

Počítačové zpracování řeči

Luděk Bártek

Fakulta Informatiky
Masarykova Univerzita Brno

podzim 2015

Obsah

1 Základy fonetiky

Fonetika

- Přírodní věda na pomezí lingvistiky, anatomie, fyziologie a fyziky (akustiky)
- Zkoumá zvukovou stránku jazyka z různých aspektů jazyka:
 - fyziologickou činnost mluvidel
 - akustickou podstatu zvuků.
- Dělení fonetiky:
 - artikulační - tvorba fónů ve zvukovém ústrojí
 - akustická - přenos zvuků prostředím, jejich frekvence, ...
 - percepční - jak jsou zvuky přijímány,

Základy fonetiky

- Foném - elementární zvukový segment, který je schopný diferencovat vyšší znakové jednotky jazykového systému (morfémy).
- Fonémy:
 - samohlásky:
 - základní frekvence
 - formanty
 - souhlásky:
 - znělé - na vzniku se spolupodílí hlasivky
 - neznělé.
- Koartikulace - vzniká změnou parametrů řečového ústrojí při přechodu z jedné hlásky na druhou
 - další řečové jednotky:
 - alofón
 - difón
 - trifón
- Fonetický přepis - Jednoznačný a přesný zápis mluvené řeči. Psaná a mluvená forma téže promluvy se mohou lišit.

Fonetický přepis

- Přesný a jednoznačný zápis mluvené řeči.
- IPA - International Phonetic Alphabet
 - součást standardu UNICODE.
- Národní fonetické abecedy.
- TTS - většinou využívají 7bitový ASCII přepis znaků z IPA (SAMPA - Speech Assessment Methods Phonetic Alphabet) např. DITe
- pravidla pro přepis:
 - změna znělosti na hranici znělá souhláska - neznělá souhláska
 - měkčení souhlásek, pokud následuje *i*, *ě*
 - ...
- Občas může být přepis regionálně závislý:
 - *sh*:
 - Čechy - sch
 - Morava - zh

THE INTERNATIONAL PHONETIC ALPHABET (2005)

CONSONANTS (PULMONIC)

	LABIAL				CORONAL				DORSAL				GLOTTAL			
	Labial-velar	Labial	Alveolar	Postalveolar	Alveolar	Postalveolar	Palatal	Velar	Uvular	Pharyngeal	Epiglottal	Glottal				
Nasal	m		n		ɲ		ɲ		ŋ							
Plosive	p	b	t	ʈ	t̪	ʈ̪	c	ɟ	k	q	g				ʔ	ʕ
Fricative		f	v	θ	ð	s	z	ʃ	ʒ	ç	ʝ	x	ħ	ʕ	h	ʕ
Approximant																
Trill																
Tap, flap																
Lateral fricative																
Lateral approximant																
Lateral flap																

When symbols appear in pairs, the one to the right represents a normally voiced consonant, except for consonant ʕ. The dot above a vowel articulation symbol is to be pronounced. Light grey letters are unclassified consonants of the IPA.

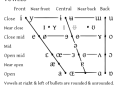
CONSONANTS (NON-PULMONIC)

	Vocalic	Examples
Anterior click releases (impulse posterior airstream)		
◌̥ Bilabial fricative	◌̥	Bilabial
◌̥ Labiodental fricative (released "voiceless")	◌̥	Labiodental
◌̥ Dental fricative (released "voiceless")	◌̥	Dental
◌̥ Labiodental fricative (released "voiceless")	◌̥	Labiodental
◌̥ Labiodental fricative (released "voiceless")	◌̥	Labiodental
◌̥ Labiodental fricative (released "voiceless")	◌̥	Labiodental
◌̥ Labiodental fricative (released "voiceless")	◌̥	Labiodental
◌̥ Labiodental fricative (released "voiceless")	◌̥	Labiodental

CONSONANTS (C-D ARTICULATED)

◌̥ Voiceless labiodental velar approximant	◌̥
◌̥ Voiceless labiodental velar approximant	◌̥
◌̥ Voiceless labiodental velar approximant	◌̥
◌̥ Voiceless labiodental velar approximant	◌̥
◌̥ Voiceless labiodental velar approximant	◌̥
◌̥ Voiceless labiodental velar approximant	◌̥
◌̥ Voiceless labiodental velar approximant	◌̥
◌̥ Voiceless labiodental velar approximant	◌̥
◌̥ Voiceless labiodental velar approximant	◌̥

VOWELS



SUPERSEGMENTALS

	Primary stress	Secondary stress	Level tones	Contour tone elements
◌̥ Long	◌̥	◌̥	◌̥	◌̥
◌̥ Short	◌̥	◌̥	◌̥	◌̥
◌̥ Syllable break	◌̥	◌̥	◌̥	◌̥
◌̥ Linking	◌̥	◌̥	◌̥	◌̥
◌̥ Major intonational break	◌̥	◌̥	◌̥	◌̥
◌̥ Global rise	◌̥	◌̥	◌̥	◌̥
◌̥ Global fall	◌̥	◌̥	◌̥	◌̥

Diacritics may be placed above a symbol with a descender, and, when no symbol may appear as diacritics to represent phonetic detail: ◌̥ (voiceless release), ◌̥ (breathily voiced), ◌̥ (light nasal), ◌̥ (symploic release), ◌̥ (light phonological).

PRIMARY ARTICULATION	SECONDARY ARTICULATION	THIRDARY ARTICULATION	FOURTHARY ARTICULATION
◌̥ Bilabial	◌̥ Labiodental	◌̥ Dental	◌̥ Alveolar
◌̥ Labiodental	◌̥ Dental	◌̥ Alveolar	◌̥ Postalveolar
◌̥ Dental	◌̥ Postalveolar	◌̥ Palatal	◌̥ Velar
◌̥ Postalveolar	◌̥ Palatal	◌̥ Velar	◌̥ Uvular
◌̥ Palatal	◌̥ Velar	◌̥ Uvular	◌̥ Pharyngeal
◌̥ Velar	◌̥ Uvular	◌̥ Pharyngeal	◌̥ Epiglottal
◌̥ Uvular	◌̥ Pharyngeal	◌̥ Epiglottal	◌̥ Glottal
◌̥ Pharyngeal	◌̥ Epiglottal	◌̥ Glottal	◌̥ Velar
◌̥ Epiglottal	◌̥ Glottal	◌̥ Velar	◌̥ Labiodental
◌̥ Glottal	◌̥ Velar	◌̥ Labiodental	◌̥ Bilabial
◌̥ Velar	◌̥ Labiodental	◌̥ Bilabial	◌̥
◌̥ Labiodental	◌̥ Bilabial	◌̥	◌̥
◌̥ Bilabial	◌̥	◌̥	◌̥

Podrobnosti viz stránky International Phonetic Association (<http://www.langsci.ucl.ac.uk/ipa/>)

Česká fonetická abeceda

- Krátké samohlásky:
 - a a pata, εe led, ii lid, o/ɔo rod, uυ ruka
- Dlouhé samohlásky:
 - a: a:, á pátá; ε: e:, é léto; i: i:, í lípa; o:/ɔ: o:, ó tón; u: u:, ú úkol
- Dvojhlásky:
 - aυ au, au auto: ευ eu, eu euforie' ou/ɔυ ou ou houba
- Souhlásky:
 - m m matka' ŋ ŋ, tramvaj' n n nos ŋ ŋ kůň ŋ ŋ banka
 - p p pes; b b babička; t t táta; d d dům; c t' t'apka; k k kost; g g gram
 - ts c co' dz z, dz' leckdo' fʃč čáp' dʒ, dž džem
 - f f fuj' v v voda' s s sen' z z zub' ʃ š šíp' žž žena' x x, ch chléb' xʃabych byl' fh hra
 - r r rak' r̥ ř řeka' r̥ r̥, ř ř rybář
 - j j já; l l les
 - r̥ r̥ krk' ! ! vlk' m̥ m̥ rožmberk

Ukázka textu v abecedě SAMPA spolu s výsledkem.

- Fonetický přepis věty "Čeština je krásná řeč"
 - tSeSTina je kra:sna: r\etS
 - Syntetizovaná věta "Čeština je krásná řeč."
(data/cestina.wav)

Fonetika - samohlásky

- Krátké samohlásky - a, e, i, o, u
- Dlouhá samohlásky - á, é, í, (ó), ú
- Dvojhlásky - (eu), (au), ou
- Samohlásky:
 - základní hlasivkový tón - 100 - 400 Hz
 - formanty - rezonancí v dutinách hlasového traktu zesílené části akustického spektra

Formanty

- Určující pro rozpoznávání samohlásek
- Formant F_1 vzniká rezonancí v dutině ústní
- Formant F_2 vzniká rezonancí v dutině hrdelní
- Hlavní formanty - spektrální poloha a intenzita může být dána:
 - muž
 - žena
 - dítě
 - individuálně
- Vyšší formanty F_3 -
 - výskyt bývá individuální

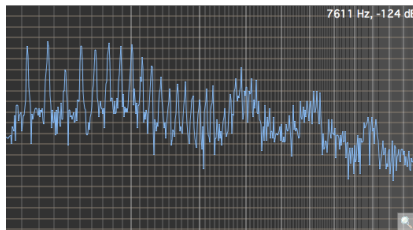
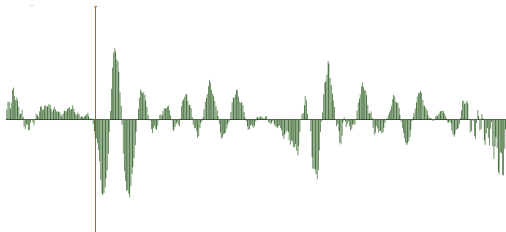
Formanty F_1 a F_2 pro české samohlásky

hláska	F_1 [Hz]	F_2 [Hz]
a	750 - 1100	1100 - 1500
e	500 - 700	1500 - 2000
i	300 - 500	2000 - 3000
o	500 - 700	900 - 1200
u	300 - 500	600 - 1000

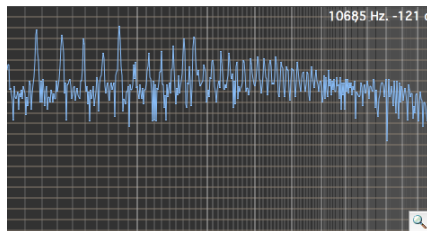
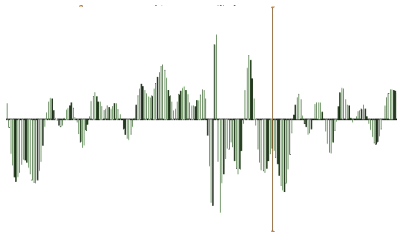
Četnost výskytu samohlásek

- e - 10 %
- a, o, i - 6 — 7 %
- í - 4 %
- další jen s nepatrnou frekvencí:
 - á, u, é, ou, ú
 - ó, au, eu

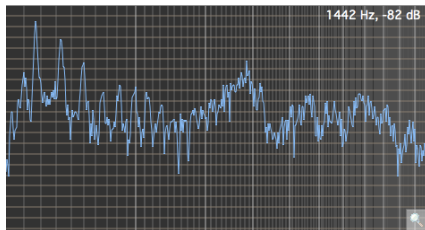
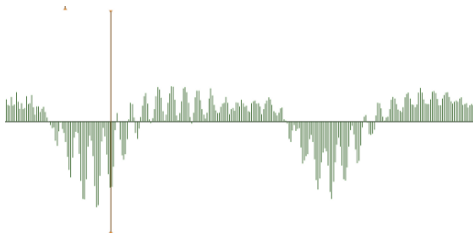
České samohlásky - a



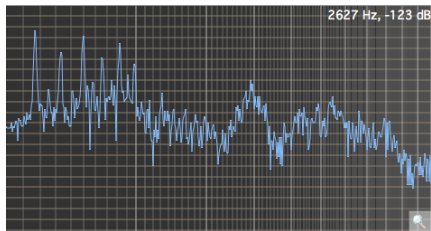
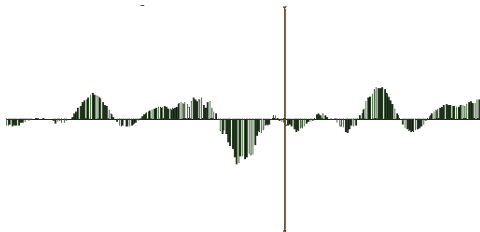
České samohlásky - e



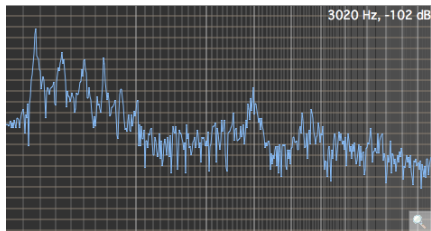
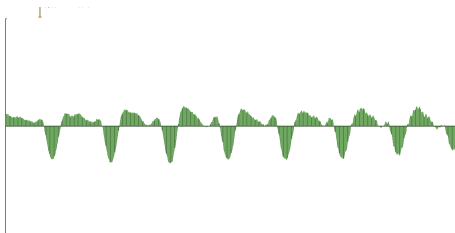
České samohlásky - i



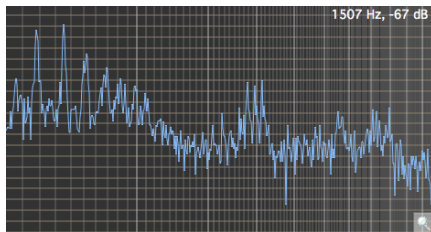
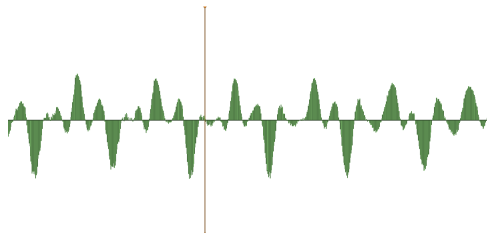
České samohlásky - o



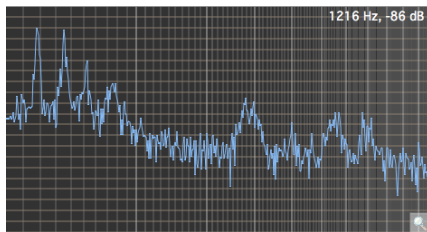
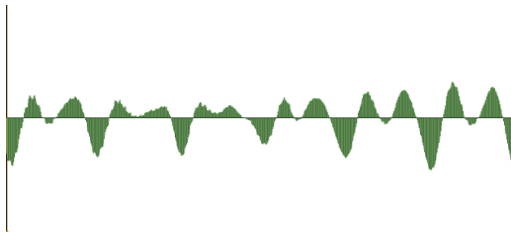
České samohlásky - u



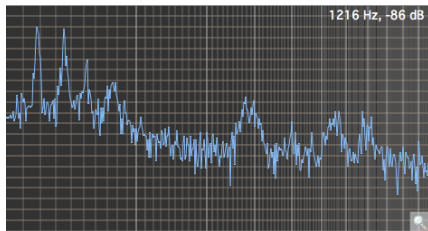
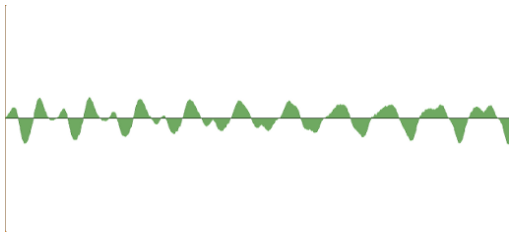
České dvojhlásky - au



České dvojhlásky - ou



České dvojhlásky - eu



Souhlásky (konsonanty)

- Zvukově dynamické děje.
- Pojem formantu ztrácí význam
 - tónový charakter mají pouze části některých souhlásek.
- Klasifikace:
 - znělé (sonorní)
 - neznělé (šumové)
 - fonetické dále podle místa a způsobu artikulace na:
 - retné - m, b, p, w, v, f
 - zubní - n, d, t, dh, th
 - dásňové - c, z, s, dz
 - patrové - ň, d', t', ž, š
 - závěrové (okluzívy, ražené, explozívy) - b, d, d', g, p, t'
 - úžinové - v, z, ž, f, th, s, š, ...

Znělé a neznělé souhlásky

- Znělé souhlásky
 - charakteristické přítomností základního tónu
 - na vytváření se aktivně podílejí hlasivky.
- Neznělé souhlásky
 - hlasivky jsou pasivní (otevřené)
- Párové
 - neliší se artikulací, pouze znělostí
 - např. b-p, d-t. z-s, ...

Porovnání párových souhlásek (waveform)

Figure: Souhláska s

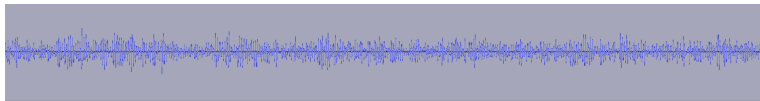
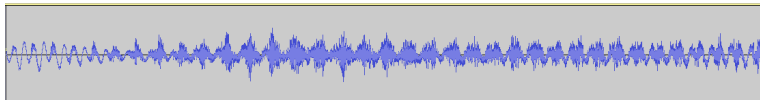


Figure: Souhláska z



Porovnání párových souhlásek (spektrum)

Figure: Spektrum souhlásky s

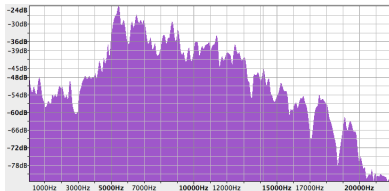
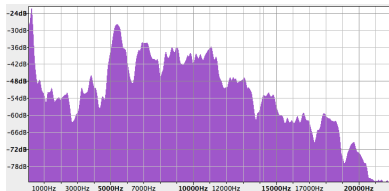


Figure: Spektrum souhlásky z

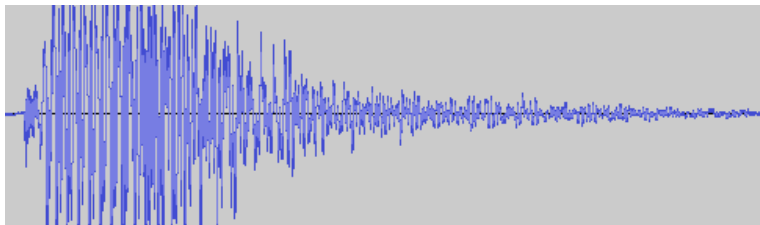


Podle způsobu tvorby

- Okluzívy
 - závěrové souhlásky
 - vytvořena překážka výdechovému proudu vzduchu:
 - jazyk
 - zuby
 - rty
 - (p, b), (t, d), (ť, d'). (k, g), m, n, ň
- Frikativy
 - úžinové
 - zúžení výdechové cesty při artikulaci
 - (s, z), (š, ž), (f, v), (ch, h), l, j, r, ř
- Semiokluzívy
 - polouzávěrové
 - vytváří se jak překážkou, tak zúžením výdechové cesty
 - c, č

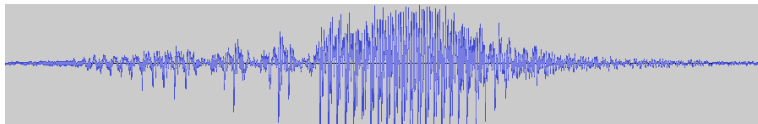
Ukázka okluzívy

Figure: Souhláska p



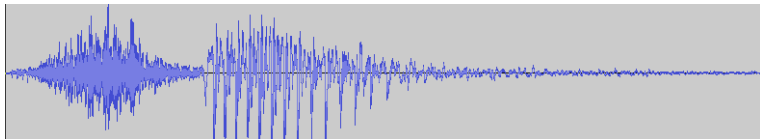
Ukázka frikativy

Figure: Souhláska r



Ukázka semiokluzívy

Figure: Souhláska c



Koartikulace

- Modifikace fonému v řečovém kontextu.
- Nutnost přenastavit řečový trakt na další foném.
- Způsobuje problémy při:
 - syntéze řeči
 - rozpoznávání řeči.

Ukázka vlivu koartikulace - původní fonémy

Figure: Souhláska p

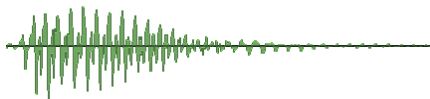
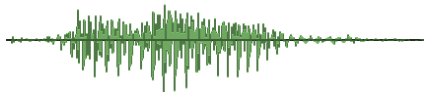


Figure: Samohláska a



Ukázka vlivu koartikulace (2.)

Figure: Spojené hlásky p a a

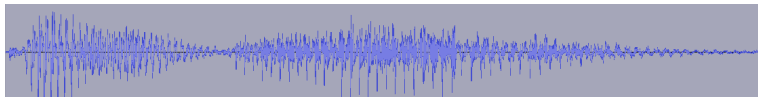


Figure: Slabika pa

