

## Introduzione alla Teoria dell'Argomentazione: concetti di base e alcune prospettive di ricerca

### Massimiliano Giacomini

giacomini@ing.unibs.it  
http://bsing.ing.unibs.it/~giacomini/



DEA - Dipartimento di Elettronica per l'Automazione  
Università degli Studi di Brescia (Italy)

Padova, 22 novembre 2005

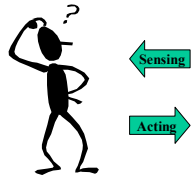
1

## SOMMARIO

- Richiami e nozioni generali:
  - agenti intelligenti e logica classica
  - limitazioni della logica classica: le logiche nonmonotone
- La teoria dell'argomentazione: nozioni di base
  - esempi
  - componenti fondamentali di un sistema basato su argomentazione
- Semantica per l'argomentazione: approcci fondamentali
- Cenni alle applicazioni della teoria
- Alcune prospettive di ricerca

2

## Il concetto di Agente



- "Situatenedness"
- Autonomia
- Reattività
- "Pro-Activity"
- "Social Ability"

### Settori di ricerca coinvolti

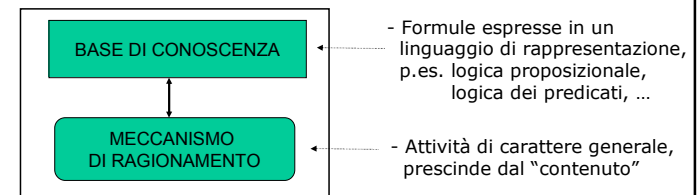
- Intelligenza Artificiale
- Computer Science
- Robotica
- Interazione Uomo-Macchina
- Software Engineering

### Ambiti applicativi

- Internet softbots
- Personal digital assistants
- Interfacce intelligenti
- Controllo di sistemi complessi
- ...

3

## Agenti come sistemi basati sulla conoscenza



Es.  $A(y), \forall x A(x) \rightarrow B(x) \vdash B(y)$   
 $uomo(Pinco), uomo(x) \rightarrow mortale(x) \vdash mortale(Pinco)$   
 $interista(Pinco), interista(x) \rightarrow perde\_scudetto(x) \vdash$   
 $perde\_scudetto(Pinco)$

### Alcuni vantaggi:

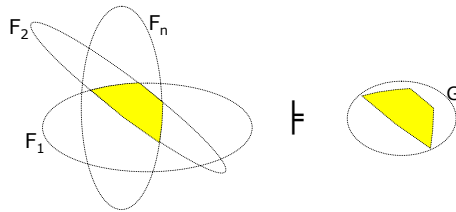
- forme sofisticate di ragionamento (virtualmente qualunque regola)
- le regole possono essere cambiate facilmente
- apprendimento

4

## Logica classica: "inferenza"

- basata sulla "teoria dei modelli"
- modello: interpretazione che soddisfa una formula ben formata

consequenza logica  
 $F_1, \dots, F_n \models G$   
 G "segue logicamente" da  $F_1, \dots, F_n$   
 se G è vera in tutte le interpretazioni  
 in cui  $F_1, \dots, F_n$  sono vere



NB: più premesse ho più piccolo è l'insieme delle interpretazioni...

5

## Logica classica: monotonia e limitazioni (1)

Più premesse più "piccolo" è l'insieme delle interpretazioni che le soddisfano



Aggiungendo nuova informazione (premesse) rimane "dimostrabile" tutto ciò che lo era prima, ovvero: nuova informazione non permette di ritrattare le conclusioni inferite precedentemente  
 [ = non posso mai cambiare idea!!! ]

[si parla di "monotonia": al "crescere" delle premesse "cresce" l'insieme delle conclusioni]

### Esempio del pinguino

Uccello(x) → Vola(x)  
 Uccello(Tweety) ⇒ Vola(Tweety)

Pinguino(Tweety) → Vorrei poter ritrattare la conclusione che Tweety vola!

6

## Logica classica: monotonia e limitazioni (2)

### Esempio del pinguino attualizzato

Tifoso\_squadra\_blasonata(x) → Tifoso\_felice(x)  
 Tifoso\_squadra\_blasonata(Pinco) ⇒ Tifoso\_felice(Pinco)

Se vengo a sapere che Pinco è interista, vorrei poter ritrattare la conclusione che è un tifoso felice!!!

7

## Logica classica: monotonia e limitazioni (3)

### Caso particolare

Cosa succede se ho una contraddizione nella base di conoscenza?

Esempio:

vola(Tweety)  
 ¬ vola(Tweety)  
 ... } Evidentemente nessuna interpretazione soddisfa tutte le formule!



Segue logicamente qualunque conclusione, anche quelle che non sono per nulla rilevanti con i pinguini!

Per esempio...

vola(Tweety) ⊢ vola(Tweety) ∨ tifoso\_felice(Pinco)  
 ¬vola(Tweety) ∧ (vola(Tweety) ∨ tifoso\_felice(Pinco))  
 ⊢ tifoso\_felice(Pinco)

Ex contradictione sequitur quodlibet

8

## Logica classica: monotonia e limitazioni (4)

### Riassumendo

- Impossibilità di ritrattare le conclusioni
- Una contraddizione mina l'intera base di conoscenza
- ⇒ Ipotesi: regole e premesse conosciute con assoluta certezza

### Un esempio reale

Orario Brescia-Padova: Mar 22 novembre 8.23 – 10.09  
⇒ c'è un treno

Se vengo a sapere che c'è sciopero...

### Defeasible Reasoning

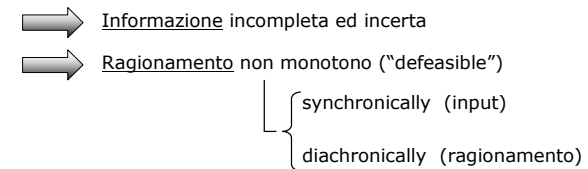
Gestisce "regole" incerte: inferenze possono essere ritrattate in presenza di nuova informazione.  
In pratica, è ragionamento "comune", quello secondo cui si agisce!!!

9

## Agenti Intelligenti: Informazione e Ragionamento

**Ambiente:** percezione inaccurata + indeterminismo + dinamicità

**Limitazione delle risorse:** fisiche e computazionali



### Stato dell'arte

- Architetture distribuite:
  - vantaggi "classici" (affidabilità, flessibilità, prestazioni,...)
  - conoscenza e informazione parziale ed eventualmente contraddittoria
- Logiche alternative alla logica classica:
  - logiche nonmonotone
  - teoria dell'argomentazione

10

## SOMMARIO

- Richiami e nozioni generali:
  - agenti intelligenti e logica classica
  - limitazioni della logica classica: le logiche nonmonotone
- La teoria dell'argomentazione: nozioni di base
  - esempi
  - componenti fondamentali di un sistema basato su argomentazione
- Semantica per l'argomentazione: approcci fondamentali
- Cenni alle applicazioni della teoria
- Alcune prospettive di ricerca

11

## L'idea di base

- Radici nell'ambito della filosofia (Toulmin – '60)
- In Intelligenza Artificiale: Loui & Pollock ('80)

Il ragionamento è basato su due attività fondamentali:

- la costruzione di argomenti (eventualmente contraddittori)
- la valutazione degli argomenti costruiti per "estrarre" quelli "giustificati"

Argomenti: rappresentano "ragioni" per credere ad una conclusione; tipicamente, costruiti applicando regole di inferenza a partire da un certo insieme di premesse

### Esempio

```
vista(auto_parcheggiata_stadio)
tifoso(Pinco)
vista(auto_parcheggiata_stadio) ⇒ auto_parcheggiata_stadio
auto_parcheggiata_stadio ∧ tifoso(Pinco) ⇒ alla_partita(Pinco)
```

... ovviamente, necessità di formalizzazione ...

12

## L'idea di base (2)

### Esempio (continua)

A1: vista(auto\_parcheggiata\_stadio)  
 tifoso(Pinco)  
 $\text{vista}(\text{auto\_parcheggiata\_stadio}) \Rightarrow \text{auto\_parcheggiata\_stadio}$   
 $\text{auto\_parcheggiata\_stadio} \wedge \text{tifoso}(\text{Pinco}) \Rightarrow \text{alla\_partita}(\text{Pinco})$

A2: visto-da-amici(Pinco, al\_bar)  
 $\text{visto-da-amici}(\text{Pinco}, \text{al\_bar}) \Rightarrow \text{al\_bar}(\text{Pinco})$   
 $\text{al\_bar}(\text{Pinco}) \Rightarrow \neg \text{alla\_partita}(\text{Pinco})$

A2 contraddice A1 : sulla base dei due argomenti, posso valutare  
 A2 preferito ad A1 (accetto A2) e "dedurre"  
 che Pinco non era alla partita

13

## Componenti fondamentali (1)

Le vediamo facendo riferimento al framework introdotto da J. Pollock

1. Linguaggio logico e nozione associata di conseguenza logica (per costruire gli argomenti) – talvolta non specificato
2. Nozione di argomento (tipicamente: un "albero" di inferenze)

• La nozione di ARGOMENTO secondo Pollock:

- Premesse incerte [strength]

- Due tipi di regole:

$A \rightarrow B$ : deduttive - "indefeasible"

$A \Rightarrow B$ : non-deduttive - "defeasible"  
 [strength]

$A(0.7)$   
 $B(0.9)$  }  $\rightarrow \neg C(0.7)$

$D(0.9) \Rightarrow C(0.8)$

- Strength dell'argomento

14

## Componenti fondamentali (2)

### Esempio precedente...

$\text{vista}(\text{auto\_parch\_stadio}) \Rightarrow \text{auto\_parch\_stadio}$   
 $\text{tifoso}(\text{Pinco})$  }  $\Rightarrow \text{alla\_partita}(\text{Pinco})$

$\text{visto-da-amici}(\text{Pinco}, \text{al\_bar}) \Rightarrow \text{al\_bar}(\text{Pinco}) \rightarrow \neg \text{alla\_partita}(\text{Pinco})$

NB: gli argomenti sono costruiti a partire da premesse  
 e sull base di regole "domain dependent"

15

## Componenti fondamentali (3)

3. Nozione di conflitto e "defeat"

- Rebutting defeat:

contraddizione esplicita tra  
 conclusioni / sottoconclusioni  
 $[C \text{ e } \neg C]$

- Undercutting defeat:

Negazione dell'applicabilità di una regola, senza negare  
 necessariamente la sua conclusione

$A$   
 $B$  }  $\rightarrow \neg C$   
 $D \Rightarrow C$   
 $E \Rightarrow (D \otimes C)$

Esempio precedente: rebutting defeat

$\text{vista}(\text{auto\_parch\_stadio}) \Rightarrow \text{auto\_parch\_stadio}$   
 $\text{tifoso}(\text{Pinco})$  }  $\Rightarrow \text{alla\_partita}(\text{Pinco})$

$\text{visto-da-amici}(\text{Pinco}, \text{al\_bar}) \Rightarrow \text{al\_bar}(\text{Pinco}) \rightarrow \neg \text{alla\_partita}(\text{Pinco})$

16

## Componenti fondamentali (4)

### Esempio di undercutting defeat

Vedo\_colore(oggetto, rosso)  $\Rightarrow$  colore(oggetto, rosso)

colore\_luce\_ambiente(rosso)  $\Rightarrow$  vedo\_colore(oggetto, rosso)  $\otimes$  colore(oggetto, rosso)

NB: la base di conoscenza include una regola del tipo  
colore\_luce\_ambiente(x)  $\Rightarrow$  vedo\_colore(y,x)  $\otimes$  colore[y,x]

Non posso concludere che l'oggetto sia rosso, ma non posso negare che l'oggetto lo possa essere (per qualche altro motivo)

17

## Componenti fondamentali (5)

### 5. La nozione di "defeat status"

Dato un insieme di argomenti eventualmente "in conflitto" tra loro, determinare per ognuno di essi lo "stato di giustificazione", in particolare quali di essi sono "giustificati"

I criteri che consentono di determinare il defeat status per ogni insieme di argomenti legati da una certa relazione di defeat costituiscono la cosiddetta "**argumentation semantics**"

NB: uno degli aspetti più interessanti...



Molte proposte in letteratura...

18

## SOMMARIO

- Richiami e nozioni generali:
  - agenti intelligenti e logica classica
  - limitazioni della logica classica: le logiche nonmonotone
- La teoria dell'argomentazione: nozioni di base
  - esempi
  - componenti fondamentali di un sistema basato su argomentazione
- **Semantica per l'argomentazione: approcci fondamentali**
- Cenni alle applicazioni della teoria
- Alcune prospettive di ricerca

19

## Krause et al. riadattato

Data una base di conoscenza K:

$A_1(K)$ : insieme di tutti gli argomenti che si possono costruire

$A_2(K)$ : argomenti di  $A_1(K)$  basati su insiemi di premesse consistenti

$A_3(K)$ : argomenti di  $A_2(K)$  che non sono attaccati da altri argomenti di  $A_2(K)$

In pratica,  $A_3(K)$  contiene argomenti giustificati

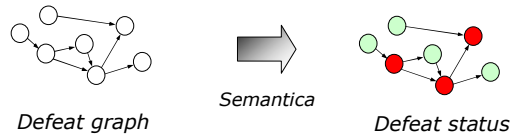
NB: risolve il problema dell'inconsistenza (argomenti con premesse inconsistenti sono eliminati da  $A_2$  e quindi non fanno collassare l'intera base di conoscenza)

Per contro, l'approccio è troppo semplice...

20

## Indipendenza del calcolo del defeat status

UTILIZZIAMO UNA RAPPRESENTAZIONE ASTRATTA (Dung '95)



- VANTAGGI
- Entrambi i tipi di non monotonia:
    - sincronica (aggiunta di premesse)
    - diacronica (ulteriori inferenze)
  - Tecnica any-time  $\Rightarrow$  Resource boundedness
  - Interest-driven

21

## Il principio del "reinstatement"

Esempio

- $\alpha$ : Tweety vola perchè è un uccello
- ~~$\beta$~~ : Tweety non vola perchè è un pinguino
- $\gamma$ : L'osservazione che Tweety sia un pinguino è inaffidabile

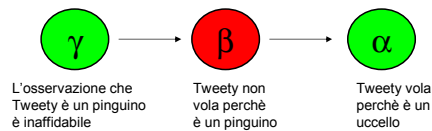
22

## Il principio del "reinstatement"

Esempio

- $\alpha$ : Tweety vola perchè è un uccello
- ~~$\beta$~~ : Tweety non vola perchè è un pinguino
- $\gamma$ : L'osservazione che Tweety sia un pinguino è inaffidabile

Quello che vorrei è una semantica che porti a un risultato del tipo:



[verde: giustificato - rosso: non giustificato]

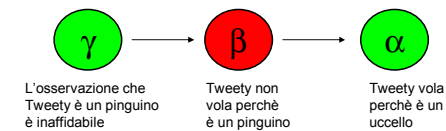
23

## Un primo tentativo

Definizione

- Un argomento è "giustificato" se non ha defeaters (ovvero, attaccanti) oppure se tutti i suoi defeaters sono "non giustificati"
- Un argomento è "non giustificato" se ha un defeater giustificato

L'approccio funziona in questo caso (si vede partendo da sinistra)



[verde: giustificato - rosso: non giustificato]

24

### Un primo tentativo (2)

Cosa succede in questo caso?

$\alpha$ : METEO1 dice che poverà

$\beta$ : METEO2 dice che non poverà

Sono possibili entrambe le assegnazioni

Bisogna modificare la definizione...

➔ Le possibili semantiche si possono distinguere in due categorie:

- approcci "a stato singolo"
- approcci "a stato multiplo"

25

### La "Grounded Semantics": un approccio a stato singolo

$$A_i = \begin{cases} A & i=0 \\ \alpha \in A \mid \nexists \beta \in A_{i-1} : \beta \rightarrow \alpha & i>0 \end{cases}$$

$$U = \{ \alpha \in A \mid \exists m : \forall i \geq m \alpha \in A_i \}$$

$$D = \{ \alpha \in A \mid \exists m : \forall i \geq m \alpha \notin A_i \}$$

$$P = \{ \alpha \in A \mid \forall m \exists i \geq m : \alpha \in A_i \wedge \exists j \geq m : \alpha \notin A_j \}$$

Defeat status: 3 possibili stati

Undeafeted

Defeated

Provisionally Defeated

26

### La "Grounded Semantics": il caso dei "floating arguments"

In questo caso sono tutti "provisionally defeated"

Un approccio più "fine" può prevedere  $\gamma$  defeated e  $\delta$  undefeated: qualunque argomento tra  $\alpha$  o  $\beta$  sia valido,  $\gamma$  non è giustificato

➔ Si dimostra che è necessario un approccio a stato multiplo: definizione che ammette diverse "estensioni"

27

### Approcci a stato multiplo

*Defeat graph*

Semantica

➔

*Estensioni*

*Defeat Status*

Argomenti Undeafeted: appartengono a tutte le estensioni

28

### Stable Semantics: un approccio a stato multiplo

**Stable extensions**

Insieme massimale tale che:

- è "conflict-free" (privo di conflitti interni)
- attacca tutti gli argomenti esterni

L'esempio precedente:

29

### Stable Semantics: problemi

**Stable extensions**

Insieme massimale:

- conflict-free
- attacca tutti gli argomenti esterni

Esempio: tre testimoni che contestano reciprocamente l'attendibilità

In questo caso la definizione non è in grado di definire alcun insieme!!!

➔ Serve una nuova definizione di semantica a stato multiplo: proposta da Dung [1995]

30

### Preferred Semantics: un approccio a stato multiplo

$S \subseteq A$  è *conflict-free*  $\Leftrightarrow \exists \alpha, \beta \notin S$  tali che  $\alpha \rightarrow \beta$

$S \subseteq A$  è *ammissibile*  $\Leftrightarrow S$  è *conflict-free* e  $\forall \alpha \in S$  se  $\exists \beta \in A$  tale che  $\beta \rightarrow \alpha$ , allora  $\exists \gamma \in S$  tale che  $\gamma \rightarrow \beta$

$S \subseteq A$  è una *Preferred Extension* se è massimale tra gli insiemi *ammissibili* (quelli che difendono i propri elementi)

31

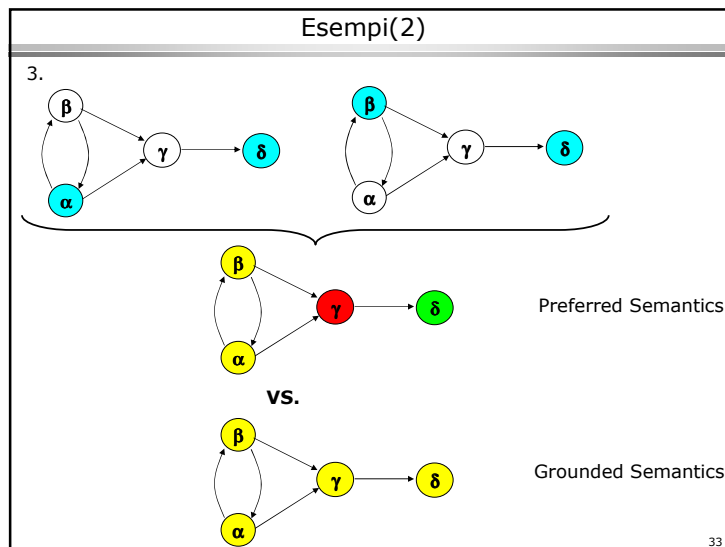
### Esempi

1.

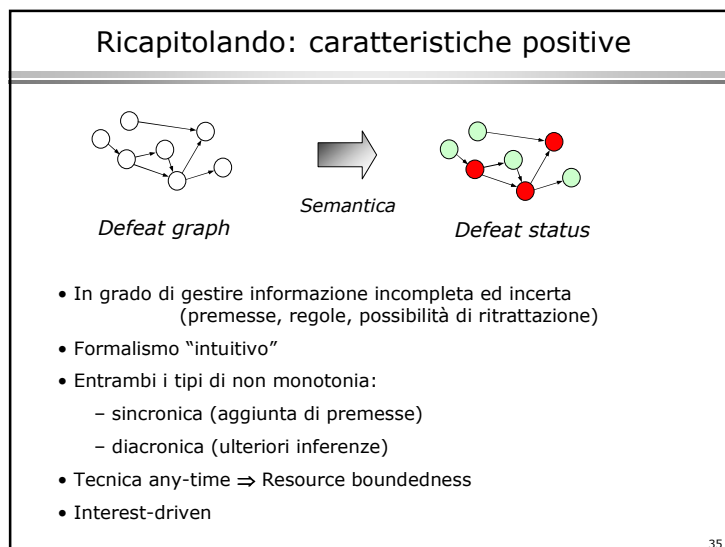
2.

Unica preferred extension: insieme vuoto

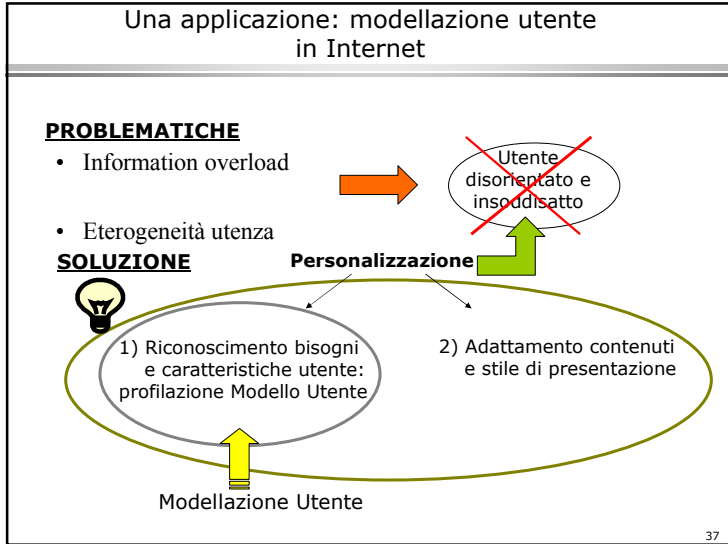
32



- ### SOMMARIO
- Richiami e nozioni generali:
    - agenti intelligenti e logica classica
    - limitazioni della logica classica: le logiche nonmonotone
  - La teoria dell'argomentazione: nozioni di base
    - esempi
    - componenti fondamentali di un sistema basato su argomentazione
  - Semantica per l'argomentazione: approcci fondamentali
    - **Cenni alle applicazioni della teoria**
    - Alcune prospettive di ricerca
- 34



- ### Alcune applicazioni
- Sistemi esperti, sistemi di supporto alle decisioni
    - es. diagnosi medica
    - offre il vantaggio di fornire una "spiegazione" comprensibile delle ragioni che portano ad una scelta
    - possibilità di valutare e cambiare facilmente le regole
  - Ragionamento legale (intrinsecamente argomentativo!)
    - argument schemes
  - Modellazione del ragionamento scientifico
  - Negoziazione tra agenti
    - beliefs
    - goals
  - Modello di dialogo, interfacce intelligenti
  - Giochi con feature AI
  - ... altro? ...
- 36



37

## Proposte

Nuovo approccio alla modellazione in grado di:

1. Integrare tecniche degli stereotipi, FCL e FCG;
  - Traduzione delle 3 tecniche in regole d'inferenza espresse in un linguaggio comune;
2. Gestire l'incertezza delle informazioni;
3. Mantenere esplicitamente la consistenza dei modelli utente;
  - Utilizzo della logica defeasibile

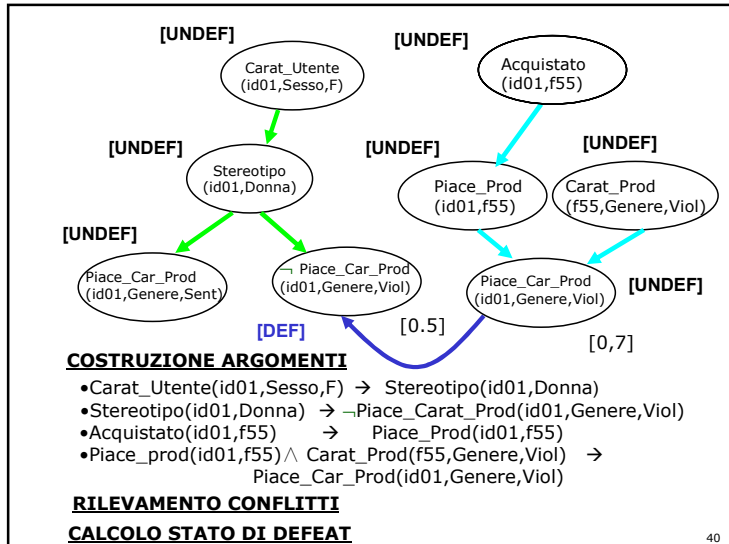
38

### Framework comune: traduzione delle tecniche in regole di modellazione

- Stereotipi**

DONNA	
Sesso: F	•Carat_Utente(Sesso,F) →Stereotipo(Donna)
Generi film: sent;	•Stereotipo(Donna)→Piace_Carat_Prod(Genere,Sent)
- Filtraggio Cognitivo**
  - Acquistato\_Prod (f12)→ Piace\_Prod(f12)
  - Piace\_Carat\_Prod(Genere,Sent) ∧ Carat\_Prod(f13,Genere,Sent) →Piace\_Prod(f13)
- Filtraggio Collaborativo**
  - Piace\_Prodotto(U2,f12) ∧ Simile(U1,U2)→ Piace\_Prodotto(U1,f12)

39



40

## SOMMARIO

- Richiami e nozioni generali:
  - agenti intelligenti e logica classica
  - limitazioni della logica classica: le logiche nonmonotone
- La teoria dell'argomentazione: nozioni di base
  - esempi
  - componenti fondamentali di un sistema basato su argomentazione
- Semantica per l'argomentazione: approcci fondamentali
- Cenni alle applicazioni della teoria
- **Alcune prospettive di ricerca**

41

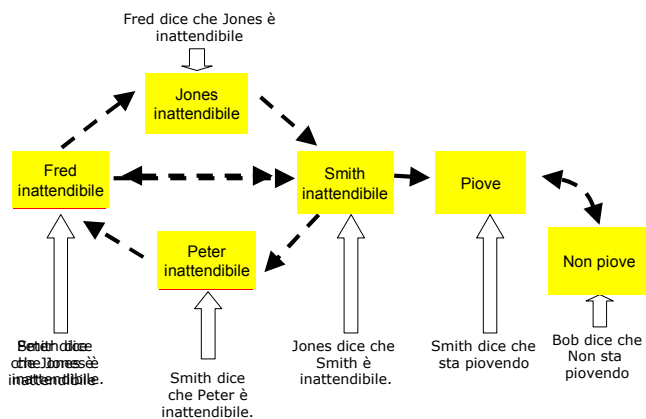
## Alcune prospettive di ricerca

- Applicazioni  
(modellazione utente, ragionamento legale, lavoro collaborativo, ecc.)
- Combinazione vari tipi di ragionamento  
(simbolico qualitativo vs. quantitativo)
- Uso dell'argomentazione come approccio "esplicativo" rispetto a sistemi di ragionamento automatico (es. sistemi di diagnosi)
- Controesempi preferred semantics: uno schema generale per l'argomentazione
- ecc. ecc. ecc.

Cfr. prossimi lucidi

42

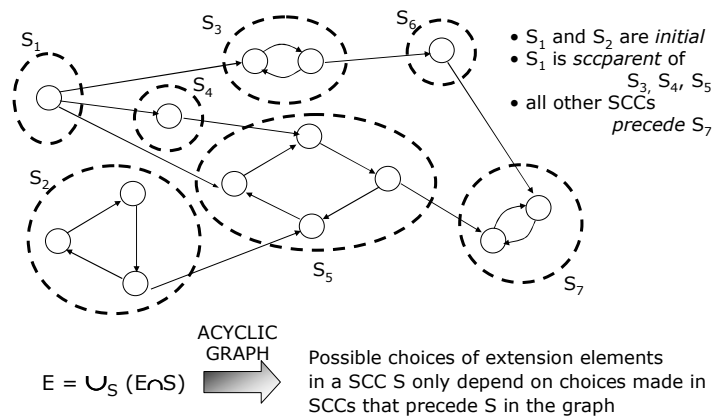
## Casi problematici per la Preferred Semantics



43

## Computation of extensions along SCCs

### SCCs form an acyclic graph



44

### Attack, extensions and SCCs

Given the choice of  $E$  (●) in preceding SCCs, the nodes of a SCC are partitioned into

- $S^D(E)$  : nodes directly attacked by  $E$  ●
- $S^P(E)$  : nodes not attacked nor defended from outside attacks by  $E$  ●
- $S^U(E)$  : nodes defended from outside attacks by  $E$  ●

45

### A General Recursive Schema: Recursive Computation

**$FG_{AF \downarrow [S^P(E) \cup S^U(E)]}(S^U(E))$  computed recursively**

More than one SCC in  $AF \downarrow [S^P(E) \cup S^U(E)]$  :  
function computed recursively on each of them

One SCC only in  $AF \downarrow [S^P(E) \cup S^U(E)]$  :  
base of the recursion: "base function"

$FG_{AF \downarrow [S^P(E) \cup S^U(E)]}^*(S^U(E))$

➔ **Semantics specified by a base function defined on single-SCC argumentation frameworks**

46

### A General Recursive Schema: Definition of SCC-recursive semantics

Given  $AF = \langle A, \rightarrow \rangle$ ,  
 $E \subseteq A$  is an extension iff  $E \in FG_{AF}(A)$

For all  $C \subseteq A$ ,  $E \in FG_{AF}(C)$  iff

- in case  $|SCC(AF)|=1$  or  $A=\emptyset$   
 $E \in FG_{AF}^*(C)$
- otherwise:  
 $\forall S \in SCC(AF)$   
 $(E \cap S) \in FG_{AF \downarrow [S^P(E) \cup S^U(E)]}(S^U(E) \cap C)$

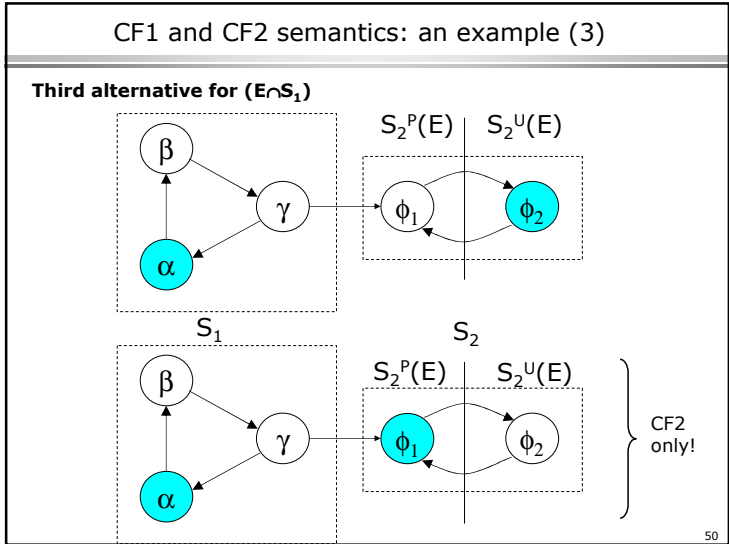
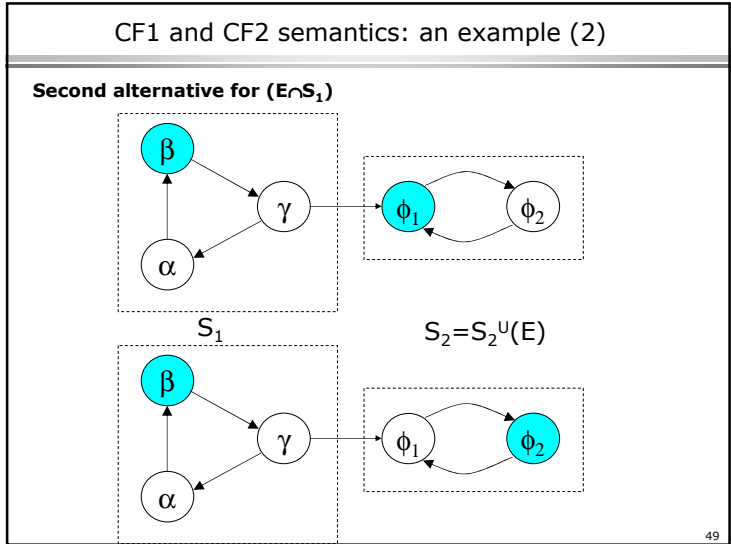
Definition parametric w.r.t.  $FG_{AF}^*(C)$ :  
includes complete, grounded and preferred semantics  
(see ECAI'04)

47

### CF1 and CF2 semantics: an example

**First alternative for  $(E \cap S_1)$**

48



**GRAZIE  
PER L'ATTENZIONE!**

Alcuni link:

- Progetto europeo su argomentazione, con documenti scaricabili:  
[www.argumentation.org](http://www.argumentation.org)
- la mia home page, con molti articoli scaricabili:  
<http://bsing.ing.unibs.it/~giacomini/>
- per informazioni, potete contattarmi via mail:  
[giacomini@ing.unibs.it](mailto:giacomini@ing.unibs.it)

51