

## **Redukce hluku pro mobilní telefon se dvěma mikrofony**

*Autor: Bc. David Botka, Vedoucí: Doc. Ing. Zbyněk Koldovský, Ph.D.*

### **Abstrakt**

Práce pojednává o aktuální problematice potlačování okolního hluku během hovoru v mobilních telefonech. Je zde navržena nová metoda dvoukanálového zpracování, která využívá předem naměřenou banku target cancellation filtrů. Zpracováním vstupního zarušeného signálu bankou target cancellation filtrů dochází k potlačení cílového zdroje (v případě telefonního hovoru se jedná o hlas telefonující osoby). Výstupem je tedy signál obsahující především hluk, který je následně pomocí Wienerova filtru spektrálně odečten od vstupního signálu z mikrofónů mobilního telefonu. Tato metoda poskytuje kvalitní výsledky i v situacích, kdy hluk není příliš výrazný a díky své relativně nízké výpočetní náročnosti má potenciál pro využití v praxi.

---

### **Úvod**

Mobilní telefony jsou již řadu let naprosto běžnou součástí života po celém světě. S obrovským rozvojem mobilních telefonů je v oblasti zpracování signálů potlačování okolního hluku z hlasu telefonující osoby stále aktuálním tématem. Donedávna byly mobilní telefony vybaveny zpravidla pouze jedním mikrofónem, tudíž pro potlačování okolního hluku bylo možné využít pouze jednokanálové metody zpracování. V současné době se ale na trhu již objevují i telefony se dvěma mikrofony. Dvoukanálové zpracování signálů otevírá v určitých oblastech zcela nové možnosti, jak dosáhnout lepších výsledků než při jednokanálovém zpracování. Jednou z těchto oblastí je právě i potlačování okolního hluku v zarušených signálech. S příchodem mobilních telefonů se dvěma mikrofony se proto rozvíjejí i metody potlačení hluku, které využívají dva vstupní kanály se zaměřením právě na mobilní telefony.

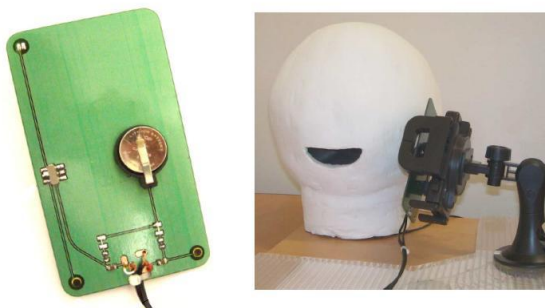
Jedna z již existujících metod zabývající se přímo touto problematikou je nazvána PLD (Power Level Difference) [1]. Metoda PLD používá jeden mikrofón vpředu a druhý vzadu, aby byly co nejdále od sebe. Na předním mikrofónu by měl být především hlas a na zadním především hluk. Hlavním předpokladem je velký rozdíl v hlasitostech signálů z obou mikrofónů. K maskování hluku je použit signál ze zadního mikrofónu.

Naši metodu lze využít nejen při rozmístění mikrofónů vpředu a vzadu, ale i pro umístění obou mikrofónů vpředu. K odhadu okolního hluku používáme banku předem naměřených target cancellation filtrů. Impulsní odezva target cancellation filtru se vypočítává z dvoukanálové nahrávky. Tento filtr potlačuje akustické zdroje v závislosti na jejich pozici a největší potlačení má v té pozici, ve které byl akustický zdroj v nahrávce, ze které byl filtr vypočítán. Jednou z vlastností target cancellation filtrů je vysoká citlivost na pozici akustického zdroje. Pokud je akustický zdroj vzdálen od pozice filtru i o pouhý centimetr, potlačení target signálu (hlasu telefonující osoby) je slyšitelně nižší, v případě větší vzdálenosti, například pět centimetrů, filtr přestává správně fungovat a zcela propouští i target signál. Z toho důvodu je nutné při zpracování pohyblivých zdrojů, což je i hovor mobilním telefonem, použít banku filtrů pokrývajících nejpravděpodobnější pozice a mezi těmito filtry přepínat.

Redukci hluku provádíme v několika krocích. Vstupní signál zpracováváme po blocích a každý blok zpracovávaného signálu zfiltrujeme všemi filtry v bance. Jako odhad hluku používáme výstup filtru s největším potlačením. Odhadnutý hluk následně pomocí Wienerova filtru spektrálně odečítáme od původního signálu z mikrofónu. V případě rozmístění mikrofónů vpředu a vzadu odečítáme hluk od signálu z předního mikrofónu, při rozmístění obou předních mikrofónů odečítáme hluk od signálu s vyšší energií. Výsledkem je signál s potlačeným hlukem. Z důvodu snížení výpočetní náročnosti provádíme filtraci pomocí FFT ve frekvenční oblasti.

## Experimenty

V našich experimentech byl použit model telefonu a umělá hlava na obrázku 1. Signály z modelu telefonu byly zesíleny zesilovačem M-Audio AudioBuddy a zaznamenány externí zvukovou kartou M-Audio Profire 2626 při vzorkovací frekvenci 16 kHz.



**Obrázek 1.** Model telefonu a umělá hlava použitá v experimentech

V těchto experimentech jsme vypočítali několik bank filtrů. Každá obsahovala 14 filtrů délky 1000 pro různé pozice. Jako target signály a signály pro výpočty filtrů jsme použili řečové nahrávky z databáze TIMIT. Signály s šumem obsahovaly řeč, ruch ulice a ruch restaurace a byly přehrávány z reproduktoru vzdáleného asi 1,5 metru. Target signály a signály s hlukem jsme míchali v poměru od -10 dB do +10 dB. Ve zpracovaných signálech jsme vyhodnocovali poměr signálu a šumu (SNR) a deformaci target signálu (SDR). V druhé fázi jsme zpracovávali nahrávky skutečných osob.

## Výsledky a diskuze

Ve výsledných signálech bylo znatelné zlepšení bez výrazné deformace target signálu. Pro tuto metodu se jeví jako výhodnější rozmístění mikrofonů vpředu a vzadu. Zlepšení poměru signálu a šumu (SNR) se dosahovalo okolo 8 dB. Lepších výsledků by bylo možné dosáhnout pomocí hustší sítě filtrů. Výsledky zpracování nahrávek skutečných osob bankou naměřenou na umělé hlavě byly ale znatelně horší. Ukázalo se tedy, že target cancellation filtry neovlivňují akustické zdroje čistě jen na základě jejich pozice. Pomocí dostatečně husté sítě filtrů naměřené na skutečné osobě lze v reálných podmínkách dosáhnout zlepšení SNR i více než 15 dB při nepatrné deformaci hlasu.

## Závěr

Navržená metoda byla úspěšně experimentálně ověřena na umělé hlavě i na skutečných osobách. Lze ji využít pro obě varianty rozmístění mikrofonů. Největší slabinou je vysoká citlivost target cancellation filtrů a nejlepších výsledků lze dosáhnout, pokud je banka filtrů přizpůsobena konkrétnímu uživateli. Výstupem práce je i demonstrační aplikace v jazyce JAVA.

## Poděkování

Děkuji Doc. Ing. Zbyňku Koldovskému, Ph.D. za cenné rady, konzultace a poskytnutí technického zázemí.

## Reference

- [1] M. Jeub, C. Herglotz, C. M. Nelke, C. Beaugeant and P. Vary, "Noise Reduction for Dual-Microphone Mobile Phones Exploiting Power Level Differences, ", *Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP)*, pp. 1693–1696, Kyoto, Japan, Mar. 2012.