

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Vplyv centrálnych faktorov na kontextuálnu plasticitu pri
priestorovom počúvaní

Marcel Sopko

DIPLOMOVÁ PRÁCA

2009

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH
FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A INFORMATIKY

Katedra Kybernetiky a Umelej Inteligencie

**Vplyv centrálnych faktorov na kontextuálnu plasticitu pri
priestorovom počúvaní**

DIPLOMOVÁ PRÁCA

Marcel Sopko

Vedúci diplomovej práce:

Ing. Norbert Kopčo, Ph.D.

Konzultant diplomovej práce:

Ing. Beáta Tomoriová

Košice 2009

Analytický list

Autor: Marcel Sopko

Názov práce: Vplyv centrálnych faktorov na kontextuálnu plasticitu pri priestorovom počúvaní

Podnázov práce:

Jazyk práce: slovenský, anglický

Typ práce: Diplomová práca

Počet strán: 64

Akademický titul: Inžinier

Univerzita: Technická univerzita v Košiciach

Fakulta: Fakulta elektrotechniky a informatiky (FEI)

Katedra: Katedra Kybernetiky a Umelej Inteligencie (KKUI)

Študijný odbor: Umelá inteligencia

Študijný program: Umelá inteligencia

Mesto: Košice

Vedúci práce: Ing. Norbert Kopčo, Ph.D.

Konzultanti práce: Ing. Beáta Tomoriová

Dátum odovzdania: 7. máj 2009

Dátum obhajoby: 29. máj 2009

Kľúčové slová: Plasticita

Kategória konspekt: Technika, technológia, inžinierstvo; Elektrotechnika

Citovanie práce: Sopko, Marcel: Vplyv centrálnych faktorov na kontextuálnu plasticitu pri priestorovom počúvaní. Diplomová práca. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 2009. 64 s.

Názov práce v AJ: Top-down factors and contextual plasticity in spatial auditory perception

Podnázov práce v AJ:

Kľúčové slová v AJ: Plasticity, top-down, bottom-up

Abstrakt v SJ

Kontextuálna plasticita je nepreskúmaný typ plasticity, ktorý bol pozorovaný pri experimentoch študujúcich priestorové počúvanie. Jednou z nezodpovedaných otázok je, či je kontextuálna plasticita spôsobená centrálnymi „top-down“ faktormi (faktormi, ktoré môže poslucháč vedomo ovplyvniť, t.j., napr. tým, na aké zvuky sa poslucháč sústreďí, alebo akú stratégiu používa pri plnení experimentálnej úlohy), alebo bottom-up faktormi (faktormi mimo vedomého riadenia; napr. tým, ako sa zvuky spracovávajú v periférnych neurálnych obvodoch). Táto práca prezentuje výsledky experimentu, ktorý skúmal vplyv „top-down“ a „bottom-up“ faktorov na vznik kontextuálnych zmien. Experiment neukázal žiaden vplyv top-down faktorov, ale potvrdil existenciu vplyvu bottom-up faktorov. Tieto výsledky naznačujú, že kontextuálna plasticita vzniká primárne v závislosti na priestorovej distribúcii stimulov v sluchovej scéne, pravdepodobne v dôsledku krátkodobej adaptácie neurálnych štruktúr v periférnej časti sluchovej dráhy.

Abstrakt v AJ

Contextual plasticity is a novel type of plasticity, which was observed in experiments studying the spatial perception. One of the unanswered questions is whether is contextual plasticity caused by central top-down factors (factors that may affect the listener understanding, ie, for example by what sounds the listener focus, or what strategy is using when performing the experimental task), or bottom-up factors (factors outside of conscious control; for example how sounds are processed in the peripheral neural circuits). This paper presents the results of the experiment, which studied the influence of "top-down and bottom-up factors for the emergence of contextual change. The experiment shows no effect of top-down factors, but confirmed the existence of the influence of bottom-up factors. These results suggest that contextual plasticity arises primarily in relation to the spatial distribution of stimuli in the auditory scene, probably due to short-term adaptation of neural structures in the peripheral parts of auditory pathways.

Zadanie práce

TECHNICKÁ UNIVERZITA V KOŠICIACH

Fakulta elektrotechniky a informatiky Katedra kybernetiky a umelej inteligencie

DIPLOMOVÁ PRÁCA

Študent: **Marcel Sopko**
Študijný odbor: **Umelá inteligencia**
Akademický rok: **2008/2009**
Názov práce v slovenskom a anglickom jazyku:

Vplyv centrálnych faktorov na kontextuálnu plasticitu pri priestorovom počúvaní
Top-down factors and contextual plasticity in spatial auditory perception

Pokyny na vypracovanie:


1. Vypracovať prehľad vplyvov centrálnych (top-down) faktorov na priestorové sluchové vnímanie.
2. Implementovať experimentálnu štúdiu vychádzajúcu zo štúdie N Kopčo, V Best, and BG Shinn-Cunningham (2007). Sound localization with a preceding distractor, Journal of the Acoustical Society of America, 121, 420-432.
3. Upraviť experimentálnu procedúru v prostredí MATLAB tak, aby bolo možné oddeliť vplyvy centrálnych (top-down) a periférnych (bottom-up) faktorov na kontextuálnu plasticitu.
4. Vykonať experimentálne meranie na minimálne 8 dobrovoľných ľudských subjektoch.
5. Analyzovať a vyhodnotiť experimentálne dáta.
6. Navrhnuť konceptuálny model popisujúci vplyv top-down a bottom-up faktorov na kontextuálnu plasticitu.
7. Vypracovať dokumentáciu podľa pokynov vedúceho diplomovej práce.

Vedúci diplomovej práce:
Konzultant diplomovej práce:

Ing. Norbert Kopčo, Ph.D.
Ing. Beáta Tomoriová


Dátum odovzdania diplomovej práce:

7.5.2009


prof. Ing. Ján Sarnovský, CSc

vedúci zadávajúceho
vedecko-pedagogického pracoviska




prof. Ing. Liberios Vokorokos, Ph.D.

dekan

V Košiciach, dňa 31.10.2008

Čestné vyhlásenie

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

Košice, 7. máj 2009

.....
vlastnoručný podpis

Pod'akovanie

Ďakujem vedúcemu mojej diplomovej práce Ing. Norbertovi Kopčovi, Ph.D. a konzultantovi Ing. Beáte Tomoriovej za trpezlivosť a usmernenie pri vypracovaní diplomovej práce. Taktiež by som sa rád poďakoval všetkým tým, ktorí sa dobrovoľne zúčastnili na experimentoch.

Predhovor

Už dlhé desaťročia sa šírili štúdie len o vizuálnej pozornosti. V poslednej dobe sa do značnej miery dala do povedomia aj sluchová pozornosť, pretože na rozdiel od vizuálnej, ktorá závisí od natočenia hlavy a polohy očí, sluchová je nezávislá od týchto dvoch častí tela a podáva nám informácie z celého okolia. Sluchom dokážeme určiť aj veci, ktoré nevidíme. So sluchovou pozornosťou je úzko spätá aj sluchová plasticita kedy priestorový sluchový systém sa adaptuje na udržovanie presnosti lokalizovania zvuku. Doterajšie štúdie neboli prevedené z pohľadu vplyvu centrálnych faktorov. Doteraz sa nevie, či posun priestorovej sluchovej mapy v doterajších experimentoch spôsobili bottom-up (zdola-nahor) procesy, alebo top-down (zhora-nadol) procesy.

Cieľom tejto práce je určiť či posun sluchovej mapy závisí od bottom-up faktorov, čiže napr. pasívne počúvanie, alebo top-down faktormi, čiže sústredením sa, očakávaním. Túto štúdiu sa realizovalo pomocou experimentov na subjektoch

Obsah

Zoznam obrázkov	10
Zoznam tabuliek	12
Zoznam symbolov a skratiek	13
Slovník termínov	14
Úvod	15
1 Formulácia úlohy	17
2 Sluchový systém.....	18
2.1 Sluch.....	18
2.1.1 Vonkajšie ucho.....	18
2.1.2 Stredné ucho.....	19
2.1.3 Vnútorne ucho.....	20
2.2 Lokalizácia zvuku.....	21
2.2.1 Binaurálne mechanizmy a priestorové počúvanie	22
2.2.2 Kužeľ nejednoznačnosti.....	24
2.2.3 „Precedence effect“	26
2.2.4 Head-Related Transfer Function (HRTF).....	26
2.3 Sluchová pozornosť	27
2.3.1 Selektívna pozornosť	28
2.4 Sluchová plasticita.....	29
2.4.1 Dlhodobá plasticita	29
2.4.2 Krátkodobá plasticita	30
2.5 Centrálna a periférna procesy.....	30
2.5.1 „Top-down“ úlohovo závislý model.....	31
2.6 Top-Down vs Bottom-Up.....	32
3 Experimentálna časť	34
3.1 Experiment 1	34
3.1.1 Motivácia	34
3.1.2 Návrh experimentu.....	34
3.1.3 Hypotézy	36
3.2 Experiment 2	37
3.2.1 Motivácia	37

3.2.2	Návrh experimentu.....	37
3.2.3	Hypotézy.....	38
4	Experimentálna procedúra	39
4.1	Experiment 1	39
4.1.1	Prostredie experimentu	39
4.1.2	Teoretický popis experimentu.....	40
4.1.3	Popis odpovedí.....	42
4.1.4	Popis metód v jednotlivých kolách	42
4.1.5	Popis kola.....	44
4.2	Experiment 2	45
4.2.1	Teoretický popis experimentu.....	45
4.2.2	Popis metód.....	46
5	Analýza dát	47
5.1	Experiment 1	47
5.1.1	Výsledky	47
5.1.2	Bottom-up	47
5.1.3	Top-Down	51
5.1.4	Zhrnutie.....	55
5.2	Experiment 2	56
5.2.1	Výsledky	56
5.2.2	Zhrnutie.....	59
6	Záver.....	60
	Zoznam použitej literatúry	62
	Prílohy	64

Zoznam obrázkov

Obr. 1 Vonkajšie ucho	18
Obr. 2 Stredné ucho	19
Obr. 3 Kochlea.....	20
Obr. 4 r – vzdialenosť, φ – azimut, δ je elevácia [5]	21
Obr. 5 Rozdiel v čase kedy k ľavému uchu zvuk dorazí skôr ako k pravému.....	22
Obr. 6 ITD v závislosti od azimutu.....	23
Obr. 7 Veľkosť hlavy zasahujúca do prenosu zvuku.....	23
Obr. 8 Interaurálne rozdiely v intenzite – sinusoidálne stimuli. Každá krivka je pre inú frekvenciu	24
Obr. 9 Dva kužele nejednoznačnosti. Ten naľavo je pre väčšie časové rozdiely medzi ušami ako ten napravo [7].....	25
Obr. 10 Názorný príklad kedy natočenie hlavy napomáha k určaniu zdroja zvuku.....	25
Obr. 11 Typická ukážka „precedence effect-u“. Klik z ľavého reproduktora dorazí k uchu skôr ako z pravého. Ak klik z pravej strany zaznie s oneskorením 1-5ms sluchový systém zaznamená len jeden zvuk z ľavej strany a ten druhý potlačí	26
Obr. 12 HRTF pre ľavé a pravé ucho popisuje filtrovanie zdroj zvuku ($x(t)$) predtým než dorazí k ľavému a pravému uchu ako $x_L(t)$ a $x_R(t)$	27
Obr. 13 Štruktúra úlohovo závislom "Top-down" modelu.....	32
Obr. 14 Rozloženie reproduktorov v miestnosti.....	39
Obr. 15 Typy odpovedí.....	42
Obr. 16 Typy kôl pre bottom-up vplyv pre subjekt M.S., zobrazuje bias voči skutočnej polohe	47
Obr. 17 Typy kôl pre bottom-up vplyv pre subjekt I.S., zobrazuje bias voči skutočnej polohe	48
Obr. 18 0° T-D subjekt odpovedá vždy, Bias voči skutočnej polohe, ľavý graf sú nepreklopené dáta subjekt je otočený doľava, stredný graf nepreklopené dáta subjekt otočený doprava, pravý graf preklopené dáta.....	48
Obr. 19 0° T-D, odpovedá vždy, Bias voči skutočnej polohe, subjekt I.S.....	49
Obr. 20 0° D-T odpovedá len na nedistraktorové merania, Bias voči skutočnej polohe, ľavý graf sú nepreklopené dáta subjekt je otočený doľava, stredný graf nepreklopené dáta subjekt otočený doprava, pravý graf preklopené dáta	50
Obr. 21 Grafy pre nedistraktorové kolo a prvé tri typy kôl s top-down vplyvom, ľavý graf sú nepreklopené dáta subjekt je otočený doľava, stredný graf nepreklopené dáta subjekt otočený doprava, pravý graf preklopené dáta	51

Obr. 22	Subjekt odpovedá len niekedy, Bias voči skutočnej polohe, preklopené dáta, porovnanie nedistraktorových meraní s distraktorovými meraniami daného kola a nedistraktorovým kolom.....	52
Obr. 23	Grafy pre nedistraktorové kolo pre subjekt M.S. a druhé tri typy kôl s top-down vplyvom, ľavý graf sú nepreklopené dáta subjekt je otočený doľava, stredný graf nepreklopené dáta subjekt otočený doprava, pravý graf preklopené dáta.....	53
Obr. 24	Grafy pre nedistraktorové kolo pre subjekt: I.S. a druhé tri typy kôl s top-down vplyvom, ľavý graf sú nepreklopené dáta subjekt je otočený doľava, stredný graf nepreklopené dáta subjekt otočený doprava, pravý graf preklopené dáta.....	54
Obr. 25	Subjekt odpovedá vždy, Bias voči skutočnej polohe, preklopené dáta, porovnanie nedistraktorových meraní s distraktorovými meraniami daného kola a nedistraktorovým kolom.....	54
Obr. 26	Subjekt odpovedá vždy, Bias voči skutočnej polohe, preklopené dáta	55
Obr. 27	Posun voči skutočnej polohe distraktora, graf zobrazuje 4 subjekty a ich odpovede v 4 rôznych typoch kôľň	57
Obr. 28	Posun voči skutočnej polohe distraktora; spriemernené cez všetky subjekty a opakovania.....	58

Zoznam tabuliek

Tab. 1 Zoznam typov kôl, ich popis a opakovania	41
Tab. 2 Zoznam kôl a ich popis pre experiment č.2.....	45

Zoznam symbolov a skratiek

- SOA** Stimulus Onset Asynchrony, opozdenie cieľového stimulu voči podnetu.
- ILD** Interaural Level Difference, rozdiely v intenzite zvuku aké sa dostanú k bližšiemu a k vzdialenejšiemu uchu
- ITD** Interaural Time Difference, rozdiely medzi časmi, keď sa zvuk dostane od bližšieho ucha k tomu vzdialenejšiemu.
- HRTF** „Head-Related Transfer Function“ prenosová funkcia popisuje ako sa daná zvuková vlna netransformuje ohýba a odráža od hlavy, ušnice a hrude predtým než zvuk vnikne až do ušného bubienka a vnútorného ucha.

Slovník termínov

Selektívna pozornosť – schopnosť selektívne zamerať svoju pozornosť na nejaký podnet

Bias je posun.

Cocktail Party effect je schopnosť vybrať z množstva prichádzajúcich zvukových vstupov jeden a sústrediť sa naň, teda v množstve súčasne prebiehajúcich konverzácií vnímať, čo hovorí jeden človek.

Laterálny je v smere od stredovej osi tela do strany.

Mediálny je v smere k stredovej osi tela (opačný posun ako laterálny).

Podnet je upozorňujúci signál.

Plasticita – je to schopnosť sluchového systému adaptovať sa pre presnosť lokalizovania zvuku

Binaurálny platný pre obe uši.

Interaurálny nachádzajúci sa v priestore medzi ušami.

Subjekt je človek, ktorý sa dobrovoľne zúčastnil experimentov

Top-Down procesy – procesy zhora-nadol, štruktúra nervového systému nie je dôležitá pre poznanie perceptuálnych a kognitívnych procesov

Bottom-Up procesy – procesy zdola-nahor, na to aby sme pochopili vyššie funkcie je potrebná znalosť fungovania mozgu na nižších úrovniach

Distraktor – rušivý podnet v podobe zvuku

Target – cieľový zvuk, na ktoré odpovedá subjekt (znie len z repr.č1 – repr.č.7)

Úvod

Po dlhé desaťročia bola predmetom štúdií len vizuálna pozornosť. V poslednej dobe sa, ale do značnej miery začala skúmať sluchová pozornosť. Predmetom vizuálnej pozornosti je väčšinou objekt, ktorý je v najostrejšom videní zorného poľa a zvyšok okolia sa vníma len okrajovo. Táto pozornosť závisí na polohe hlavy, alebo natočenia očí. Na rozdiel od sluchovej, pretože táto pozornosť nezávisí od polohy týchto dvoch častí tela, je flexibilnejšia a podáva nám informácie z celého okolia.

So sluchom a samozrejme sluchovou pozornosťou je úzko spätá sluchová plasticita. Táto plasticita je schopnosť, kedy sa priestorový sluchový systém adaptuje na udržovanie presnosti lokalizovania zvuku. Doterajšie štúdie a experimenty ohľadom sluchovej plasticity sa nezaoberali a tým pádom sa nevie, či tento posun sluchovej priestorovej mapy je ovplyvnený periférnymi „bottom-up“ (zdola-nahor) faktormi (t.j. faktory, ktoré sa prejavujú nezávisle na vedomom stave poslucháča, napr. pri pasívnom počúvaní), alebo centrálnymi „top-down“ (zhora-nahor) faktormi (t.j. faktory ako očakávanie, sústredenie sa, voľba stratégie poslucháčom).

Táto práca sa zaoberá týmto problémom. Nie je jasné z predchádzajúcich experimentov, že do akej miery bola plasticita vyvolávaná distribúciou stimulov (vplyv periférnych faktorov). To znamená, či plasticita bola vyvolávaná len tým, že zvuk veľakrát z miest kde sa nachádzal distraktor. Z druhej strany plasticita mohla byť vyvolávaná tým, že subjekty cielene ignorovali tieto distraktory, čiže ich polohu a sústredili (centrálne faktory) sa len na tú časť priestoru odkiaľ prichádzal cieľový zvuk, ktorý mal lokalizovať. Tieto faktory (periférne, alebo centrálny) sú v tejto práci testované pomocou experimentov na viacerých subjektoch v podobe rôznych typov kôl, kde subjekt odpovedá rôznymi spôsobmi. Každé kolo rieši a skúma iný vplyv. Nakoniec tieto dáta, ktoré sa nazbierajú v týchto experimentoch sa vytriedia odpovede pre jednotlivé kolá a vykresľujú v grafoch. Z týchto grafov sa nakoniec rozhoduje a dochádza k záverom popísaných podrobnejšie v ďalších častiach.

Diplomová práca pozostáva zo 7 kapitol:

- **Kapitola 1** – formulácia úlohy
- **Kapitola 2** – teoretické poznatky ohľadom stavby sluchu, sluchovej pozornosti, sluchovej plasticity a periférnych („bottom-up“), alebo centrálnych („top-down“) faktorov

-
- **Kapitola 3** – experimentálna časť – táto časť popisuje jednotlivé experimenty
 - **Kapitola 4** – experimentálna procedúra
 - **Kapitola 5** – Analýza dát
 - **Kapitola 6** – záver – zhrnutie všetkých experimentov

1 Formulácia úlohy

Táto práca nadväzuje na experimentálnu štúdiu N. Kopčo, V. Best a B.G. Shinn-Cunningham(2007) [1].

Prvá časť diplomovej práce sa venuje prehľadu problematiky sluchu, sluchovej pozornosti a v neposlednom rade sluchovej plasticite a vplyvom centrálny faktorov pri priestorovom sluchovom počúvaní.

Druhá časť obsahuje upravenú experimentálnu procedúru jej návrh a popis a upravený program v prostredí Matlab, aby vyhovoval podmienkam pre tento experiment.

V tretej časti sú analyzované dáta, ktoré boli namerané na 4 subjektoch. Nakoniec tieto analyzované dáta boli vyhodnotené pre jednotlivé subjekty.

V poslednej časti sa nachádza navrhnutý konceptuálny model.

2 Sluchový systém

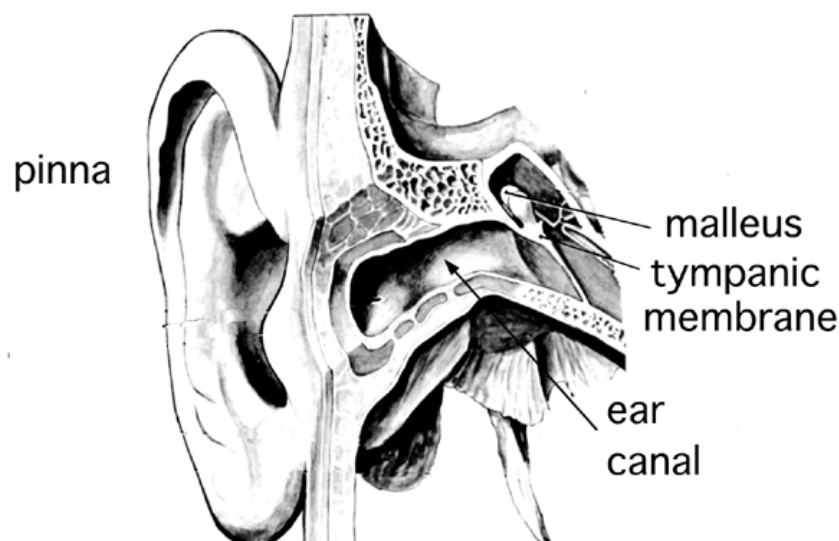
Sluchový systém je jeden z majstrovských diel ľudského tela. V srdci systému je pole miniatúrnych akustických detektorov zabalených do priestoru nie väčšej ako hrášok. Tieto detektory môžu verne previesť tak malé vibrácie ako je priemer atómu a reagujú tisíc krát rýchlejšie ako vizuálne fotoreceptory. Takéto rýchle zvukové odpovede na akustické vnemy umožňujú reagovať hlave a telu na nové stimuly.

2.1 Sluch

Orgán, ktorý zachytáva a spracováva zvuk sa nazýva ucho. Skladá sa z vonkajšieho, stredného a vnútorného ucha. Vonkajšie a stredné ucho zachytávajú vonkajšie zvukové vlny, ktoré sa šíria vzduchom.

2.1.1 Vonkajšie ucho

Skladá sa z ušnice a vonkajšieho zvukovodu. Záhyby chrupavky v okolí ušného kanála sa nazývajú Pinna (ušnica). Väčšina ľudí, keď rozpráva o uchu tak má väčšinou na mysli „pinnu“ chrupkavovitú odstavajúcu časť na boku hlavy [2]**Chyba! Nenašiel sa žiaden zdroj odkazov..** V skutočnosti pinna nie je veľmi dôležitou časťou pre ľudský sluch, i keď nám pomáhajú v lokalizovaní zvukov, modifikovaním prichádzajúcich vln v odlišných dráh závisiace na smere zvukového zdroja.

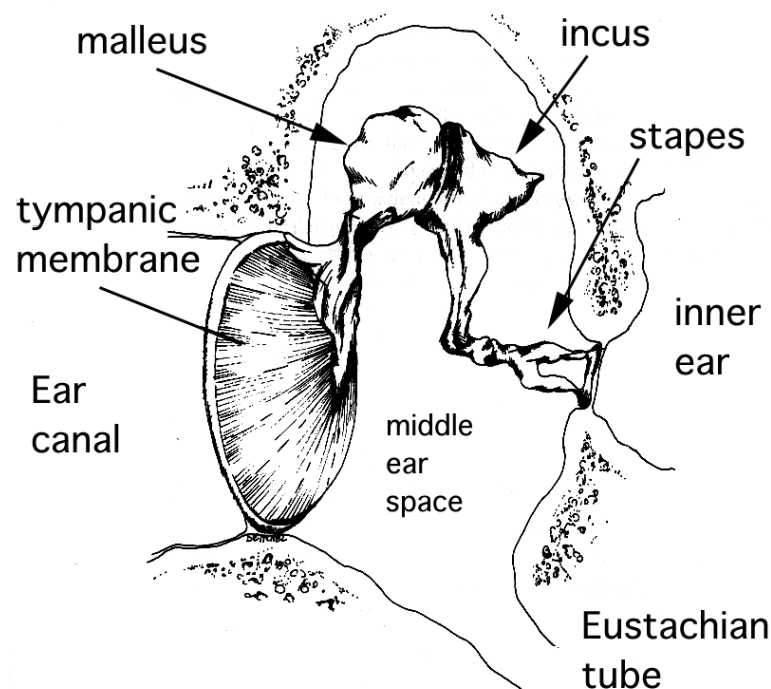


Obr. 1 Vonkajšie ucho

Zvukové vlny, keď narazia na Pinnu, sú odrážané a oslabené a tieto zmeny poskytujú potrebnú informáciu, ktoré pomôžu mozgu určiť smer, z ktorého zvuk prišiel. Zvukové vlny sa sústredia ako tlaková vlna na bubienok, ktorý vibruje podľa toho, akou silou a výškou zvukového tónu naňho pôsobí. Bubienok, alebo takisto nazývaná tympanická membrána, tvorí ako keby hranicu medzi vonkajším a stredným uchom. Patrí však skôr k strednému uchu keďže jeho vonkajšia strana je pokrytá kožou a zvyšok, čiže vnútorná strana je pokrytá sliznicou.

2.1.2 Stredné ucho

Skladá sa z bubienka a z troch kostičiek a to kladivka, nákovky a strmienka (malleus, incus, stapes) [3]. Kladivko je prepojené s bubienkom, strmienok k oválnemu okienku pričom tieto kostičky tvoria určitú pákovú sústavu, ktorá napomáha k tomu, aby sa vibrácie z bubienka preniesli na oválne okienko. Pri každom pôsobení strmienka na toto oválne okienko sa otvorí okienko z bubienka do stredoušnej dutiny.

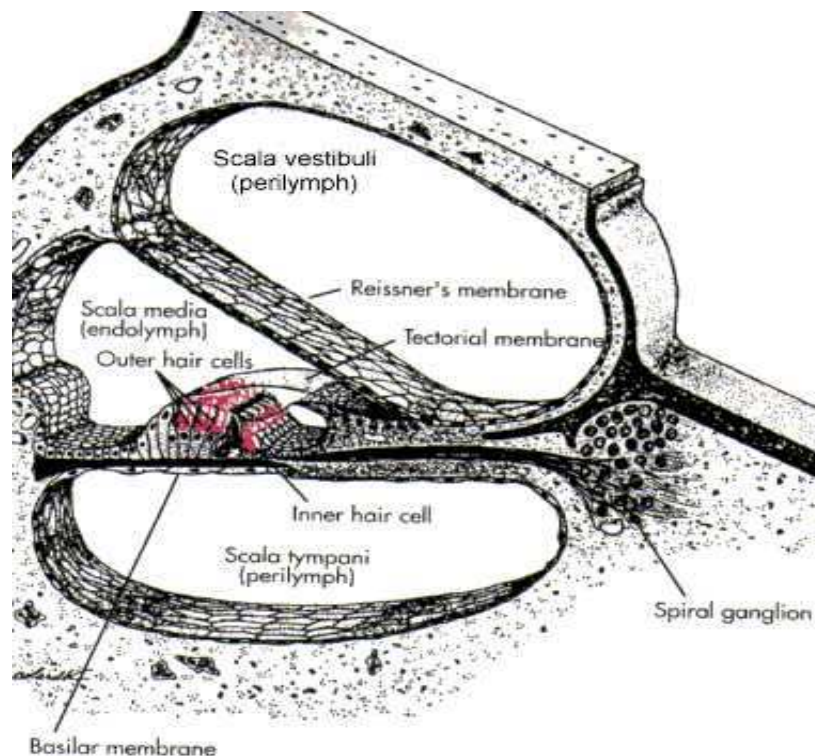


Obr. 2 Stredné ucho

Zvukové vlny sa dostávajú k bubienku, ktorý je nimi rozkmitaný, a to takým spôsobom, aby amplitúda vibrácií bola veľká pričom, ale sila týchto vibrácií malá. Zasa oválne okienko využíva malú amplitúdu, ale pri o dosť väčšej sile. Prí veľké vibrácie môžu poškodiť ucho a preto sú v uchu priečne pruhované svaly, ktoré sa nedajú ovládať vôľou. Redukujú vibračné tlaky ako aj amplitúdy. Tieto priečne pruhované svaly napínajú bubienkovú blanu ako aj strmienkový sval, ktoré majú za úlohu zvýšiť tuhosť bubienka a oválneho okienka. Reagujú pri silných a dlhých zvukoch. Ďalšou časťou ucha je bubienková dutina, ktorá je vyplnená vzduchom a je prepojená s hltanom pomocou Eustachovej trubice. Táto trubica slúži na vyrovnávanie tlaku v porovnaní s vonkajším tlakom. Je uzavretá, ale otvára sa napríklad pri kýchaní, alebo pri zívaní [4].

2.1.3 Vnútoré ucho

Ďalšou časťou ucha je vnútorné ucho, v ktorom sú receptory. Vnútoré ucho sa skladá z kochleí a z niekoľkých nezvukových štruktúr. Kochlea má tri sekcie naplnené tekutinou. Jedna sekcia, nazvaná kochleárne potrubie, alebo scala media, obsahuje extracelulárnu tekutinu podobnú endolymphu, ktorá sa zvyčajne nachádza vo vnútri buniek.



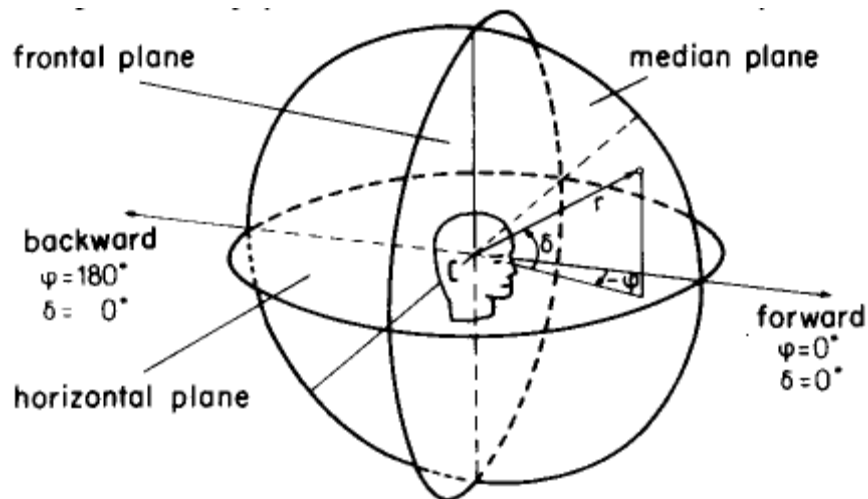
Obr. 3 Kochlea

V tomto kanáli je orgán Corti, ktorý premieňa mechanické vlny na elektrické signály neurónov. Zvyšné dve sekcie poznáme ako Scala tympani a Scala vestibuli, sú umiestnené vo vnútri labyrintu, ktorý je vyplnený tekutinou nazývaná perilymph. Obe látky (endolymph & perilymph) sú rôzneho chemického zloženia.

2.2 Lokalizácia zvuku

Zvuk je to mechanické vlnenie nejakého prostredia, ktoré je zachytiteľné ľudským uchom. Je to tiež nejaký vnem, ktorý bol vygenerovaný v mozgu ako odozva na fyzický podnet vonkajšieho prostredia. Lenže to čo vnímame ako zvuk sa líši od toho aký zvuk sa dostal do našich uší. Sluch používame napr. na komunikáciu medzi dvoma ľuďmi, alebo na identifikáciu a lokalizáciu zdroja zvukov. V porovnaní so zrakom je sluch na lokalizáciu podstatne horší, ale zasa sluch nám pokrýva celý priestor. Na lokalizáciu zdroja potrebujeme tieto súradnice:

- Vzdialenosť
- Azimut - je to uhol medzi zdrojom a sagitálnou rovinou.
- Elevácia - uhol medzi zdrojom a horizontálnou rovinou prechádzajúcou oboma ušami



Obr. 4 r – vzdialenosť, φ – azimut, δ je elevácia [5]

Existujú dve hlavné metódy pre lokalizáciu zvuku a to:

- Binaurálne

- Monaurálne

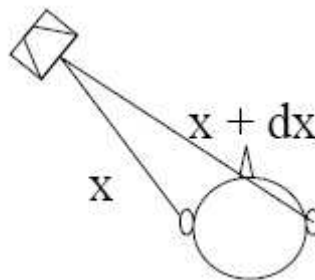
2.2.1 Binaurálne mechanizmy a priestorové počúvanie

Binaurálny v podstate znamená, že je počutý oboma ušami. Vizuálny systém má pozoruhodné priestorové rozlíšenie s miliónmi receptorov v každom oku, reagujúce na svetlo z rôznych lokácií vizuálneho poľa. Pre porovnanie, sluchový systém zaostruje na frekvenčné rozlíšenie s tisícami receptorov naladené na rôzne frekvencie. Avšak tým že máme dve uši nám pomáha lokalizovať smer zvukového zdroja. Sluchový systém užíva určité binaurálne mechanizmy na určenie polohy zdroja zvuku – interaurálne časové rozdiely a interaurálne rozdiely v intenzite [6].

- Interaurálne časové rozdiely sú to rozdiely medzi časmi, keď sa zvuk dostane od bližšieho ucha k tomu vzdialenejšiemu.
- Interaurálne rozdiely v intenzite sú to rozdiely v intenzite zvuku aké sa dostanú k bližšiemu a k vzdialenejšiemu uchu.

2.2.1.1 Interaurálne časové rozdiely (ITD)

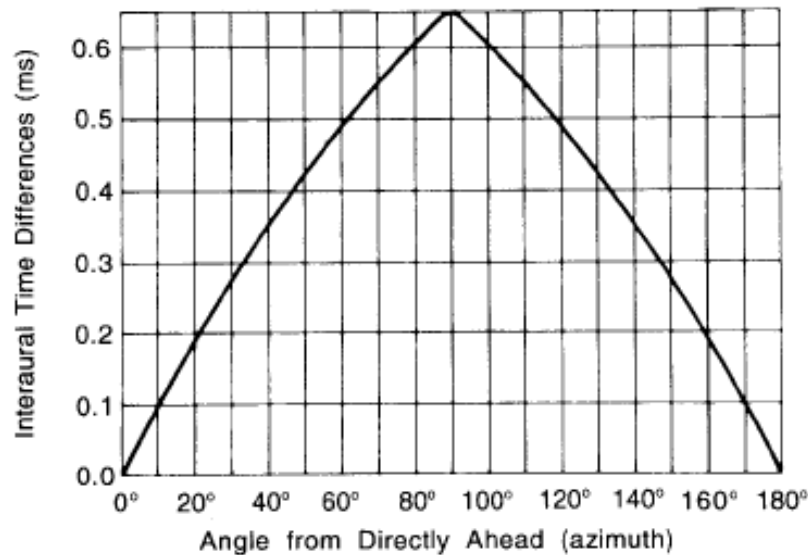
Tieto rozdiely vo vzdialenosti zdroja zvuku od ľavého po pravé ucho spôsobuje rozdiel v čase, kedy sa dostane zvuk k ušiam. ITD nezávisí na frekvencii. Závisí hlavne na rozdieloch vo vzdialenosti



Obr. 5 Rozdiel v čase kedy k ľavému uchu zvuk dorazí skôr ako k pravému

U zvieratá s veľkou hlavou je ITD väčší. V krajnom prípade keď sa zvuk šíri z jednej strany k jednému z uší, doba potrebná kedy prejde zvuk z jedného ucha k druhému je maximum. Čiže zvieratá s veľkou hlavou majú väčšiu maximálnu ITD. Pre človeka je maximálne ITD rovné hodnote 0,63 ms.

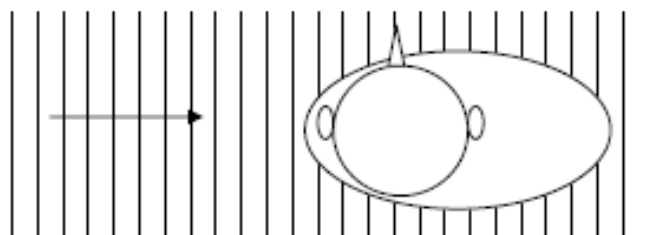
ITD sú pravdepodobne extrahované v medial superior olivovom komplexu. Boli tam lokalizované neuróny, ktoré reagujú na vstup z oboch uší a majú vyšší stupeň odpálenia, kedy je presný časový rozdiel medzi dvoma vstupmi (Carr & Konishi, 1990; McAlphine & Grothe, 2003).



Obr. 6 ITD v závislosti od azimutu

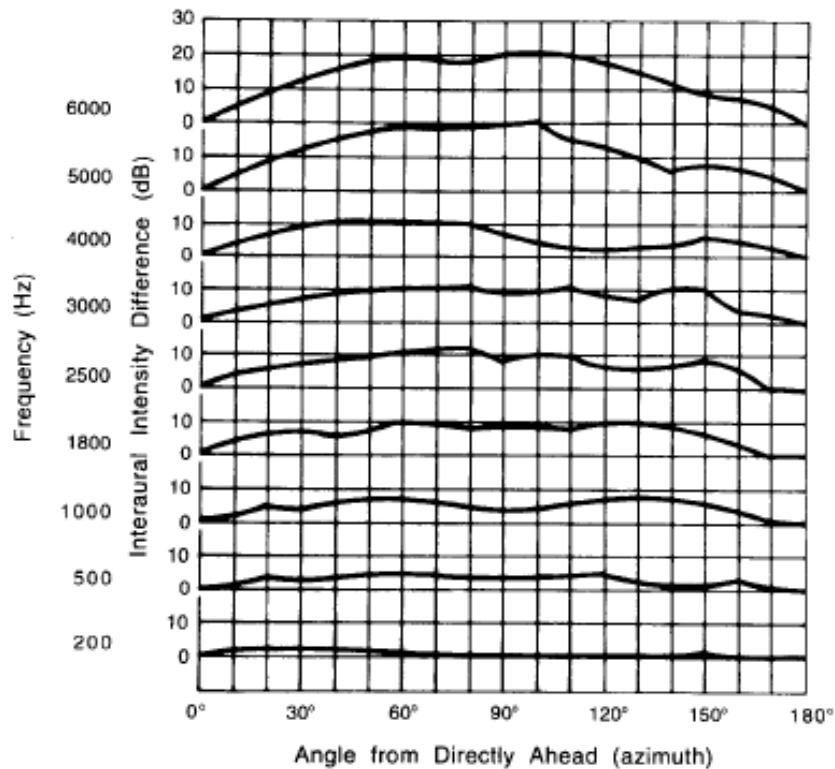
2.2.1.2 Interaurálne rozdiely v intenzite (ILD)

Čiže ITD nemožno použiť na binaurálnu lokalizáciu pri vyšších frekvenciách zvuku. Preto sa používa iný mechanizmus kedy do jedného ucha vchádza zvuk väčšej intenzity ako do druhého. To sa označuje ako ILD. Tieto rozdiely sú spôsobené intenzitou s akou dorazí od ľavého ucha k pravému. ILD sú závislé na frekvencii. Rastú s frekvenciou .



Obr. 7 Veľkosť hlavy zasahujúca do prenosu zvuku

Pri vyšších frekvenciách zvuku, veľkosť hlavy značne zasahuje do prenosu zvuku. Ak je zdroj zvuku na jednej strane, hlava zatieňuje zvuk smerom k druhému uchu. Tento efekt sa nazýva „head-shadowing“. Tým, že hlava zatieňuje druhé ucho vznikajú tak veľké rozdiely v intenzite medzi ušami.

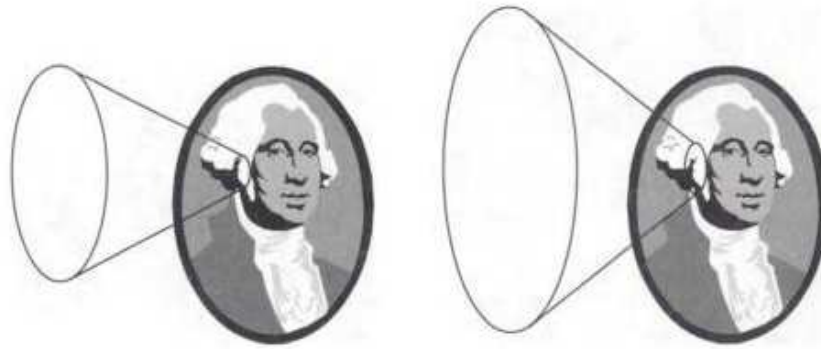


Obr. 8 Interaurálne rozdiely v intenzite – sinusoidálne stimuli. Každá krivka je pre inú frekvenciu

Naše ušné bubienky sú citlivé len na rozdiely hladiny zvuku. Jav, kedy používame jeden binaurálny mechanizmus pri nízkych frekvenciách zvuku a iný pri vysokých frekvenciách sa niekedy tiež nazýva Duplex teória zvukovej lokalizácie. U stavovcov sa interaurálne časové rozdiely prepočítavajú v „superior olivary nucleus“ v mozgovom kmeni.

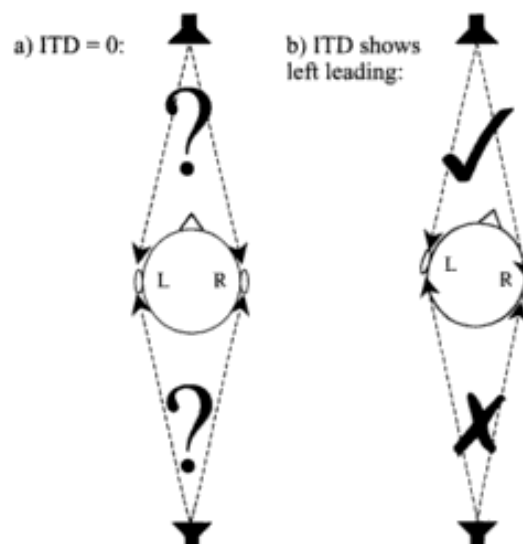
2.2.2 Kužel nejednoznačnosti

ITD a ILD sú dôležité mechanizmy pre lokalizáciu zvuku, ale nešpecifikujú presne smer odkiaľ zvuk prišiel v 3d priestore. Napríklad hocijaký zvuk na mediálnej rovine vyprodukuje ITD rovné nule a ILD takisto nule. Tým pádom nemôžeme povedať na základe týchto dvoch mechanizmov, že odkiaľ šiel zvuk, či zpredu, alebo zozadu, alebo z boku.



Obr. 9 Dva kužele nejednoznačnosti. Ten naľavo je pre väčšie časové rozdiely medzi ušami ako ten napravo [7]

Vo všeobecnosti, pre každý ITD, je tu kužeľ možného priestoru zvukových zdrojov, ktorý vytvorí tieto časové rozdiely. To znamená ak je zdroj zvuku niekde vpredu, majú rovnaké ITD a ILD. Tým pádom je ťažké rozhodnúť či zvuk ide vpredu, alebo zozadu. Pootočením hlavy doprava spôsobí, že do ľavého ucha sa zvuk dostane neskôr ako do pravého. Čiže ak by zvuk šiel z 0° , pootočením hlavy doprava, ľavé ucho bude bližšie k zdroju, preto k nemu zvuk dorazí skôr ako k pravému uchu. Ak otáčanie hlavy nepomáha, tak zvuk môže byť niekde nad ním a na to pomôže naklonenie hlavy, buď smerom hore, alebo smerom dole.



Obr. 10 Názorný príklad kedy natočenie hlavy napomáha k určeniu zdroja zvuku

2.2.3 „Precedence effect“

Ak počúvame v prostredí, kde sa odráža zvuk (napr. Izba), odrážané zvukové vlny od stien, ktoré prichádzajú do uší, sú komplexnou kombináciou zvuku, ktorý prichádza priamo od zdroja. Sluchový systém zachytí prvý zvuk, ktorý dorazí t.j ten, ktorý prejde najkratšiu vzdialenosť, druhý zvuk ignorujú (potláčajú). Odrážané zvuky prejdú stále väčšiu vzdialenosť ako zvuk, ktorý príde priamo od zdroja. Časový rozdiel medzi prvým dorazeným zvukom a tým odrazeným nesmie byť väčší než 5 ms. Potom sluchový systém detekuje už dva samostatné zdroje.



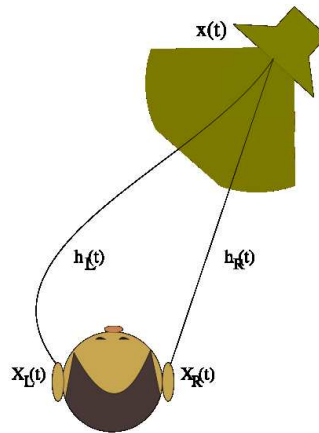
Obr. 11 Typická ukážka „precedence effect-u“. Klik z ľavého reproduktora dorazí k uchu skôr ako z pravého. Ak klik z pravej strany zaznie s oneskorením 1-5ms sluchový systém zaznamená len jeden zvuk z ľavej strany a ten druhý potlačí

2.2.4 Head-Related Transfer Function (HRTF)

“Head-related transfer function” alebo takisto nazývaná anatomická prenosová funkcia popisuje ako sa daná zvuková vlna netransformuje ohýba a odráža od hlavy, ušnice a hrude predtým než zvuk vnikne až do ušného bubienka a vnútorného ucha.

HRTF je to charakteristika ľudského načúvacieho mechanizmu, ktorý nám dovoľuje lokalizovať zvuk v trojrozmernom priestore. HRTF je prekvapujúco zložitá funkcia štyroch premenných : 3 koordinaty priestoru a frekvencia.

Jednému bodu v priestore zodpovedajú 2 HRTF jedna pre jedno ucho druhá pre druhé. V sférických koordinátoch pri vzdialenosti väčšej ako jeden meter, zdroj sa zdá byť ďaleko, HRTF klesá inverzne so vzdialenosťou.



Obr. 12 HRTF pre ľavé a pravé ucho popisuje filtrovanie zdroj zvuku ($x(t)$) predtým než dorazí k ľavému a pravému uchu ako $x_L(t)$ a $x_R(t)$

2.3 Sluchová pozornosť

V posledných desaťročiach sa šírili štúdie len o vizuálnej pozornosti, čo sa do veľkej miery odzrkadlilo na sluchovej pozornosti. Prevažne v rokoch 1950 – 1960 sa obnovili experimentálne štúdie o pozornosti [9]. Teraz to vyzerá, že selektívna sluchová pozornosť ponúka veľkú výzvu. Vizuálna pozornosť je úzko spojená s pozíciou hlavy a očí. Vizuálna pozornosť je spätá s fove-ou, kde sú všetky stimuly spracovávané.

Sluchová pozornosť je nezávislá od pozície hlavy alebo očí, len ak sa zvýši hlasitosť natočením hlavy, alebo tzv. „napnutím“ uší. Práve tento sluchový systém je výborný včasne varovný systém, ktorý je schopný prijímať a spracovávať stimuly zo všetkých strán napriek jeho aktuálnej pozícii. Viac menej, u sluchových a vizuálnych systémoch, zmeny v pozornosti môžu byť dobrovoľné, alebo nedobrovoľné. Jeden si vie dobrovoľne vybrať zamerať svoju pozornosť na jednu, alebo druhú časť vizuálneho poľa a otočením očí. Lenže náhla zmena vo vizuálnom poli zvyčajne priťahuje pozornosť a oči odvrátia svoju pozornosť na danú zmenu. Naopak pri sluchovom poli si vieme zamerať pozornosť na jeden zdroj, alebo druhý.

Asi najčastejší príklad selektívnej sluchovej pozornosti je „cocktail-party effect“ . Je to schopnosť pri viacerých zdrojoch zvuku separovať len jeden a zamerať sa naňho.

Je selekcia nad viacerými zvukmi spracovávaná neskôr v kognitívnej časti, alebo niekedy skôr v senzorickej časti? [9]. Niektorý typ sluchovej selekcie je prevedený v receptoroch v centrálnej časti. Takto predčasná selektivita je možná, pretože každá kochlea je inervovaná 1400 vývodovými nervovými vláknami zo zväzku olivovej kochlei (OCB), ktoré sa tiahnu z „olivového celku“ v mozgovom kmeni ku kochlei. OCB je posledná zastávka pred prevodom neurálnej informácie z sluchového centra v temporálnom laloku ku kochlee (Desmedt, 1975). Tieto sensorové receptory (vlasové bunky) na bazilárnej membráne v kochlee navrhnu, ktorý zvuk uprednostnia pred tým druhým. Nervový systém potrebuje tieto uprednostnené návrhy, pretože prírodné zvuky vstupujúce do kochlei sú zvyčajne tak popremiešané, že ak by mal mozog veľmi veľkú úlohu aby všetky tieto zvuky rozdelil a pretriedil.

Názor, že OCB vývodové nervové vlákna slúžia k funkcii pozornosti sa datuje k 50tym rokom, kedy OCB bolo prvýkrát popísané autorom menom Rasmussen (1946). V skorších hypotézach sa domnievali, že OCB nepomáhalo k výberu kompetentných zvukov, ale bola to vstupná brána sluchu.

2.3.1 Selektívna pozornosť

Štúdie o pozornosti tradične približovali používaním úloh využívajúc selektívnu pozornosť. V týchto úlohách zúčastnené subjekty mali selektívne všímať si špecifický tok stimulov a detekovať „targety“ v tomto toku, pričom musia ignorovať nedôležité „distraktory“. Zúčastnené subjekty mali za úlohu napríklad všímať si stimuly v špecifickej senzorickej forme, objavovaním sa špecifických priestorových lokácií alebo stimulov náležiaci v určitej kategórií a vykonávať úlohy len na tieto stimuly zatiaľ čo ignoruje tie zvyšné.

Skryto orientované úlohy (Hillyard, Hink, Schwent & Picton, 1973; Posner, 1980; Posner & Petersen, 1990) sú zvláštny typ pozornostnej úlohy, ktoré sa vykazujú byť veľmi použiteľné v objasnení druhov pozornostných efektov a vo vysvetlení ich neurofyziologickej podstaty. V typickej vizuálnej skryto orientovanej úlohe subjekty sa mali zamerať na priestor, ktorý je označený vnemom bez fyzicky orientovaného smeru tejto lokácie (udržovanie pohľadu na nejaký fixný bod) a dodatočne reagovať na target, ktorý môže alebo nemusí objaviť sa vo všímanom priestore.

2.4 Sluchová plasticita

Zatiaľ čo výpočty, základný prvok normálnej lokalizácie zdroja zvuku, sú pevne zapájané, presnosť zvukovej lokalizácie závisí na systematickom kalibrovaní týchto výpočtov pri každodennej skúsenosti. Obe, fyziologické a behaviorálne štúdie demonštrujú, že priestorový sluchový systém sa adaptuje na udržovanie presnosti lokalizovania zvuku. Plasticita môže prekonať individuálne rozdiely v krivkách hlavy a uší a v zmenách veľkosti hlavy ako u dospelých zvierat (Clifton et al., 1988). Zvukový systém sa musí taktiež prispôbiť na krátky čas, aby vedel presne určiť lokalizáciu kedy poslucháč sa pohol z jedného akustického prostredia do iného (Shinn-Cunningham, 2000b) [10]. Experimentálne výsledky ukazujú, že obe , dlhodobá aj krátkodobá skúsenosť, ovplyvňuje určovanie miesta zdroja zvuku. Sluchový priestorový systém hoci môže predstavovať veľkú schopnosť prispôbovania sa, lenže plasticita ma tiež svoje hranice. Hocijaký všeobecný model priestorovej sluchovej plasticity popisujúci efekt skúseností na priestorové vnímanie musí zväžiť hraničné prejavy ako výsledok dlhodobého a krátkodobého tréningu s alternatívnymi priestorovými podnetmi.

2.4.1 Dlhodobá plasticita

Veľa štúdií skúmalo ako dlhodobé pretváranie malo vplyv na fyziologické odpovede (Knudsen et al., 1987; King and Moore, 1991; Rauschecker, 1999). Tieto štúdie ukazujú, že vývoj normálnych neuro-fyziologických odpovedí závisí na príslušných zvukovo-vizuálnych skúsenosti počas kritického vývojového obdobia (King a Catlile, 1993; Knudsen, 1994). Plasticita dlhodobého prejavu bola spozorovaná v „inferior colliculus“ (Brainard a Knudsen, 1993b; Mogdans a Knudsen, 1994) a štúdie na vyšších úrovniach systému taktiež ukázali zmeny v závislosti so skúsenosťami (Korte a Rauschecker, 1993).

Pár štúdií na ľuďoch skúmalo ako lokalizačná schopnosť sa mení s dlhodobým tréningom. Po týždňoch tréningu subjekty boli schopné adaptovať sa na jednostrannú stratu sluchu (Florentine, 1976). Avšak subjekty, ktoré mali vrodenú sluchovú atréziu (kde jeden zvukový kanál je blokován, ktorý vytvára monaurálny útlm zhruba 45-60dB) a podstúpili operáciu sa celkom nezotavili (Wilmington, 1994). Až niekoľko mesiacov po operácii slabo reagoval na niektoré priestorové sluchové úlohy, napriek

tomu že mali normálnu vnímavosť na základné priestorové podnety ako interaurálne časové rozdiely a interaurálne rozdiely v intenzite.

Obe, behaviorálne (Hofman, 1998) a fyziologické (Brainard a Knudsen, 1993a) tvrdenia hovoria, že s dlhodobým trénovaním s viac ako jedným priestorovým podnetom môže predstavovať jednu pozíciu v exocentrickom priestore. Po adaptovaní k náhradným elevačným podnetom, subjekty správne určujú eleváciu používaním buď normálnych, alebo náhradných podnetov (Hofman, 1994). Fyziologicky, kedy dlhodobé trénovanie nahrádza receptívne pole ladením, sa receptívne polia neposúvajú postupne zo starých k novým umiestneniam. Namiesto toho sa nastaví najprv priestor a stane sa bimodálny (s vrcholmi citlivosti pre obe, staré a nové umiestnenia) predtým než sa rozvinie a uloží len nové umiestnenia (Brainard a Knudsen, 1993a).

2.4.2 Krátkodobá plasticita

Štúdie krátkodobej adaptácie ukázali, že subjekty sa rapídne adaptovali na zmeny v priestorovom vnímaní kódovania exocentrickej pozície zdroja. Napriek tomu, adaptácia je len čiastočná pre komplex premapovania priestoru (Durlach, 1993; Shinn-Cunningham, 1998a, b, 2000a). Rozlišovanie je ovplyvnené stimulmi a skúsenosťami subjektov (Shinn-Cunningham, 1998a). Keď akustické podnety reprezentujú umiestnené zdroje a sú nestále za pomoci hocijakej normálnej pozície zvuku, krátkodobé trénovanie spôsobí pokles odklonu. Pričom ale rozlišovanie s týmito nestálymi podnetmi je horšia než s normálnymi podnetmi (Kassem, 1998).

2.5 Centrálne a periférne procesy

Nervová sústava je vystavená neustále hroznému množstvu zmyslových stimulov, lenže mozog nie je schopný naplno spracovať tieto stimuly naraz. Existuje nervový mechanizmus, ktorý vyberá podmnožinu dostupných zmyslových informácií pred plným spracovaním [11][12]. Tento výber je kombináciou rýchlej zdola-nahor („bottom-up“ – úlohovo nezávislej) pozornosti, rovnako ako pomalšej zhora-nadol („top-down“ – závislej na úlohách) pozornosti [11]. Prvý, stimulmi riadený „bottom-up“ proces celej scény budí pozornosť smerom k viditeľným, alebo vyčnievajúcim lokalitám v bez toho, aby si to človek uvedomoval. Potom, „top-down“ spracovanie posunie dobrovoľne svoju pozornosť smerom k veci záujmu človeka. Vybrané miesto je

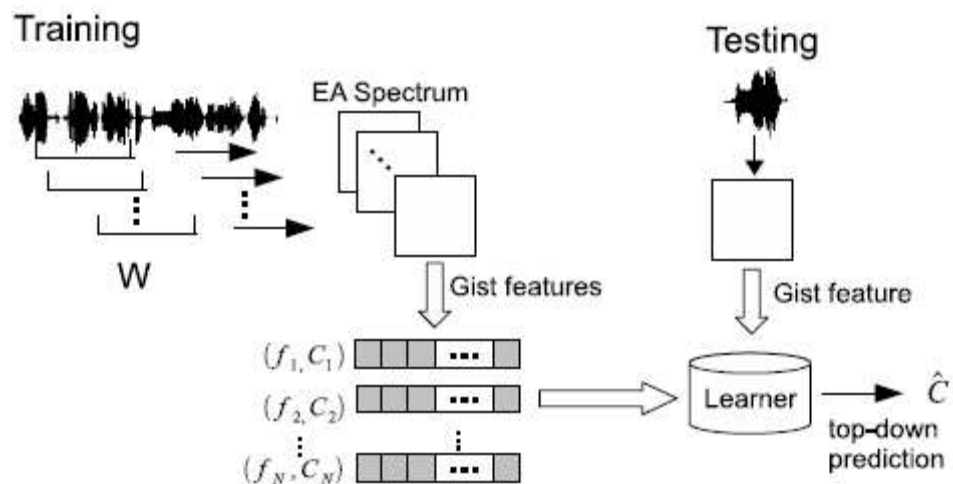
jediné, ktoré potom má povolenie aby postúpilo smerom cez kortikálnu hierarchiu na vyššej úrovni, aby analyzovali detaily [12].

„Bottom-up“ výčnelkami riadená pozornosť zisťuje objekty, ktoré vnímavosťou stoja mimo scénu a líšia sa od ich susedov. Napríklad, zváženie odhalenia krátkeho tónu v tichom/hlučnom pozadí. Tak, či tak „top-down“ úlohou významný proces používa skoršie znalosti a naučenú znalosť z predchádzajúcej skúsenosti na zameranie pozornosti na cieľové lokality v scéne. Napríklad pri zraku, bolo ukázané že vzory zameraného pohľadu závisia na úlohe vykonanej pri prezeraní tejto scény [13]. Uprený pohľad padol na tvárach ľudí pri odhaľovaní veku človeka, ale zrak padol na šatstvo ak mali odhadnúť v akých materiálnych podmienkach žijú. Zrak a sluch majú podobné nervové stupne spracovania a vnímanie [14][15], len jeden môže očakávať podobné úlohovo závislé vplyvy vo zvuku. Napríklad kokteil party problém nastavenie, kde pozornosť subjektu sa môže posunúť k hláseniu ak úloha je: „kto rozpráva, čo?“, pokiaľ by sa pozornosť mohla presunúť k hudbe ak úloha je: „aké nástroje hrajú?“.

Ako bolo uvedené pred tým, úlohovo závislá „bottom-up“ pozornosť nachádza lokality, kde cieľ/zdroj vnímavosťou vyčnieva. Napríklad v práci [14] navrhovaná „bottom-up“ sluchovo pozornosť model mohol zistiť vyčnievajúce slabiky v reči. Tak či tak, ak sú ľudia požiadaní aby našli vyčnievajúce (stresové) slabiky, tak taktiež používajú ich skoršiu skúsenosť k tomu aby vybrali tie viditeľné spomedzi ostatných.

2.5.1 „Top-down“ úlohovo závislý model

„Top-down“ model je vykreslený na obr.13. Na učenie „top-down“ úlohovo závislých vplyvov na danej úlohe, sa rozdelili dáta na tréningové a testovacie [16]. V tréningovej fáze „gist features“ sú vytiahnuté zo scén v tréningovej časti a spracované spolu s ich odpovedajúcimi triednymi kategóriami Ci. Tu, termín „scéna“ predstavuje zvukovú časť o dĺžke W. Vlastnosti („features“) sa spoja a prejdú skrz „learner“ (algoritmus strojového učenia) aby sa zistili mapy medzi „gist feature“ vektormi a kategóriami tried. V testovacích fázach, scény ktoré nevidno v tréningovej fáze sa použijú na test výkonu „top-down“ modelu. Pre danú skúšobnú vzorku, jadro scény sa vytiahne a prejde k učiacim mapám aby sa vygenerovala jeho „top-down“ predikciu kategórií tried.



Obr. 13 Štruktúra úlohovo závislom "Top-down" modelu

2.6 Top-Down vs Bottom-Up

Vnímanie sensorických vstupov do mozgu bezpochyby závisí od toho, čo vlastne prichádza do vnútra merateľné fyzickými vlastnosťami ako napríklad intenzita [17]. Vstup je prijímaný receptormi (fotoreceptory v oku, vlasové bunky v kochleji, bunky citlivé na dotyk, bolesť, teplota atď. na pokožke) prechádza mozgovým koreňom, naplňa thalamus a eventuálne dosahuje primárne sensorické oblasti v mozgu. V tejto časti signály sú analyzované sekundárnymi systémami a eventuálne smerujú do polymodálnych oblastí mozgu, ktoré formujú aktuálny vnem. Tieto procesy sú bežne uvedené ako „Bottom-up“ procesy ako signál prichádzajúci do nižších úrovní spracovania kde je ďalej očistený a analyzovaný. Takže signály z vyšších oblastí sú závislé od vstupov z nižších oblastí.

„Top-Down“ spracovanie je opačného princípu. Informácia z vyšších oblastí spracovania je použitá v skutočnosti na upravovanie nového vstupu v nižších oblastiach. Tento princíp sa vyskytuje dosť často v mozgu. Jeden príklad je útlm, alebo zosilnenie zvukov v kochlee vytvorená vonkajšími vlasovými bunkami, ktoré prijímajú vstup z periolivárneho jadra.

Zatiaľ čo „Bottom-up“ spracovanie umožňuje jednotlivcovi rapídne presunúť pozornosť k vyčnievajúcej časti potenciálneho významu, „top-down“ spracovanie umožňuje poznávaniu upravovať tieto procesy, pretože dotýčny môže byť hladný a zazretý farebný bod môže byť jedlo.(Connor, 2004).

Synonymá, pre „Bottom-up“ môžeme nazvať, že je riadený stimulom a pre „top-down“ smerujúci k cieľu, dobre popisujú tieto dve odlišné cesty prispôsobujúcich procesov v mozgu.

3 Experimentálna časť

3.1 Experiment 1

V tomto experimente sa skúmal vplyv centrálnych faktorov na kontextuálnu plasticitu v priestorovom sluchovom počúvaní. Cieľom práce bolo experimentálne určiť, či kontextuálnu plasticitu ovplyvňujú bottom-up faktory (t.j. faktory, ktoré sa prejavajú nezávisle na vedomom stave poslucháča, napr. pri pasívnom počúvaní), alebo top-down faktory (t.j. faktory ako očakávanie, sústredenie sa, voľba stratégie poslucháčom).

3.1.1 Motivácia

Z predošlých experimentov nie je jasné, do akej miery bola plasticita vyvolaná distribúciou stimulov, vplyvom bottom-up faktorov. To znamená, že plasticita bola vyvolaná tým, že zvuk znel veľakrát z miesta tam kde bol distraktor, alebo plasticita bola vyvolaná tým, že subjekt cielene ignoroval distraktor (resp. jeho polohu) a sústredil sa (top-down) na tú časť priestoru, z ktorej očakával, že príde zvuk, ktorý má lokalizovať.

3.1.2 Návrh experimentu

Tento experiment vychádzal z experimentálnej štúdie N.Kopča, V.Best a B.G.Shinn-Cunningham[1].

Modifikácie tohto experimentu, pri ktorých by sa mala kontextuálna plasticita zachovať v prípade, že je spôsobená **bottom-up** faktormi, ale zaniknúť, ak je spôsobená top-down faktormi sú nasledovné:

- Invertovať poradie distraktor-target v distraktor meraniach
- Neodpovedať na distraktor merania

Invertuje sa poradie z toho dôvodu, pretože sa predpokladá, že človek sa musí viac sústrediť ak je target zahraný druhý než keď je zahraný ako prvý. Pre tento dôvod existuje viacero príkladov, kedy predošlý stimul ovplyvňuje vnímanie následného, ale nie naopak:

- „precedence effect“ – ak je oneskorenie medzi dvoma zvukmi 1-5ms sluchový systém berie do úvahy len ten prvý a druhý potlačí [18]
- forward masking vs. backward masking,
- rôzne “perceptual grouping” efekty, kde je predošlý stimul “captures” a následné stimuly pri správnej časovej súslednosti.

Opačne sa to stáva veľmi zriedkavo.

Hypotéza: dôležité je to, že tá úloha bola pre subjekt náročná, a že v tej situácii sa snažil vypomôcť si tým, že vedel odkiaľ prichádza distraktor: napr. sa snažil sústrediť na miesto kde nebol distraktor, alebo sa snažil určiť kde je target relatívne k známej polohe distraktora, nie priamou/absolútnou lokalizáciou targetu. No a pozorovaná kontextuálna plasticita je artefaktom tejto stratégie, ktorú subjekt použil v jednotlivých kolách v experimente.

Modifikácie tohto experimentu, pri ktorých by sa mala kontextuálna plasticita zachovať, ak je spôsobená top-down faktormi, ale zaniknúť, ak je spôsobená bottom up faktormi sú nasledovné:

Používa sa základné nastavenie to znamená distraktory sú na 0 a 90 stupňoch, distraktor-targety sú na 11-79 stupňoch a test targety 11-79 stupňov. V rámci toho istého bloku sú distraktory na 0 stupňoch, na 90 stupňoch, a takisto nie sú žiadne distraktory. Čo sa týka fyzikálnych stimulov (a ich bottom-up reprezentácie) sa teda medzi týmito blokmi nemení nič.

Bloky sa ale líšia len tým, či má subjekt odpovedať:

- Vždy
- Len pri frontálnom distraktore a nedistraktorové
- Len pri laterálnom distraktore a nedistraktorové
- Alebo či odpovedá len na nedistraktorové

Je viac typov kôl a v každom sa skúma iný faktor. Líšia sa od seba tým ako je prezentovaný distraktor. Čiže buď je distraktor prehrávaný pred targetom to znamená ide v poradí distraktor - target alebo je prehraný v opačnom poradí to znamená target pred distraktorom. Kolá budú prezentované buď čisto frontálnym distraktorom, alebo z laterálnym distraktorom, alebo aj frontálnym aj laterálnym.

Eliminované v týchto kolách bottom-up bolo tým, že v jednom kole prezentujeme distraktor spredu aj z boku. Tým pádom by sa bottom-up plasticita mala vyrušiť. Teoreticky ale, táto zmena by mala spôsobiť aj zrušenie top-down plasticity, pretože človek sa nemôže sústrediť „preč od distraktora“, keďže targety sú medzi distraktormi. Aby ale takúto stratégiu mohol použiť, zmenili sme buď poradie zvukov buď pre frontálny alebo pre laterálny distraktor – čo malo spôsobiť, že subjekt sa už nemusel „snažiť“ takýto distraktor ignorovať. Alebo sme subjektu povedali, aby neodpovedal na targety nasledujúce za frontálnym distraktorom (alebo za laterálnym). Tým pádom sa subjekt zas mohol sústrediť prečo len od toho distraktora, na zvuky nasledujúce po ktorom mal odpovedať. Čiže top-down plasticita by sa prejavila primárne rozdielom v nedistraktorových odpovediach premiešaných s „odpovedaj len po prednom distraktore“ meraniami oproti nedistraktorovým odpovediam premiešaným s „odpovedaj len po bočnom distraktore“.

Distraktory a nedistraktory sú prezentované v podobe zvuku - klikov. Pre oba je použitý 1-klik. Je to šum s trvaním 2 ms. Je „zmrazený“ – čiže je identický pre všetky subjekty v celom experimente. Bol použitý šum z experimentu 1 : „noise.mat“

Čo sa týka SOA tu bude určite treba analyzovať aj distraktor merania. Treba spraviť aj pilotný experiment na zistenie, či to, že sú v jednom kole aj D-T aj T-D merania nie je veľmi mäťúce pri SOA = 25 ms (a či tomu nepomôže predĺženie SOA).

3.1.3 Hypotézy

V experimente sa predpokladá, že kontextuálna plasticita nie je vyvolávaná len:

- bottom-up faktormi akým je napr. priestorová distribúcia stimulov, pasívne počúvanie atď.
- ale aj top-down faktormi čo vlastne znamená očakávanie, alebo sústredenie sa subjektu na cieľové pozície a pozície mimo distraktorov.

Táto hypotéza bude otestovaná porovnaním pozorovanej plasticity, keď daný subjekt dostane sériu úloh, ktoré si vyžadujú špecifickú distribúciu priestorovej pozornosti a sériu úloh kde pozornosť nemusí byť sústredená.

Predpokladá sa že top-down faktory sú dôležité pre vyvolávanie kontextuálnej plasticity v priestorových sluchových mapách. Špecificky sa predpokladá, že plasticita

vyvolávaná v predchádzajúcich experimentoch bola vyvolaná tým, že subjekty zameriavali svoju pozornosť mimo distraktor a tým cielene ignorovali distraktory. Na druhej strane môže byť, že kontextuálna plasticita bola vyvolaná čistými bottom-up procesmi. Vykonalo sa 9 typov merania, z ktorých niektoré mali zachovať bottom-up plasticitu a niektoré top-down. Presnejšie je to rozpísané vo 4-tej kapitole v časti popis metód v jednotlivých kolách.

3.2 Experiment 2

V tejto časti bude popísaný druhý, trochu modifikovaný predošlý experiment kvôli potrebám a zisteniam faktov z predchádzajúcich analýz.

3.2.1 Motivácia

V predošlom experimente sa ukázalo, že ani jeden z typov kôl, ktoré predstavovali a ukazovali vplyvy centrálnych faktorov (top-down) nepotvrdili správnosť hypotéz a preto nenastal posun v sluchových mapách ani pri jednom subjekte. Napriek tomu sa, ale prejavil prekvapujúci výsledok v typoch kôl, ktoré zobrazovali vplyv periférnych faktorov (bottom-up). Kde pri jednom type kola sa hypotéza potvrdila, že pasívne počúvanie (bottom-up) podnetov nespôsobuje sluchovú plasticitu a teda posun sluchovej mapy. Napriek tomu pri druhom type kola, ktorý tiež mal potvrdiť vplyv bottom-up, sa plasticita prejavila.

Práve preto tento nasledujúci experiment bude overovať tieto typy kôl.

3.2.2 Návrh experimentu

Tento experiment je podobný ako predchádzajúci. Boli ponechané prvé tri kolá z predchádzajúceho experimentu a bolo pridané navyše jedno kolo, pri ktorom potrebujeme ukázať, že pozorujeme štandardnú kontextuálnu plasticitu, kde táto plasticita pretrvá pri prevrátení stimulov (OTD.kolo) ale nie pri "len" odpovedaní na non-distraktory.

Všetky zvyšné veci ohľadom experimentu ostali nepozmenené, také ako v predchádzajúcom experimente.

3.2.3 Hypotézy

Hypotézy pre tento experiment pre niektoré typy kôl sú zhruba rovnaké ako v predchádzajúcom experimente:

- 0=D-T, odpovedať len na nedistraktorové – (Bottom-up) pri tomto kole by sa opäť plasticita prejaviteľ nemala
- 0=T-D, odpovedať vždy – (Bottom-up) po zistení v predchádzajúcom experimente v tomto type kola pravdepodobne nastane posun mapy
- 0=D-T, odpovedá vždy – (Bottom-up) po výsledkoch z predošlých štúdií by sa v tomto kole mala prejaviteľ plasticita.

4 Experimentálna procedúra

V tejto časti budú popísané samotné experimenty, program, ktorý bol naprogramovaný v prostredí Matlab a použitý pre tieto experimenty.

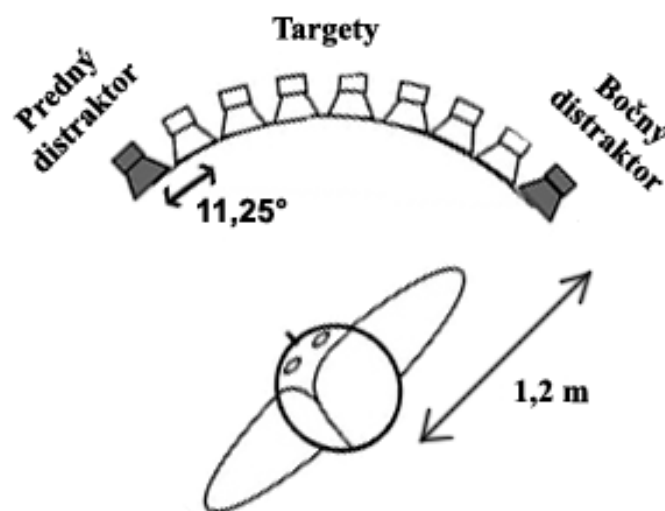
4.1 Experiment 1

4.1.1 Prostredie experimentu

Tento experiment bol celý čas prevádzaný v prázdnej, tichej pravouhlej miestnosti s rozmermi 3,4 x 3,6 x 2,9 m. Podlaha v miestnosti bola pokrytá kobercom, mala akustické dlaždice a tvrdé steny. Šum v pozadia v miestnosti bol približne 39 dB. V miestnosti bolo rozložených 10 reproduktorov:

- 1 inštrukčný reproduktor
- 2 distraktorové reproduktory
- 7 targetové reproduktory

Všetky reproduktory boli zložené do štvrtkruhu okrem inštrukčného ktorý bol umiestnený niekde mimo. Targety sa nachádzajú v strede, kde každý je uložený v rozmedzí 11,5 stupňa od seba. Najľavejší a najpravejší reproduktor predstavovali frontálny a laterálny distraktor. Analýza nahrávok stimulov ukazuje rozdiely medzi reproduktormi nie vyššie ako 5dB v hocijakom rozsahu tretej oktávy v rozmedzí 700 – 16 000 Hz.



Obr. 14 Rozloženie reproduktorov v miestnosti

V miestnosti bolo rovnomerne rozmiestnených po štvrt' kruhu o polomere 1,2 metra od poslucháča v strede. Reprodukory boli zafixované na podstavcoch o približnej dĺžke 1,5 metra nad zemou niekde približne na úrovni uší, keď subjekt sedí. Tie potom zakrývala čierna akustická plachta presahujúca štvrt' kruh o 30 cm z oboch strán, tým pádom subjekt mohol reagovať na stimuly a odpovedať mimo rozsah štvrt' kruhu. V strede miestnosti bola stolička s operadlom hlavy, na ktorej subjekt sedel a po každom skončenom kole ju subjekt striedavo natáčal k pravému, alebo ľavému distraktoru.

Reprodukory v miestnosti boli označené červenými LED diodami, ktoré predstavovali snímacie body. Odpovede boli snímané kamerou, ktorá bola umiestnená na strope miestnosti. Experiment taktiež vyžadoval čiapku s tromi LED diodami, ktoré určovali smer natočenia subjektu v experimente a ukazovátka s dvoma LED diodami, ktorým subjekt odpovedal na jednotlivé merania.

4.1.2 Teoretický popis experimentu

Pre tento experiment sa zúčastnili 2 subjekty. Stále pred každým kolom zaznela informácia o tom, aké kolo v poradí nasleduje. Hneď po nej aký typ kola. Ak subjekt nerozumel, alebo nepočul informáciu o type kola a o spôsobe ako má odpovedať stačilo že subjekt odpovedal ukazovátkom niekde v priestore blízko hlavy a hlásenie sa následne zopakovalo. Potom zaznel pokyn aby subjekt zavrel oči a začalo sa experimentálne kolo.

Experiment sa skladá z 4 sedení. Každé sedenie sa skladá z 9 typov kôl. Kolá sú rozdelené podľa faktorov, ktoré skúmajú.

- 1 kolo je nedistraktorové
- 2 typy kôl, ktoré skúmajú bottom-up efekt
- 6 typov kôl, ktoré skúmajú top-down efekt

Niektoré kolá sa v sedení opakujú. Dokopy je 17 kôl. Kolá sa líšia prezentáciou ktorý frontálneho a laterálneho distraktora. Frontálny distraktor je na 0 stupňoch, laterálny na 90 stupňoch. Trvanie experimentu pre jeden subjekt bol 18 hodín.

Taktiež kolá sa líšia tým, či zvuk sa zahrá ako v poradí distraktor – target, alebo v opačnom poradí target - distraktor. V niektorých typoch sa prezentuje len jeden typ

tohto poradia, v iných zasa oba typy naraz. V nedistraktorovom kole sa odpovedá vždy, pri distraktorových sa odpovedá buď vždy, alebo len na nedistraktorové prípady na frontálny, alebo laterálny distraktor.

V tabuľke tie kolá, ktoré ukazujú bottom-up efekt (eliminujú top-down) sú označené modrou farbou, tie ktoré ukazujú vplyv top-down (eliminujú bottom-up) sú označené zelenou. Bielou je označené nedistraktorové kolo.

ID kola	Typ kola	Distraktory a poradie distraktor-target	Odpovedať
1	nedistraktorové	-	Vždy
2	Distraktorové	0: t-d	Vždy
3	Distraktorové	0: d-t	Len na nedistraktorové merania
4	Distraktorové,	0: d-t 90: d-t	Len na merania s frontálnym distraktorom a ne,distraktorové
5	Distraktorové	0: d-t 90: d-t	Len na merania s laterálnym distraktorom a nedistraktorové
6	Distraktorové,	0: d-t 90: d-t	Vždy
7	Distraktorové	0: t-d 90: d-t	Vždy
8	Distraktorové	0: d-t 90: t-d	Vždy
9	Distraktorové	0: t-d 90: t-d	Vždy
10 (opakovanie 2)			
11 (opak. 3)			
12 (opak. 4)			
13 (opak 5)			
14 (opak. 6)			
15 (opak. 7)			
16 (opak. 8)			
17 (opak. 9)			

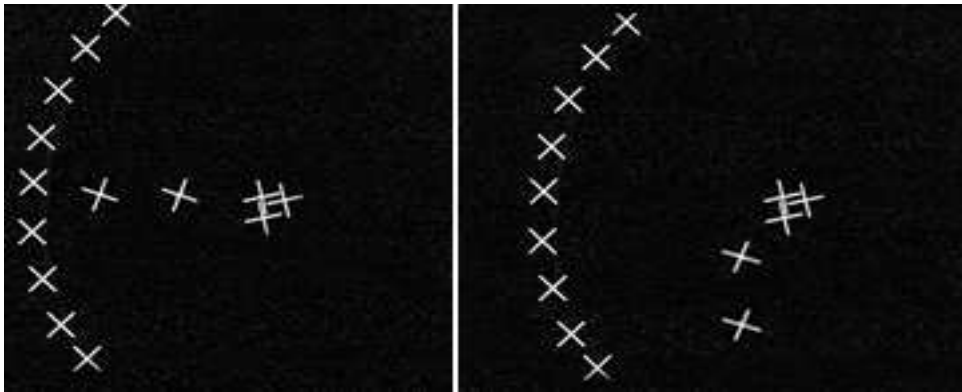
Tab. 1 Zoznam typov kôl, ich popis a opakovania

Distribúcia nedistraktorových meraní a distraktorových meraní v jednom kole je v pomere 25/75. V analýzach sa budú brať len nedistraktorové merania

z distraktorových kôl a tie sa budú porovnávať s nedistraktorovým kolom. SOA pre tento experiment je nastavené na hodnotu 400 ms.

4.1.3 Popis odpovedí

V tomto experimente subjekt na niektoré typy odpovedá stále, v iných prípadoch subjekt odpovedá len na určité podnety.



Obr. 15 Typy odpovedí

Obrázok vľavo zobrazuje ako subjekt normálne odpovedá na targety tým, že smeruje ukazovátka na cieľový reproduktor odkiaľ počul zvuk. Obrázok vpravo zobrazuje situáciu kedy subjekt nemal odpovedať na určité situácie, tak že nasmeroval ukazovátka smerom niekde mimo štvrt' kruhu. Tento typ odpovede sa berie takisto v úvahu pri pokynoch na začiatku každého kola, kedy subjekt dostáva informácie o nasledujúcom kole. Ak subjekt potreboval pokyn zopakovať tak odpovedal ako na obrázku vpravo. V druhom prípade pokračoval ako na obrázku vľavo.

4.1.4 Popis metód v jednotlivých kolách

1. Nedistraktorové – subjekt odpovedá na targety bez toho aby pred ním zaznel distraktor
2. 0°, T-D, Vždy – subjekt odpovedá vždy na prvý zaznený klik, t.j. na target potom nasleduje frontálny distraktor. Pre tento typ kolasa predpokladá, že ukazuje vplyv bottom-up faktorov, pretože by malo byť jednoduchšie určiť prvý zaznený klik ako druhý.

- 3.0° D-T, len nedistraktorové – pri tomto kole subjekt odpovedá len na nedistraktorové merania. Takže ak pri tomto type kola nastane posun v sluchovej mape tak je plasticita vyvolávaná bottom-up efektom, keďže subjekt distraktorové kolá len pasívne počúva, čiže na ne nereaguje a odpovedá len na nedistraktorové kolá.
- 4.0° D-T, 90° D-T, len na merania s frontálnym a nedistraktorové – v tomto type kola subjekt neodpovedá len na laterálny distraktor. Tento typ by mal ukazovať top-down efekt tým, že keď subjekt má odpovedať len na frontálne distraktor-targety tak sa bude snažiť sústrediť inam ako je frontálny distraktor, pretože ten potrebuje potlačiť aby mohol dobre spracovať nasledovný target (zatiaľ čo laterálny sa nebude snažiť potlačiť pretože na za nim nasledovný target odpovedať nemusí).
- 5.0° D-T, 90° D-T, len na merania s laterálnym a nedistraktorové – tento typ je podobný tomu predchádzajúcemu s rozdielom, že sa bude snažiť zamerať svoju pozornosť na laterálny distraktor.
- 6.0° D-T, 90° D-T, vždy – pri tomto type odpovedá subjekt vždy. Tento typ ako aj už aj zvyšné tri ukazujú vplyv top-down efektu.
- 7.0° T-D, 90° D-T, vždy – pre tento typ kola kde je aj D-T aj T-D bolo zo začiatku pri SOA 25 ms isté že je to mätúce, pretože subjekty nevedeli určiť, z ktorého reproduktora šiel target zvuk a preto sa nakoniec zvolila SOA 400ms Ak ide distraktor z frontálneho a target bol repr.7, alebo bol distraktor laterálny a následný target repr.1 tak subjekty mali problém určiť, či to bol T-D ,alebo D-T preto je to ošetrené tak, že ak odpovie s odchýlkou asi 25°, tak zaznie hlásenie, že zvuk zaznel z druhej strany (čiže ak target zaznel z repr.7 a odpovedal na repr.1 tak zaznelo hlásenie, že target zaznel z opačnej, čiže druhej strany).
- 8.0° D-T, 90° T-D, vždy – obdobne ako predchádzajúce kolo akurát s jednou zmenou, a to že z frontálneho znel D-T a z laterálneho T-D.
- 9.0° T-D, 90° T-D, vždy – pri tomto type kola boli zneli najprv targety a potom distraktory.

Všetky typy vyššie popísaných kôl sa v každom sedení objavujú 2 krát s výnimkou nedistraktorového kola.

4.1.5 Popis kola

Každé kolo v tomto experimente t.j. distraktorové aj nedistraktorové má 203 meraní. Týchto 203 meraní sa ďalej delí na 14 úvodných meraní, 168 stredných meraní a 21 koncových meraní.

$$7(\text{pozícií}) \times 2(\text{opakovania}) = 14 \text{ úvodných meraní}$$

$$7(\text{pozícií}) \times 24(\text{opakovaní}) = 168 \text{ stredných}$$

$$7(\text{pozícií}) \times 3(\text{opakovania}) = 21 \text{ koncových}$$

Zo stredných 168 meraní, kde sa začína vyvolávať plasticita, je určených 25 % nedistraktorových meraní a 75 % distraktorových meraní. Tie sú rozdelené týmto spôsobom:

- Nedistraktorové merania

$$7(\text{pozícií}) \times 6(\text{opakovaní}) = 42$$

- Distraktorové merania

$$7(\text{pozícií}) \times 18(\text{opakovaní}) = 126$$

Distraktorové merania, ktoré obsahujú aj frontálny aj laterálny distraktor sa pre niektoré typy kôl (zelené v tabuľke) ďalej delia:

- Frontálny distraktor

$$7(\text{pozícií}) \times 9(\text{opakovaní}) = 63$$

- Laterálny distraktor

$$7(\text{pozícií}) \times 9(\text{opakovaní}) = 63$$

Celkovo za každé sedenie je pre každý typ kola 12 meraní (6 opakovaní pre každú pozíciu v rámci kola x 2 opakovania kola v rámci sedenia) pre každú pozíciu cieľového zvuku. Keďže v nedistraktorovom kole je 24 opakovaní v rámci kola, tak sa po 2 pospriemerňujú, aby bolo tiež 12 meraní.

Poradie kôl je náhodné a striedajú sa aj otočenia subjektu k ľavému a pravému distraktoru tak, aby za celý experiment bolo dokopy každé kolo merané toľko krát vľavo ako aj pri otočení vpravo.

4.2 Experiment 2

4.2.1 Teoretický popis experimentu

Pre tento experiment sa zúčastnili 4 subjekty. Je to v podstate ten istý ako predchádzajúci s menšími úpravami. Kolá č.4 – č.17 sa vyhodili, ostali kolá:

- Nedistraktorové
- 0=T-D, odpovedá vždy
- 0=D-T, odpovedá len na nedistraktorové

Je pridané nové kolo:

- 0=D-T, odpovedá vždy

Všetko je podrobnejšie rozpísané v Tab. 2.

ID kola	Typ kola	Distraktory a poradie distraktor-target	odpovedať
1	nedistraktorové	-	Vždy
2	Distraktorové	0: t-d	Vždy
3	Distraktorové	0: d-t	Len na nedistraktorové merania
4(NOVÉ)	Distraktorové	0:d-t	Vždy
5(opak. 2)			
6(opak. 3)			
7(opak. 4)			

Tab. 2 Zoznam kôl a ich popis pre experiment č.2

Prostredie experimentu ako aj všetky hardvérové záležitosti sú rovnaké ako v predchádzajúcom experimente rozpísané v kapitole 3 v časti popis experimentu. Distribúcia stimulov je 25/75 t.j. 25% nedistraktorových a 75 % distraktorových. SOA ostalo na 400 ms. Subjekt v niektorých typoch kôl odpovedá stále obr. 14 (vľavo), alebo odpovedá obmedzene obr.14 (vpravo).

4.2.2 Popis metód

1. Nedisraktorové – subjekt odpovedá na targety bez toho aby pred ním zaznel distraktor
2. 0°, T-D, Vždy – subjekt odpovedá vždy na prvý zaznený klik, t.j. na target potom nasleduje frontálny distraktor. Pre tento typ kolasa predpokladá, že ukazuje vplyv bottom-up faktorov, pretože by malo byť jednoduchšie určiť prvý zaznený klik ako druhý.
3. 0°, D-T, len nedisraktorové – pri tomto kole subjekt odpovedá len na nedisraktorové merania. Takže ak pri tomto type kola nastane posun v sluchovej mape tak je plasticita vyvolávaná bottom-up efektom, keďže subjekt distraktorové kolá len pasívne počúva, čiže na ne nereaguje a odpovedá len na nedisraktorové kolá.
4. 0°, D-T, Vždy – subjekt odpovedá vždy na druhý zaznený klik z dvojice distraktor-target

5 Analýza dát

5.1 Experiment 1

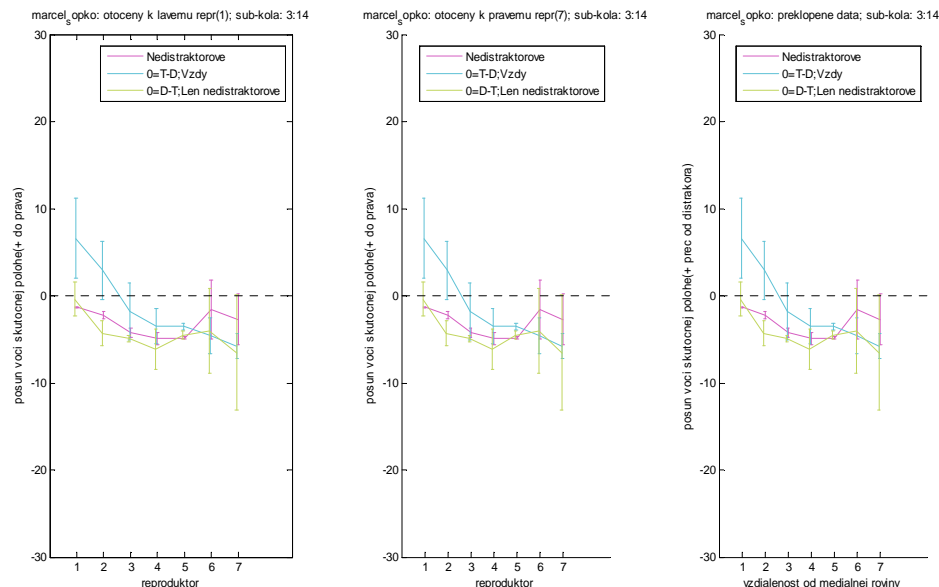
V tejto časti práce sa nachádza analýza nameraných dát, a z týchto dát potom analýza nameraných grafov. Všetky dáta sú uložené v matici o 13 804 riadkoch a 9 stĺpcoch. Po zotriedení dát sa vypočítal bias pre každé meranie a z týchto biasov sa vykreslili grafy, ktoré boli nakoniec zanalyzované podľa typov kôl. Nakoniec sa všetky dáta preklopili cez mediálnu rovinu aby bolo viac hodnôt pre každý azimut. V ďalších častiach budú rozobraté a zanalyzované jednotlivé kolá z pohľadu faktorov, ktoré mali ukazovať.

5.1.1 Výsledky

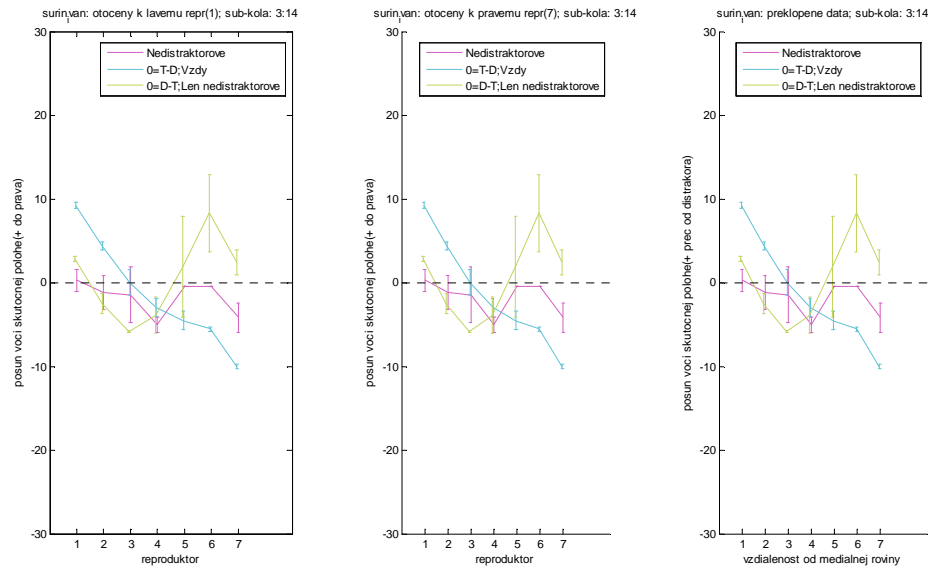
V tejto časti budú zanalyzované namerané dáta a následne grafy z týchto dát. V grafoch sa používajú preklopené dáta. Zobrazujú skutočný posun v závislosti od vzdialenosti od mediálnej roviny.

5.1.2 Bottom-up

V týchto typoch kôl sa riešil vplyv bottom-up faktorov.



Obr. 16 Typy kôl pre bottom-up vplyv pre subjekt M.S., zobrazuje bias voči skutočnej polohe

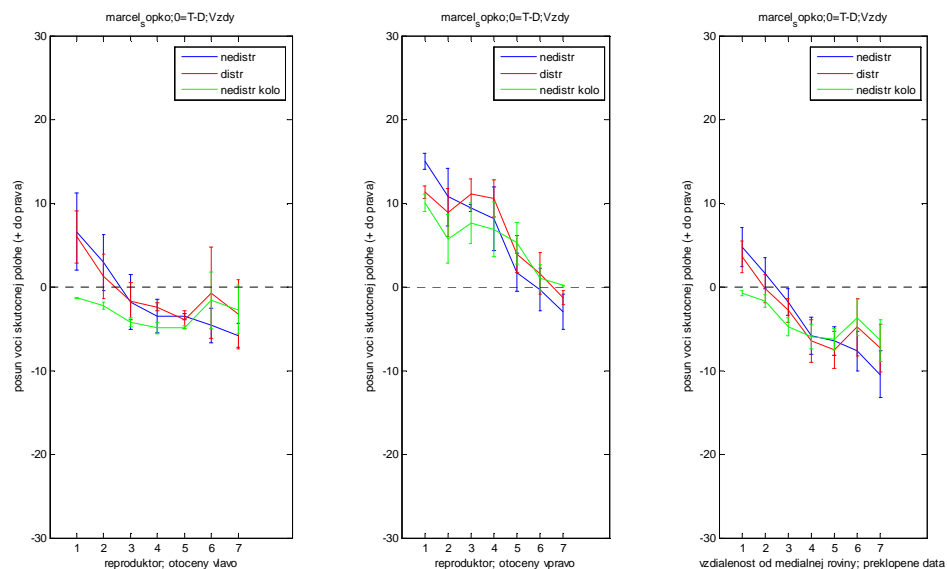


Obr. 17 Typy kôl pre bottom-up vplyv pre subjekt I.S., zobrazuje bias voči skutočnej polohe

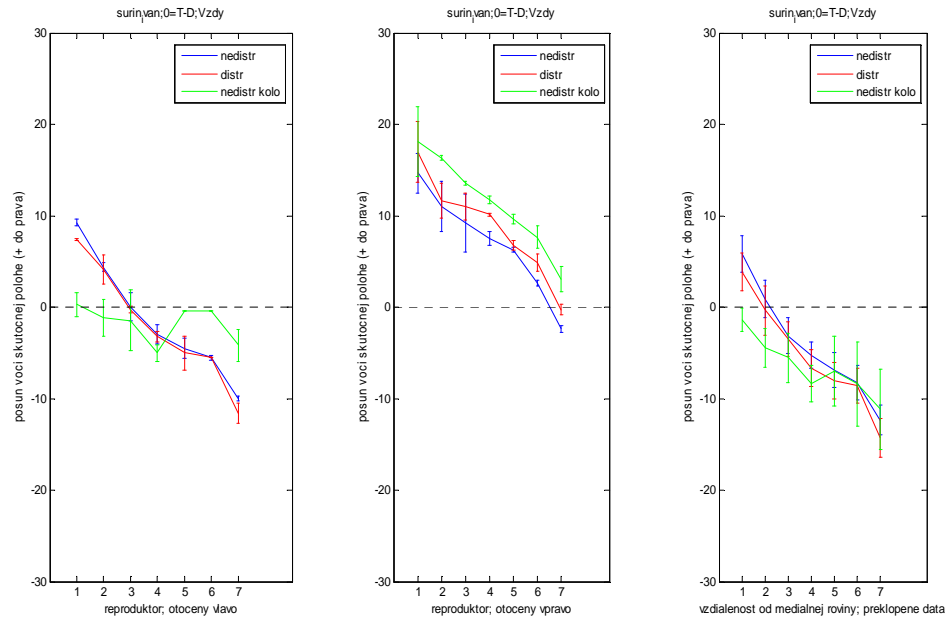
Na obr. 16 a obr. 17 sú zobrazené 3 typy kôl. Ružová farba je nedistraktorové kolo. Práve k nemu budeme porovnávať zvyšné dva typy kôl a zisťovať, či posun sluchovej mapy nastal, alebo nie.

5.1.2.1 0° T-D, odpovedá vždy

Hypotéza pre tento experiment bola, že sluchová plasticita závisí od Top-down faktorov. Tento typ kola, ale predstavuje vplyv bottom-up.



Obr. 18 0° T-D subjekt odpovedá vždy, Bias voči skutočnej polohe, ľavý graf sú nepreklopené dáta subjekt je otočený doľava, stredný graf nepreklopené dáta subjekt otočený doprava, pravý graf preklopené dáta



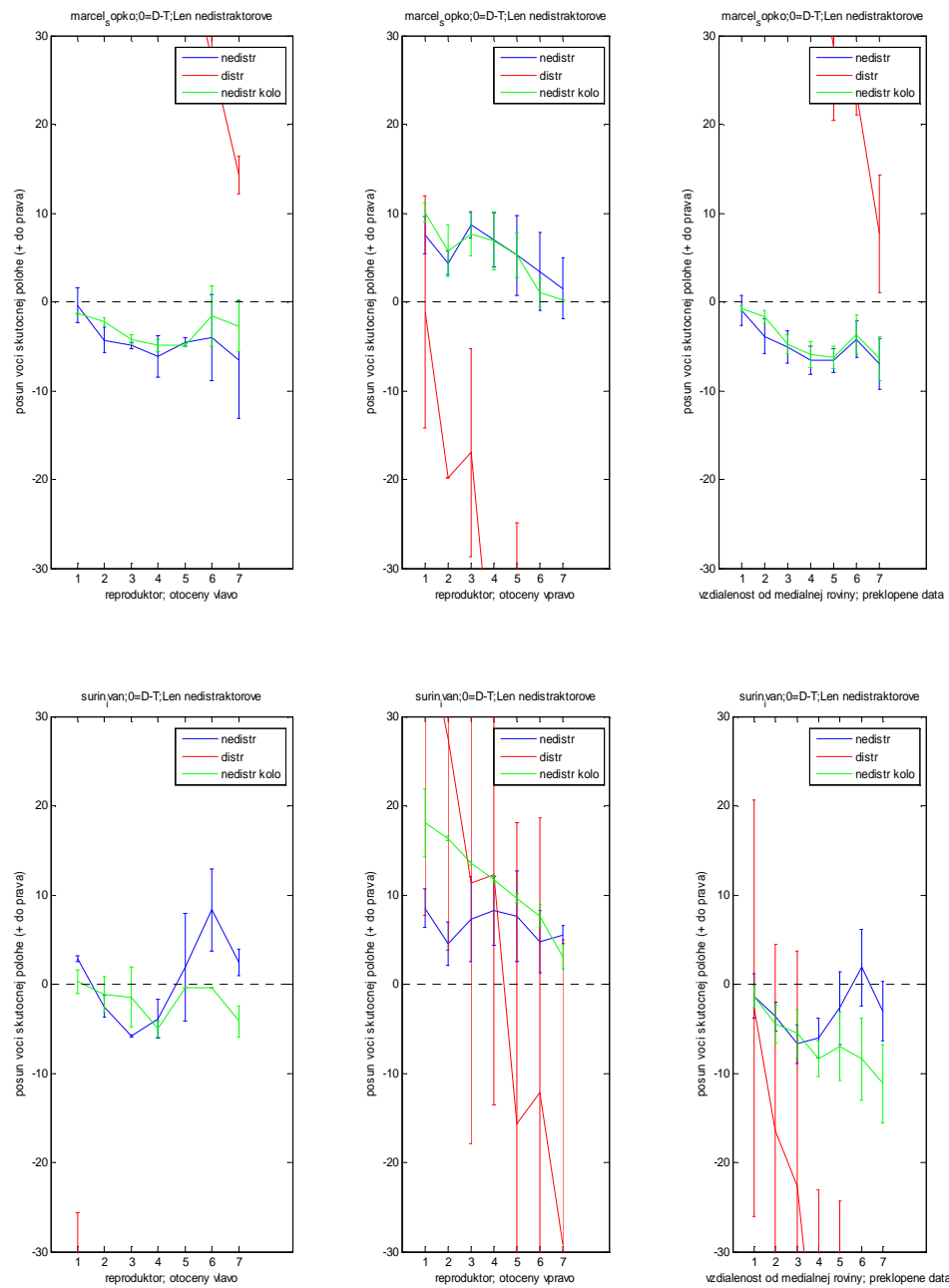
Obr. 19 0° T-D, odpovedá vždy, Bias voči skutočnej polohe, subjekt I.S.

Subjekt odpovedá vždy na prvý zaznený klik, t.j. na target potom nasleduje frontálny distraktor. Pre tento typ kola sa predpokladá, že ukazuje vplyv bottom-up faktorov, pretože by malo byť jednoduchšie určiť prvý zaznený klik ako druhý. Zelená čiara zobrazuje nedistraktorové kolo, ktoré je porovnávané ku každému typu kôl. Modrá je nedistraktorové pre dané kolo a červená je distraktorové meranie. V tomto type kola by mala modrá čiara zhruba kopírovať tvar tej zelenej a vtedy by nenastal posun sluchovej mapy. Lenže v tomto type kola posun nastal ako je vidieť na obrázku (obr. 18).

5.1.2.2 0° D-T odpovedá len na nedistraktorové merania

Hypotéza pre tento typ kola bola rovnaká ako v predchádzajúcom a to že posun sluchovej mapy by nastať nemal.

Pri tomto type kola subjekty pasívne počúvali distraktorové merania a odpovedali len na nedistraktorové. Pri subjekte MS sa potvrdila hypotéza, a tým pádom tu posun nenastal. Problém je však pri subjekte IS, kde sú tieto dáta dosť nestabilné, ale napriek tomu tiež nasvedčujú tomuto že žiaden posun nenastal. Jednou z príčin je, že pri nedistraktorovom meraní sa mohlo stať, že sa preklikol a odpovedal rovnako ako pri distraktorovom a tým vznikol takýto veľký posun v krivke.



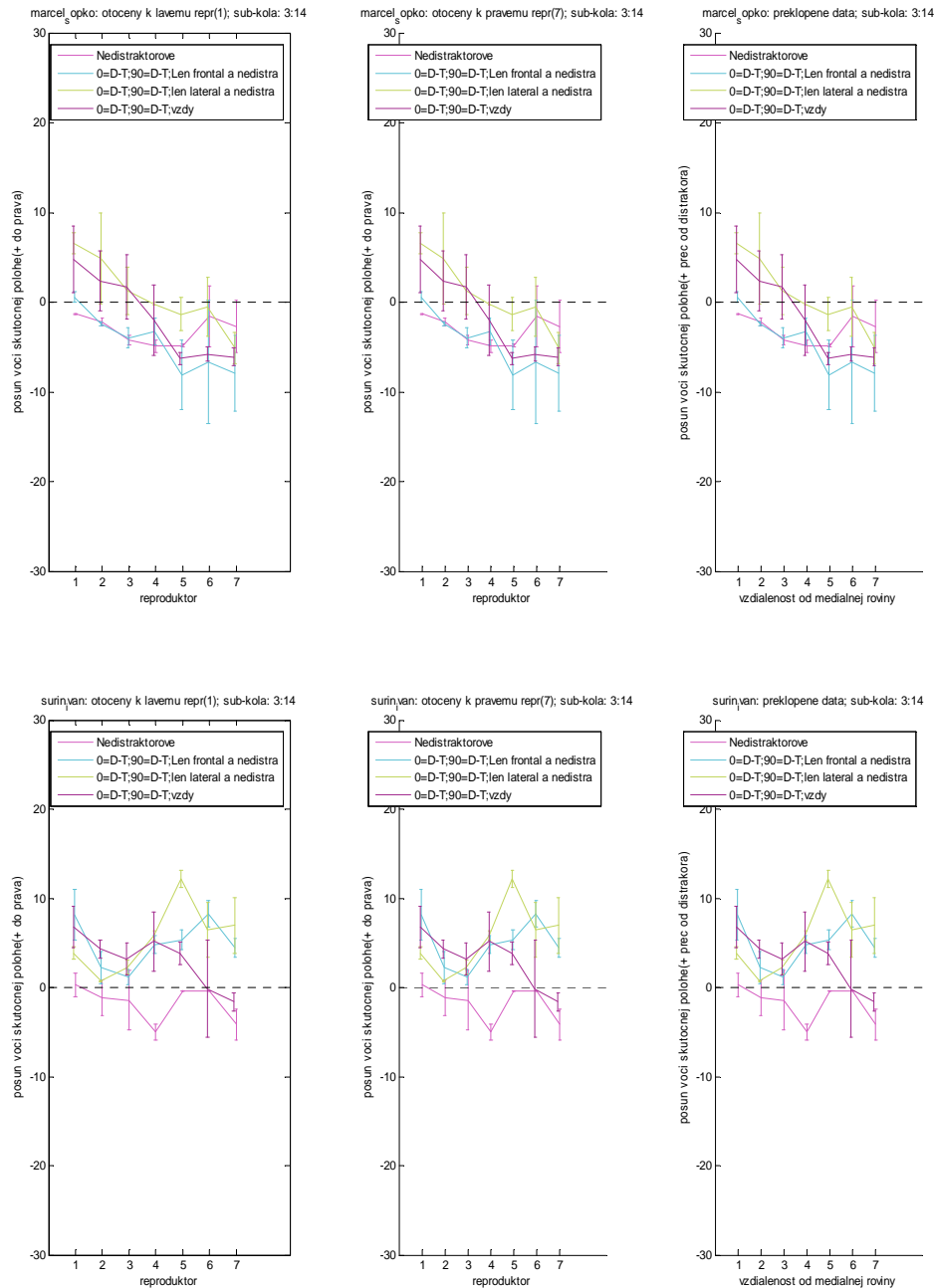
Obr. 20 0° D-T odpovedá len na nedistraktorové merania, Bias voči skutočnej polohe, ľavý graf sú nepreklopené dáta subjekt je otočený doľava, stredný graf nepreklopené dáta subjekt otočený doprava, pravý graf preklopené dáta

Červený bar ktorý zobrazuje distraktor je preto taký veľký, pretože subjekty odpovedali niekde mimo štvrtkruh (ukážka tejto odpovede je na obr.15).

5.1.3 Top-Down

5.1.3.1 Subjekt odpovedá len niekedy

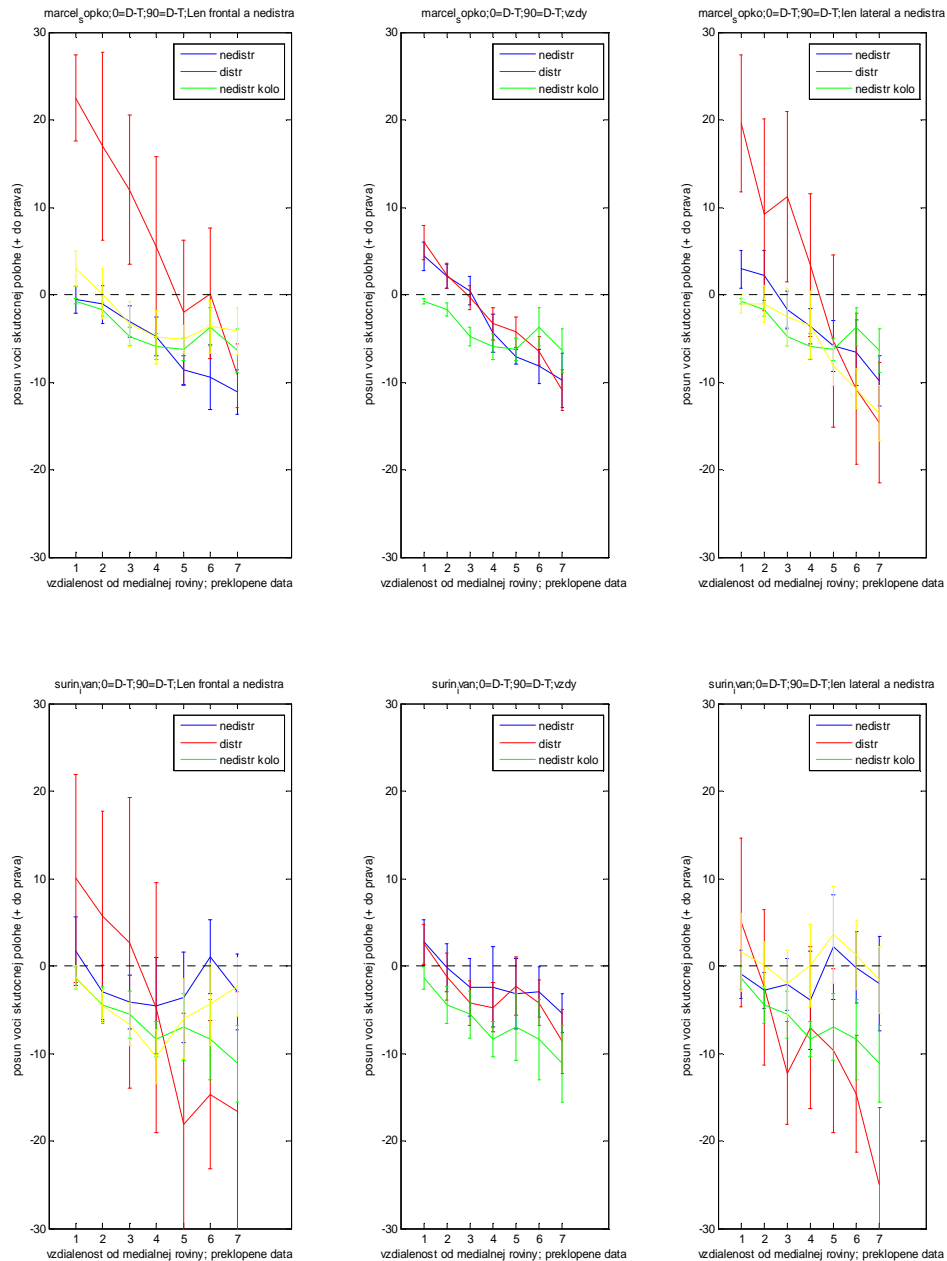
V tejto časti, keďže hypotéza pre tento experiment bola, že plasticita sa vyvoláva top-down efektom, čiže pri týchto typoch kôl ak je hypotéza správna tak by posun mal nastať.



Obr. 21 Grafy pre nedistraktorové kolo a prvé tri typy kôl s top-down vplyvom, ľavý graf sú nepreklopené dáta subjekt je otočený doľava, stredný graf nepreklopené dáta subjekt otočený doprava, pravý graf preklopené dáta

Prvé tri typy kôl, ktoré zobrazujú top-down vplyv sú vykreslené na obr.18.

- $0=D-T;90=D-T$ odpovedá len frontálny distraktor a nedistraktorové
- $0=D-T;90=D-T$ odpovedá len na laterálny distraktor a nedistraktorové
- $0=D-T;90=D-T$ odpovedá vždy



Obr. 22 Subjekt odpovedá len niekedy, Bias voči skutočnej polohe, preklopené dáta, porovnanie nedistraktorových meraní s distraktorovými meraniami daného kola a nedistraktorovým kolom

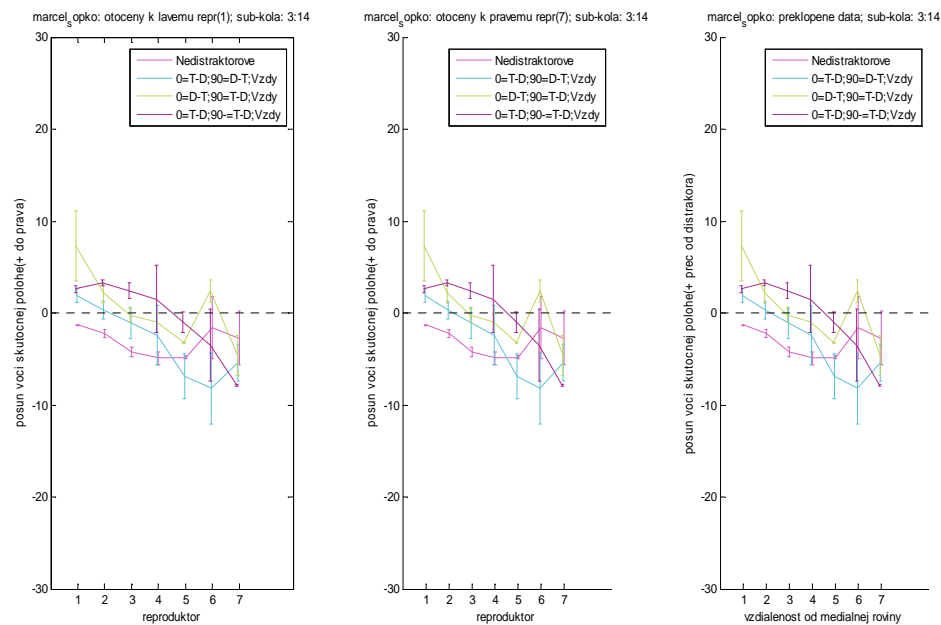
V týchto častiach subjekt odpovedá len niekedy. V jednom type odpovedá len na frontálny distraktor-target, v druhom zasa opačne. V skutočnosti sa malo stať, že modrá farba, ktorá predstavuje typ kola kedy sa odpovedalo len na frontálny distraktor mal byť

posunutý smerom dole v porovnaní s žltou farbou, čo boli odpovede len pre laterálny distraktor-target. Typ kola kedy sa odpovedá vždy mal byť niekde medzi nimi a nie je.

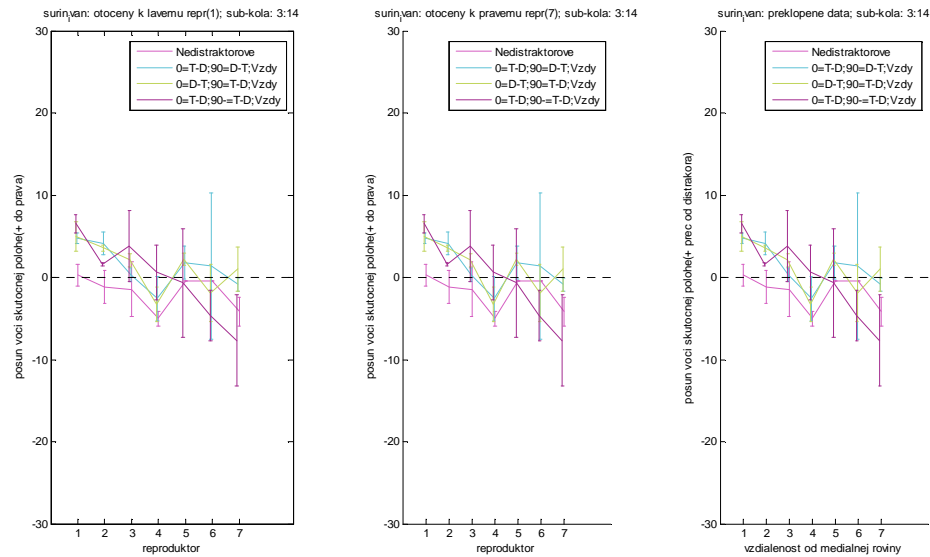
Nevidno to ani v analýzach jednotlivých kôl (obr.22) kedy modrá farba pre nedistraktorové merania pre každý subjekt je rovnaká. Žltá farba označuje distraktor merania, na ktoré mali subjekty odpovedať. Čiže s istotou môžeme povedať, že tento experiment Top-Down efekt nepotvrdil.

5.1.3.2 Subjekt odpovedá vždy

Ďalšia trojica typov pre top-down efekt porovnávané s nedistraktorovým kolom.

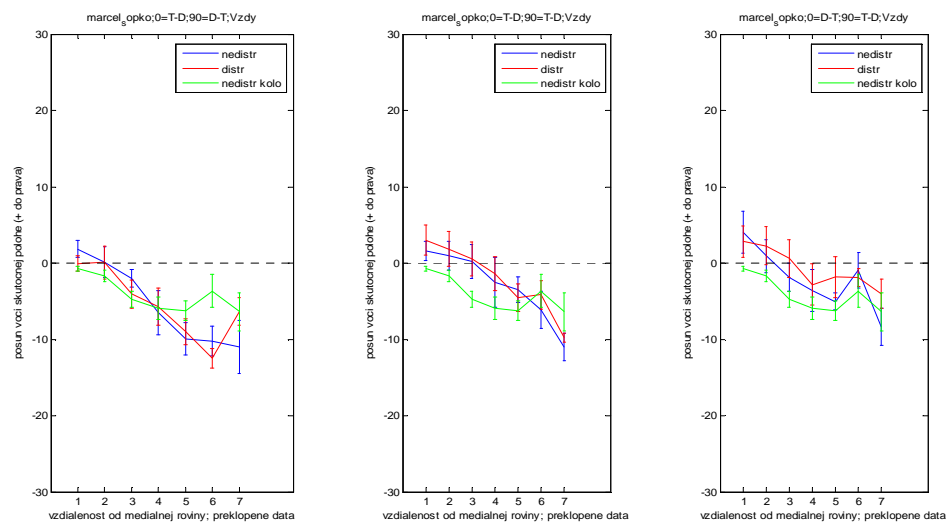


Obr. 23 Grafy pre nedistraktorové kolo pre subjekt M.S. a druhé tri typy kôl s top-down vplyvom, ľavý graf sú nepreklopené dáta subjekt je otočený doľava, stredný graf nepreklopené dáta subjekt otočený doprava, pravý graf preklopené dáta

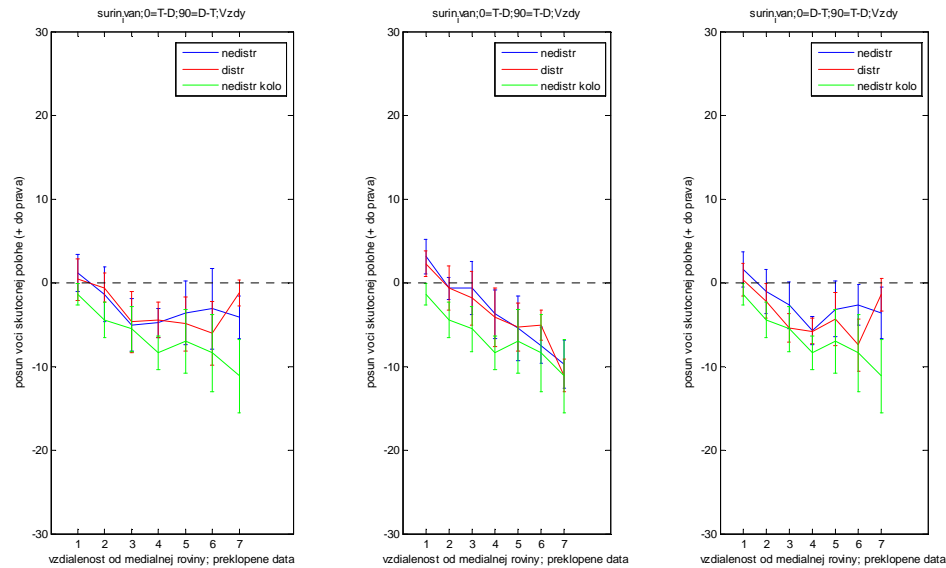


Obr. 24 Grafy pre nedistraktorové kolo pre subjekt: I.S. a druhé tri typy kôl s top-down vplyvom, ľavý graf sú nepreklopené dáta subjekt je otočený doľava, stredný graf nepreklopené dáta subjekt otočený doprava, pravý graf preklopené dáta

Pri týchto kolách 0-TD,90TD potom 0=T-D;90=D-T (podobné ako len lateral) potom 0=D-T;90=T-D (podobné ako len frontal) boli hypotézy také isté ako pri predchádzajúcich 3 kolách, ktoré skúmali top-down. V tejto časti 0=T-D;90=D-T malo byť podobné ako „odpovedaj len lateral“, a 0=D-T;90=T-D podobné ako „len frontal“, t.j. fialová v strede a žltá s modrou po stranách.



Obr. 25 Subjekt odpovedá vždy, Bias voči skutočnej polohe, preklopené dáta, porovnanie nedistraktorových meraní s distraktorovými meraniami daného kola a nedistraktorovým kolom



Obr. 26 Subjekt odpovedá vždy, Bias voči skutočnej polohe, preklapené dáta

Ak zas porovnáme modré čiary, s tým, že hypotéza je, že najpravejšia modrá čiara by mala byť pod ľavou modrou a stredný graf by mal byť niekde medzi nimi. Pri prvom subjekte je to obrátený efekt a pri druhom zasa žiadny. Výsledok je, že sa top-down nepotvrdil i keď niečo sa tam deje, keďže sa prejavil obrátený efekt

5.1.4 Zhrnutie

Tento experiment zmenil všetky očakávania ohľadom výsledkov a poprel skoro všetky hypotézy. V experimente boli testované subjekty na deviatich typoch kôl. Keďže bolo potrebné potvrdiť a hypotézy boli, že plasticita sa vyvoláva top-down faktormi, vytvorilo sa 6 typov kôl, ktoré skúmali tento efekt. Ďalšie 2 typy boli kolá skúmajúce vplyv bottom-up faktorov na plasticitu a posledné kolo bolo nedistraktorové kolo, ku ktorému sa všetky výsledky prirovnávali.

Prvá trojica ukazujúca vplyv top-down faktorov, kde subjekty odpovedali len niekedy, dáta na týchto kolách sa zdali byť dosť nestabilné. Napriek tomu tieto typy kôl nespĺnili požiadavku. Ani u jedného zo subjektov sa nespĺnili očakávania a teda nenastal posun. Z toho zatiaľ vychádza že, na plasticitu nemajú vplyv top-down faktory.

V druhom type top-down kôl, kde subjekty odpovedali vždy, dáta už boli stabilné ale napriek tomu opôť nespĺnili očakávania. $0=T-D;90=D-T$ malo byť posunuté vzhľadom na kolo $0=D-T;90=T-D$ niekde hore a typ kola $0=T-D;90=T-D$ mal byť niekde v strede. V jednom subjekte nastal obrátený efekt a u ďalšieho zasa žiadny. Čiže ani tieto typy kôl nespĺnili podmienku aby ukazovali vplyv top-down faktorov na plasticitu. I keď potenciálne sa tam zrejme možno niečo deje.

Napriek tomu z bottom-up typov kôl sa jedna hypotéza potvrdila. Je to typ kola kde, pri kole subjekt distraktorové merania len pasívne počúva a odpovedá len na nedistraktorové, tak plasticita nenastala (typ kola: $0 D-T$ odpovedá len nedistraktorové). Podľa grafov je skutočne vidieť, že je to tak. Čiže sa dá s istotou povedať, že plasticitu nevyvoláva pasívne počúvanie.

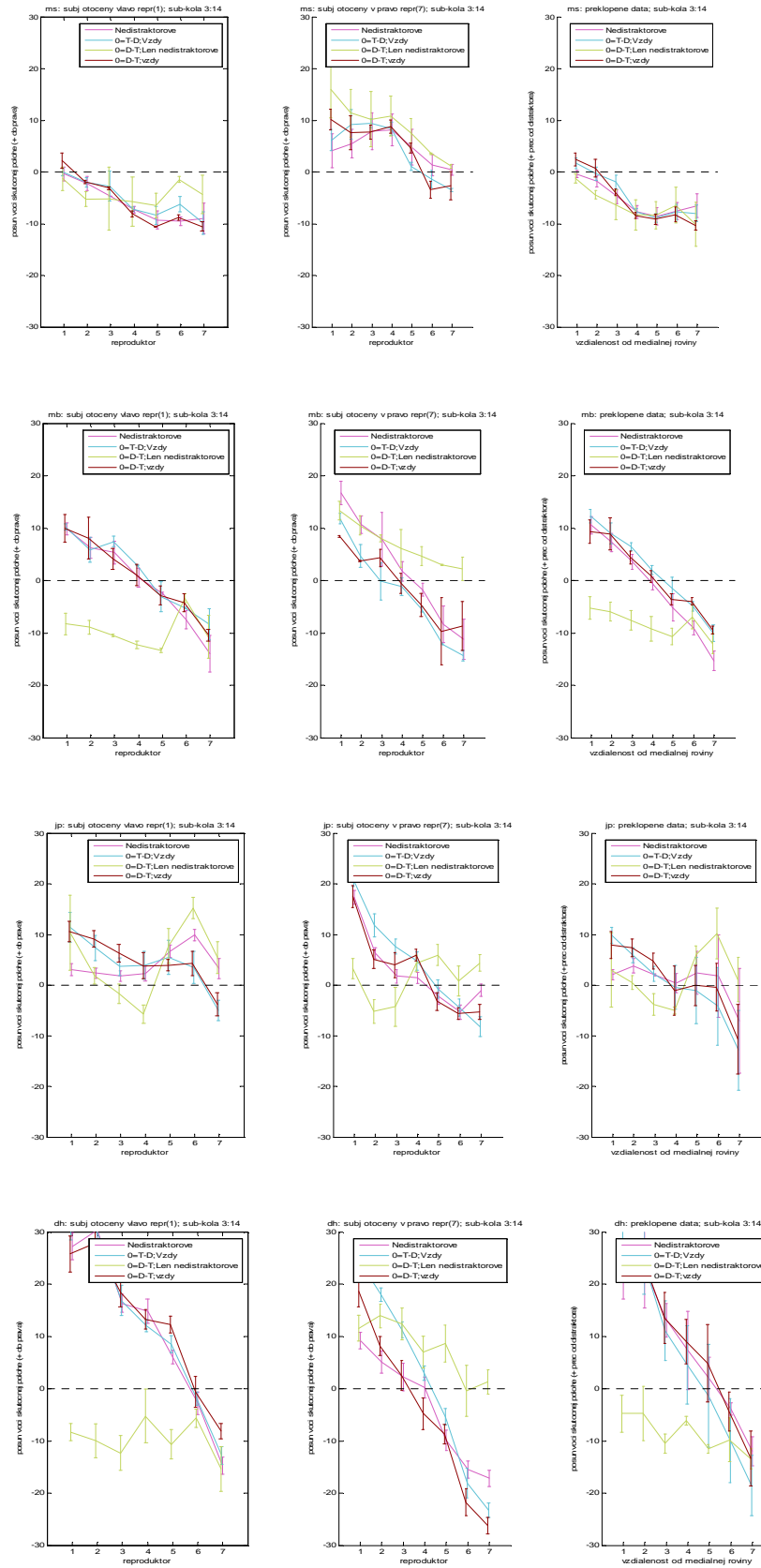
Avšak druhý typ kola pre bottom-up, typ kola, kde subjekt mal odpovedať na prvý zaznený klik (target) a hneď na to ho sprevádzal druhý (distraktor)(typ kola: $0=T-D$;odpovedaj vždy), zvrátil hypotézu, že pri tomto type kola by sa plasticita prejaviť nemala, pretože je oveľa jednoduchšie zamerať sa na prvý zaznený zvuk ako na druhý. Pri všetkých subjektoch posun sluchovej priestorovej mapy v tomto type kola napriek iným očakávaniam nastal.

Takže práve pre tento prípad sa zrobil nový experiment, ktorý bude mať nový počet kôl a bude skúmať vplyvy bottom-up.

5.2 Experiment 2

5.2.1 Výsledky

V tejto časti práce sú zanalyzované dáta vykreslené do grafov pre jednotlivé subjekty a jednotlivé typy kôl. V grafoch sa používajú nepreklopené dáta. Zobrazujú skutočný posun v závislosti od vzdialenosti od mediálnej roviny. V tejto časti sa budú rozoberať už len 4 typy kôl. Jedno je nedistraktorové ku ktorému sa budú prirovnávať nedistraktorové merania zo zvyšných 3 typov kôl. Pri týchto troch typoch kôl sa testoval vplyv periférnych faktorov (bottom-up).

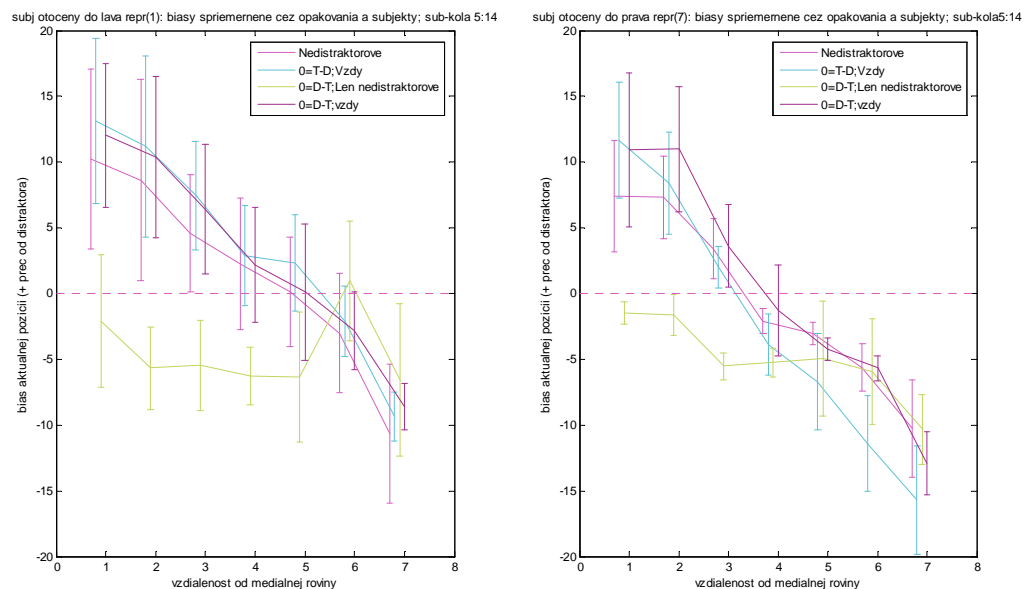


Obr. 27 Posun voči skutočnej polohe distraktora, graf zobrazuje 4 subjekty a ich odpovede v 4 rôznych typoch kôľ

V týchto typoch kôl sa skúmal bottom-up vplyv na kontextuálnu plasticitu. Z pilotnej štúdie predchádzajúceho experimentu vyšlo, že pri kole typu 0=T-D; odpovedaj vždy nastal posun sluchovej kontextuálnej mapy. Posun nastal napriek hypotézam, že ak subjektom sa ľahšie lokalizuje prvý zvuk ako druhý tak by posun nastať nemal. Čo sa týka tohto kola z predchádzajúceho obrázku vidno že ten posun nastal voči nedistraktorovému kolu (modrá voči ružovej).

Typ kola kde sa odpovedá len na nedistraktor t.j. 0=D-T; odpovedaj len na nedistraktorové tak tu sú stále dosť nestabilné dáta (žltá čiara). Ale pri tomto type kola posun nenastal.

Typ kola 0=D-T; odpovedaj vždy je to štandardné kolo pre kontextuálnu plasticitu ktoré bolo navyše pridané pre tento experiment (zvyšné 3 sa zobrali z predchádzajúceho experimentu). Tento typ slúžil ako ukážka, že plasticita pretrvá v type kola 0=T-D; odpovedaj vždy, ale zanikne pri type kola kde sa odpovedá len na nedistraktorové. Pri tomto type kola nastal taktiež posun.



Obr. 28 Posun voči skutočnej polohe distraktora; priemerované cez všetky subjekty a opakovania

Obr. 28 zobrazuje priemerované subjekty a ich odpovede pre jednotlivé typy kôl. Čím viac subjektov tým viac by boli hodnoty presnejšie. Priemerovalo sa cez 4 subjekty, pričom vidno, že typy kôl 0=T-D a 0=D-T sú voči nedistraktorovému kolu

posunutú, čiže v týchto typoch kôl nastala kontextuálna plasticita. Takže hypotéza pre tento experiment a teda pre jednotlivé typy kôl sa potvrdila.

5.2.2 Zhrnutie

V tomto experimente bol skúmaný vplyv len bottom-up faktorov na kontextuálnu plasticitu. Testovalo sa to na troch rôznych typoch distraktorových kôl. Prvý typ kola ktorý bol prevzatý z predchádzajúceho kola a pri ktorom sa skúmala plasticita je typ kde subjekt odpovedal na prvý zvuk, ktorý počul, t.j. na „target-distraktor“. Tento posun nastal tým, že subjekt bol síce schopný ľahšie zamerať pozornosť a lokalizovať prvý zvukový signál ako druhý, ale následný distraktor v tejto lokalizácii pôsobil ako rušivý. Tým pádom subjekty po tomto rušivom zvuku už nevedeli určiť presne odkiaľ zaznel daný zvuk.

V type kola kde je obmedzená odpoveď sa potvrdila tá istá hypotéza ako z minulého experimentu, že pri tomto type kola nenastane plasticita. V podstate v tomto type kola subjekty pasívne počúvali distraktorových meraní, ktoré nespôsobili žiaden posun v sluchovej mape. Na rozdiel od toho ale sú dosť nestabilné.

V treťom štandardnom type kola pre kontextuálnu plasticitu, kde znel cieľový zvuk (target) ako druhý posun nastal ktorý naznačovali aj hypotézy. Tento typ kola bol pridaný kvôli skúmanému typu 0=T-D aby sa ukázalo, že kontextuálna plasticita pretrvá pri prevrátení stimulov, ale zanikne ak bude subjekt odpovedať len na nedistraktorové merania.

6 Záver

V práci sa kládol dôraz na experimenty pomocou, ktorých sa zisťovalo aké faktory vplyvajú na kontextuálnu plasticitu. Hlavným zdrojom informácií boli výskumy vykonané v predchádzajúcich rokoch, z ktorých táto práca taktiež vychádzala. Z predchádzajúcich štúdií nebolo jasné či nie je vyvolávaná len distribúciou stimulov, čiže vplyvom periférnych bottom-up (t.j. faktory, ktoré sa prejavia nezávisle na vedomom stave poslucháča, napr. pri pasívnom počúvaní), alebo vplyvom top-down faktormi (t.j. faktory ako očakávanie, sústredenie sa, voľba stratégie poslucháčom).

Na prvom type kôl, ktoré subjekty absolvovali sa ukázalo, že s veľkou pravdepodobnosťou, napriek hypotézam, sa kontextuálna plasticita nevyvoláva pomocou top-down faktorov. Pri typoch kôl, kedy subjekty odpovedali len niekedy sa dáta zdali byť dosť nestabilné. Napriek tomu tieto typy kôl nespĺnili očakávania ani u jedného zo subjektov.

Druhý typ kôl, ktoré skúmali taktiež vplyv top-down faktorov, sa taktiež nepotvrdila hypotéza a kontextuálna plasticita nenastala. Za zmienku snád' stojí to, že pri niektorých subjektoch nastal opačný posun ako sa predpokladalo.

V niektorých typoch kôl, ktoré skúmali vplyv bottom-up faktorov na prekvapenie posun nastal. V častiach, kde subjekt len pasívne počúval a odpovedal len na nedistraktorové triály sa kontextuálna plasticita neprejavila. Napriek tomu typ kola kde sa prezentovala dvojica zvukov v poradí target-distraktor posun nastal. Predpokladalo sa, že ani v tomto kole by nemal nastať posun, pretože človek sa musí viac sústrediť ak je target zahráný ako druhý v poradí, než keď je zahráný ako prvý. Jednou z príčin, pri ktorých posun v tomto type kola nastal je, že prvý zaznený zvuk je síce ľahšie zaregistrovať, ale horšie lokalizovať, ak nasleduje za ním rušivý zvuk napr. v podobe distrakora.

Záverom tejto práce sa dá zhodnotiť, že kontextuálna plasticita je riadená periférnymi faktormi, čiže bottom-up vplyv. Sústredenie sa subjektov do veľkej miery nezasahovalo do posunu sluchovej mapy.

Odporúčanie pre ďalšie štúdie sa lepšie pozrieť a otestovať kolá kde sa ukazuje vplyv top-down striedaním poradia target-distraktor a distraktor-target v jednom kole. Takisto pri typoch kôl kedy sa odpovedá obmedzene t.j. len niekedy by bolo možno dobré otestovať aby subjekt na tie kolá, ktoré nemá odpovedať nemusel odklikávať, ale

len počúvať a program by automaticky prepínal medzi jednotlivými stimulmi (len tie na ktoré nemá odpovedať). Jednou z asi najhlavnejších vecí, od ktorých asi závisia najkvalitnejšie dáta je aby na tieto experimenty chodili subjekty, ktoré neabsolvovali podobný experiment častejšie ako raz za dva mesiace. Je tu potom šanca že sa u subjektu prejaví súťaživosť a bude merať v experimente čo najlepšie ako vie pre najlepšie výsledky, kde naopak ak subjekt meria často tak je tu tendencia, že bude chcieť dokončiť experiment čo najrýchlejšie.

Táto práca v podstate splnila svoj cieľ objasnenia vplyvov faktorov na plasticitu a poskytla nové poznatky a nové úvahy ohľadom lokalizácii zvukov pri priestorovom počúvaní. Zároveň naskytla nové možnosti skúmania z odlišných pohľadov.

Zoznam použitej literatúry

- [1] KOPČO, N., BEST, V., Shinn-Cunningham, B.G.: *Sound localization with a preceding distractor*, Journal of the Acoustical Society of America, 121, 420-432
- [2] PLACK, C.J.: *Auditory perception*, dostupné na internete: http://www.psypress.com/pip/resources/chapters/PIP_Auditory_Perception.pdf
- [3] KOPČO, N., *Výpočtová a kognitívna neuroveda*, prednášky k predmetu, 2007, dostupné na internete: <http://neuron-ai.tuke.sk/~kopco/kui440/>
- [4] GELFAND, S.A. :*Essentials of audiology*, Thieme, 2001, ISBN 1588900177, 9781588900173, s 37-67
- [5] MOORE, B., C.J.: *An introduction to the psychology of hearing*, Emerald Group Publishing, 2003, ISBN 0125056281, 9780125056281, s.233-24
- [6] KOPČO, N., *Úvod do neurovied*, prednášky k predmetu, 2007, dostupné na internete: <http://neuron-ai.tuke.sk/~kopco/kui342/>
- [7] PLACK, C.J.: *The sense of hearing*, Routledge, 2005, ISBN 0805848843, 9780805848847, s. 173-189
- [8] NELSON, C.A. – LUCIANA, M. – COLLINS, M.L.: *Handbook of Developmental Cognitive Neuroscience*, MIT Press, 2001, ISBN 026214073X, 9780262140737, s. 205-217
- [9] PASHLER, H.E. :*Attention*, Psychology Press, 1998, ISBN 0863778135, 9780863778131, s 75-79
- [10] SHINN-CUNNINGHAM, B.: *Models of Plasticity in Spatial Auditory Processing*, Departments of Cognitive and Neural Systems and Biomedical Engineering, Boston University Hearing Research Center, Boston, Mass., USA
- [11] ITTI, L. - KOCH, C. – NIEBUR, E. : *A model of saliency-based visual attention for rapid scene analysis*, IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell., vol. 20, no. 11, pp. 1254–1259, 1998.
- [12] ALAIN, C., - ARNOTT, S.R. :*Selectively attending to auditory objects*, Front. Biosci., vol. 5, pp. d202–212, 2000.
- [13] Yarbus, A. : *Eye movements during perception of complex objects*, Plenum Press, New York, NY, 1967.
- [14] SHAMMA, S.: *On the role of space and time in auditory processing*, Trends Cogn. Sci, vol. 5, pp. 340–8, 2001.

-
- [15] HARDING, S., - COOKE, M.P., KOENIG, P.: *Auditory gist perception: An alternative to attentional selection of auditory streams*, in WAPCV2007, India, 2007.
- [16] KALINLI, O. – NARAYANAN, S.: *A top-down auditory attention model learning task dependent influences on prominence detection speech*, University of Southern California, Los Angeles, California, USA, dostupné na internete: http://sail.usc.edu/publications/ozlem_icassp08.pdf
- [17] HARTMANN, T., : *Top-Down modulation of the auditory steady-state response*, Diplomová práca, Univerzita Konstanz, Nemecko, 2006, dostupná na internete: http://kops.ub.uni-konstanz.de/volltexte/2006/2015/pdf/Dipl_Hartmann.pdf
- [18] LITOVSKY, R.Y., – COLBURN, S.H., – YOST, W.A., – GUZMAN S.J. : *The precedence effect*, Journal of Acoustical Society of America, dostupné na internete: <http://www.waisman.wisc.edu/~litovsky/papers/1999-3.pdf>

Prílohy

- Príloha A: CD médium – diplomová práca v elektronickej podobe, prílohy v elektronickej podobe, zdrojové kódy a spustiteľná verzia programov, grafy a dáta k experimentom
- Príloha B: Používateľská príručka
- Príloha C: Systémová príručka
- Príloha D: Obrazová príloha