

Trattamento dell'incertezza in sistemi basati sulla conoscenza: problemi, soluzioni e applicazioni

Andrea Bonarini

Politecnico di Milano



Dipartimento di Elettronica e Informazione

Artificial Intelligence and Robotics Lab

Via Ponzio 34/5 - 20133 Milano

Tel. (02) 2399 3525

Conoscenza e modelli

- Rappresentare la conoscenza vuol dire costruire un modello del mondo su cui si vogliono fare delle attività di ragionamento
- La differenza tra modello e mondo è causa di “incertezza”
- Ogni modello è diverso dal mondo: la mappa non è il territorio

Aspetti dell'incertezza

Che differenza c'è tra “incertezza”, “ambiguità”,
“vaghezza”, “probabilità”, “contraddizione”, ...?

Il termine “incertezza” denota diversi aspetti

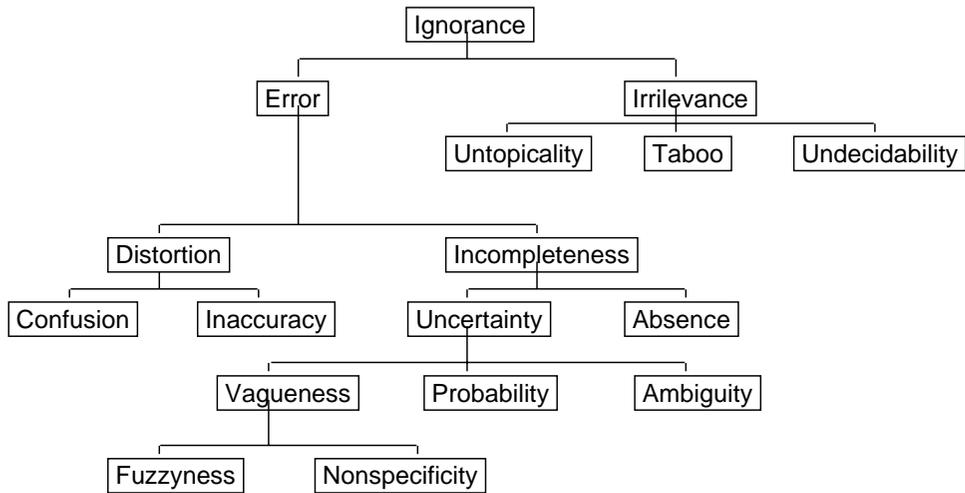
E' importante sapere quali aspetti rappresentare
nell'applicazione

Come scrisse Lao Tzu:

Conoscere l'ignoranza è forza.

Ignorare la conoscenza è debolezza.

Un modello dell'ignoranza (Smithson)



Cos'è la verità?

Si assume un fatto vero nel modello se esiste dell'evidenza che esso sia verificato nel mondo che vogliamo modellare

Es.:

"Un elefante è un mammifero" è sempre vero.

"L'elefantessa Jumbo allatta suo figlio" dipende...

Focalizziamoci per ora su fatti, cioè su asserzioni. Si dice che un'asserzione è vera nel modello, se si ha evidenza a favore del suo stato nel mondo modellato.

Incertezza e affidabilità

- Affidabilità delle fonti di conoscenza
- Affidabilità dei processi di interazione
- Affidabilità dei processi inferenziali

Introduzione
Incertezza
7

© A. Bonarini

Affidabilità delle informazioni esterne

Affidabilità della conoscenza codificata

L'unica verità è quella relativa alla rispondenza o meno a definizioni
(=logica),

Incertezza e approssimazione

Due aspetti correlati

Es.: "Clyde pesa 2 tonnellate"

Sono sicuro che pesa 2t. \pm 10kg.

Sono quasi certo che pesi 2t.

Introduzione
Incertezza
8

© A. Bonarini

La differenza é sostanziale. posso essere incerto circa il fatto che Clyde pesi due tonnellate, ma posso anche dire che pesa 2t con una certa approssimazione (\pm 10 kg] C'é poi il problema dell'approssimazione incerta (so 0.9 che l'approx é \pm 10) edell'incertezza approssimata (già visto prima)

Fare disegno con Clyde sulla bilancia che pesa un po' meno di due tonnellate.

Perchè rappresentare l'incertezza?

- Perchè interessa esprimere giudizi sul modello
- Perchè si sa che il modello non è preciso
- Per ottenere risultati "ragionevoli" se il modello è intrinsecamente "incerto"
- Per rendere più comprensibili i risultati

Perchè ragionare in condizioni d'incertezza?

- **Per tener conto di tutte le possibilità**
- **Per avere flessibilità**
- **Per emulare il ragionamento umano**

A cosa associare l'incertezza?

A tutti gli elementi di conoscenza:

- esemplari (appartenenza ad un insieme, ...)
- Insiemi (definizione, ...)
- predicati (quanto è vero un predicato, quanto è preciso, ...)
- fatti (quanto è vero un fatto, quanto è preciso...)
- relazioni (quant'è importante una relazione, quant'è affidabile, ...)
- regole (quanto è forte una regola, quanto è affidabile, ...)

Quando trattare l'incertezza?

- **Quando si deve**
 - **modelli incerti**
 - **dati incerti**
- **Quando si può**
 - **strumenti disponibili**
 - **conoscenza (sull'incertezza) disponibile**

Due classi di modi di trattare l'incertezza

- **Rappresentare le cause dell'incertezza**
 - logica
 - endorsements
- **Rappresentare misure dell'incertezza**
 - probabilità (statistiche o soggettive)
 - ...

Assunzioni sui modelli

1. Il modello è un'immagine perfetta della realtà

→ **Due valori di verità: true o false**

2. Il modello è un'immagine perfetta della realtà, ma non tutta la realtà è nota

→ **Tre valori di verità: true, false o unknown**

3. Elementi del modello osservati, dedotti o assunti

→ **Cinque valori di verità: T, F, DT, DF, U**

→ **Non-monotonic logic: è possibile ritrattare**

1. Il modello è un'immagine perfetta della realtà

Una proposizione è vera o è falsa.

Es.: Il blocco A sta sul blocco B.

- **Problema 1: rappresentazione dell'assenza di informazione**

- Close World Assumption: tutto ciò che non è vero è falso.

- **Problema 2: grado di verità della proposizione non quantificato.**

- **Problema 3: gestione di informazioni contraddittorie e di eccezioni.**

Quando usare un approccio "logico"?

Quando il dominio è limitato e ben definito

Quando interessa solo la verità o la falsità di un fatto

Quando si assume che non sia rilevante rappresentare l'incertezza.

2. Non tutta la realtà è nota

Si introduce il valore “unknown”

Cade (in parte) il problema 1

Cade solo in parte perchè, se pur è vero che si può rappresentare esplicitamente il fatto che non si conosce la verità, resta ancora da decidere se è possibile attribuire correttamente i valori T e F.

3. Elementi del modello osservati o dedotti

Si introducono anche valori di verità che permettono di distinguere tra verità assoluta e verità assunta (Default True e Default False)

Si riduce il problema 3: si possono risolvere certi conflitti

Viene data una caratterizzazione della verità. Si dice che esistono verità assolute ("per definizione") che non possono essere cambiate e verità che non sono comunque graduate, ma che possono cambiare all'aggiungersi di nuova evidenza.

Misure dell'incertezza

Distinguiamo tra il tipo di valori e il loro significato

- **Tipo di valori:**
numeri, etichette linguistiche, numeri fuzzy, ...
- **Significato:**
probabilità, possibilità, giudizi soggettivi, ...

Qui si fa solo un sommario, dato che tutte le rappresentazioni saranno esaminate in dettaglio.

Si fa notare che le ultime due non sono in sequenza di complessità sempre maggiore come le altre, ma servono a risolvere un problema che alle altre sfugge (è una dimensione ortogonale).

La complessità computazionale è invece in generale crescente.

Elementi comuni alle misure di incertezza

Combinazione di valori di incertezza: 5 operatori

- **Negazione:** not A
- **Congiunzione:** A and B
- **Disgiunzione:** A or B
- **Aggregazione:** come aggregare evidenza proveniente da diverse fonti.
- **Detachment:** come aggregare evidenza sull'antecedente di un'inferenza con evidenza sull'inferenza stessa.

Nelle varie tecniche per la rappresentazione di misure di incertezza vengono fornite modalità per combinare i valori di incertezza con gli operatori citati.