

**Intelligenza Artificiale I –
settembre 2012**

1. Siano A e B le formule seguenti:

$$\begin{aligned} A &= \forall x(p(x) \rightarrow \exists y(r(y) \wedge q(x, y))) \\ B &= \exists y(r(y) \wedge \forall x(p(x) \rightarrow q(x, y))) \end{aligned}$$

- (a) Sia \mathcal{M} l'interpretazione definita come segue:

$$\begin{aligned} D &= \{0, 1, 2\} & \mathcal{M}(p) &= \{0, 2\} & \mathcal{M}(r) &= \{1, 2\} \\ \mathcal{M}(q) &= \{(0, 1), (1, 0), (2, 2)\} \end{aligned}$$

Dimostrare che $\mathcal{M} \models A$ e $\mathcal{M} \not\models B$.

- (b) Sia \mathcal{M}' l'interpretazione definita come \mathcal{M} , salvo che $\mathcal{M}'(p) = \emptyset$. È vero o falso che $\mathcal{M}' \models B$?

2. Dimostrare per risoluzione che

$$\forall x(p(x) \rightarrow \exists y q(x, y)), \neg \exists x \exists y (q(x, y) \wedge p(x)) \models \forall x \neg p(x)$$

Indicare ogni passaggio della trasformazione in forma a clausole, la strategia eventualmente seguita e tutte le sostituzioni applicate nella derivazione.

3. Si assuma che lo spazio di ricerca per un problema di search sia costituito da un insieme di 7 stati S_k , dove S_0 è lo stato iniziale, S_1 ed S_5 soddisfano il test obiettivo. Sia h un'euristica tale che:

$$\begin{aligned} h(S_0) &= 20 & h(S_1) &= 0 & h(S_2) &= 4 & h(S_3) &= 5 \\ h(S_4) &= 6 & h(S_5) &= 0 & h(S_6) &= 3 \end{aligned}$$

Siano F , G , K gli operatori del problema, dove l'applicazione di F ha costo 20, l'applicazione di G ha costo 8, l'applicazione di K ha costo 10 e:

$$\begin{aligned} F(S_0) &= S_1 & F(S_2) &= S_5 & F(S_4) &= S_5 \\ G(S_0) &= S_2 & G(S_2) &= S_4 & G(S_3) &= S_1 \\ K(S_0) &= S_3 & K(S_3) &= S_6 & K(S_6) &= S_2 \end{aligned}$$

Gli operatori non possono essere applicati altrimenti.

- (a) Illustrare l'albero di ricerca costruito dall'esecuzione di A^* su questo problema, fino alla sua terminazione. Per ciascun nodo N dell'albero, indicare il valore di $g(N)$, $h(N)$ e $f(N)$. Numerare inoltre i nodi a seconda dell'ordine in cui vengono espansi.
- (b) Determinare la soluzione riportata.
- (c) Considerando il costo della soluzione calcolata, è possibile determinare se l'euristica h è ammissibile?