

SIN04: Řečová interakce a sociální sítě

Luděk Bártek

Fakulta Informatiky
Masarykova Univerzita

podzim 2018

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 síť
- 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 - v posledním týdnu semestru resp. 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 Zachycení promluvy.
- 5 Rozpoznání promluvy.
- 6 Pochopení smyslu promluvy:
 - 1 sémantická analýza
 - 2 pragmatická analýza.
- 7 Reakce na zachycenou informaci.

Zpracování a napodobování řeči - historie

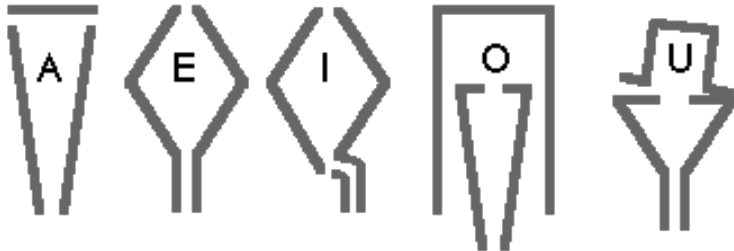
- -3 milióny let - Australopithecus - schopnost artikulované řeči
- starověk - mluvící sochy
- 1779 - Kratzenstein - systém rezonátorů pro napodobení samohlásek a, e, i, o, u.
- 1791 - Wolfgang von Kempelen - mechanický mluvící stroj
- 1835 - zrekonstruován a upraven Wheatstonem - přidána pružná "ústní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

Zpracování a napodobování řeči - historie

Dokončení

- 1937 - R. R. Riesz - mechanický mluvící 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.

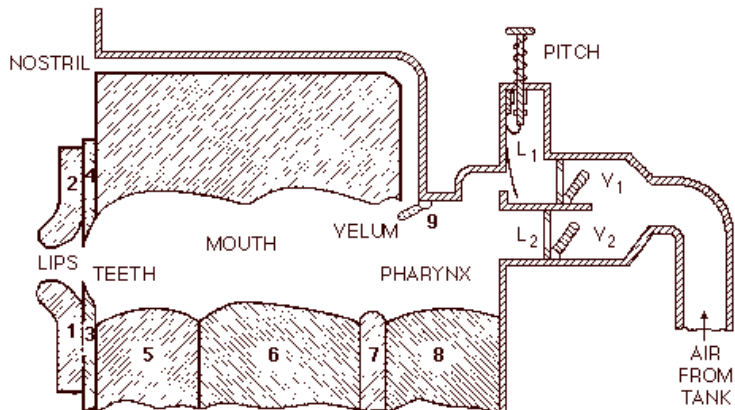
Kratzensteinovy rezonátory



Kempelenův mluvicí stroj



Rieszův mechanický mluvící stroj



Historie analýzy řeči

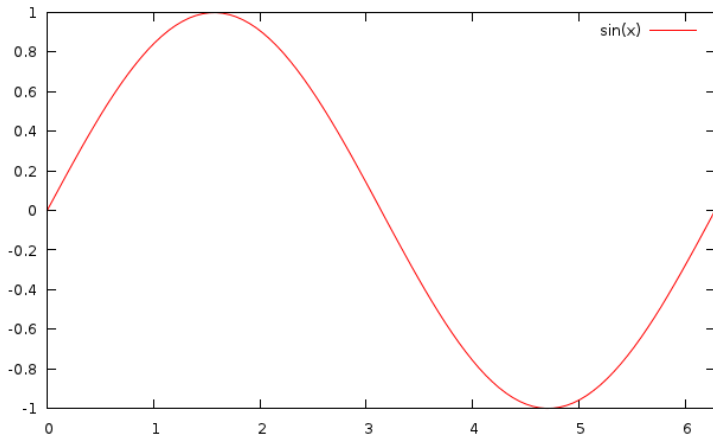
- 19. století porozumění principů tvorby a zpracování řeči (rezonanční teorie, základy fonetiky):
 - J. B. Fourier - Fourierova věta
 - principy spektrální analýzy zvuku
 - H. Helmholtz
 - fyziologie vnímání hudby
 - Helmholtzův rezonátor



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

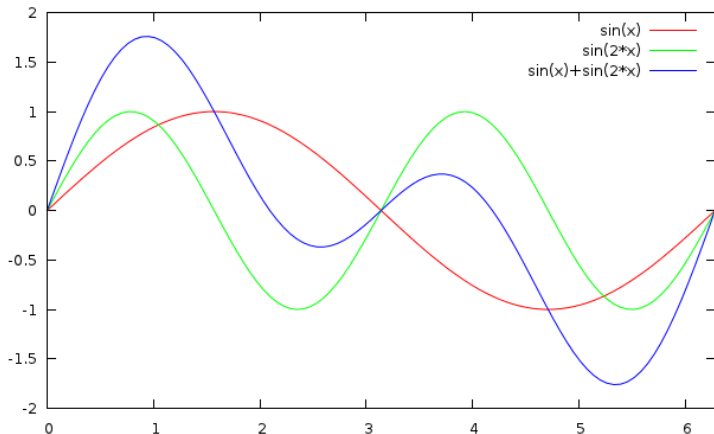
Fyzikální akustika - základní pojmy

- Jednoduchý tón - tón o pevně dané frekvenci



Fyzikální akustika - základní pojmy

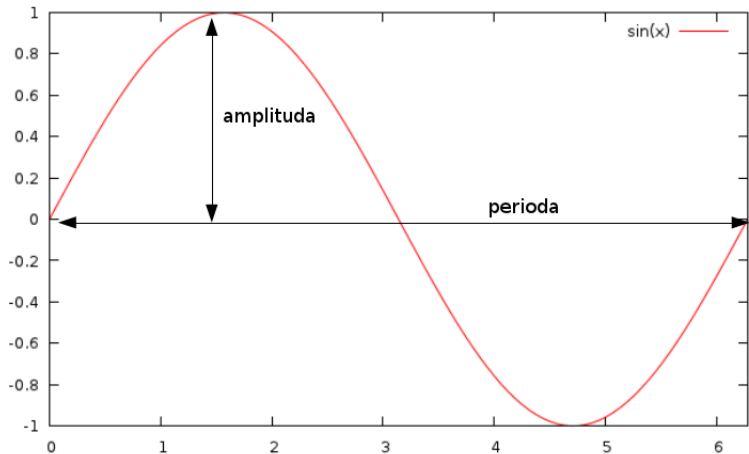
- Složený tón - vznikne složením několika základních tónů.



Fyzikální akustika - základní pojmy

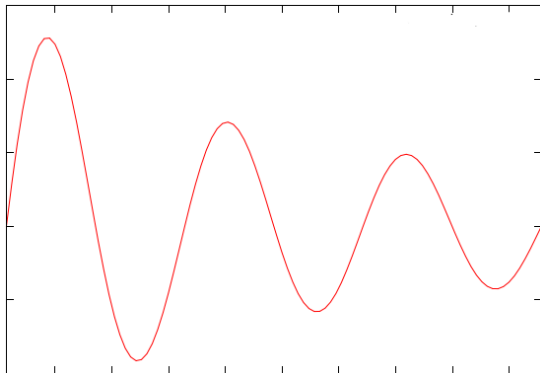
- Složený akustický signál:
 - základní frekvence (F_0) - základní hlasivkový tón
 - formanty (F_1, F_2, \dots) - vznikají rezonancí v dutinách řečového ústrojí (nosohltanová, ústní, nosní, ...)
 - šumy - např. základ sykavek
- Harmonické vlnění
 - perioda - nejkratší čas mezi průchody jedním bodem
 - 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
 - ω - 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 matematik, 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

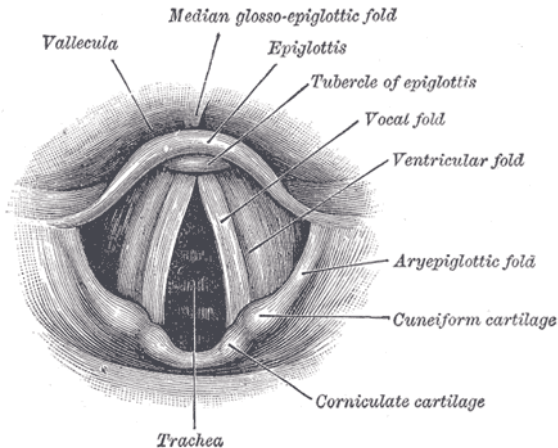
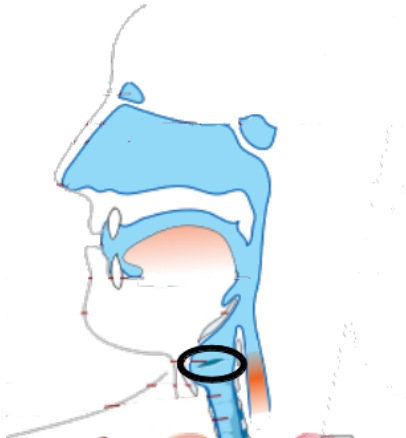


Schéma lidského hlasového ústrojí



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 mechanismy 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
 - kovadlinka
 - 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
 - vláček jsou "naladěna" na jednotlivé frekvence (rezonují se zvuky na odpovídajících frekvencích)
 - napojena na nervová zakončení, která vedou vzruchy do mozku.
- Rovnovážný orgán.