

# Semestrální práce z předmětu ASI

## Potlačování šumu v řeči na bázi spektrální odečítání

Jan Ingerle

29. října 2000

### Zadání

*A13 — Potlačování šumu v řeči na bázi spektrálního odečítání*

Implementujte základní algoritmus spektrálního odečítání.

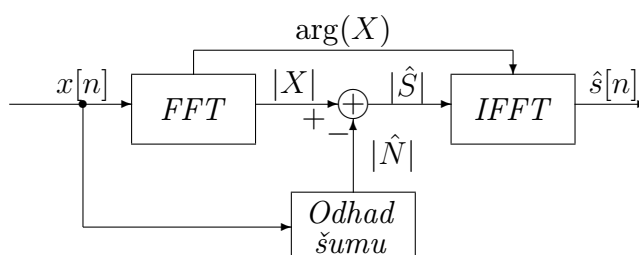
Porovnejte rozdíly mezi jednocestným a dvoucestným usměrněním amplitudového spektra.

Pozorujte zlepšení SNŮ.

### Řešení

Spektrální odečítání je metoda potlačování aditivního rušení z řeči, kdy odečítáme od amplitudového spektra směsi odhad amplitudového spektra rušení. Práci s amplitudovými spektry, a tudíž i zjednodušení algoritmu o odhad fáze šumu, nám umožňuje fakt, že ucho reaguje na amplitudu a na fázi je relativně necitlivé.

Blokové schéma spektrálního odečítání:



K tomuto procesu potřebujeme odhad amplitudového spektra šumu. Vzhledem k tomu, že řeč obsahuje vysoké procento pauz, můžeme amplitudové spektrum šumu odhadovat v těchto pauzách.

Protože se k průběžnému zpracování řeči používá OLA metoda, používá se pro odhad šumu průměrování z příslušných segmentů. K průměrování slouží průběžné algoritmy vycházející z rovnice:

$$|\overline{N}_i| = \alpha|\overline{N}_{i-1}| + (1 - \alpha)|N_i|$$

kde  $\alpha$  je „koeficient zapomínání“

K určení segmentů s řeči slouží řeč-pauza detektory. Ty jsou založeny na testu změny vybraných charakteristik signálu — výkonu, spektra, kepstra ...

Vlastní odečítání probíhá podle rovnice (viz. obrázek):

$$\hat{s} = IDFT\{(|X| - |\hat{N}|)e^{arg(X)}\}$$

Při odečítání může vzniknout situace, kdy  $|N| > |X|$ , pak je třeba spektrum usměrnit. Používají se dva druhy usměrnění: jednocestné a dvojcestné. V prvním případě dojde k vynulování všech záporných čar, ve druhém se záporné čáry berou s opačným znaménkem. Jednocestné usměrnění potlačuje frekvence s nízkým výkonem ale dává lepší potlačení šumu.

Při spektrálním odečítání mohou vznikat tzv. hudební tóny — ve spektru se, na krátkou chvíli, objevují čáry na vyšších frekvencích. Ty se potlačují postfiltrací.

Pro demonstraci funkce spektrálního odečítání jsem provedl několik pokusů:

1. Mixoval jsem signál se stacionárním šumem pro různá SNR a sledoval chování pro jednocestné (0x) a dvojcestné usměrnění (1x) a pro jednopřechodový (x0) a dvojpřechodový (x1) algoritmus. Jako detektor jsem použil energetický detektor s konstantním prahem.

Výsledky jsou následující:

SNR	00	10	01	11
15	15,86	15,71	15,51	15,26
10	12,31	11,86	12,24	11,97
0	4,16	3,22	4,57	4,17
-15	-7,60	-9,25	-6,48	-6,83
-20	-11,61	-13,66	-10,18	-10,62
-30	-20,85	-23,16	-18,58	-19,28

Je vidět chování jednotlivých algoritmů. Také lze říci, že pro hodnoty nad cca 15dB již SO nemá význam — dochází k minimálnímu vylepšení a pro hodnoty pod -15dB také SO ztrácí význam, neboť dochází k destrukci signálu.

2. Pro různé druhy šumů: stacionární šum uměle namíchaný, stacionární šum nahraný, nestacionární šum, jsem vyzkoušel různé druhy detektorů: manuální labelování (man),

energetický detektor (en), energetický detektor s adaptivním prahem (ada) a kepstrální detektor (cep). SNR jsem odhadoval pomocí funkce  $\text{lsnr1}$ . Odhad před SO je označen jako SNR.

Výsledky:

Stacionární uměle míchaný šum (0 dB):

detektor	00	10	01	11
man	1,53	-5,76	1,36	-3,98
en	4,16	3,22	4,57	4,17
ada	4,10	3,26	4,03	3,97
cep	4,23	3,27	4,63	4,11

Stacionární šum:

detektor	SNR	00	10	01	11
man	-12,64	-4,91	-5,81	0,07	-0,38
en	-4,90	3,13	0,38	5,97	3,82
ada	-5,38	1,87	-0,52	4,62	2,51
cep	-11,50	-1,37	-3,32	2,58	1,51

Nestacionární šum:

detektor	SNR	00	10	01	11
man	-13,53	-3,78	-6,03	0,57	-1,06
en	-6,05	1,89	-0,16	4,78	8,26
ada	-2,95	6,01	4,16	9,18	8,26
cep	-12,88	-2,11	-3,91	1,83	0,69

Je vidět, že dosažené vylepšení závisí i na použitém detektoru — kvalitě určení pauz.

3. Pomocí jednocestného, jednorůchodového SO jsem se pokusil zvýraznit řeč ve vlastní nahrávce řeči v hluku menzy (signál a) a dvoucestným, dvojprůchodovým SO řeč zarušenou elektromotorkem (signál b). Detektory jsem použil: energetický adaptivní (ada) a kepstrální (cep).

Výsledky jsou následující:

signál	detektor	SNR před SO	SNR po SO
signál a	ada	-5,77	-3,52
	cep	-6,00	-1,00
signál b	ada	-8,14	-3,70
	cep	-0,49	11,47

Z výsledků je vidět, že velice závisí i na typu rušení a že stacionární úzkopásmové rušení je odstraněno lépe.

Test všech výsledků je třeba ověřit i pomocí poslechových zkoušek.