Soluzione esercizio sulla pianificazione

Usando il *calcolo delle situazioni* si definisca una base di conoscenza che catturi il "mondo" illustrato in figura e si determini un piano per spostare, sfruttando il più possibile le risorse di cui si dispone, i 4 containers dalla posizione iniziale in cui si trova la gru di destra (la situazione descritta in figura), alla posizione in cui si trova l'altra gru (la gru di sinistra). Oltre alle 2 gru, per lo spostamento si dispone di 2 camion leggeri che possono trasportare soltanto un container alla volta. Inoltre le strade sono strette e quindi i camion non possono incrociarsi.

Si dovranno quindi determinare:

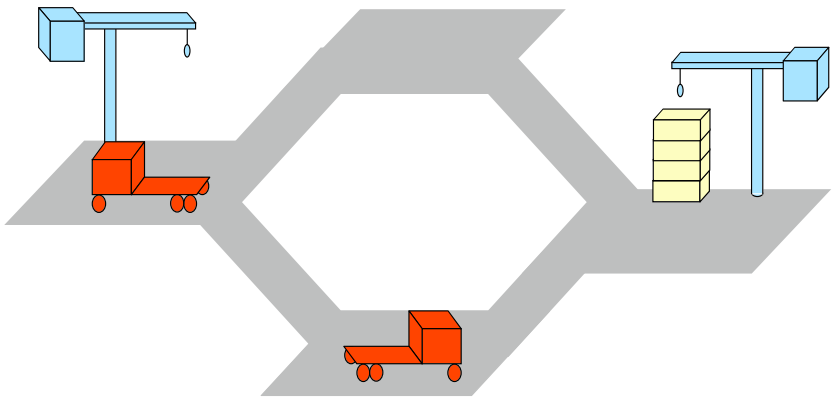
(a) le primitive (costanti, predicati, fluenti, ecc.) necessarie per rappresentare la struttura del mondo e le sue configurazioni;

(b) le formule che caratterizzano la situazione iniziale (quella illustrata in figura) e la situazione finale (quella in cui i 4 container sono nella posizione della gru di sinistra);

(c) le azioni semplici;

(d) le precondizioni e gli effetti delle azioni sopra individuate (quindi quando e come le configurazioni del mondo cambiano a fronte di certe azioni);

(e) un piano per passare dalla situazione iniziale a quella finale.



Soluzione (a) Per prima cosa individuo quali sono i tipi di individui che mi interessano:

- $Gru(x)$: x è una gru;
- $Container(x)$: x è un container;
- $Camion(x)$: x è un camion;
- $Locazione(x)$: x è una locazione;
- $Strada(x)$: x è una strada;

Poi considero quali sono le relazioni che mi permettono di descrivere la struttura del mondo indipendentemente dalla sua specifica configurazione e quali invece colgono il cambiamento (fluenti):

- $Cn(x, y, z)$: la strada x connette la loc. y con la loc. z;
  $Cn(x, y, z) \rightarrow Strada(x) \wedge Locazione(y) \wedge Locazione(z)$
  $Cn(x, y, z) \rightarrow Cn(x, z, y)$
- $InL(x, y, s)$: in s, (la gru, il camion, il container) x è nella locazione y;
  $InL(x, y, s) \rightarrow (Gru(x) \vee Camion(x) \vee Container(x)) \wedge Locazione(y)$
- $InS(x, y, s)$: in s, il camion x è nella strada y;
  $InS(x, y, s) \rightarrow Camion(x) \wedge Strada(y)$
  $InS(x, y, s) \wedge InS(x', y, s) \rightarrow x = x'$
  (le strade sono strette, solo un camion alla volta ci passa)
- $Su(x, y, s)$: in s, il container x è sul camion y;
  $Su(x, y, s) \rightarrow Container(x) \wedge Camion(y)$
  $Su(x, y, s) \wedge Su(x', y, s) \rightarrow x = x'$
  (i camion possono trasportare soltanto un container alla volta)

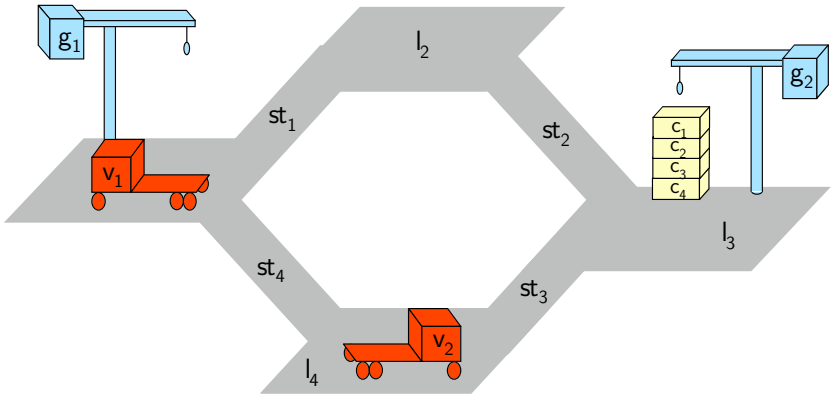
Si potrebbe aggiungere anche la seguente conoscenza terminologica o estensioni di essa (anche se non è fondamentale per questo esercizio):

- $InL(x, y, s) \wedge InL(x, y', s) \rightarrow y = y'$
- $Su(x, y, s) \wedge Su(x, y', s) \rightarrow y = y'$
- $Gru(x) \wedge InL(x, y, s) \wedge InL(x, y', s') \rightarrow y = y'$

che cosa dicono questi assiomi?

Soluzione (b) (1) Decido quali sono le entità coinvolte nelle configurazioni di interesse e le rappresento con costanti:

- $Gru(\mathsf{g_1})$, $Gru(\mathsf{g_2})$,
  $Container(\mathsf{c_1})$, $Container(\mathsf{c_2})$, $Container(\mathsf{c_3})$, $Container(\mathsf{c_4})$,
  $Camion(\mathsf{v_1})$, $Camion(\mathsf{v_2})$,
  $Locazione(\mathsf{l_1})$, $Locazione(\mathsf{l_2})$, $Locazione(\mathsf{l_3})$, $Locazione(\mathsf{l_4})$,
  $Strada(\mathsf{st_1})$, $Strada(\mathsf{st_2})$, $Strada(\mathsf{st_3})$, $Strada(\mathsf{st_4})$,



(2) Do una descrizione della struttura del mondo che non cambia:

- $Cn(\mathsf{st_1}, \mathsf{l_1}, \mathsf{l_2})$, $Cn(\mathsf{st_1}, \mathsf{l_2}, \mathsf{l_1})$, $Cn(\mathsf{st_2}, \mathsf{l_2}, \mathsf{l_3})$, $Cn(\mathsf{st_2}, \mathsf{l_3}, \mathsf{l_2})$,
  $Cn(\mathsf{st_3}, \mathsf{l_3}, \mathsf{l_4})$, $Cn(\mathsf{st_3}, \mathsf{l_4}, \mathsf{l_3})$, $Cn(\mathsf{st_4}, \mathsf{l_1}, \mathsf{l_4})$, $Cn(\mathsf{st_4}, \mathsf{l_4}, \mathsf{l_1})$.

È necessario mettere i simmetrici? Vanno aggiunte anche le negazioni del tipo $\neg Cn(\mathsf{st_1}, \mathsf{l_1}, \mathsf{l_3})$, oppure $\neg\exists st(Cn(st, \mathsf{l_1}, \mathsf{l_3}))$, ecc.?

(3) Descrivo la situazione iniziale $\mathsf{S_i}$ utilizzando le seguenti abbreviazioni $VuotO(x, s) \triangleq \neg\exists c(Su(c, x, s))$ e $VuotA(x, s) \triangleq \neg\exists v(InS(v, x, s))$:

- $InL(\mathsf{g_1}, \mathsf{l_1}, \mathsf{S_i})$, $InL(\mathsf{g_2}, \mathsf{l_3}, \mathsf{S_i})$, $InL(\mathsf{v_1}, \mathsf{l_1}, \mathsf{S_i})$, $InL(\mathsf{v_2}, \mathsf{l_4}, \mathsf{S_i})$,
  $InL(\mathsf{c_1}, \mathsf{l_3}, \mathsf{S_i})$, $InL(\mathsf{c_2}, \mathsf{l_3}, \mathsf{S_i})$, $InL(\mathsf{c_3}, \mathsf{l_3}, \mathsf{S_i})$, $InL(\mathsf{c_4}, \mathsf{l_3}, \mathsf{S_i})$
  $VuotO(\mathsf{v_1}, \mathsf{S_i}), VuotO(\mathsf{v_2}, \mathsf{S_i})$, $\forall st(\,VuotA(st, \mathsf{S_i})$.

(4) Descrivo la situazione finale $\mathsf{S_f}$:

- $InL(\mathsf{g_1}, \mathsf{l_1}, \mathsf{S_f})$, $InL(\mathsf{g_2}, \mathsf{l_3}, \mathsf{S_f})$,
  $InL(\mathsf{c_1}, \mathsf{l_1}, \mathsf{S_f})$, $InL(\mathsf{c_2}, \mathsf{l_1}, \mathsf{S_f})$, $InL(\mathsf{c_3}, \mathsf{l_1}, \mathsf{S_f})$, $InL(\mathsf{c_4}, \mathsf{l_1}, \mathsf{S_f})$,
  $VuotO(\mathsf{v_1}, \mathsf{S_f}), VuotO(\mathsf{v_2}, \mathsf{S_f})$.
  (quindi non mi interessa la posizione dei camion in $\mathsf{S_f}$)

Soluzione (c) Considero le seguenti *azioni semplici*:

- $carica(g, c, v)$: la gru g carica il container c nel camion v;
- $scarica(g, c, v)$: la gru g scarica il container c dal camion v;
- $muoveL(v, st, l)$: il camion v si muove dalla strada st alla loc. l.
- $muoveS(v, l, st)$: il camion v si muove dalla loc. l alla strada st.

Soluzione (d) Considero le seguenti *precondizioni*:

- $\mathsf{Poss}(carica(g, c, v), s) \leftrightarrow VuotO(v, s) \wedge \exists l(InL(g, l, s) \wedge InL(c, l, s) \wedge InL(v, l, s))$
  (il camion v è vuoto e g, c e v sono nella stessa locazione)
- $\mathsf{Poss}(scarica(g, c, v), s) \leftrightarrow Su(c, v, s) \wedge \exists l(InL(g, l, s) \wedge InL(v, l, s))$
  (il container c è sul camion v e v e g sono nella stessa locazione)
- $\mathsf{Poss}(muoveL(v, st, l), s) \leftrightarrow \exists l'(Cn(st, l, l')) \wedge InL(v, l, s) \wedge VuotA(st, s)$
  (la strada st connette l con un'altra locazione, la strada è vuota e il camion v è nella locazione l)
- $\mathsf{Poss}(muoveS(v, l, st), s) \leftrightarrow \exists l'(Cn(st, l, l')) \wedge InS(v, st, s)$
  (la strada st connette l con un'altra locazione e il camion v è nella strada st)

Considero i seguenti *effetti*:

- $Su(c, v, \mathsf{do}(carica(g, c, v), s))$
- $\neg Su(c, v, \mathsf{do}(scarica(g, c, v), s))$,
  $InL(g, l, s) \rightarrow InL(c, l, \mathsf{do}(scarica(g, c, v), s))$
  (dopo lo scarico c è nella stessa locazione della gru g che l'ha scaricato)
- $InL(v, l, \mathsf{do}(muoveL(v, st, l), s))$
  $\neg InS(v, st, \mathsf{do}(muoveL(v, st, l), s))$
- $InS(v, st, \mathsf{do}(muoveS(v, l, st), s))$
  $\neg InL(v, l, \mathsf{do}(muoveS(v, l, st), s))$

Qui si è supposto che la gru possa caricare uno qualsiasi dei container senza tener conto della loro posizione. Si modifichi la soluzione per prendere in considerazione il fatto che la gru possa caricare soltanto il container che sta sopra la pila.

Soluzione (e). Il seguente è un piano possibile in cui si sono praticamente usate soltanto 2 strade e 3 locazioni. Trovare un piano assumendo che nella stessa locazione non possano esserci contemporaneamente 2 camion.

$muoveS(\mathsf{v}_2, \mathsf{l}_4, \mathsf{st}_3)$; $muoveL(\mathsf{v}_2, \mathsf{st}_3, \mathsf{l}_3)$; $carica(\mathsf{g}_2, \mathsf{c}_1, \mathsf{v}_2)$;
$muoveS(\mathsf{v}_2, \mathsf{l}_3, \mathsf{st}_2)$; $muoveL(\mathsf{v}_2, \mathsf{st}_2, \mathsf{l}_2)$; $muoveS(\mathsf{v}_2, \mathsf{l}_2, \mathsf{st}_1)$; $muoveL(\mathsf{v}_2, \mathsf{st}_1, \mathsf{l}_1)$;
$scarica(\mathsf{g}_1, \mathsf{c}_1, \mathsf{v}_2)$;

A questo punto i due camion sono entrambi vuoti in l_1). Basta allora spostarli uno dopo l'altro in l_2 e poi l_3 (facendo attenzione a non occupare la stessa strada con 2 camion), caricare 2 container ritornare in l_1, scaricare e rifare l'andata e ritorno con uno dei due camion per prendere l'ultimo container (si noti che si può fare tutto con un solo camion).