

České počítačové programy na spektrální analýzu hlasu

Miluše Obešlová

Summary

In connection with the rapid technological development of recent years, a number of technological innovations have been used in the field of human voice research and interdisciplinary care for it. This primarily concerns the creation of software for the analysis of the human voice and the main speech parameters. There are significant workplaces in the Czech Republic that are involved in the development of such software. These include the Music Acoustics Research Center (MARC) at the Faculty of Music and Dance of the Academy of Performing Arts in Prague and, above all, the Brno University of Technology, specifically the SPLab research group and, more recently, the BDALab group, which compile computer programs directly according to the specific requirements of their clients. Although most of the programs created are primarily intended for medical purposes, they can also be very well used in the work of a voice teacher or therapist as a suitable tool for obtaining objective information about the quality of individual students' vocal expression and the effectiveness of their pedagogical or therapeutic work.

1 Úvod

Technologický pokrok zejména posledního desetiletí přinesl celou řadu výzkumných nástrojů do mnoha oblastí. Také výzkum lidského hlasu a zejména mezioborová péče o něj využívá v posledních letech množství technologických novinek, které nabízejí nové možnosti pro další rozvoj tohoto oboru. Jedná se především o tvorbu softwarů na analýzu lidského hlasu a hlavních řečových parametrů. Kromě zahraničních tvůrců existují i v České republice významná pracoviště, která se vývojem těchto počítačových programů zabývají. Jedná se především o výzkumnou skupinu Signal Processing Laboratory na Vysokém učení technickém v Brně nebo o Výzkumné centrum hudební akustiky na Hudební a taneční fakultě Akademie múzických umění v Praze. Počítačové programy, které tato pracoviště vytvořila, by mohly hlasovému pedagogovi a hlasovému terapeutovi sloužit jako vhodný nástroj pro zjištění objektivních informací o kvalitě hlasu a hlasového projevu jednotlivých studentů a zejména o účinnosti jeho pedagogické či terapeutické intervence.

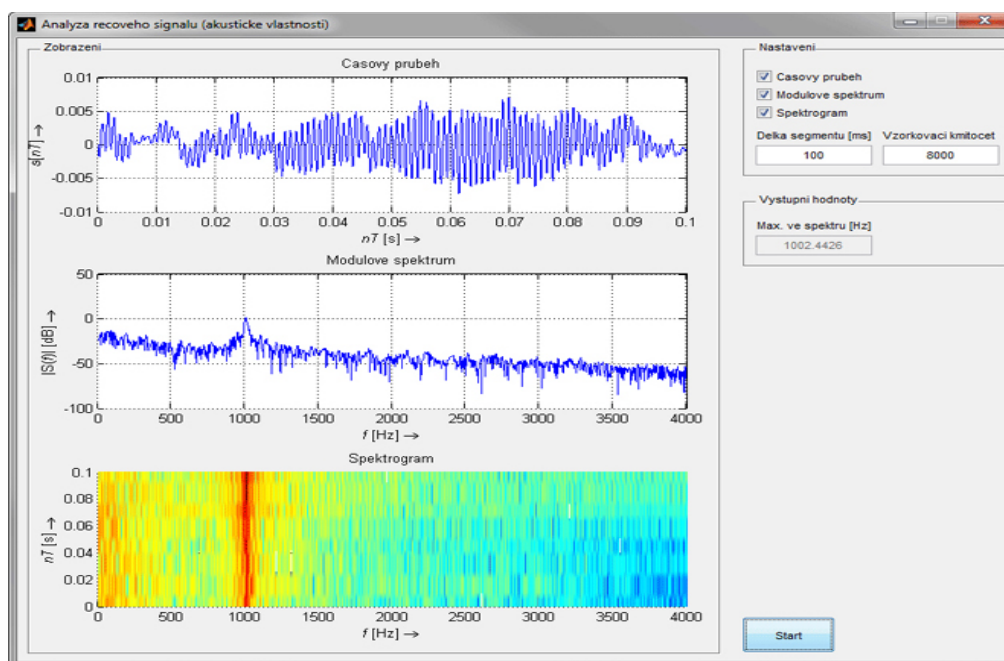
2 Výzkumná skupina Signal Processing Laboratory – SPLab

Signal Processing Laboratory je výzkumná skupina, která je součástí Vysokého učení technického v Brně. Věnuje se základnímu a aplikovanému výzkumu především v oblastech zpracování hlasu, obrazů, videa a textu.¹ Softwary na analýzu řeči, které výzkumná skupina SPLab vytvořila, jsou primárně zaměřeny na hodnocení jednotlivých řečových parametrů a jejich změn zejména při diagnostice Parkinsonovy nemoci. Ale protože tyto softwary umí

hodnotit všechny řečové parametry, které při své práci hlasový pedagog sleduje, a dokáže vzájemně porovnávat jednotlivé nahrávky v čase, mohlo by se jednat o průlom v získávání objektivních dat v práci hlasového pedagoga, pokud by měl tyto softwary k dispozici. Jde o následující programy.

Spektrální analýza řeči v reálném čase

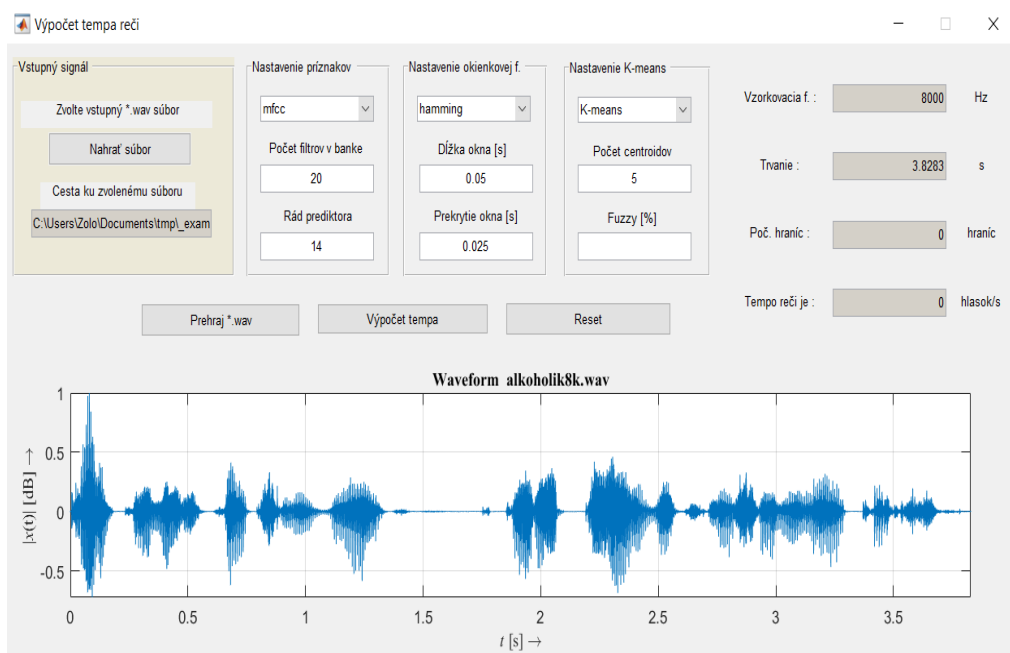
„Tento software slouží ke spektrální analýze řečového signálu v reálném čase. Umožňuje simultánní zobrazení časového průběhu segmentu řeči, dále jednostranného modulového spektra a nakonec úzkopásmového nebo širokopásmového spektrogramu (v závislosti na nastavené délce okna).“² Pomocí softwaru je možné identifikovat různé řečové vady jako chrapotění, dyšný hlas, hypernazalitu atd. Tento software může sloužit také pro výukové účely, konkrétně pro názorné zobrazení spektra a časového průběhu vokálů či konsonant a není omezen pouze na řeč.



Obr. 1: Graf spektrální analýzy řeči v reálném čase

Software pro analýzu tempa řeči

Program (SRT) umožňuje výpočet tempa řeči a také zobrazení hranic mezi jednotlivými hláskami. Výpočty tempa řeči jsou důležitými poznatky při analýze Parkinsonovy nemoci, která se projevuje výraznou změnou tempa mluvy a dalšími poruchami řeči, které narušují přirozenost a hlavně plynulost mluvy. Dle autorů softwaru „vizualizace segmentace řeči na hlásky a výpočet tempa poskytují možnost rychlé analýzy poškození plynulosti řeči a prozodie“.³



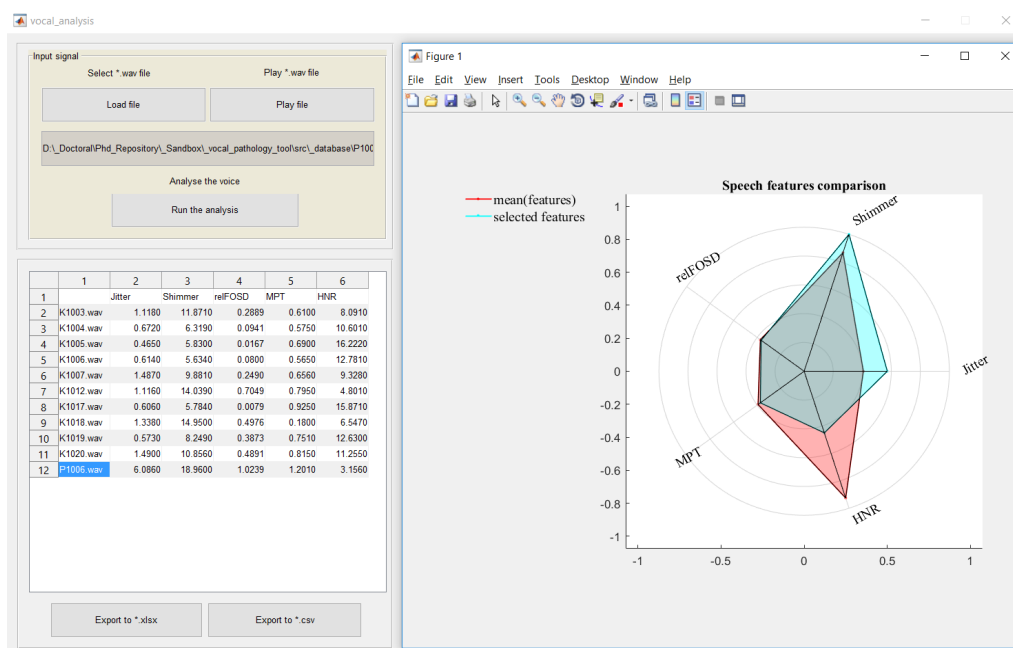
Obr. 2: Graf analýzy tempa řeči

Software pro analýzu fonace

Software (VAT) umožňuje jednoduchý výpočet standardních řečových parametrů, které popisují fonaci. Fonace samohlásek je nejčastěji používanou metodou vyšetření hlasu. Při prodloužené fonaci a její analýze je možné pozorovat poruchu kmitání hlasivek či jiné poruchy hlasového traktu, které se vyskytují u celé řady nemocí, jako jsou např. Parkinsonova nemoc, rakovina hrtanu, laryngitida, polypy, vředy, atd. Software VAT také umožňuje zobrazení činnosti hlasivek: vývoj krátkodobé energie v čase a vývoj základní frekvence hlasu v čase. Autoři softwaru zmiňují tyto řečové parametry.

- *maximum phonation time* (maximální doba fonace),
- *standard deviation of fundamental frequency* (standardní odchylka od základní frekvence),
- *jitter* (frekvenční periodicitu),
- *shimmer* (amplitudová nepravidelnost),
- *harmonic-to-noise ratio* (poměr hladin harmonických složek k úrovni meziharmonického šumu).

Velkou výhodou tohoto softwaru je především jeho schopnost načíst a aktualizovat parametry pro všechny doposud analyzované nahrávky. Program také vykreslí tzv. radarový graf, který porovná aktuálně analyzovanou nahrávku s předcházející nahrávkou.⁴



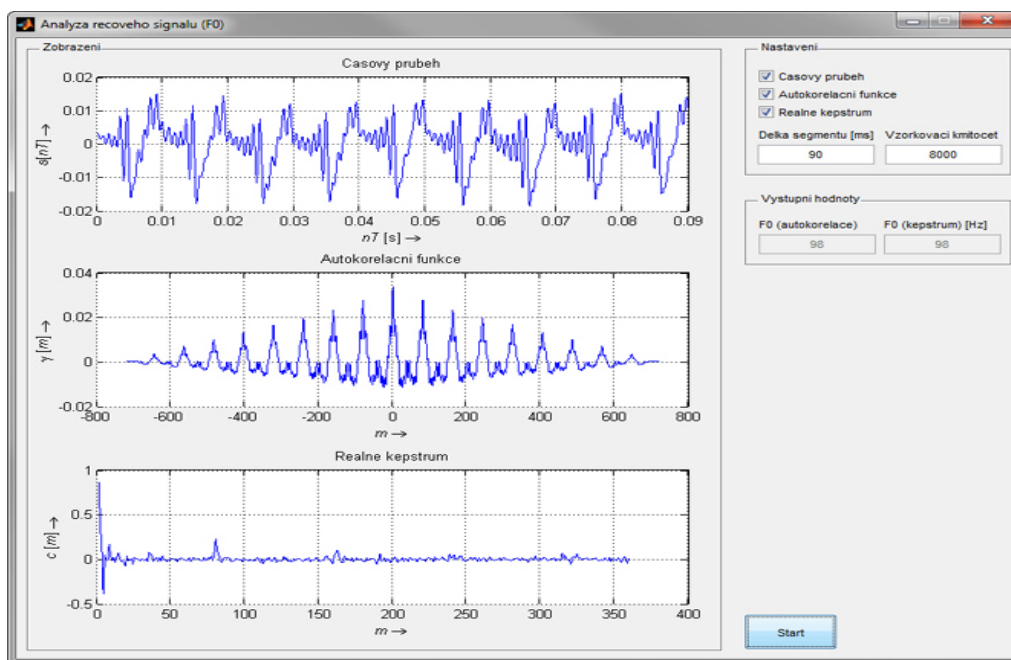
Obr. 3: Graf analýzy fonace

Analýza základního tónu řeči v reálném čase

Tento program „umožňuje simultánní zobrazení časového průběhu, autokorelační funkce a reálného kepra vstupního řečového signálu. Kromě těchto charakteristik software také zobrazuje odhad hodnoty základního tónu F0 metodou, která je založena na autokorelaci a analýze průběhu jednostranného kepra“.⁵ Zde je třeba vysvětlit několik užitých pojmů. Kepstrální analýza je technika zpracování signálu, která se používá nejčastěji ke zpracování řeči. Je používána ke stanovení základního hlasivkového tónu a klasifikaci řeči na znělé a neznělé segmenty. Tyto a další pojmy, které tvoří v podstatě parafrázi známých termínů, zveřejnil B. P. Bogert a kol. v roce 1963:

- Frequency (frekvence) quefrequency (quefrence),
- Spectrum (spektrum) cepstrum (kepstrum),
- Phase (fáze) saphe,
- Amplitude (amplituda) gamnitude,
- Filtering (filtrování) liftering,
- Harmonic (harmonická) rahmonic,
- Period (perioda) repiod.⁶

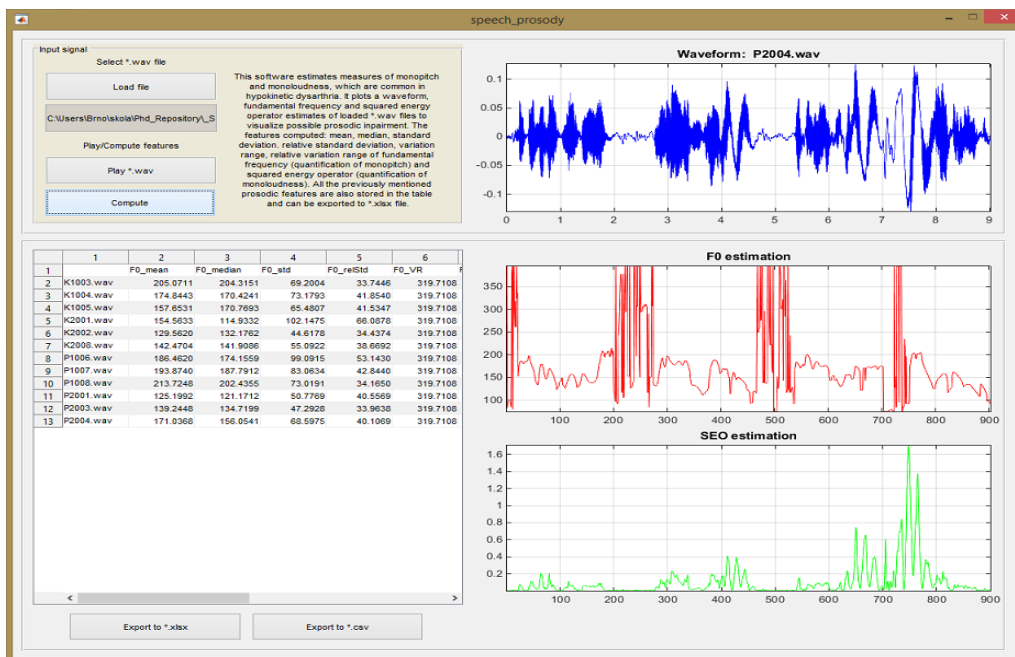
Kepstrální analýza se používá v situacích, kdy je frekvenční spektrum velmi složité. Na spektrum je aplikována další analýza, tzn. že frekvenční spektrum se stává výchozím signálem. Software na analýzu základního tónu řeči v reálném čase umožňuje v reálném čase pozorovat časový průběh jednotlivých vokálů a především pozorovat změny ovlivněné chraptěním či dyšným hlasem.



Obr. 4: Graf analýzy základního tónu řeči v reálném čase

Software pro analýzu prozodických vad

Častou poruchou řečové funkce při Parkinsonově nemoci je hypokinetická dysartrie.⁷ Bylo prokázáno, že porucha prozodie (dysprozodie) při hypokinetické dysarthrii znehodnocuje přirozenost řeči (emoce, přízvuk, kontrast, rytmus atd.). Dysprozodie je nejčastěji charakterizována jako porucha melodie řeči. To se projevuje jako tichá a monotónní řeč. Pomocí moderních metod je možné tyto vady kvantifikovat. Jedná se o tzv. kmitočet základního tónu (F0) a tzv. krátkodobou energii signálu (STE). Sledováním jejich charakteristik v čase je možné popsat míru dysprozodie. Software pro analýzu dysprozodie poskytuje možnost jednoduché kvantifikace a vizualizace melodie řeči a umožňuje výpočet řečových parametrů, které popisují tzv. monotónnost, monohlasitost řeči.⁸



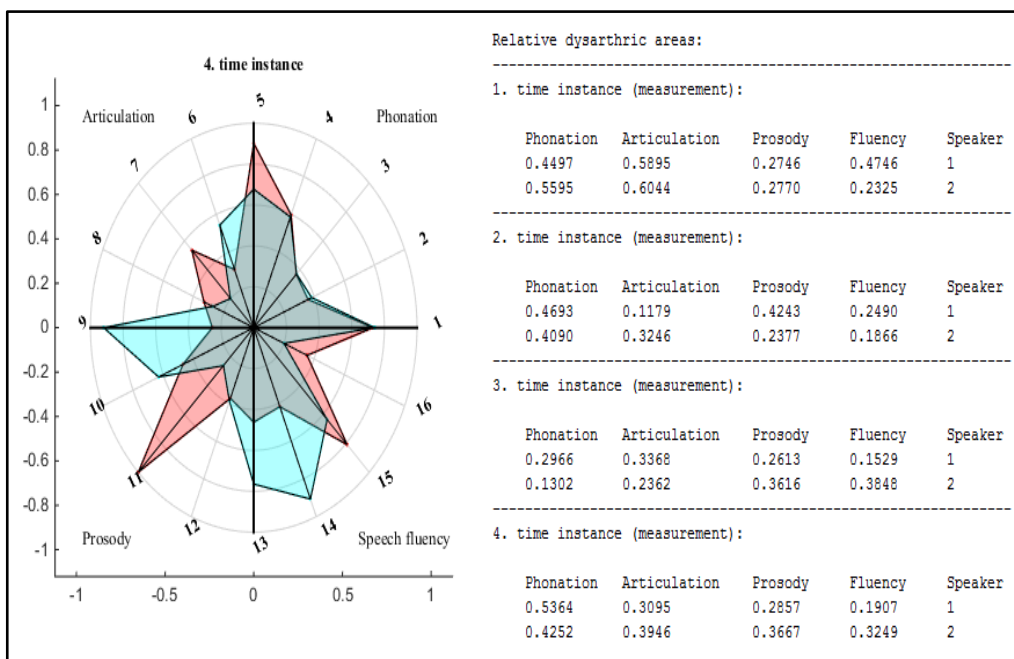
Obr. 5: Graf analýzy prozodických vad

Software pro výpočet řečových parametrů a statistickou analýzu

Tento software (CaCAT) dokáže vypočítat 119 řečových parametrů, které popisují zejména artikulaci, fonaci, prozódii nebo plynulost řeči. Pomocí tzv. binární klasifikace dokáže určit klinický stav daného řečníka, např. zdravý řečník, nemocný řečník.⁹

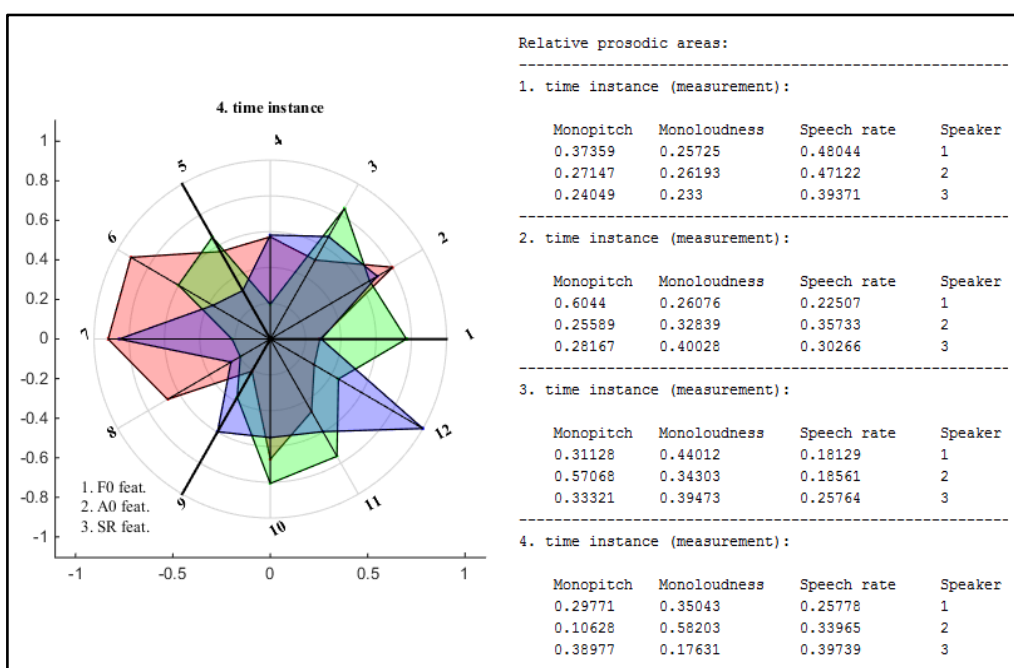
Software pro vizualizaci dysartrické řeči

Software, autory nazvaný jako „Balík vizualizace dysartrické řeči (DSV)“, umožňuje vizualizaci několika uznávaných metod, které jsou speciálně upraveny pro účel zobrazení řečových parametrů pro zdravé nebo dysartrické řečníky. Dále je tento program schopen zobrazit multidimenzionální podprostor řečových parametrů v tzv. polárním diagramu pro více skupin řečníků. Polární diagramy umožňují zobrazení dat pro více měření v čase a tímto způsobem je možné dle autorů zobrazit všeobecné poškození řeči. Software obsahuje také funkce pro zobrazení dysartrického polárního diagramu, který rozlišuje 4 sub-dimenze hypokinetické dysartrie, tzn. fonaci, artikulaci, prozódii a plynulost řeči.¹⁰



Obř. 6: Dysarthrický polární diagram

Zároveň dokáže zobrazit také prozodický diagram, který rozlišuje 3 sub-dimenze prozodie, tzn. intonaci, intenzitu a tempo řeči.



Obř. 7: Prozodický diagram

Program dále obsahuje i funkci, která umí zobrazit korelace mezi řečovými parametry a klinickými škálami v polárním diagramu. Tyto funkce dle autorů poskytují vizuální interpretaci poškození řečové produkce v komplexní formě, která je jednoduše použitelná

při analýze dat ještě před aplikací statistických metod, klasifikátorů, nebo jiných metod, které jsou v této oblasti běžně užívány.

3 Výzkumná skupina Brain Diseases Analysis Laboratory – BDALab

Mimo SPLab existují v současnosti na Vysokém učení technickém v Brně i další laboratoře a výzkumné skupiny, které se věnují mnoha různým oborům. Kromě nich vznikají laboratoře, které pokračují ve výzkumu lidského hlasu a řeči. Je to např. výzkumná skupina Brain Diseases Analysis Laboratory – BDALab, v jejímž čele stojí Jiří Mekyska, autor či spoluautor několika výše zmíněných softwarů. Tato skupina se mimo jiné zabývá zpracováním řeči/hlasu a zvuku, nabízí návrhy a implementaci softwaru, který dokáže objektivně analyzovat různé modalitty, jako je řeč, rukopis či spánek. V této oblasti spolupracuje s dalšími českými i zahraničními výzkumnými skupinami. Všechna řešení poskytovaná společností BDALab jsou individualizována v závislosti na požadavcích zákazníka.¹² Jedním z nedávno vytvořených programů této výzkumné skupiny je *Software pro analýzu rezonancí hlasového traktu*, který byl vyvinut pro hodnocení artikulačního rozpadu u pacientů s Parkinsonovou nemocí.¹¹

4 Výzkumné centrum MARC HAMU

MARC HAMU (Musical Acoustics Research Centre) je Výzkumné centrum hudební akustiky na Hudební a taneční fakultě Akademie múzických umění v Praze.¹³ Svůj výzkum zaměřuje mimo jiné i na oblast hlasového výzkumu (vokologie) a hlasovou psychoakustiku. Za tímto účelem je centrum vybaveno poslechovou a záznamovou komorou, záznamovým zařízením pro akustickou analýzu hlasu i elektroglottografii a zařízením pro měření vibrací. Z diagnostického hlediska disponuje metodami analýzy profilu hlasového rozsahu, spektrální analýzy, multidimenzionální analýzy (MDVP KAY Elemetric) a elektroglottografického záznamu. Výzkumné centrum spolupracuje s různými odborníky a firmami v oblasti vokologie, s foniatrickými ambulancemi, s hlasovými pedagogy a terapeuty. Zkoumá aspekty akustické analýzy hlasu, diagnostiky a terapie hlasových poruch, hlasové výchovy a estetiky. V této oblasti centrum vyvinulo vlastní analytický software RealVoiceLab pro záznam a analýzu akustických vlastností hlasu v reálném čase pomocí vzdáleného přístupu přes internet.¹⁴ „Primárně program funguje jako analyzátor hlasového pole, kdy v reálném čase kvantifikuje základní frekvenci a energii signálu. Energie signálu je následně dle kalibrace mikrofону vztažena k hladině akustického tlaku (SPL) v dB. Zároveň s měřením hodnot F0 a SPL jsou výstupem programu též hodnoty spektra a některé parametry MDVP.“¹⁵ Z hlediska hodnocení mluvního hlasu umožňuje program dle autorů zobrazit naměřené hodnoty a statisticky vyhodnotit parametry hlasového pole, tzn. průměr, minimum, maximum a modus hodnot výšky a hlasitosti, dále jejich rozsah a hraniční křivky. Při měření hlasového pole je možné vybrat si libovolný parametr spektrální či multidimenzionální akustické analýzy. Při analýze prodloužené fonace jsou programem vyhodnoceny následující parametry: fonační čas, parametry MDVP a parametry spektrální analýzy. Při zjišťování maximálního neboli zpěvního hlasového pole dokáže program zhodnotit výšku, hlasitost a libovolný parametr jako u analýzy prodloužené fonace.

Autoři programu zmiňují následující parametry:

- *LTAS* – dlouhodobé průměrované spektrum, které slouží pro výpočet dalších parametrů (např. pěvecký formant),
- *akustická hladina první harmonické* (H1) – vysoké hodnoty první harmonické jsou hodnoceny jako plný tón,
- *rozdíl akustických hladin první a druhé harmonické* [dB] – (označováno jako H1–H2) – rozdíl hladin prvních dvou harmonických souvisí s hlasitostí – vysoké hodnoty H1–H2 signalizují dyšný hlas, nízké hodnoty spastický a tlačný hlas,
- *Spectral tilt* – sklon obálky spektra směrem k vyšším frekvencím,
- *SPR* (singing power ratio) – rozdíl maximálních pásem akustického tlaku spektrálních pásem pod 2 kHz a 2–4 kHz (vysoké hodnoty určují vysokou energii v oblasti pěveckého formantu),
- *ER* – (energy ratio) – poměr energií spektrálních pásem pod 2 kHz a 2–4 kHz,
- *α faktor* – zvýšené hodnoty znamenají znělý hlas, snížené hodnoty narušený hlas,
- *High-frequency power ratio* – poměr vysokých složek spektra k celkovému spektru – zvýšené hodnoty znamenají těžké poškození hlasu,
- *SE* (spectral emphasis) – rozdíl hladiny SPL a hladiny SPL pásma do 1,5 násobku F0 – souvisí s hlasitostí a plností hlasu,
- *SPI* (soft phonation index) – rozložení harmonických ve spektru,
- *VTI* (voice turbulence index) – znamená vyšší dyšnost hlasu.¹⁶

MARC HAMU realizací projektu a vytvořením programu RealVoiceLab usiluje o zkoumání percepčních vlastností hlasu v duchu zásad psychoakustického výzkumu. K tomu je třeba dostatek hlasových nahrávek s různými kvalitami hlasu. Výzkumné centrum se tak snaží stanovit normativy základních parametrů hlasu české populace a zároveň usiluje o specifický psychoakustický výzkum patologických hlasů. V tomto směru je Výzkumné centrum hudební akustiky řešitelem různých vědeckovýzkumných projektů. Je zároveň i iniciátorem diskuse a vzájemné komunikace odborníků z oblasti diagnostiky a léčby hlasových poruch a také odborníků z oblasti hlasové pedagogiky či terapie. Zároveň centrum poskytuje těmto odborníkům i technické vybavení, odborná školení a poradenství v oblasti akustické a psychoakustické analýzy hlasu. Dalším jeho značným přínosem je snaha o standardizaci postupů při popisu vlastností hlasu, při akustickém měření a také v oblasti ustálení české vokologické terminologie.

5 Závěr

Současný technologický vzestup přináší množství nástrojů pro pokročilý výzkum v mnoha oblastech lidského života a nevyhýbá se ani výzkumu lidského hlasu a péči o něj. Tak jako v zahraničí byla pro tuto oblast vytvořena celá řada počítačových programů, existují i v České republice významná pracoviště, která vytvořila softwary na zkoumání jednotlivých parametrů lidského hlasu. Jedná se především o VUT v Brně, výzkumnou skupinu SPLab a nově skupinu BDALab, které sestavují počítačové programy přímo dle konkrétních požadavků svých zadavatelů. Mimo výše zmíněných pracovišť se nadále rozvíjí tolik důležitá mezioborová spolupráce, jejímž výsledkem je např. projekt Laryngo Voice. Na něm se podílela Západočeská univerzita v Plzni, ORL oddělení Fakultní nemocnice v Motole a firma Certicon. Výsledkem jejich spolupráce je systém pro tzv. „hlasovou konzervaci“, tedy počítačové uchování a přesné napodobení mluvy konkrétní osoby, která přišla o možnost používat vlastní hlas, a to včetně intonace a barvy hlasu.¹⁷ Mimo to vnikají různé aplikace na analýzu hlasu, v poslední době např. česká mobilní aplikace SmartSpeech, která analyzuje řeč během telefonního hovoru a měla by rozpoznat riziko nastupující Parkinsonovy nemoci.¹⁸ Ačkoli většina výše zmíněných programů a aplikací je primárně určena pro lékařské účely, je možné je využít i v práci hlasového pedagoga či terapeuta. Analyzují hlavní hlasové a řečové parametry, se kterými hlasový pedagog či terapeut pracuje a které svojí činností napravuje a následně kultivuje. Informace o změně těchto parametrů mu tak mohou poskytovat zpětnou vazbu o jeho práci podloženou vizualizací nastalých objektivních změn.

Poznámky

1. *Signal Processing Laboratory*. Online. Ústav telekomunikací VUT Brno. Dostupné z: <http://splab.cz/>. [citováno 2024-06-05].
2. MEKYSKA, Jiří a SMÉKAL, Zdeněk. *Spektrální analýza řeči v reálném čase*. Online. In: Ústav telekomunikací VUT. Brno, 2012. Dostupné z: <http://splab.cz/download/software/spektralni-analyza-rci-v-realnem-case>. [citováno 2024-06-05].
Program je nutné spustit v 32-bitové verzi prostředí MATLAB (v tomto prostředí musí být mj. nainstalován Data Acquisition Toolbox DAQ).
3. GALÁŽ, Zoltán, MEKYSKA, Jiří, SMÉKAL, Zdeněk. *Software pro analýzu tempa řeči*. Online. In: Ústav telekomunikací VUT. Brno, 5. 6. 2016. Dostupné z: <http://splab.cz/download/software/software-pro-analyzu-tempa-rci>. [citováno 2024-06-06].
4. GALÁŽ, Zoltán, MEKYSKA, Jiří, SMÉKAL, Zdeněk. *Software pro analýzu fonace*. Online. In: Ústav telekomunikací VUT. Brno, 8. 10. 2016. Dostupné z: <http://splab.cz/download/software/software-pro-analyzu-fonace>. [citováno 2024-06-06].
5. MEKYSKA, Jiří, SMÉKAL, Zdeněk. *Analýza základního tónu řeči v reálném čase*. Online. In: Ústav telekomunikací VUT. Brno, 2021. Dostupné z: <http://splab.cz/download/software/analyza-zakladniho-tonu-rci-v-realnem-case>. [citováno 2024-06-06].
6. GREGOR, Radoslav. *Analýza časových řad s využitím Fourierovy transformace a keprtrální analýzy*. Diplomová práce. Pardubice: UP. 2012. Dostupné z: Digitální knihovny Univerzity Pardubice. <https://dk.upce.cz/handle/10195/46423?show=full>. [citováno 2024-06-06].
7. Dysartrie je porucha řeči, která je charakteristická špatnou artikulací. Bývá důsledkem onemocnění nervové soustavy. Příčin dysartrie může být mnoho, např. toxická, metabolická, degenerativní onemocnění (jako je například Parkinsonova nemoc, Huntingtonova choroba, ALS atd.), traumatické zranění mozku atd.
8. GALÁŽ, Zoltán, MEKYSKA, Jiří, SMÉKAL, Zdeněk. *Software pro analýzu prozodických vad*. Online. In: Ústav telekomunikací VUT. Brno, 2015. Dostupné z: <http://splab.cz/download/software/software-pro-analyzu-prozodicky-vad>. [citováno 2024-06-06].
9. KISKA, Tomáš. *Software pro výpočet řečových parametrů a statistickou analýzu*. Online. In: Ústav telekomunikací VUT. Brno, 2016. Dostupné z: <http://splab.cz/download/software/software-pro-vypocet-recovych-parametru-a-statistickou-analyzu>. [citováno 2024-06-11].
10. GALÁŽ, Zoltán, MEKYSKA, Jiří, MŽOUREK, Zdeněk, SMÉKAL, Zdeněk. *Software pro vizualizaci dysartrické řeči*. Online. In: Ústav telekomunikací VUT. Brno, 2015. Dostupné z: <http://splab.utko.feec.vutbr.cz/download/software/software-pro-vizualizaci-dysartricke-rci>. [citováno 2024-06-06].
11. KOVÁČ, Daniel, MEKYSKA, Jiří. *Articulatory decay analysis; Vocal Tract Resonances Analysis Software*. Online. In: Ústav telekomunikací VUT. Brno, 2023. Dostupné z: https://github.com/BDALab/Articulatory_decay. [citováno 2025-03-18].
12. *Brain Diseases Analysis Laboratory*. Online. Fakulty of Electrical Engineering and Communiacation. Brno University of Technology. Dostupné z: <https://bdalab.utko.fekt.vut.cz>. [cit. 2025-03-24].
13. Vznikl v roce 2005 na základě rozhodnutí Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky a navazuje tak na Výzkumný ústav, který byl součástí Zvukového studia HAMU, kde od roku 1976 probíhal výzkum v oblasti hudebního zvuku a hudebních nástrojů.
14. *Výzkumné centrum hudební akustiky MARC*. Online. Hudební a taneční fakulta AMU Praha. Dostupné z: <https://www.hamu.cz/cs/veda-a-vyzkum/vedecka-pracoviste/marc/>. [citováno 2025-03-25].
15. FRIČ, Marek, OTČENÁŠEK, Zdeněk, SYROVÝ, Václav. Akustika hlasu. In: *Sborník abstrakt a příspěvků 2. Symposia Umělecký hlas*. Praha: AMU a Hlasové a sluchové centrum, 2010, s. 61. ISBN 978-80-7331-170-4.

16. FRIČ, Marek, OTČENÁŠEK, Zdeněk, SYROVÝ, Václav. Akustika hlasu. In: *Sborník abstrakt a příspěvků 2. Symposia Umělecký hlas*. Praha: AMU a Hlasové a sluchové centrum, 2010, s. 62–63. ISBN 978-80-7331-170-4.
17. LÉBLOVÁ, Kristýna. *Aplikace dokáže navrátit lidem jejich hlas, pomáhá hlavně onkologickým pacientům*. Online. Novinky.cz. 1. 3. 2021.
Dostupné z: <https://www.novinky.cz/clanek/zena-zdravi-aplikace-dokaze-navratit-lidem-jejich-hlas-pomaha-hlavne-onkologickym-pacientum-40352187>. [citováno 2025-05-19].
18. SKALICKÁ, Andrea. *Vědci testují aplikaci, která může poznat Parkinsonovu nemoc*. Online. Český rozhlas. Liberec. 11. 11. 2024. Dostupné z: <https://liberec.rozhlas.cz/zacinajici-parkinson-vedci-testuji-ceskou-aplikaci-ktera-muze-poznat-jen-z-9351123>. [citováno 2025-05-19].

Literatura

BOGERT, Bruse P., MEALY, M. J., TUKEY, John W. The Quefrency Analysis of Time Series for Echoes: Cepstrum, Pseudo-Autocovariance, Cross-Cepstrum and Saphe Cracking. In: *Proceedings of the Symposium on Time Series Analysis*. 1963, Vol . 15, s. 209–243.

FRIČ, Marek, OTČENÁŠEK, Zdeněk, SYROVÝ, Václav. Akustika hlasu. In: *Sborník abstrakt a příspěvků 2. Symposia Umělecký hlas*. Praha: AMU a Hlasové a sluchové centrum, 2010, s. 62–63. ISBN 978-80-7331-170-4.

Internetové zdroje

Brain Diseases Analysis Laboratory. Online. Fakulty of Electrical Engineering and Communiacation. Brno University of Technology. Dostupné z: <https://bdalab.utko.fekt.vut.cz>. [cit. 2025-03-24].

GALÁŽ, Zoltán, MEKYSKA, Jiří, MŽOUREK, Zdeněk, SMÉKAL, Zdeněk. *Software pro vizualizaci dysartrické řeči*. Online. In: *Ústav telekomunikací VUT. Brno*, 2015. Dostupné z: <http://splab.utko.feec.vutbr.cz/download/software/software-pro-vizualizaci-dysartricke-rci>. [citováno 2024-06-06].

GALÁŽ, Zoltán, MEKYSKA, Jiří, SMÉKAL, Zdeněk. *Software pro analýzu prozodických vad*. Online. In: *Ústav telekomunikací VUT. Brno*, 2015.
Dostupné z: <http://splab.cz/download/software/software-pro-analyzu-prozodicky-vad>. [citováno 2024-06-06].

GALÁŽ, Zoltán, MEKYSKA, Jiří, SMÉKAL, Zdeněk. *Software pro analýzu tempa řeči*. Online. In: *Ústav telekomunikací VUT. Brno*, 5. 6. 2016.
Dostupné z: <http://splab.cz/download/software/software-pro-analyzu-tempa-rci>. [citováno 2024-06-06].

GALÁŽ, Zoltán, MEKYSKA, Jiří, SMÉKAL, Zdeněk. *Software pro analýzu fonace*. Online. In: *Ústav telekomunikací VUT. Brno*, 8. 10. 2016.
Dostupné z: <http://splab.cz/download/software/software-pro-analyzu-fonace>. [citováno 2024-06-06].

GREGOR, Radoslav. *Analýza časových řad s využitím Fourierovy transformace a keprstrální analýzy*. Diplomová práce. Pardubice: UP. 2012. Dostupné z: Digitální knihovny Univerzity Pardubice. <https://dk.upce.cz/handle/10195/46423?show=full>. [citováno 2024-06-06].

KISKA, Tomáš. *Software pro výpočet řečových parametrů a statistickou analýzu*. Online. In: Ústav telekomunikací VUT. Brno, 2016. Dostupné z: <http://splab.cz/download/software/software-pro-vypocet-recovych-parametru-a-statistickou-analyzu>. [citováno 2024-06-11].

KOVÁČ, Daniel, MEKYSKA, Jiří. *Articulatory decay analysis; Vocal Tract Resonances Analysis Software*. Online. In: Ústav telekomunikací VUT. Brno, 2023. Dostupné z: https://github.com/BDALab/Articulatory_decay. [citováno 2025-03-18].

LÉBLOVÁ, Kristýna. *Aplikace dokáže navrátit lidem jejich hlas, pomáhá hlavně onkologickým pacientům*. Online. Novinky.cz. 1. 3. 2021. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/clanek/zena-zdravi-aplikace-dokaze-navratit-lidem-jejich-hlas-pomaha-hlavne-onkologickym-pacientum-40352187>. [citováno 2025-05-19].

MEKYSKA, Jiří a SMÉKAL, Zdeněk. *Spektrální analýza řeči v reálném čase*. Online. In: Ústav telekomunikací VUT. Brno, 2012. Dostupné z: <http://splab.cz/download/software/spektralni-analyza-reci-v-realnem-case>. [citováno 2024-06-05].

MEKYSKA, Jiří, SMÉKAL, Zdeněk. *Analýza základního tónu řeči v reálném čase*. Online. In: Ústav telekomunikací VUT. Brno, 2021. Dostupné z: <http://splab.cz/download/software/analyza-zakladniho-tonu-reci-v-realnem-case>. [citováno 2024-06-06].

Signal Processing Laboratory. Online. Ústav telekomunikací VUT Brno. Dostupné z: <http://splab.cz/>. [citováno 2024-06-05].

SKALICKÁ, Andrea. *Vědci testují aplikaci, která může poznat Parkinsonovu nemoc*. Online. Český rozhlas. Liberec. 11. 11. 2024. Dostupné z: <https://liberec.rozhlas.cz/zacinajici-parkinson-vedci-testuji-ceskou-aplikaci-ktera-muze-poznat-jen-z-9351123>. [citováno 2025-05-19].

Výzkumné centrum hudební akustiky MARC. Online. Hudební a taneční fakulta AMU Praha. Dostupné z: <https://www.hamu.cz/cs/veda-a-vyzkum/vedecka-pracoviste/marc/>. [citováno 2025-03-25].

Resumé

V souvislosti s rychlým technologickým vývojem posledních let je i v oblasti výzkumu lidského lidského hlasu a v mezioborové péči o něj využívána celá řada technologických novinek. Jedná se především o tvorbu softwarů na analýzu lidského hlasu a hlavních řečových parametrů. V České republice existují významná pracoviště, která se vývojem těchto softwarů zabývají. Jedná se o Výzkumné centrum hudební akustiky (MARC) na Hudební a taneční fakultě Akademie múzických umění v Praze a především o Vysoké učení technické v Brně, konkrétně o výzkumnou skupinu SPLab a nově skupinu BDALab, které sestavují počítačové programy přímo dle konkrétních požadavků svých zadavatelů. Ačkoli většina vytvořených programů je primárně určena pro lékařské účely, je možné je velmi dobře využít i v práci hlasového pedagoga nebo terapeuta jako vhodný nástroj pro zjištění objektivních informací o kvalitě hlasového projevu jednotlivých studentů a o účinnosti jeho pedagogické či terapeutické práce.

Klíčová slova: spektrální analýza, hlas, softwary, Česká republika

Key words: spectrum analysis, voice, software, Czech Republic

PhDr. Miluše Obešlová, Ph.D. vystudovala Vysokou školu pedagogickou v Hradci Králové a doktorské studium na Katedře hudební výchovy na Ostravské univerzitě. Od roku 1999 působí jako odborná asistentka na Hudební katedře PdF Univerzity Hradec Králové. Věnuje se problematice pěvecké a hlasové výchovy.