

## Preposizioni e espressioni locative: un'analisi semantica<sup>#</sup>

(Inviato a *Studi Italiani di Linguistica Teorica e Applicata*)

### 1. Introduzione: significato e disambiguazione

Un'analisi semantica delle preposizioni deve caratterizzarne il *significato* e, poiché ogni preposizione manifesta un certo grado di polisemia, si devono fornire criteri per la *disambiguazione*. Una questione preliminare da affrontare è se le preposizioni, in quanto parole funzionali, abbiano un contenuto lessicale e portino un contributo esplicito al significato della frase. La risposta deve essere positiva: se le preposizioni non portassero alcun contributo informativo, non si spiegherebbero le differenze di significato tra le frasi (1a) e (1b)

- (1) a. Cristina legge con divertimento  
b. Cristina legge per divertimento

La frase (1a) può essere parafrasata come: *Cristina legge divertendosi*, la frase (1b) come: *Cristina legge con lo scopo di divertirsi*. Anche le altre inferenze, oltre la parafrasi, che possono essere tratte da (1a-b) sono diverse: la conclusione *Cristina si diverte* è valida a partire da (1a), non a partire da (1b). Poiché queste differenze nelle inferenze possibili sono un'indicazione di una differenza di significato e poiché tutte le parole sono le stesse, tranne la preposizione, la differenza di significato deve essere ricondotta alla differenza di preposizione.

Poiché le preposizioni introducono sintagmi preposizionali che modificano un sintagma nominale, oppure esprimono o argomenti del verbo (del sintagma nominale) o aggiunti, il contributo portato dalla preposizione è ciò che permette di riconoscere quale è il rapporto tra gli oggetti di cui si sta parlando o tra l'evento nel suo complesso e il particolare partecipante espresso dal SP.

Data la sola preposizione, tuttavia, questo rapporto non è univocamente determinato: una stessa preposizione viene normalmente utilizzata per identificare un'ampia gamma di relazioni tra oggetti, tra l'evento e i partecipanti all'evento (cioè tra il verbo e i suoi argomenti) o tra l'evento e le caratteristiche esterne dell'evento (cioè tra la frase e gli aggiunti). Una variazione di significato, ottenuta in (1) facendo variare la preposizione, si ottiene anche mantenendo fissa la preposizione e variando l'oggetto della preposizione:

- (2) a. Cristina parte per Milano  
b. Cristina parte per disperazione  
c. Cristina parte per andare a trovare Beppe

In (2a) il sintagma preposizionale esprime un argomento del verbo: la destinazione del movimento di Cristina; in (2b-c) sono espressi elementi extra-nucleari, rispettivamente un aggiunto causale e un aggiunto finale. Se la preposizione *per* avesse soltanto valore grammaticale, per esempio se fungesse unicamente da indicatore di caso (*case flag*), si potrebbe forse costruire il significato di (2a) facendo affidamento sul solo *case frame* di *andare*, ma sarebbe difficile costruire il significato di (2b-c). Inoltre, poiché la corrispondenza tra indicatori e casi non è biunivoca, come si vede in (2), bisogna identificare di quale caso una certa preposizione è indicatore (*case slot disambiguation*, cfr. [Hirst 1987, pp.7-9]).

Tuttavia, poiché non tutti i SP sono argomenti di un verbo o di un altro elemento dotato di struttura argomentale, la non biunivocità della corrispondenza tra indicatori di caso e casi non è l'unica fonte di ambiguità. Il problema della disambiguazione delle preposizioni è generale e non è diverso dal problema di scegliere il senso giusto, in un dato contesto, di una qualsiasi parola polisemica.

Se ammettiamo che le preposizioni abbiano un valore lessicale, e se utilizziamo una rappresentazione semantica abbastanza diffusa, in cui viene reificata la situazione descritta nella frase, possiamo dire che il significato di una preposizione è una relazione [Miller e Johnson-Laird 1976, Herskovits 1986]. Questa relazione può essere una relazione tra oggetti (nel caso in cui il sintagma preposizionale sia interno a un sintagma nominale la cui testa è un nome a struttura non argomentale) o tra un'azione e i suoi partecipanti. Vedremo che tale

<sup>#</sup> Ringrazio D.Marconi, L.Lesmo, V.Lombardo e P.M.Bertinetto, che, con i loro suggerimenti, mi hanno guidato in questa ricerca.

relazione può essere descritta come un predicato "polimorfo", che viene di volta in volta completamente determinato componendo la relazione con i suoi effettivi argomenti.

La sezione 2 di questo lavoro presenta e discute alcune teorie del significato delle preposizioni; la sezione 3 analizza la struttura delle espressioni locative; la sezione 4 descrive la struttura del lessico e, in particolare, come sono strutturate le entrate lessicali delle preposizioni; la sezione 5 descrive la rappresentazione semantica delle espressioni locative, il processo di interpretazione e l'algoritmo di disambiguazione; la sezione 6 riporta un esempio dettagliato.

## 2. Teorie del significato delle preposizioni

### 2.1 Il modello a relazioni semplici e i suoi limiti

A.Herskovits [1986] riassume sotto l'etichetta comune di *modello a relazioni semplici* alcune delle più note teorie del significato delle preposizioni nelle espressioni locative, sia provenienti dalla linguistica ([Leech 1969], [Bennett 1975]), sia dal paradigma computazionale ([Cooper 1968], [Winograd 1972], [Miller e Johnson-Laird 1976], [Bogges 1979], [Waltz 1980]). Assimilabile alle precedenti è anche la posizione presente in Jackendoff [1983, 1990]. L'idea di fondo di questi approcci è che gli usi spaziali di ciascuna preposizione possano essere in qualche modo derivati da una singola relazione geometrica, i cui argomenti sono l'oggetto localizzato e l'oggetto da localizzare:

- (3) il significato di una preposizione in un'espressione locativa del tipo SN+SPREP[Prep+SN] è una relazione  $R(x,y)$ , dove  $x$  è l'oggetto localizzato,  $y$  è l'oggetto di riferimento e  $R$  è una relazione geometrica che fornisce le informazioni necessarie per restringere il dominio di ricerca della posizione dell'oggetto localizzato  $x$ . (cfr. [Miller e Johnson-Laird 1976 p.379], [Johnson-Laird 1983, trad.it. pp.304-306 e pp.381-400])<sup>1</sup>

In linea di principio le relazioni sono definite in modo astratto, senza tenere conto della natura dei loro argomenti, che sono considerati semplicemente oggetti fisici, non ulteriormente analizzati, neppure da un punto di vista geometrico. Inoltre la tesi (3) sembra negare che le preposizioni, limitando l'analisi alle espressioni locative, siano polisemiche e quindi, se si accetta tale modello, non è necessario affrontare il problema della disambiguazione, ovvero definire i criteri che permettono di selezionare in ciascun contesto la relazione giusta.

Per rendere chiari i problemi cui si va incontro seguendo questo approccio consideriamo, per esempio, come Miller e Johnson-Laird [Miller e Johnson-Laird 1976, p.386] definiscono il significato della preposizione *on*.<sup>2</sup>

- (4) Un oggetto  $x$  è localizzato *on* un oggetto di riferimento  $y$  se è incluso nella regione (di interazione tipica) di  $y$  e  $y$  sostiene  $x$ .

Questa definizione sembra catturare correttamente il significato di *on* in casi come i seguenti:

- (5) a. the scratch on the surface  
b. the label on the box  
c. the picture on the wall  
d. the rug on the floor  
e. the table on the rug (on the floor)  
f. the lamp on the table (on the rug on the floor)

Un primo problema sorge con (5e): data la situazione descritta possiamo dire che il tavolo è sul pavimento, anche se il tavolo non tocca effettivamente il pavimento (infatti c'è di mezzo il tappeto). Sembra che la relazione sia transitiva: poiché il tavolo è sul tappeto e poiché il tappeto è sul pavimento, allora il tavolo è sul pavimento. Tuttavia le cose non stanno così: lo schema  $on(x,y) \wedge on(y,z) \Rightarrow on(x,z)$  non può certamente essere applicato in (5f), da cui non segue che la lampada è sul tappeto (o sul pavimento).

Miller e Johnson-Laird spiegano la transitività limitata della relazione facendo, nella

---

<sup>1</sup> La posizione di [Jackendoff 1983, 1990] è soltanto apparentemente diversa. Jackendoff descrive i componenti della struttura concettuale di tipo PLACE e di PATH, cioè quelli presenti in espressioni locative statiche o dinamiche, come formati a partire da una particolare Place-function o Path-function. Le preposizioni sono interpretate come se esprimessero una di queste funzioni della struttura concettuale. Per una descrizione dettagliata di queste proposte cfr. [Di Tomaso 1994, pp.31-47].

<sup>2</sup> La preposizione inglese *on*, diversamente dalla preposizione italiana *su*, implica contatto tra l'oggetto localizzato e l'oggetto di riferimento.

definizione (4), alla *regione di interazione tipica* con la superficie dell'oggetto di riferimento. La regione di interazione tipica di un oggetto viene calcolata da un particolare predicato concettuale che combina informazione percettiva e informazione funzionale sull'uso dell'oggetto per calcolare quale è la porzione di spazio da esso identificata (cfr. [Miller e Johnson-Laird 1976 p.57]). Nel caso di (5e), quando si cerca nella regione del pavimento, si trovano le gambe del tavolo, quindi il tavolo è sul pavimento; se, invece, dato (5f), si cerca nella regione del pavimento, non si trova la lampada [Miller e Johnson-Laird 1976, p.387].

Questa soluzione non è completamente soddisfacente, perché lascia un notevole margine di indeterminatezza nella definizione della relazione: infatti il problema diventa definire che cosa è la regione di un oggetto. Sarebbe preferibile definire la relazione in termini geometrici non ambigui, e lasciare eventualmente ad altri meccanismi (principi pragmatici, inferenze legate al ragionamento spaziale, rilevanza percettiva degli oggetti) la spiegazione della transitività limitata della relazione. E' infatti possibile che, dati  $on(x, y)$  e  $on(y, z)$ , l'inferenza  $on(x, z)$ , se di inferenza si tratta, non dipenda affatto dal significato geometrico di *on*. Per esempio la transitività limitata della relazione può essere spiegata dalla diversa rilevanza percettiva degli oggetti presenti nella scena. Se gli oggetti  $x$  e  $z$  sono entrambi rilevanti nella descrizione della scena (per esempio, un tavolo e il pavimento possono essere considerati più rilevanti di un tappeto nella descrizione di una stanza), si può pensare che siano direttamente collegati dalla relazione percettiva corrispondente a *on*, senza dover introdurre un'inferenza, ma anche senza rendere indeterminato il significato di *on*.<sup>3</sup>

Una seconda difficoltà sorge dal fatto che il significato della preposizione *on* in un'espressione come (6) non sembra possa essere ricondotto a (4):

(6) the house on the river

In (6) la nozione di *supporto* sembra del tutto assente e il significato di *on* è piuttosto simile a quello di *lungo/presso*. Di fronte a questa inadeguatezza della definizione, la mossa di Miller e Johnson-Laird, mossa obbligata se si vuole associare la preposizione ad una sola relazione generale, consiste nel complicare la (4), trasformandola in una disgiunzione in cui il primo disgiunto tratta i casi come (5), il secondo i casi come (6):

(4') Un oggetto  $x$  è localizzato *on* un oggetto di riferimento  $y$  se è incluso nella regione (di interazione tipica) di  $y$  e  $y$  sostiene  $x$ , oppure  $y$  è un percorso e  $x$  è lungo/presso tale percorso.

Con una definizione come la (4') si cerca di ricondurre, costruendo una definizione disgiuntiva, ad una unica formula due sensi che sono chiaramente distinti. Infatti i disgiunti sono incompatibili: in (5) non vi è alcun percorso e in (6) nessun supporto. Costruire definizioni come la (4') è un'operazione puramente formale che nasconde la presenza di due sensi distinti e non affronta il problema vero, cioè fornire, meccanismi e criteri per selezionare il senso opportuno in ciascuna situazione. In realtà è necessario abbandonare la speranza di poter ricondurre tutti gli usi (spaziali) di una preposizione come *on* a una singola relazione geometrica, per riconoscere che a seconda dei casi si possono dare spostamenti di senso che definiscono nuove relazioni associate alla preposizione. Tali spostamenti di senso sono motivati da diversi fattori, in questo caso dalla concettualizzazione geometrica dell'oggetto di riferimento (superficie vs. linea retta).

Consideriamo la preposizione *in*. Seguendo [Cooper 1968], che è la fonte primaria di Miller e Johnson-Laird, possiamo rappresentare il suo significato (nelle espressioni locative) con una formula del primo ordine che coinvolge soltanto due relazioni geometriche:

(7)  $In(x, y) \Leftrightarrow Localizzato(x, Interno(y))$

Formule come questa, a cui possono essere aggiunte alcune restrizioni, come, per esempio, in questo caso, la restrizione che  $x$  sia più piccolo di  $y$ , dovrebbero contribuire a determinare le condizioni necessarie e sufficienti affinché un'espressione locativa come *il libro è nella scatola* sia vera.

Una simile rappresentazione, intuitivamente plausibile, fornisce analisi adeguate per molti esempi. Il suo punto di forza, oltre alla semplicità, è il fare riferimento soltanto a semplici relazioni geometriche; probabilmente, come sostengono Miller e Johnson-Laird, quelle che il

<sup>3</sup> Vi sono anche altre ragioni per evitare di introdurre un concetto come la regione di interazione tipica con un oggetto, cfr. [Di Tomaso 1994, pp.37-39].

nostro sistema percettivo è in grado di identificare (infatti tutte le relazioni e le funzioni presenti nelle formule proposte in *Language and Perception* sono da considerarsi come *predicati percettivi*). Tuttavia questo approccio è inadeguato in molti casi. Consideriamo le frasi (8a-c):

- (8) a. il nido è nel cespuglio  
 b. i cani sono nel prato  
 c. la torta è nel forno

Il significato di due delle tre espressioni locative non può essere costruito usando la sola formula (7). Anzi, usando la formula (7) si ottengono condizioni di verità errate per (8a-b): che cosa sono l'interno di un cespuglio o l'interno di un prato? La formula (7) funziona, invece, per (8c). Il significato delle espressioni locative può essere costruito a partire dalle relazioni geometriche presenti in (7), tenendo conto che queste relazioni non si applicano direttamente agli oggetti, ma a *descrizioni geometriche* che sono associate, per mezzo di funzioni in linea di principio esplicitabili, agli oggetti (la funzione di descrizione geometrica adatta in (8a), per esempio, è quella che, dato un oggetto, ha come valore la regione di spazio inclusa nel confine della "forma normale" dell'oggetto: infatti il nido è localizzato all'interno del volume della parte di cespuglio fatta di rami e fronde, ovvero della parte del cespuglio normalmente più rilevante dal punto di vista percettivo).

Se si tiene conto che le relazioni preposizionali sono applicate a descrizioni geometriche degli oggetti, si può ammettere che, a seconda della descrizione geometrica, la relazione stessa possa cambiare. Il caso estremo si ha quando un oggetto viene concettualizzato in modo diverso in diverse situazioni: per esempio, il paese è "visto come" un punto in (9a) e come una superficie in (9b):

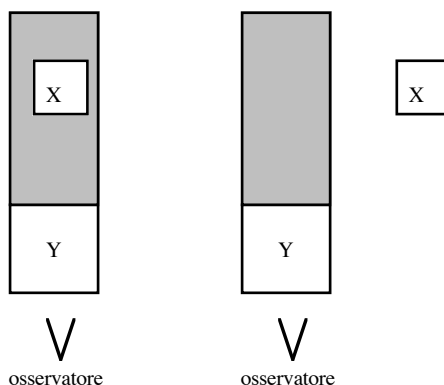
- (9) a. il paese è sulla strada per Milano  
 b. i bambini giocano per il paese

Un altro problema legato all'uso delle sole relazioni geometriche è che talvolta usiamo una preposizione in una situazione in cui la relazione geometrica non vale, neanche tenendo conto delle descrizioni geometriche degli oggetti. Un buon esempio di questo fenomeno è il seguente. Consideriamo la preposizione *dietro*, una preposizione polisillabica e, a prima vista, di significato abbastanza definito e "stabile". Una approssimazione della relazione espressa da *dietro* è (10):

$$(10) \text{ Dietro } (x, y) \leftrightarrow \text{Incluso } (x, \text{SpazioDietro } (y))$$

La situazione rappresentata nel secondo dei due diagrammi (11), diversamente da quella rappresentata nel primo, non si conforma alla definizione; tuttavia, normalmente, sembra accettabile dire, anche in questo caso, che  $x$  è *dietro*  $y$ .

(11)



Un caso simile al precedente si ha con la preposizione *a*, il cui significato geometrico semplice può essere:

$$(12) \text{ A } (x, y) \leftrightarrow \text{Coincide } (x, y)$$

Questa formula va bene per *in un triangolo equilatero le altezze si intersecano al centro del cerchio circoscritto*, ma non per *Cristina è al cancello*, visto che è improbabile che Cristina e il cancello coincidano. Miller e Johnson-Laird risolvono questo problema facendo riferimento, nella relazione che rappresenta il significato geometrico di *at*, alla regione di interazione tipica

con l'oggetto di riferimento. In questo modo si rende conto del fatto che la relazione rappresentata in (12) con "coincidere" è diversa a seconda degli oggetti di cui si parla. Ma questa è un'ulteriore conferma della necessità di tenere conto della natura degli oggetti messi in relazione, nel definire le relazioni preposizionali.

Poiché lo scopo delle espressioni locative è permettere l'identificazione del luogo dove si trova un particolare oggetto (l'oggetto localizzato) data la posizione nota di un altro oggetto (l'oggetto di riferimento), è importante che una teoria delle relazioni preposizionali spieghi il rapporto tra oggetto localizzato e oggetto di riferimento, in particolare che cosa guida la scelta di un particolare oggetto come oggetto di riferimento. Infatti non tutti gli oggetti possono servire come riferimento per indicare la posizione di altri oggetti: tipicamente un oggetto di riferimento deve essere percettivamente rilevante. Inoltre, è il rapporto tra oggetto localizzato e oggetto di riferimento che spiega la simmetria (almeno parziale) delle relazioni espresse da alcune preposizioni (*vicino, contro, a*) e l'esistenza, per altre relazioni, delle converse (*sopra/sotto*). In un modello basato su semplici relazioni geometriche, che si disinteressa della natura degli oggetti messi in relazione, questo rapporto viene trascurato. Anche in questo caso è utile considerare l'analisi di Herskovits [Herskovits 1986, p.36-38].

Supponiamo che un parlante voglia descrivere la posizione di un oggetto A ad un ascoltatore. Assumiamo che A sia nel campo visivo e che esista un secondo oggetto B che il parlante ritiene sia visibile all'ascoltatore, oppure tale che il parlante possa ritenere che la sua posizione è nota all'ascoltatore, anche se non lo può vedere. In questa situazione potrebbe non essere possibile l'uso di un'espressione locativa con A come oggetto localizzato e B come oggetto di riferimento, anche in casi in cui la relazione espressa dalla preposizione è soddisfatta. Per esempio le frasi (13) non sono, normalmente, accettabili, poiché, anche se l'ascoltatore sa dove si trovano, la bicicletta e Maria non sono utilizzabili come oggetti di riferimento:

- (13) a. ?\*La casa di Cristina è vicino alla bicicletta  
b. \*Il cancello è vicino a Maria

Evidentemente gli oggetti in una coppia *oggetto da localizzare / oggetto di riferimento* devono avere certe caratteristiche, che sono violate in (13).

La caratteristica principale che un oggetto deve avere per funzionare come oggetto di riferimento è la facilità di identificazione in una scena: l'oggetto di riferimento deve essere più "visibile" dell'oggetto localizzato, altrimenti non ci sarebbe ragione di usare un'espressione locativa. Questo spiega l'inaccettabilità di una frase come *\*la bottiglia è sotto il tappo*: se qualcuno vede il tappo, è probabile che veda anche la bottiglia.

In assenza di "rilevanza percettiva", la caratteristica principale di un oggetto di riferimento è che la sua posizione sia sufficientemente stabile e permanente da essere nota all'ascoltatore. Da questo segue la tendenza ad usare oggetti fissi e relativamente grandi come oggetti di riferimento (cfr. [Talmy 1983]). La frase (13a) è scarsamente accettabile non tanto perché la casa di Cristina è un oggetto troppo grande rispetto alla bicicletta, ma perché la posizione della bicicletta non è permanente e quindi non può funzionare come riferimento. Infatti in una frase come *la casa di Cristina è vicino al semaforo (di C.so Vittorio)* si usa come oggetto di riferimento un oggetto relativamente piccolo, la cui posizione è, però, fissa.<sup>4</sup> In modo simile (13a) diventa maggiormente accettabile se si fa riferimento esplicito alla regione di spazio identificata dalla bicicletta: *la casa di Cristina è vicino al luogo dove ho parcheggiato la bicicletta*.

## 2.2 Il modello a relazioni multiple

### 2.2.1 Caratteristiche del modello

Come visto, le difficoltà cui va incontro il modello a relazioni semplici sono numerose: dalla costruzione di definizioni disgiuntive, che nascondono la polisemia delle preposizioni, alla impossibilità di rendere conto di (a) tutte le inferenze spaziali (che possono dipendere anche da fattori quali la rilevanza di certi oggetti nella comunicazione o nella percezione), (b) casi in cui l'uso di una preposizione diverge dalla relazione geometrica standard (tolleranza), (c) casi in cui si danno deviazioni convenzionali del significato ideale (spostamenti di senso), (d) rapporto di tipo Figura/Sfondo tra oggetto localizzato e oggetto di riferimento.

Modelli alternativi del significato delle preposizioni, in cui si cercano di risolvere alcuni dei

---

<sup>4</sup> Questo vincolo sulla relativa stabilità dell'oggetto di riferimento si indebolisce fino a scomparire in presenza di un oggetto localizzato altrettanto mobile: si può infatti dire sia il tappo è vicino alla bottiglia di barolo che la bottiglia di barolo è vicino al tappo.

problemi precedentemente descritti, rendendo maggiormente conto della flessibilità nell'uso delle preposizioni per esprimere relazioni spaziali, possono essere etichettati come *modelli a relazioni multiple*. Sono di questo tipo i modelli di [Lakoff 1987] e [Herskovits 1986], la cui tesi centrale sembra essere:

- (14) a. ciascuna preposizione definisce una famiglia di sensi tale che esiste un senso in qualche modo "centrale" (o "ideale"), mentre gli altri sono ottenuti per mezzo di trasformazioni  *motivate*   
 b. il significato di una preposizione in un'espressione locativa del tipo SN+SPREP[Prep+SN] o SN+SV[v+SPREP[Prep+SN]] è una relazione  $R_i(x,y)$  (dove  $x$  è l'oggetto localizzato e  $y$  l'oggetto di riferimento) appartenente alla famiglia di sensi definita dalla preposizione; la scelta di  $R_i$ , cioè la disambiguazione della preposizione, dipende da informazioni sulla natura degli oggetti  $x$  e  $y$ .

Con "trasformazioni motivate" si intendono, nel senso di [Lakoff 1987], spostamenti del senso della preposizione che, pur non potendo essere dedotti da principi generali, sono comunque riconducibili all'azione di criteri identificabili e non completamente casuali.

### 2.2.2 La proposta di G.Lakoff

Secondo Lakoff la polisemia di una parola dipende sempre o da una relazione definita tra elementi analoghi di due diversi modelli cognitivi idealizzati (ICM),<sup>5</sup> o da una corrispondenza tra concetti all'interno di un singolo ICM, che diventa il nucleo attorno al quale si costituisce una famiglia di sensi. Quando la polisemia dipende da una corrispondenza tra concetti all'interno di un singolo modello cognitivo idealizzato, Lakoff parla di *categorie naturali di senso*. La preposizione *over*, analizzata dettagliatamente in [Lakoff 1987, pp.418-438], e le preposizioni in genere, definiscono categorie naturali di senso.

Lakoff associa ad ogni senso di *over* uno *schema iconico (image schema)*. Gli schemi hanno un ruolo centrale sia nella percezione che nel ragionamento, nel senso che strutturano la percezione e tale struttura viene utilizzata nel ragionamento [Lakoff 1987, p.440]. Lo Schema S1, riportato in Fig.1, rappresenta, ad esempio, il senso dinamico di *over*, parafrasabile con *above/across*: un oggetto (identificato con TR, cioè *trajector*) si muove lungo un cammino sovrastante un oggetto di riferimento (LM, cioè *landmark*); il contatto tra i due oggetti è possibile.

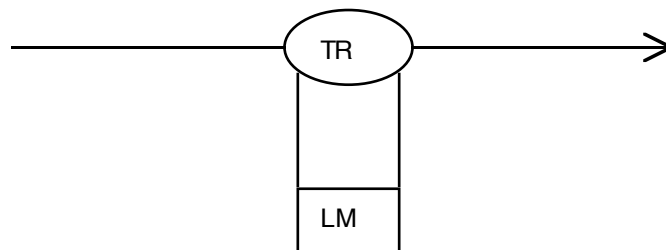


Fig.1 □ □ Schema S1, esempio *the plane flew over*

Ciascuno schema caratterizza una categoria *fuzzy* di scene e di immagini: è un prototipo generativo. Infatti, da uno schema è possibile ottenere altri schemi, applicando regole di trasformazione o istanziando lo schema con l'aggiunta di altre informazioni sugli oggetti in esso presenti e sulle loro relazioni [Lakoff 1987, p.420]. In definitiva, gli schemi corrispondenti ai diversi sensi di una parola come *over* formano una struttura, i cui elementi sono legati da trasformazioni: tale struttura rappresenta la categoria naturale di sensi associata a quella parola.

### 2.2.3 La proposta di A.Herskovits

Il modello proposto da Herskovits [Herskovits 1981, 1986], che verrà qui in parte assunto, ha molto in comune con quello di Lakoff, anche se per certi aspetti fornisce più indicazioni, soprattutto per quanto riguarda la definizione degli effettivi criteri che permettono di interpretare le espressioni locative disambiguando la preposizione.

Per definire il significato delle preposizioni bisogna tenere conto di (almeno) due livelli: da una parte si associa ciascuna preposizione ad una (o, in certi casi, più di una) nozione

<sup>5</sup> Gli ICM sono, semplificando molto, strutture concettuali articolate (anche gestaltiche), radicate in concetti e schemi iconici di base, che permettono l'interpretazione del linguaggio: la semantica delle espressioni linguistiche deve essere data utilizzando gli ICM.

geometrica percettivamente rilevante, ma in qualche modo astratta (inclusione, coincidenza, parallelismo tra linee, ecc.), dall'altra si identificano (e si rappresentano esplicitamente nel lessico) i possibili *spostamenti di senso* imposti dalla particolare natura degli oggetti (cfr. *supra* esempio (8)). Bisogna, inoltre, tenere conto che sono sempre possibili fenomeni di *tolleranza*, in base ai quali la relazione comunicata dalla preposizione può sussistere anche soltanto in modo parziale (cfr. *supra*, esempio (11-12)).

La nozione geometrica astratta è il *significato ideale* della preposizione, e non è diversa dal tipo di relazioni introdotte in analisi come quella di Miller e Johnson-Laird. I significati ideali sono definiti facendo riferimento ad un mondo idealizzato, in cui le entità spaziali sono assimilati a entità geometriche (punti, linee, superfici, volumi).

Gli spostamenti di senso sono trasformazioni del significato ideale motivate da particolari caratteristiche degli oggetti presi in considerazione, in particolare dal tipo di concettualizzazione geometrica degli oggetti, o dall'applicazione di principi pragmatici, fondati su fattori quali rilevanza percettiva, salienza, scopi dei parlanti. I principi pragmatici sottostanno, per esempio, a fenomeni di metonimia o sineddoche.

Nel modello di Herskovits i possibili spostamenti di senso, siano essi più o meno convenzionali, ovvero più o meno derivabili dal significato ideale e dalle descrizioni geometriche degli oggetti, sono associati esplicitamente a ciascuna preposizioni nel lessico: l'entrata lessicale di una preposizione contiene il significato ideale e un catalogo di *classi d'uso*. Le classi d'uso rappresentano i sensi della preposizione ottenibili dal significato ideale, e contengono le condizioni di selezione di ciascun senso.<sup>6</sup> Ogni classe d'uso, cioè, "manifesta il significato ideale: in altre parole, l'occorrenza della preposizione nelle espressioni generate dalla classe d'uso è motivata, una motivazione che deriva dal legame con un significato di base" [Herskovits 1986, p.93, trad. mia]. Nelle classi d'uso sono rappresentati due tipi di informazioni: un pattern di sintagma, costruito attorno alla preposizione, e l'interpretazione associata, a sua volta formata dall'insieme di condizioni che definiscono gli usi appropriati di quel pattern [Herskovits 1986, pp.89-90].

Nel caso più semplice il pattern è formato dalla preposizione e da restrizioni di selezione sul "soggetto" e l'oggetto della preposizione: la frase *Cristina è alla scrivania* (come altri analoghi: *l'operaio alla fresatrice, l'impiegato al computer ...*) rientra nella classe d'uso:

(15) Persona a Manufatto

L'interpretazione di questo pattern<sup>7</sup> specifica (tra le altre cose) che la persona usa il manufatto.

Le condizioni di uso che formano l'interpretazione del pattern sono espresse, secondo Herskovits, da un insieme di condizioni prototipiche, a cui si aggiungono procedure per determinare quali deviazioni da queste condizioni sono tollerabili. In generale in una classe d'uso deve essere possibile specificare tutta la conoscenza necessaria per descrivere che cosa è vero per tutti i sintagmi riconducibili al pattern descritto nella classe d'uso. Tale conoscenza è distinta in vincoli riferiti alla scena (restrizioni di selezione, relazioni spaziali ammesse tra gli oggetti, vincoli sugli indicali, vincoli sulle funzioni di descrizione geometrica) e vincoli riferiti al contesto (vincoli sul proposito, attenzione su un particolare elemento di background, altri vincoli) [Herskovits 1986, pp.91-93].

Sulla base della precedente caratterizzazione del significato delle preposizioni, Herskovits descrive il processo in *interpretazione*<sup>8</sup> di una espressione locativa come un processo in cui, sulla base delle informazioni sulla descrizione geometrica degli oggetti, viene selezionata una

---

<sup>6</sup> Herskovits non fornisce un vero e proprio criterio per identificare due sensi distinti di una preposizione, e quindi due distinte classi d'uso. Sembra che [Herskovits 1986, p.87], dati due usi di una preposizione, si debba riconoscere l'esistenza di due classi di uso distinte se le differenze tra i due usi sono "significative", ovvero se i parlanti percepiscono una ambiguità. Per esempio, i chiodi nella scatola corrisponde a due classi di uso, perché l'espressione può essere percepita come ambigua: i chiodi possono essere contenuti nella scatola, oppure possono tenere insieme la scatola, cioè essere conficcati nella scatola.

<sup>7</sup> Bisogna notare che, così come è espressa, questa classe d'uso potrebbe essere utilizzata anche per interpretare l'espressione *\*mia figlia al libro*, che invece non è accettabile. Tuttavia è possibile costruire la classe d'uso in modo tale che ciò non accada.

<sup>8</sup> Herskovits definisce il problema di decodificare (ovvero interpretare) un'espressione locativa in questo modo: data un'espressione locativa usata in una particolare situazione, ammesso che sia usata in modo appropriato, è possibile predire che cosa comunica, come sarà interpretata? E se non è usata in modo appropriato, è possibile spiegare perché è inappropriata? Il problema opposto, cioè la codifica, o generazione, è caratterizzato come segue: data una situazione con due oggetti spaziali, è possibile prevedere l'espressione locativa che può essere utilizzata in modo appropriato e veritiero per descrivere la relazione spaziale tra i due oggetti? [Herskovits 1986, p.11].

classe d'uso tra quelle associate alla preposizione. La classe d'uso fornisce ulteriori informazioni che contribuiscono a costruire l'interpretazione (vincoli sulla scena, natura della relazione spaziale, vincoli sugli indicali...), e soprattutto una prima caratterizzazione dei limiti di tolleranza (pragmatica). La tolleranza viene definitivamente "calcolata" applicando i principi pragmatici (metonimie, sineddoci, proiezioni sul piano di visione, proiezione al suolo...) all'interpretazione geometrica costruita usando la classe d'uso.<sup>9</sup>

### 3. *Struttura delle espressioni locative*

Lo scopo tipico delle espressioni locative è identificare la posizione di un oggetto facendo riferimento alla posizione nota di un altro oggetto. La relazione tra l'oggetto localizzato e l'oggetto di riferimento può essere espressa linguisticamente utilizzando una preposizione: *il ragno sul muro*, un verbo: *Cristina attraversa il prato*, un verbo e una preposizione: *Cristina corre per il prato*.

Si possono distinguere due classi di espressioni locative: le espressioni locative statiche e le espressioni locative dinamiche.

Le espressioni locative statiche sono tipicamente costruite intorno ad una copula (16a) o ad un esistenziale (16b) [Herskovits 1986, p.7], oppure compaiono come aggiunti, in frasi che non necessariamente esprimono un movimento, per indicare dove è avvenuto ciò di cui si sta parlando (16c):

- (16) a. Il ragno è sul muro
- b. C'è un ragno sul muro
- c. Cristina ha comprato il regalo nel negozio

Le espressioni locative dinamiche compaiono in frasi in cui si parla del movimento di un oggetto rispetto ad un altro oggetto ed esprimono lungo la quale l'oggetto "localizzato" si muove rispetto all'oggetto di riferimento (17):

- (17) Cristina cammina per Via Po
- Cristina entrò nel negozio di dischi
- Cristina è andata da casa al negozio di dischi correndo

Possono essere identificati quattro partecipanti alla situazione: l'oggetto che si muove o che viene localizzato, cioè il *Tema*; l'oggetto rispetto al quale il Tema viene localizzato o considerato in movimento, cioè lo *Sfondo*; la traiettoria lungo la quale il Tema si muove rispetto allo Sfondo, che ha come caso limite il caso in cui tale traiettoria è ridotta alla semplice determinazione di un luogo (questo accade quando si tratta di una semplice localizzazione), cioè il *Percorso*; il movimento o la localizzazione che si predicano del Tema rispetto allo Sfondo, facendo riferimento al Percorso, cioè il *Moto/Localizzazione*.<sup>10</sup>

A questa struttura di base possono essere aggiunte caratteristiche "esterne", che esprimono ulteriori determinazioni quali Tempo, Fine, Causa e Maniera. Tra questi, i componenti *Causa* e *Maniera* hanno uno status particolare, perché possono essere lessicalizzati nel verbo e giocare un ruolo importante nell'interpretazione della preposizione.

Un'espressione locativa descrive, dunque, una situazione così strutturata:

- (18) Tema + Moto/Localizzazione + Percorso + Sfondo [+ Maniera/Causa]

A questi elementi è possibile fare riferimento nelle relazioni preposizionali, considerando diverse caratterizzazioni degli oggetti, diversi elementi descrittivi delle traiettorie (l'inizio, la fine, la parte intermedia), diverse caratteristiche del movimento.

Per evitare i problemi del modello a relazioni semplici che, come visto, derivano principalmente dal non riconoscimento dell'esistenza spostamenti di significato imposti dalla natura degli oggetti messi in relazione, bisogna, infatti, introdurre un ulteriore livello di

---

<sup>9</sup> E' opportuno notare che Herskovits non fornisce una descrizione formale dell'algoritmo di interpretazione delle espressioni locative. Un tentativo di implementazione, limitato alla selezione della classe d'uso, è presente in [Meini e Paternoster 1995]. Non è invece chiaro, dalla descrizione di Herskovits, come si possano effettivamente applicare i principi pragmatici per definire i limiti di tolleranza.

<sup>10</sup> L'uso dei termini Percorso e Moto per indicare componenti di espressioni locative statiche può apparire poco felice. In effetti in una espressione come il ragno sul muro non vi sembra essere nessuna traiettoria e nessun movimento. Tuttavia Talmy [Talmy 1975, 1985] sostiene che in espressioni locative statiche si può parlare di Percorso e Moto come casi limite. In questo modo dovrebbe essere più facile fornire un trattamento omogeneo nei due casi, visto che, in definitiva, lo scopo delle espressioni è lo stesso: identificare la posizione, statica o in movimento lungo una traiettoria, di un oggetto rispetto ad un altro.



elaborazione, per lo meno per alcuni degli elementi in (18). Il Tema e lo Sfondo non sono, infatti, messi in relazione in quanto tali, ma dopo che hanno subito una elaborazione concettuale, in particolare dopo che sono allo Sfondo sono state applicate *funzioni di descrizione geometrica*. Tali funzioni permettono di identificare la regione di spazio associata ad un particolare oggetto, quale è la concettualizzazione geometrica di tale regione di spazio (se è idealizzata come una linea, una superficie, un volume...) e quali sono le possibili concettualizzazioni alternative (per esempio una città, che normalmente viene concettualizzata come una area, come in *è bello passeggiare per Torino quando piove*, spesso viene concettualizzata come un punto, come in *Cristina è andata a Torino*.) Le funzioni di descrizione geometriche, oltre ad essere utilizzate per catturare il fatto che la porzione di spazio occupata da un oggetto può essere, in diversi contesti, concettualizzata geometricamente in modi diversi, servono anche a spiegare i casi in cui vengono utilizzati sintagmi nominali riferiti all'oggetto per fare in realtà riferimento non all'oggetto in quanto tale, ma a una parte dell'oggetto o a una regione di spazio adiacente all'oggetto, o una proiezione dell'oggetto. Tali funzioni sono applicate soltanto allo Sfondo, sia perché del Tema non si dà, normalmente, una elaborazione geometrica complessa (cfr. [Talmy 1983, pp.236-237]), sia perché, mentre può essere plausibile che una relazione spaziale statica valga tra due porzioni di spazio, non altrettanto accettabile è il caso dinamico. Infatti una frase come *Cristina va a Milano* non significa *la porzione di spazio identificata da Cristina si muove lungo una traiettoria la cui meta è la porzione di spazio identificata da Milano*. Assumeremo, quindi, che le relazioni spaziali identificate come significato delle preposizioni siano relazioni tra oggetti e porzioni di spazio identificate da oggetti, diversamente da Herskovits, che sembra supporre che le relazioni siano definite tra regioni di spazio. Secondo Herskovits, infatti, una funzione di descrizione geometrica viene sempre applicata sia all'oggetto localizzato che all'oggetto di riferimento. In particolare, anche quando non sono necessarie elaborazioni geometriche, viene sempre utilizzata la funzione *Place*, che, dato un oggetto, ne identifica la regione di spazio [Herskovits 1986, p.58-59]. Questa differenza rispetto al modello di Herskovits sembra suffragata anche dal fatto che sono pochi i casi in cui la scelta della preposizione dipende chiaramente dalla concettualizzazione geometrica dell'oggetto localizzato, mentre è normale che dipenda dalla concettualizzazione geometrica dell'oggetto di riferimento.

#### 4. Relazioni spaziali e preposizioni

##### 4.1 Competenza inferenziale e competenza referenziale

Se le preposizioni hanno un significato lessicale, anche per le preposizioni si può fare riferimento ai due aspetti della competenza semantica lessicale, la competenza inferenziale, che consiste nella capacità di compiere le inferenze a base semantica, sulla base della conoscenza di una rete di relazioni tra le parole e la competenza referenziale, che consiste nella capacità di mettere in relazione le parole con oggetti, eventi e stati di cose del mondo reale [Marconi 1992, 1994]. Il significato delle preposizioni, ovvero le relazioni che possono esprimere, deve essere caratterizzato facendo riferimento a questi due aspetti. Le relazioni preposizionali devono, quindi, essere identificate e rappresentate in modo tale che:

- a. □sia possibile trarre le inferenze opportune sulla relazione reciproca tra gli oggetti
- b. □sia possibile, in linea di principio, calcolare nella scena la posizione reciproca tra gli oggetti utilizzando l'informazione portata dalla preposizione.

Il punto (a) fornisce una guida abbastanza precisa per l'identificazione sia delle relazioni generali, che possiamo considerare i sensi centrali di ciascuna preposizione, sia delle relazioni più specifiche che costituiscono la famiglia di sensi associati a ciascuna preposizione.

Per quanto riguarda le espressioni locative statiche bisogna introdurre una distinzione fra tre relazioni cognitivamente fondamentali, che sembrano essere alla base del sistema della localizzazione: adiacenza, contenimento, prossimità con riferimento ad un sistema di coordinate. Tali relazioni sono normalmente associate alle preposizioni topologiche *a, in, su*.<sup>11</sup>

- (19) a. l'uomo alla fermata dell'autobus  
 b. il libro nella scatola  
 c. la caraffa sul tavolo

Per quanto riguarda la localizzazione dinamica, la distinzione più generale è nuovamente fra tre relazioni fondamentali, dedotte dalla possibilità di identificare, dato un percorso, il suo inizio, la

<sup>11</sup> Oltre a su bisogna, ovviamente, prendere in considerazione anche sopra e sotto.

sua fine e il percorso nella sua interezza (o una sua porzione intermedia). Tali relazioni sono associate, nei casi più semplici, alle preposizioni *da*, *a*, *per*, come nei seguenti esempi:

- (20) a. Cristina è partita da Torino  
b. Cristina è andata a Torino  
c. Cristina correva per il parco

Una preposizione può esprimere più di una delle relazioni fondamentali; inoltre, data un'espressione in cui compare una preposizione, a seconda del significato degli elementi messi in relazione, possono essere tratte inferenze aggiuntive. Per esempio, considerando la preposizione *a*, che in (19a) sembra suggerire una semplice adiacenza tra due oggetti, in un caso come *Cristina al computer*, sembra che sia aggiunta, in situazioni normali, l'inferenza che Cristina sta operando sul computer. Data una relazione centrale, quindi, si distinguono sue possibili specializzazioni (spostamenti di senso).

Il punto (b) deve essere tenuto presente se si è interessati a specificare in che modo una preposizione contribuisce a identificare effettivamente gli oggetti nella scena. Nella prospettiva qui adottata, infatti, si suppone che un sistema di comprensione del linguaggio naturale debba esibire anche una competenza referenziale, attraverso la quale sia in grado di determinare le condizioni di verità degli enunciati rispetto al mondo reale [Marconi 1991]. Seguendo l'architettura proposta in [Meini e Paternoster 1994], per quanto riguarda le espressioni locative, il sistema deve essere in grado di:

- a.  verificare la presenza nella scena degli oggetti di cui si parla nell'espressione  
b.  verificare se tra gli oggetti presenti nella scena sussiste la particolare relazione espressa dalla preposizione.

Tralasciando il primo passo, che è fuori dagli scopi di questo lavoro, vediamo come si possa supporre avvenga la verifica dell'esistenza di una relazione spaziale tra due oggetti.

Nella rappresentazione semantica di una espressione locativa è presente una relazione che lega l'oggetto localizzato alla porzione di spazio identificata dall'oggetto di riferimento. Tale relazione appartiene all'insieme di relazioni che sono state associate alla preposizione partendo dal tentativo di caratterizzare le inferenze, e quindi non ha, per il momento, alcuna componente referenziale. Le relazioni identificate sulla base delle inferenze possibili non fanno, in generale, riferimento a proprietà metriche degli oggetti (ma piuttosto a proprietà geometriche, in quanto gli oggetti sono tipicamente concettualizzati, attraverso l'applicazione delle funzioni di descrizione, come entità geometriche) né a sistemi di coordinate, all'interno dei quali sia possibile calcolare l'effettiva posizione reciproca degli oggetti.

Si potrebbe pensare di associare ogni relazione preposizionale ad una descrizione della relazione spaziale corrispondente, ma in molti casi risulta difficile tradurre la relazione in un insieme di vincoli necessari e sufficienti per operare il riconoscimento. Se si ha a disposizione un sistema di coordinate, la riscrittura delle relazioni in termini referenziali diventa relativamente più semplice, in quanto si può pensare che ogni relazione ponga certi vincoli ai valori delle coordinate spaziali degli argomenti. Quindi, per fare un esempio facile, si può supporre che una relazione come *localizzato sopra*, identificata a partire dalla preposizione *su* nell'espressione *il libro è sul tavolo*, sia trasformata in un vincolo quale "l'ordinata relativa alla superficie superiore dell'oggetto di riferimento deve essere strettamente minore dell'ordinata relativa alla superficie inferiore dell'oggetto localizzato". Tuttavia, anche in un caso come questo, il vincolo dovrebbe essere più complesso, in quanto si deve aggiungere il fatto che i due oggetti sono in realtà a contatto (basterebbe forse richiedere che l'ordinata relativa alla superficie superiore dell'oggetto di riferimento sia minore o uguale all'ordinata relativa alla superficie inferiore dell'oggetto localizzato).

Tra le soluzioni possibili, la soluzione più semplice sembra essere legata alla possibilità di etichettare direttamente nella descrizione della scena certe relazioni spaziali semanticamente rilevanti, come *sovrastante a*, *a destra di* [Meini e Paternoster 1994], supponendo che esista una corrispondenza biunivoca tra sensi delle preposizioni e etichette che interpretano relazioni spaziali leggibili nella scena. Il modello della comprensione di un'espressione locativa, in questo caso, sarebbe il seguente: dall'interpretazione dell'espressione viene identificata una particolare relazione preposizionale, che permette, eventualmente, di trarre tutte le inferenze opportune sulla posizione e l'interazione degli oggetti di cui si parla. Questa relazione "corrisponde" ad una relazione spaziale (cioè definita facendo riferimento alle proprietà metriche degli oggetti e ai sistemi di coordinate), che permette di calcolare l'effettiva posizione reciproca degli oggetti.

Tuttavia, non soltanto è difficile identificare quali sono le relazioni spaziali effettivamente computate, ma può anche essere complicato stabilire la corrispondenza biunivoca tra sensi delle preposizioni e etichette delle relazioni spaziali. Infatti, esistono sensi di una preposizione diversi, in quanto determinano inferenze diverse, che sono applicabili a scene descritte geometricamente allo stesso modo: per esempio in *Cristina è alla fermata del tram* e in *Cristina è al computer*: la relazione spaziale è sempre la relazione di adiacenza, ma le inferenze sono in una certa misura diverse: soltanto nel secondo caso si può inferire, normalmente, che Cristina sta usando il computer. Inoltre tra le relazioni spaziali ve ne possono essere alcune che comportano differenze per il riconoscitore ma non per le inferenze: per esempio, dal punto di vista degli algoritmi di verifica nella scena, potrebbe essere necessario distinguere due relazioni quali: *localizzazione in volumi dai confini sfumati* e *localizzazione in volumi dai confini definiti*, ma non è facile associare tali relazioni, ammesso che esistano, a due distinti sensi della preposizione *in*.

Una possibilità consiste nel non separare i due insiemi di relazioni, ma di costruire una rete di relazioni in cui certi nodi sono introdotti in quanto dedotti dalle proprietà inferenziali delle espressioni, altri nodi sono introdotti in quanto si suppongono necessari per il riconoscimento della posizione effettiva degli oggetti.

#### 4.2 *Struttura del lessico: rappresentazione dei sensi delle preposizioni e delle informazioni necessarie per la disambiguazione*

Il lessico è rappresentato come una rete semantica tipo KL-ONE [Brachman e Schmolze 1985]

Le entrate lessicali di parole che si riferiscono a oggetti fisici o a eventi di movimento devono fornire, tra le altre cose, accesso a informazioni spaziali rilevanti per interpretare un'espressione locativa.

Per quanto riguarda le parole che si riferiscono ad entità spaziali, le informazioni rilevanti sono sostanzialmente il tipo di regione di spazio identificata dall'entità, la concettualizzazione geometrica di tale regione e le possibili concettualizzazioni alternative. Come già accennato, per esempio, *Torino* identifica spazialmente un'area (*passeggio per Torino*), ma può essere ricategorizzato come se identificasse spazialmente un punto (*vado a Torino*). Per quanto riguarda i verbi di movimento, è rilevante la struttura prototipale dell'evento cui si riferiscono, e, in particolare, che tipo di movimento essi esprimono. Infatti i diversi patterns di lessicalizzazione degli elementi della struttura delle espressioni locative nella radice verbale influenzano la scelta della preposizione.<sup>12</sup> Per esempio, un verbo come *camminare* esprime la Maniera del movimento, ma lascia indeterminato il Percorso, un verbo come *entrare* esprime il Percorso, ma lascia indeterminata la Maniera del movimento.

Le relazioni spaziali associate alle preposizioni sono rappresentate come nodi nella rete terminologica. Tali relazioni hanno due ruoli (argomenti), chiamati XARG e YARG, che le collegano agli insiemi cui devono appartenere oggetto localizzato e oggetto di riferimento, fornendo contemporaneamente restrizioni di selezione.<sup>13</sup> Le relazioni associate alle preposizioni nell'entrata lessicale sono i *significati ideali* e sono quindi più astratte e generiche possibile, ma abbastanza specifiche per distinguere le diverse preposizioni. Relazioni più specifiche, definite aggiungendo restrizioni e vincoli sugli argomenti, rappresentano i possibili *spostamenti di significato*. Poiché le relazioni spaziali sono organizzate in una tassonomia gerarchicamente ordinata (cfr. il reticolo di schemi iconici di [Lakoff 1987, p.436]), è possibile specificare come sensi della preposizione soltanto i livelli più alti della gerarchia (i significati ideali), lasciando all'interprete il compito di trovare eventuali relazioni più specifiche. In questo modo l'omonimia è rappresentata ammettendo legami multipli tra la preposizione e più significati ideali; la polisemia (vista come *manca di specificazione* [Zwicky e Saddock 1975]) è riflessa nella gerarchia stessa.

Per esempio, la preposizione *in* è associata alle relazioni di localizzazione dentro l'oggetto di riferimento e di destinazione verso l'interno dell'oggetto di riferimento; la preposizione *a* è associata alle relazioni di adiacenza e di destinazione. In Fig.2 è riportata una parte della rete terminologica che descrive il significato locativo di *in* con alcune specializzazioni del significato ideale *loc\_in*.

<sup>12</sup> Il problema di rappresentare la conoscenza sugli oggetti e sul movimento è affrontato in [Di Tomaso 1994, pp.99-122]. L'analisi dei verbi di movimento è in gran parte basata su [Talmy 1985] e [Jackendoff 1990].

<sup>13</sup> In KL-ONE [Brachman e Schmolze, 1985] un ruolo di un concetto si comporta come una descrizione di un attributo di quel concetto, rappresentando una relazione potenziale tra individui del tipo denotato dal concetto e altri individui, i fillers del ruolo. Un ruolo può specificare una descrizione dei suoi potenziali fillers, in questo caso si parla di restrizione di valore (value restriction).

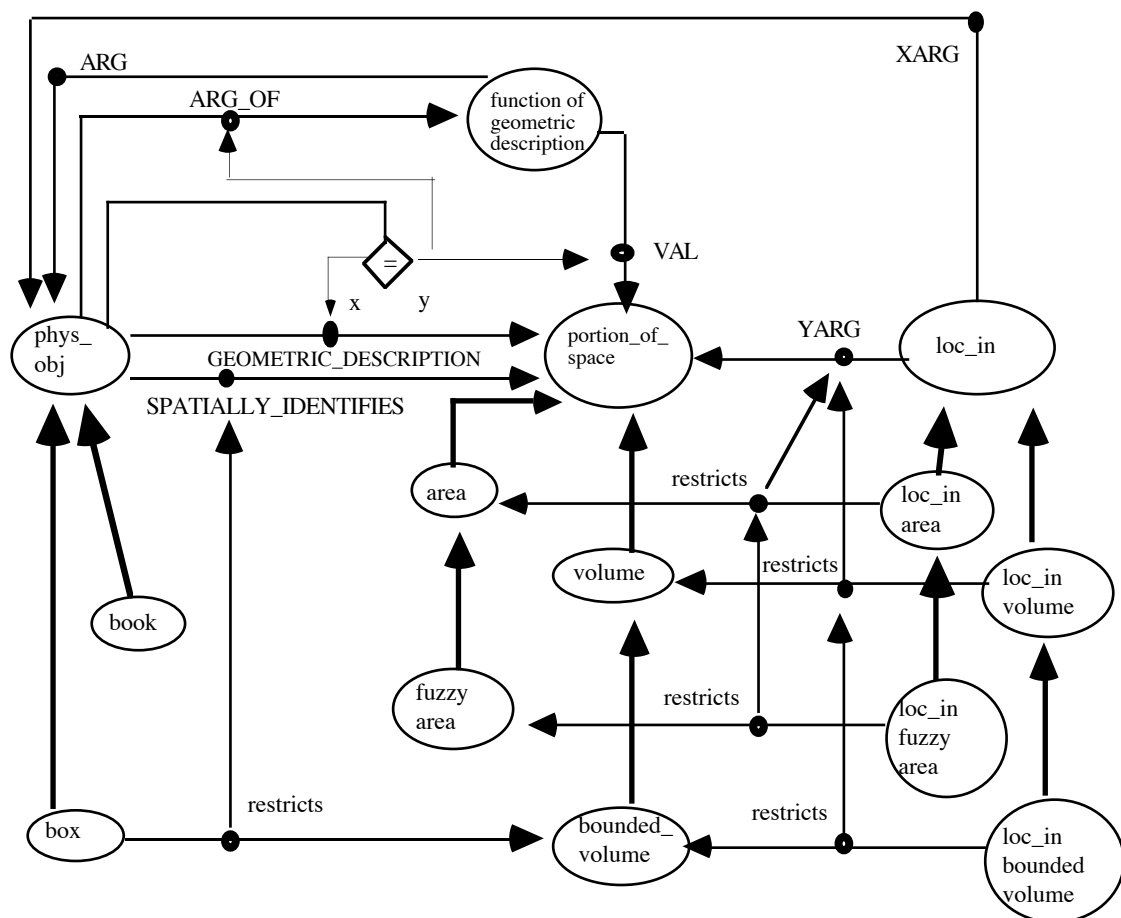


Figura 2□□Una porzione della rete terminologica centrata sul significato ideale *loc\_in*.

Il tipo di porzione di spazio identificata da un oggetto fisico è ottenuta percorrendo (nel verso indicato dalla freccia) l'arco *spatially\_identifies*; l'eventuale ulteriore elaborazione geometrica di tale porzione di spazio è ottenuta attraverso l'arco *geometric\_description*, definito come (vedi il vincolo espresso dalla Role-value-Map)<sup>14</sup> il *val* (ossia *value*) di una *function of geometric description*.

Questa rappresentazione del significato lessicale e della conoscenza spaziale permette di affrontare il problema dell'interpretazione delle espressioni locative e della disambiguazione delle preposizioni definendo un processo in cui, prendendo in esame informazioni provenienti da tutti gli elementi dell'espressione, viene percorsa la rete delle relazioni spaziali a partire dalle relazioni più generiche (i significati ideali associati alla preposizione), cercando un *matching* tra le informazioni disponibili e le restrizioni richieste dalle relazioni spaziali.<sup>15</sup> In questo modo

<sup>14</sup> Le Role Value Map permettono rappresentare, in KL-ONE, l'uguaglianza tra gli insiemi di fillers di ruoli diversi [Brachman e Schmolze 1985, pp.192-195]. In questo caso si rappresenta il fatto che l'insieme delle porzioni di spazio con cui può essere geometricamente descritto un oggetto è uguale all'insieme dei valori delle funzioni di descrizioni geometrica di cui l'oggetto può essere argomento (cioè che possono essere applicate all'oggetto): "x (physical\_object (x)  $\hat{=}$  (geometric\_description (x) = val (arg\_of (x))))

<sup>15</sup> Due osservazioni a questo proposito: (a) la necessità di fare riferimento all'immediato contesto in cui una parola polisemica occorre per effettuare la disambiguazione è un fatto ben noto e descritto, da un punto di vista computazionale, per esempio in [Hirst 1987]; (b) il nostro approccio all'interpretazione delle espressioni locative, in cui cooperano informazioni provenienti dai diversi elementi dell'espressione, potrebbe essere visto come un tentativo di seguire l'idea di "suddividere il peso semantico" proposta nel lessico generativo di Pustejovski [Pustejovski 1991, Pustejovski e Bougarev 1993].

nell'interpretazione finale sono disponibili quante più informazioni possibili sulla localizzazione del Tema rispetto allo Sfondo. A questo proposito è utile sottolineare una importante differenza con l'approccio di [Herskovits 1986]. Nel modello di Herskovits i sensi della preposizione ottenuti tramite spostamenti di senso sono rappresentati nell'entrata lessicale come classi d'uso. Poiché le classi d'uso non formano una gerarchia, per cercare la classe d'uso adatta al contesto bisogna provarle tutte, procedimento inevitabilmente poco economico. La rappresentazione gerarchica qui proposta permette, invece, di aumentare l'efficienza del processo di ricerca. Inoltre, poiché tra ciascun nodo eredita le descrizioni dei nodi che lo sussumono, è possibile rappresentare in modo più compatto le informazioni sul senso della preposizione.

## 5. Interpretazione delle espressioni locative

### 5.1 Rappresentazione semantica

In quanto segue ci limiteremo, per semplicità e brevità, a considerare espressioni locative statiche della forma SN+SPREP[Prep+SN], tuttavia il modello copre anche patterns del tipo SN+SV[v+SPREP[Prep+SN]] e espressioni locative dinamiche.

Consideriamo l'espressione

(21) il libro nella scatola

I libri e le scatole sono oggetti fisici, e come tali identificano porzioni di spazio: in particolare la scatola identifica un volume limitato.<sup>16</sup> Inoltre uno dei sensi della preposizione *in* è la relazione *loc\_in\_bounded\_volume*, il cui primo argomento può essere un oggetto fisico e il cui secondo argomento deve essere un volume limitato (vedi Fig.2). Ciò che l'espressione locativa (21) esprime (il suo significato) è che il libro è localizzato nel volume limitato identificato dalla scatola:

(22)  $\exists x,y,z (\text{libro}(x) \wedge \text{bounded\_volume}(y) \wedge \text{scatola}(z) \wedge$   
 $\text{spatially\_identifies}(z, y) \wedge \text{loc\_in\_bounded\_volume}(x, y))$

L'espressione locativa contiene, dunque, una relazione implicita, la relazione *spatially\_identifies*, tra la scatola e la porzione di spazio da essa identificata e una relazione esplicita, la relazione *loc\_in\_bounded\_volume*, denotata dalla preposizione, tra il libro e la porzione di spazio identificata dalla scatola.

In generale, il significato di una espressione locativa della forma *oggetto localizzato + preposizione + oggetto di riferimento* contiene due relazioni, una implicita, che lega l'oggetto di riferimento alla porzione di spazio da esso identificata, e una esplicita, denotata dalla preposizione, che lega l'oggetto localizzato alla porzione di spazio identificata dall'oggetto di riferimento:

(23)  $\exists x,y,z (\text{phys\_obj}(x) \wedge \text{portion\_of\_space}(y) \wedge \text{phys\_obj}(z) \wedge$   
 $\text{spatially\_identifies}(z, y) \wedge \text{prepositional\_relation}(x, y))$

Utilizzando un formalismo a rete semantica possiamo rappresentare (22) come in Fig.3. La porzione di rete al di sopra della linea orizzontale è un frammento della rete terminologica, la porzione al di sotto della linea contiene i nodi istanziati durante l'interpretazione dell'espressione. La rete istanziata di Fig.3 può essere letta come: "esiste una relazione (relat1) di tipo *loc\_in\_bounded\_volume* tra un'entità (ent1), di tipo *book*, e un'altra entità, che è un *bounded\_volume*, definito come (*def\_as*) il secondo argomento (ent3) di una relazione (relat2) di tipo *spatially\_identifies*, il cui primo argomento è un'entità di tipo *box*". La relazione relat2 è la relazione implicita identificata durante l'interpretazione. Gli argomenti di relat1 sono l'oggetto localizzato ent1 e la porzione di spazio ent4 identificata dall'oggetto di riferimento ent2.

<sup>16</sup> Anche un libro identifica un volume limitato; la differenza tra il volume identificato da una scatola e quello identificato dal libro è che il primo è vuoto (a meno che sia stato riempito in precedenza), il secondo è pieno. Questa differenza rende conto, ovviamente, del fatto che le scatole sono contenitori, mentre i libri no, se non in casi molto particolari. Non è difficile aggiungere anche questa informazione nella nostra porzione di rete.

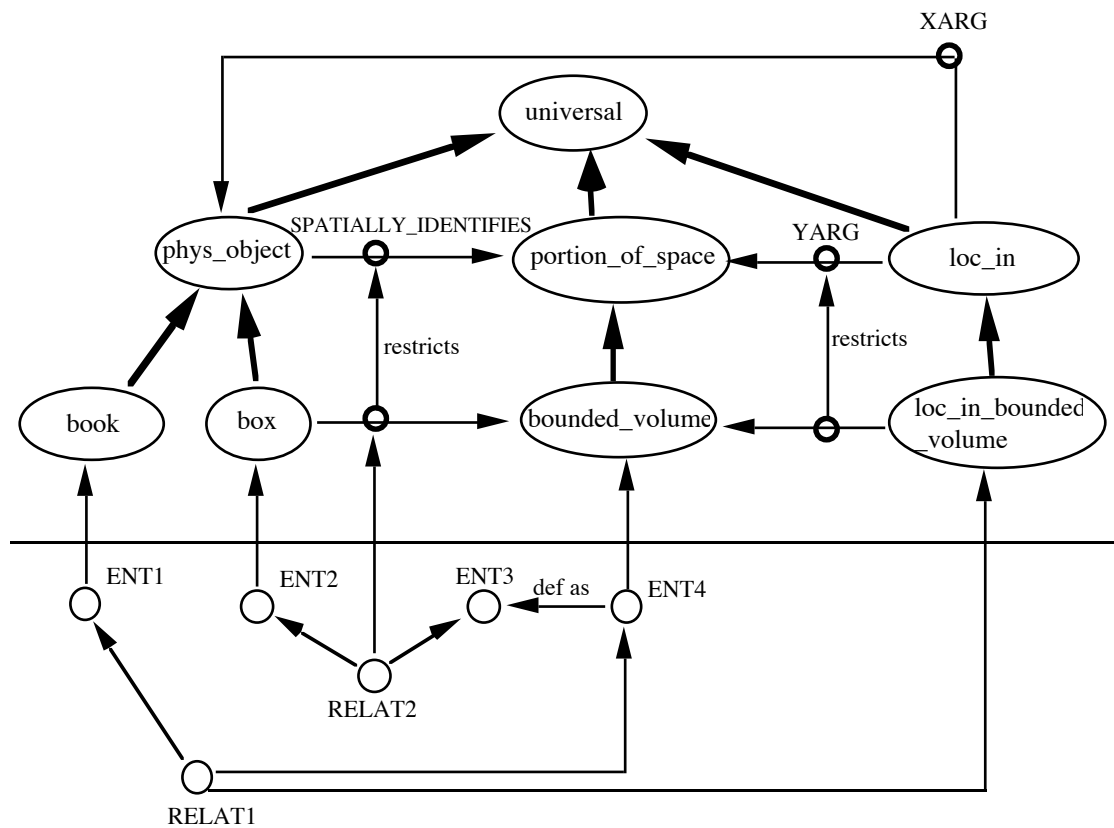


Figura 3 □ □ □ Rappresentazione semantica dell'espressione *il libro nella scatola*

Poiché si suppone che le relazioni spaziali possano essere espresse in termini di proprietà metriche, diventa evidente l'opportunità di questa rappresentazione in vista di un collegamento dell'interprete semantico ad un sistema di visione. Infatti sono proprio le proprietà metriche caratterizzanti la relazione che gli algoritmi di riconoscimento devono essere in grado di verificare nella scena (vedi *supra* sezione 3).

## 5.2 Interpretazione

Il processo di interpretazione è incrementale, nel senso che non appena un'espressione linguistica viene analizzata sintatticamente si costruisce la corrispondente rappresentazione semantica. Per rappresentare l'ambiguità lessicale delle preposizioni viene costruita, ad un certo punto dell'analisi, una struttura, chiamata *Prepositional Ambiguity Space*, abbreviato *PAS*, che contiene tutte le relazioni che possono essere espresse da una data preposizione, ed è quindi "neutrale" rispetto alla risoluzione dell'ambiguità (strategia del minimo impegno). Nello spazio di ambiguità sono inizialmente presenti istanze di tutti i significati ideali della preposizione, cioè le radici delle tassonomie accessibili dall'entrata lessicale (vedi Fig.4). In questo modo, sfruttando le relazioni di sussunzione<sup>17</sup> definite tra i nodi della tassonomia, sono accessibili, per quella preposizione, anche tutte le relazioni più specifiche. La scelta tra le relazioni e l'eventuale reperimento di relazioni più specifiche viene effettuata quando si hanno informazioni sufficienti, ovvero quando si cerca di comporre il significato della preposizione con le espressioni presenti nell'immediato intorno sintattico.

<sup>17</sup> Un concetto A sussume un concetto B se ogni istanza di B è anche un'istanza di A [Brachman e Schmolze 1985, p.178]; tutte le descrizioni associate al concetto A sono ereditate dal concetto B, e quindi dalle sue istanze.

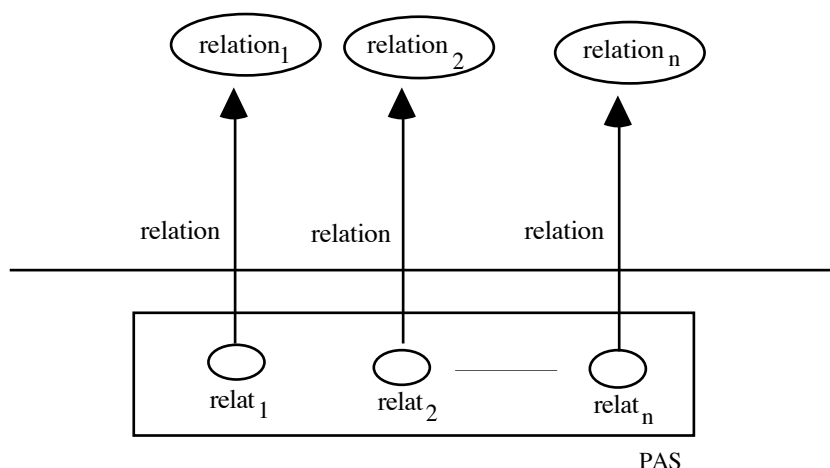


Figura 4. □ □ Struttura che rappresenta l'ambiguità lessicale.

Con "specializzazione di una relazione R" si intende il processo di ricerca e identificazione, dati gli argomenti di R, di una relazione  $R_i$ , sussunta da R. Nella rete terminologica deve essere trovato un cammino tra la restrizione di valore di un ruolo ARG di R (chiamata ValueRestrictionConcept) e il concetto associato al filler dell'argomento ARG proposto dalla sintassi (chiamato FillerConcept). Sono possibili due casi: 1) FillerConcept è direttamente sussunto da ValueRestrictionConcept; 2) esiste un secondo concetto (chiamato RelatedConcept) collegato da una relazione di ruolo a FillerConcept e sussunto da ValueRestrictionConcept. Per questo secondo caso supponiamo che esista, per ogni relazione spaziale, un ruolo *caratteristico* da attraversare per identificare l'effettivo argomento della relazione.

Per esempio, facendo riferimento a Fig.2, il concetto *book* può essere il FillerConcept del ruolo XARG di *loc\_in*, perché è sussunto da *physical\_object*; il concetto *box* può essere il FillerConcept del ruolo YARG di *loc\_in* perché è collegato attraverso il ruolo caratteristico associato alla relazione *loc\_in* (*spatially\_identifies*) a un RelatedConcept (*bounded\_volume*) sussunto da *portion\_of\_space*. Come visto nell'esempio, l'interpretazione di un'espressione locativa richiede il primo tipo di controllo per XARG e il secondo tipo di controllo per YARG.<sup>18</sup>

L'interpretazione di un'espressione locativa di tipo  $SN_1 + prep + SN_2$  avviene in quattro passi:

1. □ interpretazione di  $SN_1$  e costruzione della corrispondente rappresentazione (viene identificato un concetto  $C_1$ );
2. □ accesso al significato della preposizione e costruzione dello spazio di ambiguità (PAS) corrispondente, che contiene le relazioni recuperate dall'entrata lessicale;
3. □ interpretazione del pattern  $prep + SN_2$ : si verifica la compatibilità di ciascuna delle relazione presenti in PAS con il significato di  $SN_2$  (della testa nominale, per essere più precisi), cioè con un concetto  $C_2$ . Se la relazione è incompatibile viene eliminata dal PAS, se la relazione è compatibile si cerca di specializzarla quanto più possibile;
4. □ interpretazione del pattern  $SN_1 + prep$ : avviene come sopra, ma usando il significato del sintagma nominale modificato dalla preposizione.

L'algoritmo (24) esegue i controlli di compatibilità e la specializzazione delle relazioni accettate<sup>19</sup>, ovvero parte dei passi 3 e 4 precedentemente descritti.

<sup>18</sup> Vi sono alcune eccezioni: per esempio, nel caso di espressioni come nella zona del porto, la porzione di spazio viene esplicitamente menzionata. Questi casi sono trattati rendendo il tipo di controllo dipendente dal tipo argomento (scatola vs. area).

<sup>19</sup> In [Herskovits 1986] il processo di specializzazione non avviene perché i sensi delle preposizioni non sono organizzati in una tassonomia, ma sono collettivamente enumerati nell'entrata lessicale della preposizione (come classi d'uso, vedi sopra sezione 2).

```

(24) Check&Specify (Relation, Role, Meaning)
  let ImplicitRole = the implicit role associated with Relation for that Meaning
  if      ImplicitRole = nil
    then  Node = if ValueRestriction (Role, Relation) subsumes Meaning
            then Meaning
            else nil
    else  Node = if ValueRestriction (Role, Relation) subsumes
                    ValueRestriction (ImplicitRole, Meaning)
            then ValueRestriction (ImplicitRole, Meaning)
            else nil
  if      Node = nil
    then  Remove (Relation, PAS)
    else  let Newnodes = list of nodes on the subsumption path
            from Node to ValueRestriction (Role, Relation)
            MostSpecificRelation =
                the most specific relation subsumed by Relation such
                that there is a node Nnode in Newnodes such that
                Nnode = ValueRestriction (Role, MostSpecificRelation)
            Replace (Relation, MostSpecificRelation, PAS)

```

I parametri in input sono: la relazione da controllare e, eventualmente, specializzare (Relation), il ruolo corrente (Role, che può essere XARG oppure YARG) e filler-c (Meaning); il PAS contiene le relazioni recuperate dall'entrata lessicale della preposizione. ImplicitRole è il ruolo caratteristico della relazione Relation: per le relazioni spaziali è solitamente una restrizione di *spatially\_identifies* o di *geometric\_description*. Se ImplicitRole non è specificato, viene identificato il concetto più specifico tra ValueRestrictionConcept (indicato in (24) con ValueRestriction (Role, Relation)) e FillerConcept; altrimenti viene identificato il concetto più specifico tra ValueRestrictionConcept e RelatedConcept (indicato in (24) con ValueRestriction (ImplicitRole, Meaning)). Se la relazione di sussunzione non vale, Relation viene rifiutata e rimossa dal PAS; altrimenti il processo di specializzazione attraversa il cammino tra Node e ValueRestrictionConcept, partendo dal concetto più specifico, cercando una relazione MostSpecificRelation, sussunta dalla iniziale Relation, che abbia un ruolo la cui restrizione di valore sia il concetto correntemente visitato. Se viene trovata, MostSpecificRelation rimpiazza Relation nel PAS.

Facendo sempre riferimento a Fig.2 possiamo seguire l'esecuzione della procedura chiamata sui parametri Relation=loc\_in, Role=YARG, Meaning=box. Per prima cosa si cerca il ruolo caratteristico di *loc\_in*, salvandolo nella variabile ImplicitRole. Poiché ImplicitRole=Spatially\_identifies, si passa dal secondo ramo del primo condizionale, per verificare se *box* è accettabile come YARG di *loc\_in*. Vengono calcolati ValueRestriction (YARG, loc\_in) = *portion\_of\_space* e ValueRestriction (Spatially\_identifies, box) = *bounded\_volume*. Si verifica se *portion\_of\_space* sussume *bounded\_volume*. Poiché *portion\_of\_space* sussume *bounded\_volume*, allora Node=*bounded\_volume* e si segue il secondo ramo del successivo condizionale, iniziando il processo di specializzazione della relazione.<sup>20</sup> Si calcola un cammino da *bounded\_volume* a *portion\_of\_space* e lo si salva nella variabile NewNodes=(*bounded\_volume*, *volume*, *portion\_of\_space*). A questo punto, a partire dal concetto più specifico, cioè da *bounded\_volume*, si cerca se esiste una relazione sussunta da *loc\_in* che ha quel concetto come restrizione di valore su YARG. Nel nostro caso (vedi sempre Fig.2) si trova la relazione *loc\_in\_bounded\_volume*. Tale relazione è quella cercata e sostituisce l'iniziale *loc\_in*.

I passi 1-4 dell'interpretazione sono controllati da una serie di regole e metaregole del tipo *regole di produzione*, cioè regole della forma

(25) if *condizione* then *azione*

In generale, e semplificando un po', gli antecedenti delle regole ispezionano l'albero sintattico o eseguono i controlli di compatibilità semantica (nel nostro caso, per esempio, lanciano la procedura che realizza l'algoritmo (24)); i conseguenti contengono le operazioni che

<sup>20</sup> Se il concetto in fase di analisi non è sussunto da *portion\_of\_space* si ha Node=nil, quindi si segue il primo ramo del successivo condizionale, rifiutando la relazione perché incompatibile.



costruiscono le strutture della rappresentazione semantica.<sup>21</sup>

## 6. Conclusioni

In questo articolo è stato presentato un modello computazionale per l'interpretazione delle preposizioni nelle espressioni locative. Si è mostrato che è possibile trattare le preposizioni come parole dotate di un proprio contenuto lessicale (una relazione normalmente binaria) e che è possibile identificare criteri di disambiguazione per risolvere i casi di polisemia. In particolare è necessario riconoscere che gli usi locativi di una preposizione non possono essere ricondotti ad una relazione geometrica semplice. Al contrario, seguendo il suggerimento di [Herskovits 1986], bisogna tenere conto di (almeno) due livelli per descriverne il significato: (a) è possibile associare ciascuna preposizione ad una o più relazioni geometriche semplici, rendendo conto dei casi di polisemia, (b) ciascuno di questi sensi può essere a sua volta ulteriormente specificato, a seconda del contesto in cui viene utilizzato. Si è mostrato, quindi, che, per le preposizioni, bisogna parlare non soltanto di polisemia, ma anche di indeterminatezza, o mancanza di specificazione. L'algoritmo di disambiguazione qui presentato mostra che, sia per risolvere la polisemia, sia per sciogliere l'indeterminatezza, bisogna tenere conto del significato degli elementi messi in relazione dalla preposizione e dell'influenza che tali significati possono avere sulla relazione denotata dalla preposizione.

Le entrate lessicali sono costruite associando a ciascuna preposizione una (o più, nei casi di polisemia) gerarchia di relazioni, via via più specifiche, ovvero meno indeterminate. In questo modo, diversamente da quanto accade nel modello di [Herskovits 1986], in cui le relazioni ottenute da spostamenti di senso della relazione che forma il nucleo centrale di significato sono rappresentate tutte allo stesso livello nell'entrata lessicale, in modo piatto, è possibile catturare più generalizzazioni e rendere più efficiente il processo di disambiguazione.

La rappresentazione semantica di un'espressione locativa contiene esplicitamente la relazione denotata dalla preposizione e tale relazione, seguendo il suggerimento di Marconi [1992, 1994] viene costruita in modo tale da poter essere utilizzata da un modulo di interfaccia tra l'interprete semantico e un sistema di visione che riconosca gli oggetti presenti in una scena e le loro relazioni reciproche.

Il modello è stato implementato in Common Lisp e integrato in un sistema di NLP effettivamente esistente e di ampia copertura.<sup>22</sup> Ciò ha permesso di testare il modello su un numero sufficientemente grande di esempi.

## 7. Appendice: un esempio

Per fare un esempio, dando per scontata la procedura di verifica e specializzazione precedentemente descritta, vediamo come viene interpretata l'espressione locativa (26):

(26) il libro nella scatola

- 1) □interpretazione del sintagma *il libro*: una istanza del concetto *book* viene introdotta nella rappresentazione (ent 1 in Fig.5).
- 2) □interpretazione della preposizione: l'entrata lessicale di *in* elenca quattro significati ideali e l'interprete costruisce un nuovo PAS (PAS<sub>1</sub> in Fig.5) che contiene quattro nodi relazionali (relat<sub>1</sub>...relat<sub>4</sub> in Fig.5).<sup>23</sup>

---

<sup>21</sup> Per una descrizione generale del sistema di analisi del linguaggio naturale qui utilizzato cfr. [Lesmo e Lombardo 1993]. Le regole che interpretano le espressioni locative sono descritte in [Di Tomaso 1994, pp.172-184].

<sup>22</sup> Tale sistema è stato sviluppato presso il Dipartimento di Informatica dell'Università di Torino (cfr. [Lesmo e Lombardo 1993]).

<sup>23</sup> A questo punto sarebbe possibile cercare di legare le relazioni in PAS<sub>1</sub> a ent<sub>1</sub>, ma nella maggior parte dei casi non si otterrebbe nessun cambiamento sostanziale. Attendiamo quindi, prima di effettuare l'attacco, di interpretare il SP: infatti componendo le relazioni con il significato del secondo SN è possibile specializzare e, eventualmente, rifiutare alcune delle relazioni.

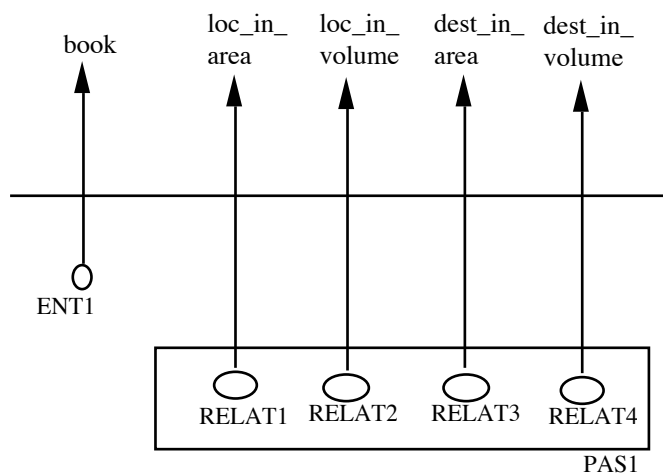


Figura 5 □□ Dopo i passi 1 e 2.

3) □ interpretazione di prep+SN<sub>2</sub>, cioè di *nella scatola* : viene lanciata quattro volte la procedura "Check&Specify", con argomenti relat<sub>i</sub> (relation, cioè i sensi della preposizione presenti in PAS<sub>1</sub>), YARG (Role) e *box* (Meaning, cioè il significato di *scatola*). Il ruolo caratteristico delle quattro relazioni in PAS<sub>1</sub> *spatially identifies*, la cui restrizione di valore ValueRestriction è *bounded\_volume* (vedi Fig.2). Il risultato dell'esecuzione è la cancellazione di relat<sub>1</sub> (*loc\_in\_area*) e relat<sub>3</sub> (*dest\_in\_area*), perché *bounded\_volume* non è sussunto da *area*. Le altre due relazioni relat<sub>2</sub> (*loc\_in\_volume*) e relat<sub>4</sub> (*dest\_in\_volume*) sono accettate e specializzate, producendo rispettivamente *loc\_in\_bounded\_volume* e *dest\_in\_bounded\_volume* (vedi Fig.6). Nella rappresentazione semantica dell'espressione sono introdotti due nuovi nodi, relat<sub>5</sub> e ent<sub>3</sub>, per rappresentare rispettivamente la relazione implicita *spatially identifies* e il concetto implicito *bounded\_volume*; il PAS viene collegato a ent<sub>3</sub> con l'arco YARG.

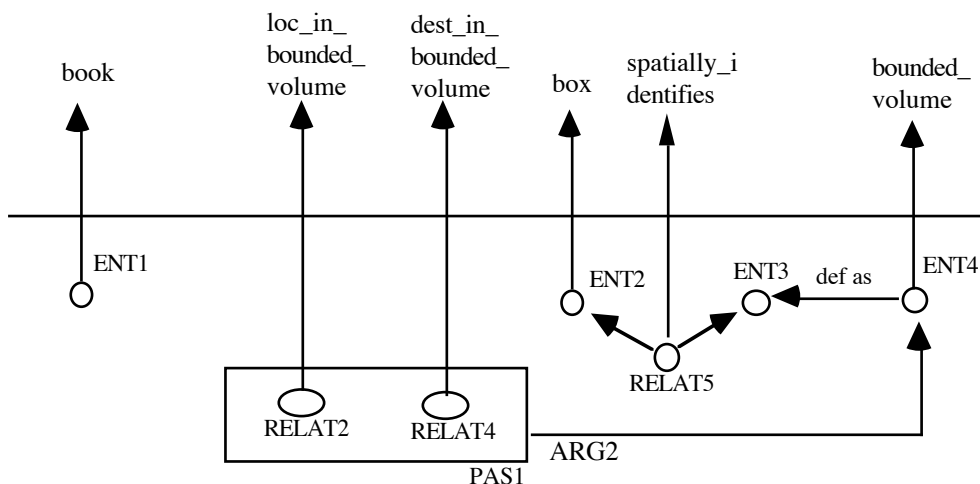


Figura 6 □□ Dopo il passo 3.

4) □ interpretazione dell'attacco SN<sub>1</sub>+prep, cioè di *libro in*: si verifica, sempre utilizzando la procedura "Check&Specify", la possibilità per *libro* di essere l'argomento XARG di ciascuna delle relazioni ancora presenti nel PAS. La relazione relat<sub>4</sub> (*dest\_in\_bounded\_volume*) viene eliminata, perché la restrizione di valore su XARG richiede un *motion\_event*. La relazione relat<sub>2</sub> rimane l'unica possibile interpretazione (vedi Fig.7).

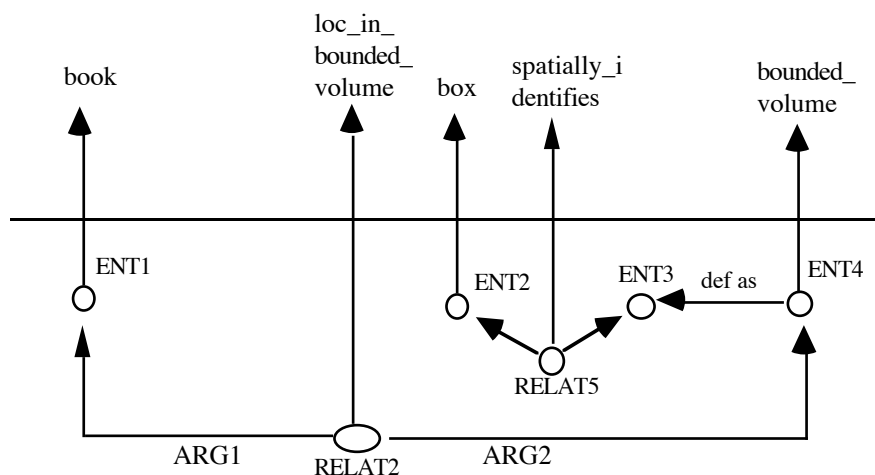


Figura 7 □ □ Dopo il passo 4.

Notiamo che se l'espressione iniziale è ambigua (per esempio: *Cristina corre nel prato*), al termine del processo di disambiguazione il PAS contiene più di una relazione.

### Riferimenti bibliografici

- Bennett D.C. [1975] *Spatial and Temporal Uses of English Prepositions: An Essay in Stratificational Semantics*. Longman, London.
- Bogges L.C. [1979] *Computational interpretation of English Spatial Prepositions*. Ph.D. dissertation, University of Illinois, Urbana.
- Brachman R.J., Schmolze J.G. [1985] "An Overview of the KL-ONE Knowledge Representation System". *Cognitive Science* 9, pp.171-216.
- Cooper G.S. [1968] *A Semantic Analysis of English Locative Prepositions*. Bolt, Beranek & Newman report 1587.
- Dardano M., Trifone P. [1985] *La lingua italiana*. Zanichelli, Bologna.
- Di Tomaso V. [1994] *Un'analisi semantica di alcune preposizioni italiane*. Tesi di Laurea, Università di Torino, Torino.
- Dughera P.G., Lesmo L., Mossino C., Torasso P. [1987] *Definizione ed uso di un livello linguistico per un linguaggio concettuale mediante primitive epistemologiche*. Dipartimento di Informatica, Università di Torino.
- Hayes P.J. [1979] "The Naive Physics Manifesto". In Michie D. (ed.), *Expert Systems in the Microelectronic Age*, Edinburgh University Press, Edinburgh, 1979.
- Herskovits A. [1981] "On the Spatial Use of Prepositions in English". *Linguisticae Investigationes* 2, pp.303-327.
- Herskovits A. [1986] *Language and Spatial Cognition*. Cambridge University Press, New York.
- Hirst G. [1987] *Semantic Interpretation and the Resolution of Ambiguity*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Hobbs J.R. e Moore R.C. (eds.) [1985] *Formal Theories of the Commonsense World*. Ablex Publishing Company, Norwood, N.J.
- Jackendoff R. [1983] *Semantics and Cognition*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts. Trad.it. *Semantica e Cognizione*. Il Mulino, Bologna, 1989.
- Jackendoff R. [1990] *Semantic Structures*. MIT Press, Cambridge, Mass.
- Johnson-Laird P.N. [1983] *Mental Models*. Cambridge University Press, Cambridge. Trad.it. *Modelli Mentali*. Il Mulino, Bologna, 1988.
- Lakoff G. [1987] *Women, Fire And Dangerous Things. What Categories Reveal about the Mind*. Chicago University Press, Chicago.
- Lesmo L., Lombardo V. [1993] "Un'approccio computazionale all'interpretazione del linguaggio". *Epistemologia* 16, fascicolo speciale: *Linguaggi e macchine*, pp.165-190.
- Marconi D. [1992] *Lexical Competence*. Testo delle lezioni tenute a Bolzano, luglio 1992.
- Marconi D. [1994] "On the Referential Competence of some Machines". In McKeivitt P. (ed.) *Artificial Intelligence Review* 8, special volume: *Integrating Natural Language and Vision Processing*.

- Meini C. e Paternoster A. [1995] "Understanding Language through Vision". In McKeivitt P. (ed.) *Artificial Intelligence Review* 8, special volume: *Integrating Natural Language and Vision Processing*.
- Miller G.A., Johnson-Laird P.N. [1976] *Language and Perception*. Harvard University, Cambridge, Mass..
- Pustejovsky J. [1991] "The Generative Lexicon". *Computational Linguistics* vol.17, n.4, pp.409-440.
- Pustejovsky J., Boguraev B. [1993] "Lexical Knowledge Representation and Natural Language Processing". *Artificial Intelligence* 63, pp.193-223.
- Rizzi L. [1988] "Il sintagma preposizionale". In Renzi L. (a cura di) *Grande grammatica italiana di consultazione*, vol.I, pp. 507-531. Il Mulino, Bologna.
- Talmy L. [1975] "Semantic and Syntax of Motion". In Kinball J. (ed.) *Syntax and Semantics* 4, pp.181-238. Academic Press, New York, 1975.
- Talmy L. [1983] "How Language Structures Space". In Pick H. e Acreolo L. (eds.) *Spatial Orientation: Theory, Research and Application*, Plenum Press, 1983.
- Talmy L. [1985] "Lexicalisation Patterns: Semantic Structures in Lexical Forms". In Shopen T. e al. (eds.) *Language Typology and Syntactic Description*, vol.3, pp.57-149. Cambridge University Press, New York, 1985.
- Waltz D.L. [1980] "Generating and understanding scene descriptions". In: Joshi A. et al. *Elements of Discourse Understanding*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Winograd T. [1972] *Understanding Natural Language*. Academic Press, New York.
- Zwicky A.M., Saddock J.M. [1975] "Ambiguity Test and How to Fail Them". In: Kimball J.P. (ed.) *Syntax and Semantics* 4, pp.1-36. Academic Press, New York, 1975.