

## Systém vyhodnocení parametrů jednoho kmitu hlasivek

Lukáš Kroupa<sup>1</sup>

### 1 Úvod

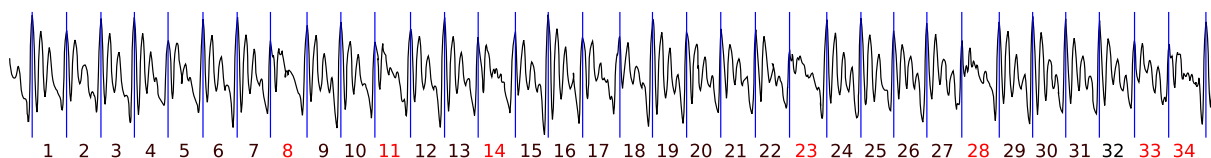
Hlas jako prostředek verbální komunikace umožňuje člověku zapojení do společnosti. Hlasová porucha znemožňující komunikaci tak má zásadní vliv na kvalitu života a je proto důležité hlasové poruchy včas diagnostikovat.

Záměrem této práce je přispět do systému včasné diagnostiky hlasových poruch a navrhnout systém zaměřený na pacienty s problémy, u kterých nelze běžnými vyšetřovacími postupy určit jednoznačně jejich příčinu nebo ji zachytit pozorováním pohybu hlasivek. Charakteristické pro tyto problémy je, že se při vyšetření projevují například náhodným zakmitáním hlasivek nebo občasnou asymetrií pohybu levé a pravé hlasivky.

### 2 Analýza záznamu fonace

Pro záznam fonace je nejprve určena metodou *Harmonic Product Spectrum* základní frekvence hrtanového tónu, která odpovídá rychlosti kmitání hlasivek. Ze základní frekvence je poté vzhledem k vzorkovací frekvenci odvozen očekávaný počet vzorků periody a jednotlivé periody jsou detekovány. Během fonace dochází k frekvenčnímu kolísání (jitter) a je proto nutné počítat s proměnlivým počtem vzorků period.

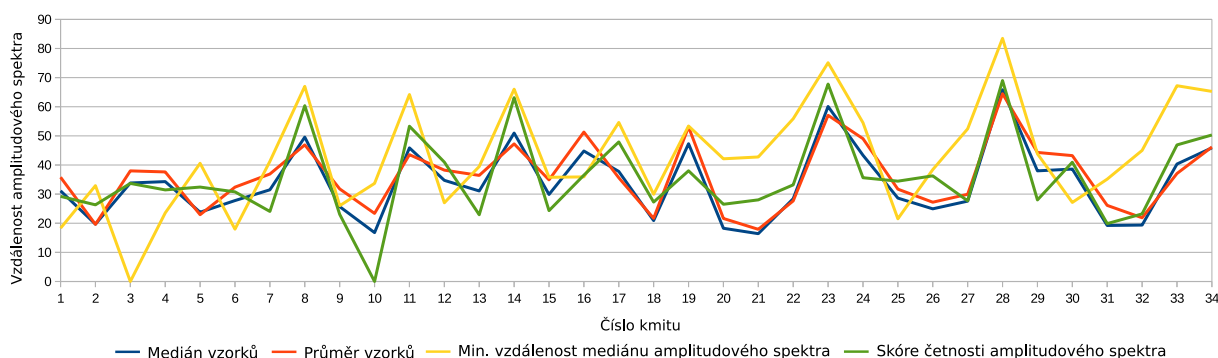
Shoda nebo odlišnost jednotlivých kmitů fonace je hodnocena porovnáním se standardním kmitem. Standardní kmit, respektive jeho odhad, by měl vhodně reprezentovat tvar period pravidelných kmitů fonace. V rámci práce byly navrženy následující metody určení standardního kmitu v časové oblasti: *Průměrná hodnota vzorků periody* a *Medián vzorků periody* na stejnohlé pozici. Dále byly navrženy metody ve frekvenční oblasti, které jsou založeny na provedení Fourierovy analýzy periody a určení normalizovaného amplitudového spektra. Metoda *Minimální eukleidovská vzdálenost mediánu amplitudového spektra* vychází z mediánu amplitud jednotlivých harmonických frekvencí, pro které je hledán nejbližší existující kmit ve fonaci. Metoda *Skóre četnosti amplitudového spektra* je založena na určení histogramu amplitud jednotlivých harmonických frekvencí. Periody fonace jsou poté ohodnoceny součtem četností amplitud, které odpovídají dané periodě a perioda s maximální hodnotou je zvolena jako standardní.



Obrázek 1: Zvukový signál fonace s označenými nestandardními kmity.

<sup>1</sup> student navazujícího studijního programu Inteligentní počítačové systémy, email: kroupal@students.zcu.cz

Odlišnost vzorků je hodnocena opět v časové a frekvenční oblasti. Metody časové oblasti jsou: *Průměrná odchylka vzorků periody*, *Vzdálenost vzorků periody*, kdy chápeme jednotlivé periody jako vektory a *Skóre vzorků mimo pásmo*  $\sigma$ , tedy hodnocení podle počtu vzorků spadajících mimo interval směrodatné odchylky. Ve frekvenční oblasti je odlišnost hodnocena podle *Vzdálenost amplitudového spektra* a *Vzdálenost Fourierových deskriptorů*, kdy je amplitudové spektrum použito ve smyslu vektoru. V případě Fourierových deskriptorů je amplitudové spektrum upraveno pro zajištění invariance vůči posunutí a změně měřítka, viz Markuziová (2008).



**Obrázek 2:** Hodnoty odlišnosti určené metodou *Vzdálenost amplitudového spektra*

### 3 Závěr

Navrhované metody určení standardního kmitu a metody detekce odlišných kmitů byly implementovány a ověřeny na vybraných reálných záznamech vyšetření pacientů. V záznamech byly vybrány subjektivně vizuálně odlišné kmity a úspěšnost metod byla poté hodnocena porovnáním označených kmitů s hodnocením odlišnosti navrhovanými metodami.

Navrhované metody ve všech případech ohodnotily označené nestandardní kmity maximálními hodnotami odlišnosti v rámci záznamu a lze je tak využít při diagnostice hlasové poruchy.

Metody jsou implementovány v experimentálním softwaru, který umožňuje podle výsledků detekce nestandardních kmitů podrobně analyzovat videozáznam hlasivek a porovnat průběh fonace z hlediska zvukového záznamu, EGG záznamu a videokymogramu (viz Švec et al. (1999)).

#### Poděkování

Poděkování náleží panu Ing. Pavlu Novému Ph.D. za vedení mé diplomové práce, na základě jejichž části vznikl tento příspěvek a dále MUDr. Monice Vohlídkové a Ing. Jiřímu Peštovi z ORL kliniky FN Plzeň za poskytnutá testovací data a odbornou konzultaci hlasových poruch a metod vyšetření.

#### Literatura

Markuziová, H. *Popisy hranice objektů a jejich využití pro klasifikaci*, Diplomová práce, Západočeské univerzita v Plzni, 2008

Švec, J.G., Šram, F., and Schutte, H.K., 1999. Videokymografie: nová vysokofrekvenční metoda vyšetřování kmitů hlasivek. *Otorinolaryngologie a foniatrie*, 1999, ISSN 1210-7867.