

$\forall \exists \sigma \leftarrow \rightarrow \chi \subseteq \neg \wedge \nabla \neq$

INTELLIGENZA ARTIFICIALE Laboratorio

Lezione Introduttiva
Horn Knowledge

Programma in linea di massima

- Ancora sulle estensioni di DCL
 - HK (Horn Knowledge)
 - DK (Disjunctive Knowledge) e modelli minimali
 - Cenni su modalità
- Planning
 - Rappresentazione di stati, azioni e cambiamento
 - STRIPS, Situation Calculus, Event Calculus
 - Alcuni pianificatori

- Ragionamento basato su assunzioni
 - Ragionamento per Default
 - Abduzione
- Answer set programming
 - Answer sets
 - Modelli stabili
 - applicazioni
- Laboratorio
 - Introduzione agli strumenti usati (Golog, ASP, Simulatore)
 - Formazione terne e distribuzione progetti
 - Progettazione di agenti autonomi

Modalità d'esame

- 1 Compitino alla fine della parte di lezioni in aula
- Presentazione del progetto
 - Sarà richiesto l'invio della documentazione qualche giorno prima della presentazione

Horn Knowledge

- Una KB di Horn contiene clausole di Horn, cioè:
 - Clausole definite
 - Vincoli, che sono clausole della forma $\text{false} \leftarrow \text{Body}$
 - dove l'atomo false è falso in ogni interpretazione
- Una KB di Horn è costituita da clausole di Horn

DEF. Una KB di Horn è *inconsistente* sse $\text{KB} \vdash_{\text{DCL}} \text{false}$, cioè vi è un albero di prova di false.

Consistenza e soddisfacibilità

Teorema 1. Se una KB di Horn è inconsistente, allora non ha modelli.

- Dim. Per assurdo, assumiamo KB inconsistente ma con un modello M. Siccome $\text{KB} \vdash_{\text{DCL}} \text{false}$, è $\text{KB} \models \text{false}$, per la validità di $\vdash_{\text{DCL}} \dots$. Ma $\text{KB} \models \text{false}$ è assurdo per def. di false.

Teorema 2. Se una KB di Horn è consistente, allora KB^* è il modello minimo.

- Dim. Siccome $\text{non}(\text{KB} \vdash_{\text{DCL}} \text{false})$, false non appartiene a KB^* , per cui KB^* è un'interpretazione di Herbrandt. Essendo costruito con la procedura bottom up, è modello minimo di KB (lo si fa vedere come per DCL). Si noti che $\text{KB}^* = (\text{KB-Vincoli})^*$, dal momento che i false non è mai derivato.

DEF. KB soddisfacibile sse KB ha un modello
 DEF. KB consistente sse non $(KB \vdash_{DCL} \text{false})$.
Corollario 1. KB consistente sse KB soddisfacibile.

A cosa serve false $\leftarrow$ BODY

- Una KB è organizzata in
 - Leggi generali
 - Fatti (e leggi) contingenti
- I vincoli sono leggi generali per escludere o scoprire fatti contingenti indesiderati
 - Vincoli di integrità nelle basi dati
 - Diagnosi (guasti)

Vincoli di integrità

- Nelle basi dati i vincoli sono detti vincoli di integrità dei dati
- DEF. Una KB soddisfa i vincoli di integrità se non vi è un albero di prova di false.
- Per il precedente teorema, se KB soddisfa i vincoli di integrità ha modello minimo, che coincide con il modello minimo della KB depurata dai vincoli.
 - Se invece KB non soddisfa i vincoli, vi è un albero di prova di false. Analizzando tale albero (si ricordino le spiegazioni how e why) si risale ai fatti di KB che violano l'integrità.
 - L'integrità solitamente può essere violata a seguito di operazioni di update.

Esempio

- Leggi generali per una tabella $\text{rec}(\text{Id}, \text{Nome}, \text{Sesso}, \text{Nato})$:
 $\text{nome}(X, Y) \text{ :- } \text{rec}(X, Y, _, _)$.
 $\text{sezzo}(X, Y) \text{ :- } \text{rec}(X, _, Y, _)$.
 $\text{nato}(X, Y) \text{ :- } \text{rec}(X, _, _, Y)$.
 $\text{false} \text{ :- } \text{rec}(\text{Id1}, N, S, D), \text{rec}(\text{Id2}, N, S, D), \text{Id1} \neq \text{Id2}$.
- Il vincolo richiede che Id sia una chiave. In assenza di strumenti di debugging tipo how o why, conviene tracciare l'errore con la tecnica di trasformazione

Esempio

```
nome(X,Y) :- rec(X,Y,_,_).
sezzo(X,Y) :- rec(X,_,Y,_).
nato(X,Y) :- rec(X,_,_,Y).
false(errChiave(Id1,Id2)) :-
    rec(Id1,N,S,D), rec(Id2,N,S,D), Id1 \= Id2.
```

Esercizio: si supponga che la data nascita sia rappresentata da un termine $\text{data}(G, M, A)$. Costruire un vincolo di integrità che verifica che la data sia ben formata.

Diagnosi

- Si basa sul seguente

Teorema 3.

$KB \cup \{A1, \dots, An\} \vdash \text{false} \rightarrow KB \models \neg A1 \vee \dots \vee \neg An$

- Dim. Per assurdo sia
 (1) $H \models KB$ e (2) non $H \models \neg A1 \vee \dots \vee \neg An$;
 da (2) ottiene $H \models A1 \wedge \dots \wedge An$.
 Ma allora H è modello di $KB \cup \{A1, \dots, An\}$. Per il Corollario 1,
 $KB \cup \{A1, \dots, An\}$ è consistente, il che contraddice l'ipotesi
 $KB \cup \{A1, \dots, An\} \vdash \text{false}$.

DEF. Se $KB \cup \{A1, \dots, An\} \vdash \text{false}$, $\{A1, \dots, An\}$ è detto un conflitto; un *conflitto minimale* è un conflitto i cui sottoinsiemi propri non sono conflitti.

Vediamo come usare il teorema

- Nel caso di diagnosi, si usano i vincoli per specificare fatti indesiderati: i guasti.
- Un guasto corrisponde alla negazione $\neg A$ di un assumibile.
 - Chiamiamo assumibili i fatti A assunti come normalmente veri, cioè veri a meno di guasti.
- Una vincolo diagnostico è un vincolo $false :- O1, \dots, On$ dove $O1, \dots, On$ sono osservabili
 - Le osservabili sono fatti che rappresentano stati osservabili del sistema. Un vincolo di diagnosi indica che in nessun caso $O1, \dots, On$ possono verificarsi contemporaneamente (ad esempio, una lampadina non può essere accesa e spenta).
- Un malfunzionamento è una congiunzione di osservabili
 - osservata e indesiderata

- Diagnosi di malfunzionamento M : una disgiunzione di possibili guasti $\neg A1 \vee \dots \vee \neg An$
 - almeno uno fra i possibili guasti è causa di M

Vediamo cosa dice il teorema 3. Siano:

KB una base di conoscenza con vincoli diagnostici;

AG una congiunzione di assumibili;

M un malfunzionamento;

Se $KB \cup M \{A1, \dots, An\} \vdash false$ allora

$KB \cup M \models \neg A1 \vee \dots \vee \neg An$

cioè $\neg A1 \vee \dots \vee \neg An$ è una diagnosi

Come usare il teorema 3. $\{A1, \dots, An\}$ è un conflitto per $KB \cup M$.

Meglio se minimale (si ottiene una diagnosi più mirata). *Si tratta di calcolare i conflitti minimali per abduzione.*

ESEMPIO

$KB.$ bagnato(X) :- piove.
 asciutto(prato) :- sereno, ok(tubo).
 false :- bagnato(prato), asciutto(prato).

Assumibili.
 assumibile(ok(X)).

Malfunzionamento.
 bagnato(prato), sereno.

Raccogliendo le foglie assumibili si trova un conflitto;

La corrispondente diagnosi è la disgiunzione delle negazioni dei fatti del conflitto; nel nostro esempio:

Diagnosi: not ok(tubo)

			$\overline{\text{assumibile(ok(tubo))}}^{\text{ass}}$
		oss	sereno
		bagnato(prato)	asciutto(prato)
		false	

Calcolo dei conflitti

- Come raccogliere le foglie assumibili? Vedremo la prossima lezione.