

# System vyhodnocení parametrů jednoho kmitu hlasivek

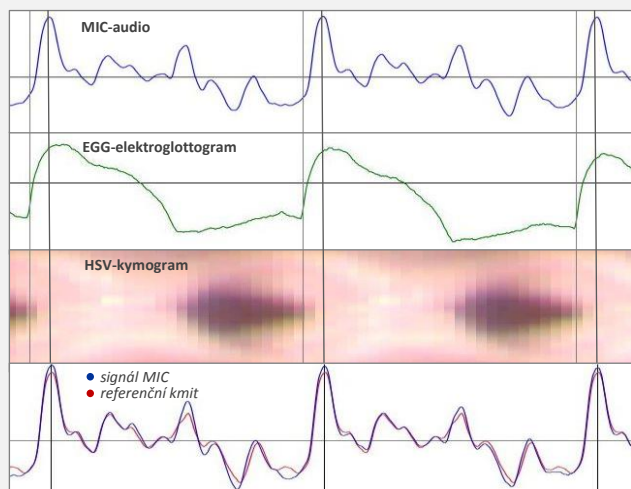
Lukáš Kroupa, Katedra informatiky a výpočetní techniky

Vedoucí práce: Ing. Pavel Nový Ph.D.

## Problém

Pro vyšetření hlasivek se používá funkční zobrazovací metoda vysokorychlostní kamery HSV, která je součástí integrovaného systému vyšetření společně s elektroglossografem EGG a modulem pro audiozáznam fonace vokálu MIC. Záznam vyšetření HSV umožňuje sledovat reálný pohyb hlasivek rozložený v čase. Pro posouzení kvality kinematiky hlasivek a kvality závěru glottis nemusí být pozorování videozáznamu bez dalších podpůrných nástrojů vždy dostatečné. Proto jsme se zaměřili na vyhledávání anomálií v kinematice hlasivek metodou, která je založena na odhadu **referenčního** kmitu hlasivek. Odhad referenčního kmitu je vypočítán z audiozáznamu MIC a s podporou signálu EGG.

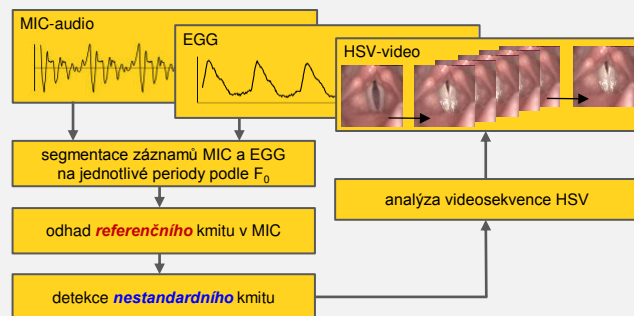
Ze znalosti odhadu referenčního kmitu detekujeme podle kritériálních funkcí tzv. **nestandardní** kmit, který může odpovídat anomálii v chování hlasivek. Díky časové synchronizaci signálů HSV, EGG a MIC jsme pak schopni určit odpovídající sekvenci snímků HSV a provést další podrobnou analýzu na úrovni zpracování obrazové informace ve snímcích.



Zobrazení audiozáznamu MIC, signálu EGG, videozáznamu HSV v podobě kymogramu a generovaného odhadu referenčního kmitu (zdravá hlasívka).

## Přístup a metody

Pro detekci **nestandardního** kmitu byl vytvořen a testován postup zpracování a analýzy vstupních dat MIC a EGG, viz schéma:



Metody odhadu **referenčního** kmitu:

**časová oblast** (výpočet, převzorkování kmitů podle  $F_0$ )

- metoda aritmetického průměru vzorků
- metoda mediánu hodnot vzorků

**frekvenční oblast** (výběr reprezentativního kmitu, výpočet Fourierova rozvoje)

- metoda minimální Euklidovské vzdálenosti od mediánu amplitudového spektra
- metoda skóre četnosti výskytu hodnot amplitudového spektra

Metody detekce **nestandardního** kmitu

**časová oblast**

- průměrná odchylka  $D_s$  vzorků jednoho kmitu

$$D_s[k] = \frac{1}{L} \sum_{i=0}^L |x_s[i] - x_k[i]|, \text{ pro } \forall k=1,2,\dots,N$$

- Euklidovská vzdálenost  $D_{sd}$  vzorků jednoho kmitu

$$D_{sd}[k] = \sqrt{\sum_{i=0}^L (x_s[i] - x_k[i])^2}, \text{ pro } \forall k=1,2,\dots,N$$

- skóre  $D_\sigma$  vzorků jednoho kmitu mimo pásmo  $\sigma$ ,  $2\sigma$ ,  $3\sigma$

$$D_\sigma[k] = \frac{1}{L} \sum_{i=0}^L y_k[i], \text{ pro } \forall k=1,2,\dots,N$$

kde  $y_k[i]$  je míra odlišnosti vzorku od pásma  $\sigma$ ,  $2\sigma$  a  $3\sigma$

## frekvenční oblast

Fourierův rozvoj, výpočet amplitudového spektra

- metoda maximální Euklidovské vzdálenosti  $D_{AA}$  amplitudových spekter kmitů

$$D_{AA}[k] = \sqrt{\sum_{i=0}^{HARM} (AA_{ss}[i] - AA_{kk}[i])^2}, \text{ pro } \forall k=1,2,\dots,N$$

- metoda maximální Euklidovské vzdálenosti  $D_{fd}$  podle Fourier Descriptors

$$D_{fd}[k] = \sqrt{\sum_{i=0}^{HARM} (D_s[i] - D_k[i])^2}, \text{ pro } \forall k=1,2,\dots,N$$

kde  $D_s[i]$  a  $D_k[i]$  jsou Fourierovské deskriptory.

## Výsledky

Detekce **nestandardního** kmitu byla testována pomocí řady kazuistik z DB vyšetření HSV na ORL klinice FN Plzeň.

Výsledky jsou zde prezentovány pomocí vybrané kazuistiky (hlen na hlasivce na počátku fonace 1. – 10. kmit):

