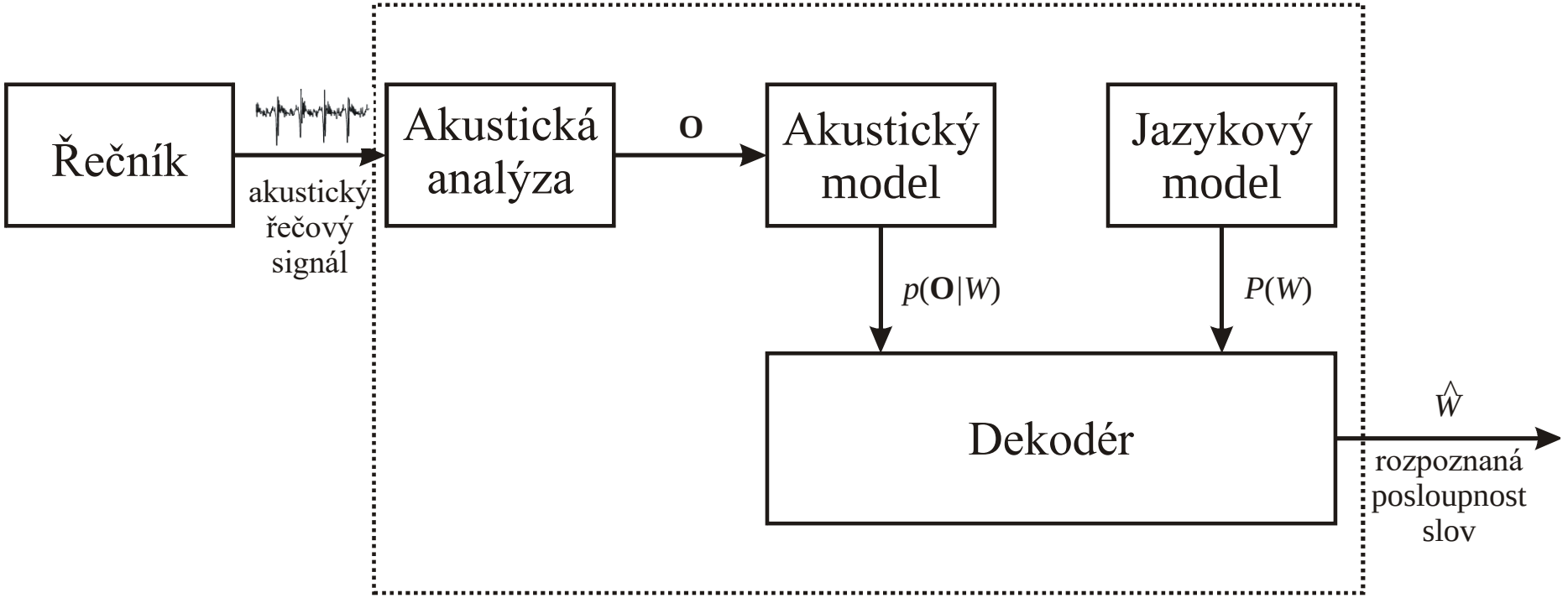
Úvod do praxe stínového řečníka

Automatické rozpoznávání řeči

Systém rozpoznávání řeči



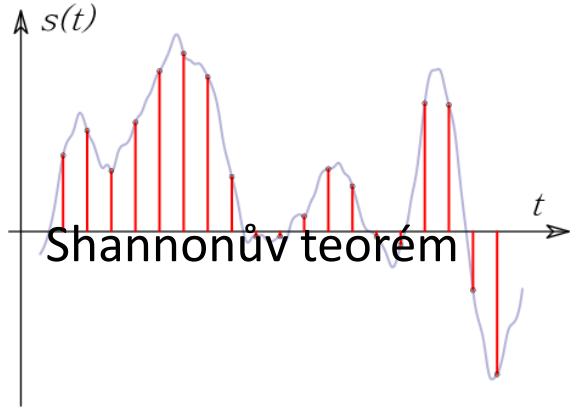
$$\hat{W} = \arg\max_{W} P(W \mid \mathbf{O}) = \arg\max_{W} p(\mathbf{O} \mid W) P(W)$$

Akustická analýza

- potlačit vysokou informační redundanci řečového signálu z pohledu přenosu slovní informace
  - výška a barva hlasu, hlasitost promluvy (identifikace řečníka)
  - prozodie - přízvuk, intonace, frázování… (syntéza řeči)
  - emocionální stav řečníka (porozumění)
- snížit datový tok digitalizovaného řečového signálu (PCM)
  - 8000 Hz – staré telefony
  - 16000 Hz – nové telefony
  - 44100 Hz – CD
  - 48000 Hz a více – profesionální

lidský hlas – do 10000 Hz

lidský sluch – do 20000 Hz



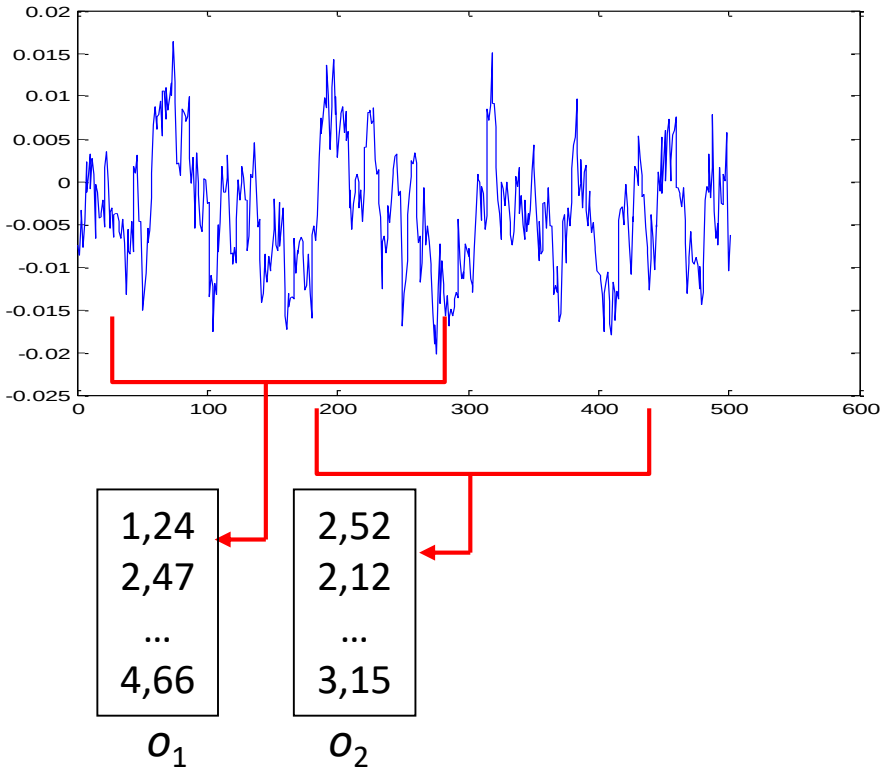
Shannonův teorém

Akustická analýza

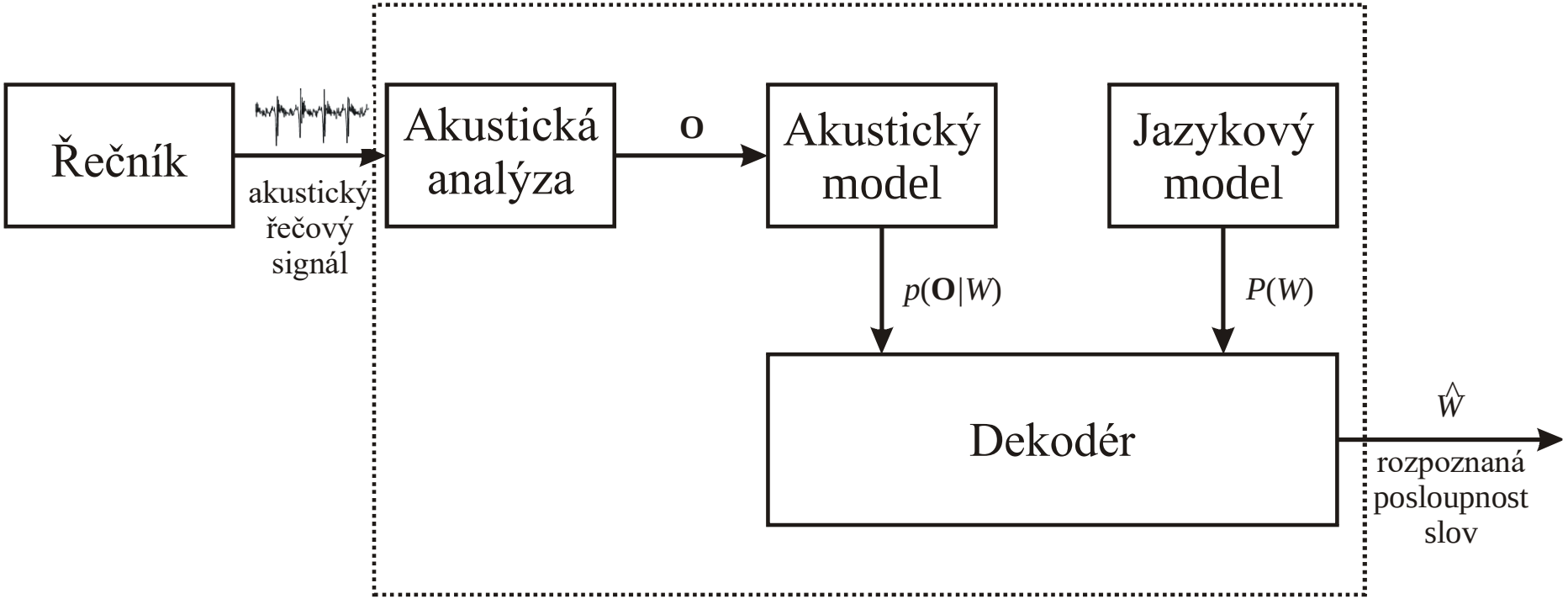
- extrahovat z řeči takové příznaky (parametry), které:
  - co nejvíce potlačí charakteristiky řečníka a prostředí
  - co nejlépe zachovají informaci o slovním obsahu promluvy
  - přiměřeně sníží objem zpracovávaných dat
- metody založené na tzv. krátkodobé analýze signálu
  - řečový signál je v krátkém časovém úseku (~ 10 ms → 100/s) stacionární
  - tyto úseky (mikrosegmenty) lze dobře reprezentovat jedním vektorem příznaků (souborem číselných parametrů)
  - výsledkem např. vektor 12ti příznaků → 1200 čísel/s

Akustická analýza

- modelování procesu generování řeči člověkem
  - lineární prediktivní analýza (LPC)
- modelování procesu vnímání řeči člověkem
  - perceptivní lineární predikce (PLP)
  - mel-frekvenční kepstrální koeficienty (MFCC)
- Fourierova transformace



Systém rozpoznávání řeči



$$\hat{W} = \arg\max_{W} P(W \mid \mathbf{O}) = \arg\max_{W} p(\mathbf{O} \mid W) P(W)$$

Akustický model

- pro každou akustickou jednotku určuje pravděpodobnost, se kterou je generována daným vektorem pozorování
- modeluje všechny možné akustické jednotky
  - promluvy
  - věty
  - slova
  - hlásky (fonémy)
- kontextově (ne)závislé fonémy – monofóny, trifóny, pentafóny…

Fonetická abeceda

Hláska	Znak	Příklad	Hláska	Znak	Příklad	Hláska	Znak	Příklad
a	a	máma	h	h	had	p	p	prak
á	A	táta	ch	x	chyba	r	r	rak
au	Y	auto	i	i	pivo	ř (znělé)	R	moře
b	b	bod	í	I	víno	ř (neznělé)	Q	tři
c	c	ocel	j	j	voják	s	s	osel
č	C	oči	k	k	oko	š	S	pošta
d	d	dům	l	l	loď	t	t	otec
ď	D	děti	m	m	mír	ť	T	kutil
dz	w	leckdo	m	M	nymfa	u	u	rum
dž	W	léčba	n	n	nos	ú (ů)	U	růže
e	e	pes	n	N	banka	v	v	vlak
é	E	lépe	ň	J	laň	z	z	koza
eu	F	eunuch	o	o	bok	ž	Z	žena
f	f	facka	ó	O	jód			
g	g	guma	ou	y	pouto	pauza	#	

Fonetická transkripce

- určuje přepis daného slova do fonetické abecedy
- může vygenerovat více fonetických variant
  - Františka → franťiška, fraňťiška
  - jez → jez, jes
- alternativní výslovnostní varianty
  - osm → osm, osum
  - výjimka → výjimka, vyjímka, výmka
  - zaměstnat → zaměstnat, zaměsnat
  - malý → malý, malej
  - malé → malé, malý

Automatická fonetická transkripce

- produkční (fonologická) pravidla

$$A \rightarrow B \,/\, C \_ D$$

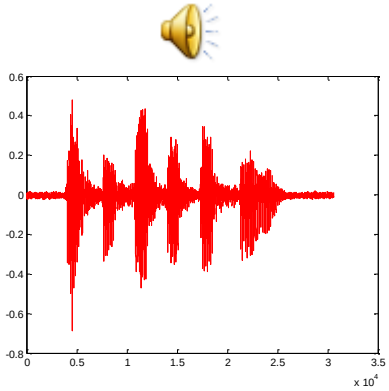
- **JESTLIŽE** řetězci znaků A bezprostředně předchází řetězec znaků C a je bezprostředně následován řetězcem znaků D, **PAK** se A přepíše na symboly B
  - ě → je / [b, p, v, f] _ oběť, opěra, závěr, harfě
  - d → ď / _ [i, í] divák, dítě
  - vz → fs / | _ p vzpomínka
  - zští → šťí / _ | francouzští
  - ZPK → ⌐ZPK / _ [NPK, -NPK, |NPK, |JK, |V, |#]

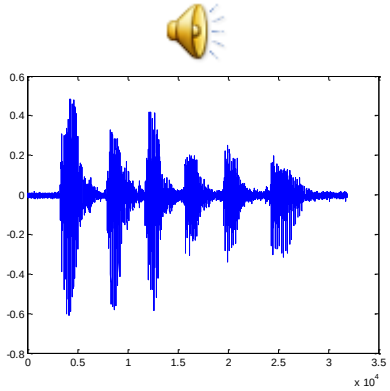
Fonetická transkripce

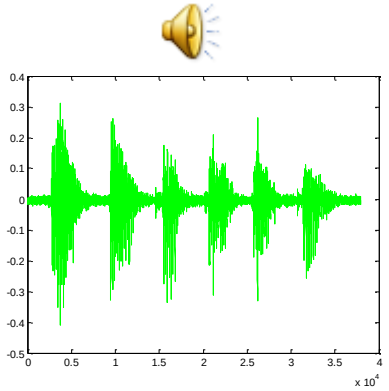
- slova přejatá
  - romantismus → romantyzmus
  - fotbal → fodbal
  - helium → hélijum
  - junta → chunta
  - Shakespeare → šejkspír
- fonetický slovník výjimek
- u jazyků bez flexe (např. angličtina) se používá expertní fonetický slovník

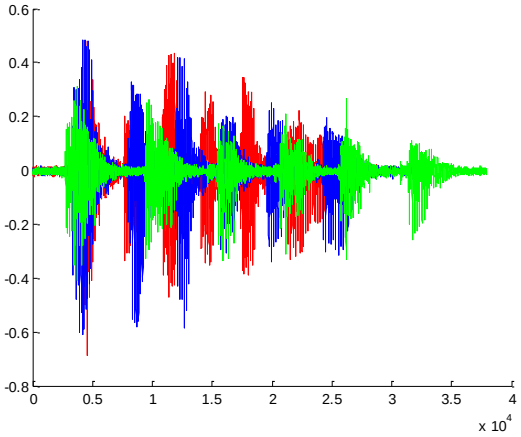
Akustický model

- řečový signál je velmi variabilní
  - tutéž promluvu vysloví každý řečník jinak
  - dokonce stejný řečník vysloví tutéž promluvu pokaždé jinak



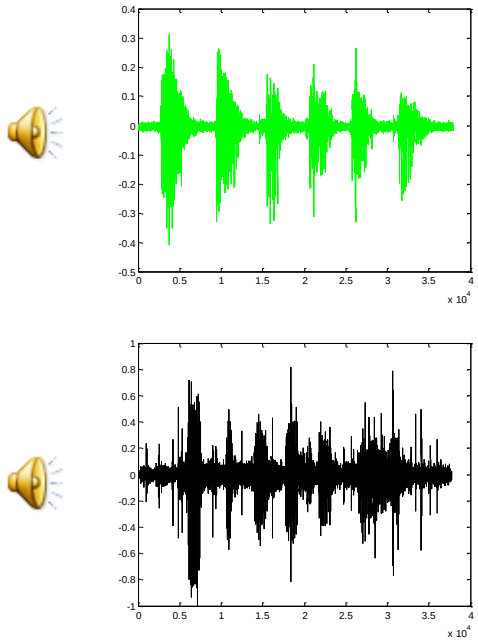


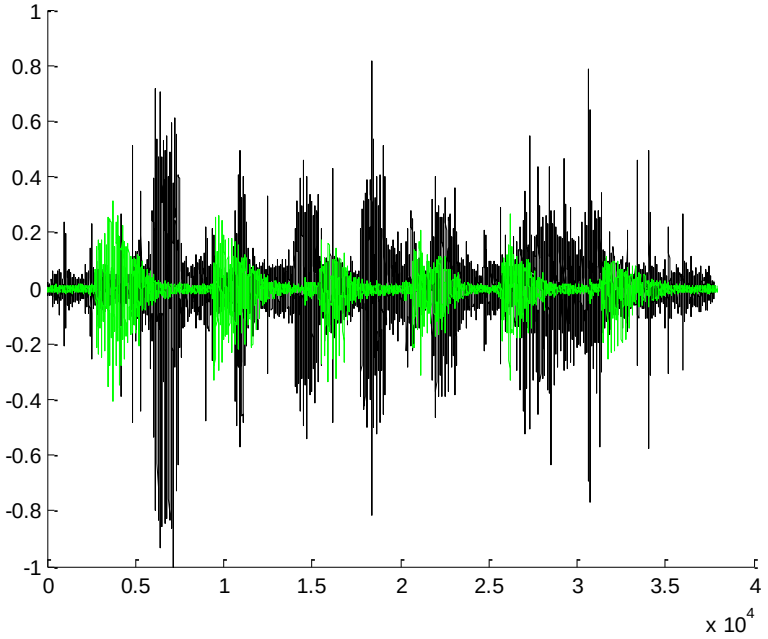




Akustický model

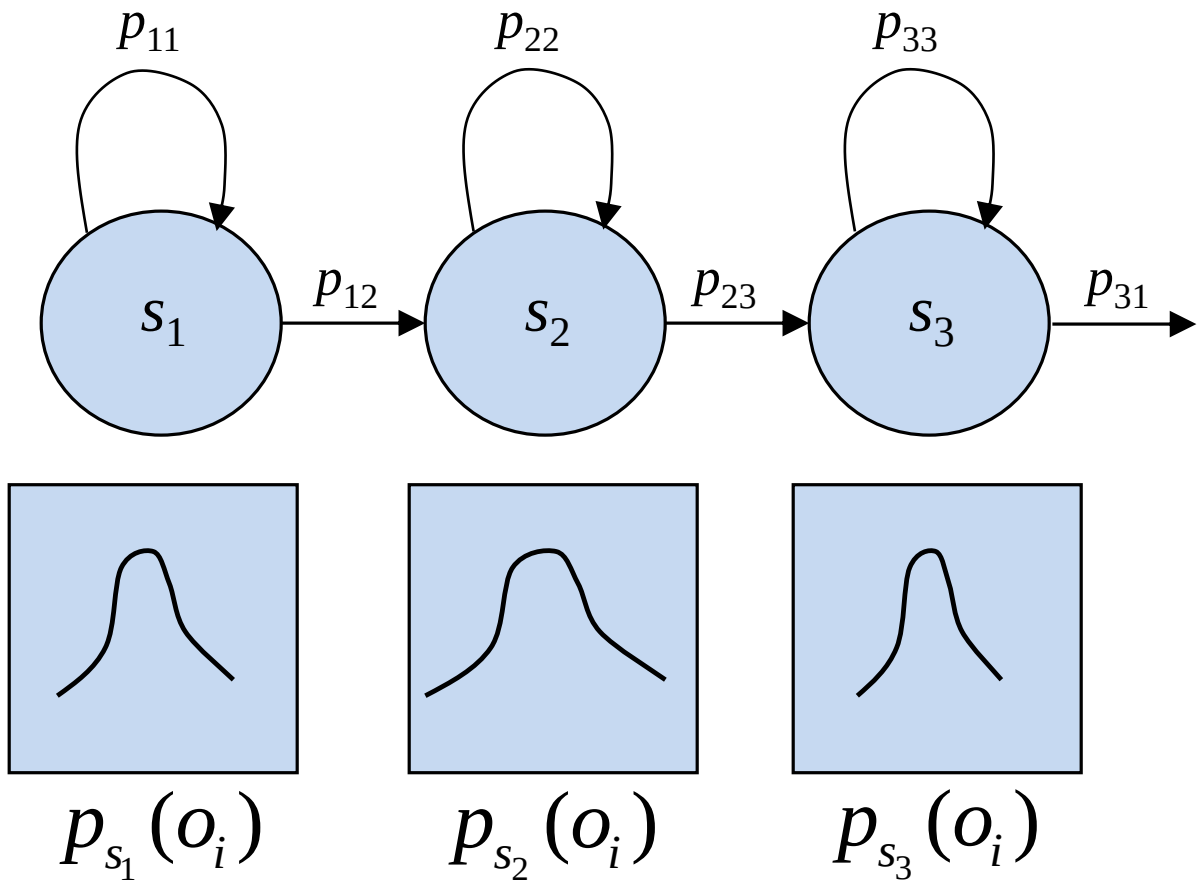
- v řečovém signálu se výrazně projeví jakákoliv změna prostředí (akustika místnosti, rušivé zvuky) nebo přenosového kanálu (jiný mikrofon, řeč přenášená přes telefon)



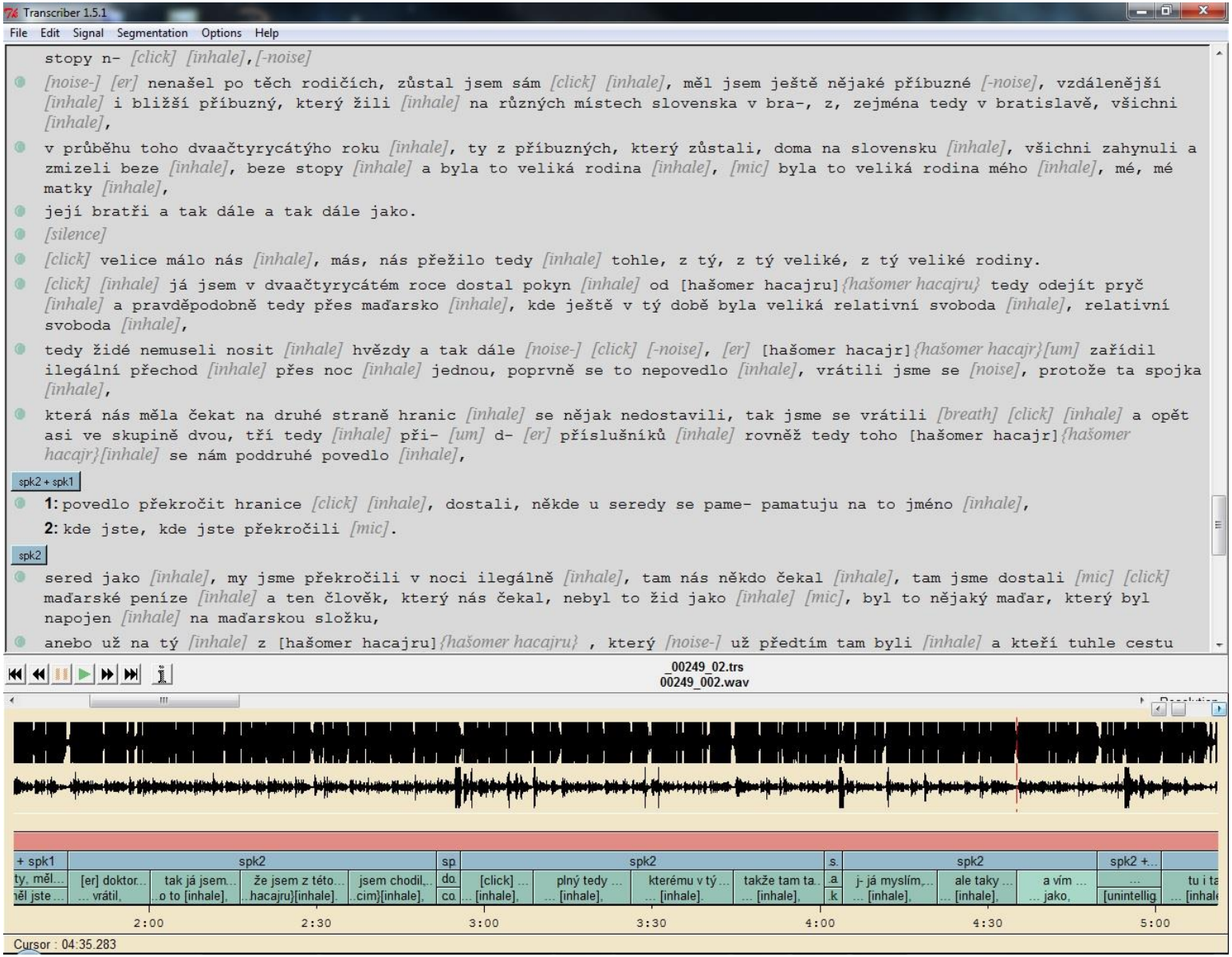


Akustický model

- skryté Markovovy modely (stochastický model)

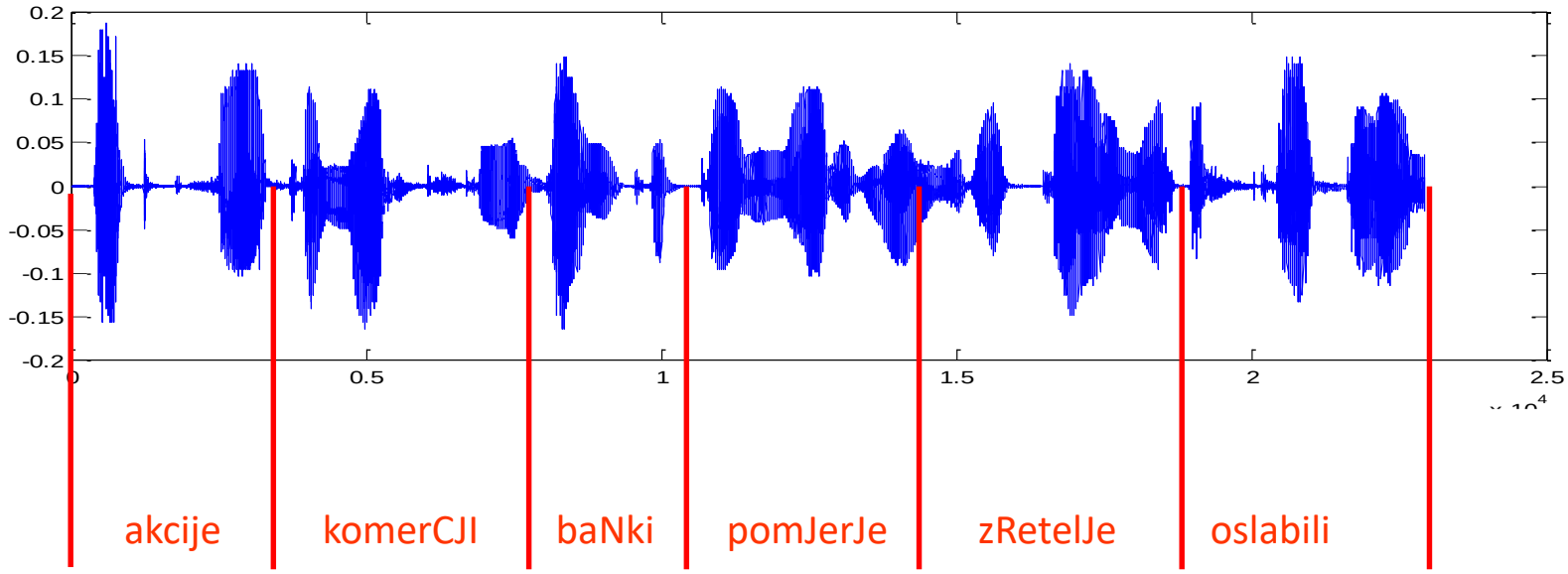


Akustický model - trénování



Akustický model - trénování

- 1000 řečníků (600 žen a 400 mužů), 300 hodin řeči

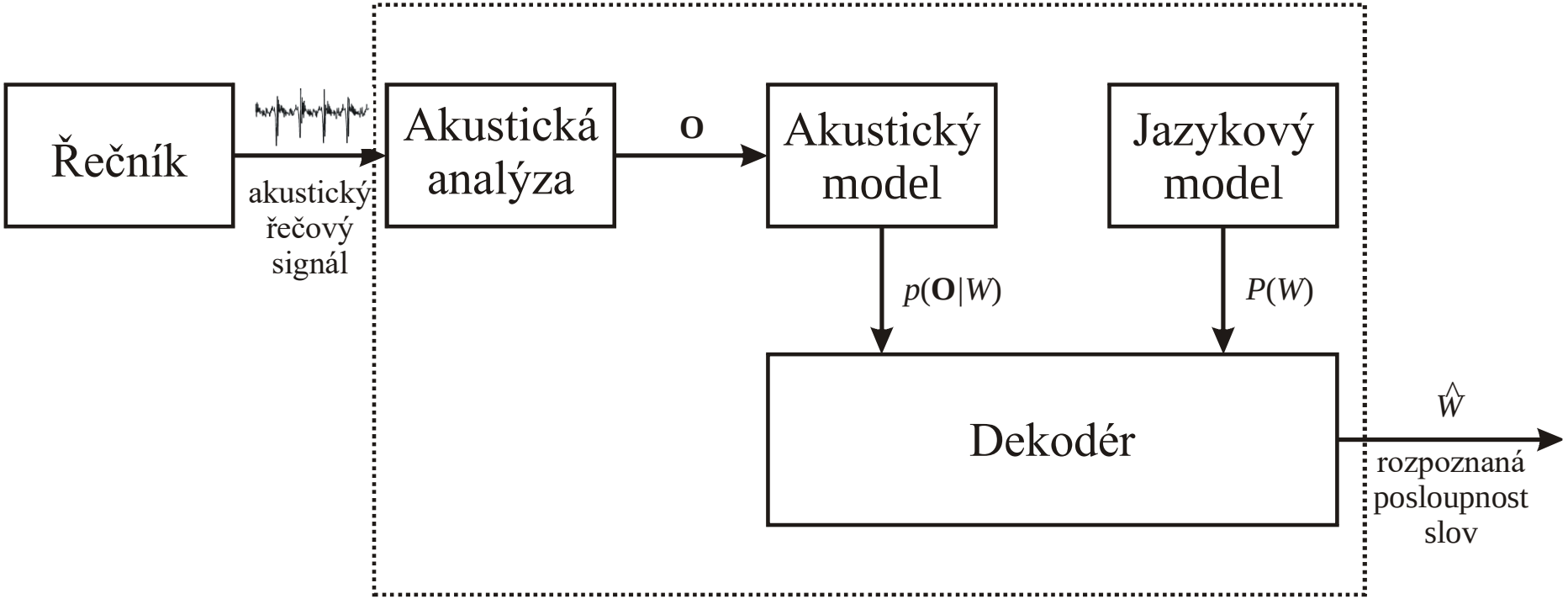


- trifónový akustický model s 50 miliony parametrů

Akustický model - shrnutí

- modeluje fonémy daného jazyka
- využívá statistický přístup (skryté Markovovy modely)
- pro trénování vyžaduje velké množství anotovaných zvukových dat
  - nezávislý na řečníkovi – data od různých řečníků (stovky hodin)
  - závislý na řečníkovi – data od jednoho řečníka (desítky hodin)
- nejlépe funguje za stejných podmínek, za jakých byla pořízena trénovací data (vzorkovací frekvence, mikrofon, akustika místnosti, úroveň hluku, přízvuk, styl řeči…)
- možnost adaptace parametrů na konkrétní přenosový kanál, řečníka apod.

Systém rozpoznávání řeči



$$\hat{W} = \arg\max_{W} P(W \mid \mathbf{O}) = \arg\max_{W} p(\mathbf{O} \mid W) P(W)$$

Jazykový model

- určuje pravděpodobnost, s jakou si řečník přeje vyslovit danou posloupnost slov
- modeluje všechny možné posloupnosti slov
  - promluvy
  - věty
  - n-tice slov
    - n=1 (unigramy) – pravděpodobnost slov bez ohledu na kontext - $P(w_i)$
    - n=2 (bigramy) – pravděpodobnost každého slova je podmíněna slovem bezprostředně předcházejícím - $P(w_i|w_{i-1})$
    - n=3 (trigramy) pravděpodobnost každého slova je podmíněna dvěma slovy bezprostředně předcházejícími - $P(w_i|w_{i-1},w_{i-2})$

Jazykový model - trénování

dne 13. 10. 1987 bylo usnesením č.j. ORHK – 1895/TČ-80-2006 zahájeno trestní stíhání proti obviněné Marii Šubrové, bytem Vysoké Mýto, Město, Náměstí Přemysla Otakara II. čp. 188.

LS pateře v segmentech L4/5 aL5/S1: spondyloza,osteochondroza L5/S1 s vakuovým fenomenem.Spondylartroza se zúžením laterálních recesů. Nevelký mediální výhřez L4/5, který by při normální šíři neměl mít klinickcý význam. Drobný hemangiom/8 mm/ v obratlovém těle L5.
Závěr:degenerativní změny na L pateři .Malý výhřez L4/5.

Budka

Jazykový model - trénování

- získání textů
- čištění (nechat jen to, co se má rozpoznávat)
- tokenizace (oddělení rozpoznávacích jednotek)
- normalizace (převod čísel, zkratek, nestandardních slov atd.)
- unifikace (sjednocení synonym, multislova atd.)

dne třináctého desátý tisíc devět set osmdesát sedm bylo usnesením číslo_jednací ORHK - tisíc osm set devadesát pět / TČ - osmdesát - dva tisíce šest zahájeno trestní stíhání proti obviněné Marii Šubrové , bytem Vysoké_Mýto , Město , Náměstí Přemysla_Otakara_II. číslo_popisné sto osmdesát osm .

Jazykový model - trénování

- pravděpodobnosti n-gramů z relativního počtu výskytů jednotlivých slovních n-tic
  - nenulová pravděpodobnost pro neviděné n-gramy

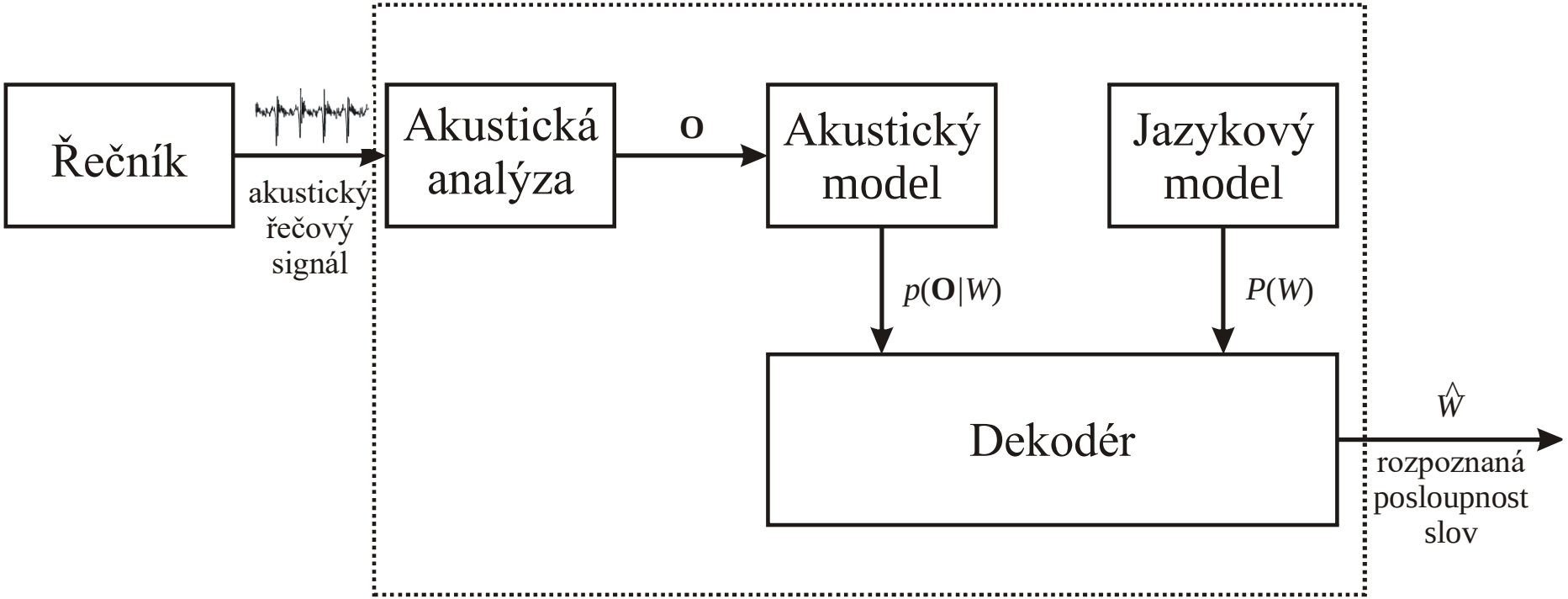
- odpískal zakázané
  uvolnění
  buvol mění

- výslovnostní slovník
  - gynekologie a porodnictví – 100 tisíc slov
  - advokacie – 200 tisíc slov
  - sport – 500 tisíc slov
  - obecný – > 1 milion slov

Jazykový model - shrnutí

- modeluje posloupnosti slov daného jazyka (domény)
- využívá statistický přístup (slovní n-gramy)
- pro trénování vyžaduje velké množství textových dat
  - obecný – desítky GB textu (miliardy slov)
  - omezená doména – stovky MB textu (desítky milionů slov)
- nejlépe funguje na obdobných textech, které byly použity pro trénování (doména, čtená/hovorová řeč, způsob vyjadřování, slovník…)
- možnost adaptace – přidávání slov, n-gramů apod.

Systém rozpoznávání řeči



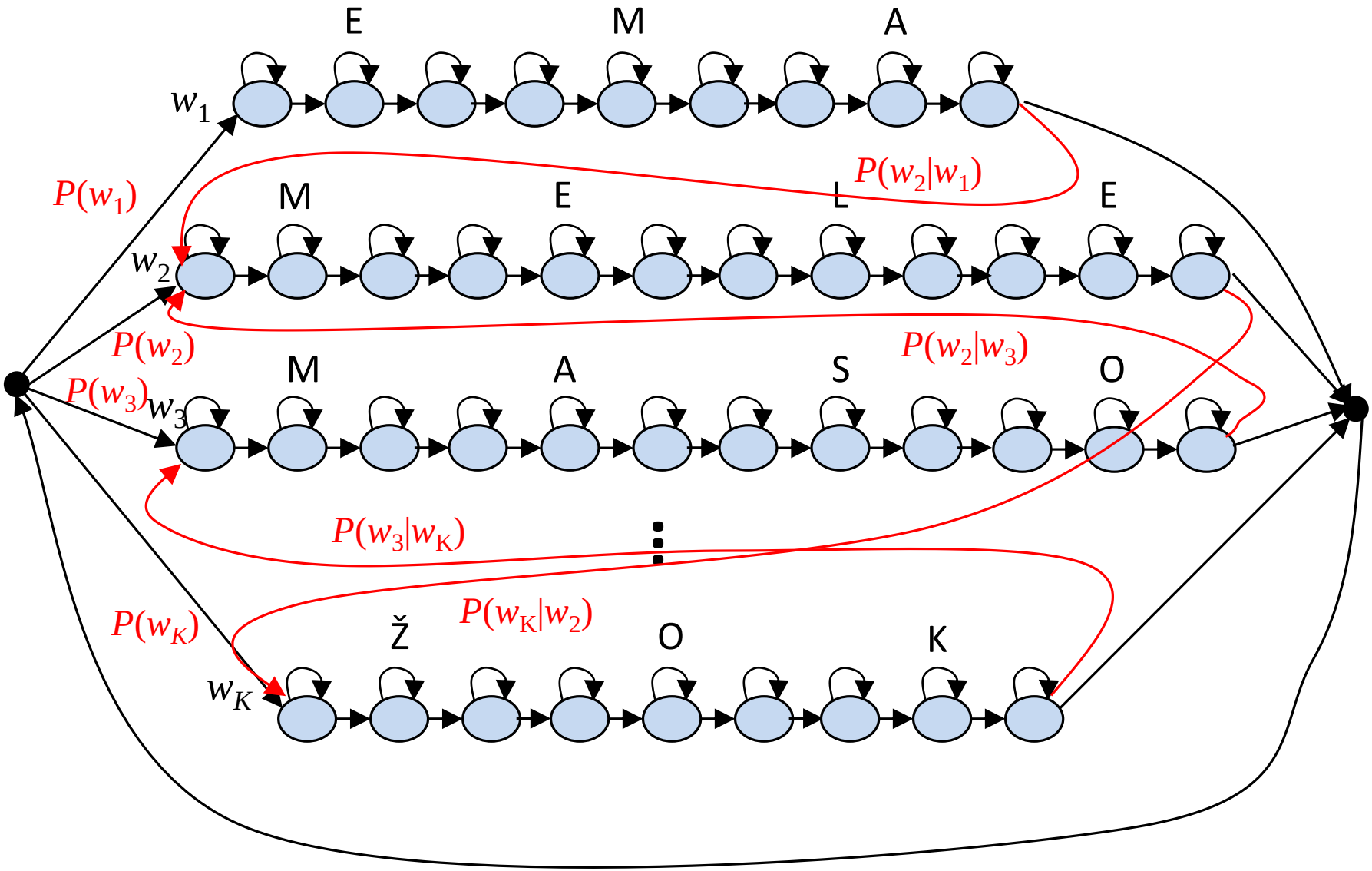
$$\hat{W} = \arg\max_{W} P(W \mid \mathbf{O}) = \arg\max_{W} p(\mathbf{O} \mid W) P(W)$$

Dekodér

- určuje nejpravděpodobnější posloupnost slov, kterou chtěl řečník vyslovit
  - vstupní vektory pozorování
  - pravděpodobnosti z akustického modelu
  - skryté Markovovy modely fonémů
  - pravděpodobnosti z jazykového modelu
  - slovník s fonetickými transkripcemi

- kompromis mezi přesností a rychlostí

Dekodér


E
M
A
w_1
$P(w_1)$
$P(w_2|w_1)$
M
E
L
E
w_2
$P(w_2)$
$P(w_2|w_3)$
$P(w_3)$
M
A
S
O
w_3
$P(w_3|w_K)$
$P(w_K)$
$P(w_K|w_2)$
Ž
O
K
w_K

Automatické rozpoznávání řeči - shrnutí

- snaží se převést mluvenou řeč na psaný text
- pracuje s akustickým a jazykovým modelem
- založeno na statistických modelech
- trénuje se na základě zvukových nahrávek a textů
- nejlépe pracuje za obdobných podmínek, za jakých se trénovalo (akustický kanál, jazyková doména)
- může rozpoznat jen slova, která předem zná
- není bezchybné
- má rádo poučeného uživatele