

Einführung in die Computerlinguistik Abschlussklausur

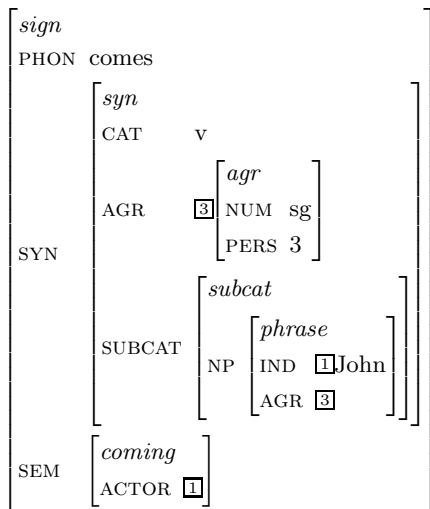
23.01.2012

Laura Kallmeyer

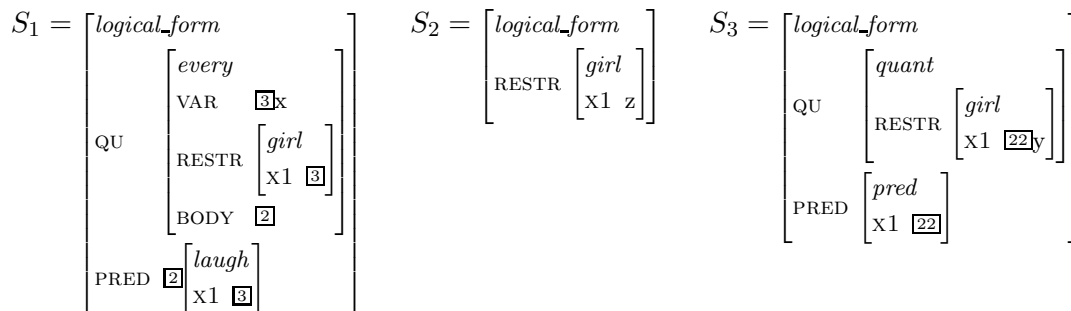
WS 2011/2012, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Erlaubte Hilfsmittel: Eine Din-A4 Seite mit Notizen. Kein Taschenrechner.

Aufgabe 1 1. Betrachten Sie die folgende Merkmalsstruktur, formuliert als Attribut-Wert Matrix. Geben Sie den entsprechenden Graphen an.

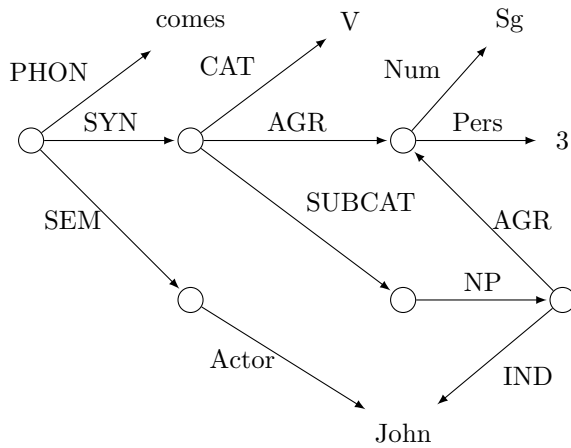


2. Betrachten Sie folgende Merkmalsstrukturen. *every* ist ein Untertyp von *quant*, *girl* und *laugh* sind Untertypen von *pred*.



Berechnen Sie $S_1 \sqcup S_2$, $S_1 \sqcup S_3$ und $S_2 \sqcup S_3$. In den Fällen, in denen keine Unifikation möglich ist (Ergebnis \perp) begründen Sie, warum die Unifikation scheitert.

Lösung:



1.

$$2. S_1 \sqcup S_2 = \left[\begin{array}{l} \text{logical_form} \\ \text{QU} \left[\begin{array}{l} \text{every} \\ \text{VAR} \quad \boxed{3}x \\ \text{RESTR} \left[\begin{array}{l} \text{girl} \\ x1 \quad \boxed{3}x \end{array} \right] \\ \text{BODY} \quad \boxed{2} \end{array} \right] \\ \text{PRED} \quad \boxed{2} \left[\begin{array}{l} \text{laugh} \\ x1 \quad \boxed{3}x \end{array} \right] \\ \text{RESTR} \left[\begin{array}{l} \text{girl} \\ x1 \quad z \end{array} \right] \end{array} \right] \quad S_1 \sqcup S_3 = \perp \quad S_2 \sqcup S_3 = \left[\begin{array}{l} \text{logical_form} \\ \text{QU} \left[\begin{array}{l} \text{quant} \\ \text{RESTR} \left[\begin{array}{l} \text{girl} \\ x1 \quad \boxed{22}y \end{array} \right] \end{array} \right] \\ \text{RESTR} \left[\begin{array}{l} \text{girl} \\ x1 \quad z \end{array} \right] \\ \text{PRED} \left[\begin{array}{l} \text{pred} \\ x1 \quad \boxed{22}y \end{array} \right] \end{array} \right]$$

Aufgabe 2 Nehmen Sie an, Sie haben ein geschlossenes Gefäß mit 1 schwarzen, 9 roten und 2 weißen Kugeln.

1. Betrachten Sie die Ergebnismenge $\Omega = \{w, r, s\}$ (für weiß, schwarz oder rot). Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeiten für die einelementigen Teilmengen von Ω , vorausgesetzt, alle Kugeln werden mit gleicher Wahrscheinlichkeit gezogen.
2. Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit dafür, dass bei einmaligem Ziehen eine Kugel gezogen wird, die nicht rot ist.
3. Berechnen Sie die Wahrscheinlichkeit dafür, dass bei dreimaligem Ziehen ohne Zurücklegen nur Kugeln gleicher Farbe gezogen werden. (Unser neues Ω ist die Menge aller dreielementigen Folgen aus Elementen aus $\{w, r, s\}$.)

Lösung:

1. $P(\{s\}) = \frac{1}{12}$, $P(\{r\}) = \frac{3}{4}$, $P(\{w\}) = \frac{1}{6}$
2. $P(\{w, s\}) = \frac{1}{6} + \frac{1}{12} = \frac{1}{4}$
3. $P(\{rrr\}) = \frac{3}{4} \cdot \frac{8}{11} \cdot \frac{7}{10} = \frac{21}{55}$ (andere Folgen gleicher Farbe gibt es nicht)

Aufgabe 3 Nehmen Sie an, Sie haben einen HMM-POS Tagger, unter anderem mit folgenden Wahrscheinlichkeiten:

Emissionswahrscheinlichkeiten:

$$P(\text{the}|\text{Det}) = 1 \quad P(\text{chief}|N) = 3 \cdot 10^{-3} \quad P(\text{rules}|N) = 5 \cdot 10^{-3}$$

$$P(\text{chief}|Adj) = 4 \cdot 10^{-3} \quad P(\text{rules}|V) = 6 \cdot 10^{-3}$$

Alle anderen Emissionswahrscheinlichkeiten für chief, the und rules seien 0.

Übergangswahrscheinlichkeiten:

$$P(N|Det) = 5 \cdot 10^{-1} \quad P(N|N) = 1 \cdot 10^{-1} \quad P(N|Adj) = 5 \cdot 10^{-1}$$

$$P(Adj|Det) = 3 \cdot 10^{-1} \quad P(V|N) = 4 \cdot 10^{-1} \quad P(V|Adj) = 1 \cdot 10^{-1}$$

Angenommen, die Wahrscheinlichkeit, dass ein Det am Satzanfang steht, ist 1, die, dass auf ein N oder V ein Satzende folgt, ist jeweils $0.1 = 1 \cdot 10^{-1}$.

1. Geben Sie die Viterbi Matrix an, die sich bei diesen Wahrscheinlichkeiten für die Eingabe the chief rules ergibt. Es reicht, die Einträge anzugeben, die $\neq 0$ sind. Geben Sie für jedes Feld Ihren Rechenweg an.
2. Was ist die beste POS-TAG Sequenz, die sich als Ergebnis für the chief rules ergibt?

Lösung:

q_F				$360 \cdot 10^{-9}, V$
N		$15 \cdot 10^{-4}, \text{Det}$	$300 \cdot 10^{-8}, \text{Adj}$	
V			$360 \cdot 10^{-8}, N$	
1. Adj		$12 \cdot 10^{-4}, \text{Det}$		
Det	1, q_0			
	1	2	3	
	the	chief	rules	

$$\text{chief, Adj: } 1 \cdot 3 \cdot 10^{-1} \cdot 4 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{chief, N: } 1 \cdot 5 \cdot 10^{-1} \cdot 3 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{rules, N: } \max\{12 \cdot 10^{-4} \cdot 5 \cdot 10^{-1} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ Vorgänger Adj}, 15 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot 10^{-1} \cdot 5 \cdot 10^{-3} \text{ Vorgänger N}\}$$

$$\text{rules, V: } \max\{12 \cdot 10^{-4} \cdot 1 \cdot 10^{-1} \cdot 6 \cdot 10^{-3} \text{ Vorgänger Adj}, 15 \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 10^{-1} \cdot 6 \cdot 10^{-3} \text{ Vorgänger N}\}$$

2. Die beste POS-TAG Folge ist demnach Det N V.

Aufgabe 4 Betrachten Sie die folgende PCFG: $N = \{N, Adj\}$, $T = \{\text{cold, weather, nice, bad}\}$, Startsymbol N.

Produktionen mit Wahrscheinlichkeiten:

$$2 \cdot 10^{-1}: N \rightarrow Adj \quad N \quad 1 \cdot 10^{-1}: N \rightarrow \text{nice} \quad 5 \cdot 10^{-1}: Adj \rightarrow \text{nice}$$

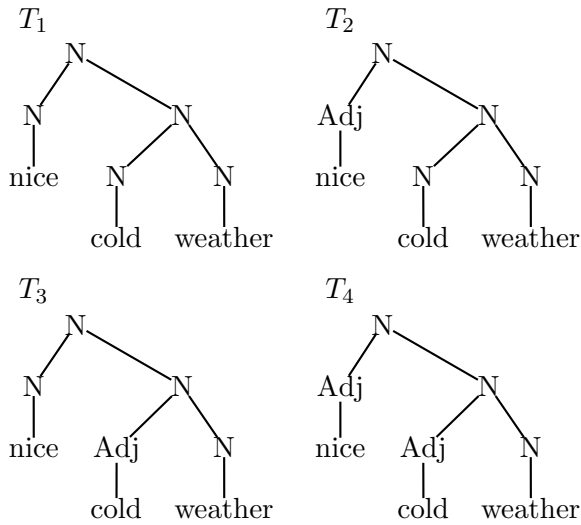
$$4 \cdot 10^{-1}: N \rightarrow N \quad N \quad 2 \cdot 10^{-1}: N \rightarrow \text{cold} \quad 3 \cdot 10^{-1}: Adj \rightarrow \text{cold}$$

$$1 \cdot 10^{-1}: N \rightarrow \text{weather} \quad 2 \cdot 10^{-1}: Adj \rightarrow \text{bad}$$

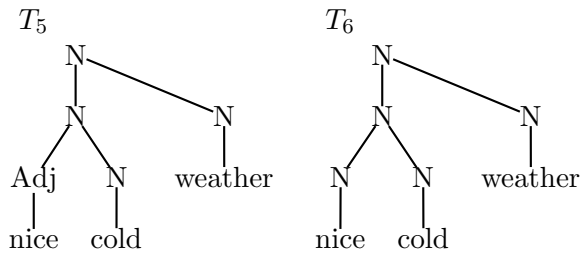
1. Wieviele Parsbäume gibt es für $w = \text{nice cold weather}$? Geben Sie sämtliche Ableitungsbäume und deren Wahrscheinlichkeiten an.
2. Wie hoch ist die Inside Wahrscheinlichkeit von N und Anfangsposition 2, Endposition 3 in unserer Eingabe, also dem Teilstring cold weather?

Lösung:

1. Sechs Parsbäume: Vier rechtsverzweigende



und zwei linksverzweigende



$$P(T_1) = P(T_6) = 32 \cdot 10^{-5}, P(T_2) = P(T_5) = 80 \cdot 10^{-5}, P(T_3) = 24 \cdot 10^{-5}, P(T_4) = 60 \cdot 10^{-5}$$

2. Für $N \xrightarrow{*} \text{cold weather}$ gibt es zwei Parsbäume. Die Summe der Wahrscheinlichkeiten ist

$$4 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 10^{-3} + 2 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 10^{-3} = 14 \cdot 10^{-3}$$

Aufgabe 5 Betrachten Sie erneut die PCFG aus der vorhergehenden Aufgabe.

Geben Sie die Chart inkl. Produktionen und Zwischenlängen an, die sich bei einem Parsen von

nice cold weather

mit dieser Grammatik ergibt.

Lösung:

l			
3	$80 \cdot 10^{-5}, N \rightarrow Adj N, 1$		
2	$20 \cdot 10^{-3}, N \rightarrow Adj N, 1$	$8 \cdot 10^{-3}, N \rightarrow N N, 1$	
	$5 \cdot 10^{-1}, Adj \rightarrow nice, -$	$3 \cdot 10^{-1}, Adj \rightarrow cold, -$	
1	$1 \cdot 10^{-1}, N \rightarrow nice, -$	$2 \cdot 10^{-1}, N \rightarrow cold, -$	$1 \cdot 10^{-1}, N \rightarrow weather, -$
	1 nice	2 cold	3 weather