Rozpoznávání řeči pomocí Kaldi

Diplomová práce o implementaci Kaldi rozpoznávače řeči pro Alex SDS

Ondřej Plátek

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

27. 5. 2014

Cíle práce

Zlepšit rozpoznávání řeči pro Alex Spoken Dialogue Systems
Obzvlášt aplikaci poskytující informace o veřejné dopravě (800 899 998).

Zadané cíle práce:

- přípravit akustické modely pomocí Kaldi toolkitu,
- vyvinout nový real-time rozpoznávač řeči, který podporuje inkrementální rozpoznávání řeči,
- integrovat rozpoznávač řeči do Alex SDS.

Kontinuální rozpoznávání řeči

Pattern matching

HMM — modelování časové řady řeči (monofóny/triphóny pro slova)

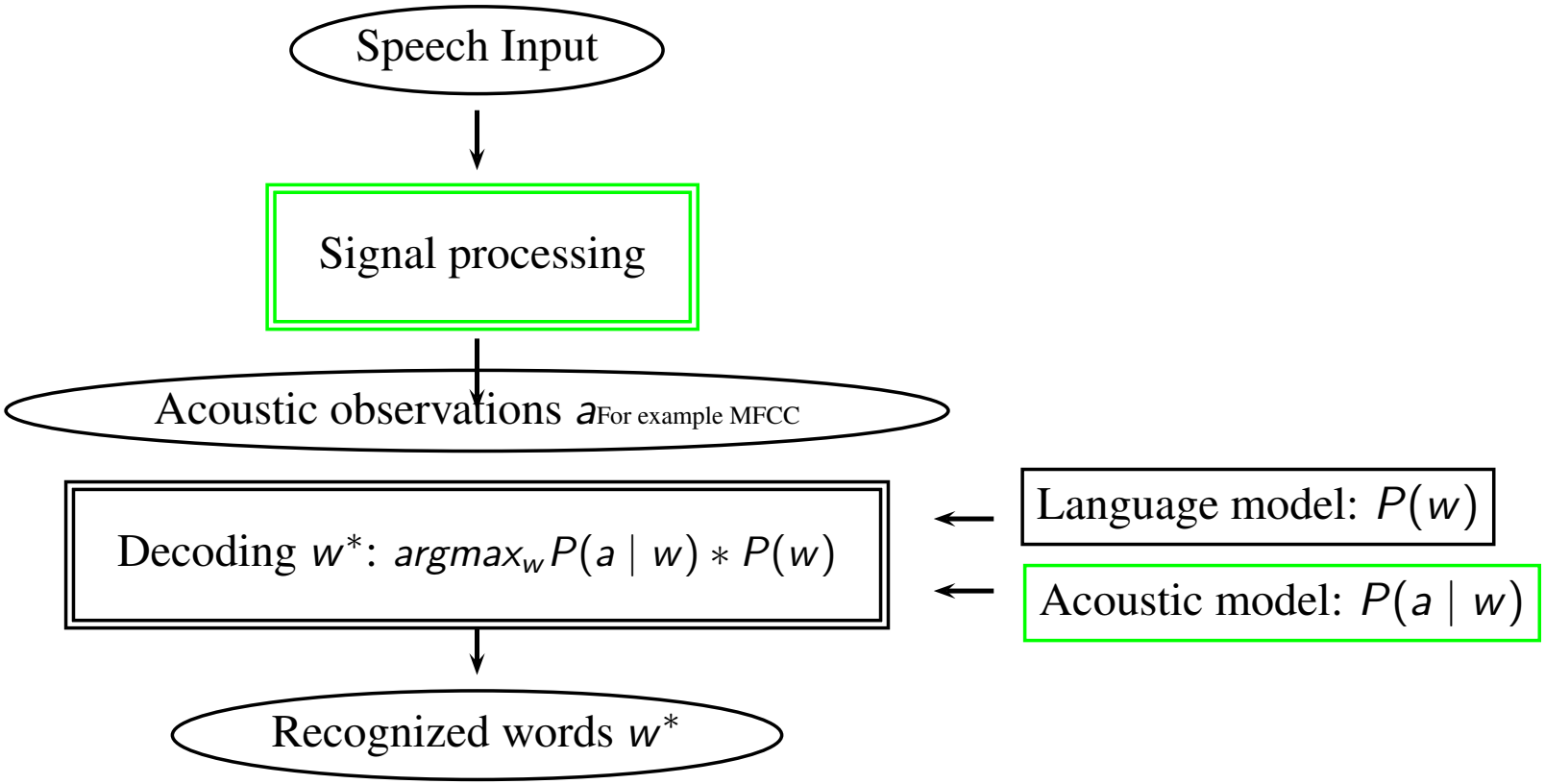
- Natrénovali a porovnali jsme několik HMM akustických modelů.

Prohledávání grafu - dekódování

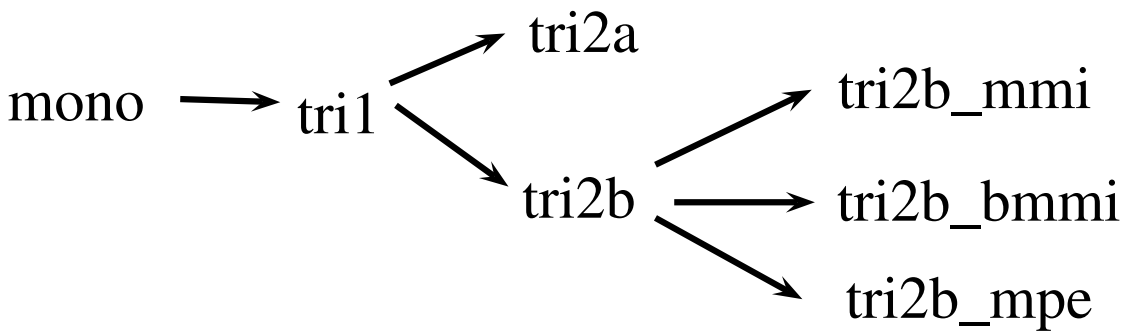
Viterbi algoritmus — dynamické programování

- Změna rozhraní.
- Normalizace výstupu rozpoznávače.
- Nalézt optimální parametry (beam, lattice-beam, max-active-states).

Akustické modelování



ASR trénování, výsledky



Czech	**bigram**
tri $\Delta + \Delta\Delta$	*HTK (60.4) 56.6*
tri LDA+MLLT	53.9
tri LDA+MLLT+MMI	49.5
tri LDA+MLLT+bMMI	49.3
tri LDA+MLLT+MPE	49.2

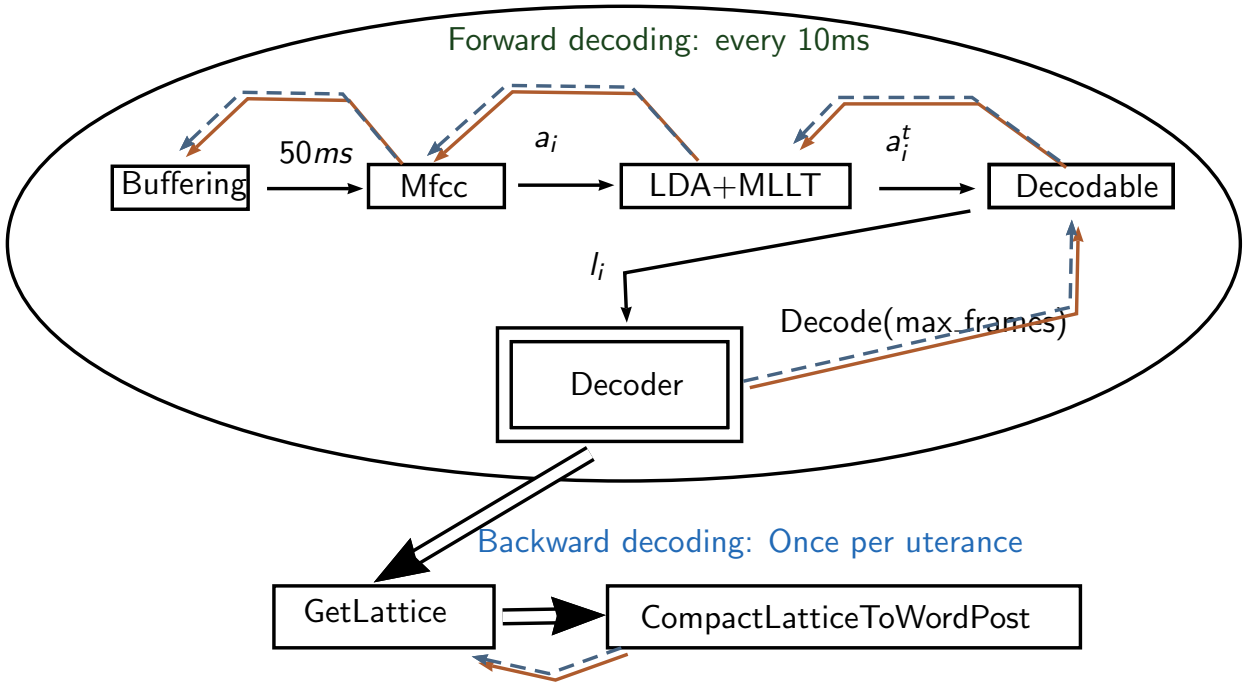
English	**bigram**
tri $\Delta + \Delta\Delta$	*HTK (17.5) 16.2*
tri LDA+MLLT	15.8
tri LDA+MLLT+MMI	10.4
tri LDA+MLLT+bMMI	10.2
tri LDA+MLLT+MPE	11.1

Funkční (Py)OnlineLatgenRecogniser demo

- *AudioIn* – zařazení audio do fronty k předzpracování
- *Decode* – dekódování určitý počet audio rámců (frame)
- *PruneFinal* – příprava datových struktur pro extrakci lattice (svazu)
- *GetLattice* – extrakce slovní posteriorní lattice
- *GetBestPath* – extrakce nejpravděpodobnější slovní hypotézy
- *Reset* – příprava rozpoznávače na novou promluvu

```
1  d = PyOnlineLatgenRecogniser()
2  d.setup(argv)
3  while audio_to_process():
4      d.audio_in(get_raw_pcm_audio())
5      dec_t = d.decode(max_frames=10)
6      while dec_t > 0:
7          decoded_frames += dec_t
8          dec_t = d.decode(max_frames=10)
9  d.prune_final()
10 lik, lat = d.get_lattice()
```

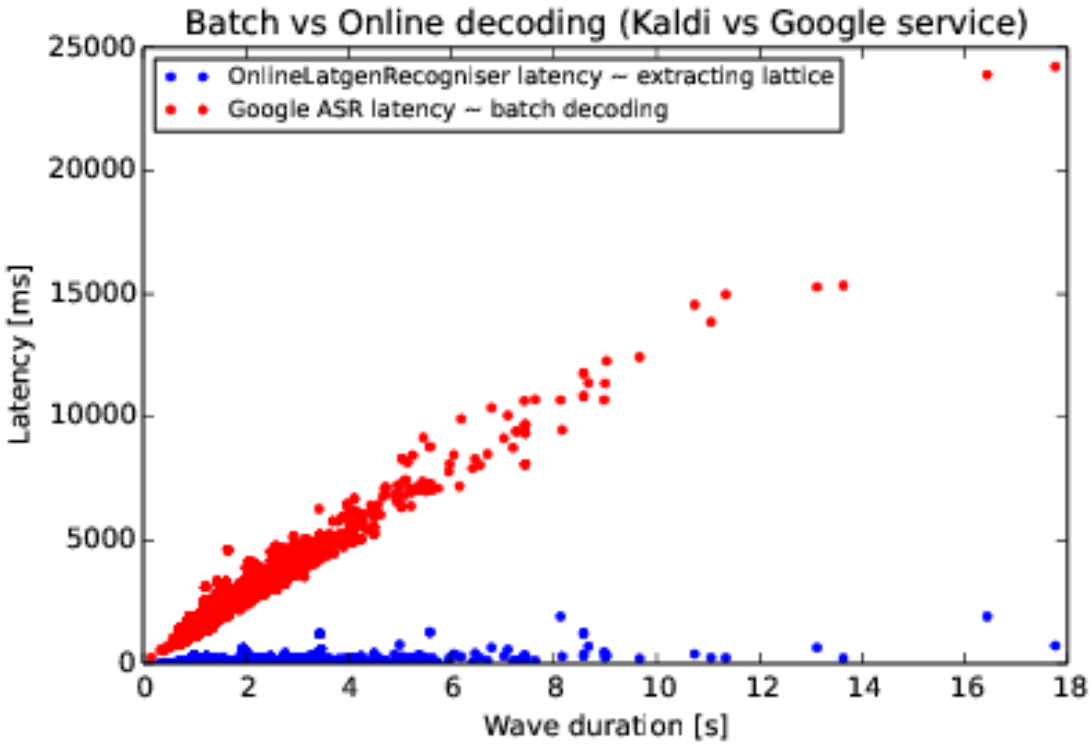
Komponenty on-line dekódování



Evaluace, metriky

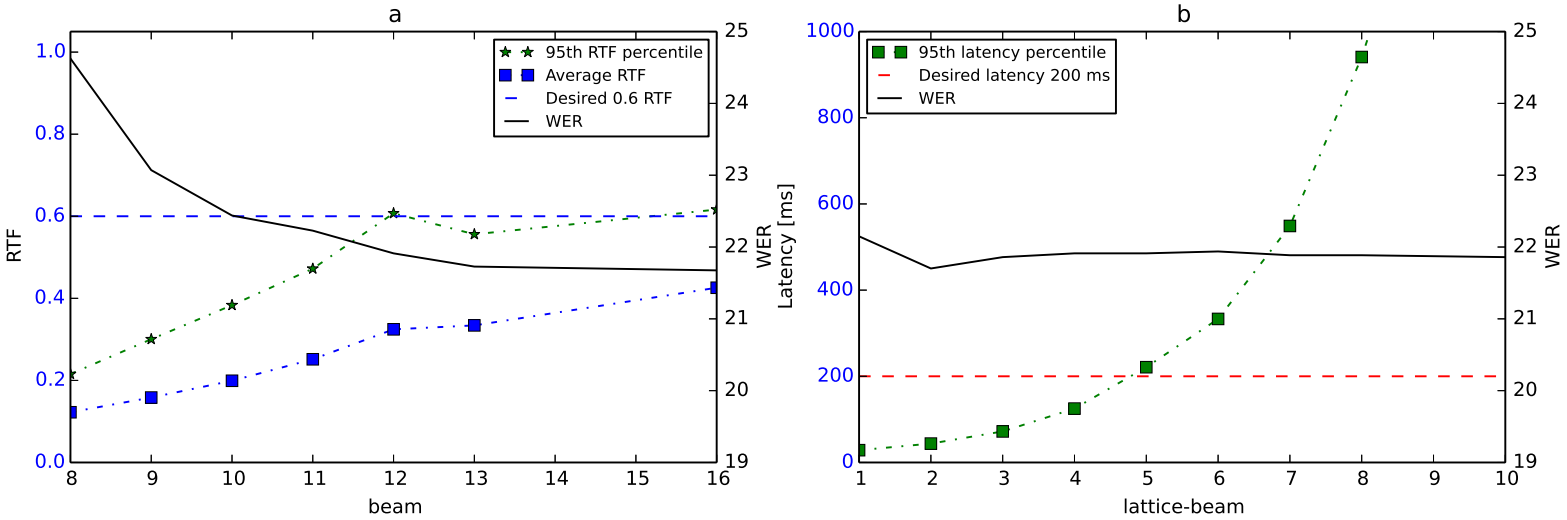
- Real Time Factor (RTF) dekódování – poměr času dekódování a délky promluvy,
- Latence – zpozdění mezi koncem promluvy a dostupností výsledků rozpoznávání,
- Word Error Rate (WER) – chyba nejlepší slovní transkripce.

On-line vs dávkové dekódování

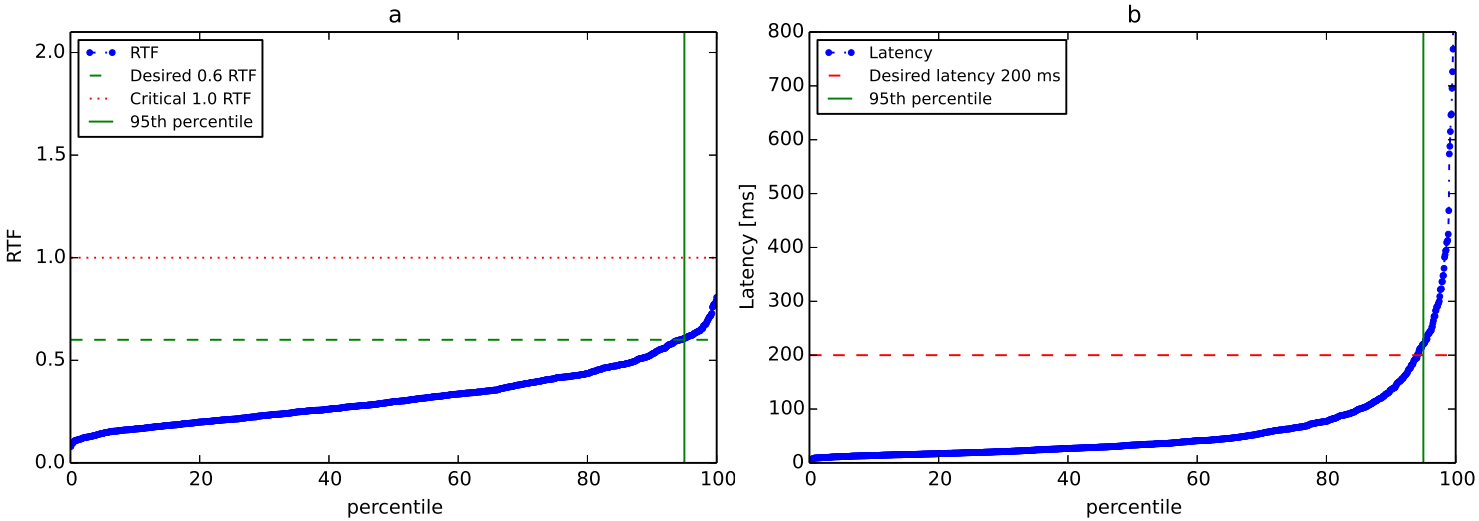


Pokles WER 45 % $\longrightarrow$ 22% pro náš dialogový systém Alex

Public Transport Information doména - rychlost a přesnost



Dostatečně rychlé – pod 200 ms – pro 95 % promluv.



Shrnutí

Výsledky

- V dialogovém systému WER 22, latence pod 200 ms.

  Dříve 1900 ms a 48 WER.
- WER pro Vystadial skripty: angličtina 12, čeština mix domén 50

Závěry

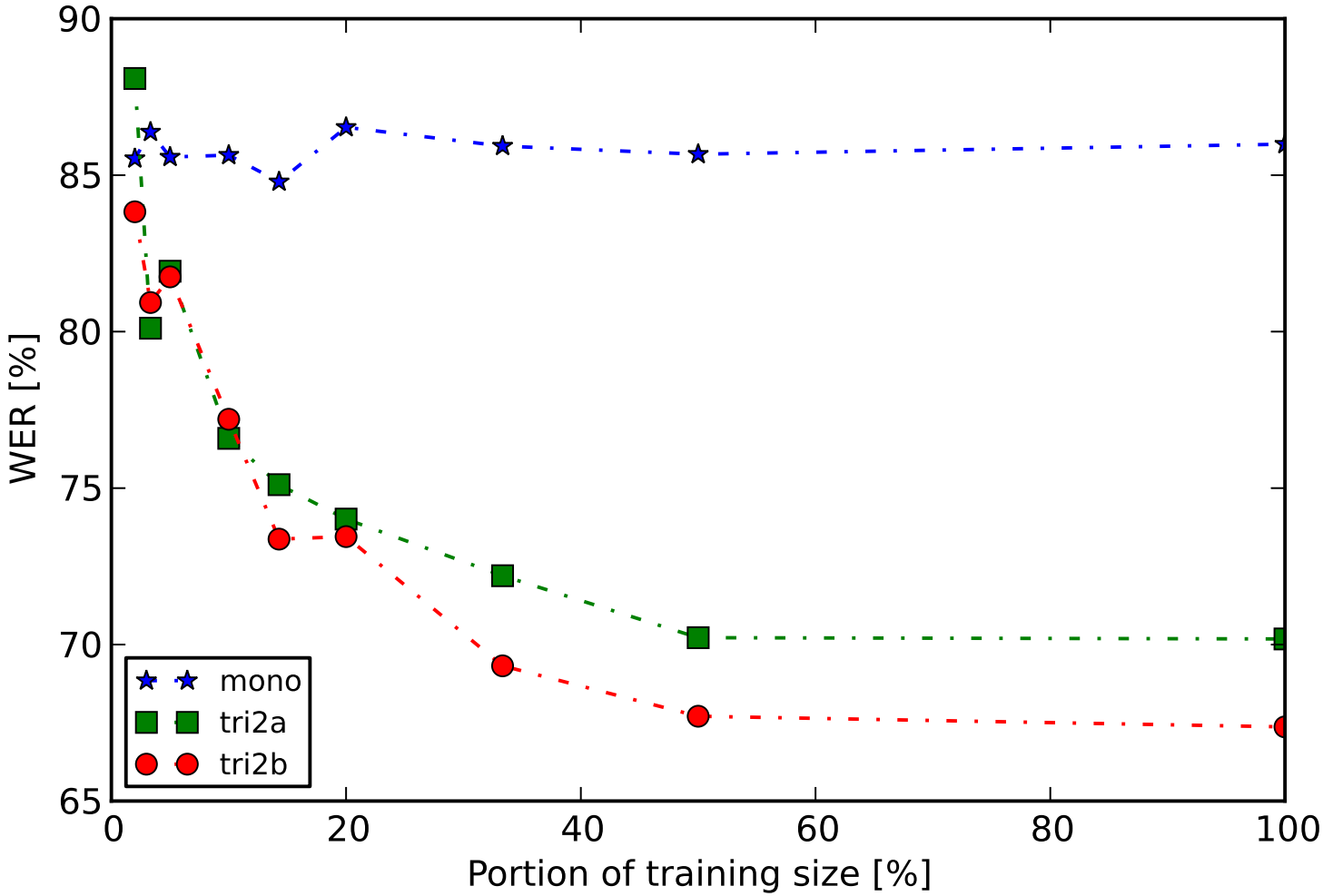
- Testovaný open-source real-time on-line rozpoznávač řeči
- Trénovací skripty pro češtinu a angličtinu (Vystadial)– přijmuto do Kaldi
- Integrace rozpoznávače řeči do dialogového systému, v reálném provozu na lince 800 899 998 (PTI doména)
- Spoluautor akceptovaných článků na konference Sigdial, Lrec a TSD (Viz reference)

Vystadial dataset

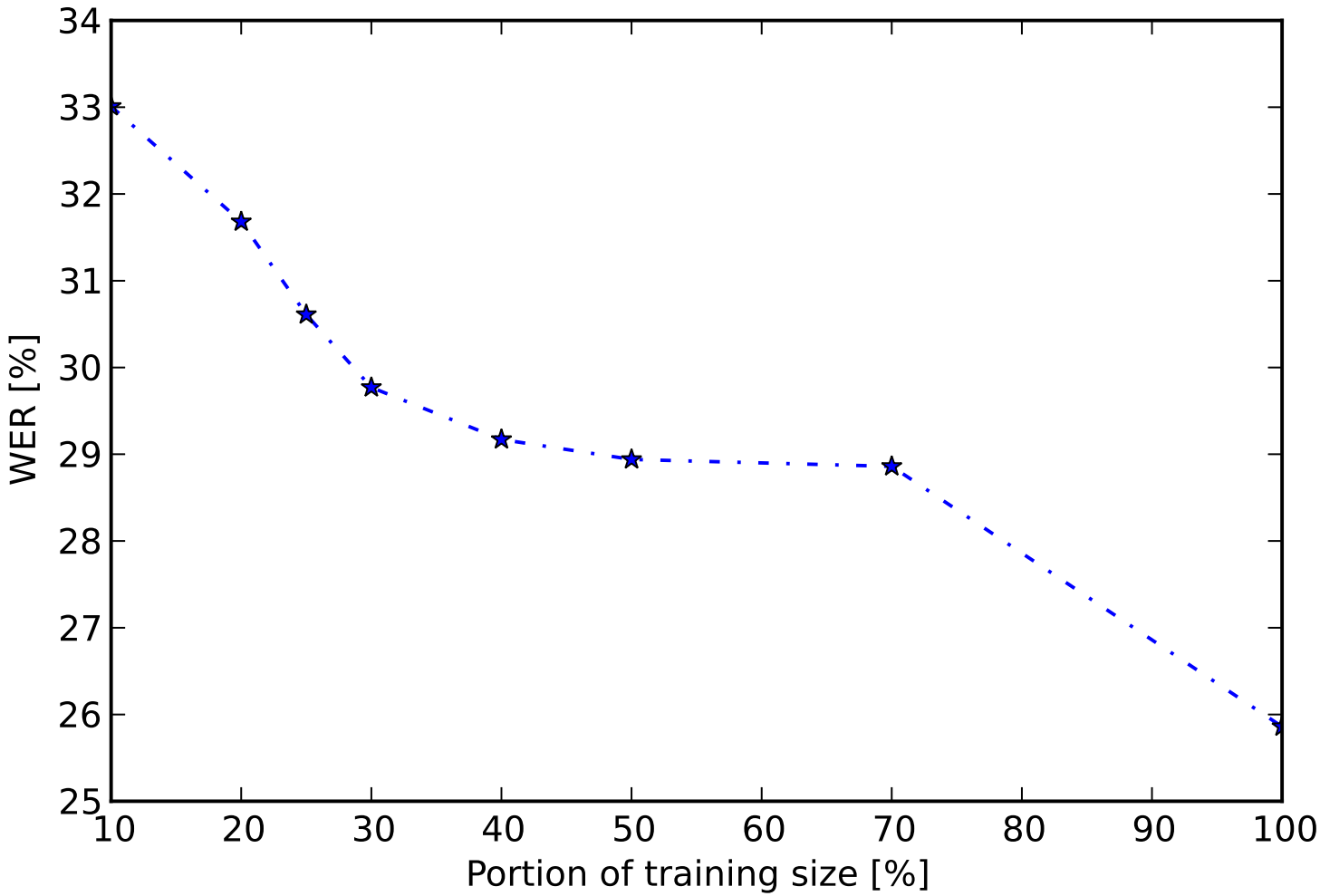
Posbíráno skupinou UFAL Dialogovým systémů.

dataset	audio[h]	# vět	# slov
English			
training	41:30	47,463	178,110
development	01:45	2,000	7,376
test	01:46	2,000	7,772
Czech			
training	15:25	22,567	126,333
development	01:23	2,000	11,478
test	01:22	2,000	11,204

Přesnost akustických modelů dle velikosti dat



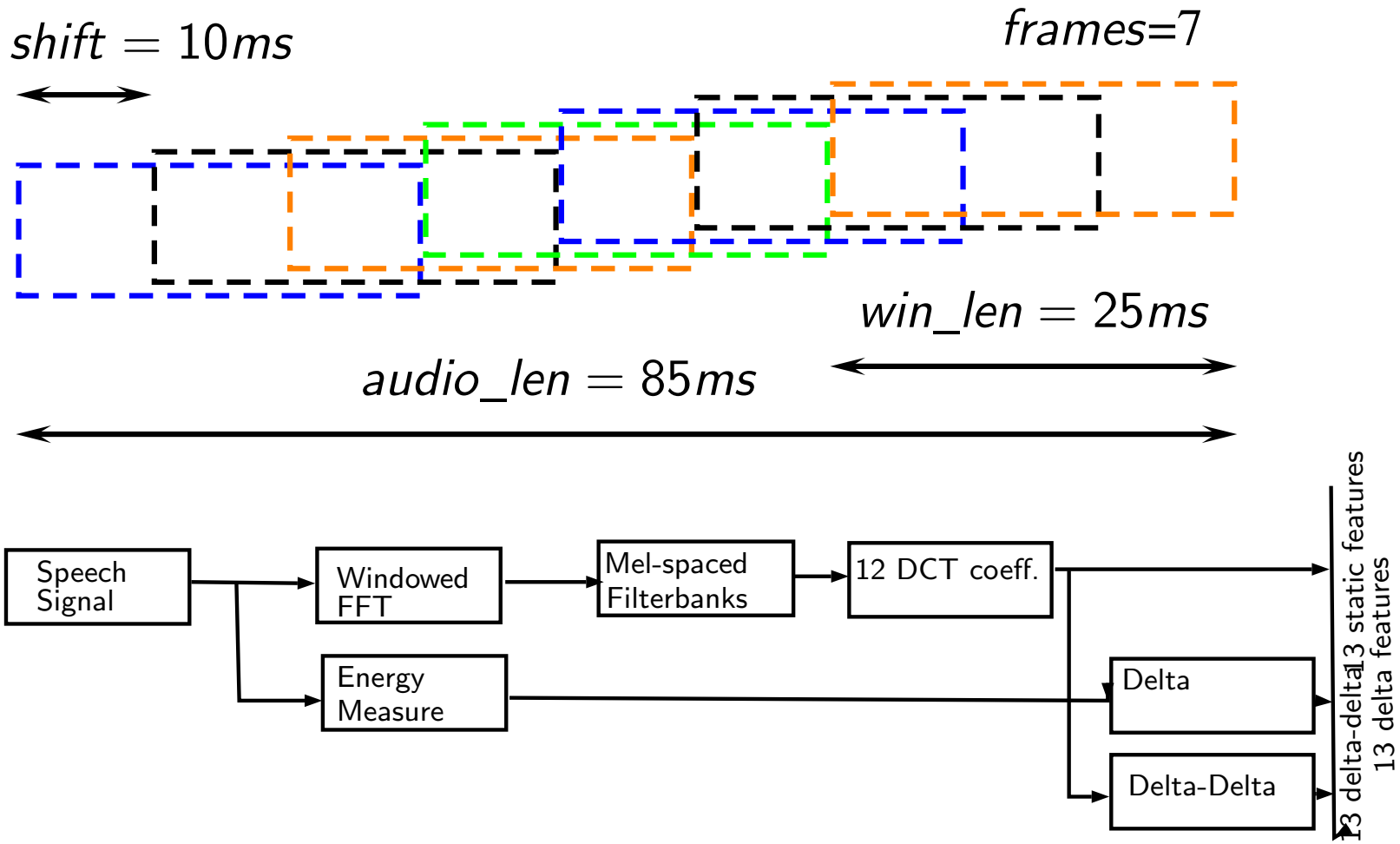
Přesnost akustických modelů dle velikosti trénovací dat LM



(Py)OnlineLatgenRecogniser rozhraní

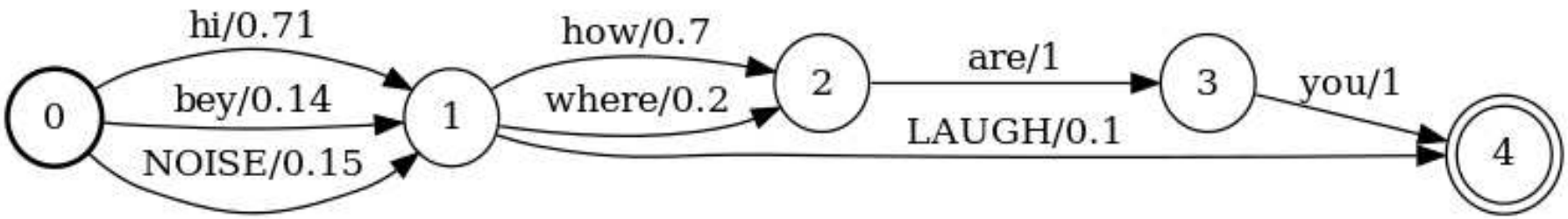
- *AudioIn* – zařazení audio do fronty k předzpracování
- *Decode* – dekódování určitý počet audio rámců (frame)
- *PruneFinal* – příprava datových struktur pro extrakci lattice (svazu)
- *GetLattice* – extrakce slovní posteriorní lattice
- *GetBestPath* – extrakce nejpravděpodobnější slovní hypotézy
- *Reset* – příprava rozpoznávače na novou promluvu

Acoustic features, features preprocessing



Výstupní formáty

```
0.5 hi how are you
0.2 hi where are you
0.1 bey how are you
```



Problém

Dialogové systémy potřebují rozpoznávání řeči
OpenJulius — padá, RWTH decoder — licence
Cloudové služby Google a Nuance — žádná adaptace + problémy s licencemi

Semiring

Name	$\mathcal{K}$	$\oplus$	$\otimes$	$\bar{0}$	$\bar{1}$
Real	$[0, \infty)$	$+$	$*$	0	1
Log	$(-\infty, \infty)$	$-log(e^{-x} + e^{-y})$	$+$	∞	0
Tropical	$(-\infty, \infty)$	min	$+$	∞	0

Odkazy a reference

Děkuji za pozornost!

Související odkazy

- Diplomová práce
  `https://github.com/oplatek/kaldi-thesis`
- OnlineLatgenRecogniser implementace a AM trénovací skripty
  `https://github.com/UFAL-DSG/pykaldi`
- Alex implementace
  `https://github.com/UFAL-DSG/alex`

Reference

- Vystadial dataset – Matěj Korvas, Ondřej Plátek, Ondřej Dušek, Lukáš Žilka, and Filip Jurčíček, Free English and Czech telephone speech corpus shared under the CC-BY-SA 3.0 license, Proceedings of the Eight International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2014), 2014.
- Free on-line speech recogniser based on Kaldi ASR toolkit producing word posterior lattices – Ondřej Plátek and Filip Jurčíček, Proceedings of the Sigdial 2014 conference.
- Integration of an online Kaldi speech recogniser to Alex Dialogue Systems Framework – Ondřej Plátek and Filip Jurčíček, TSD conference 2014.