

---

# Vorlesung Sprachverarbeitung

## Übung 7

### Dekodierung

1. Die Ausgabe eines statistischen Spracherkenners kann in einem so genannten Lattice erfolgen. Berechnen Sie mit Hilfe der Viterbi-Dekodierung den wahrscheinlichsten Pfad durch dieses Lattice (siehe Anhang).

| Startknoten | Endknoten | Summe der Wahrscheinlichkeiten aus akust. Modell, Sprachmodell und der akkumulierten Vorgänger |   | akkumulierte Wahrscheinlichkeit |
|-------------|-----------|--|---|---------------------------------|
| 0           | 1         | -1432,27-0   | = | -1432,27                        |
| 0           | 2         | -1500,93-0   | = | -1500,93                        |
| 0           | 3         | -3759,32-0   | = | -3759,32                        |
| 0           | 4         | -3829,60-0   | = | -3829,60                        |
|             |           |  |   |                                 |
| 1           | 5         | (-2434,05-87,29)-1432,27   | = | -3953,61                        |
| 2           | 5         | (-2431,55-87,29)-1500,93   | = |                                 |

2. Phonologie

- (a) Was ist ein Phonem?
- (b) Wodurch unterscheiden sich Monophone und Triphone?
- (c) Wie viele Triphone sind theoretisch möglich? Warum werden aber nur weit weniger verwendet?

3. Rückblick

- Skizzieren Sie die einzelnen Komponenten eines statistischen Spracherkenners. Beschreiben und erklären Sie diese Komponenten.
- Wie lautet die Bayes Formel?
- Was versteht man unter Cepstrum?
- Was ist ein Bigramm und wozu wird es verwendet?
- Was versteht man unter dem Viterbi-Algorithmus und worin besteht der Vorteil dieses Vorgehens?
- Was ist ein Hidden Markov Modell? Warum spricht man auch von einem Produktionsmodell?
- Was ist ein Phonemlexikon?
- Wozu wird die Lineare Diskriminanz Analyse verwendet?
- Beschreiben Sie das Baum-Welch Verfahren.
- Was versteht man unter tying?
- Erklären Sie das Röhrenmodell.

- 
- Welche Verteilungsannahmen werden typischerweise bei der Modellierung eines Phonems verwendet?
  - Was ist ein Merkmalsvektor? Was ist der Unterschied zwischen statischen und dynamischen Merkmalsvektoren?
  - Was versteht man unter dynamic time warping?

---

# Anhang

## Lattice mit N=24 L=39

Node definitions:

|     |        |      |        |      |        |      |        |
|-----|--------|------|--------|------|--------|------|--------|
| I=0 | t=0.00 | I=6  | t=0.71 | I=12 | t=0.72 | I=18 | t=0.81 |
| I=1 | t=0.25 | I=7  | t=0.72 | I=13 | t=0.73 | I=19 | t=0.81 |
| I=2 | t=0.26 | I=8  | t=0.72 | I=14 | t=0.78 | I=20 | t=1.33 |
| I=3 | t=0.61 | I=9  | t=0.72 | I=15 | t=0.78 | I=21 | t=2.09 |
| I=4 | t=0.62 | I=10 | t=0.72 | I=16 | t=0.80 | I=22 | t=2.09 |
| I=5 | t=0.62 | I=11 | t=0.72 | I=17 | t=0.80 | I=23 | t=2.85 |

Link definitions:

|      |      |      |             |     |            |           |
|------|------|------|-------------|-----|------------|-----------|
| J=0  | S=0  | E=1  | W=!ENTER    | v=0 | a=-1432.27 | l=0.00    |
| J=1  | S=0  | E=2  | W=!ENTER    | v=0 | a=-1500.93 | l=0.00    |
| J=2  | S=0  | E=3  | W=!ENTER    | v=0 | a=-3759.32 | l=0.00    |
| J=3  | S=0  | E=4  | W=!ENTER    | v=0 | a=-3829.60 | l=0.00    |
| J=4  | S=1  | E=5  | W=TO        | v=3 | a=-2434.05 | l=-87.29  |
| J=5  | S=2  | E=5  | W=TO        | v=1 | a=-2431.55 | l=-87.29  |
| J=6  | S=4  | E=6  | W=AND       | v=3 | a=-798.30  | l=-69.71  |
| J=7  | S=4  | E=7  | W=IT        | v=0 | a=-791.79  | l=-62.05  |
| J=8  | S=4  | E=8  | W=AND       | v=2 | a=-836.88  | l=-69.71  |
| J=9  | S=3  | E=9  | W=BUT       | v=0 | a=-965.47  | l=-51.14  |
| J=10 | S=4  | E=10 | W=A.        | v=0 | a=-783.36  | l=-105.95 |
| J=11 | S=4  | E=11 | W=IN        | v=0 | a=-835.98  | l=-49.01  |
| J=12 | S=4  | E=12 | W=A         | v=0 | a=-783.36  | l=-59.66  |
| J=13 | S=4  | E=13 | W=AT        | v=0 | a=-923.59  | l=-77.95  |
| J=14 | S=4  | E=14 | W=THE       | v=0 | a=-1326.40 | l=-27.96  |
| J=15 | S=4  | E=15 | W=E.        | v=0 | a=-1321.67 | l=-121.96 |
| J=16 | S=4  | E=16 | W=A         | v=2 | a=-1451.38 | l=-59.66  |
| J=17 | S=4  | E=17 | W=THE       | v=2 | a=-1490.78 | l=-27.96  |
| J=18 | S=4  | E=18 | W=IT        | v=0 | a=-1450.07 | l=-62.05  |
| J=19 | S=5  | E=18 | W=IT        | v=0 | a=-1450.07 | l=-110.42 |
| J=20 | S=6  | E=18 | W=IT        | v=0 | a=-775.76  | l=-85.12  |
| J=21 | S=7  | E=18 | W=IT        | v=0 | a=-687.68  | l=-125.32 |
| J=22 | S=8  | E=18 | W=IT        | v=0 | a=-687.68  | l=-85.12  |
| J=23 | S=9  | E=18 | W=IT        | v=0 | a=-687.68  | l=-50.28  |
| J=24 | S=10 | E=18 | W=IT        | v=0 | a=-689.67  | l=-108.91 |
| J=25 | S=11 | E=18 | W=IT        | v=0 | a=-706.89  | l=-113.78 |
| J=26 | S=12 | E=18 | W=IT        | v=0 | a=-689.67  | l=-194.91 |
| J=27 | S=13 | E=18 | W=IT        | v=0 | a=-619.20  | l=-100.24 |
| J=28 | S=4  | E=19 | W=IT        | v=1 | a=-1567.49 | l=-62.05  |
| J=29 | S=14 | E=20 | W=DIDN'T    | v=0 | a=-4452.87 | l=-195.48 |
| J=30 | S=15 | E=20 | W=DIDN'T    | v=0 | a=-4452.87 | l=-118.62 |
| J=31 | S=16 | E=20 | W=DIDN'T    | v=0 | a=-4303.97 | l=-189.88 |
| J=32 | S=17 | E=20 | W=DIDN'T    | v=0 | a=-4303.97 | l=-195.48 |
| J=33 | S=18 | E=20 | W=DIDN'T    | v=0 | a=-4222.70 | l=-78.74  |
| J=34 | S=19 | E=20 | W=DIDN'T    | v=0 | a=-4235.65 | l=-78.74  |
| J=35 | S=20 | E=21 | W=ELABORATE | v=2 | a=-5847.54 | l=-62.72  |
| J=36 | S=20 | E=22 | W=ELABORATE | v=0 | a=-5859.59 | l=-62.72  |
| J=37 | S=21 | E=23 | W=!EXIT     | v=0 | a=-4651.00 | l=-13.83  |
| J=38 | S=22 | E=23 | W=!EXIT     | v=0 | a=-4651.00 | l=-13.83  |

---

## Phonetische Umschrift in der SAMPA Notation

### Vokale

|   |                |
|---|----------------|
| a | <u>Land</u>    |
| 6 | <u>Mutter</u>  |
| @ | <u>bitte</u>   |
| E | <u>Bett</u>    |
| e | <u>Leben</u>   |
| 2 | <u>schön</u>   |
| 9 | <u>Götter</u>  |
| o | <u>Hose</u>    |
| O | <u>Post</u>    |
| i | <u>Schiene</u> |
| I | <u>Kind</u>    |
| y | <u>Lüge</u>    |
| Y | <u>füllen</u>  |
| u | <u>Mut</u>     |
| U | <u>Kuss</u>    |

### Plosive

|   |              |
|---|--------------|
| p | <u>Bap</u>   |
| b | <u>Bube</u>  |
| t | <u>Tag</u>   |
| d | <u>Gnade</u> |
| k | <u>Kamm</u>  |
| g | <u>gegen</u> |

### Nasale

|   |               |
|---|---------------|
| m | <u>Mama</u>   |
| n | <u>Nenner</u> |
| N | <u>Gong</u>   |

### Frikative

|    |                 |
|----|-----------------|
| s  | <u>Tasse</u>    |
| z  | <u>Hose</u>     |
| S  | <u>Lasche</u>   |
| Z  | <u>Garage</u>   |
| tS | <u>Quatsch</u>  |
| dZ | <u>Jeans</u>    |
| pf | <u>Pfirsich</u> |
| f  | <u>Fisch</u>    |
| v  | <u>Wagen</u>    |
| C  | <u>Licht</u>    |
| x  | <u>acht</u>     |
| R  | <u>Trier</u>    |
| h  | <u>Hase</u>     |

### Diphthonge

|    |               |
|----|---------------|
| aI | <u>Rhein</u>  |
| aU | <u>Krause</u> |
| OY | <u>teuer</u>  |

### weitere Konsonantphoneme

|   |                        |
|---|------------------------|
| r | (vorne) rollendes „R“  |
| R | (hinten) rollendes „R“ |
| l | <u>Laut</u>            |
| j | <u>Jacke</u>           |

### Dehnung

|   |             |
|---|-------------|
| : | <u>Bahn</u> |
|---|-------------|