

# Syntax, Weltwissen und Diskurs

## Weltwissen und Diskurs

- Bei komplexen Texten wird der Einfluss des allgemeinen- oder Weltwissens noch signifikanter:

(5) *Eine Frau ging in ein Restaurant. Der Kellner führte sie zu ihrem Tisch. Sie bestellte Shrimps und eine Flasche Champagner. Als sie ging, half der Kellner ihr in den Mantel.*

- Satzübergreifende Wissensbestände (z.B. ein Diskursuniversum [Johnson-Laird, 1983]) erklären, dass die Pronomen *sie* bzw. *ihr* in (5) mit dem im ersten Satz genannten Nomen *Frau* koreferieren.

24

# Syntax, Weltwissen und Diskurs

## Weltwissen und Diskurs

Was ist in der Restaurantgeschichte passiert?

(5) *Eine Frau ging in ein Restaurant. Der Kellner führte sie zu ihrem Tisch. Sie bestellte Shrimps und eine Flasche Champagner. Als sie ging, half der Kellner ihr in den Mantel.*

- Sätze wie in (5) – welche syntaktisch und semantisch keine Probleme bereiten – werden von Hörern als kohärent betrachtet.
- Fehlende Infos werden automatisch inferiert (die Frau hat gespeist, sie hat bezahlt, etc.).
- Schon kurz nach Lesen des Textes verschwimmt die Trennung zwischen tatsächlich gegebener und aus dem Situationskript [Schank und Abelson, 1977] abgeleiteter Info [Graesser, 1981; Janetzko et al., 1990].
- Dieses Phänomen ist Grundlage der Scripts und MOPs (Memory Organization Packets) von Schank et al.

25

# Syntax, Weltwissen und Diskurs

## Weltwissen und Diskurs

- Auch gesellschaftliche Stereotypen beeinflussen die Leichtigkeit des Verstehens sprachlicher Äußerungen:

(6a) *The director told the secretary that she should type the letter.*

(6b) *The director told the secretary that he should type the letter.*

- Geschlechtsuntypische Rollenverteilung wie in 6b erschwert die Verarbeitung.

# Syntax, Weltwissen und Diskurs

## Architektur des menschlichen Sprachverarbeitungssystems (SVS)

- Sprachverstehen – genauer der Aufbau einer mentalen Repräsentation der Bedeutung gesprochener oder geschriebener Sprache – benötigt folgende Wissensquellen oder -bestände:
  - Syntax
  - Semantik
  - Diskurswissen
  - Weltwissen
- Zusammenhänge müssen auf Basis dieses Wissens inferiert werden, um Äußerungen als relevant oder informativ verstehen zu können [Grice, 1975].

## Architektur des menschlichen SVS

### Zusammenspiel der Wissensquellen für eine Theorie der Sprachverarbeitung:

#### 1. Modulare Auffassung:

- Mindestens syntaktische Analyse als autonomes abgekoppeltes Modul [Fodor, 1983].
- Syntaktische Analyse ist zeitlich und logisch der Verarbeitung auf höherer Ebene vorgeschaltet und von dieser unbeeinflusst.
- Starke Annahme über Richtung des Informationsfluss
- Gute empirische Überprüfbarkeit
- Vertreter: [Fodor, 1983], [Frazier, 1987a] (sausage machine, garden-path-model)

28

## Architektur des menschlichen SVS

### Zusammenspiel der Wissensquellen für eine Theorie der Sprachverarbeitung:

#### 2. Interaktive Auffassung:

- Information aller Verarbeitungsebenen kann direkt oder indirekt die Verarbeitung auf einer anderen Ebene leiten.
- Modelle zeigen starke Varianz der Art und Weise der Interaktion zwischen den Ebenen.
- Vertreter: [Marsen-Wilson und Tylor, 1980 und 1987], [Crain und Steedman, 1985]

29

# Syntax, Weltwissen und Diskurs

Architektur des menschlichen SVS

Überprüfung etwa mittels Leseexperimente syntaktisch mehrdeutiger Sätze.  
Beispielsatz zur Überprüfung der Architekturmodelle:

(7) *The spy saw the cop with binoculars.*

$$\begin{array}{l}
 a. \left[ \begin{array}{l} s [NP \text{ The spy}] \\ \left[ \begin{array}{l} VP \text{ saw} \quad [NP \text{ the cop}] \\ [PP \text{ with binoculars}] \end{array} \right] \end{array} \right] \\
 b. \left[ \begin{array}{l} s [NP \text{ The spy}] \\ \left[ \begin{array}{l} VP \text{ saw} \quad \left[ \begin{array}{l} NP [NP \text{ the cop}] \\ [PP \text{ with binoculars}] \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right]
 \end{array}$$

30

# Syntax, Weltwissen und Diskurs

Architektur des menschlichen SVS

- Strukturelle Ambiguitäten sind nicht selten.
- Weltwissen oder andere Faktoren determinieren die Interpretation.
- Mehrdeutigkeiten werden häufig nicht bewusst.

(8a) *Der Förster beobachtete das Reh mit dem Fernglas.*

$$a. \left[ \begin{array}{l} s [NP \text{ Der Förster}] \\ \left[ \begin{array}{l} VP \text{ beobachtet } e \quad [NP \text{ das Reh}] \\ [PP \text{ mit dem Fernglas}] \end{array} \right] \end{array} \right]$$

(8b) *Der Förster beobachtete das Reh mit dem verletzten Fuß.*

$$b. \left[ \begin{array}{l} s [NP \text{ Der Förster}] \\ \left[ \begin{array}{l} VP \text{ beobachtete } e \quad \left[ \begin{array}{l} NP [NP \text{ das Reh}] \\ [PP \text{ mit dem verletzten Fuß}] \end{array} \right] \end{array} \right] \end{array} \right]$$

Und zurück: (8c) *Der Förster beobachtete **trotzdem** das Reh mit dem verletzten Fuß.*

31

## Serielle Verarbeitung

- Garden-path-Modell orientiert sich ausschließlich an syntaktischen Eigenschaften.
- Inkrementelle Verarbeitung von links nach rechts.
- Jedes neue Wort wird nach den Regeln der Grammatik in die bisherige Struktur integriert.
- Weitere Prinzipien regeln die Integration bei mehreren Möglichkeiten:
  - (p1) minimal attachment principle  
Postuliere keine Knoten, die sich später möglicherweise als unnötig erweisen.
- Für (7) würde erst [s[NP The spy]VP saw] aufgebaut, die Anbindung des Artikels kann nun entweder als
  1. „VP->V NP PP“ oder als
  2. „NP->NP PP“ erfolgen.
- Nach p1 würde 1. gewählt.
- Wenn außersyntaktische Gründe (thematic processor) wie Weltwissen das Ergebnis unplausibel erscheinen lassen, wird Reanalyse eingeleitet.

## Serielle Verarbeitung

- Garden-path-Modell sagt für die Verarbeitung von nicht minimalen Strukturen durch die Reanalyse einen messbar höheren Aufwand vorher.

(9a) *The spy saw the cop with binoculars.*

(9b) *The spy saw the cop with the revolver.*

- [Rayner et al., 1983] konnten dies in Sätzen wie (9a) und (9b) bestätigen (Messung der Blickbewegungen und Fixationen bei Versuchspersonen während des Lesens).
- Interpretation: Verstehen beginnt syntaktisch, Prinzipien arbeiten strukturell. Bei unplausiblen Analysen wird Reanalyse eingeleitet.

# Syntax, Weltwissen und Diskurs

## Starke Interaktion

- Starker Einfluss nicht syntaktischer Wissensbestände auf die Auswahl syntaktischer Strukturen
- Sinnzusammenhang einleitender Phrasen moduliert Lesart folgender Phrasen. Bsp. Nach [Marslen-Tyler, 1980]:

(10a) *If you walk too near the runway, landing planes ...are/is dangerous.*

(10b) *If you've been trained as a pilot, landing planes ...is/are dangerous.*

- Bedeutung der Teilsätze lenkt die Syntaxverarbeitung in eine Richtung, hier ob Adjektiv-Nomen (10a) oder Ving-Nomen Phrase (10b) folgen.

(11) *If you have been trained as a pilot, approaching storms ...are/is dangerous.*

- In (11) reicht aber die Bedeutung des einleitenden Konditionalsatzes nicht aus, um die folgende Phrase als Nomen mit Adjektiv oder substantiviertes Verb zu bestimmen (im Gegensatz zu 10b).
- Für 11 kann die Interpretation nur nach Begutachtung beider syntaktischer Lesarten auf Bedeutungskonsistenz erfolgen (vgl. [Garnham, 1985]).

34

# Syntax, Weltwissen und Diskurs

## Schwache Interaktion

- Syntaktische Strukturvorschläge werden durch nicht-syntaktische Prozesse begutachtet und verfolgt oder gestoppt.
- Begrenzter Informationsfluss von Prozessen höherer Ordnung zurück zur syntaktischen Analyse.
- Vorangestellte inkrementelle und parallele Syntaxverarbeitung zur Generierung sämtlicher Strukturvarianten zur Ambiguitätsauflösung.
- Auswahl erfolgt nicht auf Prinzipbasis unter Berücksichtigung struktureller Komplexität und Speicherökonomie sondern durch Plausibilitätsurteile gestützt auf
  - Weltwissen und den
  - Kontext der Sätze (nicht isoliert betrachtet).
- Während der Verarbeitung wird ein mentales Modell des Diskursuniversums (Diskursmodell) aufgebaut und modifiziert.

35

# Syntax, Weltwissen und Diskurs

## Schwache Interaktion

- Diskursmodell repräsentiert die angesprochenen Objekte, deren Eigenschaften und deren Beziehungen zueinander.
- *das Reh* (s. 8) referiert im Normalfall auf eine durch den Kontext in das Diskursmodell eingeführte Entität.
- Bei multiplen Diskursantezedenten (etwa mehrere Rehe) wird weitere Information erforderlich, etwa im direkten Anschluss an die im Sinne der Referenzanalyse „gescheiterten“ NP:
  - ...*mit dem verletzten Fuß* (attributive Präpositionalphrase)
  - ..., *dass einen verletzten Fuß hatte*,... (restriktiver Relativsatz)
- Reicht diese Info nicht aus, so wird der Prozess fortgesetzt. Erst bei eindeutigem Antezedenten wird die NP abgeschlossen.

36

# Syntax, Weltwissen und Diskurs

## Schwache Interaktion

- Dieser Prozess folgt einem auf diskurspragmatischen Aspekten abhebendem Prinzip [Crain und Steedman, 1988]:
  - (p2) *principle of referential success*  
(später: *referential failure* und *referential support*)  
„Ziehe eine Struktur, die einen eindeutigen Antezedenten im Diskursuniversum hat, jeder anderen vor“.
- Bei isolierten Sätzen existiert kein Diskursuniversum.
- Einfache DNPs präsupponieren die Existenz eines Objekts.
- Attributive PPs präsupponieren, dass eine Menge von Objekten existiert, von denen ein Bestimmtes durch die PP identifiziert werden soll.

37

## Syntax, Weltwissen und Diskurs

### Architekturdiskussion

- Laut [Crain und Steedman, 1985] basiert die verbmodifizierende Lesart bei Sätzen wie in 7 (*The spy saw...*) nicht auf minimaler Komplexität (p1) sondern auf präsuppositionale Sparsamkeit wie in (p2).
- Durch Variation der Referenzenzahl in DNPs zeigen [Crain und Steedman, 1985] und [Altmann und Steedman, 1888] die Vermeidung (Erzeugung) von garden-path-Phänomenen.
- Laut [Ferreira und Clifton, 1986] verhindert allein der Kontext keine längere Lesezeit für nicht-minimale Strukturen.
- Argument f. Serielle Modelle:
  - Prozesse höherer Ordnung sind zu langsam, um hochautomatisierter Syntaxverarbeitung zu folgen.
  - Schneller Syntaxprozessor macht kapazitätssparende Vorschläge, die statistisch meistens korrekt sind.
- Argumente f. interaktive Modelle:
  - Gezeigte Befunde bestätigen die unmittelbare Verwendung nicht-syntaktischer Information.
  - Dies macht getrennte Mechanismen für Syntax und nicht-syntaktische Information unplausibel.

38

## Universalität menschlicher Sprachverarbeitung

(p3) *late closure* [Frazier, 1987a]

Ordne alle Möglichkeit jedes neuen Item der Phrase zu, die momentan verarbeitet wird.

(12) *Jemand erschoss die Dienerin der Schauspielerin, die auf dem Balkon war.*

- Prinzipien wie p(1-3) gelten als universell.
- Evidenzen aus sprachvergleichenden Studien zweifeln Universalität an (s. etwa [Mitchell, 1994]).
- Abweichend von p3 und Befunden aus dem Englischen findet sich bei Relativsätzen wie in (12) in anderen Sprachen (Spanisch, Französisch, Niederländisch und Deutsch) eine Präferenz zur hohen Anbindung, also an den Kopf der komplexen NP (*Dienerin*).

39



## Universalität menschlicher Sprachverarbeitung

- Unterschiede werden
  - häufig auf die statistische Strukturverteilung der jeweiligen Sprachen oder
  - Die individuelle Lerngeschichte des Sprechers/Hörers zurückgeführt.
- (p3) *tuning hypothesis* [Mitchell, 1994]  
Individuelle Strategien entwickeln sich, weil sie in der Vergangenheit häufiger erfolgreich waren. Strategien sind *exposure based*.
- Sprachspezifische Befunde basieren auf fakultativen Satzelementen. Universelle Perspektive betrachtet Adjunkte.
- *Construal Theory* [Gilboy] nimmt an, dass nur primäre, thematisch lizenzierte (Argument-)Relationen auf universeller Basis innerhalb des Syntaxmoduls angebunden werden.
- Adjunktanbindung gehorcht allgemeinen semantischen Kriterien im weiten Sinne.
- Griechisches Klarheitsprinzip könnte auch Unterschied vom Englischen zu anderen Sprachen erklären:
  - Da die hohe Anbindung durch Verwendung des sächsischen Genitivs „the actress's servant“ auch eindeutig erfolgen kann, sollte hier im ambigen Fall „the servant of the actress“ die Anbindung an die tiefe Modifier-NP erfolgen.
  - So können Universalitätsprinzipien erhalten werden.

## Aufbau semantischer Repräsentation

- Sprachverstehen als Abbildung von physikalischer Form einer Äußerung auf mentale Repräsentation der Bedeutung.
- Involvierte Wissenssysteme wurden bereits beschrieben.
- Wie kann Bedeutungsrepräsentation konkret aussehen? KI- Vorschläge:
  - Semantische Netze
  - Frames
  - Logik
  - Regelsysteme
  - ...

## Aufbau semantischer Repräsentation

- Wie kann Bedeutungsrepräsentation konkret aussehen? KI- Vorschläge:
  - Prädikat-Argument Strukturen [Allen, 1987; Chomsky, 1965; Kintsch, und vanDiek, 1987]:

(13) *Der schnelle Läufer rennt über den roten Belag.*

A schnell(Läufer)  
B rot(Belag)  
C rennen\_über(Läufer, Belag)  
Oder der Logik näher als:

$\exists x, y \text{ Läufer}(x) \wedge \text{schnell}(x) \wedge \text{Belag}(y) \wedge \text{rot}(y) \wedge \text{rennt\_über}(x, y)$

- Anzahl der Propositionen schlägt sich im Verarbeitungsaufwand nieder (obwohl nicht ausreichend für die Bedeutung).
- Um z.B. pronominale Referenz aufzulösen benötigt man
  - Satzübergreifende kontextuelles Wissen (s. Diskurstheorie)
  - Weltwissen
  - Information über raum-zeitliche Konstellation von Entitäten und Ereignissen

42

## Schlussbemerkung zur Sprachverarbeitung

- Empirische Entscheidung zwischen Verarbeitungsmodellen und Repräsentationen bis heute problematisch.
- Integration eines Kenntnissystems in ein Verarbeitungssystem ist nicht eindeutig.
- Konsequenzen von Verarbeitungsoperationen für beobachtbares sprachliches Verhalten sind nicht eindeutig.
- Kognitiver Aufwand der verschiedenen Operationen ist unklar (oder ob sie sich überhaupt beobachtbar niederschlagen).
- Interdisziplinärer Zugang zur Sprache mit der Entwicklung empirisch überprüfbarer Modelle über detaillierte Spezifikation und Formalisierung der verschiedenen Kenntnissysteme wird benötigt.
- Automatische Systeme müssen dabei die Übertragbarkeit der Verarbeitungsmodelle auf das dem automatischen System zugrunde liegende Verarbeitungsmodell berücksichtigen.

43

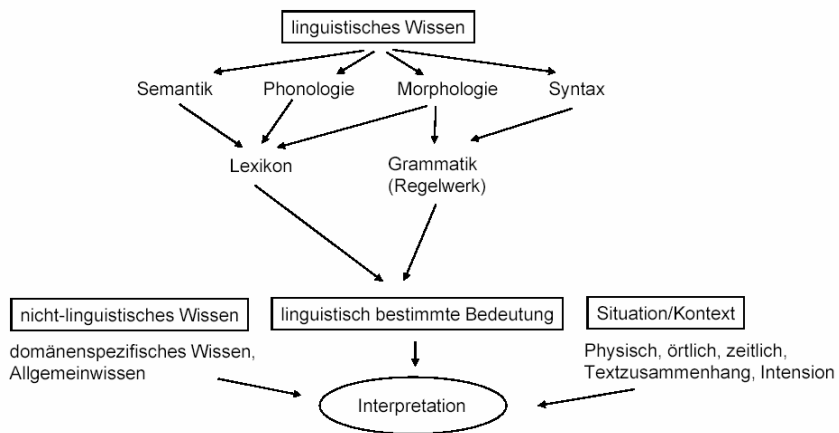
# Spezielle Themen der KI

## NLP

### Natural Language Processing

### Sprachverstehen

## NLP - Verarbeitungsstufen des Sprachverstehen



# Morphologie und Lexikon

Morphologie – Lehre von den Wortformen

- klassifiziert Wörter einer Sprache nach Wortarten und Wortformen

Aufgaben der Morphologie

- Zurückführung von Worten auf Grundform und Kategorisierung
- Automatische Wortformererkennung neben dem Lexikon

Lexikon – Auflistung der bekannten Wörter

- möglichst vollständiger Wortschatz einer Sprache
- Wortformen und Wortart
- Wörterbuch - Bedeutung der Worte und Beziehungen untereinander

Modelle für Lexika

- Liste aller möglichen Worte
- Kombiniert mit der morphologischen Analyse (Regeln)
- automatische Systeme zu Nutzung und Auswertung bestehender Lexika

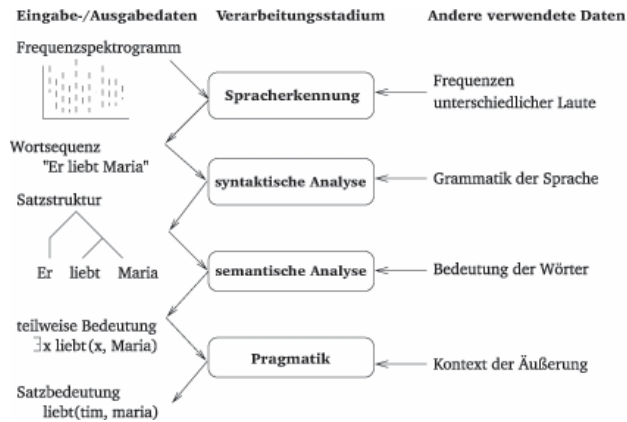
# NLP - Verarbeitungsstufen des Sprachverstehen

Stadien des natürlichsprachlichen Verständnisses

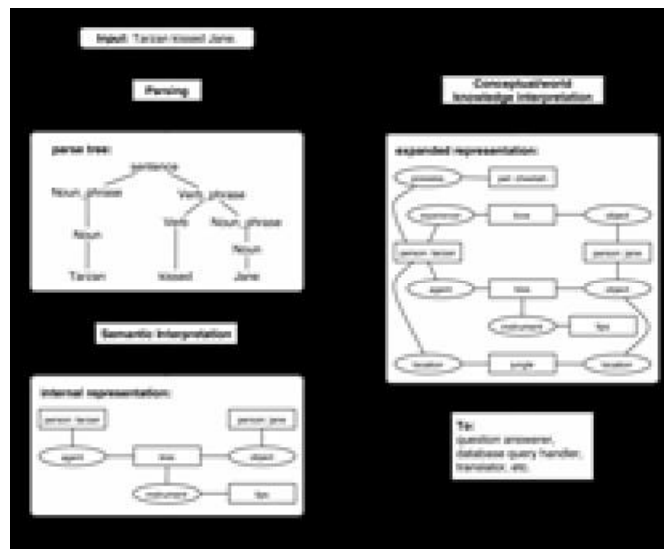
- **Spracherkennung:**
  - Analyse der unbearbeiteten Sprachsignale.
  - Bestimmung der gesprochenen Worte und ihrer Abfolge.
- **Syntaktische Analyse:**
  - Die Abfolge der Worte wird mit Grammatikwissen analysiert.
  - Die Satzstruktur wird bestimmt.
- **Semantische Analyse:**
  - Bedeutungsdarstellung durch Strukturinformation und Wortbedeutung.
- **Pragmatische Analyse:**
  - Kontextinformation vervollständigt die Bedeutungsdarstellung aus der semantischen Analyse.

# NLP - Verarbeitungsstufen des Sprachverstehen

## Stadien des natürlichsprachlichen Verständnisses



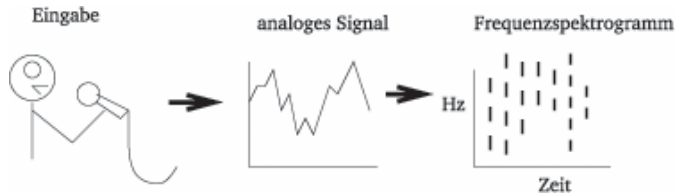
# NLP - Verarbeitungsstufen des Sprachverstehen



# Verarbeitung natürlicher Sprache

## Spracherkennung

- Aufteilung des Signals in verschiedene Frequenzen
- Messung der Energie für diese Frequenzen → Frequenzspektrum (FS)
- Zuordnung von elementaren Lauten – Phonemen – zu Mustern im FS
- Suche dieser Muster im Signal
  - Evt. Geschwindigkeitsanpassung durch dynamic time warping (DTW)
- Statistische Modellierung:
  - Wahrscheinlichkeit der Phoneme
  - Übergangswahrscheinlichkeiten zwischen den Phonemen
  - Häufigkeit der Worte
  - Folge der Worte
  - ...
- Benutzung von HMMs zur statistischen Modellierung



50

# Syntaktische Analyse

- Satzbildung durch Wortkomposition
- Ausgangspunkt für Bedeutungsanalyse
  - (1) *Der Hund fraß den Knochen*
  - (2) *Der Knochen wurde vom Hund gefressen*
- Struktur aus Syntaxregeln hilft der Bedeutungsfindung im Gegensatz zu:
  - Es ist immer das 2. Substantiv, das gefressen wird.
- Zerlegung der Bedeutungsfindung auf Basis von syntaktischen Zerlegungen (etwa von Phrasen)
  - (3) *sp[Der Hase mit den langen Ohren] erfreute sich an sp[einem großen grünen Salatblatt]*
- Bedeutungsfindung durch Komposition der Teilbedeutungen
- Komposition abhängig von gewählter Clusterung
  - (4) *Tim sah Maria mit dem Fernglas*
  - (5) *Ich sah den Kölner Dom auf dem Flug nach Frankfurt*

51