6 ms neskôr ako pravé [1] (Obr. 2). ITD má maximálnu hodnotu keď zvuk prichádza z boku, a minimálnu keď prichádza spredu.

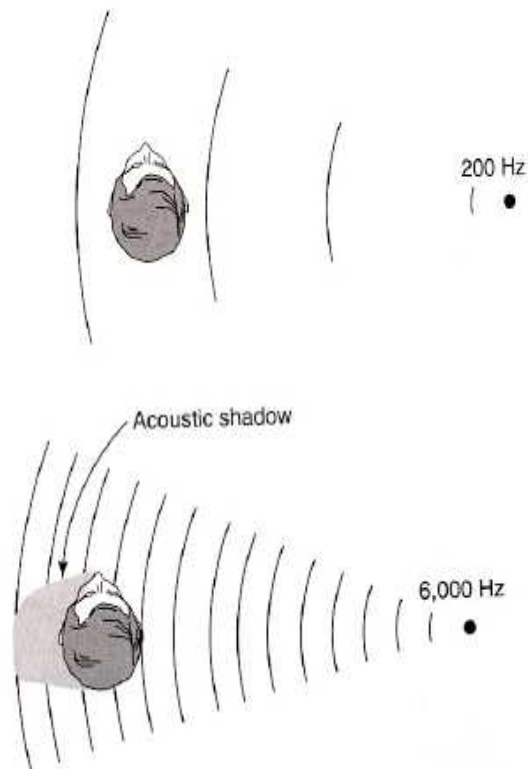


Obr. 2 ITD v závislosti od horizontálnej polohy zdroja zvuku (Prekreslené podľa [1]).

V mozgu existujú špecializované neuróny citlivé na ITD. Pomocou nich priradí zvuku zodpovedajúcu polohu v priestore.

2.2.2 Interaurálny rozdiel v intenzitách: ILD

ILD je spôsobené akustickým tieňom hlavy. Vysokofrekvenčné zvuky vytvárajú akustický tieň na opačnej strane hlavy ako prichádzajú. Jedno ucho sa v tomto tieni nachádza a preto bude intenzita počutého zvuku nižšia. To nám napomáha lokalizovať zdroj zvuku.



Obr. 3 Nízko-frekvenčné zvuky nevytvárajú akustický tieň (obrázok vľavo), vysoko-frekvenčné áno (obrázok vpravo) [2].

ILD je takisto ako ITD najväčšie pri zvuku znejúcom z boku. Na rozdiel od ITD je ILD frekvenčne závislé. Má efekt iba pre vysoké frekvencie. ITD je vhodnejšie pre zvuky nižšej frekvencie. Zvuky v rozsahu 20-2000 Hz sú lokalizované najmä pomocou rozdielov v čase (ITD) a zvuky z rozsahu 2000-20 000 Hz pomocou rozdielov v intenzite (ILD) [1].

2.3 Koktail party efekt

Koktail party efekt schopnosť zamerať pozornosť na jedného z viacerých hovoriacich v hlučnom prostredí plnom šumov [4].

Táto schopnosť sa javí jednoduchá, ale z odborného hľadiska psychológie a fyziológie je to zložitý problém. Pri jeho riešení interagujú signál z sluchovým vnemovým systémom a ten s centrálnou nervovou sústavou.

Tento problém je pripodobniteľný s problémom vyčlenenia jedného rečníka zo spektrogramu, čo stroje do dnes nedokážu [4].

Súvisiaci výskum týkajúci sa koktail party efektu prebieha už od polovice minulého storočia, kedy ho C. Cherry zaviedol v svojej práci *Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears 1953*.

Problém dodnes nie je celkom vysvetlený [5].

Koktail party efekt súvisí so selektívnou pozornosťou, lebo poslucháč selektuje jednu konverzáciu z množstva a zameria sa na ňu. Na otázku ako sa prvý pokúsil odpovedať práve C. Cherry.

Zistil, že pri odlišovaní hlasov pomáhajú nasledujúce faktory:

- . hlasy prichádzajú z rôznych smerov.
- . čítanie z pier, gestá a pod.
- . rôzne hlasy, stredné výšky tónov hlasov, stredné rýchlosti, muž vs. žena, atď.
- rôzne prízvuky
- prechodové pravdepodobnosti (založené na dynamike zvuku, syntaxi, ...)

Sedem fyzických atribútov zvuku ,ktoré môžu byť použité ako základ pre lokalizáciu zdroja zvuku.

- 1 . Spektrálne oddeľovanie
2. Profil priestoru
3. Harmonizácia
4. Priestorové oddeľovanie
5. Temporálna separácia
6. Temporálny onset a offset
7. Temporálna modulácia

Všetky faktory okrem posledného odstránil Cherry takým spôsobom, že nechal toho istého

človeka nahovoriť dve správy „cez seba“ na magnetofónovú pásku. Napriek tomu bolo možné správy rozlíšiť. Cherry na základe tohto zistenia usúdil, že človek je schopný predpokladať postupnosť slov na základe veľkého množstva prechodových pravdepodobností, ktoré má uložené v pamäti.

Experimenty sa často v tejto oblasti robia metódou „shadowing“ – tieňovanie, čo je počúvanie dvoch odlišných zvukových správ ľavým a pravým uchom [4]. Subjekt má úlohu sledovať a nahlas opakovať zvolenú z dvoch správ. V experimentoch Cherryho subjekt s touto úlohou nemal problém. Dokázal jednoducho zamerať pozornosť a tiež prepínať z jedného na druhé ucho. O správe, na ktorú subjekt zameriava pozornosť má len malú predstavu, avšak o druhej správe si nepamätá takmer vôbec nič. V experimente bolo zistené aké zmeny dokáže subjekt v ignorovanom uchu zaregistrovať.

zaregistroval tieto zmeny:

- zmena hlasu z mužského na ženský a naopak (zvyčajne)
- zmena reči na čistý tón (vždy)

nezaregistrovali tieto zmeny:

- zmena z angličtiny na nemčinu
- reverzne prehraná reč

Tieto výsledky ukazujú, že zo správy, na ktorú nemáme zameranú pozornosť, sme schopní si všimnúť všeobecné fyzikálne vlastnosti signálov. Detaily ako jazyk sémantiku a individuálne slova spozorovať nedokážeme.

3 Analýzy experimentov

3.1 Popis experimentu Best et al. (2008) Object continuity enhances selective auditory attention

3.1.1 Hypotézy kolektívu Best et al.

- Úspešnosť poslucháča porozumieť cieľovej správe je vyššia ak prichádza z jednej pevnej priestorovej pozície, ako keď sa priestorová pozícia mení.

- Ak je poslucháč informovaný vopred o polohe cieľového zdroja zvuku, negatívny vplyv prepínania pozornosti sa vytratí.

3.1.2 Metódy

Experimenty popísané v článku BEST, V., OZMERAL, E., KOPČO, N., SHINN-CUNNINGHAM, B., *Object continuity enhances selective auditory attention*

prebehli podľa nasledujúceho popisu a boli k nim vypracované nižšie popísané analýzy. Popísané procedúry a analýzy sú prebraté z

3.1.2.1 Subjekty

Experimentu 1 sa zúčastnilo 5 subjektov (2 muži a 3 ženy vo veku 23-39 rokov). Experimentu 2 sa zúčastnilo tiež 5 subjektov (2 muži a 3 ženy vo veku 24-30 rokov) z toho dvaja sa zúčastnili aj na prvom experimente. Títo dvaja zároveň pracovali na zbere dát a vyhodnocovaní a mali predošlé skúsenosti z podobnými experimentmi. Ostatní účastníci boli za svoju účasť peňažne odmenení. Všetky subjekty boli otestované, či majú sluch v norme (pre frekvencie od 250 Hz do 8 kHz).

3.1.2.2 Prostredie

Experimenty prebehli v špecializovanej komore. Subjekt sedel v jej strede na stoličke vybavenej opierkou hlavy pre minimalizáciu pohybu. Zvukové stimuly boli prehrávané piatimi reproduktormi umiestnenými na horizontálnej kružnici s polomerom 1,52 m vo výške uší okolo polohy subjektovej hlavy v laterálnom uhle alebo azimute - 30°, -15°, 0°, 15° a 30°.

Každý reproduktor mal na vrchu LED diodu. Subjekt zadával odpovede klávesnicou s LCD displayom. V komore bola tma, iba jedna malá lampa na zemi za stoličkou poskytovala dostatok svetla aby subjekt dokázal vidieť na klávesnicu. Riadiaci počítač so zvukovým hardwareom bol umiestnený mimo komory. Pomocou softwaru MATLAB (Mathworks) generoval generované a prezentoval stimuly, ako aj zbieral dáta a následne vykonal analýzy.

3.1.2.3 Stimuly

Stimuly pozostávali z čísel 1-9 hovorenými 15 rôznymi mužskými hlasmi z TIDIGIT database(27). V každom pokuse bolo prehratých 5 rôznych sekvencií štyroch čísel súbežne, každá iným reproduktorom. Každých 5 Číslic bolo náhodne vybraných s podmienkou, že v žiadnej zo štyroch časových pozícií nesmeli znieť dve číslice rovnaké ani hovorené tým istým hlasom naraz. Číslice začali znieť stále v ten istý moment a boli nasledované tichou pauzou kým odznela najdlhšia v danej pozícii. V každej časovej pozícii bola určená jedna číslica ako cieľová. štyri cieľové číslice v rôznych časových pozíciách tvorili cieľovú sekvenciu. V každej časovej pozícii svietila jedna LED dioda identifikujúca cieľový reproduktor. Vo fixovaných podmienkach (fixed conditions) počas celej sekvencie bol cieľový reproduktor ten istý. Menil sa ale medzi sekvenciami. V dvoch striedavých podmienkach (switching conditions) sa menil cieľový reproduktor tak, že cieľové číslice odzneli zo štyroch rôznych reproduktorov v rámci jednej sekvencie.

3.1.2.4 Podmienky

V rôznych blokoch experimentu boli prezentované sekvencie s rôzne dlhými tichými prestávkami ISI (ďalej už len ISI) medzi číslicami (0, 250, 500 a 1000 ms). Vo fixovaných podmienkach F (ďalej už len F) a striedavých synchronných S (ďalej už len S) LED diody svietili len počas znenia cieľovej číslice. V striedavých asynchronných A (ďalej už len A) LED dioda začala svietiť stále o príslušné ISI skôr ako zaznela číslica.

3.1.2.5 Experimenty 1 a 2

Počas experimentu 1 sa cieľový hlas náhodne menil počas sekvencie, s podmienkou, že žiaden hlas nemohol vyslovovať viac ako jednu číslicu naraz. Číslice počas sekvencie preto odzneli každá iným náhodným hlasom.

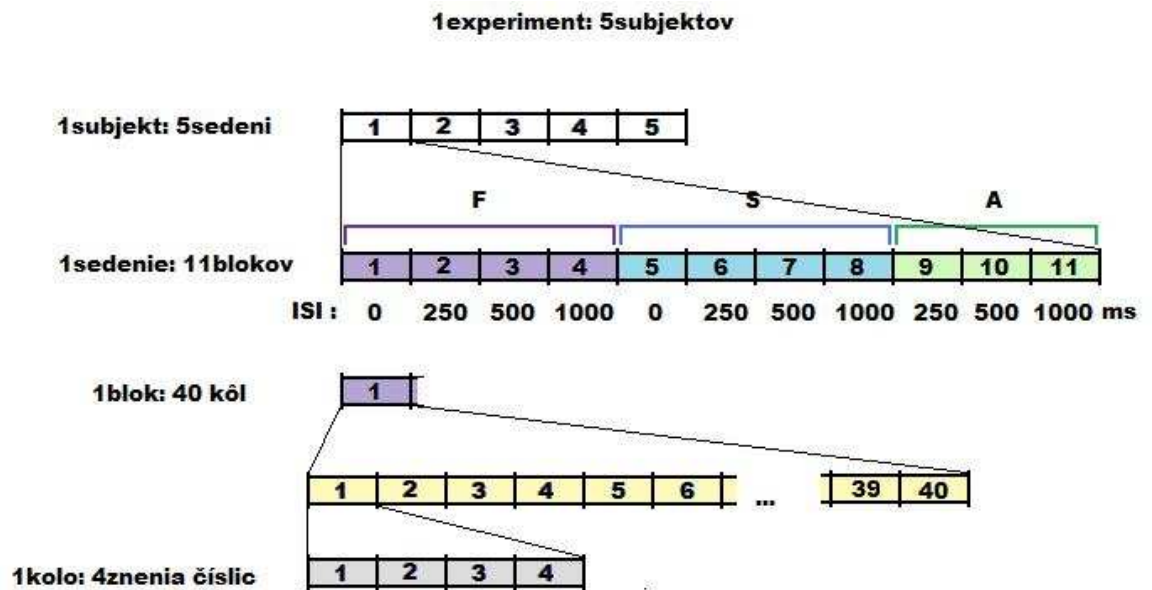
Počas experimentu 2 bol cieľový rovnaký pre celú sekvenciu. Menil sa ale medzi sekvenciami. Maskovacie hlasy boli vybrané náhodne. Tak ak v experimente 1.

3.1.2.6 Procedúra

V priebehu experimentu bolo úlohou subjektu sledovať LED diodou označené cieľové reproduktori a zadať číslice, ktoré z nich zazneli v správnom poradí. Ak nevedel odpovedať bol nútený hádať číslicu v danej časovej pozícii v sekvencii.

Pre každý subjekt experiment pozostával z 5 sedení, z ktorých každé prebehlo v iný deň. Každé sedenie obsahovalo bloky pre všetky kombinácie jednotlivých podmienok a ISI. Pre podmienky S a A a ISI rovné 0 ms, sú reálne podmienky rovnaké. LED dioda zasvieti o 0 ms skvor ako začne znieť číslica, teda v skutočnosti nezasvieti skvor. Preto tento blok prebehol iba jeden krát za sedenie. Spolu bolo teda v jednom sedení 11 blokov. Poradie blokov v sedení bolo náhodné. Subjekt bol informovaný o ISI a podmienkach bloku pomocou LCD displaya na klávesnici. Každý blok obsahoval 40 pokusov, a teda 40 cieľových sekvencii .

Subjekt neabsolvoval žiaden tréning. Príklady situácií mu boli predvedené počas vysvetlenia procedúry.

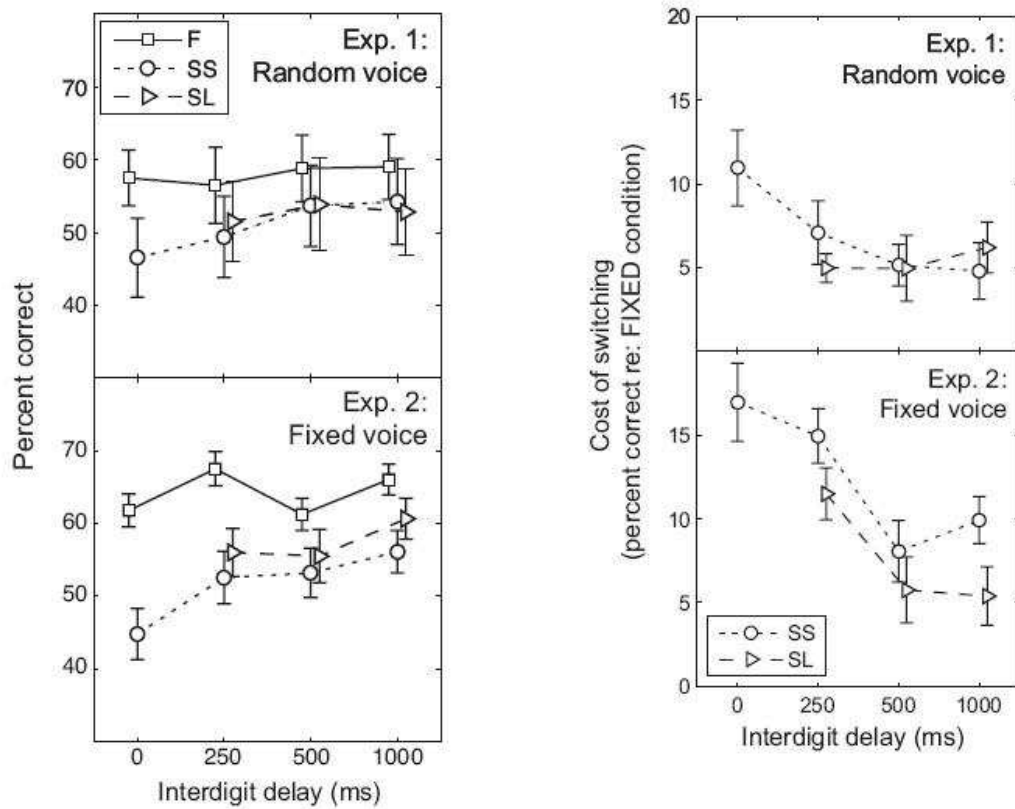


Obr. 4 štruktúra meraní v experimente [5]

3.1.3 Výsledky

V experimentoch sa potvrdilo, že nutnosť prepínania sluchovej pozornosti negatívne ovplyvňuje percentuálnu správnosť odpovedí pre všetky možné ISI. Priemerná úspešnosť pre podmienky F bola pre krátke ISI rovné 0 bola lepšia ako v podmienkach S až o viac ako desať percent.

Druhá hypotéza sa nepotvrdila. Presúvanie sluchovej pozornosti je síce úspešnejšie, ak subjekt dostane informáciu o polohe zdroja cieľového slova vopred. Tak tomu bolo v podmienkach A, kde svetelný signál LED diody vopred oznámi poslucháčovi, z ktorého reproduktora zaznie cieľová číslica. Táto závislosť sa na viac javí výraznejšia čím dlhšia je doba, ktorú informácia o zdroji zvuku predstihne samotný cieľový zvuk. Pre vysoké ISI v podmienkach A pre experiment 2, kde je cieľový hlas stály počas celej sekvencie, sa úspešnosť voči podmienkam S zvýšila skoro o 5 percent. Avšak aj pri poskytnutí informácii o polohe zdroja cieľového zvuku o najvyššie ISI 1 sekundu bol negatívny vplyv nutnosti prepínania pozornosti (cost of switching) stále evidentný.



Obr. 5 Výsledky experimentov [5], vľavo úspešnosť v závislosti voči ISI pre jednotlivé podmienky S(SS) A(SL) F(F), priemerované cez subjekty. Vpravo negatívny vplyv nutnosti prepínania pozornosti.

3.2 Originálna analýza dát z experimentu [6]

3.2.1 Hypotézy

- Uhlová vzdialenosť, o ktorú subjekt posúva svoju pozornosť, negatívne vplýva na schopnosť subjektu správne identifikovať následné cieľové slovo. Čím väčšia je vzdialenosť tým menšia je úspešnosť odpovedí.
- Pri zameriavaní pozornosti na rôzne uhlové pozície reproduktora bude úspešnosť subjektu tiež rôzna. Je rôzne náročné presunúť pozornosť na reproduktor priamo pred subjektom ako na krajný reproduktor a podobne.

3.2.2 Analýza

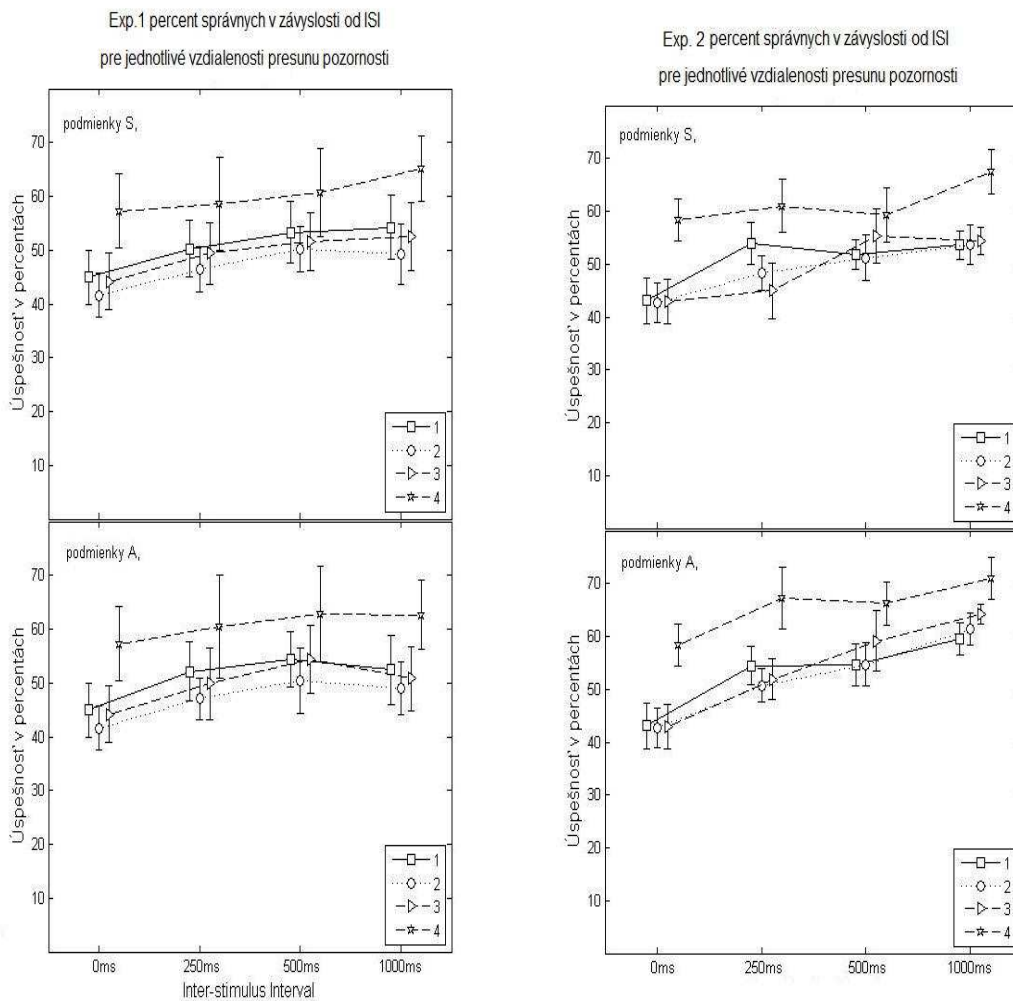
Analýzu dát nazbieraných pri experimentoch z článku [6] som previedol pomocou softwaru MATLAB (Mathworks).

Výsledky som vyhodnocoval pre experiment 1 (stály cieľový hlas) a 2 (meniaci sa cieľový hlas) zvlášť. Uvažoval som iba podmienky S a A, pretože pri podmienkach F k presunu priestorovej pozornosti nedochádza v rámci jedného kola.

V každom kole pokusu odznie jedna cieľová sekvencia 4 číslíc vyslovených každej z iného reproduktora. Medzi týmito prehratiami teda dochádza k trom presunom pozornosti. Od prvého cieľového reproduktora k druhému, od druhého tretiemu a od tretieho k štvrtému. Tieto presuny pozornosti som triedil podľa vzdialenosti, o ktorú musel poslucháč pozornosť presunúť (teda o 1, 2, 3 alebo 4 reproduktory).

Laterálny uhol polohy cieľového reproduktora som považoval taktiež za dôležitý. Keďže rozloženie reproduktorov a nasmerovanie poslucháča boli symetrické podľa mediálnej roviny môžeme predpokladať symetriu vnímania pre náprotivné laterálne pozície. Preto som rozdelil polohy reproduktora na tri skupiny podľa laterálneho uhla, alebo absolútnych hodnôt azimutu polohy reproduktora vzhľadom na smer priamo dopredu. Laterálne uhly sú 0° pre reproduktor priamo vpredu v strede, 15° pre 2 reproduktory susediace s prostredným reproduktorom, 30° pre 2 krajné reproduktory, susediace každý iba s jedným reproduktorom (v pozícii 15°). Pre každú z týchto troch laterálnych polôh som zvlášť vyhodnotil úspešnosť pre jednotlivé vzdialenosti presunu pozornosti.

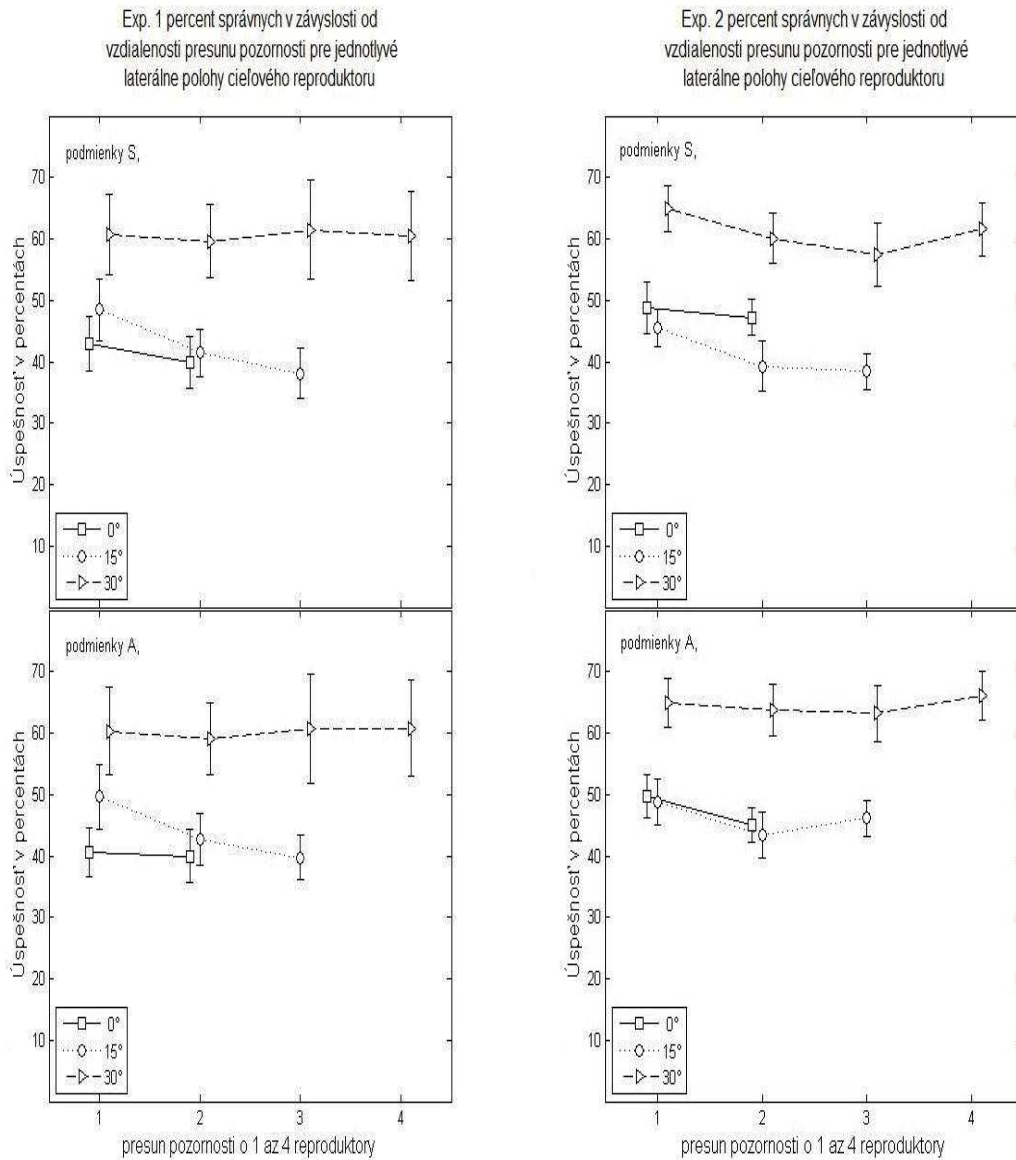
3.2.3 Výsledky



Obr. 6 Percentuálna úspešnosť v závislosti od dĺžky ISI pre jednotlivé vzdialenosti presunu pozornosti, priemer cez všetky subjekty. Errorbary znázorňujú štandardnú chybu.

Obrázok 6 znázorňuje aká bola úspešnosť v experimente voči dĺžke ISI pre presun pozornosti o jednotlivú vzdialenosť. Očakávanie bolo, že najnižšia úspešnosť sa ukáže pri najväčšej vzdialenosti, o ktorú je nutné presunúť pozornosť (o 4 reproduktory) a najnižšia pre najkratšiu vzdialenosť (o 1 reproduktor.). Preukázalo sa však, že najúspešnejší boli poslucháči pri presune pozornosti o 4 reproduktory a teda najväčšiu. V tejto analýze neboli dáta triedené podľa laterálnej pozície cieľového reproduktora.

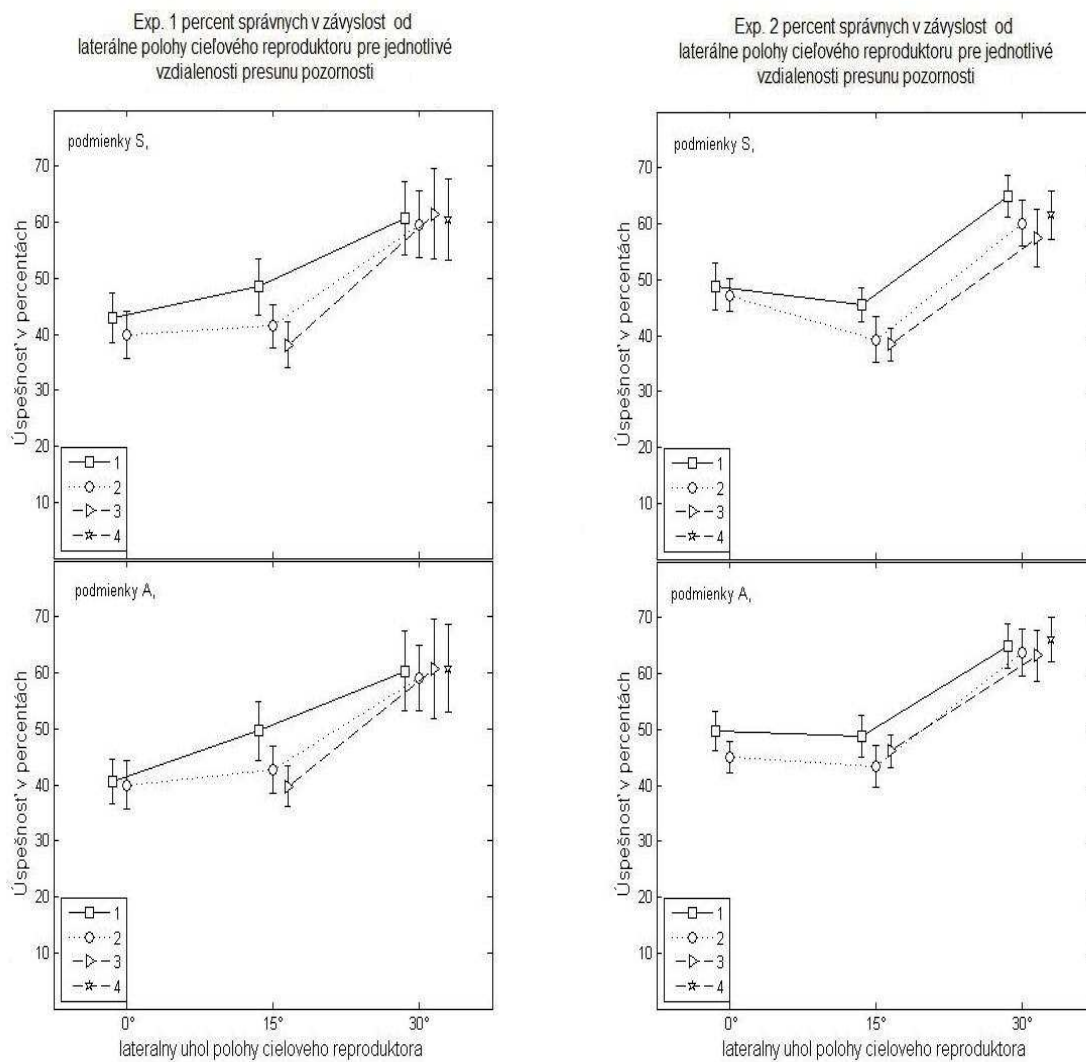
V prípade keď sa pozornosť presúva o 4 reproduktory je cieľovým reproduktorom stále iba krajný (s azimutom 30°), keďže bolo použitých iba 5 reproduktorov. V tejto postrannej laterálnej pozícii predpokladáme vyššiu úspešnosť. Preto boli dáta vytriedené a vyhodnotené pre každú laterálnu pozíciu (0° , 15° , 30°) zvlášť.



Obr. 7 Percentuálna úspešnosť v závislosti od vzdialenosti presunu pozornosti pre jednotlivé laterálne polohy cieľového reproduktora, priemer cez všetky subjekty a ISI. Errorbary znázorňujú štandardnú chybu.

Obrázok 2 znázorňuje ako úspešné boli odpovede pre jednotlivé laterálne polohy cieľového reproduktora v závislosti aj od vzdialenosti prepínania pozornosti. Sú zpriemernené cez ISI. Z grafu jasne vyplýva, že pre krajnú laterálnu polohu s azimutom 30° bola úspešnosť jednoznačne najlepšia pri všetkých vzdialenostiach presunu pozornosti. Graf pre experiment 1 naznačuje aj nárast úspešnosti tým, čím bol cieľový reproduktor umiestnený viac na kraji. Najhoršie výsledky sa vyskytli pri prostrednom reproduktore, a zlepšovali sa s nárastom azimutu polohy reproduktora. V experimente 2 sa to však nepotvrdilo.

Z porovnania plynie tiež zaujímavé zistenie, že najvýraznejší rozdiel medzi experimentom 1 (meniaci sa cieľový hlas) a experimentom 2 (stály cieľový hlas) je vo výsledkoch odpovedí, keď subjekt zamieroval svoju pozornosť práve na prostredný reproduktor (azimut 0°). V oboch typoch podmienok S aj A sa pre túto polohu presunu pozornosti výsledok zlepšil v experimente 2 so stálym cieľovým hlasom v rámci sekvencie. Viditeľný je aj nárast presnosti pri zamierovaní pozornosti na okrajové polohy reproduktora (30°) z experimentu 1 na experiment 2.



Obr. 8 Percentuálna úspešnosť v závislosti od laterálnej polohy cieľového reproduktora pre jednotlivé vzdialenosti presunu pozornosti, priemer cez všetky subjekty a ISI. Errorbary znázorňujú štandardnú chybu.

Obrázok 3 znázorňuje ako úspešnosť odpovedí závisí od azimutu polohy cieľového reproduktora. Závislosť je vykreslená zvlášť pre každú vzdialenosť presunu pozornosti. Vidíme ako v experimente 1 úspešnosť rástla, čím bol cieľový reproduktor viac na kraji. V experimente 2 toto neplatí.

Opäť vidieť zlepšenú presnosť pre zameranie pozornosti na prostredný reproduktor. Z týchto zistení vyplýva hypotéza, že ak je poslucháčovi známi cieľový hlas, zlepšuje sa tým najmä jeho schopnosť zamerať pozornosť priamo dopredu. Túto hypotézu by bolo vhodné overiť pri analýze iných experimentov.

3.2.4 Záver

3.2.4.1 Zhodnotenie hypotéz

- *Uhlová vzdialenosť, o ktorú subjekt posúva svoju pozornosť, negatívne vplýva na schopnosť subjektu správne identifikovať následné cieľové slovo. Čím väčšia je vzdialenosť tým menšia je úspešnosť odpovedí.*

Hypotéza sa síce potvrdila ale táto závislosť sa javí iba veľmi malá vychádzajúc z dostupnej množiny dát.

Najviac hypotézu potvrdzujú údaje z presúvania pozornosti na cieľový reproduktor s azimutom polohy 15° . Takéto reproduktory boli dva (ľavý a pravý) a bola na ne presúvaná pozornosť o vzdialenosť 1, 2, a 3 reproduktorov. Najlepšie je jav viditeľný na obrázku 2 (krúžky spojené bodkovanou čiarou) a 3 (cieľový azimut 15° , porovnanie bodov v druhom zhluku zľava)!!!! s výnimkou grafu pre experiment 2 a podmienky A. Naopak pri presúvaní pozornosti na krajné reproduktory (azimut 30°) sa hypotéza potvrdila len v experimente 2 pre podmienky S, a to len pre presunutie pozornosti o jeden až tri reproduktory.

Pre analýzy tejto hypotézy by bolo vhodné použiť dáta iného experimentu, v ktorom je viacej možných vzdialeností presunu pozornosti, a to pre viac cieľových polôh reproduktora. V tomto experimente sa o vzdialenosť 4 dala pozornosť presunúť len z krajného na opačný krajný reproduktor. Toto obmedzenie znemožnilo použiť túto vzdialenosť presunu pozornosti v porovnaníach.

- *Pri zameriavaní pozornosti na rôzne uhlové pozície reproduktora bude úspešnosť subjektu tiež rôzna. Je rôzne náročné presunúť pozornosť na reproduktor priamo pred subjektom ako na krajný reproduktor a podobne.*

Hypotéza sa potvrdila výrazne v experimente 1 (Obrázok 3 ľavá časť)!!! Pre všetky vzdialenosti presunu pozornosti. Najťažšie bolo zamerať pozornosť na prostredný reproduktor, ktorý bol obklopený rušivými reproduktormi z oboch strán. Najlepšie zameriavali subjekty pozornosť v oboch experimentoch na krajné reproduktory (azimut 30°). Tieto susedili každý iba s jedným rušivým reproduktorom (s azimutom 15°). Avšak v experimente 2 sa zlepšila úspešnosť pre pozíciu cieľového reproduktora 0° , teda prostredného.

3.3 Popis experimentu z Diplomovej práce Horváth (2008)

3.3.1 Metódy

Nasledujúci popis experimentu a analýz je prebratý z [7] Horváth.

Experimentov sa zúčastnilo 8 subjektov (4 ženy a 4 muži vo veku 21 – 26 rokov). Každý subjekt absolvoval 10 sedení. Každé sedenie obsahovalo 3 bloky, statický synchronný a asynchronný. V rámci bloku sa menila dĺžka ISI 5, 500, alebo 2000 ms. V rámci jedného kola bolo ISI konštantné. V každom bloku odznelo každé ISI pre každú polohu reproduktora. Každý blok obsahoval teda 15 kôl. 1kolo pozostávalo z predstavenia, a prezentácie. V kole bol jeden hlas určený ako cieľový. Predstavenie aj prezentácia pozostávali zo sekvencie 4 vyslovených náhodne vybraných číslic cieľovým hlasom. V predstavení znel iba cieľový hlas, v prezentácii zneli zo zvyšných 4 reproduktorov náhodné maskovacie číslice hovorené náhodným odlišným hlasom.

Úlohou subjektu bolo správne identifikovať 4 číslice sekvencie v kole znejúce z reproduktora identifikovaného pomocou zvukového indikátora cue. Cue bol zvukový stimul dlhý 5ms o frekvencii 20,05kHz .

V statickom bloku cieľový hlas nemenil pozíciu v rámci jedného kola, ale menil ju medzi kolami. V synchronnom a asynchronnom bloku cieľový hlas menil polohu náhodne. Iba v asynchronnom bloku odznelo cue pred ISI a teda informovalo vopred subjekt o polohe cieľového hlasu pre nasledujúcu číslicu v sekvencii.

5 reproduktorov bolo umiestnených symetricky.

3.3.2 Výsledky

V experimente sa potvrdilo, že vopredná vedomosť subjektu o polohe cieľového reproduktora zvyšuje jeho úspešnosť. Najvyššia bola v statických kolách. V asynchronných keď subjekt dostal informáciu o polohe cieľa o ISI vopred bola úspešnosť vyššia ako v synchronných.

Porozumenie pri synchronných a asynchronných kolách sa zlepšilo s rastúcim ISI. Pri statických kolách bola úspešnosť nezávislá od ISI.

Úspešnosť bola vyššia pri zameraní pozornosti na krajné reproduktory v statických kolách.

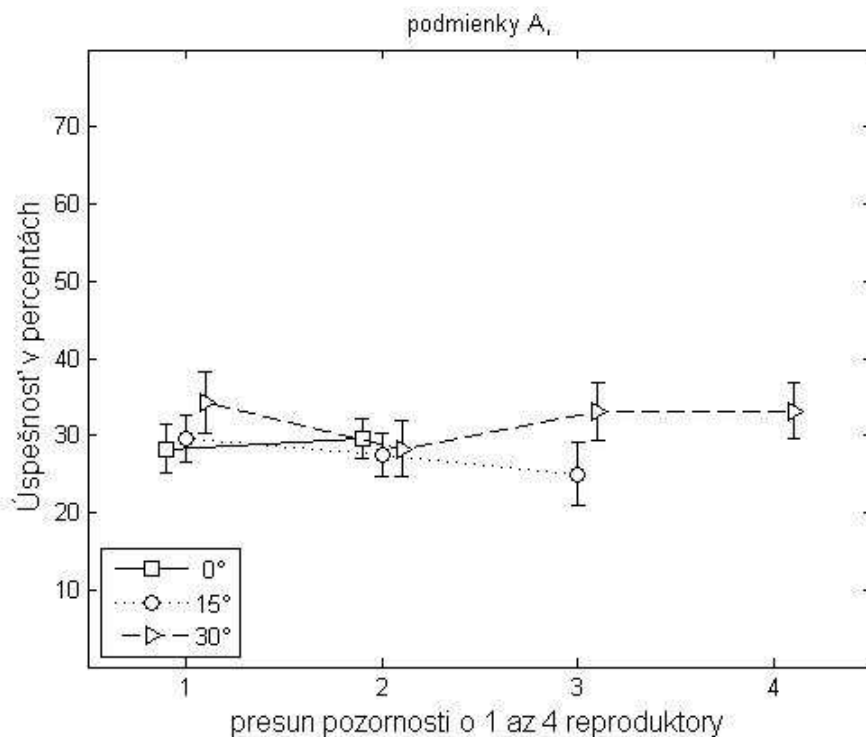
3.4 Originálna analýza dát z experimentu [7]

Na tomto experimente som vykonal identickú analýzu ako na experimente BEST!!!!. Zohľadňoval som iba dáta z asynchrónnych a synchrónnych blokov lebo iba v nich bolo potrebné pozornosť v rámci kola presúvať.

Moja hypotéza, že s rastúcou vzdialenosťou presunu pozornosti bude klesať úspešnosť odpovedí sa ukázala ako možná iba v jednej situácii. Keď bola presúvaná pozornosť na reproduktor v uhlovej pozícii 15° v asynchrónnych podmienkach (krúžky spojené bodkovanou čiarou). V ostatných analýzach boli dáta ťažko vyhodnotiteľné. Trendy v grafoch s krížili a menili vzhľadom na vzdialenosť presunu pozornosti, ako aj polohu reproduktora, na ktorý bola pozornosť presúvaná.

Hlavným rozdielom medzi týmto experimentom a experimentom [6] bol spôsob oznámenia o polohe cieľového hlasu.

Kvôli minimálnemu prínosu analýzy pre moju štúdiu sa tejto diplomovej práci venujem iba v krátkosti.



Obr. 9 Percentuálna úspešnosť v závislosti od vzdialenosti presunu pozornosti pre jednotlivé laterálne polohy cieľového reproduktora, priemer cez všetky subjekty a ISI. Errorbary znázorňujú štandardnú chybu.

4 Zariadenie FASTRAK – Polhemus

4.1 Opis zariadenia FASTRAK – Polhemus

FASTAK – Polhemus je elektromagnetické zariadenie vyrobené na meranie priestorovej polohy a orientácie. Pozostáva z SEU jednotky (The System Electronics Units), vysielачa a prijímača. Prijímač a vysielач sú zapojené do SEU.

4.1.1 Princíp merania

Zariadenie pracuje tak, že vysielач vytvára nízko-frekvenčný elektromagnetický signál, prijímač ho zachytáva a v SEU prebehnú matematické algoritmi vyhodnocujúce signál. Potom SEU vysielач do pripojeného počítača informáciu o priestorovom umiestnení snímača. Je možné pripojiť až 4 prijímače k jednej SEU, ale iba jeden vysielач. Pre svoje veľmi nízke oneskorenie je zariadenie FASTRAK veľmi vhodné pre meranie polohy v reálnom čase, alebo rýchle načítavanie veľkého množstva údajov. Zariadenie komunikuje s počítačom cez sériové rozhranie RS-232 alebo USB port. Výrobca uvádza statickú presnosť 0,08cm pre súradnice a 0,15° pre priestorové uhly a rozlíšenie 0.0005cm/cm rozsahu merania. Kovové predmety v blízkosti vysielачa alebo prijímača môžu ovplyvniť výsledky merania.

4.1.2 SEU (The System Electronics Unit)

SEU elektronická jednotka je samostatná jednotka, ktorá má byť vhodne umiestnená na pracovisku, v blízkosti riadiaceho počítača. Je do nej pomocou konektorov možné pripojiť až 4 prijímače a jeden vysielач. S počítačom komunikuje pomocou rozhrania RS – 232 alebo USB.



Obr. 10 SEU pohľad zo zadnej strany

Na zadnom paneli sa nachádzajú 4 konektory pre pripojenie prijímačov a 1 konektor pre pripojenie vysielača.



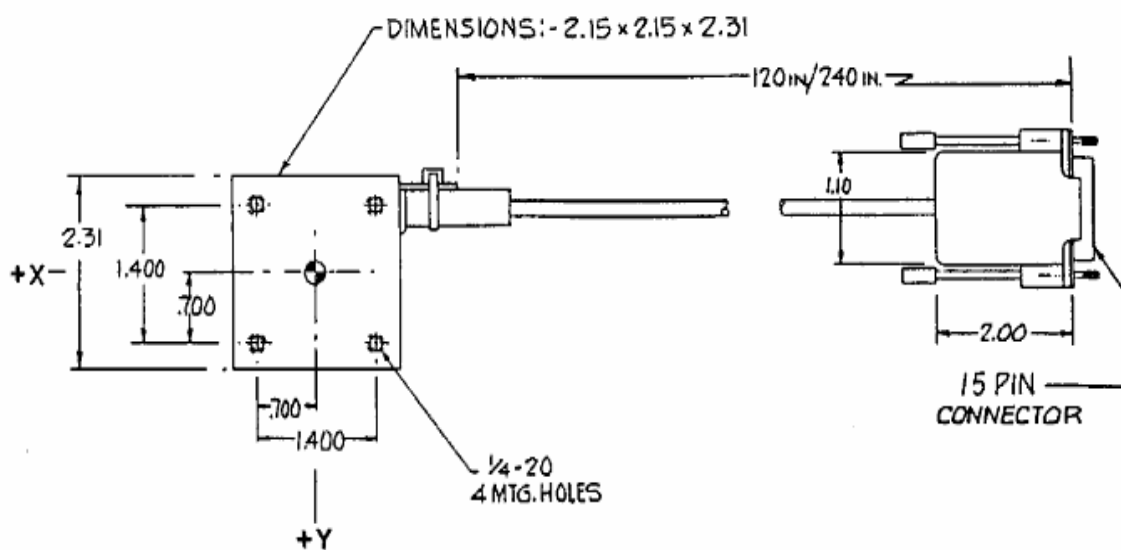
Obr. 11 SEU pohľad z prednej strany

Na prednom paneli sa nachádza napájacia prípojka, napájací spínač, sériový port RS-232, USB port a sada ôsmich riadiacich logických prepínačov.

4.1.3 Vysielač

Vysielač je zariadenie zložené z troch koncentrických stacionárnych antén. Má formu plastového hranolu pripojiteľného káblom ku SEU. Má byť umiestnený čo najbližšie pri prijímači počas merania pre vyššiu presnosť. Pritom treba dbať na to aby

pripájací kábel nebol zvinutý v jeho blízkosti, čím by mohol ovplyvňovať magnetické pole.



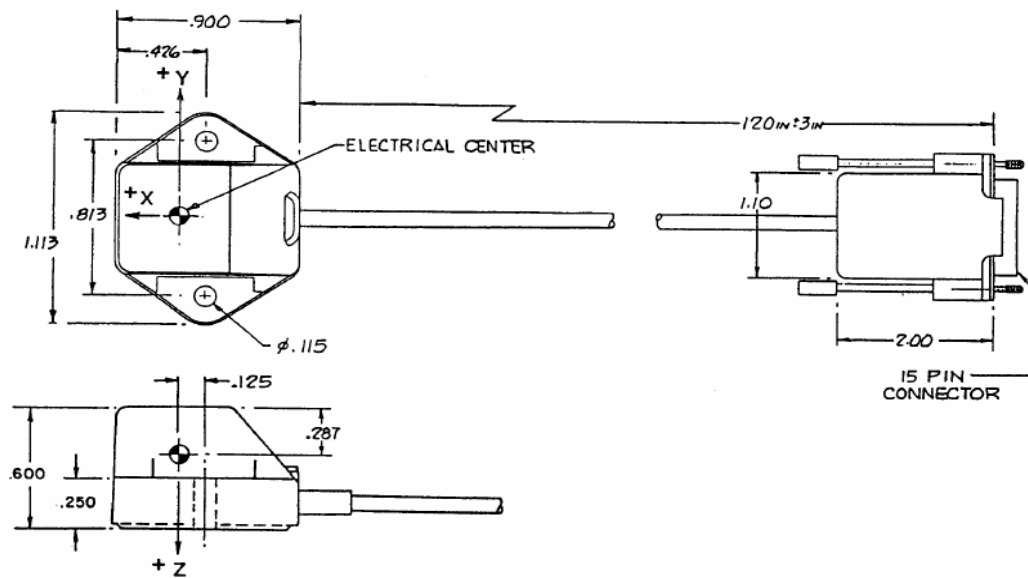
Obr. 12 Technický náčrt vysielča v palcoch



Obr. 13 Vysielač

4.1.4 Prijímač

Prijímač je malé zariadenie zložené z troch koncentrických antén, vo forme malého plastového čidla pripojiteľného káblom k SEU. Kvôli zabráneniu šumu čidlo je tak isto ako vysielateľ vhodné umiestniť tak aby sa v jeho blízkosti nenachádzali kovové predmety ani jeho zvinutý kábel. Má byť uchytený na sledovanom objekte nekovovým materiálom.



Obr. 14 Technický náčrt prijímača v palcoch



Obr. 15 Prijímač

4.1.5 Výstup zariadenia

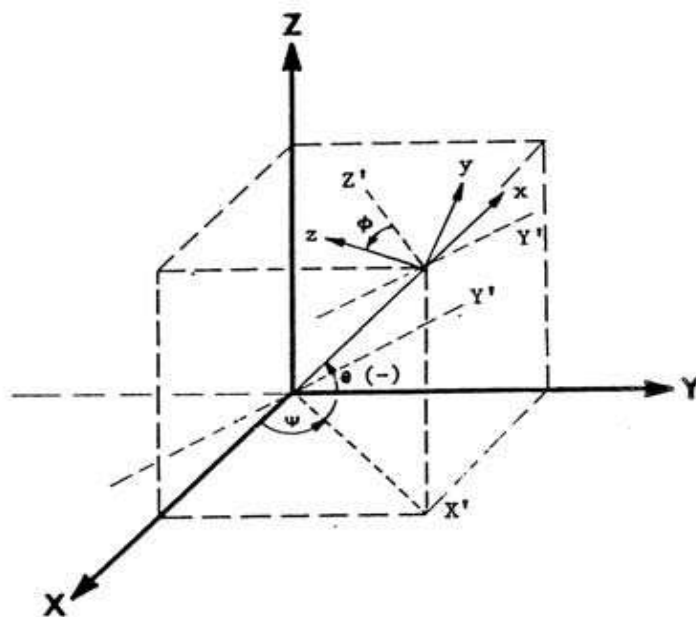
Elektromagnetické pole vytvorené vysielateľom je snímané prijímačom, ktorý sa v poli nachádza. Údaje z prijímača sa v SEU matematicky vyhodnotia. Do počítača sú údaje odoslané pre šesť stupňov voľnosti v tvare:

[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]

1. identifikátor prijímača,
2. pozícia na osi x,
3. pozícia na osi y,
4. pozícia na osi z,
5. azimut (uhol v rovine osí x, y),
6. elevácia (uhol v rovine osí y, z),
7. otočenie (uhol v rovine osí x, z).

Súradnice x, y, z sú súradnice štandardnej trojrozmernej pravouhlej karteziánskej súradnicovej sústavy. Azimut elevácia a otočenie sú Eulerové uhly.

Tieto údaje som prijímal a spracoval pomocou softwaru MATLAB (Mathworks). Počítač bol pripojený pomocou RS232 to USB adaptéru. Tento adaptér automaticky pridá k počítaču 4 štandardné sériové porty, ktoré sú automaticky nakonfigurované pre bežne používané operačné systémy (MS Windows, Linux, Mac).



Obr. 16 Eulerove uhly

4.2 Úprava a vyhodnotenie programového kódu pre FASTRAK – Polhemus

V skripte používajúcom funkciu `get_trk_pos.m` je potrebné nastaviť frekvenciu a číslo portu, do ktorého je FASTRAK zariadenie pripojené. Tieto premenné sú vstupom pre funkciu `init_trk.m` inicializujúcu komunikáciu s trackerom. Výstupom je smerník na tracker, pomocou ktorého sa dá zariadenie riadiť podľa manuálu dostupnom na web stránke zariadenia.

Vytvoril som funkciu v prostredí MATLAB (Mathworks) `get_trk_output.m`. Vstupom do nej je počet požadovaných načítaní údajov zariadenia. Výstupom je dvojrozmerná matica údajov roztriedených v šiestich stĺpcoch pre jednotlivé stupne voľnosti. Matica má taký počet riadkov aký zadáme na vstup pre jednotlivé načítania údajov. Vracia iba zrozumiteľné výstupy Trackera. Nezrozumiteľné ignoruje a nahrádza nasledujúcim zrozumiteľným.

Úprava funkcie aby vracala iba 6-miestny vektor priemerov stupňov voľnosti je možná jednoducho odkomentovaním prvého a posledného riadku programového kódu funkcie.

4.2.1 Meranie presnosti zariadenia FASTRAK – Polhemus v Laboratóriu vnímania a kognície

4.2.1.1 Motivácia

Pri lokalizačných experimentoch v Laboratóriu vnímania a kognície na Katedre kybernetiky a umelej inteligencie na Technickej Univerzite v Košiciach sa používa lokalizačný kamerový systém. Tento systém sníma polohu predmetov označených LED diodami ako dvojrozmerný obraz z pohľadu zhora. Nevýhodami tohto spôsobu sú nemožnosť snímať priestorové pozície objektov a tiež potreba nízkej intenzity osvetlenia v laboratóriu. Iba v takých podmienkach totiž kamerový systém dokáže poskytnúť programovo spracovateľný obraz, kde je svetelná intenzita medzi LED diodami a okolím výrazná.

Zariadenie FASTRAK – Polhemus tieto obmedzenia eliminuje, keďže sníma priestor trojrozmerné a na meranie nepoužíva svetelné zariadenia, ale elektromagnetický signál.

Laboratórium obsahuje zvukovú komoru vybavenú špeciálnymi zvukovo izolačnými stenami z panelov obsahujúcich kovový materiál. Aj iné zariadenia nutne sa nachádzajúce v priestore komory sú vyrobené aj z kovových materiálov. Sú to napríklad reproduktory, stojany reproduktorov, súčasti kamerového systému a kabeláž. Kovové predmety zakrivujú a deformujú elektromagnetické pole, ktoré zariadenie FASTRAK – Polhemus používa. Je preto nutné vykonať merania o jeho efektívite v tomto prostredí.

Keďže pri meraniach vnemov ľudských subjektov je často rozhodujúci čas, meranie času, v akom pomocou zariadenia dokážeme prijímať dáta je tiež motívom vykonaných experimentov.

4.2.1.2 Ciele merania

Cieľmi meraní sú zistenia, aké presné je zariadenie polhemus v daných podmienkach. Cielene namerané údaje pre tento experiment boli vyhodnotené a porovnané s pravítkovým meraním.

4.2.1.3 Prostredie merania

Merania prebehli v zvukovej komore v Laboratóriu vnímania a kognície. Steny komory sú zložené z kovových panelov. Ďalšie kovové predmety v komore sú reproduktory, stojany reproduktorov, súčasti kamerového systému a kabeláž.

Pre účely merania som za lokalizované objekty zvolil sadu deviatich reproduktorov umiestnených v laboratóriu, ktoré boli používané na zber dát pre bežiacie experimenty. Polohou reproduktora rozumieme stred prednej steny reproduktora, odkiaľ vychádza zvuk. Reproduktory sú umiestnené na štvrtkružnicovom výseku z kružnice s polomerom 1,1m so stredom v polohe plánovanej polohy stredu hlavy subjektu lokalizačného experimentu. Kružnica je rovnobežná s horizontálnou rovinou.

Plastový stojan pre vysielač lokalizačného zariadenia som umiestnil do stredu spojnice kolmých priemetov polohy krajných dvoch reproduktorov na vodorovnú rovinu podlahy. Vysielač bol uchytený na vrchu stojanu lepiacou páskou asi vo výške 30 cm nad podlahou. Bol orientovaný tak, že jeho os x smerovala priamo nahor, a os y bola rovnobežná so spojnicou stredu oblúku reproduktorov a pravého krajného reproduktora. Umiestnenie vysielača si nevyžadovalo pre potreby merania veľmi vysokú presnosť. Porovnávané totiž neboli namerané polohy s reálnymi polohami, ale

vyrátané vzdialenosti medzi bodmi v statickej súradnicovej sústave s pravítkovo nameranými vzdialenosťami. Statickosť súradnicovej sústavy meraní FASTRAK – Polhemus zariadením zaručovalo pevné uchytenie vysielača počas celého experimentu. Vysielač je považovaný za počiatok karteziánskej súradnicovej sústavy.

4.2.1.4 Procedúra

Merané boli polohy deviatich reproduktorov (stred prednej steny reproduktora) v poradí od pravého krajného reproduktora po ľavý krajný. Snímač bol na ne umiestnený a prichytený povrazom. Na priestorovú orientáciu nebol braný ohľad kvôli náročnosti jej porovnania s reálnou orientáciou. Pre každú polohu reproduktora bolo uložených 100 cyklicky načítaných zrozumiteľných hodnôt výstupu FASTRAK zariadenia. Nezrozumiteľné výstupy z dôvodu chyby zariadenia alebo prenosu boli v cykle načítavania odignorované a nahradené nasledujúcim zrozumiteľným výstupom.

Časová závislosť bola meraná pre 1, 5, 10 a 20 úspešne načítaných zrozumiteľných výstupov FASTRAK zariadenia.

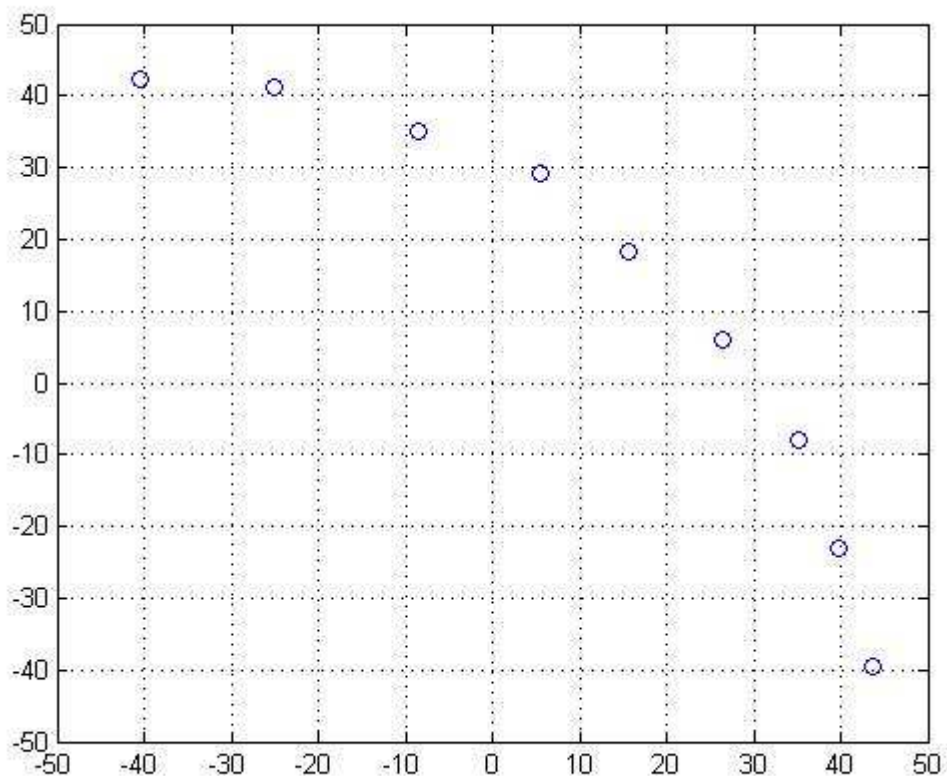
4.2.1.5 Výsledky

Tabuľka 1. priemerné hodnoty:

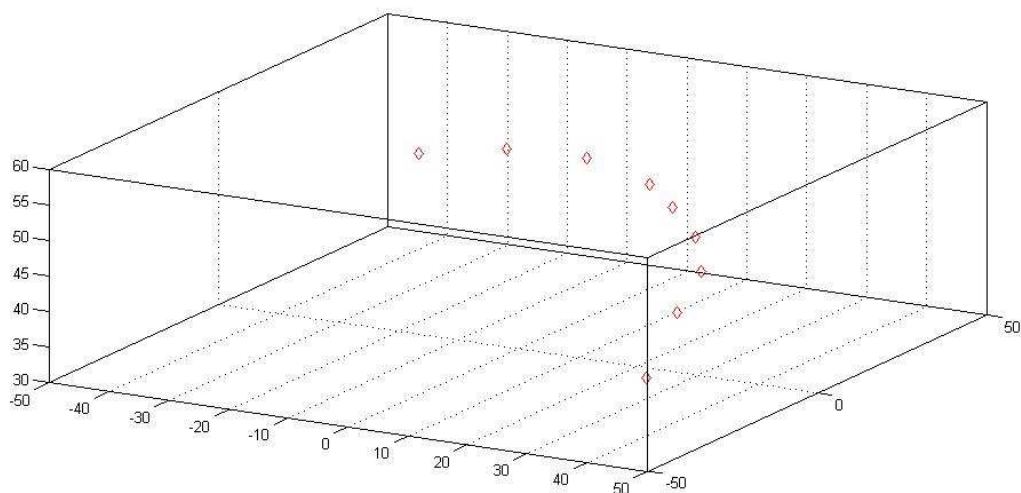
avg	X	y	z	Azimuth	elevation	Roll
Repr 1	39,9386	43,7489	-39,4431	-9,2574	-27,6258	-532,0022
Repr 2	45,1586	39,7393	-23,0025	5,1748	25,7825	-506,8074
Repr 3	46,9883	35,1748	-8,0735	-37,5567	-72,8024	-370,4147
Repr 4	47,6489	26,4406	5,8671	-52,7147	-65,8741	-285,7717
Repr 5	47,8496	15,5593	18,2245	-55,8702	-78,6121	-231,9073
Repr 6	47,3515	5,4761	29,1638	-135,8165	-139,8900	-206,8002
Repr 7	48,1296	-8,4258	35,1715	-121,5049	-60,2683	-144,0952
Repr 8	45,9889	-25,1148	41,1760	-200,7125	-88,4508	-16,2490
Repr 9	43,2154	-40,5490	42,3993	-194,6544	-47,0909	-6,2174

Tabuľka obsahuje priemerné hodnoty zo 100 meraní pre každý reproduktor. Hodnoty priestorových súradníc sú uvedené cm. FASTRAK ich udával defaultne v palcoch, preto boli vynásobené prepočtovou konštantou 2,54. Hodnoty uhlov priestorovej orientácie sú náhodné, a v analýze neboli medzi sebou, ani s nijakou pevnou orientáciou porovnávané. Sú zobrazené v defaultných jednotkách, uhlových stupňoch.

Už na prvý pohľad je jasné, že hodnoty sú menšie ako som očakával. Keďže s horizontálnou rovinou boli zhruba rovnobežné osi y a z, polohy reproduktorov boli vyhodnotené pri pohľade z hora ako na obrázku 555555.!!! . Keďže opisujú nepresný štvrt' kruh rozdiel jednotlivých súradníc prvého a posledného reproduktora by mal zodpovedať polomeru kružnice opísanej reproduktormi. Jeho hodnota polomeru by mala byť 1,1 m, rovná reálnej vzdialenosti reproduktorov od predpísanej polohy hlavy subjektu. FASTRAKom nameraná vzdialenosť je však menšia. Pre y súradnicu je 84.2979 cm , a pre z súradnicu je 81.8424 cm. To by však s istotou platilo len pre zaručenú orientáciu osi y rovnobežne so spojnicou polohy poslucháča s krajným reproduktorom. Toto som nedokázal zaručiť. Vysielač bol nasmerovaný približne.



Obr. 17 Vykreslenie priemerných nameraných súradníc Y a Z pre jednotlivé merania (reproduktory)



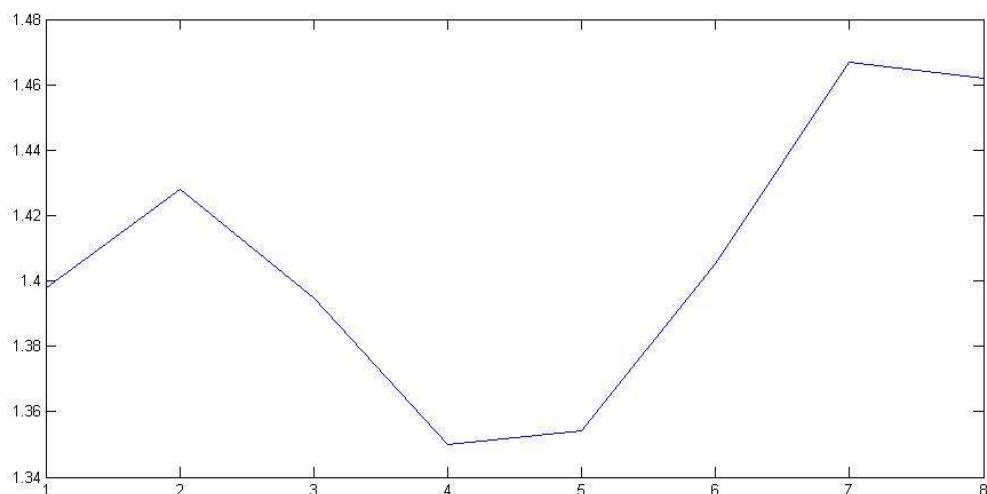
Obr. 18 Vykreslenie priemerných nameraných súradníc X, Y a Z pre jednotlivé merania (reproduktory). Pohľad od dverí zvukovej komory.

Tabuľka 2 rozdiel pravitkového a elektromagnetického merania

vzdialenosti	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9
FASTRAK	17,7093	15,7181	16,4640	16,4666	14,8858	15,1645	17,8650	15,7290
Pravitko	24,5000	20,6500	22,9000	25,0000	22,4000	20,7000	22,1000	19,6000
Rozdiel	6,7907	4,9319	6,4360	8,5334	7,5142	5,5355	4,2350	3,8710

Vyrátané vzdialenosti jednotlivých dvojíc susediacich reproduktorov porovnané s pravitkovým meraním. Pravitkové meranie prebehlo pomocou ručného merania kolmých priemetov polohy reproduktorov do roviny podlahy. Výška stojanov reproduktorov nebola zohľadňovaná, keďže boli rovnaké. Z odlišnosti vzdialeností získaných pravitkovým meraním je jasné, že reproduktory neboli úplne presne usporiadané. Do ich rozmiestnenia som nemal povolenie zasahovať.

Hypotéza o nesprávnosti výstupu FASTRAKu sa potvrdila. Rozdiely pravitkového merania a meraní FASTRAK zariadením sú veľmi vysoké. Sú však stále kladné a z intervalu 3,871 cm až 8,533 cm. Predelením pravitkom nameraných hodnôt vyrátanými hodnotami získame 8 koeficientov pre jednotlivé hodnoty vzdialenosti. Koeficienty znázorňuje obrázok 19.

**Obr. 19 Závislosť koeficientu nepresnosti od polohy meraného úseku**

Zdá sa, že koeficient nepresnosti je podmienený vzdialenosťou merania od vysieláča. Ten bol umiestnený najbližšie k polohe 4 a 5.

Tabuľka 3 štandardné odchýlky:

std	X	Y	z	azimuth	elevation	Roll
Repr 1	0,3040	0,2318	0,2787	2,5490	2,7475	2,4941
Repr 2	0,9160	1,0133	1,7203	8,5439	6,2678	4,1700
Repr 3	0,5166	0,9253	1,8552	10,1429	14,1434	16,8832
Repr 4	0,0985	0,8817	1,3840	2,4777	1,1788	8,3908
Repr 5	0,0680	1,5572	1,7474	1,5343	2,1018	7,5306
Repr 6	0,0972	1,4084	1,5310	11,3973	8,7850	3,5397
Repr 7	0,1500	1,9493	0,8256	2,7852	11,8913	8,8197
Repr 8	0,2481	1,6535	0,6227	8,0308	3,7771	12,7417
Repr 9	0,5279	2,2485	0,2799	3,3468	7,0862	2,7066

Tabuľka štandardných odchýlok uvádza tiež hodnoty v cm.

Štandardné odchýlky pre množinu 100 výstupov z merania so snímačom priviazaným nehybne na prednú stenu reproduktora v cm. Sú dosť vysoké. Toto preskakovanie hodnôt pri fixovanej polohe snímača aj vysieláča je spôsobené neznámym vplyvom. Mohol by ním byť napríklad nejaký nežiadúci odrážajúci sa elektromagnetický signál v komore.

Casova zavyslost	1 nacistani	5 nacistani	10 nacistani	20 nacistani
meranie 1	0,072	0,508	0,812	1,662
meranie 2	0,097	0,402	0,796	1,642
meranie 3	0,080	0,398	0,829	1,691
priemer	0,083	0,436	0,812	1,665

Meranie trvania načítania stanoveného počtu výstupov preukázalo lineárnu závislosť medzi počtom načítaní výstupu FASTRAK zariadenia.

4.2.1.6 Záver merania presnosti zariadenia FASTRAK –Polhemus

Merania sa javia v prostredí komory dosť nepresné. Štandardné odchýlky meraní s fixovaným vysielačom aj prijímačom sú vysoké, niekedy presahujú až dva centimetre. Porovnanie pravítkového merania s vyrátaným meraním ukázalo veľkú nepresnosť. Vypočítané vzdialenosti z Trackerom nameraných údajov sa líšia od pravítkových až o 47 percent vyrátaných hodnôt. Dôvody tohto skreslenia môžu byť nevhodná konštrukcia prostredia zvukovej komory z kovových materiálov, a prítomnosť nežiadúcich rušivých elektromagnetických polí. Zdroje rušivých signálov ale nepoznám.

5 Záver

V Kapitole analýz experimentov z publikácii [6] Object continuity enhances selective auditory attention, a [7] HORVÁTH, D., Unimodálne a krosmodálne riadenie pozornosti, Diplomová práca, FEI TU KKUI, 2008 Som vyhodnotil dáta pre dve hypotézy.

Prvá hypotéza tvrdí, že uhlová vzdialenosť, ktorú musí poslucháč prekonať pre presune pozornosti negatívne vplyva na úspešnosť porozumenia cieľového hlasu sa potvrdila, avšak jej vplyv sa javí veľmi malý.

Druhá hypotéza tvrdí, že pre rôzne azimutálne cieľové pozície reproduktora sa ukáže rôzna úspešnosť. Táto sa potvrdila tiež avšak pre podmienky druhého experimentu z [6] nebol jej vplyv jednoznačný pre cieľovú azimutálnu polohu 0° .

V kapitole FASTRAK – Polhemus som opísal merania, ktoré ukázali nepresnosti v priestorovom meraní v zvukovej komore v laboratóriu. Toto mohlo byť spôsobené množstvom kovu v priestore. Pre presnejšie vyhodnotenie zakrivenia elektromagnetického poľa je potrebné vykonať ďalšie merania.

Zoznam použitej literatúry

- [1] BEAR, M.F., CONNORS, B.W., PARADISO M.A., Neuroscience: exploring the brain (second edition), Lipincott Williams and Wilkins, Baltimore, 2001
- [2] FRANCIS, G., Sensory and perceptual processes, predná.ky k predmetu,
Dostupné na internete
<http://www2.psych.purdue.edu/~gfrancis/Classes/PSY310/L31b.pdf>
- [3] YOST, W.A., (2000), Fundamentals of hearing: An introduction (4th ed.), New York: Academic Press.
- [4] ARONS, B. (1992), A review of the Cocktail Party Effect, Journal of the American Voice I/O Society, 12,. 35-50.
- [5] Cherry C. (1953) „Some experiments on the recognition of speech, with one or two ears“ J. Acoust. Soc. Am. 25,975-979
- [6] Best et al. (2008) Object continuity enhances selective auditory attention, PNAS, 105, 13174-13178
- [7] HORVÁTH, D., Unimodálne a krosmodálne riadenie pozornosti, Diplomová práca, FEI TU KKUI, 2008

Prílohy

CD médium – diplomová práca v elektronickej podobe, prílohy v elektronickej podobe.