

## SIN04: Řečová interakce a sociální sítě

Luděk Bártek

Fakulta Informatiky  
Masarykova Univerzita

podzim 2015

# Obsah

- 1 Cíle předmětu a požadavky na ukončení
- 2 Řečová komunikace
- 3 Fyzikální akustika
- 4 Fyziologická akustika

## Cíle předmětu SIN04 - Řečová interakce a sociální sítě

- Teorie řečové komunikace a dialogových systémů.
- Možnosti dialogové komunikace:
  - člověk - člověk
  - člověk - počítač
- Pojem sociální sítě.
- Využití dialogové komunikace v oblasti sociálních sítí.
- Využití sociálních sítí pro výzkum v oblasti dialogové komunikace.

## Náplň předmětu

- Teoretické semináře na příslušná témata:
  - počítačové zpracování zvuku (řeči)
  - řečová komunikace
  - dialogová komunikace
  - sociální sítě
- Studentské prezentace knihoven/nástrojů pro uvedené oblasti.
- Vypracování samostatného/týmového projektu.
  - tým - 2-4 studenti

## Požadavky na ukončení

- Aktivní účast na seminářích
  - zapojení se do diskuzí na probíraná témata
  - vypracování krátké přednášky na dané téma.
- Obhájení projektu - během zkouškového období:
  - prezentace dosažených výsledků.
  - použité technologie a postupy.
  - odevzdání příslušné aplikace - odevzdávárna v ISu.

## Možná témata prezentací

- Přehled a porovnání volně dostupných nástrojů pro zpracování zvuku (ve frekvenční/časové oblasti).
- Přehled a porovnání volně dostupných syntetizérů řeči (konkatenativní/frekvenční syntéza).
- Přehled a porovnání volně dostupných aplikací pro rozpoznávání izolovaných slov.
- Přehled a porovnání volně dostupných aplikací pro rozpoznávání souvislých promluv.
- Dostupné platformy pro tvorbu dialogových systémů a jejich porovnání.
- Používané sociální sítě, jejich zaměření a možnosti.
- Více viz témata v balíku prezentace v ISu.

## Co je to řeč?

- Akustický signál a gesta sloužící ke komunikaci.
- Obsahuje definované vzory (slova), která jsou dána jazykem.
- Velmi rozvinutý u člověka.
  - Příznaky schopnosti tvorby artikulované řeči již u Australopitěka ( -3 milióny let).
  - Slouží ke sdělování myšlenek, pocitů, emocí, ...
- Určité formy akustické komunikace (řeči) lze pozorovat i u dalších vyšších živočichů:
  - způsob zajištění kooperace při získávání obživy (delfín, vlk, ...)
  - vábení partnera (jelen, ...)
  - vyjádření emočních stavů (pes, opice, ...).
  - ...

# Studium řeči

- fyzika - akustika
- biologie - medicína (fyziologie, fyziologická akustika)
- jazykověda



# Řeč z pohledu jazykovědného

- Studium různých vrstev řečového projevu:
  - pragmatika - skutečný význam sdělení; bývá ovlivněna:
    - prostředím
    - emocemi
    - kontextem
    - ...
  - sémantika
    - vztah částí promluvy k reálným objektům
    - umožňuje odvodit význam promluvy
  - syntaxe
    - vztahy mezi slovy v promluvě
    - dána gramatikou (formální zápis syntaxe jazyka)
    - odpovídá použitému jazyku.

## Sociální aspekty řečové komunikace

- Řeč a řečová komunikace slouží ke sdělování:
  - myšlenek
  - pocitů
  - dojmů
  - ...
- Umožňuje nám navazování vztahů - známostí/kontaktů.
- Vztahy lze navazovat:
  - mluvenou řečí
  - psaným projevem.
    - dopis
    - e-mail
    - sociální sítě
    - ...

# Proces řečové komunikace

- 1 Uvědomění si sdělované informace.
- 2 Vytvoření promluvy.
- 3 Vlastní promluva.
- 4 Rozpoznání částí promluvy.
- 5 Pochopení smyslu promluvy:
  - 1 sémantická analýza
  - 2 pragmatická analýza.

## Zpracování a napodobování řeči - historie

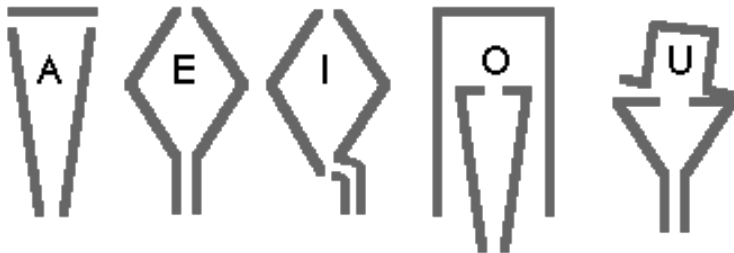
- -3 milióny let - Australopitekus - schopnost artikulované řeči
- starověk - mluvící sochy
- 1779 - Kratzenstein - systém rezonátorů pro napodobení samohlásek a, e, i, o, u.
- 1791 - Wolfgang von Kempelen - mechanický mluvící stroj
- 1835 - zrekonstruován a upraven Wheatstonem - přidána pružná "ústní dutina".

## Zpracování a napodobování řeči - historie

### Dokončení

- 1937 - R. R. Riesz - mechanický mluvicí stroj napodobující lidské řečové ústrojí.
- 1939 - H. Dudley - VODER (elektromechanický řečový syntetizér), VOCODER (elektrické zařízení pro kódování a přenos řeči).
- 50. léta 20. století - syntéza ve frekvenční oblasti, později syntéza v časové oblasti.
- cca 1970 - nástup počítačového zpracování řeči.

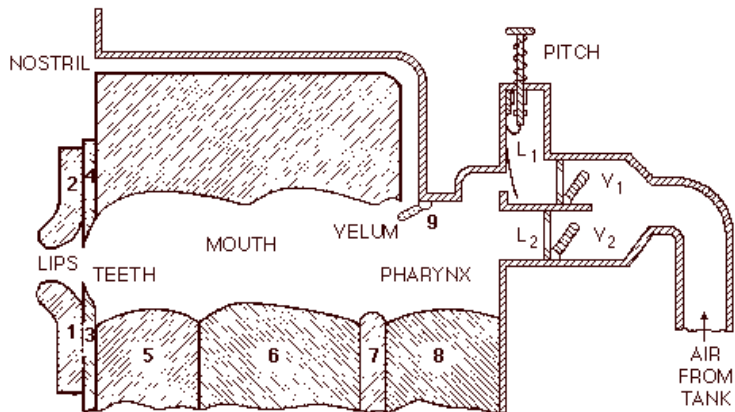
# Kratzensteinovy rezonátory



## Kempelenův mluvicí stroj



## Rieszův mechanický mluvící stroj





## Historie analýzy řeči

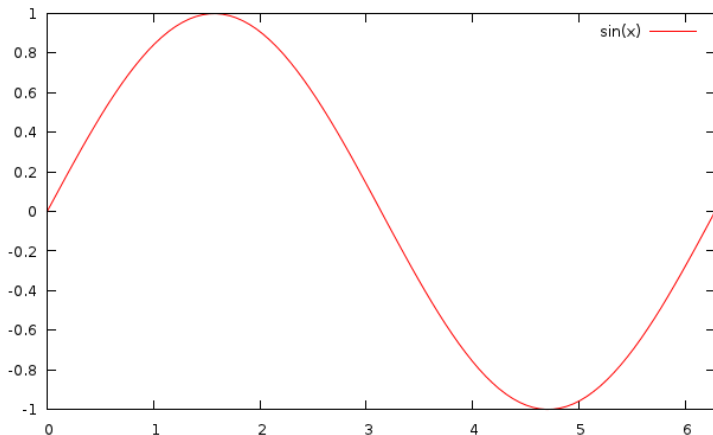
- 19. století porozumění principů tvorby a zpracování řeči (rezonanční teorie, základy fonetiky):
  - J. B. Fourier - Fourierova věta
    - principy spektrální analýzy zvuku
  - H. Helmholtz
    - fyziologie vnímání hudby
    - Helmholtzův rezonátor



- J.R. Ewald - fyziologie sluchu a rovnovážného ústrojí.

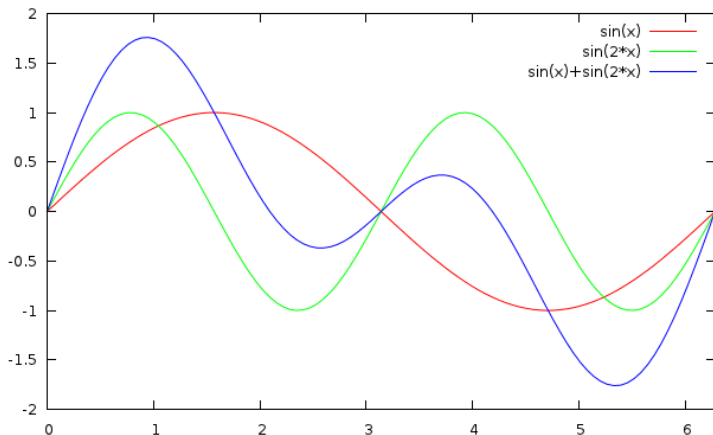
## Fyzikální akustika - základní pojmy

- Jednoduchý tón - tón o pevně dané frekvenci



## Fyzikální akustika - základní pojmy

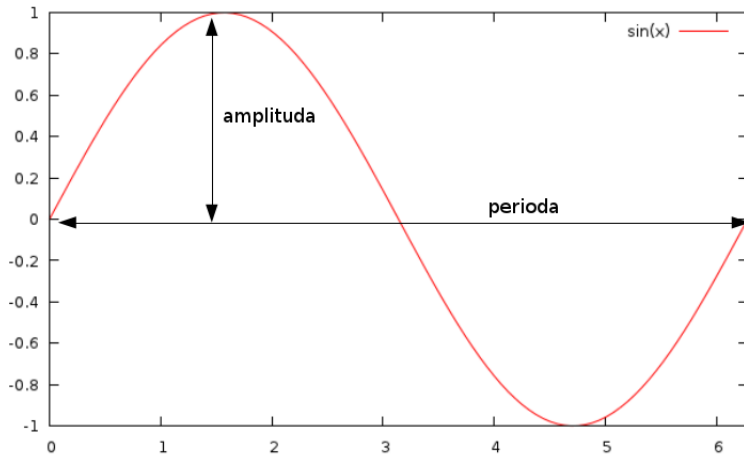
- Složený tón - vznikne složením několika základních tónů.



## Fyzikální akustika - základní pojmy

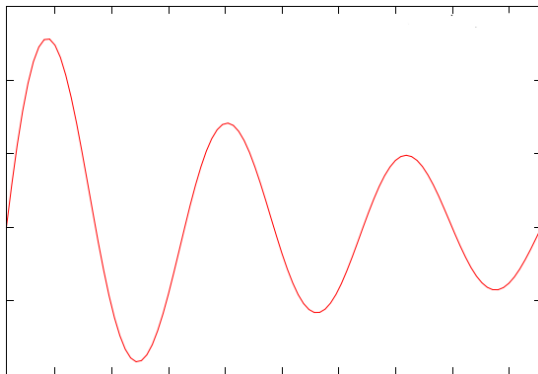
- Složený akustický signál:
  - základní frekvence ( $F_0$ ) - základní hlasivkový tón
  - formanty ( $F_1, F_2, \dots$ ) - vznikají rezonancí v dutinách řečového ústrojí (nosohltanová, ústní, nosní, ...)
  - šumy - např. základ sykavek
- Harmonické vlnění
  - perioda - nejkratší čas mezi průchody jedním bodem
  - frekvence - počet opakování jevu za jednotku času (1 s)
  - amplituda - maximální výchylka.

## Základní pojmy - ukázka



## Fyzikální akustika - základní pojmy

- Tlumené vlnění
  - Při kmitání se část energie přeměňuje např. v důsledku odporu prostředí.
  - Postupně se snižuje amplituda kmitání.



## Fyzikální akustika - základní pojmy

- Vynucené vlnění - vlnění vyvolané působením vnější (periodické) síly
- Rezonance:
  - fyzikální jev, kdy i relativně malá síla dokáže vyvolat vlnění s velkou amplitudou
  - dochází k němu působením periodické vnější síly, jejíž frekvence se shoduje s frekvencí a fází kmitání předmětu, na který působíme.
- Příklady využití rezonance:
  - ověření naladění nástroje
  - strunné nástroje
  - lidský sluch
  - tvorba řeči.

# Akustický tlak

- Akustický tlak - síla působící na element plochy v akustickém prostředí
  - pro sinusovou vlnu platí  $p = p_0 \sin(\omega t)$ 
    - $p_0$  - maximální hodnota akustického tlaku
    - $\omega$  - úhlová rychlost
    - $t$  - čas



# Akustická intenzita

- Akustická intenzita

- Vyjadřuje množství akustické energie, které projde jednotkovou plochou za jednotku času.

$$I = \frac{E}{S \cdot t}$$

- S - plocha
- E - akustická energie
- t - čas
- Je přímo úměrná druhé mocnině akustického tlaku
- Rozsah - dán poměrem druhých mocnin maximální ( $I_1$ ) a minimální ( $I_0$ ) intenzity, kdy jsme schopni vnímat tón o frekvenci 1kHz.
- Orientační hodnoty:
  - Práh citlivosti -  $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Pa
  - Práh bolesti -  $p_1 = 10^2$  Pa
  - Rozsah -  $2,5 \cdot 10^{13}$  Pa

# Vnímání zvuku

- Weber-Fechnerův psychofyzikální zákon
  - Člověkem subjektivně vnímaná hlasitost roste při geometrickém nárůstu intenzity přibližně lineárně.
  - Stanovení hladiny intenzity zvuku

$$L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

- Jednotka - 1 bel (originál bell) [B]
  - Pro praktické použití příliš hrubá - používá se decibel [dB] - člověk je schopen vnímat zvuky do hlasitosti cca 13B (130 dB), potom dochází k nevratnému poškození sluchu.

## Orientační hodnoty intenzity zvuku

- šepot - 10 - 20 dB
- tlumený hovor - 35 - 45 dB
- hovor střední hlasitosti - 50 - 55 dB
- symfonický orchestr - 70 - 90 dB
- rocková hudba 110 - 130 dB
- proudový motor - 140 dB
- subjektivní vnímání závisí na frekvenci

## Základy fyziologické akustiky

- Zabývá se:
  - tvorbou řeči
  - vnímáním řeči.
- Využívá Helmholtzovu rezonanční teorii.
- Herman von Helmholtz (19. st.)
  - německý matematiky, fyzik, lékař, ...
  - Řečové ústrojí - vznik formantů.
  - Sluch - vnímání jednotlivých frekvencí
- Helmholtzův rezonátor - přivedením vzduchu do dutiny rezonátoru vznikne přetlak, který je následně vyrovnán vypuzením části vzduchu z dutiny, čímž vznikne podtlak.

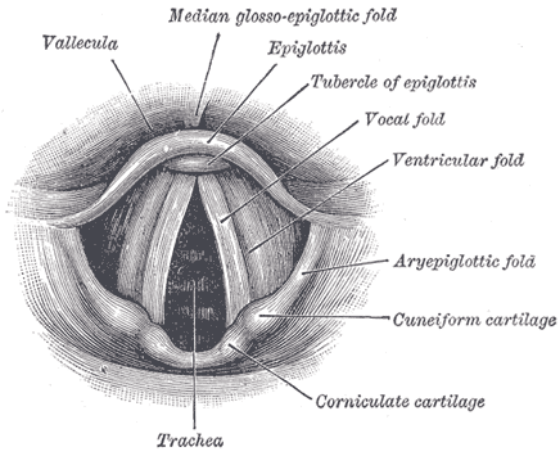
# Helmholtzův rezonátor



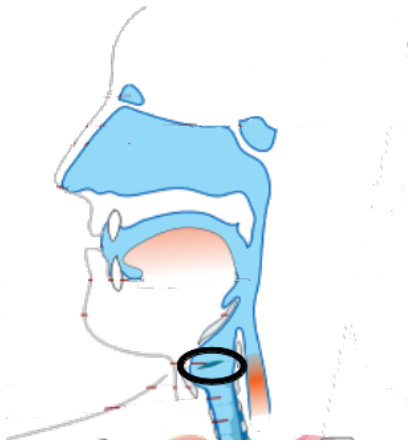
## Mechanismus tvorby řeči

- Samohlásky a znělé souhlásky:
  - Vznikají pomocí hlasového ústrojí (hlasivek) - umístěno v hrtanu.
  - Hlasivky vytvoří úzkou hlasovou štěrbinu a jsou rozechvívány proudem vzduchu z/do plic.
  - Frekvence kmitání určuje základní hlasivkový tón, který je dále modifikován v rezonančních dutinách, kde se k němu přidávají vyšší harmonické frekvence.
- Neznělé souhlásky:
  - Vznikají vkládáním překážek vydechovanému vzduchu:
    - zuby
    - rty
    - jazyk
    - ...
  - Na tvorbě se nepodílí hlasivky!

# Hlasivky



# Schéma lidského hlasového ústrojí





# Mechanismus vnímání řeči

- Zvuk vnímáme sluchovým ústrojím.
- Sluchové ústrojí:
  - 1 Vnější ucho - boltec a sluchovod - slouží k soustředění, zesílení a vedení zvukových vln ke střednímu uchu.
  - 2 Střední ucho:
    - mechanickou cestou přenáší zvukovou energii do vnitřního ucha
    - obsahuje mechanizmy pro vyrovnání tlaku mezi sluchovým orgánem a vnějším prostředím.
  - 3 Vnitřní ucho - převádí zvukovou energii na vzruchy, které jsou vedeny dále do mozku, kde jsou zpracovány.

## Schéma lidského sluchového ústrojí



## Vnější ucho

- Ušní boltec - soustřeďuje zvukové vlny do sluchovodu
- Sluchovod - přenáší zachycenou zvukovou energii k bubínku.
- Bubínek
  - tenká blána na konci zvukovodu (na pomezí vnějšího a středního ucha)
  - zesiluje a přenáší zvukovou energii na kůstky středního ucha.

## Střední ucho

- Kůstky středního ucha
  - kladívko - přiléhá k bubínku
  - kovádlínka
  - třmínek - přiléhá k oválnému okénku, kterým se zvuk přenáší do vnitřního ucha.
- Oválné okénko - tvoří přístup k vnitřnímu uchu.
- Eustachova trubice
  - vede ze středního ucha do nosohltanu
  - slouží k vyrovnání tlaku mezi středním uchem a vnějším prostředím, aby nedošlo k poškození sluchu.

## Vnitřní ucho

- Hlemýžď (cochlea):
  - ústrojí ve tvaru ulity hlemýždě
  - naplněn vodným roztokem
  - obsahuje Coortiho ústrojí:
    - cca 20000 vláček s délkami 40  $\mu\text{m}$  - 0.5 mm
    - vláčénka jsou "naladěna" na jednotlivé frekvence (rezonují se zvuky na odpovídajících frekvencích)
    - napojena na nervová zakončení, která vedou vzruchy do mozku.
- Rovnovážný orgán.