

Università degli Studi di Bologna

II Facoltà di Ingegneria

Laurea Specialistica in Ingegneria Informatica

Approfondimento materia:

Sistemi Multi-Agente LS

Argomento:

Sistemi Multi-Agente nel Natural Language Processing

Professore: Andrea Omicini

Relatore: Danilo Martino

A.A 2008/2009

Natural Language Processing

Anche l'essere umano potrebbe non essere in grado di interpretare correttamente il linguaggio naturale qualora non abbia opportuna conoscenza del contesto e del dominio del discorso o l'appropriata competenza del lessico usato.

Se tutto questo accade per gli esseri umani figuriamoci per le macchine!!

La reale differenza è che l'essere umano potrebbe anche non avere conoscenza di un settore specifico, e quindi non comprendere la giusta interpretazione della frase, riuscendo però a colmare le lacune tramite le sue **capacità di apprendimento**.

Diversi Modelli

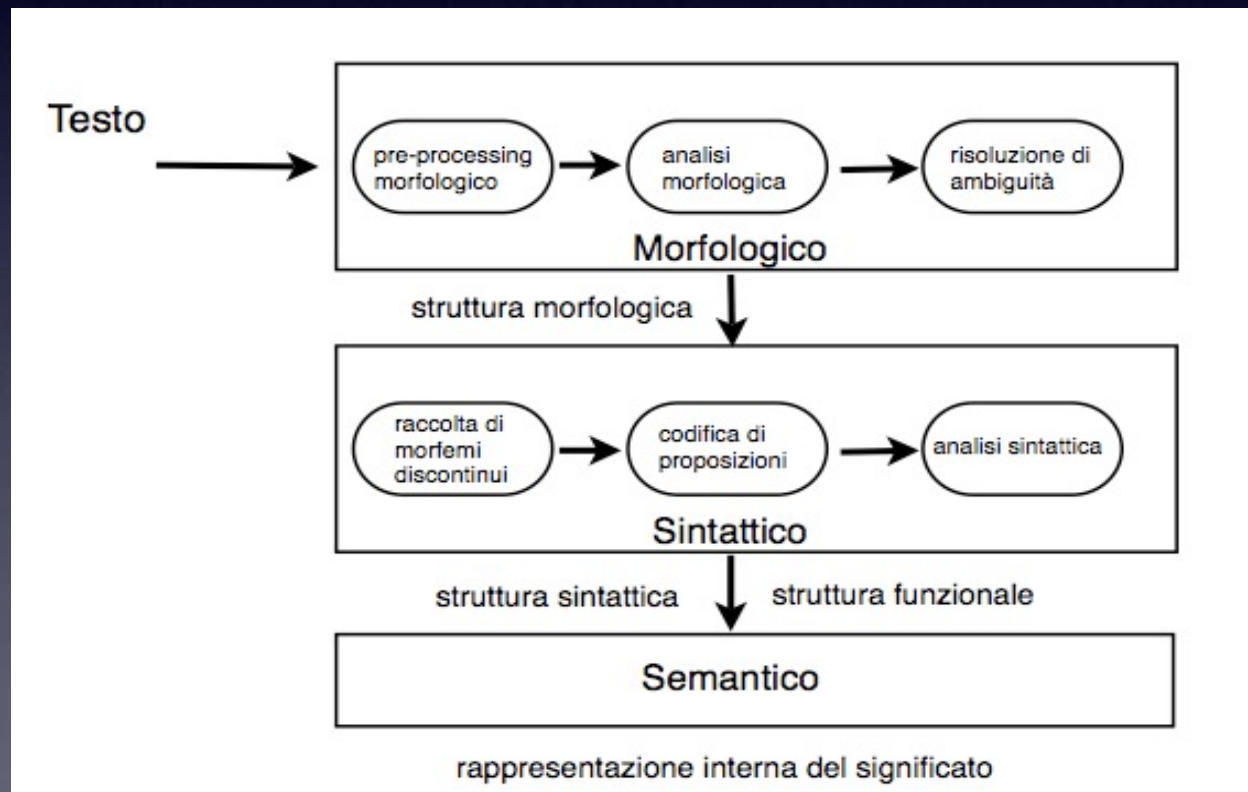
- TALISMAN(1995) - sistema per il NLP fondato su architettura MAS.
- Modelli di Silva(1997) → approccio linguistico-cognitivo e Paiva(1996) → approccio lessico-strutturale
- Progetto Herald(2001)
- KQML - linguaggio di un sistema di comunicazione
- Agenti Software in NLP(2003)

TALISMAN [Stefanini, Demazeau, 1995] [3]

- Architettura ad agenti con intelligenza distribuita.
- Gli agenti corrispondono ai classici livelli in linguistica (morfologico, sintattico e semantico) o a complessi fenomeni quali ellissi, anafore, coordinazione
- E' lontana dall'idea di architettura sequenziale.
- CRISTAL [1989] - architettura sequenziale formata dai classici livelli linguistici: morfologico, sintattico e semantico. Progetto Europeo MMI2 (Multi-mode Interface for Man-Machine Interaction)

CRISTAL

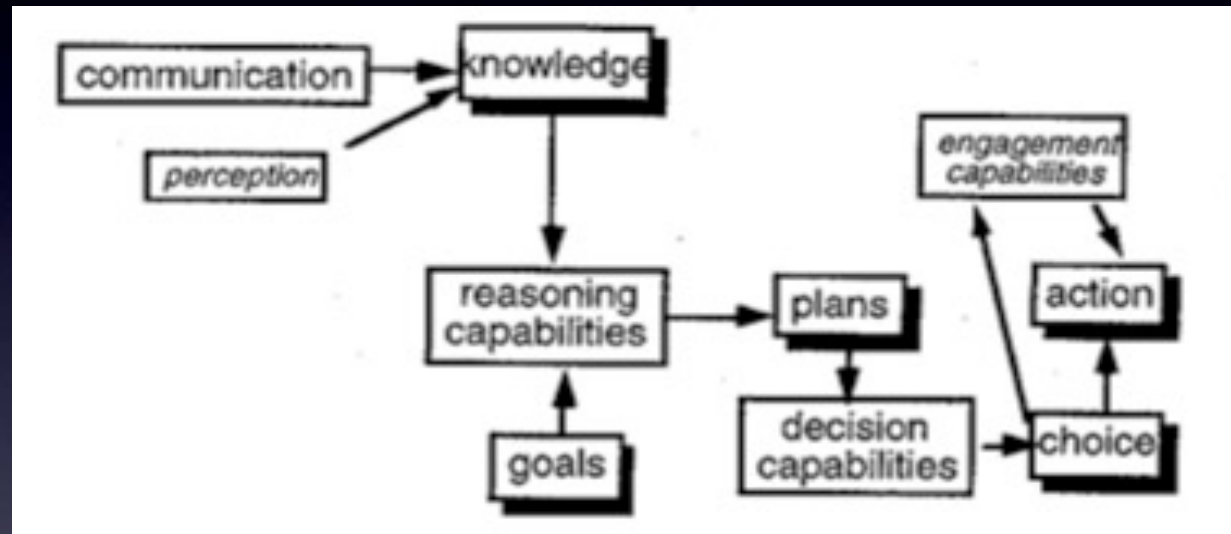
[J.L. Binot et al, A Multi-Mode Interface for Man-Machine Interaction.
"Literature review and general architecture". Esprit P2474, Deliverable d1.
Bruxelles, 1989]



Agenti in TALISMAN

- Architettura MAS permette di avere una completa distribuzione di conoscenza e di risultati parziali attraverso una comunicazione diretta fra agenti
- Le capacità di ogni agente di ragionare e di prendere decisioni lo rendono capace di agire autonomamente
- Un agente può essere suddiviso in due parti fondamentali: la sua rappresentazione di conoscenza e il suo processo di conoscenza
- La conoscenza ed i goals possono essere acquisiti o forniti tramite la comunicazione con altri agenti

Processo di acquisizione di conoscenza

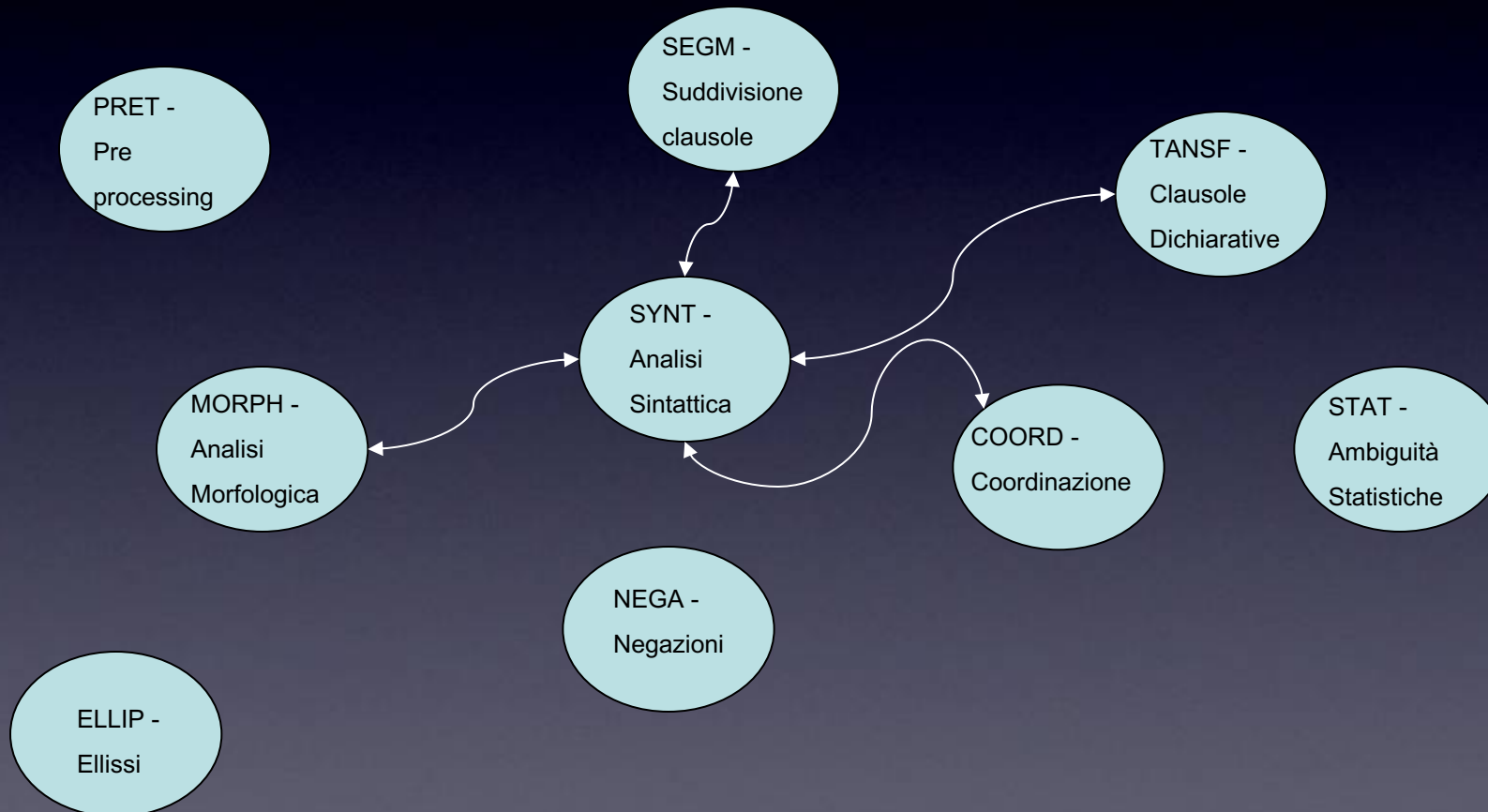


Processo di acquisizione di conoscenza e goals, di capacità di ragionamento da cui derivano piani e strategie, eventuale capacità di decisione che permette di scegliere la strategia giusta e quindi arrivare all'azione

Law Governed Architecture for Distributed System in TALISMAN

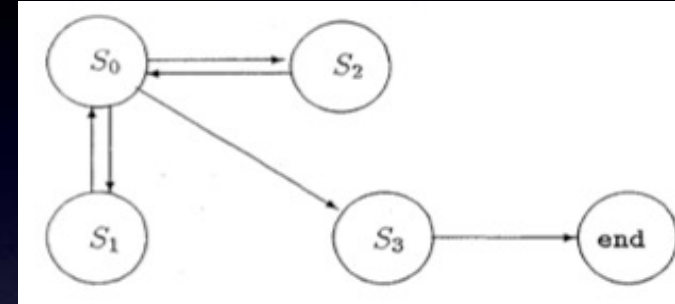
- Architettura LGAD basata su protocolli in cui tutte le interazioni fra agenti sono governate da un set esplicito di regole chiamate **leggi del sistema**
- Leggi locali - operano sul controllo locale dell'agente
 - Leggi globali - operano sulla società regolando la comunicazione. Devono essere rispettate obbligatoriamente da tutti gli agenti
- Le leggi possono essere facilmente aggiornate modificando le regole che le descrivono. Questa rende il modello LGAD molto flessibile

Sistema TALISMAN

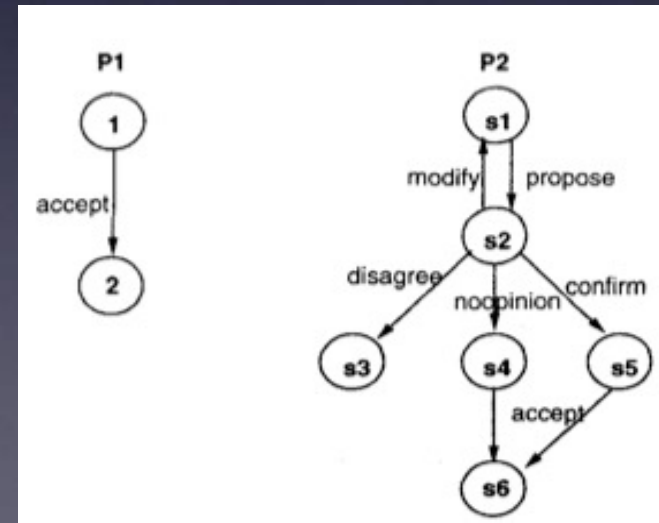


Interaction Protocol in TALISMAN

- Esempio di rappresentazione generale di un protocollo d'interazione



- Protocollo di interazione aggiunti al protocollo di conoscenza cooperativa(Sian)

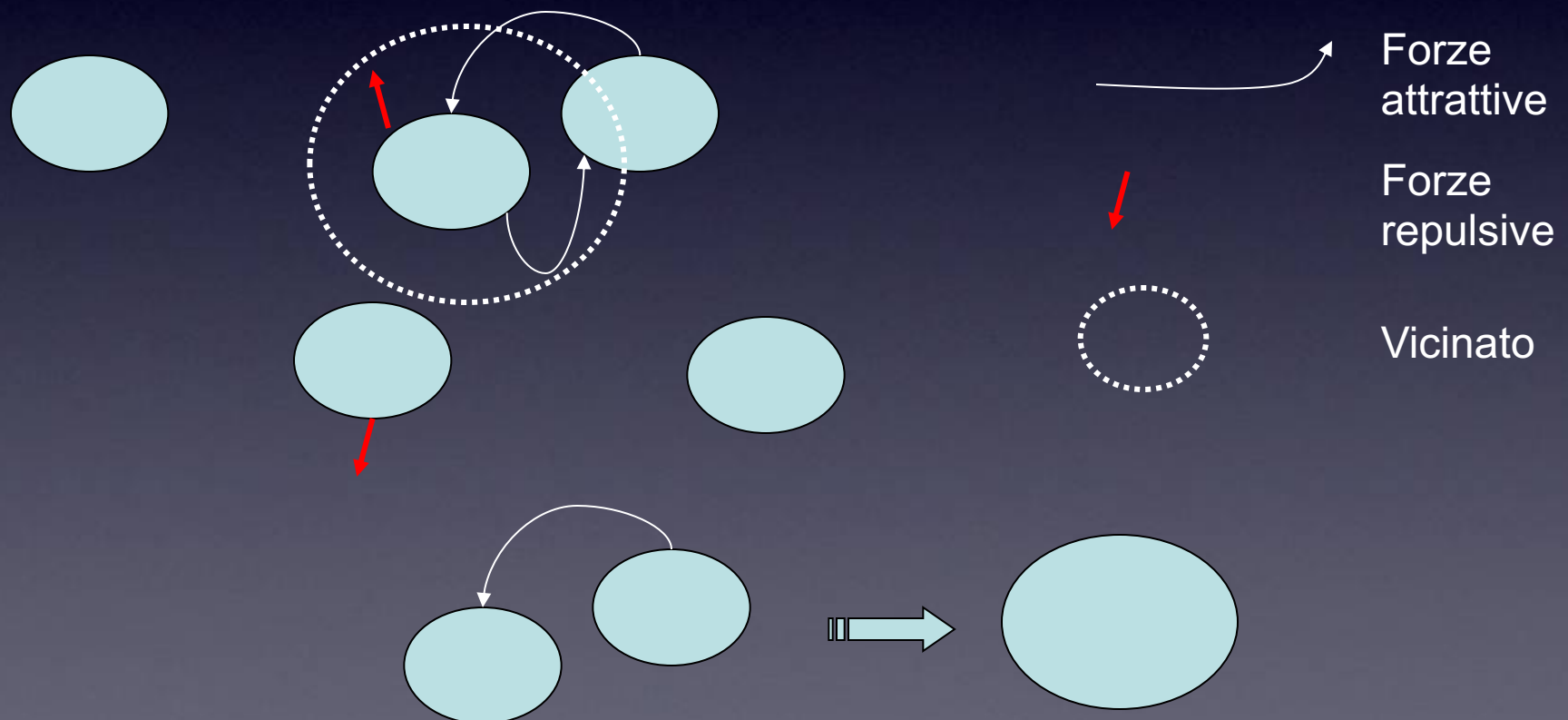


Distribuzione della conoscenza linguistica fra Agenti

- Distribuzione lessico-strutturale: agenti associati con le parole di una frase, rispettando legami di unione di tipo grammaticale. **Modello di Paiva(1996)[8]**
- Distribuzione linguistico-cognitiva: agenti associati ai livelli di processamento linguistico (morfologico, sintattico, semantico) e qualche volta associati a fenomeni linguistici(ellissi, anafora). **Modello di Silva(1997)[9]**
- Agente come entità intelligente capace di agire, comprendere la conoscenza di un dominio perseguendo i suoi goals in un modo razionale ed intenzionale in base al suo stato attuale di conoscenza(che può variare)
- Agenti Reattivi vs Agenti Cognitivi

Modello di Paiva(1996)[8]

- Ogni Agente è associato ad una differente categoria morfo-sintattica come nome, verbo, articolo determinativo..



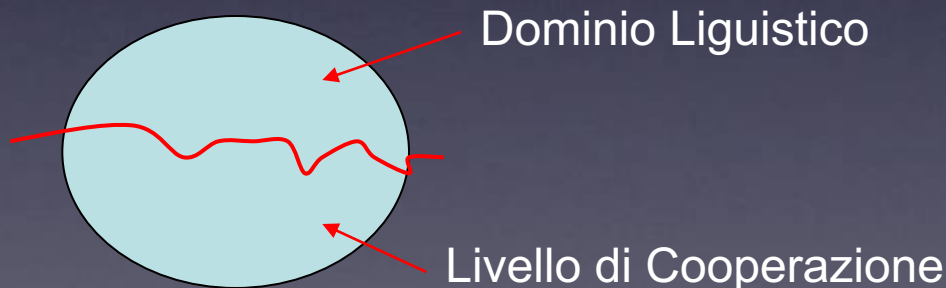
Modello di Paiva: Attrazione vs Repulsione

- Assunzione iniziale: disambiguazione lessicale fatta in una fase di pre-processamento
- Forze di attrazione: sono forze di influenza che alcune parole esercitano su altre, determinate dalla categoria di appartenenza della parola stessa.

Esempio: i nomi attraggono preposizioni e articoli determinativi; le preposizioni, i nomi; i pronomi relativi, i nomi e le preposizioni; le congiunzioni, i verbi ed i nomi.
- Meccanismi di repulsione/restrizione: sottocategorizzazione, vicinato, restrizione selezionata.
- Da ciò deriva che il processo di interpretazione di una frase può essere visto come la ricerca di parole che possono modificare o essere modificate da altre in base alle forze di attrazione e vincolate dai meccanismi di repulsione

Modello di Silva(1997)[9]

- Si basa sul modello TALISMAN ma differisce da questo per la presenza di una base di conoscenza semantica e dall'assenza di una fase di pre-processamento
- Composizione del modello: dominio, capacità di comunicazione(protocollo di cooperazione), descrizioni esterne
- Implementazione di un Agente Linguistico



→ Esecuzione di analisi morfologica-lessicale, parsing, analisi semantica con l'ausilio di grammatiche, dizionari, reti semantico-lessicali

→ Moduli di comunicazione e ragionamento sociale. Scambio di messaggi con mailbox(modò asincrono) con meccanismo <sender,message,receiver> e qualche primitiva KQML

Modello di Paiva vs Modello di Silva

Gli agenti sono associati a categorie di parole. In quanto tali sono duplicati. Approccio non pesante per piccole frasi	Organizzazione agenti	Gli agenti sono associati a livelli linguistici. In quanto tali non duplicati. Approccio sequenziale e quindi corposo anche per piccole frasi.
Costruite dinamicamente tramite forze di attrazione e repulsione. In genere ne vengono create molte.	Costruzione sotto società	Sono costruite per risolvere fenomeni linguistici e non per regolare associazioni strutturali. Esempio per risolvere ambiguità. In genere ne vengono create poche.
Agenti semplici di tipo reattivo. Conoscenza esterna agli agenti(tramite dizionario).	Conoscenza distribuita fra agenti	Ogni agente contiene un suo dizionario ed un proprio analizzatore.
E' una struttura esterna agli agenti.	Composizione del dizionario	Il dizionario e le relative procedure di accesso sono distribuite fra gli agenti. Il processo di aggiornamento è importante e richiede coerenza per l'integrità di informazione.

Modello di Paiva vs Modello di Silva

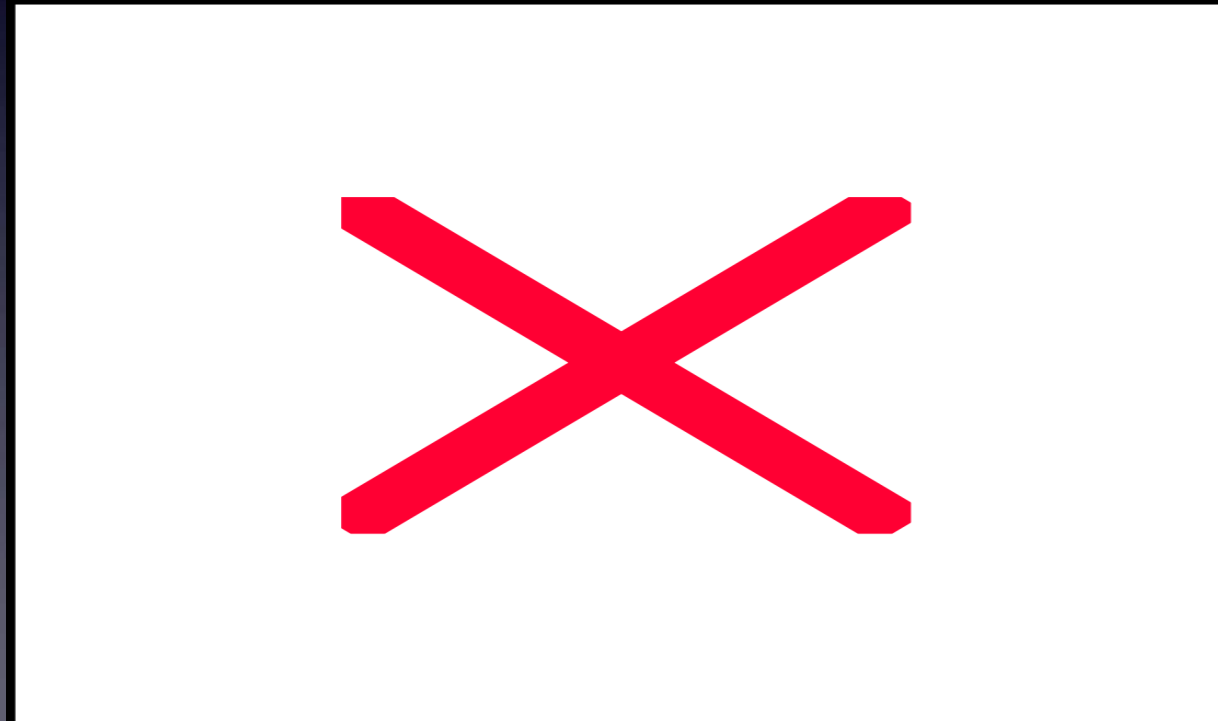
I risultati parziali sono associati ad una struttura sintattica, un frame, costruita gradualmente. Il frame contiene una voce per ogni unità lessicale trattata.	Comunicazione di risultati parziali	Esiste un protocollo di comunicazione chiamato di conoscenza cooperativa basato su primitive KQML(basate su azioni della lingua parlata)
Non è prevista alcuna crescita a causa della totale copertura fra numero di agenti e categorie di parole esistenti in una frase.	Crescita del sistema	E' possibile aggiungere agenti in qualsiasi momento

Tecniche 'robuste' per NLP

- Suddividere il problema in sotto problemi ottenendo analisi/risultati parziali soddisfacenti.
- Modularità: applicazione di autonomi moduli di analisi in grado di considerare aspetti diversi del linguaggio (meta-regole globali, linguaggio comune di comunicazione, accessibilità globale).
- Motivazioni per cui scegliere un MAS per un'analisi robusta di NLP: sorgenti d'informazione distribuita, condivisibilità, nascondere la complessità, modularità e riusabilità, flessibilità, robustezza, qualità di informazione.

Progetto Herald

- Basato sul modello **Agent Oriented Programming** (framework realizzato come specializzazione della programmazione orientata agli oggetti, dove questi ultimi diventano agenti con la ridefinizione del loro stato interno)



Progetto Herald : caratteristiche

- Gestione stato interno degli agenti(stato mentale): ViewGen
- Capacità di intermediazione: esiste un agente Knowledge Mediator Agent capace di coordinare tutti gli agenti in base alle loro capacità(ogni agente specifica le sue competenze tramite un Capability Description Language)
- Reasoning Agent ingloba un motore di inferenza ed una base locale di conoscenza
- Multi Modal Input Agent interfaccia fra i vari input ed il sistema
- Interpretation Manager si occupa della corretta interpretazione dell'input fornito
- Temporal Belief Logic tiene traccia dell'evoluzione dello stato mentale di un agente(traccia del sistema in generale)

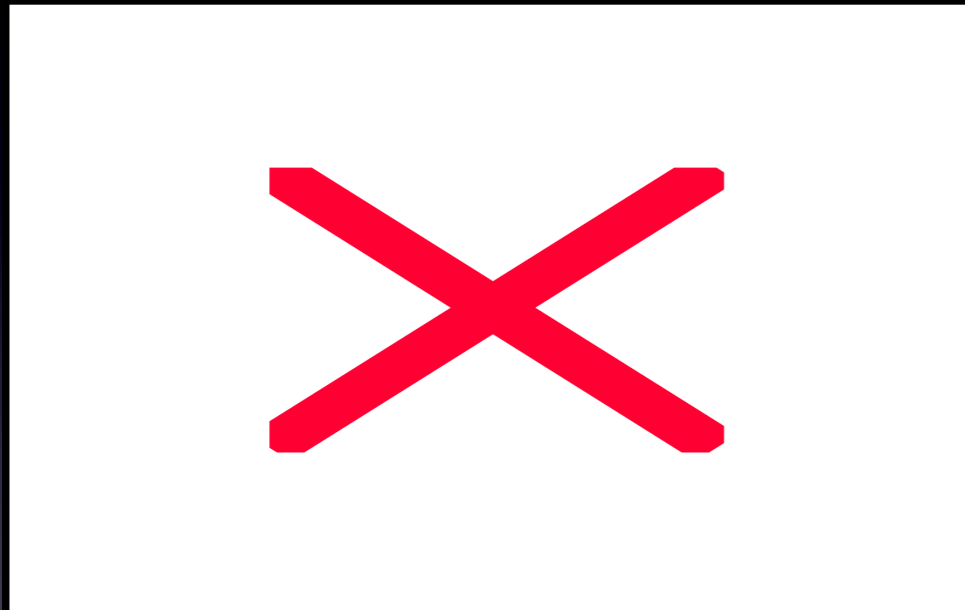
Progetto Herald : caratteristiche

- Capability Description Language permette l'intermediazione fra agenti e consente di gestire l'inserimento di nuovi
- View Finder è un framework per la manipolazione di ambienti/domini divisi e diversi

Un linguaggio di comunicazione fra Agenti

- In un MAS l'interazione è fondamentale. Un Agente Software è tale se comunica con altri Agenti Software. Proprio per tale motivo appare fondamentale la creazione di un linguaggio capace di garantire interazione intelligente, costruttiva e significativa
- Per la comunicazione fra Agenti sono necessari: un linguaggio di comunicazione, un modello di comprensione comune sulla conoscenza condivisa, abilità nel condividere quanto appena detto
- Il tutto può essere concentrato nel termine **INTEROPERABILITA'**
- Approccio **Knowledge Sharing Effort** basato su un linguaggio di comunicazione e sul protocollo **KQML**

KSE - Knowledge Sharing Effort



Modello astratto di Agente Software interagente, identificato da tre classi di componenti: componenti per la rappresentazione, per la comunicazione ed altri non direttamente collegati con lo scambio di conoscenza

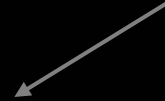
Scambio di conoscenza

Traslazione da un linguaggio di rappresentazione della conoscenza ad un altro

Condivisione di contenuti semantici di conoscenza fra applicazioni



Comunicazione



Protocollo d'interazione: strategia di alto livello seguita da un agente che vuole comunicare

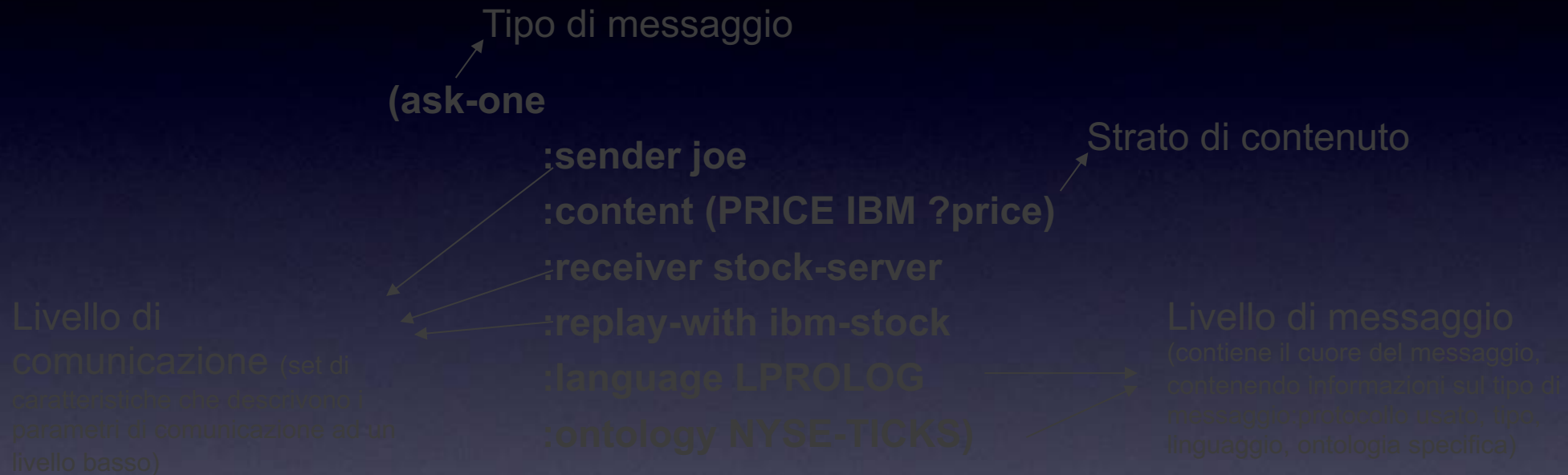
Linguaggio di comunicazione: mezzo con cui scambiare il contenuto della comunicazione

Protocollo di trasporto: meccanismo di trasporto(TCP, HTTP; etc..)

Knowledge Query Manipulation Language

- E' concepito come formato di messaggi e protocollo di scambio di messaggi fra Agenti.
- Affinchè la comunicazione avvenga in modo corretto è necessario che sia condiviso un messaggio ma anche il framework di conoscenza per poter interpretare i messaggi scambiati

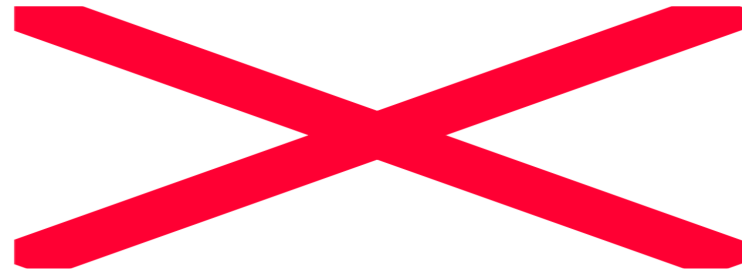
Esempio di comunicazione



• Esempio di risposta: (tell

```
:sender stock-server
:content (PRICE IBM 14)
:receiver joe
:in-replay-to ibm-stock
:language LPROLOG
:ontology NYSE-TICKS)
```

Tipi di protocolli

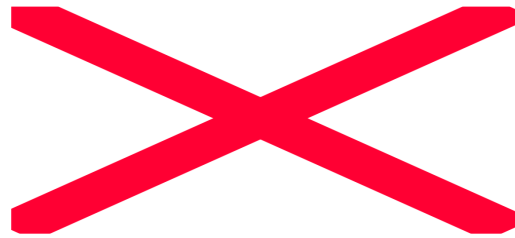


Agenti A e B: B client che rimane in attesa di risposta, A server.

Agenti A e C: A server che fornisce una serie di risposte incomplete. C client. Comunicazione sincrona.

Agenti A e D: A client. D server che invia risposte asincrone ad intervalli regolari. All'arrivo di una risposta A potrebbe essere occupato.

Agenti 'facilitatori'

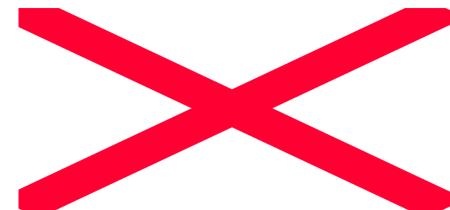
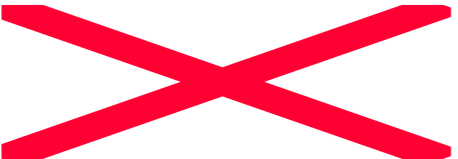
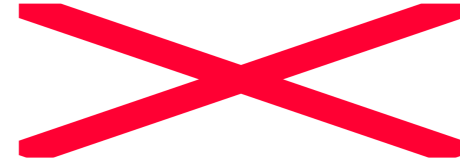
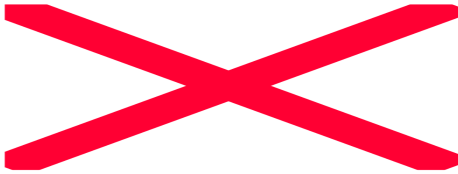


F agente facilitatore.

A è consapevole che sia
appropriato inviare una richiesta
a B e lo fa con un protocollo
punto-punto

Ipotizziamo il caso in cui A non sia consapevole di quali agenti siano disponibili, di chi ha X nella propria base di conoscenza o come contattare gli agenti fra quelli disponibili...

Agenti 'facilitatori' - altri approcci



Agenti Software: sviluppi teorici e tecnici

- Avvento della Linguistica Cognitiva con il suo focus sul significato in contrapposizione alla Sintassi Generativa basata su forme linguistiche piuttosto che sul significato dei termini
- Il successo dello sviluppo nel riconoscimento vocale e nelle tecnologie di sintesi
- Lo sviluppo e la disponibilità di utilizzo di evoluti sistemi di conoscenza che rappresentano un supporto per lo studio del NLP (reti semantiche quali WordNet, CYC, FrameNet)
- Lo sviluppo di evolute tecniche statistiche per supportare la comprensione (Latent Semantic Analysis)
- Lo sviluppo di ambienti virtuali e di interfacce che supportano la creazione di agenti software interagenti

Mission Rehearsal Exercixe

- Entità Umane Virtuali come Agenti Software autonomi in grado di compiere comunicazioni faccia-a-faccia in sistemi virtuali
- Gli Agenti Software virtuali comunicano, esprimono capacità di sintesi e di riconoscimento/comprendione del parlato, esprimono emozioni compiendo azioni inerenti

AutoTutor

- Sistema web di tutoring intelligente basato su strategie pedagogiche. Sistema di supporto per gli studenti nell'apprendimento di conoscenza su particolari temi
- Il sistema propone un Agente che fa delle domande supportate da aiuti e suggerimenti.
- L'Agente virtuale crea frasi con alcuni termini mancanti, identifica e corregge risposte errate e fraintendimenti, crea e semplifica le risposte e propone dei punteggi come risultato
- Tale punteggio rispecchia fedelmente la preparazione di uno studente
- Agenti di questo tipo vengono chiamati Adattativi in quanto adattano il loro comportamento in base ad alcuni parametri

Scott

- Synthetic Cognition for Operational Team Training
- Sistema Scott E-2C: gli agenti virtuali interagiscono parlando ma anche ascoltando. L'ascolto è l'elemento più importante in quanto permette di acquisire nozioni importanti
- L'ascolto aumenta il livello di difficoltà negli Agenti in quanto si aggiungono complessità temporali e di interazione: bisogna capire cosa sentire o capire quando parlare

Bibliografia

- [1] PUSTEJOSKY J., *The Generative Lexicon*. The MIT Press, 1995.
- [2] FININ T., LABROU Y., MAYFIELD J., *KQML as an agent communication language*, 1995.
- [3] STEFANINI M.H., DEMAZEAU Y., *TALISMAN: a multi-agent system for Natural Language Processing* in IEEE Conference on Advances in Artificial Intelligence, 12th Brazilian Symposium on AI, Campinas, Brasil, 1995, Springer, 310-320.
- [4] PALLOTTA V., BALLIM A., *Agent-Oriented Language Engeneering for Robust NLP*.
- [5] CARVALHO A.M.B.R., *Multi-Agent System for Natural Language Processing*, 1998.

Bibliografia

- [6] BALL J.T., *Symposium: Software Agents with Natural Language Capabilities - Where are we?*, 2003.
- [7] DELMONETE R., *Parsing with GETARUNS*. in Proceeding of the “7eme conférence annuelle sur le Traitement Automatique des Langues Naturelles” TALN 2000, Lausanne, 2000.
- [8] PAIVA D.S.D., *Um Sistema Multi-Agentes para o Processamento Distribuído de Linguagem Natural*. Master Thesis, Universidade Estadual de Campinas, Brazil, 1996.
- [9] SILVA J.L.T.D., *Utilizacao do Paradigma Multi-Agentes no Proessamento da Linguagem Natural: Um Modelo Voltado à Resolucao da Ambiguidado L^{éxica} Categorial na L^{éxigua} Portuguesa*. Master Thesis, Pontificia Universidade Catolica do Rio Grande do Su, Brazil, 1997.

Università degli Studi di Bologna

II Facoltà di Ingegneria

Laurea Specialistica in Ingegneria Informatica

Approfondimento materia:

Sistemi Multi-Agente LS

Argomento:

Sistemi Multi-Agente nel Natural Language Processing

Professore: Andrea Omicini

Relatore: Danilo Martino

A.A 2008/2009

