
Linguistica Computazionale – Lezione 9

Semantica e rappresentazione della conoscenza

Giovedì 22 Marzo 2007
Cristiano Chesi, chesi@media.unisi.it

Il problema dell'apprendibilità

□ Indice

- Rappresentazione del significato
 - First Order Predicate Calculus
 - Eventi, tempo, aspetto e modo
 - Metodi alternativi per la rappresentazione semantica
- Analisi semantica
 - Come si associano predicati del primo ordine a strutture sintattiche
 - Fenomeni semanticamente interessanti

Lecture, approfondimenti

□ Bibliografia essenziale

- Hutchins & Somers (1992) *Cap. 6*
- Jurafsky & Martin (2000) *Cap. 14, 15(, 16)*

□ Approfondimenti

- Heim & Kratzer (1998) *Semantics in generative grammar*. Malden, MA., Blackwell Publishers
- Brachman & Schmolze (1985) *An overview of the KL-ONE knowledge representation system*. Cognitive Science, 9(2), pp. 171-216

Definire il significato sulla base dell'uso che se ne fa

Rappresentazione del significato

- **Rispondere a domande** (es. "quanto è alto il Monte Bianco?")
[identificazione referenti, individuazione conoscenza rilevante]
- **Scelta** (es. selezionare una portata dopo la lettura di un menù)
[identificazione referenti, consultazione conoscenza rilevante]
- **Utilizzare istruzioni** (es. manuale di un telefonino)
[identificazione referenti, riconoscimento stato del mondo, ordinamento istruzioni per propedeuticità]
- **Eeguire sequenze di azioni** (es. ricetta torta di mele)
[identificazione referenti, modifica sequenziale stati del mondo]

Associare significato ad un'espressione

Rappresentazione del significato

- **Approccio rappresentazionale:** l'analisi semantica assegna a pezzi di struttura pezzi di significato.

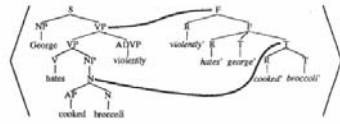


Figure 2: Derived tree pair for "George hates cooked broccoli violently."

es. di rappresentazione logica (Synchronous TAGS, lezione 7)

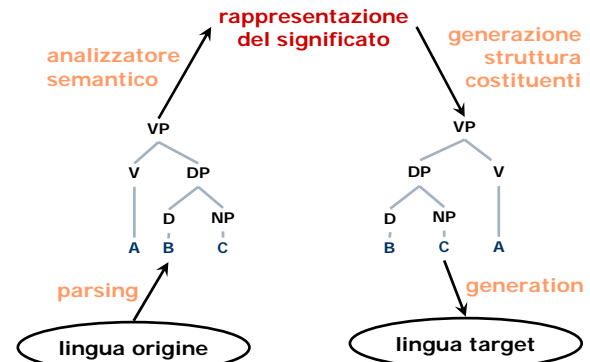
- **La struttura è composta da simboli e relazioni tra simboli che rappresentano stati del mondo**
 - Mario ha mangiato una torta
 - una torta è stata mangiata da Mario
- **Per la traduzione: approccio interlingua**

5

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Modello dell'Interlingua (lezione 1)

Rappresentazione del significato



6

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Proprietà di una rappresentazione semantica

Rappresentazione del significato

- **Verificabilità**
decidibilità della relazione tra rappresentazione del sig.to e stato del mondo
- **Non ambiguità**
rappresentazione non riferibile a due distinti stati del mondo contemporaneamente (Vs. **vaghezza**)
- **Forma canonica (canonical form)**
date due rappresentazioni superficiali distinte (es. forma passiva e attiva) deve esistere uno standard per rappresentarne univocamente il sig.to
- **Inferibilità**
Trarre valide conclusioni dalla rappresentazione data (uso di variabili)
- **Espressività**
Rappresentare adeguatamente un certo numero di stati del mondo

7

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

First Order Predicate Calculus (FOPC)

(inizio ...)

Rappresentazione del significato

- **Termini (oggetti)**
 - **costanti** {A, B, C... Gianni...}
 - **variabili** {x, y, z...}
 - **funzioni** f(termini)
- **Connettivi**
 - {¬, ∧, ∨, ⇒ ...}
- **Quantificatori**
 - {∀, ∃}

8

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

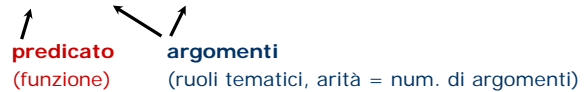
First Order Predicate Calculus (FOPC)

(... continua ...)

Rappresentazione del significato

□ Predicati (e strutture argomentali):

- Mario beve birra
- beve(Mario, Birra)



- **Nomi e preposizioni/avverbi** pure possono proiettare una struttura tematica
sopra(Torta, Tavolo)

□ Predicato (Termini)

□ Formule:

- Predicati ∪ Connettivi ∪ Quantificatori

9

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

First Order Predicate Calculus (FOPC)

(... continua ...)

Rappresentazione del significato

□ Ragionamento

- Modus Ponens

■ Forward chaining

applicazione di una serie di regole note (da sinistra a destra)

■ Backward chaining

inversa al forward chaining (applicazione regole da destra a sinistra)

10

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

First Order Predicate Calculus (FOPC)

(... continua ...)

Rappresentazione del significato

□ Categorie

predicati unari:

uomo(Socrate) (ma così le categorie sarebbero
semplicemente relazioni e non "oggetti")

*più_famoso(Socrate, uomo)

(un argomento di un predicato deve essere un **termine**, non un altro **predicato**)

□ Reificazione

- **ISA** ("is a", "è un")
ISA(Socrate, Filosofo)

- **AKO** ("a kind of", "è un tipo di")
AKO(Filosofo, Uomo)

11

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

First Order Predicate Calculus (FOPC)

(... continua ...)

Rappresentazione del significato

□ Eventi

- mangiare(Panino, Gianni)
- mangiare(Panino, Gianni, Oggi)
- mangiare(Panino, Gianni, Oggi, 13:30, Bar, P.ta Romana)
- ...

■ meaning postulates

$\forall x, y, z$ mangiare₃(x,y,z) \Rightarrow mangiare₂(x,y)

- usando la **reificazione** (Davidson '67, Parson '90) si risolvono i problemi legati alla necessità di specificare **meaning postulates**

$\exists x$ ISA(x, mangiare)
 \wedge mangiante(x, Parlante) \wedge mangiato(x, Panino)
 \wedge luogo_pasto(x, Bar) ...

12

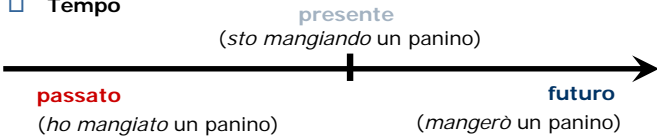
Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

First Order Predicate Calculus (FOPC)

(... continua ...)

Rappresentazione del significato

□ Tempo



$\exists x \text{ ISA}(x, \text{mangiare})$
 $\wedge \text{mangiante}(x, \text{parlante}) \wedge \text{mangiato}(x, \text{panino})$

□ Come prima approssimazione possiamo dire che:

- un evento si svolge in un intervallo di tempo (i)
- ha un punto di terminazione (e)
- è collocato nel tempo rispetto al presente (now)

presente: ... \wedge intervallo_di(x, i) \wedge membro_di(i, now)

passato: ... \wedge intervallo_di(x, i) \wedge termine(i, e) \wedge precede(e, now)

futuro: ... \wedge intervallo_di(x, i) \wedge termine(i, e) \wedge precede(now, e)

13

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

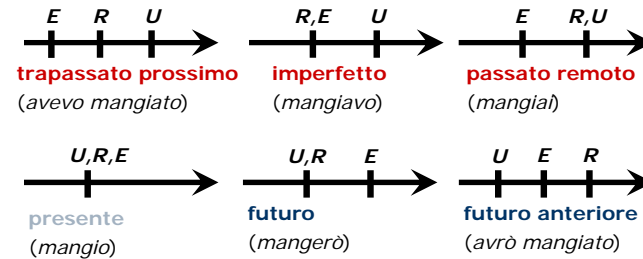
First Order Predicate Calculus (FOPC)

(... continua ...)

Rappresentazione del significato

□ Introduzione del Reference Point (Reichenbach '47)

- **E** tempo dell'evento
- **R** tempo del riferimento
- **U** tempo dell'enunciazione



14

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

First Order Predicate Calculus (FOPC)

(... continua ...)

Rappresentazione del significato

□ Aspetto

si definisce aspetto sia un tratto **lessicale**, inerente al predicato, che uno più propriamente **grammaticale** che definisce il modo con cui il parlante presenta l'evento

le **classi aspettuali** (Vendler 1967) che determinano l'**aspetto lessicale** sono solitamente identificate con le seguenti:

durativi/atelici

- *stato* (Socrate è mortale)
- *attività* (Socrate camminava per ore)

terminativi/telici

- *completamento* (*accomplishment*, Socrate bevve il vino)
- *compimento* (*achievement*, Socrate raggiunse la vetta)

15

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

First Order Predicate Calculus (FOPC)

(... continua ...)

Rappresentazione del significato

□ **Classi aspettuali** e tratti associati (Vendler 67, Dowty 79)

Classe aspettuale	Telicità	Statività	Duratività	Esempi
Stati	-	+	+	sapere, possedere
Attività	-	-	+	camminare, cantare
Completamenti	+	-	+	costruire una casa, cantare una canzone
Compimenti	+	-	-	raggiungere la vetta, vincere una corsa
Puntuali	-	-	-	tossire, schiacciare la frusta

16

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

First Order Predicate Calculus (FOPC)

(... continua ...)

Rappresentazione del significato

- **Per determinare la (a)telicità di un evento si può ricorrere al test in-X-time (predicati telici), for-X-time (predicati atelici).**
Tale proprietà è determinata sia *inerentemente* che *composizionalmente*:
 - **assegnazione di caso** e telicità dell'evento (es. partitivo/accusativo in Finlandese)
 - **transitività/intransitività**:
Luca ha cantato *per un'ora* / *?in un'ora*
Luca ha cantato una canzone *?per un'ora* / *in un'ora*
 - la **definitezza** dell'oggetto diretto (Specific Quantity Property, Verkuyl 93):
Luca beveva birra *?in un'ora* / *per un'ora*
Luca beveva due birre *in un'ora* / *?per un'ora*
 - **conoscenza contestuale**:
(nessun contesto) ?Luca correva in un'ora
(ogni giorno Luca correva per 10 Km) Luca correva in un'ora (10 km).

17

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

First Order Predicate Calculus (FOPC)

(... continua ...)

Rappresentazione del significato

- **L'aspetto grammaticale** determina la prospettiva (o punto di vista) del parlante sull'evento e serve a focalizzarne una porzione precisa (Smith 91, Klein 94, Olsen 94):
 - **interna** (aspetto imperfettivo, viene focalizzata la parte intermedia o finale dell'evento, escludendo però le periferie estreme, cioè i punti di inizio e di fine; es. sto mangiando una mela)
 - **esterna** (aspetto perfettivo, viene focalizzata la fine dell'evento; es. ho appena finito di mangiare una mela)
- intuitivamente sembra sussistere una correlazione naturale tra:
- perfettività ⇔ telicità
 - imperfettività ⇔ atelicità

18

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

First Order Predicate Calculus (FOPC)

(... continua ...)

Rappresentazione del significato

- **Modalità (e credenze)**
Permette di riferirsi a "mondi possibili" (Lewis 73) ad esempio usando verbi speciali come *credere, volere, immaginare, sapere...*
Le stesse categorie "modali" possono essere espresse in certe lingue attraverso il **modo** in altre attraverso la **modalità**:
 - il **modo** esprime l'opinione del parlante (la sua posizione nei confronti di una proposizione) ed è integrato nella morfologia verbale
 - la **modalità** è espressa attraverso una morfologia distinta da quella verbale (verbi, ausiliari o altre particelle come gli avverbi)
- Alcune delle distinzioni modali che si possono fare sono le seguenti:
 - **reale/irreale** (indicativo/congiuntivo);
 - **deontico/epistemico** (dovere/potere);

19

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

First Order Predicate Calculus (FOPC)

(... fine)

Rappresentazione del significato

- **Rappresentare la modalità con FOPC**

"Credo che Mario abbia mangiato un panino"

 $\exists x / SA(x, \text{mangiare})$
 $\wedge \text{mangiante}(x, \text{Mario}) \wedge \text{mangiato}(x, \text{panino})$
...
- ma "mangiato(x, panino)" non è necessariamente vero!

*credere(io, mangiare(Mario, panino)) (non è una formula del First Order!)
- credere(io, $\langle \exists e / SA(e, \text{mangiare}) \rangle$
 $\wedge \text{mangiante}(e, \text{Mario}) \wedge \text{mangiato}(e, \text{panino})$)

20

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

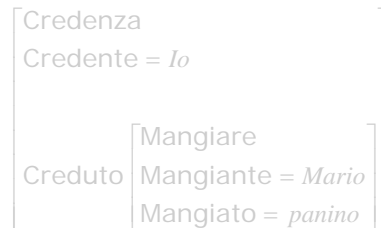
Metodi alternativi al FOPC per rappresentare il significato

(inizio ...)

Rappresentazione del significato

□ Semantic Networks (o frames)

“Credo che Mario abbia mangiato un panino”



21

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Metodi alternativi al FOPC per rappresentare il significato

(... fine)

Rappresentazione del significato

□ Semantic Networks (o frames)

un esempio: **KL-One**

Brachman & Schmolze 1985

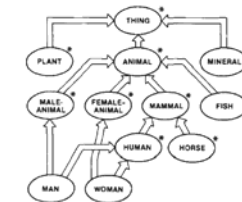
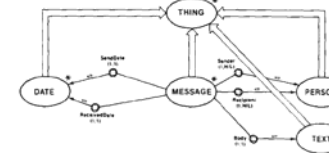


Figure 1. A simple KL-ONE network of Generic Concepts.



“A MESSAGE is, among other things, a THING with at least one Sender, all of which are PERSONS, at least one Recipient, all of which are PERSONS, a Body, which is a TEXT, a SendDate, which is a DATE, and a ReceivedDate, which is a DATE.”

Figure 2. The Primitive Concept MESSAGE.

22

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Syntax-driven semantic analysis

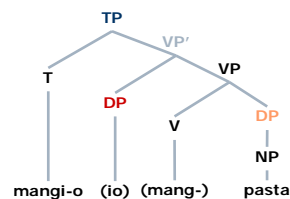
Analisi semantica

- **Obiettivo:** associare rappresentazioni semanticamente significative alle espressioni ben formate, sulla base del solo lessico e della grammatica

$\exists x / SA(x, mangiare)$

$\wedge mangiante(x, io) \wedge mangiato(x, pasta)$

$\wedge intervallo_di(x, i) \wedge membro_di(i, now)$



23

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

I ipotesi Rule-to-Rule (Bach 76)

Analisi semantica

- Associare ad ogni regola di riscrittura un'adeguata rappresentazione semantica da combinare composizionalmente

- A $\rightarrow \alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_n \{f(\alpha_j.sem \dots \alpha_k.sem)\}$
- N $\rightarrow panino \{Panino\}$
- N $\rightarrow io \{Io\}$
- V $\rightarrow mang- \{\exists e, x, y ISA(e, mangiare) \wedge mangia(e, x) \wedge mangiato(e, y)\}$
- T $\rightarrow -o \{\exists i, e intervallo_di(i, e) \wedge membro_di(i, now)\}$
- D $\rightarrow un \{\exists\}$
- DP $\rightarrow N_{proprio} \{N_{proprio}\}$
- DP $\rightarrow D N \{<D.sem x N.sem(x)>\}$
- VP $\rightarrow V DP \{V.sem(DP.sem)\}$

(dopo vediamo perché queste ultime 2 regole sono così “complesse”)

24

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Lambda Notation (Church '40)

(inizio ...)

Analisi semantica

- Ma quando dobbiamo “sostituire” (**legare**) **una variabile**, come scegliamo quella giusta e con cosa la “sostituiamo”?
Il FOPC non fornisce sufficienti strumenti per risolvere efficientemente questo problema.
- Church (1940) propone una leggera modifica sintattica per implementare questo meccanismo di legamento di una variabile:
 - $\lambda x P(x)$ (lambda notation, $\lambda = \text{lambda}$)
 - l'applicazione di un'espressione λ (**lambda reduction**) permette di specificare quali variabili sono legate e che termine le lega:
ad esempio $\lambda x P(x)(A)$ ci dice che nell'espressione P, la variabile x può essere sostituita dal termine A. Il risultato di questa applicazione sarà P(A).

$\lambda x \lambda y \text{ mangiare}(x,y)$ (panino)

$\lambda y \text{ mangiare}(\text{panino},y)$ (io)

$\text{mangiare}(\text{panino},\text{io})$

25

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Lambda Notation (Church '40)

(... continua ...)

Analisi semantica

- **V**
mangiare
 $\{\lambda x \lambda y \exists e, \text{ISA}(e, \text{mangiare}) \wedge \text{mangiante}(e, y) \wedge \text{mangiato}(e, x)\}$
- **D** → **un** { \exists }
Nominal → **N** { $\lambda x \text{ISA}(x, \text{N.sem})$ }
N → **panino** {*Panino*}
DP → **D Nominal** { $\text{D.sem } x \text{ Nominal.sem}(x)$ }
un panino
 $\exists x \text{ISA}(x, \text{Panino})$

ma attenzione:

mangio un panino *{... $\wedge \text{mangiato}(e, \exists x \text{ISA}(x, \text{Panino}))$ }

- **Termini complessi** (per ovviare al problema “un panino”):

P(<Quantificatore Variabile Corpo_espressione>)

mangio un panino {... $\wedge \text{mangiato}(e, \langle \exists x \text{ISA}(x, \text{panino}) \rangle$)}

26

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Lambda Notation (Church '40)

(... fine)

Analisi semantica

- **Termini complessi**

P(<Quantificatore Variabile Corpo_espressione>)

→

Quantif. Variabile Corpo_espressione connettivo P(variabile)

es.

$\text{mangiato}(e, \langle \exists x \text{ISA}(x, \text{panino}) \rangle$)

→

$\exists x \text{ISA}(x, \text{panino}) \wedge \text{mangiato}(e, x)$

27

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Fenomeni semanticamente interessanti

(inizio ...)

Analisi semantica

- **Ambiguità nella portata dei quantificatori**

Ogni ragazza ama un ragazzo

$\exists e \text{ISA}(e, \text{amare})$

$\wedge \text{amante}(e, \langle \forall x \text{ISA}(x, \text{ragazza}) \rangle$)

$\wedge \text{amato}(e, \langle \exists y \text{ISA}(y, \text{ragazzo}) \rangle$)

A

1. $\forall x \text{ISA}(x, \text{ragazza}) \Rightarrow \exists e \text{ISA}(e, \text{amare})$

$\wedge \text{amante}(e, x)$

$\wedge \text{amato}(e, \langle \exists y \text{ISA}(y, \text{ragazzo}) \rangle$)

2. $\exists y \text{ISA}(y, \text{ragazzo}) \wedge \forall x \text{ISA}(x, \text{ragazza}) \Rightarrow \exists e \text{ISA}(e, \text{amare})$

$\wedge \text{amante}(e, x)$

$\wedge \text{amato}(e, y)$

B

1. $\exists y \text{ISA}(y, \text{ragazzo}) \wedge \exists e \text{ISA}(e, \text{amare})$

$\wedge \text{amante}(e, \langle \forall x \text{ISA}(x, \text{ragazza}) \rangle$)

$\wedge \text{amato}(e, y)$

2. $\forall x \text{ISA}(x, \text{ragazza}) \Rightarrow \exists y \text{ISA}(y, \text{ragazzo}) \wedge \exists e \text{ISA}(e, \text{amare})$

$\wedge \text{amante}(e, x)$

$\wedge \text{amato}(e, y)$

28

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Fenomeni semanticamente interessanti

(... continua ...)

Analisi semantica

□ Frasi

le diverse tipologie di frasi possono essere espresse da operatori che si applicano alle formule FOPC

- **Dichiarative** (informazioni fattive, es. "mangio un panino")
 $S \rightarrow VP DP \quad \{DCL(VP.sem(DP.sem))\}$
- **Imperative** (richiesta, azione, es. "mangia!")
 $S \rightarrow VP \quad \{IMP(VP.sem(tu))\}$
- **Domande sì/no** (es. "hai mangiato un panino?")
 $S \rightarrow aux V DP? \{YNQ(VP.sem(DP.sem))\}$
- **Domande wh-** (es. "cosa hai mangiato?")
 $S \rightarrow wh- VP DP \{WHQ(DP.sem.var, VP.sem(DP.sem))\}$

29

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Fenomeni semanticamente interessanti

(... continua ...)

Analisi semantica

□ Sintagmi Nominali

gli SN (o DP) possono essere sia semplici espressioni FOPC che termini complessi, il problema è che spesso la sintassi non è totalmente trasparente (pochi indizi per rappresentare univocamente il significato), ad esempio:

- **genitivi**
"La rocca di David"

$DP \rightarrow NP \text{ di_NP}$
 $\{ \langle \exists x \text{Nominal.sem}(x) \wedge \text{GN}(x, \text{di_NP.sem}) \rangle \}$
 $\text{di_NP} \rightarrow \text{di NP} \{ \text{NP.sem} \}$

$\{ \langle \exists x \text{ISA}(x, \text{rocca}) \wedge \text{GN}(x, \text{David}) \rangle \}$

problema: questa regola analizzerebbe (erroneamente) anche "la rocca di pietra" come genitivo

30

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Fenomeni semanticamente interessanti

(... continua ...)

Analisi semantica

□ Sintagmi aggettivali

- **nominali** Vs. **predicativi**

"(una) palla rossa" Vs. "una palla è rossa"

Nominale $\rightarrow N \text{ Agg}$
 $\{ \lambda x \text{Nominale.sem} \wedge \text{ISA}(x, \text{Agg.sem}) \}$

Agg \rightarrow rossa {rosso}

N \rightarrow palla {palla}

$\lambda x \text{ISA}(x, \text{palla}) \wedge \text{ISA}(x, \text{rossa})$

- problema: questo tipo di rappresentazione funziona bene solo con classi (nominali e aggettivali) **intersettive**, ma non con cose del tipo "pistola finta" o "ex fidanzata"

31

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Fenomeni semanticamente interessanti

(... continua ...)

Analisi semantica

□ Sintagmi verbali

- **infinitivi e verbi a controllo del soggetto/oggetto**
"Mario chiede a Gianni di partire"

$\exists e, f \text{ISA}(e, \text{chiedere}) \wedge \text{ISA}(f, \text{partire})$
 $\wedge \text{chiede}(e, \text{Mario}) \wedge \text{chiede_a}(e, \text{Gianni}) \wedge \text{chiesto}(e, f)$
 $\wedge \text{partito}(f, \text{Gianni})$

"Mario promette a Gianni di partire"

$\exists e, f \text{ISA}(e, \text{promettere}) \wedge \text{ISA}(f, \text{partire})$
 $\wedge \text{promette}(e, \text{Mario}) \wedge \text{promette_a}(e, \text{Gianni}) \wedge \text{promesso}(e, f)$
 $\wedge \text{partito}(f, \text{Mario})$

32

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Fenomeni semanticamente interessanti

(... continua ...)

Analisi semantica

□ Sintagmi verbali

■ infinitivi

“Mario **chiede** a Gianni **di** partire”

VP → V PP VP_di {V.sem(PP.sem, VP_di.sem)}

VP_di → di VP {VP.sem}

V → chiedere

{λx, y

λz

∃e,y.variabile /SA(e, chiedere)

∧ chiede(e,z) ∧ chiede_a(e, x)

∧ chiesto(e, y.variabile) ∧ y(x)}

33

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Fenomeni semanticamente interessanti

(... continua ...)

Analisi semantica

□ Sintagmi preposizionali

■ modificatori nominali

“un numero sulla busta”

{∃x /SA(x, numero)

∧ su(x,busta)}

DP → D Nominale {<D.sem z Nominale.sem(z)>}

Nominale → Nominale PP {λz Nominale.sem(z)

∧ PP.sem)}

PP → P DP {P.sem(DP.sem)}

P → su {λx λy su(x,y)}

34

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Fenomeni semanticamente interessanti

(... continua ...)

Analisi semantica

□ Sintagmi preposizionali

■ modificatori verbali

“ricorda **con rabbia**”

VP → VP PP {λy VP.sem(y) ∧ PP.sem(VP.sem.variabile)}

ricorda

{λx ∃e /SA(e, ricordare)

∧ ricorda(e,lui)}

con rabbia

{λx con(x, < ∃h rabbia(h) >)}

■ argomenti verbali

“dare un bacio **a Maria**”

PP → P NP {NP.sem}

35

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Fenomeni semanticamente interessanti

(... fine)

Analisi semantica

□ Espressioni idiomatiche

“la punta dell’Iceberg”

NP → la punta dell’Iceberg {inizio}

“tirare il calzino”

VP → tirare il calzino {morire}

36

Linguistica Computazionale A.A. 2006-07 – C. Chesì

Prossima lezione

(Martedì 27 Marzo, ore 16-18, Aula 456, Complesso San Niccolò, Via Roma 56)

□ **Recupero di informazioni e disambiguazione**

- Information Retrieval
 - IR Vs. IE
 - approcci simbolici (rule-to-rule) e statistici (stand alone)

- disambiguazione
 - rappresentazioni vettoriali di parole e documenti