

Vplyv fixácie očí na krosmodálne riadenie pozornosti pri priestorovom sluchovom vnímaní

Rudolf Andoga¹, Beáta Tomoriová², Norbert Kopčo³

^{1,2,3} Fakulta Elektrotechniky a Informatiky TU Košice, KKUI - Laboratórium Vnímania a Kognície
Letná 9, 04200 Košice

¹kopco@bu.edu, ²beata.tomoriova@gmail.com, ³rudolf.andoga@tuke.sk

Abstrakt

Predchádzajúce experimenty študujúce krosmodálne vplyvy na riadenie sluchovej priestorovej pozornosti ukázali, že zrakom riadená pozornosť spôsobuje posuny vo vnímanej horizontálnej polohe zdroja zvuku [7]. V týchto experimentoch ale subjekty nemali zafixovaný smer pohľadu, a preto nebolo možné vylúčiť hypotézu, že pozorovaný posun v odpovediach bol spôsobený presúvaním pohľadu, nie presúvaním pozornosti. Tento článok prezentuje výsledky experimentu, v ktorom sa pozornosť riadila prostredníctvom vizuálnych alebo sluchových vodítok, pričom subjekty mali pohľad zameraný na fixačný bod s cieľom oddeliť vplyv presúvania očí od pozornostných vplyvov.

1 Úvod

Že sa o pozornosti nedá rozmýšľať ako o súbore nezávislých mechanizmov pracujúcich oddelene pre každú vnemovú doménu ukázali ako prví Driver a Spence (1994). Vo svojom experimente prezentovali súbežne cez dva monitory dva rôzne záznamy rozprávajúceho človeka, pričom zvuky boli prezentované v jednom meraní z reproduktorov zodpovedajúcich obrazu a v druhom meraní z navzájom vymenených reproduktorov. Úlohou subjektu bolo stále počúvať, čo sa hovorí na jednom z monitorov, pričom o experimentálnej manipulácii so zámenou monitorov bol subjekt informovaný. Takže jeho úlohou v prvom meraní bolo sústrediť svoju vizuálnu aj sluchovú pozornosť na to isté miesto, zatiaľ čo v druhom meraní potreboval sústrediť vizuálnu pozornosť na jeden monitor a sluchovú pozornosť na polohu reproduktora druhého monitora. Presnosť identifikovaných slov bola v druhom meraní signifikantne nižšia než v prvom meraní, čo značí, že schopnosť človeka sústrediť svoju vizuálnu pozornosť na jedno miesto a sluchovú pozornosť na iné miesto je obmedzená a že mechanizmy strategického riadenia zrakovej a sluchovej pozornosti nie sú navzájom nezávislé.

Experimentálna štúdia realizovaná v Laboratóriu vnímania a kognície na KKUI FEI TU v Košiciach sa snaží kvantifikovať vzájomné vplyvy vizuálnej a sluchovej modalít pri pozornostných procesoch vo vnímaní. To znamená, že budeme skúmať, ako je možné riadiť sluchovú strategickú pozornosť pomocou vizuálnych podnetov a opačne. Realizované psychofyzikálne experimenty by tak mali ozrejmiť mechanizmy riadenia strategickú pozornosť. Toto znie zas dosť fráčovito, ale čo už...

2 Experimentálna štúdia

2.1 Úvod

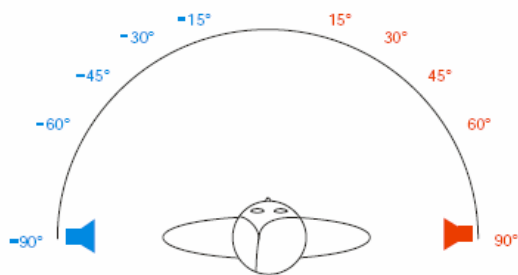
Predchádzajúce experimenty ukázali, že pri vizuálnom riadení pozornosti dochádza k laterálnemu posunu vo vnímanej pozícii zdroja zvuku. Hypotézou bolo, že tento posun mohol byť spôsobený pohybom očí subjektov [6]. Zafixovaním pohľadu subjektov v experimente sme predpokladali, že tento laterálny posun v odpovediach sa stratí.

2.2 Experimentálne podmienky

Experimentálna procedúra zahŕňala v sebe 10 normálne počujúcich ľudských subjektov, pričom stimuly a experimentálne podmienky boli nasledovné:

Stimuly:

- **cieľový stimul:** širokopásmový klik trvajúci 2 ms, prezentovaný na desiatich azimutoch v anechoickom virtuálnom prostredí (obr 1).
- **sluchové vodítka:** čistý tón s frekvenciou 2 kHz prezentovaný monaurálne zľava alebo sprava.
- **vizuálne vodítka:** vľavo alebo vpravo ukazujúca šípka na monitore počítača predikujúca hemisféru prichádzajúceho cieľového stimulu (obr 2). Vizuálne vodítka boli oproti pôvodnému zmenšené a umiestnené do stredu monitora, aby nedochádzalo k odklonu pohľadu v smere šípky.



Obr. 1. Možné azimuty cieľových zvukov



Obr. 2. Vizualné vodítka indikujúce hemisféru

V experimentoch bolo vykonávaných 7 typov meraní, teda: 2 (typy vodítok – vizuálne, sluchové) x 3 (úroveň informatívnosti – 50%, 80%, 100%) + 1 (merania bez vodítka). Informatívnosť vodítok definuje v koľkých percentách prípadov predikuje vodítka správnu lokáciu cieľového zvuku. V každom bloku meraní bol zvolený jeden zo spomínaných siedmich typov a v rámci daného bloku bol tento typ fixovaný. V každom bloku meraní bolo potom danému subjektu prezentovaných všetkých 10 možných lokácií (viď. obr. 1) s dvoma rôznymi SOA (angl. „Stimulus Onset Asynchrony“, teda čas medzi stimulom a vodítkom). Zvolené SOA boli na úrovni 0.4 a 1.6 sekundy. Blok meraní bez vodítka obsahoval iba desať lokácií. Experiment pre jeden subjekt potom predstavoval desať sedení, pričom každé sedenie pozostávalo zo siedmich blokov meraní.

2.3 Experimentálna procedúra

Každý subjekt sedí pred obrazovkou počítača, cez ktorú dostáva vizuálne podnety (vodítka, obr. 2) so slúchadlami na ušiach, cez ktoré dostáva sluchové podnety z virtuálneho anechoického prostredia z rôznych azimutov (obr. 1). Subjekt je v rámci bloku meraní so zafixovaným prostredím informovaný o type vodítka a informatívnosti použitých v danom bloku a aktuálnom SOA. Každý pokus v rámci jedného bloku prebiehal potom nasledovne.

1. Prezentácia vodítka (okrem prostredia bez vodítka).
2. Prezentácia cieľového stimulu (širokopásmový klik)
3. Odpoveď vnímaného azimutu v stupňoch.

Pohľad bol vo všetkých prostrediach fixovaný do stredu obrazovky pomocou krížika „x“ o veľkosti približne 3 x 3

mm. Tento krížik sa v prostrediach s vizuálnym podnetom pri prezentácii podnetu zmenil na šípku (obr 2.). Subjektí zadávajú odpoveď na numerickej klávesnici v podobe vnímaného azimutu v stupňoch.

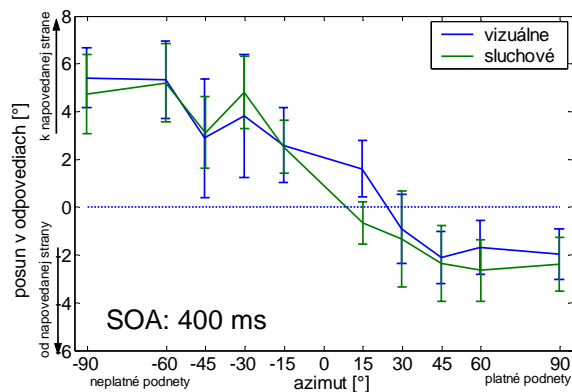
3 Výsledky experimentov

3.1 Analýza dát

Získané dáta boli analyzované nasledujúcim spôsobom: všetky dáta boli preložené cez mediálnu rovinu, čím je možné získať dvojnásobný počet odpovedí pre každý azimut. Ďalej boli tieto dáta zoskupované podľa modalít vodítka, SOA, informatívnosti, platnosti (platné a neplatné) vodítka. Z dát sme vypočítali priemerné odpovede a taktiež štandardné odchýlky. Taktiež bola vypočítaná priemerná chyba a štandardná chyba cez subjekty.

3.1 Výsledky – priemerné odpovede

Priemerné odpovede boli analyzované podľa typu vodítka (vizuálne/sluchové), pre každý typ bola urobená analýza pre obe úrovne SOA, a pre platné aj neplatné podnety. Vodítka reprezentuje platný podnet, ak správne predikuje hemisféru cieľového zvuku, a neplatný podnet, ak predikuje nesprávnu hemisféru cieľového zvuku. Výsledky pre jednotlivé informatívnosti boli vynesené do grafu tak, že neplatná strana je predstavovaná zápornými azimutmi a platná strana kladnými azimutmi. Výsledky tohto experimentu boli porovnané s predchádzajúcim experimentom, kde oči subjektov v experimente neboli fixované. Pre SOA 400 ms bez fixácie sú dáta zobrazené na obr 3.

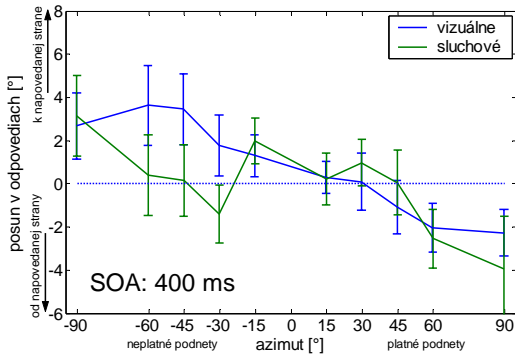


Obr. 3. Priemerné odpovede v experimente bez fixácie očí pre SOA 400 ms

Z tohto grafu je vidno, že ak vodítka nesprávne predikovalo hemisféru, z ktorej prišiel cieľový zvuk, tak

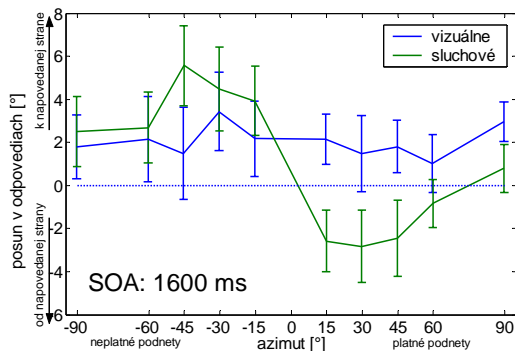
subjekty mali tendenciu odpovedať smerom k nemu, teda vznikol mediálny bias (bias smerom do stredu) u oboch typov vodítok. Naopak na očakávanej strane, keď vodítko správne predikovalo hemisféru, mali subjekty tendenciu odpovedať od neho, teda vodítko „odpuďovalo odpovede“ – opäť vznikol mediálny bias.

Obr. 4 ukazuje výsledky experimentu, kde oči subjektov boli fixované.



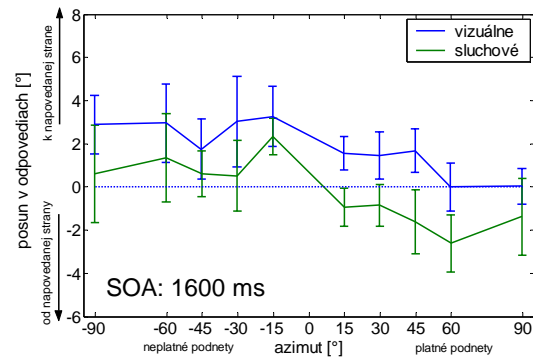
Obr. 4. Priemerné odpovede v experimente s fixáciou očí pre SOA 400 ms

Z tohto grafu je vidno, že mediálny bias pri sluchových vodítkách sa pri azimutách -30, -45 a -60 stupňov skoro stratil, zostal len na krajných azimutoch. Celkovo sa bias v odpovediach znížil aj pre vizuálne vodítka, aj keď v menšej miere ako u sluchových vodítok. Grafy na obr 5. a obr. 6. ukazujú výsledky pre SOA 1600 ms.



Obr. 5. Priemerné odpovede v experimente bez fixácie očí pre SOA 1600 ms

V experimente bez fixácie očí pri SOA 1600 ms (Obr. 5) pri sluchových vodítkách vzniká mediálny bias na platnej i neplatnej strane. Pri vizuálnom riadení pozornosti ale na platnej strane vzniká laterálny posun v odpovediach. Predpoklad bol, že bol spôsobený odklonom očí v smere šípky.



Obr. 6. Priemerné odpovede v experimente s fixáciou očí pre SOA 1600 ms

Pri fixácii pohľadu (Obr. 6) sa ukázalo, že laterálny bias pôvodne pozorovaný pri platných vizuálnych podnetoch skutočne o niečo klesol. Podobne ako v meraniach pri SOA = 400 ms klesol aj mediálny bias spôsobený sluchovými podnetmi a tento pokles bol oveľa výraznejší ako pokles pri vizuálnych podnetoch.

Fixácia očí mala teda vplyv nielen na vizuálne riadenie sluchovej pozornosti, ale aj na riadenie pozornosti sluchovými vodítkami.

4 Diskusia a záver

V predchádzajúcom experimente sa ukázalo, že vizuálne a sluchové vodítka majú rôzny vplyv na vnímanie pri dlhých SOA, pričom platné vizuálne podnety spôsobovali laterálny bias pri určovaní azimutu a platné sluchové mediálny bias. Predpokladali sme, že bias spôsobený vizuálnymi vodítkami mohol byť spôsobený pozornosťou, ale taktiež mohol byť spôsobený pohybom očí a pohľadom na šípky (vizuálne vodítko). Experiment s fixáciou očí opísaný v článku ukázal, že tento bias zafixovaním očí trochu klesol, preto je možné ho do určitej miery pripísať pohybu očí. Vplyv fixácie sa však oveľa výraznejšie a nečakane ukázal, ak bola pozornosť riadená sluchom. Pôvodný mediálny bias, ktorý sluchové vodítko spôsobovali, sa fixáciou takmer stratil. Jedným z možných dôvodov je to, že pri fixácii subjekty museli sústrediť svoju pozornosť aj na fixačný bod, čo mohlo spôsobiť nedostatočnú pozornosť venovanú sluchovému vodítku (pri vizuálnych podnetoch by k tomu nemuselo dochádzať) preto, lebo ich prezentácia prebiehala tak, že samotný fixačný bod sa zmenil na šípku, teda subjekt už nemusel deliť pozornosť – ani priestorovo ani medzi modalitami). Najbližšie experimenty budú smerovať k overeniu tejto hypotézy.

Celkovo je možné konštatovať, že fixácia nezmenila nič na tom, že medzi sluchovým a vizuálnym riadením pozornosti pri horizontálnej lokalizácii zvukov sa ukazujú rozdiel, fixáciou sa navyše prejavil aj pri kratšom SOA.

Pod'akovanie

Tento príspevok vznikol za podpory grantovej agentúry VEGA v rámci grantovej úlohy 1/3134/06 - Unimodálne a krosmodálne riadenie strategickej pozornosti: behaviorálne experimenty a modelovanie a NIH Fogarty International Center – FIRCA: „Contextual Plasticity in Spatial Auditory Maps.“

Literatúra

- [1] Kopco, N, A Ler, and B Shinn-Cunningham (2001). "Effect of auditory cuing on azimuthal localization accuracy," JASA 109, 2377
- [2] Kopco, N and B Shinn-Cunningham (2002). "Effect of Cuing on Sound Localization Accuracy in a Room," Presented at the MidWinter meeting of the ARO.
- [3] Sach, AJ, Hill, NI, and Bailey PJ. (2000) Auditory spatial attention using interaural time differences. JEP:HPP. 26(2):717-729
- [4] Spence, CJ and Driver J (1994) Covert spatial orienting in audition: Exogenous and endogenous mechanisms. JEP:HPP. 20(3): 555-574.
- [5] Razavi, B, O'Neill, W, Paige, G (2007). "Auditory Spatial Perception Dynamically Realigns with Changing Eye Position", The Journal of Neuroscience, 27(38):10249-10258
- [6] Kopčo, Tomoriová, Andoga, "Visual and auditory hemispheric cuing in horizontal sound localization", J. Acoust. Soc. Am, 2007