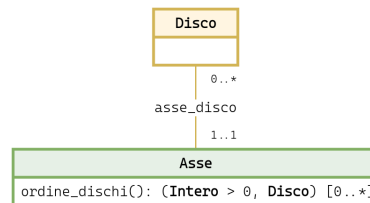


## E.B.2.1 (PDDL: Torri di Hanoi, modelling)

### 1.1 Modellazione (FOL)

L'idea è quella di partire da una modellazione ad alto livello (FOL) e trasformarla per ricavarne una specifica in PDDL (*come si fa tipicamente nella progettazione*).



`ordine_dischi(): (Intero > 0, Disco) [0..*]`

**descrizione** – l'ordine di inserimento dei dischi su un asse è dato dalla relazione < su `Disco`

**postcondizioni**

$\exists$  dischi\_asse  
dischi\_asse = { disco | `asse_disco(this, disco)` }  $\rightarrow$   
`result` = `sorted`(dischi\_asse, <)

–  $\mathcal{P}_{\text{FOL}} = \{ \text{Asse}/1, \text{Disco}/1, \text{asse\_disco}/2, </2 \}$

–  $\phi_{\text{FOL}} =$

– invariante tipi

$\forall a \text{ Asse}(a) \rightarrow \neg \text{Disco}(a) \wedge$   
 $\forall a, d \text{ asse\_disco}(a, d) \rightarrow \text{Asse}(a) \wedge \text{Disco}(d) \wedge$   
 $\forall d1, d2 (d1 < d2 \rightarrow \text{Disco}(d1) \wedge \text{Disco}(d2)) \wedge$

– 1..1

$\forall d \text{ Disco}(d) \rightarrow \exists a \text{ asse\_disco}(a, d) \wedge$   
 $(\neg \exists d, \alpha, \beta$   
 $\text{asse\_disco}(\alpha, d) \wedge \text{asse\_disco}(\beta, d)) \wedge$

– relazione <

– antiriflessività

$\forall \delta \neg(\delta < \delta) \wedge$

– antisimmetria

$\forall \delta, \gamma (\delta < \gamma) \rightarrow \neg(\gamma < \delta) \wedge$

– transitività

$\forall \delta, \gamma, \eta (\delta < \gamma \wedge \gamma < \eta) \rightarrow \delta < \eta \wedge$

– totalità

$\forall \delta, \gamma (\text{Disco}(\delta) \wedge \text{Disco}(\gamma) \wedge \delta \neq \gamma) \rightarrow \delta < \gamma \vee \gamma < \delta$

## 1.2 Modellazione (PDDL)

Si modifica il predicato *asse\_disco* in *asse\_ord\_disco* in modo da tenere conto dell'operazione *ordine\_dischi()*, modellando sostanzialmente ogni asse come una **stack**, e si tiene traccia dell'elemento **top** tramite la relazione *minore*. La stack è **vuota** quando l'elemento *minore* è Tavolo.

- $\mathcal{P}_{\text{PDDL}} =$   
  { *Asse*/1, *Disco*/1, </2 }  $\cup$   
  { *asse\_ord\_disco*/3, *minore*/2 }
- $\mathcal{F}_{\text{PDDL}} = \{$   
  Tavolo/0, A/0, B/0, C/0,  
  *D*<sub>1</sub>/0, *D*<sub>2</sub>/0, *D*<sub>3</sub>/0, *D*<sub>4</sub>/0  
  }  
- **Stato iniziale:**
  - invariante tipi  
  *Asse*(A)  $\wedge$  *Asse*(B)  $\wedge$  *Asse*(C)  $\wedge$   
  *Disco*(*D*<sub>1</sub>)  $\wedge$  *Disco*(*D*<sub>2</sub>)  $\wedge$  *Disco*(*D*<sub>3</sub>)  $\wedge$  *Disco*(*D*<sub>4</sub>)  $\wedge$
  - relazione <  
  (*D*<sub>1</sub> < *D*<sub>2</sub>)  $\wedge$  (*D*<sub>1</sub> < *D*<sub>3</sub>)  $\wedge$  (*D*<sub>1</sub> < *D*<sub>4</sub>)  $\wedge$   
  (*D*<sub>2</sub> < *D*<sub>3</sub>)  $\wedge$  (*D*<sub>2</sub> < *D*<sub>4</sub>)  $\wedge$  (*D*<sub>3</sub> < *D*<sub>4</sub>)  $\wedge$   
  (*D*<sub>1</sub> < Tavolo)  $\wedge$  (*D*<sub>2</sub> < Tavolo)  $\wedge$   
  (*D*<sub>3</sub> < Tavolo)  $\wedge$  (*D*<sub>4</sub> < Tavolo)  $\wedge$
  - posizione iniziale + *ordine\_dischi()*  
  *asse\_ord\_disco*(A, *D*<sub>1</sub>, *D*<sub>2</sub>)  $\wedge$  *asse\_ord\_disco*(A, *D*<sub>2</sub>, *D*<sub>3</sub>)  $\wedge$   
  *asse\_ord\_disco*(A, *D*<sub>3</sub>, *D*<sub>4</sub>)  $\wedge$  *asse\_ord\_disco*(A, *D*<sub>4</sub>, Tavolo)  $\wedge$   
  *minore*(B, Tavolo)  $\wedge$  *minore*(C, Tavolo)  $\wedge$  *minore*(A, *D*<sub>1</sub>)
- **Stato finale:**
  - posizione finale + *ordine\_dischi()*  
  *asse\_ord\_disco*(C, *D*<sub>1</sub>, *D*<sub>2</sub>)  $\wedge$  *asse\_ord\_disco*(C, *D*<sub>2</sub>, *D*<sub>3</sub>)  $\wedge$   
  *asse\_ord\_disco*(C, *D*<sub>3</sub>, *D*<sub>4</sub>)  $\wedge$  *asse\_ord\_disco*(C, *D*<sub>4</sub>, Tavolo)  $\wedge$   
  *minore*(A, Tavolo)  $\wedge$  *minore*(B, Tavolo)  $\wedge$  *minore*(C, *D*<sub>1</sub>)

### 1.2.1 Schemi di azione

```
Sposta(  
  disco,  
  oggetto_sottostante,  
  oggetto_minore_asse_di_arrivo,  
  asse_di_partenza,  
  asse_di_arrivo  
)  
  
precondizioni  
  - tipi  
    Disco(disco)  $\wedge$  Asse(asse_di_partenza)  $\wedge$  Asse(asse_di_arrivo)  $\wedge$   
    disco < oggetto_minore_asse_di_arrivo  $\wedge$   
  
    - disco = top(asse_di_partenza)  
    asse_ord_disco(asse_di_partenza, disco, oggetto_sottostante)  $\wedge$   
    minore(asse_di_partenza, disco)  $\wedge$   
    minore(asse_di_arrivo, oggetto_minore_asse_di_arrivo)  
  
effetto  
  - pop(asse_di_partenza)  
     $\neg$ asse_ord_disco(asse_di_partenza, disco, oggetto_sottostante)  $\wedge$   
     $\neg$ minore(asse_di_partenza, disco)  $\wedge$   
     $\neg$ minore(asse_di_arrivo, oggetto_minore_asse_di_arrivo)  $\wedge$   
  
  - push(asse_di_arrivo, disco)  
    asse_ord_disco(asse_di_arrivo, disco, oggetto_minore_asse_di_arrivo)  $\wedge$   
    minore(asse_di_partenza, oggetto_sottostante)  $\wedge$   
    minore(asse_di_arrivo, disco)
```