
Semantische Sprachverarbeitung

Carola Eschenbach
Universität Hamburg, MIN-Fakultät, Dept. Informatik
AB Wissens- und Sprachverarbeitung (WSV)

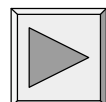
Sommersemester 2009

Semantische Sprachverarbeitung

Vorlesung 11

Anaphorik / Pronomeninterpretation

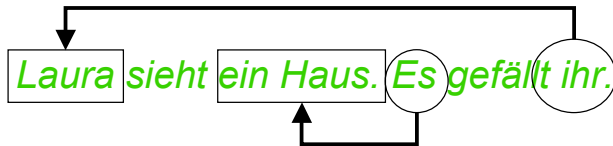
- Pronomen als Anaphern
- Referentielle Netze



Anaphernresolution

Bisher ungelöst

- Beispiel



- Welche Informationen sind für das Auffinden des Antezedenten erforderlich?
- Numerus, Genus, ...

Pronomen

Personalpronomen, 1. und 2. Person

- Bezug auf Partizipanten des Diskurses (deiktisch)
 - Deutsch: *ich, du, wir, ihr*
 - Englisch: *I, you, we, you*

Personalpronomen, 3. Person

- Bezug auf vorerwähnte Personen und Objekte (anaphorisch)
 - Deutsch: *er, sie, es, sie*
 - Englisch: *he, she, it, they*

Reflexivpronomen

- gebunden
 - Deutsch: *mich, dich, sich, uns, euch*
 - Englisch: *myself, yourself, himself, herself, itself, ...*

Beispiele

- *Maria* sieht *sich*.
- *Maria* sieht *Peter*. *Er* sieht *sie* nicht.
- *Maria* sieht *sie*. ≠ *Maria* sieht *sich*.
- *Maria* *beeilt* *sich*. **Maria* *beeilt* *Peter*.
- *Es* regnet. ≠ *Der Regen* / *Die Wolke* regnet.

Referierende Pronomen

Reflexivpronomen

- *Maria* *sieht* *sich*.
 - Bezug auf NP im selben Satz.
 - Weitere syntaktische Beschränkungen

Personalpronomen

- *Maria* *sieht* *Peter*. *Er* *sieht* *sie* *nicht*.
 - Bezug satzübergreifend möglich
 - Satzinterne Bezüge eingeschränkt.

„Uneigentliche“ Verwendungen

- keine Referenz
 - *Es* *regnet*; *Maria* *beeilt* *sich*.

Referenz von Pronomen

Referentenquellen

- Äußerungssituation: deiktisch
 - *Wer ist er denn?*
- Vortext: anaphorisch
 - *Laura tanzt. Sie ist glücklich.*
- Folgetext: kataphorisch
 - *Dass er tanzen kann, hat Peter Maria erzählt.*

Referenzbeschränkungen

- syntaktisch strukturell: Modellierung durch DRS-Einbettung
- Genus, Numerus
- Fokus, Prominenz von Objekten im Kontext

Genus und Numerus bei Pronomen: English

semantische Übereinstimmung

- mit nat. Geschlecht
 - *The child ... he / she / *it ...*
 - *The girl ... she ...*
 - *The person ... he / she / *it ...*
- mit Gliederung
 - *The group ... they ...*

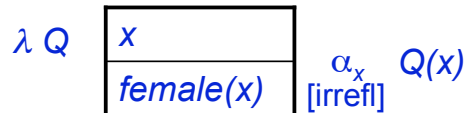
syntaktische Übereinstimmung

- Nomen tragen kein Genus-Merkmal
- mit Numerus
 - *The group ... it ...*

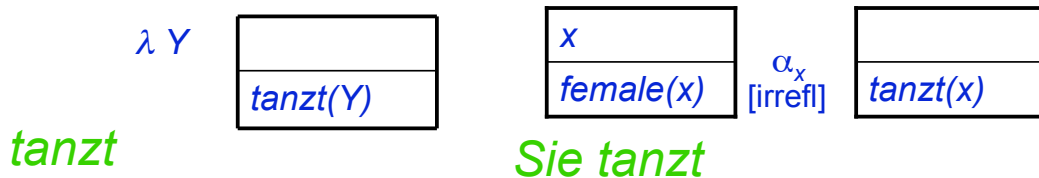
Anaphorische Pronomen: Freie Variablen markieren

Pronomen im Lexikon

- Hier sind die Referenten nicht bekannt!
- Daher werden Pronomen gekennzeichnet:
 - α -DRS



- Referenten sind im Eingabe-Kontext oder in übergeordneten DRSen zu suchen



DRT-Erweiterungen

α -DRS

Distanz-Effekte

- Pronomen greifen mehrheitlich Objekte auf, die im Fokus der aktuellen Textpassage stehen
 - Text-Fokus
 - Agenten-Fokus

Erweiterung um Fokusstacks

- Generierung eines Fokusstacks
- Zugriff von Pronomen auf passende Objekte im Fokusstack
- Veränderung des Fokusstack durch Satzverarbeitung

Genus und Numerus bei Pronomen: Deutsch

syntaktische Übereinstimmung

- mit Nomen-Genus, -Numerus
 - Das Mädchen / Das Kind ... es ...
 - Die Person ... sie_{sg} ...
 - Der Fachbereichsrat ... er ...
 - Der Roboter ... er ...
 - Die Maschine ... sie_{sg} ...

semantische Übereinstimmung

- mit nat. Geschlecht, Gliederung
 - Das Mädchen ... sie_{sg} ...
 - Das Kind / Die Person ... er / sie_{sg} ...
 - Der Fachbereichsrat ... sie_{pl} ...

Referentielle Netze

Habel, Christopher (1986).

Prinzipien der Referentialität. Untersuchungen zur propositionalen Repräsentation von Wissen. Springer: Berlin.

Referentielle Netze (Habel, 1986)

konzipiert als Basis zur Modellierung referentieller Prozesse

Unterscheidung zwischen

- Repräsentationen von Objekten (RefOs)
- Repräsentationen sprachlicher Ausdrücke (Deskriptionen)
- Repräsentationen von deren grundlegenden Eigenschaften und Beziehungen (Attribute)

Möglichkeit zur Differenzierung des Modells durch Attributierung

Referentielle Netze und Sprachverarbeitung

Referenzobjektidentifikatoren (RefOs) werden durch

- Refo-Attribute (grundlegende Eigenschaften) und

→ male — r_1

bond

name, sg

$\eta x[\text{cute}(x)]$

- Designatoren (Objektbezeichnungen, Terme) beschrieben.

- Designator-Attribute spezifizieren die Designatoren

Designatoren und Attribute

RefO-Attribute

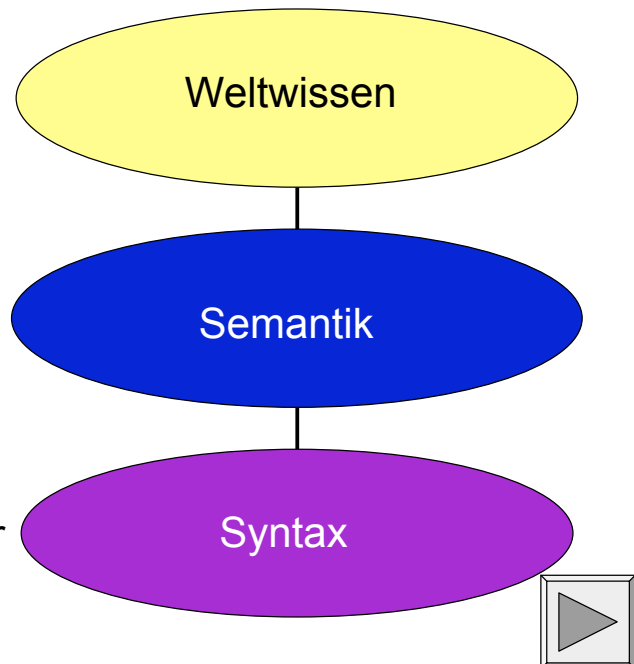
- Ontologische Eigenschaften der Objekte

Designatoren

- Beschreibung der Objekte
- Semantisches Wissen

Designatorattribute

- sprachliche Merkmale der Beschreibungen



Beziehung von Referentiellen Netzen zur DRT

Referenzorientierte Analyse von Nominalphrasen

- im Gegensatz zu quantifikationellen Analysen
- vgl. Mentale Modelle in der Psycholinguistik

Orientierung an referentiellen Prozessen und deren Randbedingungen,

- nicht an sprachlich-strukturellen Einschränkungen

Modellierung einschlägiger grammatischer Merkmale

Diskursrepräsentation mit einheitlichem Rahmen für

- Satzmodell
- Diskursmodell
- Hintergrundwissen

Referentielle Netze und Logische Sprachen

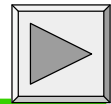
Referentielle Netze

- basieren auf einer formalen Sprache
- (SRL - Semantic Representation Language)
- sortierte Termmenge

Die Bestandteile der Netze

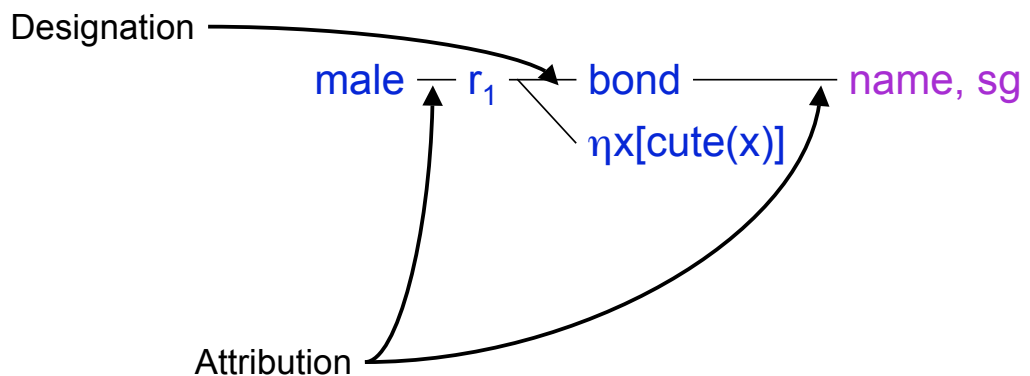
- sind Terme
- (nicht Formeln)

Termbildende Operatoren stehen im Vordergrund



Referentielle Netze und Sprachverarbeitung

Zwei Typen von Basisrelationen



Termbildende Operatoren und Deskriptionen

Konstanten

- ggf. als Stellvertreter für Eigennamen

r_1 — bond

Funktionssymbole

- für eindeutige Abbildungen

r_2 — mother_of(r_1)

Deskriptionsoperatoren

- ι : Darstellung von definitiver Referenz: Russell

r_3 — ιx moon(x)

- η : Darstellung von indefiniter Referenz: Hilbert/Bernays

r_4 — ηx man(x)

Deskriptionsoperatoren / Kennzeichnungsoperatoren

Syntaktische Eigenschaften

- bilden einen Term
 - binden eine Variable
 - wie Quantoren, Lambda
 - werden mit einer Formel kombiniert (in der die Variable vorkommen sollte)
- alternative Betrachtung
 - werden mit einem einstelligen Prädikat kombiniert
 - Typenlogisch: $\langle\langle e, t \rangle, e\rangle$

Ein bekannteres Beispiel

- $\{x \mid P(x)\}$: Abbildung einer Eigenschaft (P) auf eine Menge

Interpretation von Referentiellen Netzen

Sei **D** eine Menge und **I** eine Interpretation in **D**

I erfüllt die Bedingungen des Referentiellen Netzes, wenn folgendes erfüllt ist:

r_1 — bond $I(r_1) = I(\text{bond})$

r_2 — mother_of(r_1) $I(r_2) = I(\text{mother_of}(r_1))$

r_3 — ιx moon(x) $\{I(r_3)\} = \{d \in D \mid I_{[x \rightarrow d]}(\text{moon}(x)) = \text{wahr}\}$

r_4 — ηx man(x) $I(r_4) \in \{d \in D \mid I_{[x \rightarrow d]}(\text{man}(x)) = \text{wahr}\}$

Vgl. Exkurs zur modelltheoretischen Semantik der Prädikatenlogik in Vorlesung 3.

Fokussierung als Transformation

r_3 : der Ehemann von r_5

r_3 — ιx husband(x, r_5)

r_4 : ein Kind von r_5

r_4 — ηx child_of(x, r_5)

r_3 ist Ehemann von r_5

husband(r_3, r_5)

r_4 ist Kind von r_5

child_of(r_4, r_5)

r_5 hat r_3 als Ehemann

r_5 — ηx husband(r_3, x)

r_5 hat r_4 als Kind

r_5 — ηx child_of(r_4, x)

RefO-Attribute

- das konzeptuell / ontologische Wissen über die Objekte
- sind (weitgehend) sprachunabhängig (eher kulturabhängig)

Beispiele

- Sortenattribute repräsentieren die Zugehörigkeit zu grundlegenden Kategorien (kognitive Ontologie), z.B. ‚Belebtheit‘, ‚Konkretheit‘, ...
 - meet: ⟨situation, human, human⟩
 - move: ⟨situation, mobile, path⟩
- Sexus (bei Lebewesen)
- Teile (bei Kollektionen von Objekten → Numerus)

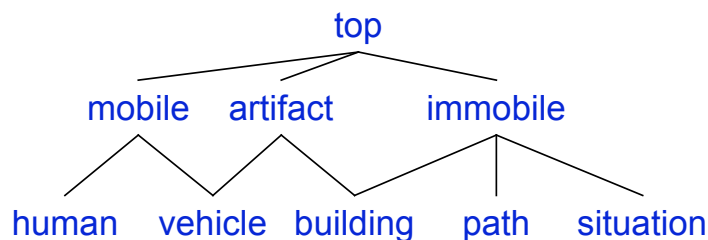
Beispiel: Sortenspezifikation der Operatoren

plane/1 -- (vehicle)

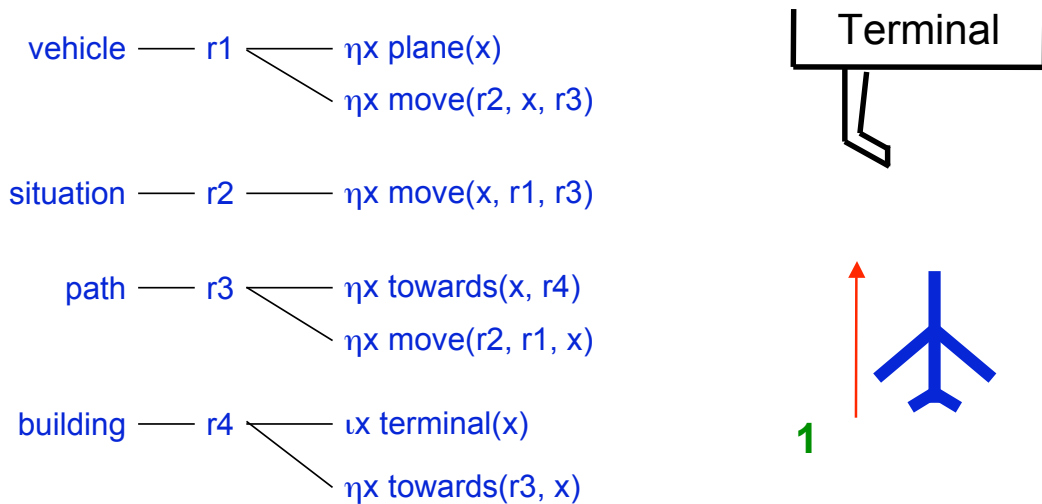
terminal/1 -- (building)

towards/2 -- (path, top)

move/3 -- (situation, mobile, path)



A plane is moving towards the terminal.



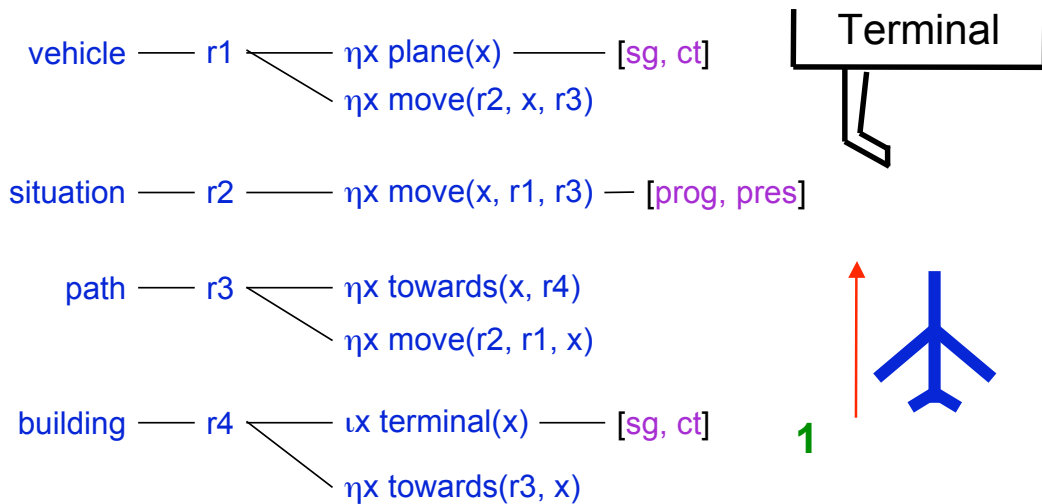
Designatorattribute

- spezifizieren sprachlich relevante Aspekte der repräsentierten Ausdrücke (z.B. syntaktische Merkmale)
- sind abhängig von den Einzelsprachen
- sind kompetenten Sprachverwendern (implizit) bekannt

Beispiele

- Genus (im Deutschen)
- Numerus
- Tempus, Aspekt (Verb-Designatoren)

A plane is moving towards the terminal.



Attributsdimensionen

werden durch systematisch zusammengehörige Attribute gebildet

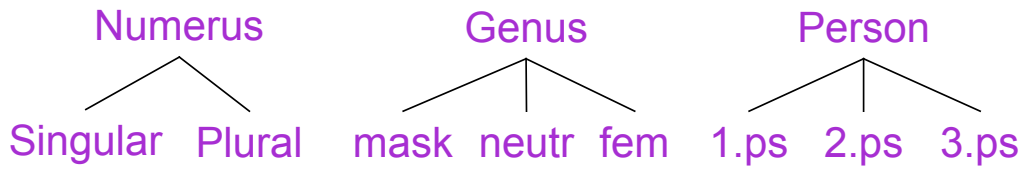
- **sg.** & **pl.:** Numerus
- **feminine** & **masculine** & **neutral:** Genus
- **atom**, **complex**, **mass:** Structure
- **female** & **male:** Sexus

können strukturiert sein (Verbandsstruktur)

müssen unter Umständen vermischt spezifiziert werden.

Attributsdimensionen

Designatorattribute



RefO-Attribute

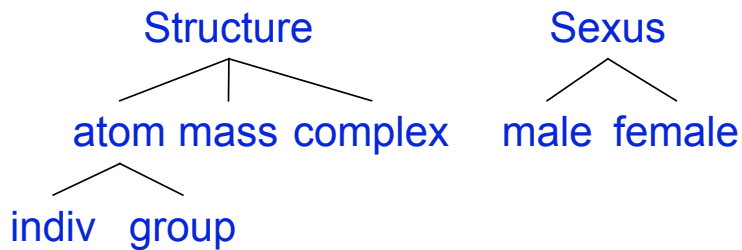
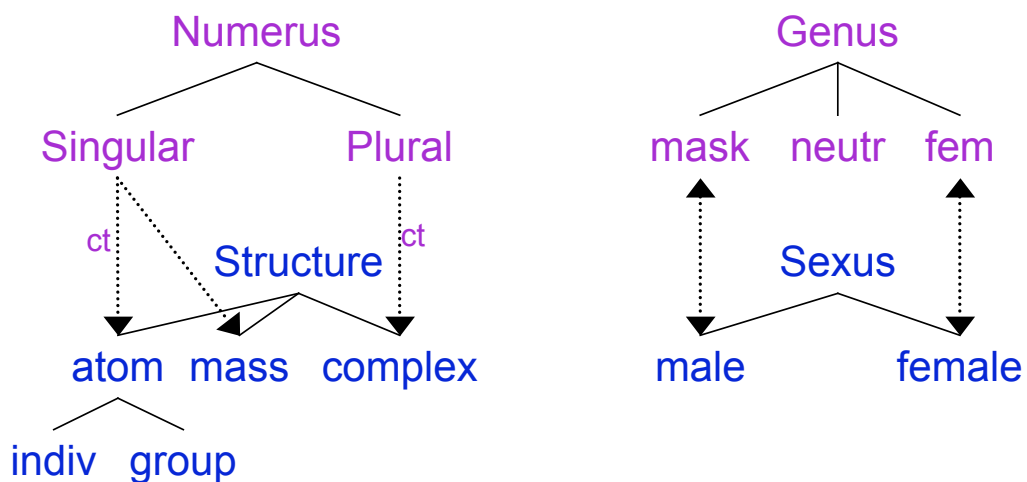
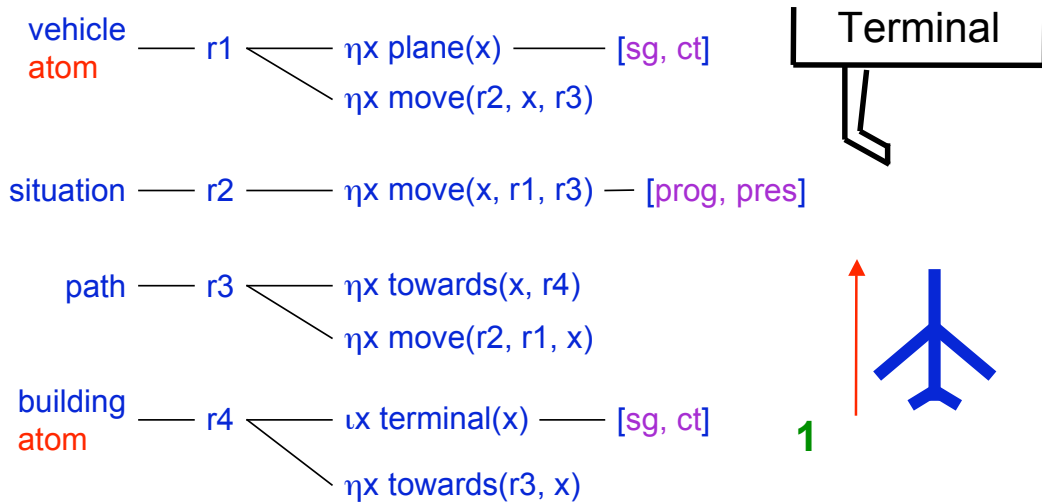


Abbildung zwischen Attributen: Englisch, Deutsch



A plane is moving towards the terminal.



Sätze beschreiben Situationen

Sätze in natürlichen Diskursen

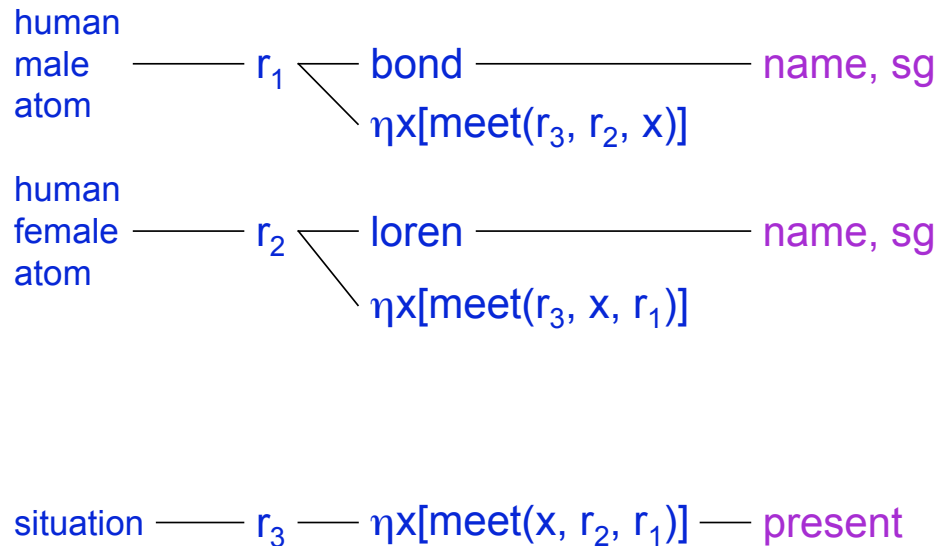
- sind nicht einfach wahr oder falsch
- sondern beschreiben eine (zeitlich / räumlich verankerte) Situation (korrekt oder inkorrekt)
 - *Loren meets Bond.*
 - *Bond is hungry.*

Situationen können durch Referenzobjekte repräsentiert werden

- Relationen, die durch Verben eingeführt werden, spezifizieren eine Situation.

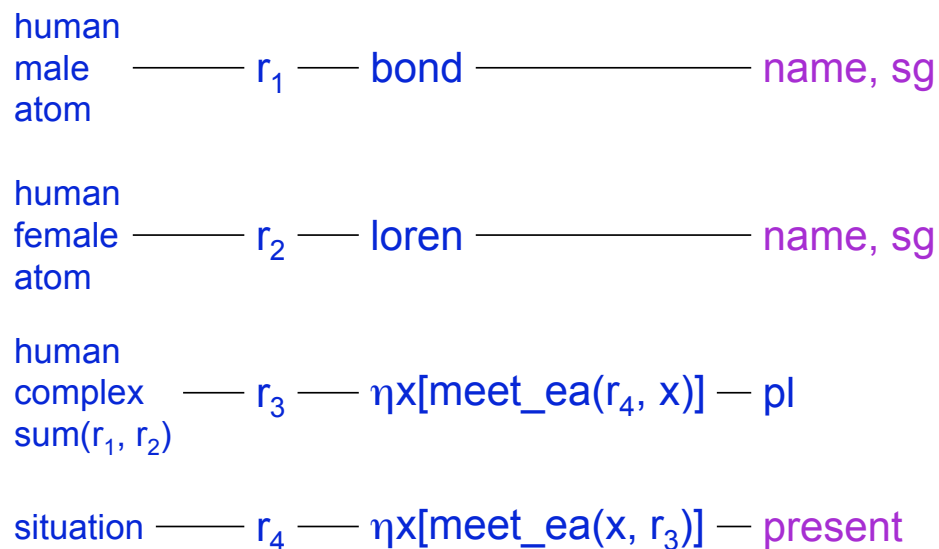
Referenzobjekte für Situationen

Bond meets Loren



Referenzobjekte für Kollektionen von Objekten

Bond and Loren meet



Personal-Pronomina (Deutsch)

	sg		sg		pl		sg		pl	
	3.mask	3.neutr	3.fem	3.ps	1.ps	1.ps	2.ps	2.ps		
Nominativ	er	es	sie	sie	ich	wir	du	ihr		
Akkusativ	ihn				mich		uns		dich	euch
Reflexiv	sich	sich	sich	sich	mich	uns	dich	euch		
Dativ	ihm	ihm	ihr	ihnen	mir	uns	dir	euch		
Gen / Poss	sein-	sein-	ihr-	ihr-	mein-		uns-		dein-	eur-

er r_n — $\eta x[\text{pron}(x)]$ — 3.ps, sg, mask

ihm r_n — $\eta x[\text{pron}(x)]$ — 3.ps, sg, (mask v neutr)

sie r_n — $\eta x[\text{pron}(x)]$ — 3.ps, (sg, fem) v pl

Personal-Pronomina (Englisch)

	sg		sg		pl		sg		pl	
	3.mask	3.neutr	3.fem	3.ps	1.ps	1.ps	2.ps	2.ps		
Nominativ	he	it	she	they	I	we	you	you		
Akkusativ	him		her	them	me		us	you	you	
Dativ	him	it	her	them	me	us	you	you		
Poss	his	its	her	their	my	our	your	your		

he r_n — $\eta x[\text{pron}(x)]$ — 3.ps, sg, mask

you r_n — $\eta x[\text{pron}(x)]$ — 2.ps

Attribute und Fokussierung

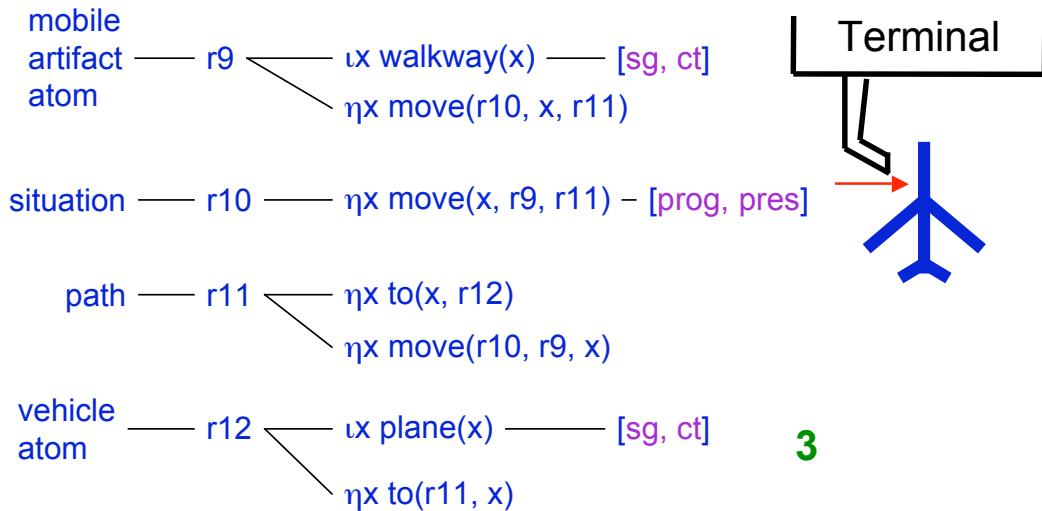
Genus vs. Sexus

- Paul hat ein Kind. Er liebt es sehr. Es ...
- Paul hat ein Kind. ?Sie geht schon zur Schule.
- Paul hat ein Kind. Es ist ein Mädchen. Er liebt es sehr. Es ...
- Paul hat ein Kind. Es ist ein Mädchen. Sie geht schon zur Schule. *Es ...
- Paul hat ein Kind. Es ist eine Tochter. Er liebt sie sehr.
- Paul hat ein Kind. Es ist eine Tochter. ?Er liebt es sehr.

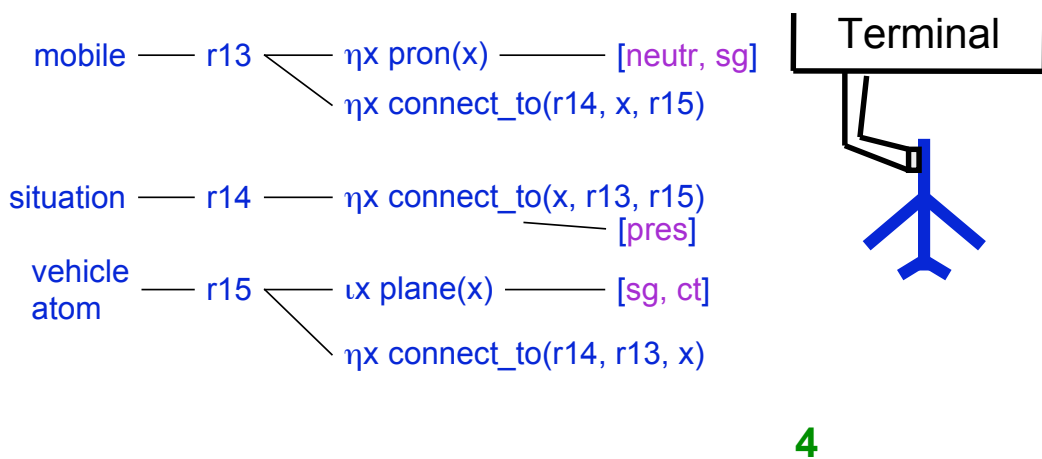
„Object attributs stay, description attributes fade away.“

Ein (einfaches) Beispiel

The walkway is moving to the plane.

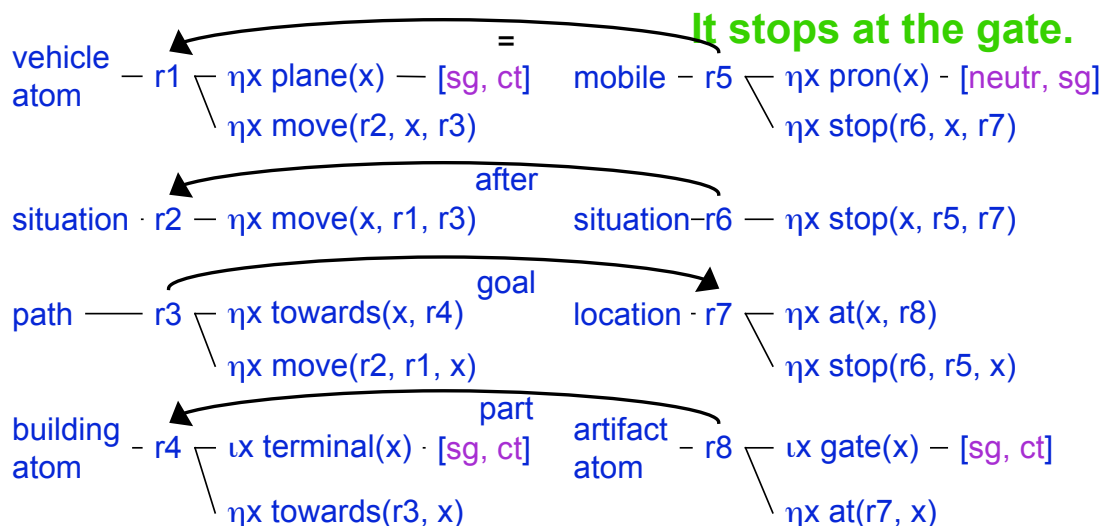


It connects to the plane.



Satzverbindungen (1)

A plane is moving towards the terminal.



Satzverbindungen: Wissensquellen

A plane is moving towards the terminal.

It stops at the gate.

Diskurspragmatik

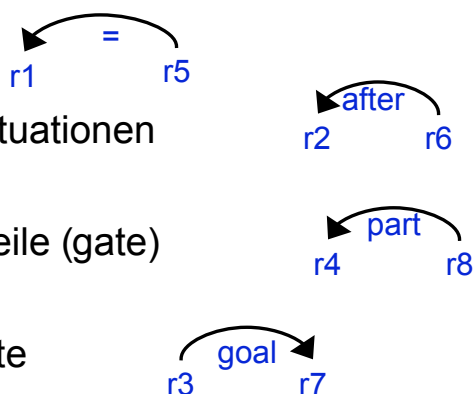
- Referenzbestimmung
- Zeitliche Relation zwischen Situationen

Hintergrundwissen

- Objekte (Terminal) und ihre Teile (gate)

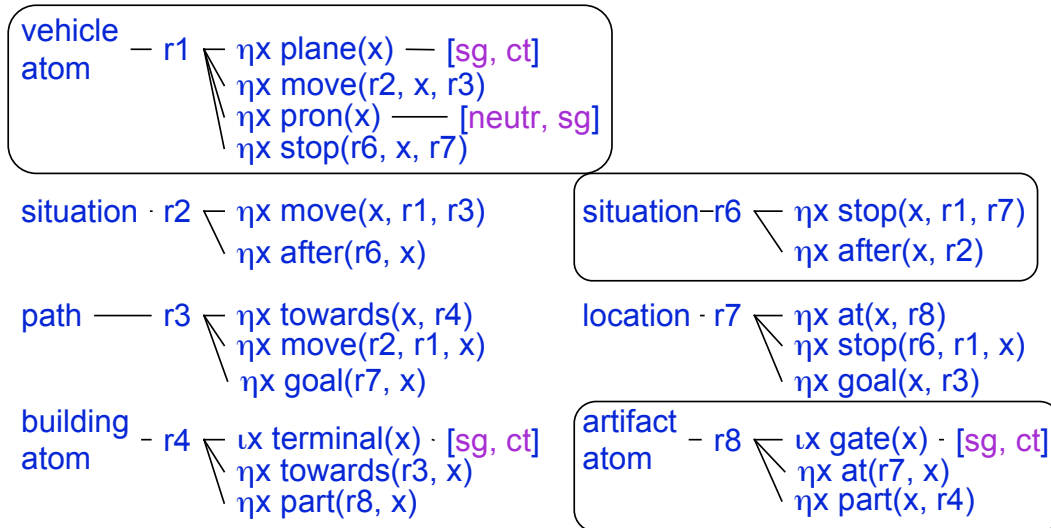
Räumlich/zeitliches Wissen

- Bewegung auf Pfaden und Orte



Diskursnetz (1)

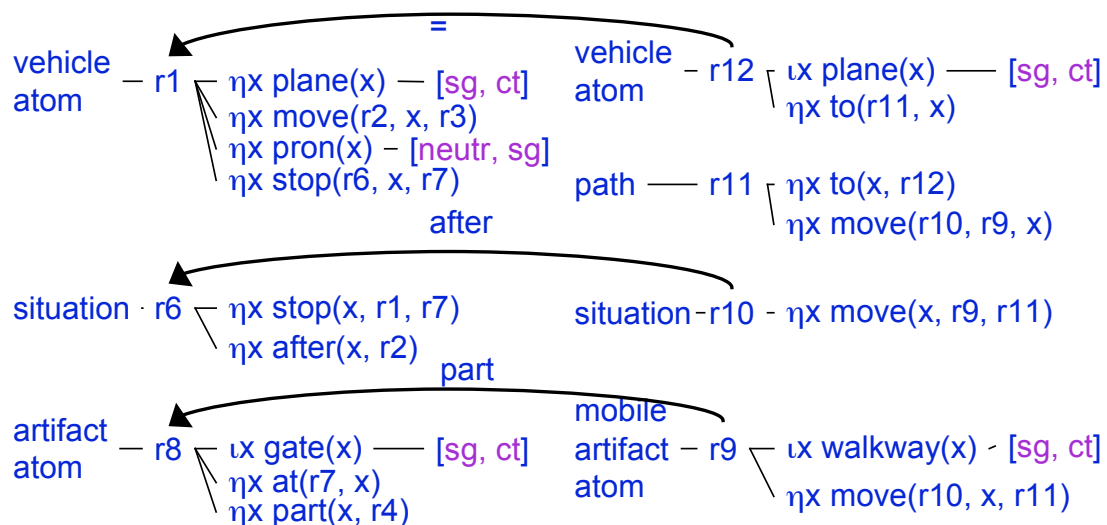
A plane is moving towards the terminal. It stops at the gate.



Satzverbindungen (2)

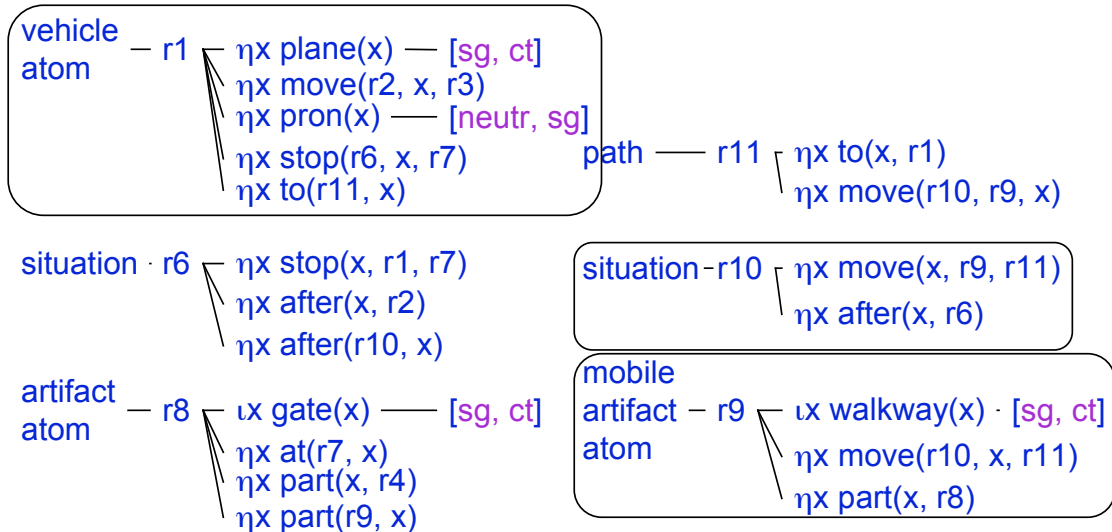
A plane is moving towards the terminal. It stops at the gate.

The walkway is moving to the plane.



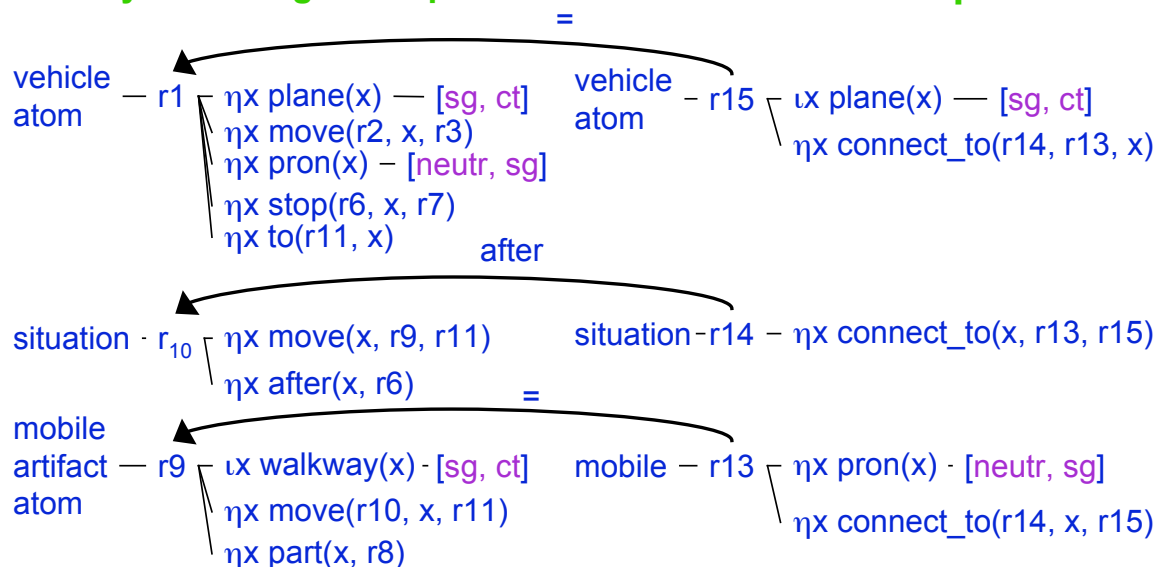
Diskursnetz (2)

A plane is moving towards the terminal. It stops at the gate. The walkway is moving to the plane.



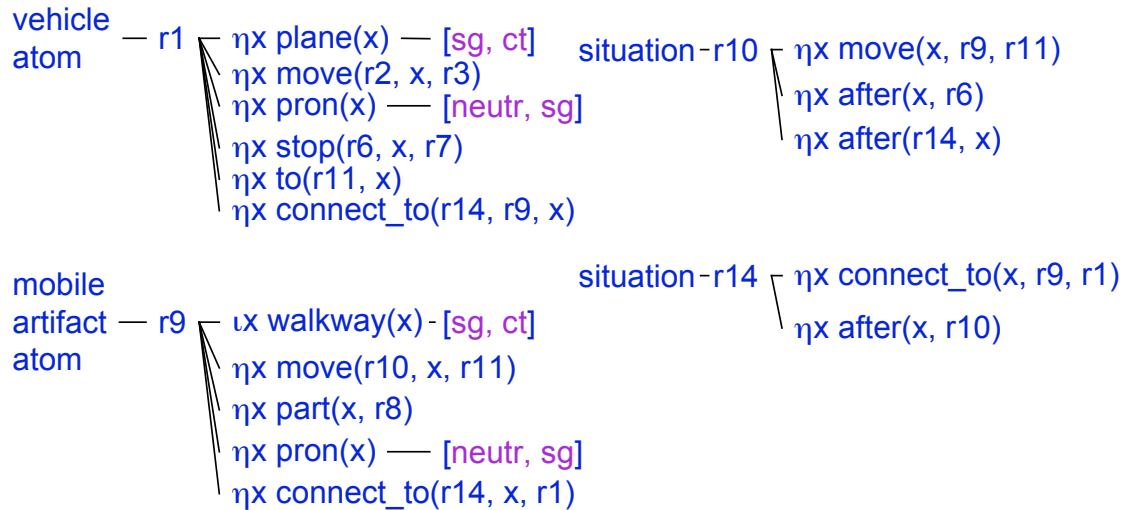
Satzverbindungen (3)

A plane is moving towards the terminal. It stops at the gate. The walkway is moving to the plane. **It connects to the plane.**



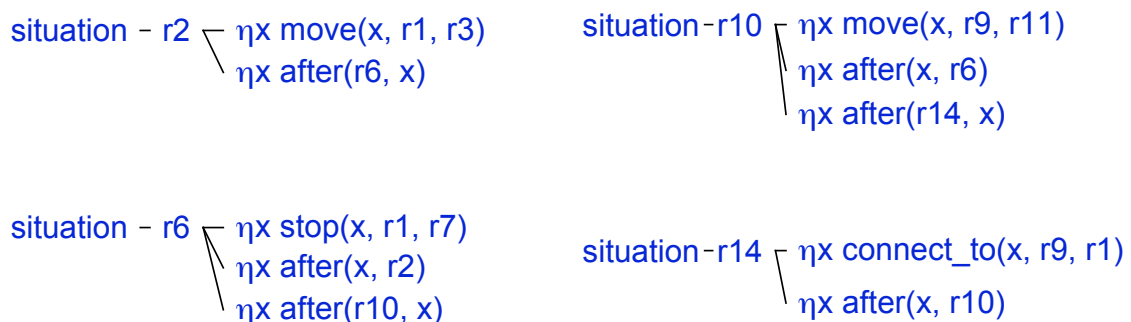
Diskursnetz (3)

A plane is moving towards the terminal. It stops at the gate. The walkway is moving to the plane. It connects to the plane.



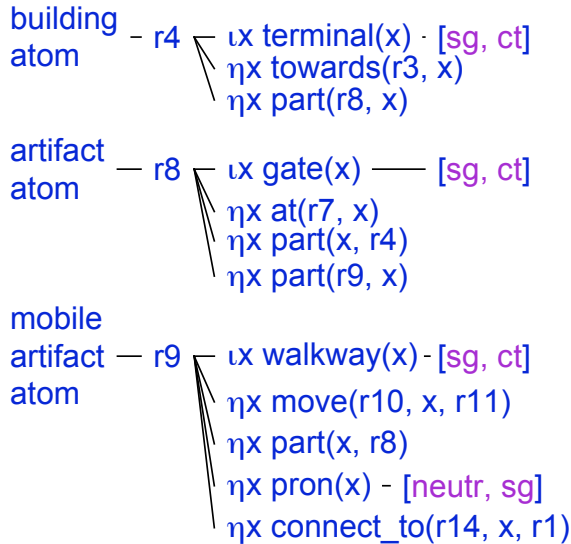
Das geschilderte Geschehen

A plane is moving towards the terminal. It stops at the gate. The walkway is moving to the plane. It connects to the plane.



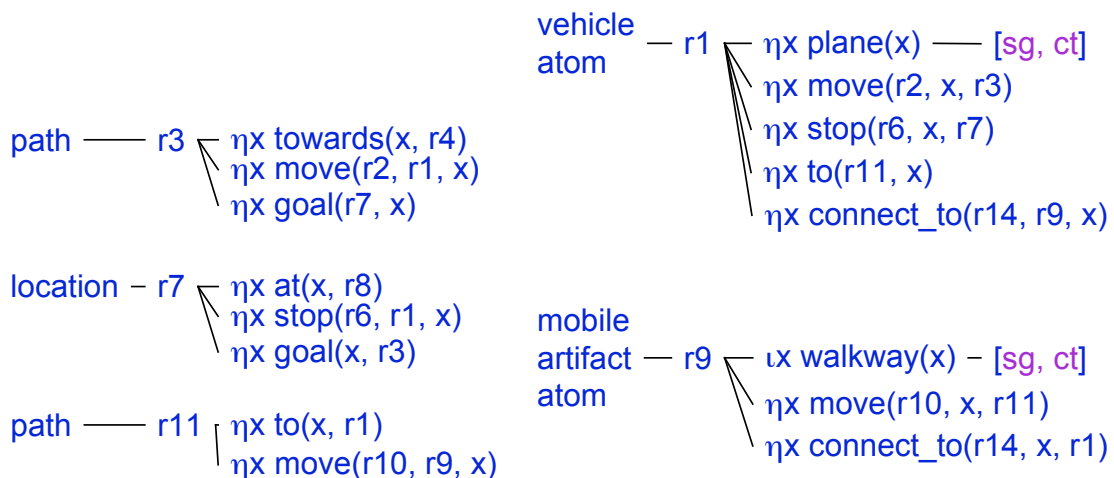
Das Terminal und seine Teile

A plane is moving towards the terminal. It stops at the gate. The walkway is moving to the plane. It connects to the plane.



Raum und Bewegung

A plane is moving towards the terminal. It stops at the gate. The walkway is moving to the plane. It connects to the plane.



Zusammenfassung

Formalismen für die Anaphernbehandlung

- DRT
 - Fokussierung auf sprach-strukturelle Restriktionen
 - Diskursreferenten / Bedingungen
 - Komplexe DRSen (λ , \oplus , α) als technische Lösung von Kompositionalitätsproblemen
- Referentielle Netze
 - Repräsentation der aufgebauten mentalen Modelle
 - Objekt-zentriert
 - Attribute zur Merkmalsrepräsentation
 - Deskriptionen zur Konzeptanbindung
- Kombination der Ansätze ist möglich

Literatur

Referentielle Netze

- Habel, Christopher (1986). Prinzipien der Referentialität. Untersuchungen zur propositionalen Repräsentation von Wissen. Springer: Berlin.
- Carola Eschenbach (1988). SRL als Rahmen eines textverarbeitenden Systems, Universität Hamburg, Arbeitspapier (GAP-AP 3).

Literatur

DRT

- Kamp, Hans (1981). A theory of truth and semantic representation. In J. Groenendijk, Th. Janssen & M. Stokhof (eds.) *Formal Methods in the Study of Language* (pp. 277–322). Mathematisch Centrum: Amsterdam. Auch in: J. Groenendijk, Th. Janssen & M. Stokhof (eds.) (1983): *Truth, Interpretation, and Information*. Dordrecht: Foris, 1-41. (= GRASS 2)
- Kamp, Hans & Uwe Reyle (1993). *From Discourse to Logic. Introduction to Modeltheoretic Semantics of Natural Language, Formal Logic and Discourse Representation Theory*. Dordrecht: Kluwer.
- Blackburn, Patrick & Johan Bos (1999). *Working with Discourse Representation Theory. An Advanced Course in Computational Semantics*. Ms. [Online](#)

Geometrischer Agent: Instruktionsbasierte Navigation

Umgebung für

Studienprojekte

- Robuste Verarbeitung von Instruktionen

Studien- und Diplomarbeiten

- Interaktion von Sprache und (simulierter) 'Wahrnehmung'
- Instruktionsbasierte Handlung / Entscheidung
- Sprachverarbeitung (Referenz, Zeitlicher Ablauf)
- Wissensverarbeitung (Konzepte, Raum, Zeit, Handlungen)

Formalismen

Programmiersprachen

- PROLOG (Sprachverarbeitung)
- Java (Simulationsumgebung, Handlungsablauf, Wissensverarbeitung)

Wissensrepräsentationsformalismen

- Referentielle Netze (Sprachverarbeitung)
- Conceptual Route-Instruction Language (CRIL)

Verarbeitungsmethoden

- Kompositionaler Semantik-Aufbau, Anaphernverarbeitung
- Graphen-Vergleich
- Wissensrevision, ATMS

Beispiel

- wenn du beim pfoertner stehst dann siehst du das hoechste gebaeude auf dem gelaende haus f.
- von haus f fuehrt im ersten stock ein uebergang zu haus d.
- gehe zuallererst zwischen haus d und haus f unter dem uebergang durch.
- auf der rueckseite von haus d gehst du entlang bis auf deiner rechten seite haus e erscheint.
- haus e betrittst du ueber eine rampe.

Instruktionsverarbeitung

```
[pf_object, atom, agent] -
  instructee - iota(A2, instructee(A2))-[sg]
    - eta(A3, pron(A3))-[sg, 2, partn]
    - eta(A8, be_at(r477, A8, r468))-[]
    - eta(A9, view(r483, A9, r490))-[]
    - eta(A7, go(r682, A7, r683))-[]
    - eta(A4, go(r835, A4, r836))-[]
    - eta(A5, seite(r862, A5))-[]
    - eta(A6, view(r901, A6, r899))-[]
    - eta(A1, go(r919, A1, r920))-[]
```

Demo ?
