

Dritte Sitzung: Sprachverarbeitung – Konzepte und Theorien

Berry Claus

Computerlinguistik
Universität des Saarlandes

[Organisatorisches: Nachtrag]

Anmeldung für Klausur

bis spätestens 2 Wochen vor dem Klausurtermin

→ Klausur am 18. Juli, Anmeldung **bis 4. Juli**

Anmeldung online

<http://www.coli.uni-saarland.de/sg/anmeldung>

(link **Online Prüfungsanmeldung** auf KVV-web-Seite, dort auch

Erklärungen zur Anmeldung, z.B., Passwort nötig → Prüfungssekretariat,
Ursula Kröner, Raum1.10, Geb. C7.2)

[Letzte Sitzung: Beziehung zwischen Sprache und Denken]

Vier Thesen

- (1) Die kognitive Entwicklung bedingt die sprachliche Entwicklung (z.B. Piaget)
- (2) Sprache und Kognition sind voneinander unabhängige Fähigkeiten (z.B. Chomsky)
- (3) Sprache und Kognition entstehen unabhängig voneinander aber werden dann wechselseitig abhängig (z.B. Vygotsky, 1896-1934, russischer Psychologe)
- (4) Sprache bestimmt Kognition (z.B. Sapir, 1884-1993, Ethnologe und Linguist; Whorf, 1897-1941, Chemieingenieur und Hobby-Linguist)

[Sapir-Whorf-Hypothese]

Sapir-Whorf-Hypothese: Struktur der Sprache bestimmt die Struktur des Denkens

→ Sprache beeinflusst die Weise wie wir die Welt wahrnehmen und wie wir Dinge erinnern

beinhaltet zwei miteinander verbundene Annahmen:

- (1) *Linguistischer Determinismus*: Form und Charakteristika der Sprache bestimmen Gedanken, Erinnerung und Wahrnehmung
- (2) *Linguistischer Relativismus*: Unterschiedliche Sprachen erzeugen unterschiedliche kognitive Strukturen

[Sapir-Whorf-Hypothese: 3 Versionen]

stark

Sprache bestimmt Denken

schwächer („mittel“)

Sprache beeinflusst Wahrnehmung

schwach

Unterschiede zwischen Sprachen beeinflussen bestimmte Prozesse, bei denen sprachliche Kodierung bedeutsam ist

[Sapir-Whorf-Hypothese: Bewertung]

Keine Evidenz für die starke (Sprache bestimmt Denken) und schwächere/„mittlere“ (Sprache beeinflusst Wahrnehmung) Version der Sapir-Whorf-Hypothese

Evidenz für schwache Version (Unterschiede zwischen Sprachen beeinflussen bestimmte Prozesse, bei denen sprachliche Kodierung bedeutsam ist)

Nicht wirklich verwunderlich

Gegenhypothese (Sprache hat absolut keinen Einfluss auf Denken) ist sehr unplausibel

Auswirkung der Komplexität von sprachlichen Ausdrücken für kognitive Prozesse und Belastung

[Beschreibung der Struktur einer Sprache]

Fünf Ebenen (→ Teildisziplinen der Linguistik)

Phonologie
Morphologie
Syntax
Semantik
Pragmatik

[Phonologie]

untersucht u. a. Funktion und Struktur der Laute in einem Sprachsystem

Phonem = kleinste bedeutungsunterscheidende Lauteinheit durch den Austausch eines Phonems verändert sich der Sinn einer sprachliche Mitteilung

Beispiel

Ersetzen von /i/ in *Wild* durch /a/

semantischer Unterschied zwischen *Wild* und *Wald* wird durch /i/ und /a/ signalisiert

[Morphologie]

untersucht die Wortbildung, die Erforschung der Morpheme

Morphem = kleinste bedeutungs- oder funktionstragende Einheiten einer Sprache

Regeln der Wortbildung

Flexion (Beugung, Konjugation + Deklination)

Bsp: *Hund-e* → Grundmorphem Hund + Pluralflexionsmorphem e

Derivation (Wortableitung)

Bsp: *Krank-heit* → Grundmorphem Krank
+ Derivationsmorphem *heit*

Komposition (Wortzusammensetzung)

Bsp: *Haus-tür* → Grundmorphem Haus + Grundmorphem *tür*

[Syntax]

befasst sich mit der Struktur der Sätze einer Sprache, d.h. mit den Regeln, nach denen sprachliche Einheiten zu Satzgliedern und Sätzen zusammengefügt werden

mehr zu Syntax in späteren Sitzungen

[Semantik]

befasst sich mit der Bedeutung sprachlicher Ausdrücke

Lexikalische Semantik

Satzsemantik

Textsemantik

Grundannahme in der Semantik

Kompositionalitätsprinzip (Frege-Prinzip, Gottlob Frege, 1848-1925)

Bedeutung eines komplexen sprachlichen Ausdruck ergibt sich aus den Bedeutungen seiner Teile sowie der Art ihrer Zusammenfügung

[Pragmatik]

befasst sich mit dem kommunikativen Gebrauch von Sprache

Thematische Schwerpunkte

Referenz (konkreter Bezug sprachlicher Ausdrücke)

Präsupposition (das mit konkreten Äußerungen Unterstellte)

Konversationsimplikatur (das systematisch Mitgemeinte und Mitverstandene)

Sprechakt (die mit Äußerungen vollzogenen Handlungen)

[Ebenen der Sprachverarbeitung]

Komponenten beim Verstehen einer Äußerung

Worterkennung

Parsing

Semantische Interpretation + Modellkonstruktion

Pragmatische Interpretation

[Komponenten des Sprachverstehens]

Worterkennung

Identifikation einer Laut- bzw. Buchstabenfolge als ein bestimmtes Wort, Annahme: Worte sind im *mentalen Lexikon* gespeichert, Worterkennung = beeindruckend: Erwachsene kennen vermutlich bis zu 70.000 Worte

Parsing

Analyse der syntaktischen Struktur eines Satzes; kann mehrdeutig sein:

Der Kultusminister überreichte bei der Preisverleihung das Buch der preisgekrönten Schriftstellerin dem Sieger des Lesewettbewerbs.

Der Mann sah den Jungen mit dem Fernglas.

[Komponenten des Sprachverstehens]

Semantische Interpretation + Modellkonstruktion

Semantische Interpretation = Zuweisung von Bedeutung, d.h. Erkennen der kognitiven Inhalte, auf die sich Wörter und Wortfolgen (Phrasen, Sätze, Texte) beziehen

Modellkonstruktion = Bestimmen, auf welches bestimmte Ding (bzw. Situation) sich ein Wort (bzw. eine Wortfolge) bezieht

Zwei Aspekte von Bedeutung

Intension (bzw. Sinn) eines sprachlichen Ausdrucks bezeichnet seinen „Inhalt“; legt fest, auf welche Entitäten sich ein Ausdruck beziehen kann ← **Semantische Interpretation**

Extension (bzw. Referenz) = konkreter Bezug sprachlicher Ausdrücke auf Entitäten in der realen oder fiktiven Welt ← **Modellkonstruktion**

[Komponenten des Sprachverstehens]

Pragmatische Interpretation

Entscheidung, wie das konstruierte Modell einzuschätzen ist, im Hinblick auf bspw. Sprecherintention

[Kognitionswissenschaftlicher Forschungsansatz]

Kognitionswissenschaft

Interdisziplinäre Kognitionsforschung

Beteiligte Disziplinen: Psychologie, Philosophie, Linguistik, Neurowissenschaften, Informatik (Künstliche Intelligenz)

Wurzeln der (modernen) Psycholinguistik (seit Ende der 1950er)

Psychologie (**Performanz**) und Linguistik (**Kompetenz**)

Aufblühen der Psycholinguistik: Versuche, die psychologischen Implikationen von Chomskys Transformationsgrammatik zu testen

[Einflüsse der Nachbardisziplinen auf die Psycholinguistik]

Linguistik

→ starker Einfluss auf Forschung zur syntaktischen Verarbeitung

Philosophie

→ wichtige Rolle für Forschung zur Repräsentation von Bedeutung

Künstliche Intelligenz

KI: Automatisierung von Kognition (Textverstehen, Verstehen gesprochener Sprache)

→ Kann **möglicherweise** Erklärungsansätze für Kognition beim Menschen liefern

[Sprachverarbeitende Computerprogramme]

ELIZA (Weizenbaum, 1966)

Simulation eines Psychotherapeuten (aber auch andere „Gesprächspartner“) arbeitet mit Tricks:

festgelegte Antworten auf bestimmte Schlüsselworte

(z.B. Vater; Ich habe heute meinen Vater getroffen → Erzählen Sie mir etwas über ihre Familie)

Wiederholung des Gesagten mit Umwandlungen (z.B. in eine Frage; Ich habe ein Problem mit meinem Auto. → Warum haben Sie ein Problem mit Ihrem Auto?)

Dennoch: einige Leute wollten immer wieder mit ELIZA „sprechen“

[Sprachverarbeitende Computerprogramme]

SHRDLU (Winograd, 1972)

Domäne = imaginäre Blockswelt (Klötzchen → Türme)

reagierte korrekt auf Anweisungen zur Manipulation der Blockwelt (Setze den grünen Kegel auf das blaue Klötzchen) und konnte Fragen zu vorangegangenen Manipulationen beantworten (Hast Du schon etwas auf das blaue Klötzchen gesetzt?)

„Verständnis“ nur für solche sprachlichen Äußerungen, zu denen SHRDLU Handlungen ausführen konnte

ELIZA/SHRDLU: keine/nur beschränkte syntaktische Analyse

ELIZA: Satzerkennung über Mustererkennung

SHRDLU: Syntaktische Analyse nur für Blocksweltsätze

[Augmented Transition Networks (ATNs)]

ATNs (Erweitertes Übergangsnetzwerk; Woods, 1970): korrekte Analyse der syntaktischen Struktur von jedem syntaktisch korrekten Satz

ATN = Netz aus Subnetzen

Subnetze sind jeweils für spezifische Parsingaufgaben zuständig

Parsing = Ablauf von Zustandsübergängen

Knoten = Zustände, Kanten = zulässige Zustandsübergänge

bei mehreren mögl. Zustandsübergängen: sequentielles „Ausprobieren“

top-down Parsing → Start = Netzwerk für Satz, dann „herunterarbeiten“ (Aufruf untergeordneter Netze)

Beispiel: Satz-Netzwerk → Aufruf des NP-Netzwerks → „Suche“ nach Artikel:
erstes Wort = Artikel → Übergang zum nächsten Zustand
erstes Wort ≠ Artikel → backtracking

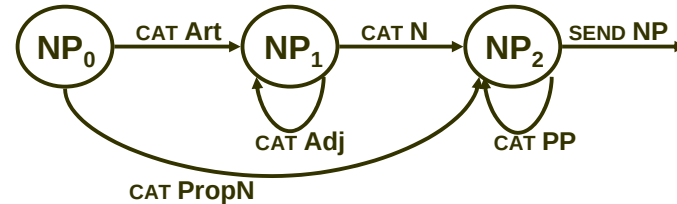
[ATN – Beispiel (Ausschnitt)]

vereinfachte Darstellung von zwei Subnetzen

Satz-Netzwerk



NP-Netzwerk



Adj: Adjektiv; Art: Artikel; CAT: syntaktische Kategorie; N: Nomen; NP: Nominalphrase; PP: Präpositionalphrase; PropN: Eigenname; S: Satz; VP: Verbalphrase

[ATN als Modell für menschliches Parsing?]

ATN = reines top-down Parsing

Sätze können sehr verschiedene Anfänge haben: unterschiedliche syntaktische Kategorien des ersten Wortes
(Artikel, Nomen, Adverb, Adjektiv)

Sätze können sehr verschiedene Anfänge haben: unterschiedliche syntaktische Kategorien des ersten Wortes
(Artikel, Nomen, Adverb, Adjektiv)

Konsequenz für ATN: häufiges backtracking

Menschliches Parsing: vermutlich bottom-up Komponente

[Konnektionismus]

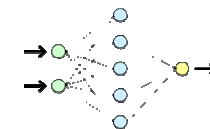
Ansatz, der in der Psycholinguistik immer mehr an Bedeutung gewinnt

Modellierung psychologischer Prozesse mit (künstlichen) neuronalen Netzen (parallel verteilte Verarbeitung)

Neuronale Netze bestehen aus vielen Einheiten (künstl. Neurone), die vielfach miteinander vernetzt sind

arbeiten ohne festgelegten Plan

stattdessen: „Regeln“ und Verhalten entstehen aufgrund der Interaktionen der Neuronen (Stärke der Verbindungen)



mehr zu Konnektionismus in der Sitzung zu Computermodellen

[Aktivierung]

zentrales Konzept für viele Modelle (insbesondere für konnektionistische)
Aktivierung = sich ständig verändernde Größe

Beispiel

Hören des Wortes *Vampir* → Konzept Vampir = hoch aktiviert
Aktivierung nimmt ab, wenn Konzept Vampir danach nicht mehr von Belang ist

Aktivierungsausbreitung

Ausbreitung der Aktivierung von einer hochaktivierten Einheit zu benachbarten Einheiten

Beispiel

Vampir = hochaktiviert → Ausbreitung der Aktivierung zu
bedeutungsverwandten Konzepten (z.B. Sarg)
phonologisch ähnlichen Worten (z.B. Wampe)

[Psycholinguistische Methoden]

Nächste Woche: Experimentelle Methoden (was ist ein Experiment, welche Realisationsmöglichkeiten gibt es, was ist ein statistischer Test)

Jetzt: Kleiner Einblick → Welche Art von Daten werden in psycholinguistischen Untersuchungen erhoben?

zentrale Methode: Zeitmessung

[Lesezeiten]

zum Beispiel

satzweise Präsentation von Texten

→ Messen der Satzlesezeiten

(= Zeit zwischen Einblenden des Satzes auf Monitor und Tastendruck
[„weiterblättern“])

wortweise Präsentation von Sätzen

→ Messen der Wortlesezeiten

(= Zeit zwischen Einblenden des Wortes und Tastendruck)

[Reaktionszeiten]

Messen der Zeit, die die Probanden (Pbn) für eine bestimmte Aufgabe brauchen

Typische Aufgaben

Lexikalische Entscheidungsaufgabe (lexical decision)

Präsentation einer Buchstabenabfolge

Pbn sollen per Tastendruck entscheiden, ob es sich dabei um ein Wort handelt oder nicht

Benennung (naming)

Präsentation eines Wortes

Pbn sollen das Wort sagen

[Priming]

Methode, die häufig im Zusammenhang mit lexikalischer Entscheidung / Benennung verwendet wird

geprüft wird, ob ein zuvor präsentiertes Wort die Verarbeitung eines nachfolgend präsentierten Wortes erleichtert, erschwert oder gar nicht beeinflusst

Beispiel

zuerst *Vampir* und dann *Sarg*
versus zuerst *Blume* und dann *Sarg*

→ Effekt auf lexikalische Entscheidung oder Benennung?

[Blickbewegungsmessung]

(1) beim Lesen

Messen der Fixationsdauern („Betrachtungszeiten“) auf einzelnen Wörtern und Regressionen („Rückblicke“)

Vorteile (gegenüber simpler Lesezeitmessung)
feineres Maß, natürlicheres Lesen

(2) beim Betrachten von Bildern + Hören von Sätzen

Visual-World-Paradigma: Pbn hören einen Satz und betrachten gleichzeitig eine Szene, die die im Satz genannten Gegenstände und Personen abbildet

Messen der Fixationsdauern auf Teilen des Bildes und der Häufigkeit von Fixationen an bestimmten Stellen des Satzes

[Ereigniskorrelierte Potentiale (EKP)]

Messung der elektronischen Aktivität durch Aufzeichnung der Spannungsschwankungen an der Kopfoberfläche (Anbringen von Elektroden)

EKP (event-related-potentials, ERP): Messung der Aktivität, die durch die Präsentation eines Stimulus ausgelöst (evoziert) wird

Bezeichnung für „Spitze“ (peak, maximale Amplitude) **eines EKP:**

in Abhängigkeit von Polarität der Spannung (pos./neg.) und der Zeit (in Millisekunden) die zwischen Stimuluspräsentation und Spitze vergangen ist

N400

bei semantischen und syntaktischen Fehlern im Stimulus

[Bildgebende Verfahren]

Bildgebende Verfahren (Positronen-Emissions-Tomographie, PET; Magnetresonanztomographie, MRT; Computertomographie, CAT) liefern Schnittbilder des gesamten Gehirns

→ machen Aktivierung im gesamten Gehirn sichtbar

Subtraktionsmethode

Pbn führen Aufgaben in zwei Varianten aus (z.B. laut versus leise lesen)

Subtraktion der Bilder der beiden Varianten

→ Identifikation der Stelle im Gehirn, an der der kritische Unterschied zwischen beiden Aufgaben lokalisiert ist (im Beispiel: Vokalisierungskomponente beim lauten Lesen)

Probleme

Durchschnittsbildung für verschiedene Probanden

Offen bleibt wie Aktivierung in Bezug auf Verarbeitungsprozesse zu erklären ist