

VYUŽITÍ MATLABU PŘI URČOVÁNÍ IMPEDANCE DÝCHACÍCH CEST

Petr Prášek

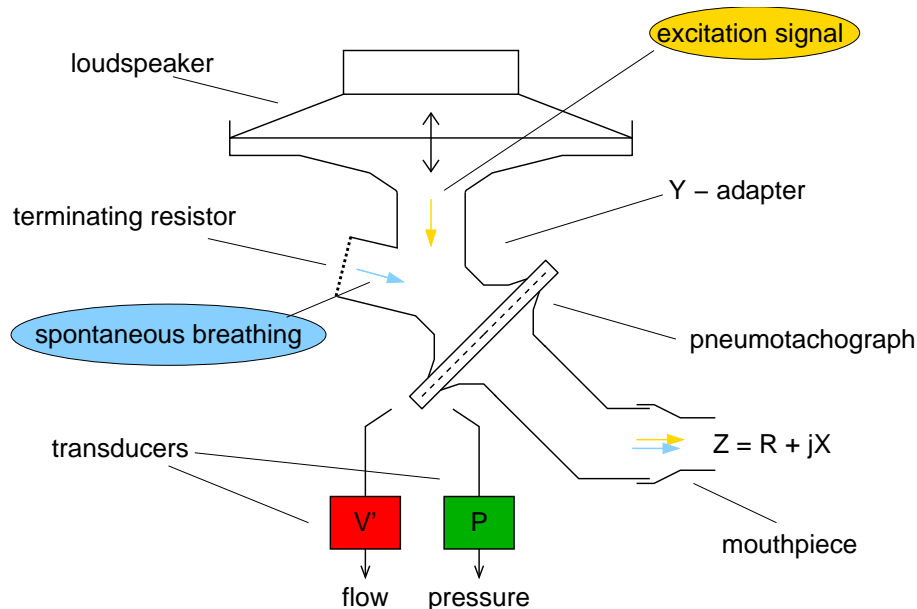
ČVUT FEL, K331 Katedra teorie obvodů

Úvod

Pro vyšetření plicních funkcí se v současnosti používá řada postupů. *Impulsní oscilometrie* (IOS) je relativně nová metoda, která umožňuje vyšetření i těch pacientů, u kterých nelze předpokládat aktivní spolupráci (malé děti a staří lidé). Měřenými parametry jsou hodnoty impedancí dýchacích cest pro různé frekvence budícího signálu. Cílem analýzy bylo ověřit opakovatelnost měření pro jednu osobu.

Určení impedance

Základní princip IOS je naznačen na obr.1. Do proudu vzduchu při přirozeném, spontánním dýchání se přidávají akustické impulsy z externího generátoru. Měřenými veličinami jsou tlak P a průtok V' . Oba signály obsahují složku odpovídající volnému dýchání a přidávaný impulsní signál. Pomalé změny způsobené dýcháním se potlačí a zbývající popisují vlastnosti dýchacích cest. Jejich impedance Z se určí jako poměr Fourierových obrazů P a V' .



Obrázek 1: Princip IOS

Postup při zpracování primárních dat:

- Segmentace P a V' a odstranění trendu (odpovídá dýchání).
- DFT pro obě veličiny.
- Modul IOS spektra: $|Z| = \frac{|P|}{|V'|}$.

- Fáze IOS spektra φ : rozdíl fází spekter P a V' .
- Výsledné IOS spektrum: průměr ze všech segmentů.

Do lékařské zprávy se zaznamenává rezistance R_{5Hz} (celkový odpor dýchacích cest), R_{20Hz} (odpor centrální části) a reaktance X_{5Hz} (ukazuje centrální kapacitu).

Opakovatelnost měření

V některých případech je potřeba pro jednoho pacienta provést více měření najednou. Výsledky opakovaných testů se pochopitelně liší. Otázkou je, zda je to způsobeno vlastnostmi biologického systému (tedy lidského těla), nebo zda došlo při prvním testu k ovlivnění měřené osoby. Jinak řečeno, jde v případě IOS o stabilní a neinvazivní metodu?

Otázku invazivnosti je možné zodpovědět pomocí korelačního testu [4] na závislost mezi naměřenou hodnotou a pořadím měření. Podle výsledku testu je možné na zvolené hladině významnosti zamítnout či přijmout hypotézu o závislosti dat v sérii.

Předpokládejme, že IOS je invazivní metoda. Pak by měla existovat korelace mezi pořadím měření a jeho hodnotou. Problémem je malý počet měření (z praktických důvodů se pro každou osobu provádělo pouze 10 IOS testů v jedné sérii). Proto použijeme Spearmanův korelační koeficient:

$$r_s = 1 - \frac{6}{n(n^2 - 1)} \sum_{i=1}^n (R_i - Q_i)^2, \quad (1)$$

kde R_i , Q_i jsou *pořadí* dvou proměnných. Proměnné představují číslo měření a naměřenou hodnotu. Výsledný r_s se porovná s tabulkovou hodnotou. Hypotézu o závislosti R_i , Q_i nelze zamítnout, pokud platí $|r_s| < r_s(\alpha)$.

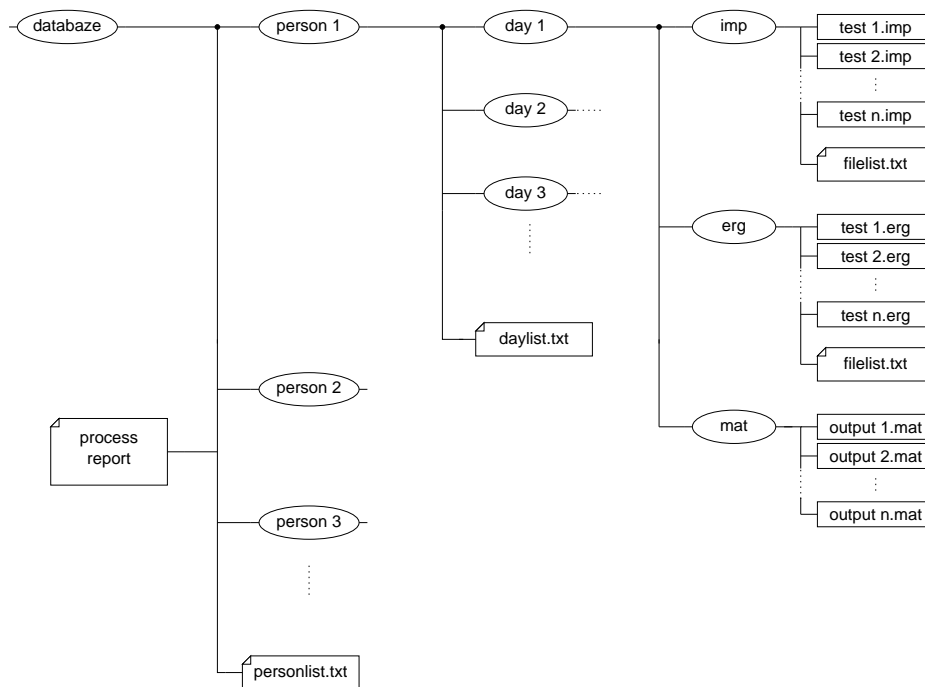
Databáze signálů

Před vlastní analýzou bylo nutné vytvořit databázi signálů. Data byla sbírána pro pět osob, přičemž měření byla prováděna v sériích po deseti. Celkem bylo takto získáno více než 200 testů. Data byla uspořádána tak, aby bylo možné databázi i v budoucnu snadno rozšiřovat. Jednotlivé signály jsou uloženy v adresářové struktuře a každému měření odpovídá jeden soubor (viz obr.2). Tento způsob umožňuje snadnou manipulaci a přenositelnost.

Výsledky a směr další práce

Opakování měření má minimální dopad na následující hodnoty. Výsledky korelačního testu potvrdily dobrou reprodučibilitu a neinvazivnost IOS. Dalším krokem bude hledání hranice mezi zdravým a nemocným člověkem založené na výpočtu spektrálních vzdáleností.

V praxi se při posuzování zdravotního stavu pacienta přihlíží k hodnotám R_{5Hz} , R_{20Hz} a X_{5Hz} . Dalším cílem výzkumu je porovnat celé spektrum pacienta a zdravého člověka. Vhodným prostředkem by mohla být Euklidovská (střední kvadratická) míra d_2 . Ta je dána vztahem:



Obrázek 2: Uspořádání databáze

$$d_2(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \sqrt{\sum_{k=1}^N |x_k - y_k|^2} = \sqrt{[\mathbf{x} - \mathbf{y}]^T [\mathbf{x} - \mathbf{y}]}, \quad (2)$$

kde x a y jsou srovnávaná spektra. Nezbytným krokem bude muset být rozšíření databáze o údaje pro pacienty s různými typy poruch.

Oznámení

Příspěvek byl zpracován v rámci výzkumného záměru číslo MSM210000012. Autor by rád poděkoval panu Hans-Jürgen Smithovi (Jaeger Company) za jeho pomoc při získání signálů.

Literatura

- [1] Vogel, J., Smidt, U.: Impulse oscillometry: analysis of lung mechanics in general practise and clinic, epidemiological and experimental research, pmi Verlagsgruppe GmbH, Frankfurt am Main, 1994
- [2] Čáp, P., Bičíková, K., Paul, T.: Impulsní oscilometrie - nová metoda měření plicních funkcí, Alergie 4(2), 2000
- [3] Smith, H.J., Vogel, J.: Impulse Oscillometry IOS, Jaeger/Toennies, 1997
- [4] Havránek, T.: Statistika pro biologické a lékařské vědy, Academia, Praha, 1993

Kontaktní adresa: Ing. Petr Prášek

České vysoké učení technické v Praze, Elektrotechnická fakulta, Katedra teorie obvodů

Technická 2, 166 27 Praha 6, Tel.: +420 224 352 286

E-mail: xprasek@feld.cvut.cz