

Projekt Robuste Instruktion

2. Sitzung, 28.10.05

Ablauf

- Organisatorisches
- Literatur und Vorträge
- Der geometrische Agent
 - Vorstellung
- Ausprobieren der Implementation
 - allein oder in Paaren
 - Kennenlernen der Oberfläche und Fähigkeiten
 - Rückfragen jederzeit möglich
 - Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten
 - Zusammentragen am Dienstag
- Nachmittags: Besuch der Expo
 - Ziel: wie wollen wir bei der nächsten Expo das Projekt präsentieren ?
 - Zusammentragen am Dienstag

Der Geometrische Agent

Carola Eschenbach, Christopher Habel,
Hedda Schmidtke, Ladina Tschander, Jan
Helwich, Andrzej Walczak, Mareile Knees,
Evelyn Gius, Nils Bittkowski
University of Hamburg, Department for Informatics

Our Topic

Communication about space: Instructed navigation

- Building internal representations from linguistic input
- Mapping internal representations to the world

Two phases in instructed navigation

- Instruction phase
- Navigation phase

Semantics and pragmatics of spatial language

Instructed navigation

In-advance route instructions

Instruction phase

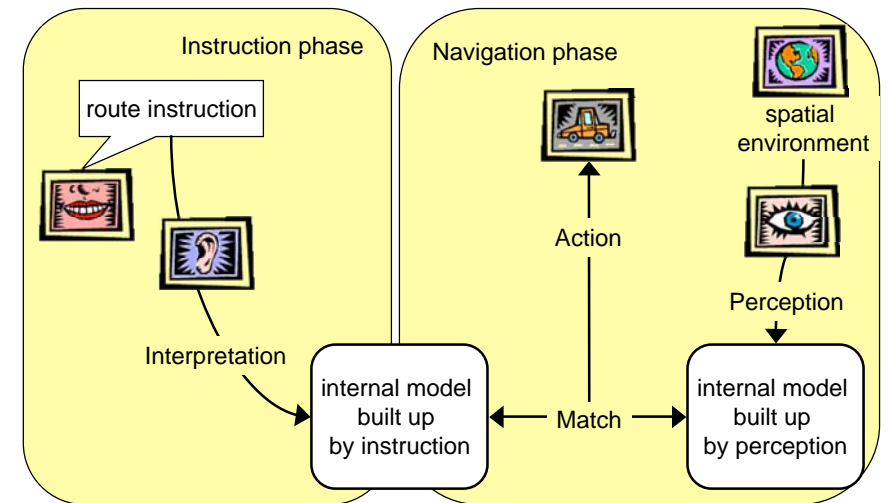
- Instructor and instructee are perceptually separated from the route.
- The instructor describes the route, the environment, and actions to be performed.
- The instructee has to build up an internal representation of the route.

Navigation phase

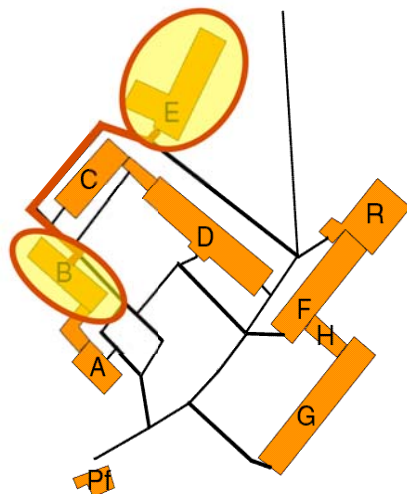
- The navigator perceives parts of the route.
- The navigator has to match
 - the internal model built up from the instruction
 - the perceived scene
- The navigator has to refine the communicated action plan

- Focus on the **instructees / navigators** and their **conceptual representations**

Instructed navigation



Route instructions: The example domain

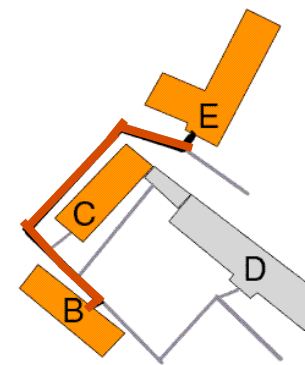


Campus
Department for Informatics
Hamburg University

A query:

How can I get
from the cafeteria to house 'E'?

Route instructions: An example



Wenn du aus der Mensa kommst,
[when you leave the cafeteria]
geh nach links,
[walk to the left]
zwischen Haus B und Haus C durch.
[through [the region] between B and C]
Geh hinter Haus C lang,
[walk along behind house C]
und dann, wenn du an Haus C vorbei bist,
[and then, when you are past house C]
wieder nach rechts.
[again to the right]
Dann stehst du vor Haus E.
[then you will stand in front of house E]

Geometric Agent and CRIL

Geometric Agent

- Formal framework to test and evaluate cognitive representations and processes
- focus on higher cognitive processes
- abstract from lower perception and action

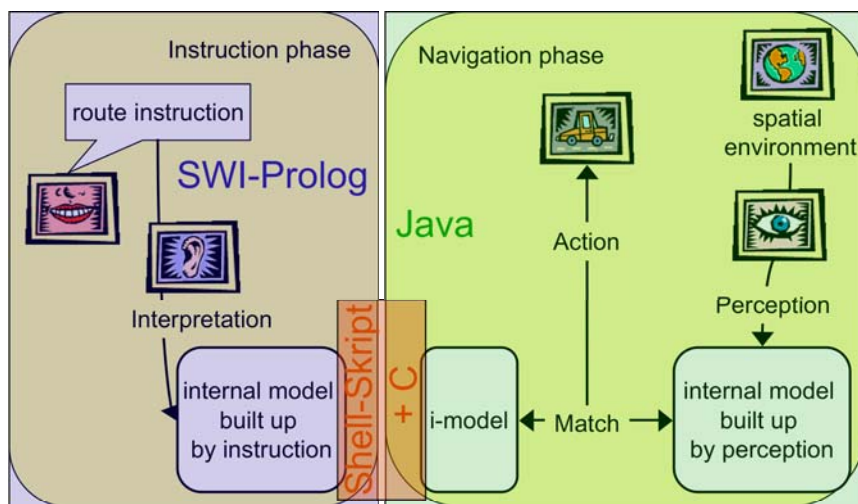
CRIL – Conceptual Route Instruction Language

- Conceptual language
 - with a focus on spatial concepts and instruction
- Representation of meaning of route instructions
 - Basis for semantic and pragmatic processing
- Evaluation regarding the perceived scene
 - identification of landmarks, decision points and tracks

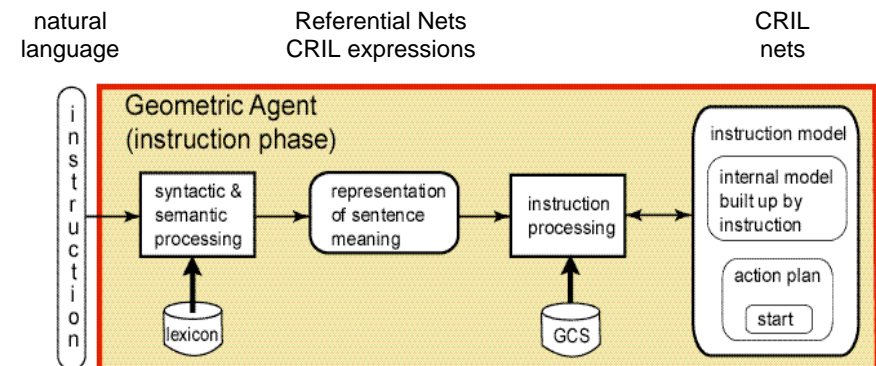
Der Geometrische Agent: Ein Überblick

- Die Basis:
 - Axiomatische Charakterisierung räumlicher Konzepte
 - Ausgangspunkt: semantische Analysen räumlicher Ausdrücke in geometrischem Rahmen
 - Ziel: Test-Umgebung für die Analysen
- Der heutige Vortrag
 - Der GA und seine (derzeitig) Implementation
 - (Instruktionsphase)
 - Navigationsphase
 - Wissensrepräsentation und -verarbeitung

GA-Implementation



Instruction phase: Overview



The ingredients of route instructions

- Information about spatial entities in the environment
 - Landmarks
 - buildings, trees
 - tracks (marked paths)
 - Spatial Entities
 - Regions
 - Paths
 - Positions
 - Decision points
- Information about actions to be performed
 - Movement
 - Change of orientation
 - Positioning – Self-localization

Instruction phase: Spatial Lexicon

type of natural language expression	characteristic semantic component
verbs of position	$be_at(x, p)$
verbs of motion	$go(x, w)$
verbs of change of orientation	$ch_orient(x, w)$
local prepositions or adverb	$loc(u, prep(l))$
directional preposition or adverb	$to(w, prep(l))$ $from(w, prep(l))$ $via(w, prep(l))$ $alongR(w, prep(l))$

Some types of entities
 Bearer of action x
 Positions p
 Paths w
 Landmarks l

Spatial concepts

general

specific, i.e. induced by the specific lexical item, e.g. *left* → **LEFT**

Natural language ↔ CRIL-representations

	actions	spatial relations	landmarks
Wenn du aus der Mensa kommst,	$!go(w_1)$	$from(w_1, in(l_1))$	$mensa(l_1)$
geh nach links,	$!go(w_2)$	$to(w_2, left(rs_{sys_2}))$	
zwischen Haus B und Haus C durch.	$!go(w_3)$	$via(w_3, between(l_2, l_3))$	$house(l_2)$ $name(l_2, 'b')$ $house(l_3)$ $name(l_3, 'c')$
Geh hinter Haus C lang,	$!go(w_4)$	$alongR(w_4, suc(l_3, rs_{sys_4}))$	$house(l_3)$ $name(l_3, 'c')$
und dann, wenn du an Haus C vorbei (gegangen) bist,	$!go(w_5)$	$via(w_5, at(l_3))$	$house(l_3)$ $name(l_3, 'c')$
(geh) wieder nach rechts.	$!go(w_6)$	$to(w_6, right(rs_{sys_6}))$	
Dann stehst du vor Haus E.	$!be_at(prec(l_4, rs_{sys_7}))$		$house(l_4)$ $name(l_4, 'e')$

Einführung von Regionen

spatial relations	region	relation
$from(w_1, in(l_1))$	$r_1 = in(l_1)$	$from(w_1, r_1)$
$to(w_2, left(rs_{sys_2}))$	$r_2 = left(rs_{sys_2})$	$to(w_2, r_2)$
$via(w_3, between(l_2, l_3))$	$r_3 = between(l_2, l_3)$	$via(w_3, r_3)$
$alongR(w_4, suc(l_3, rs_{sys_4}))$	$r_4 = suc(l_3, rs_{sys_4})$	$alongR(w_4, r_4)$
$via(w_5, at(l_3))$	$r_5 = at(l_3)$	$via(w_5, r_5)$
$to(w_6, right(rs_{sys_6}))$	$r_6 = right(rs_{sys_6})$	$to(w_6, r_6)$
$!be_at(prec(l_4, rs_{sys_7}))$	$r_7 = prec(l_4, rs_{sys_7})$	$!be_at(r_7)$

Instruction processing (2): Geometric Concept Specifications

Geometric Concept Specifications

- axiomatic characterizations of spatial concepts
- determine the meaning of the concept inventory

e.g.

- $\text{to}(w, r) \Leftrightarrow_{\text{def}} \text{fpt}(w) \iota r \wedge \neg(\text{spt}(w) \iota r)$
- $\text{from}(w, r) \Leftrightarrow_{\text{def}} \text{spt}(w) \iota r \wedge \neg(\text{fpt}(w) \iota r)$
- $\text{via}(w, r) \Leftrightarrow_{\text{def}} \text{ploc}(w, r) \wedge \neg(\text{spt}(w) \iota r) \wedge \neg(\text{fpt}(w) \iota r)$

Geometrical framework:

Incidence geometry with ordered lines and paths

Incidence: ι

Overlap: ploc (sharing a point)

Reduktion auf Basisbedingungen

region	relation	basic conditions
$r_1 = \text{in}(l_1)$	$\text{from}(w_1, r_1)$	$\text{spt}(w_1) \iota r_1 \wedge \neg(\text{fpt}(w_1) \iota r_1)$
$r_2 = \text{left}(r_{\text{sys}_2})$	$\text{to}(w_2, r_2)$	$\text{fpt}(w_2) \iota r_2 \wedge \neg(\text{spt}(w_2) \iota r_2)$
$r_3 = \text{between}(l_2, l_3)$	$\text{via}(w_3, r_3)$	$\text{ploc}(w_3, r_3) \wedge \neg(\text{spt}(w_3) \iota r_3) \wedge \neg(\text{fpt}(w_3) \iota r_3)$
$r_4 = \text{suc}(l_3, r_{\text{sys}_4})$	$\text{alongR}(w_4, r_4)$	
$r_5 = \text{at}(l_3)$	$\text{via}(w_5, r_5)$	$\text{ploc}(w_5, r_5) \wedge \neg(\text{spt}(w_5) \iota r_5) \wedge \neg(\text{fpt}(w_5) \iota r_5)$
$r_6 = \text{right}(r_{\text{sys}_6})$	$\text{to}(w_6, r_6)$	$\text{fpt}(w_6) \iota r_6 \wedge \neg(\text{spt}(w_6) \iota r_6)$

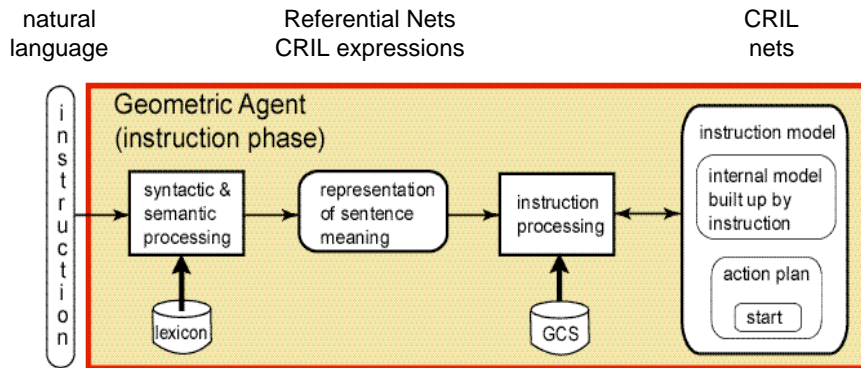
Beispiel: Räumliches Wissen und Anaphorik

- Vom Pförtnerhaus startend **die Straße** im wesentlichen geradeaus gehen, und alle Abzweigungen ignorieren. **Die Straße** führt unter einer Überführung zweier Häuser durch, die bereits vom Pförtnerhaus sichtbar ist. Hinter der Überführung nach links **abbiegen** und **der Straße** folgen, an deren rechtem Ende sich ein Haus befindet, welches Haus E ist.

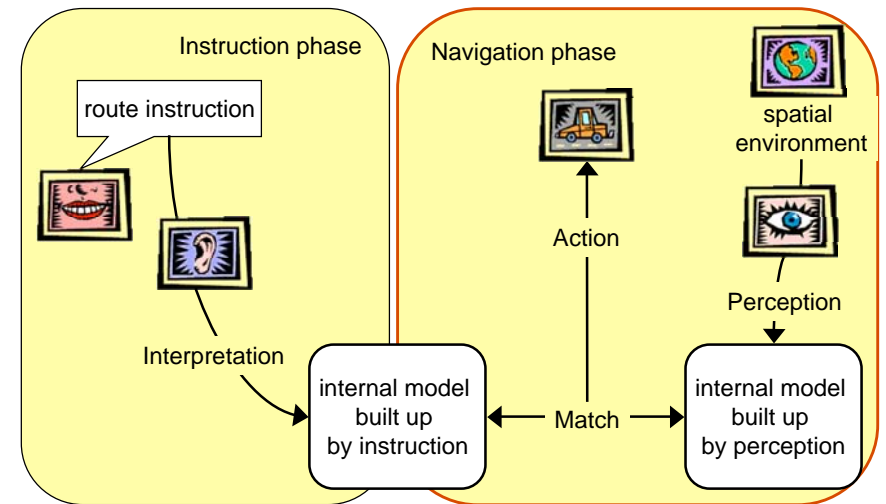
Beispiel: Räumliches Wissen und Anaphorik

- Am Ausgang der Mensa liegt schräg rechts ein Eingang zum **Haus C**. Wenn du durch diesen Eingang gehst, folgst Du den langen Flur bis zum Ende. Aus dem Fenster ist dann schon **Haus E** zu sehen. Zu deiner Linken befindet sich eine Tür, die dich wieder aus **dem Haus** bringt. Nun musst du nur noch die Strasse, auf deren anderen Seite **Haus E** liegt, überqueren.

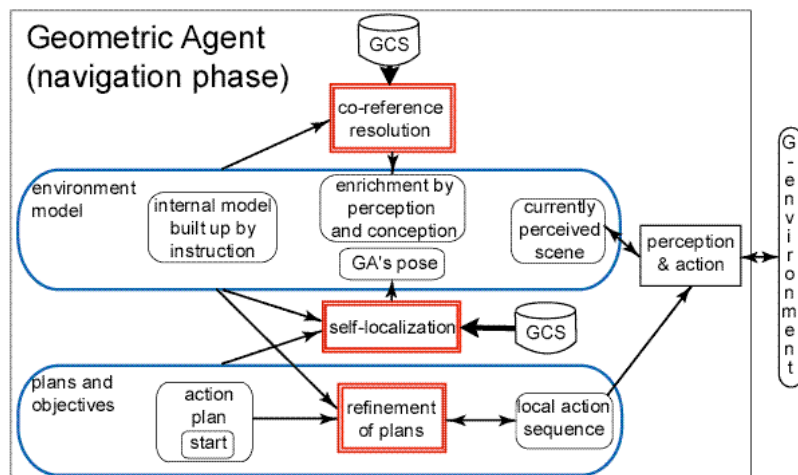
Instruction phase: Overview



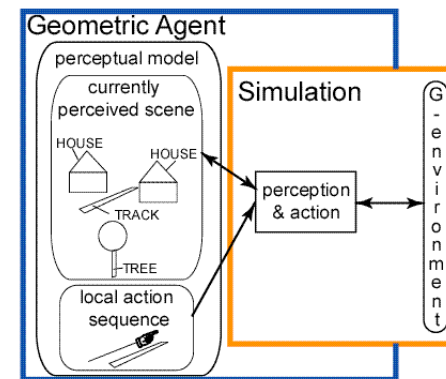
Instructed navigation



Navigation phase: Architecture and central tasks



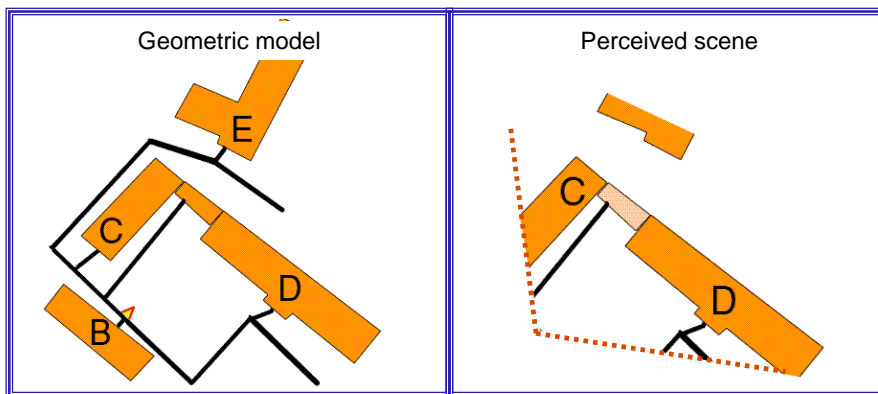
Geometric agent in its environment



Geometric model of the environment (G-Env)

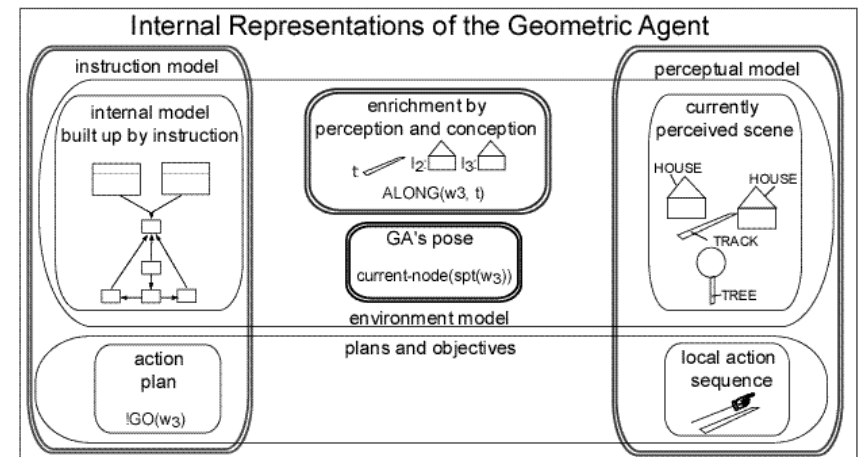
- planar Euclidean geometry
 - Geometrical entities
 - + Non-geometric attributes
- Two functions of the G-Env :
 - GA perceives parts of the environment
 - Visualization of G-Env makes the actions of GA observable

Virtual environment and perceptual model



Non geometric attributes of geometric entities, e.g. :
 category (house, track, tree,...) color (grey)
 label (NAME 'B',...), heights (level 0, level 1,...),

Navigation phase: Internal representations



Instruktions- vs. Perzeptionsmodell

Bisher:

- CRIL-Netz aus der Instruktion (I-Netz)

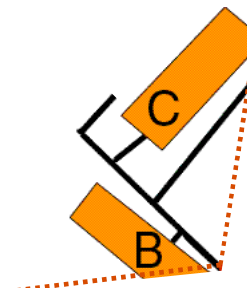
Zusätzlich:

- CRIL-Netz aus der Perzeption (P-Netz)
 - Hat gleiche und ähnliche Konzepte wie das aus der Instruktion gewonnene CRIL
 - Zusätzlich Referenzen auf Objekte der Welt

Navigation phase: The example

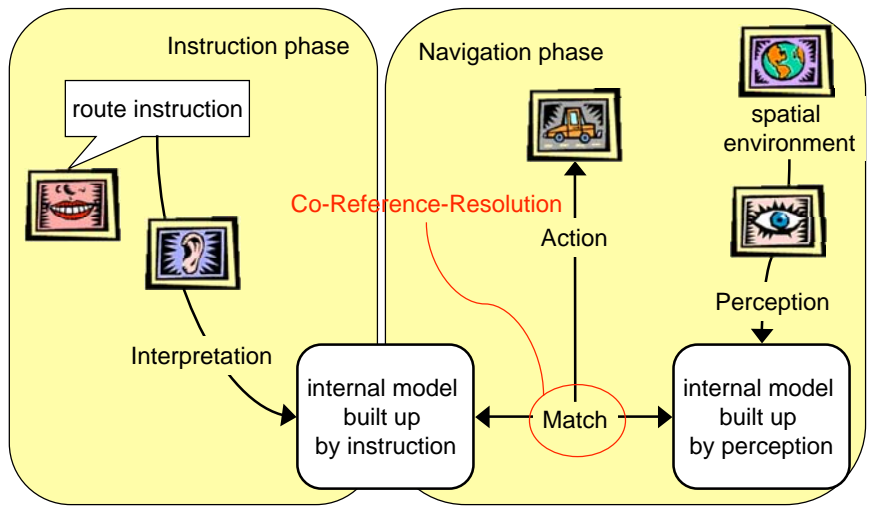
Wenn du aus der Mensa kommst, geh nach links, zwischen Haus B und Haus C durch.

When you leave the cafeteria, walk to the left, through [the region] between house B and house C.

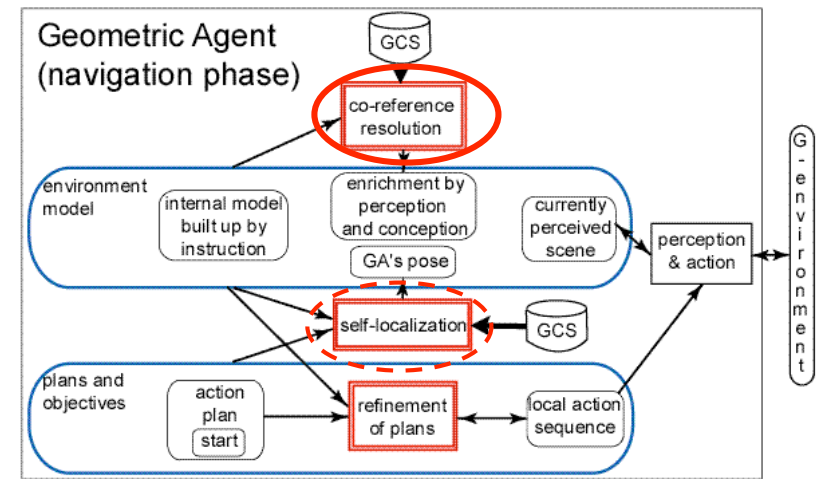


- **Co-reference resolution:**
Which tracks in the perceived scene are the counterparts to w_1 or w_2 in $TO(w_2, LEFT(w_1))$?
Which track fits $VIA(w_3, BETWEEN(l_2, l_3))$?
- **Refinement of plans:**
Following w_2 and following w_3 is performed by following the perceived track w^* .
- **Self-localization:**
When is the $BETWEEN(l_2, l_3)$ -region entered and when is it left?

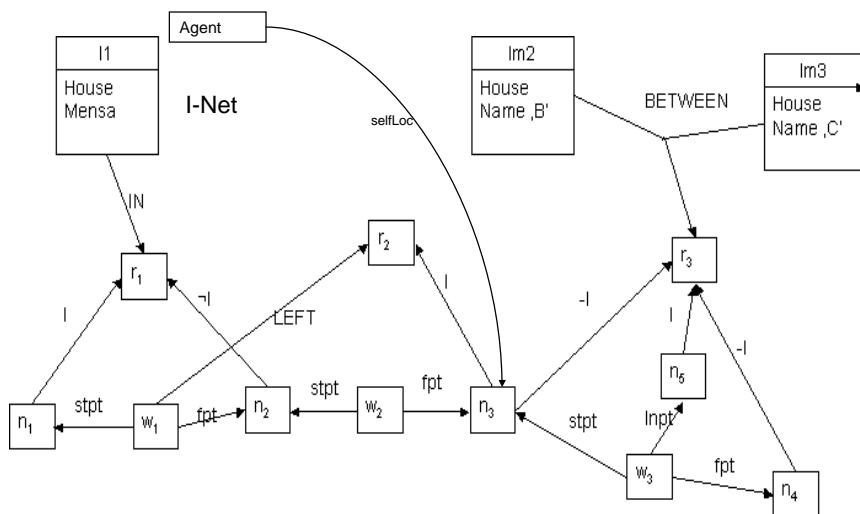
Einordnung der Koreferenz (1)



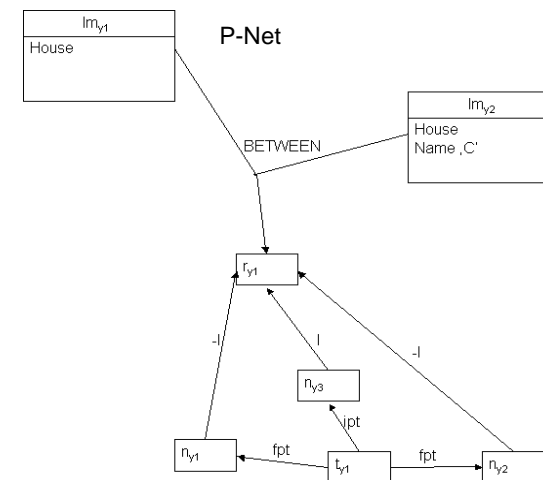
Einordnung der Koreferenz (2)



Instruktionsmodell (Beispiel)

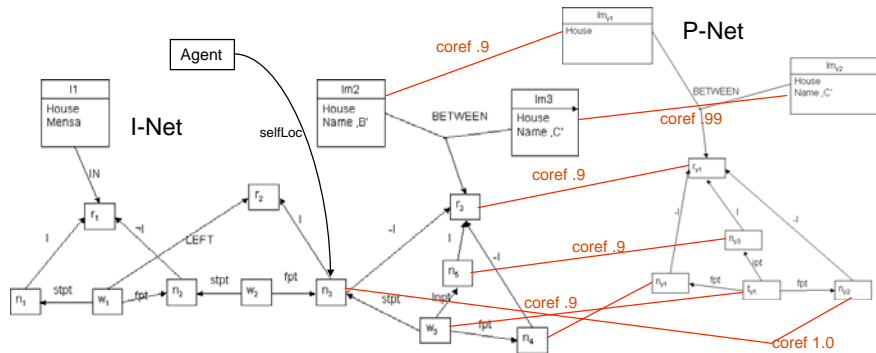


Perzeptionsmodell (Beispiel)



Aufgabe der Koreferenz

- Vergleich des aus der Instruktion aufgebauten Modells und des aus der Perzeption gewonnenen Modells
- Vergleich beider Teilnetze, Einfügen von Koreferenzkanten und Angabe von Konfidenzwerten



Der Geometrische Agent

33

Ablauf

Voraussetzungen:

- Ein Ähnlichkeitsmaß für
 - Knoten und Relationen und
 - ganze attributierte Netze

⇒ Ein Algorithmus zur Bestimmung der Ähnlichkeit von Netzen semantischen Inhalts

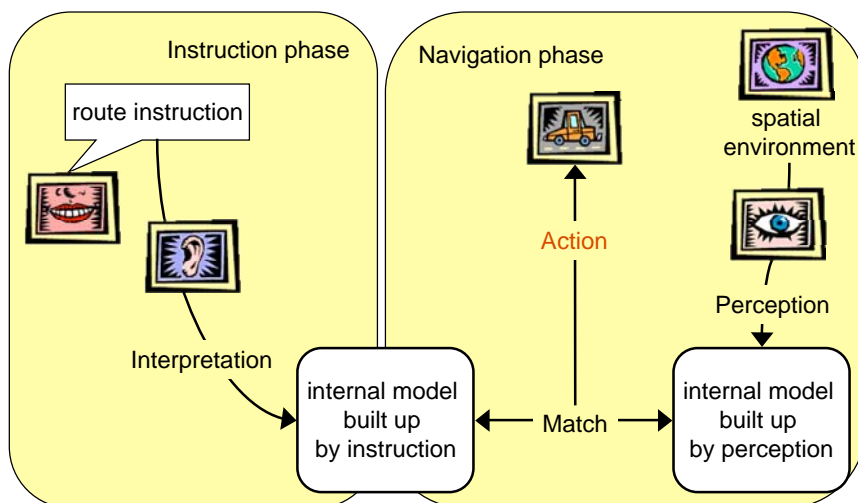
Ablaufskizze:

- Finden der interessanten Teilnetze und damit:
- Anweisungen an die Perzeption
- Vergleich der gefundenen P-Netze mit dem I-Netz
- Einfügen der koreferenzierten Konzepte aus der Perzeption und der Koreferenzkanten

Der Geometrische Agent

34

Instructed navigation



Der Geometrische Agent

35

Handeln

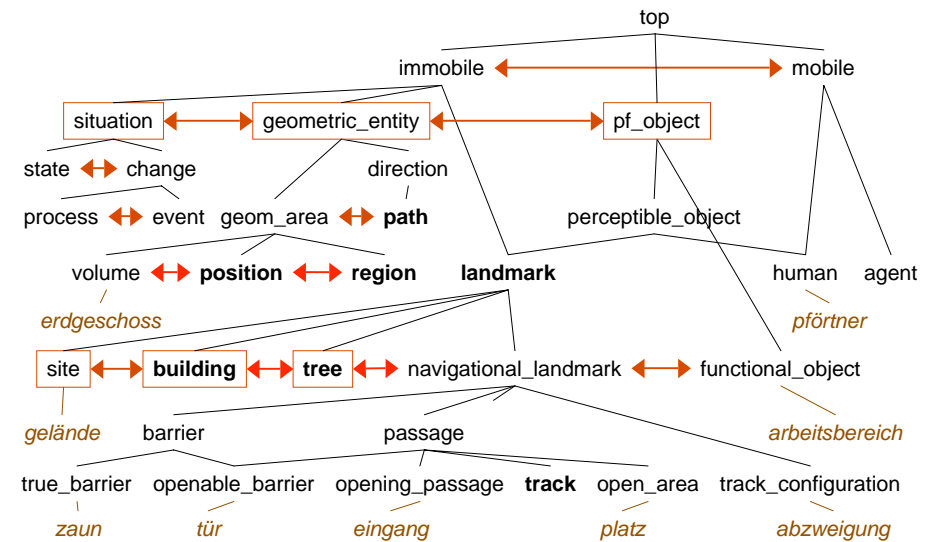
- Um dem Plan entsprechend handeln zu können
 - muss der GA wissen, welcher Weg in der Welt dem gemeinten Weg entspricht
 - Er muss sich für eine Alternative aus den angebotenen Abbildungen entscheiden.
- Wenn keine Abbildung hinreichend gut ist
 - hat er ein Problem !
 - Eine Lösung: Überbrückungsaktionen
 - Diplomarbeit Bittkowski
- Wie kann er wissensbasiert mit diesem Problem umgehen?

Der Geometrische Agent

36

Wissensrepräsentation

- Wissensbasen: wo wird welches Wissen gebraucht
 - Welche Inferenzmöglichkeiten benötigt der GA wann
- Sprachliches Wissen
 - Lexikon, Grammatik, Diskursstruktur
 - Syntax, Semantik, Pragmatik
- Taxonomisches Wissen
 - Sprachverarbeitung, Konfigurationserkennung
- Räumliches Wissen
 - Konfigurationserkennung
- Handlungswissen
 - Schließen über Handlungen und ihre Effekte
 - Wahl von Handlungen in Problemfällen



Bewertung von Wissen

- Quelle(n) einer Information / Aussage
 - Instruktion, Perzeption
 - Konzeptuelles Wissen, Taxonomie
 - Inferenzen
 - auf Basis welcher Informationen / Aussagen
 - Annahmen / Erwartungen
 - Warum habe ich es angenommen?
 - was waren die Alternativen?
- Bewertung
 - Wie sicher bin ich, wie verlässlich ist die Quelle / sind die Quellen?
- Inferentielle Abhängigkeiten
 - Welche Aussagen habe ich aufgrund dieser Information erschlossen?

Ablauf

- Organisatorisches
- Literatur und Vorträge
- Der geometrische Agent
 - Vorstellung
- Ausprobieren der Implementation
 - allein oder in Paaren
 - Kennenlernen der Oberfläche und Fähigkeiten
 - Rückfragen jederzeit möglich
 - Identifikation von Verbesserungsmöglichkeiten
 - Zusammentragen am Dienstag
- Nachmittags: Besuch der Expo
 - Ziel: wie wollen wir bei der nächsten Expo das Projekt präsentieren?
 - Zusammentragen am Dienstag

Instructed navigation

