Università di Bergamo
Facoltà di Ingegneria

Intelligenza Artificiale

Paolo Salvaneschi

A6_1 V1.3

Conoscenza e ragionamento

Il contenuto del documento è liberamente utilizzabile dagli studenti, per studio personale e per supporto a lezioni universitarie.
Ogni altro uso è riservato, e deve essere preventivamente autorizzato dall' autore.
Sono graditi commenti o suggerimenti per il miglioramento del materiale
Nota: è utilizzato in parte il materiale didattico associato al testo di Stuart J. Russell, Peter Norvig

INDICE

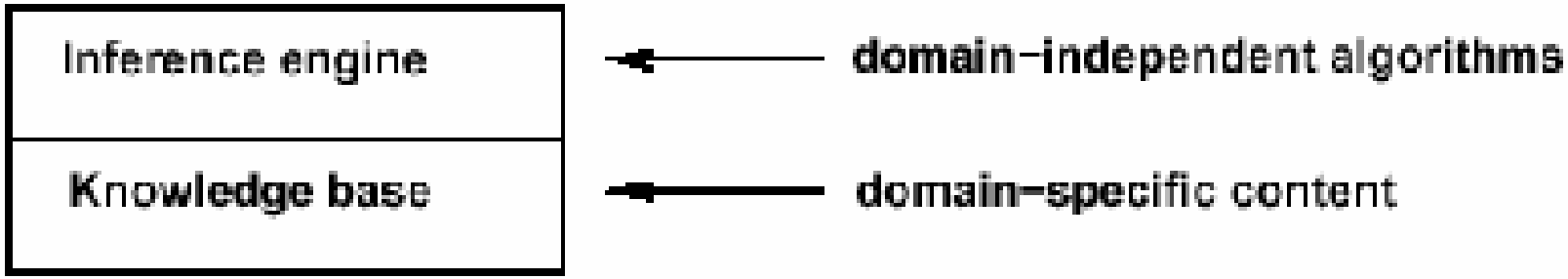
- Agenti basati su conoscenza
- Tipi di conoscenza
- Pattern di ragionamento
- Livello cognitivo / livello di implementazione
- Approccio dichiarativo / procedurale
- Agenti logici

Agenti basati su conoscenza

- Algoritmi di ricerca nello spazio degli stati
- Contengono conoscenza
  - Modello dello spazio degli stati
  - Algoritmo di ricerca
  - Euristiche
- Modello del mondo e capacità di ragionamento limitati e rigidi

Agenti basati su conoscenza

- Agente basato su conoscenza
- Contiene una rappresentazione esplicita di un insieme di conoscenze (KB-Knowledge Base)
- E degli algoritmi per ragionare sulla conoscenza posseduta (Inference engine)



A simple knowledge-based agent

```
function KB-AGENT(percept) returns an action
    static: KB, a knowledge base
            t, a counter, initially 0, indicating time

    TELL(KB, MAKE-PERCEPT-SENTENCE(percept, t))
    action ← ASK(KB, MAKE-ACTION-QUERY(t))
    TELL(KB, MAKE-ACTION-SENTENCE(action, t))
    t ← t + 1
    return action
```

Agenti basati su conoscenza

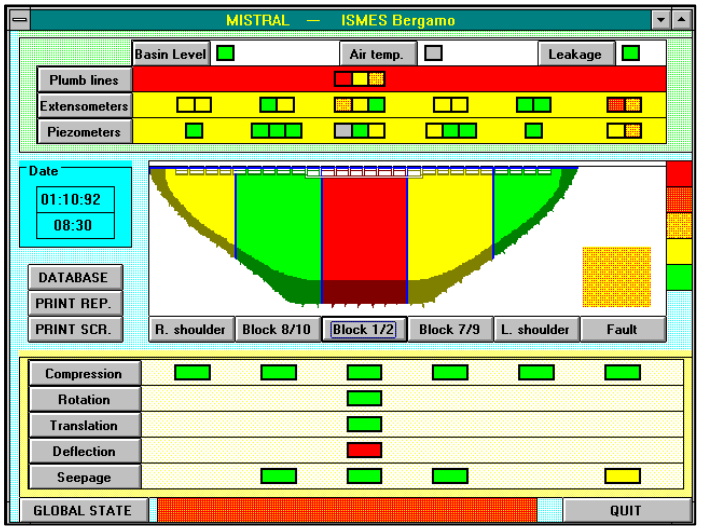
- KB contiene un insieme di conoscenze iniziali
- KB può essere interrogata per ricavare proprietà e decidere azioni
- KB può essere aggiornata sulla base di percezioni e di azioni eseguite

Agenti basati su conoscenza

- L'agente deve essere capace di
  - Rappresentare stati, azioni, …
  - Incorporare nuovi dati di input (percezioni)
  - Aggiornare la rappresentazione interna del mondo
  - Dedurre proprietà nascoste (non esplicite) del mondo)
  - Dedurre azioni appropriate

esempio

- Tipi di conoscenza
- Esempio: interpretazione dati e diagnosi di strutture di ingegneria civile
  - Associazioni empiriche
  - Conoscenza causale
  - Euristiche



- Associazioni empiriche

esempio

Empirical associations are rules observed to be useful or practical, but without any underlying knowledge of the causal relation between the premise and the conclusions.

Useful to solve problems storing relationships between problems and solutions proved successful in the past.

Limitations:
– the inability to explain the reasons why something happened;
– the limitation to the existing set of already occurred cases.

Esempio

Empirical knowledge. States of sensors (derived from comparisons between measurements and thresholds) may be combined through sets of rules. The rules may be applied to groups of instruments of the same type providing a global index having the meaning of an anxiety status based on empirical past experiences. Rules may be also applied to sensors of different type belonging to the same part of the physical system (e.g. a dam block). This may suggest the existence of dangerous phenomena in that part of the physical system.

Tipi di conoscenza

Esempio

```
IF   index of extensometer 303 IS medium anomaly
     AND
     index of extensometer 304 IS normal
     AND
     index of extensometer 305 IS normal
THEN
     index of area IS normal
```

Filtering rule based on empirical knowledge

- Conoscenza causale

esempio

Causal knowledge normally implies the use of some model of the physical system describing the possible states of the system and the cause - effect relationships between them.

Causal knowledge may be used to explain the reasons why a particular physical state has been reached.

The causal model of the system may be used to describe possible behaviours (normal or abnormal) even if they did not occur in the past experience.

Esempio di regole

..... as an example, the following rule describes a part of the space state of the process *rotation* of a dam block:

IF

state of *Plumbline1* is very anomalous AND direction of *Plumbline1* is down

AND

state of *Extensometer1* is very anomalous AND direction of *Extensometer1* is down

THEN

state of rotation of *DamBlock1* is very anomalous

AND

direction of rotation of *DamBlock1* is down

Process interpretation rule based on a qualitative physical model

- Conoscenza euristica o “compilata”

esempio

Heuristic or compiled knowledge

Associations :

configuration of loads ------> potential failure modes

The engineer can confidently make the association without having to resort to a detailed causal model and underlying theories.

The knowledge is in the form of associations but they are not of empirical nature. We can classify them as shortcuts to go rapidly from a problem to a solution (i.e. a way to compile a detailed knowledge in a more synthetic and manageable form).

Pattern di ragionamento

- Inferenza. Dedurre proprietà nascoste (non esplicite) contenute nella base di conoscenza

- Modi diversi di condurre ragionamenti sulla base di conoscenza
- Pattern di ragionamento

Pattern di ragionamento

- Pattern di ragionamento
- Deduttivo (la conclusione è una conseguenza logica delle premesse)

A -- Le persone che provengono dalla città XX sono bianche

B -- Queste persone provengono dalla città XX

QUINDI

C -- Queste persone sono bianche

Pattern di ragionamento

- Pattern di ragionamento
- Induttivo (la conclusione è una generalizzazione delle premesse)

A -- Queste persone provengono dalla città XX

B -- Queste persone sono bianche

QUINDI

C -- Le persone che provengono dalla città XX sono bianche

Pattern di ragionamento

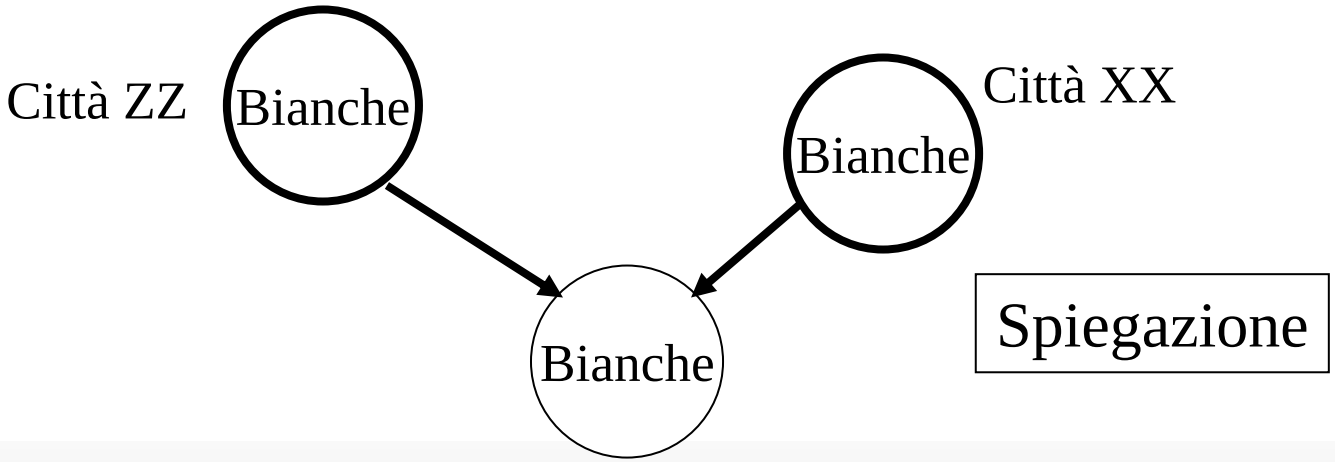
- Pattern di ragionamento
- Abduttivo (la conclusione è una ipotesi che spiega i fatti delle premesse)

A -- Le persone che provengono dalla città XX sono bianche

B -- Queste persone sono bianche

QUINDI

C -- Queste persone provengono dalla città XX



Pattern di ragionamento

- Modi diversi di condurre ragionamenti sulla base di conoscenza

The *inference layer* describes what inferences can be made on the basis of the KB. Examples of possible inferences may be :

Abstract	(deletes attributes from a concept)
Instantiate	(gives values to all attributes of a concept)
Generalise	(attributes a super class to a concept)
Match	(compares structures of concepts)

- Pattern di ragionamento

esempio

Different inferences may be linked together in different ways, according with specific tasks. This generates different paths of reasoning.

An example of a reasoning path:

data --->(Abstraction) --->evidence --->(Match) --->diagnosis.

Pattern di ragionamento

esempio

- A simple example: a system for starting a car

given an anomalous property, find a diagnosis

Heuristic rules:

starter not turning ------>> batteries are not charged

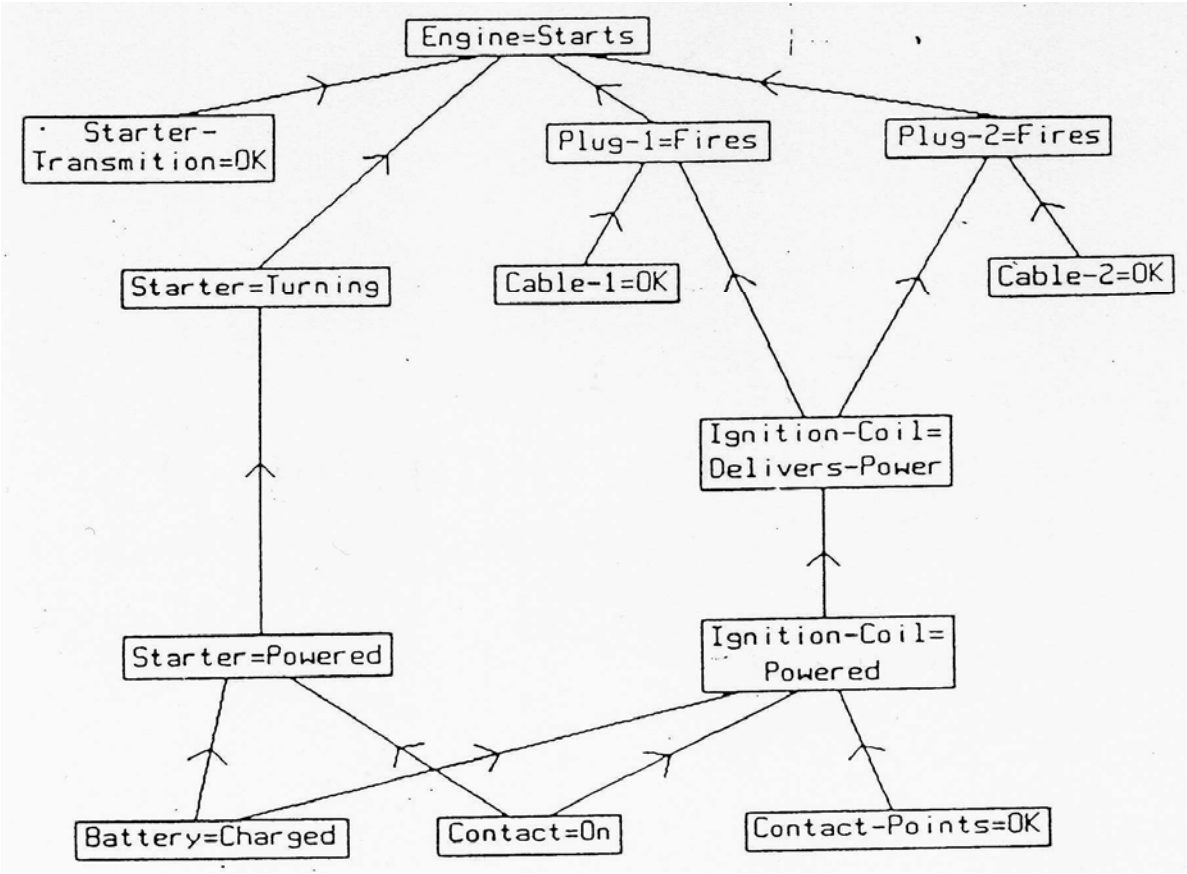
rules of the type contained in user manuals

- A simple example: a system for starting a car

esempio

given an anomalous property, find a diagnosis

Causal model

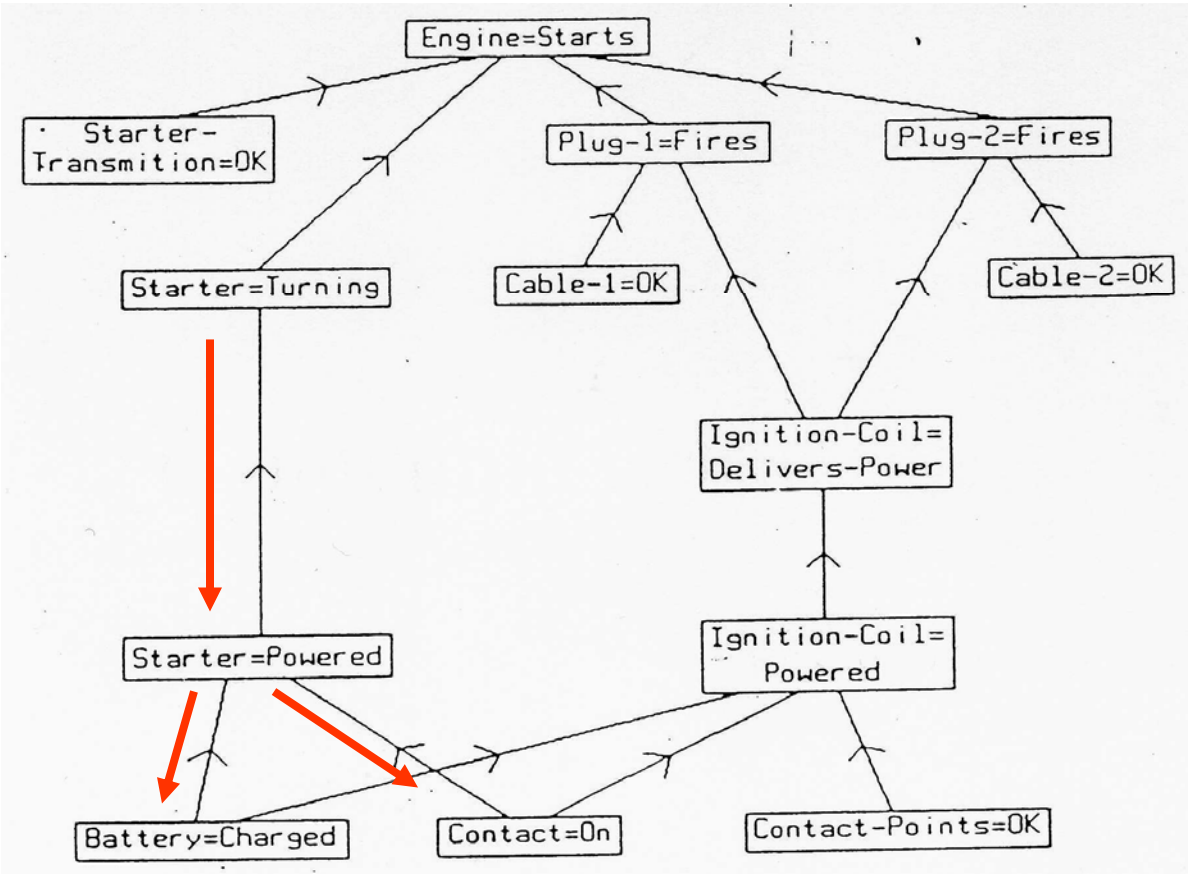


A causal network
part of the system
for starting a car
Box: property of a component
Arrow: causal relation

esempio

- A simple example: a system for starting a car

given an anomalous property,
find a diagnosis
A simple example of how to use a causal model



esempio

- A simple example: a system for starting a car

given an anomalous property, find a diagnosis

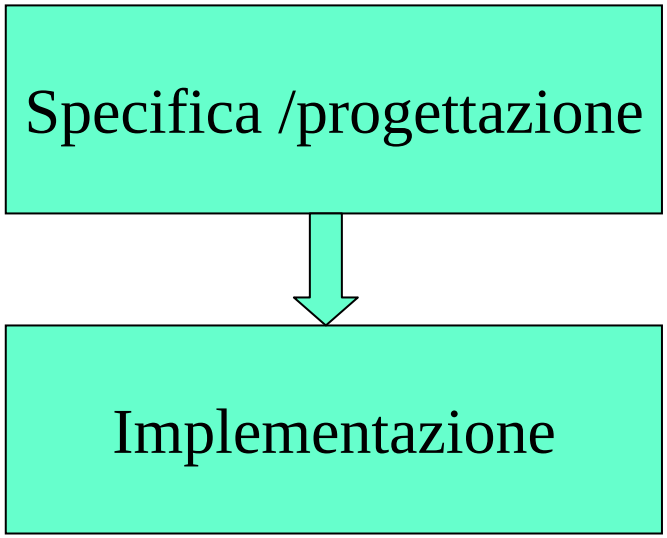
A simple example of how to use a causal model

properties of components	**required observations**
starter = turned	anomalous
↓	
starter = powered	not observable
↓	
battery = charged	normal
↓	
contact = on	anomalous (explanation)

Follow the causal network from the initial anomalous condition until an anomalous property is found.

Livello cognitivo / livello di implementazione

- Specifica, Progettazione e implementazione dell'agente



- Livello cognitivo
  - Tipi di conoscenza e pattern di ragionamento
- Livello di implementazione
  - Traduzione in uno o più linguaggi / tecnologie

Livello cognitivo / livello di implementazione

- Livello di implementazione
  - Tipi diversi di conoscenza possono essere implementati con lo stesso linguaggio
- Esempio: un linguaggio a regole (*se precondizioni allora postcondizioni*) può essere utilizzato per rappresentare conoscenze diverse
  - Associazioni empiriche
  - Conoscenza causale
  - Euristiche

Approccio dichiarativo / procedurale

- Approccio dichiarativo
  - Descrivere ciò che l'agente sa
  - Chiedere all'agente di dedurre conoscenze e azioni da ciò che sa
- Approccio procedurale
  - Descrivere i passi per risolvere un problema
  - Eseguire i passi

Approccio dichiarativo / procedurale

- Approccio dichiarativo
  - Rappresentazione esplicita della conoscenza e del ragionamento
- Approccio procedurale
  - Rappresentazione implicita
  - Efficienza
- Sistemi reali: mix dei due approcci

Agenti logici

- Agenti logici
- La logica (le logiche) come modo per rappresentare la conoscenza ed operare ragionamenti
  - Conoscenza espressa attraverso la logica
  - Regole di inferenza (pattern di ragionamento)

Agenti logici

- Agenti logici
- La logica ha limitazioni
  - Esempio: trattamento della conoscenza incerta
  - Vero/falso => fuzzy sets, probabilità