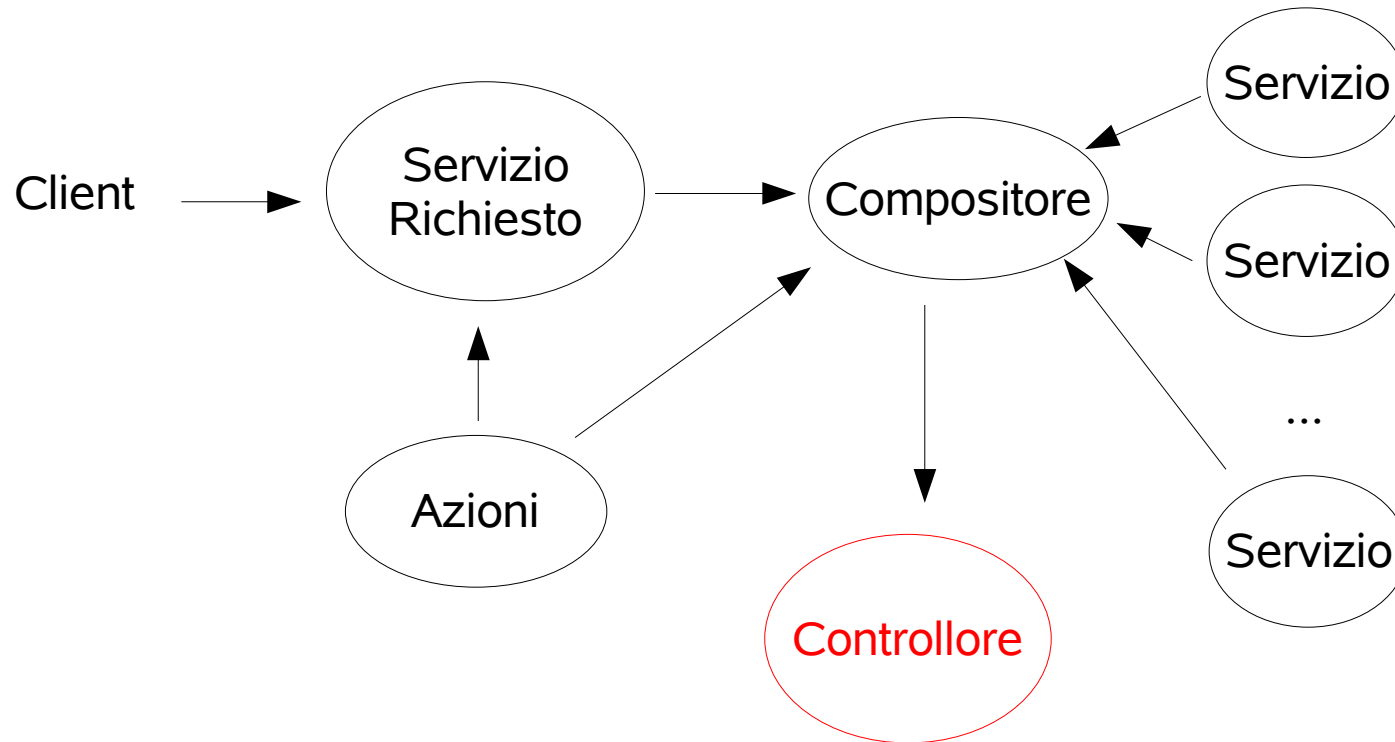


Seminari di ingegneria del software

Composizione automatica di servizi

Matteo Leonetti

Introduzione



Definizioni

Ambiente (ξ): $\langle A, E, e_0, \delta_\xi \rangle$

- A : insieme finito delle azioni
- E : insieme finito di stati
- e_0 : stato iniziale
- $\delta_\xi \subseteq E \times 2^A \times E$: relazione delle transizioni

Definizioni

Comportamento (β): $\langle S, s_0, G, \delta_\beta, F \rangle$

- S : insieme finito degli stati
- s_0 : stato iniziale
- G : insieme di guardie, funzioni booleane con dominio gli stati dell'ambiente
- $\delta_\beta \subseteq S \times G \times 2^A \times S$: transizioni
- $F \subseteq S$: insieme degli stati finali

Controllore centralizzato

Dato un *sistema* $(\beta_1, \dots, \beta_n, \xi)$ ed un comportamento obiettivo deterministico β_0 su ξ , sintetizzare un controllore P che realizzi β_0 assegnando opportunamente le azioni da eseguire ai comportamenti disponibili

PDL

$$\phi \rightarrow P \mid \neg\phi \mid \phi_1 \wedge \phi_2 \mid \phi_1 \vee \phi_2 \mid \phi_1 \Rightarrow \phi_2 \mid \langle r \rangle \phi \mid [r] \phi \mid \text{true} \mid \text{false}$$
$$r \rightarrow a \mid r_1 \cup r_2 \mid r_1 ; r_2 \mid r^* \mid \phi?$$

- SAT in PDL è EXPTIME-completo
- Tree model property: ogni modello di una formula può essere dipanato in un albero
- Small model property: ogni formula soddisfacibile ammette un modello finito (esponenziale nella dimensione della formula)

Codifica del problema

$$Init \wedge [\mathbf{u}](\phi_0 \wedge \bigwedge_{i \in 1..n} \phi_i \wedge \phi_{\text{add}})$$

\mathbf{u} : $(\bigcup_{a \in \Sigma} a)^*$

ϕ_i : codifica del comportamento i-esimo

ϕ_{add} : assiomi

Controllore distribuito

- Insieme di controllori locali
- Comunicazione tra i controllori mediante scambio di messaggi
- Ambiente accessibile a tutti i controllori locali

Teorema

Se esiste un controllore centrale finito P che realizza β_0 rispetto al sistema $S = (\beta_1, \dots, \beta_n, \xi)$ allora esiste un controllore distribuito finito $T = (C_1, \dots, C_n)$ che realizza β_0 rispetto a S .

Dimostrazione

- Sia $P = (\Sigma, \sigma_0, \text{nexts}, \text{nexta})$
 - $\Sigma_i = \Sigma$
 - $M = \{ "j : s" \mid s \in S_j, j \in \{1, \dots, n\} \}$
 - $p_{i0} = \sigma_0,$
 - $\text{nexta}_i(\sigma, s_i, e, \{ "1 : s_1, \dots, "n : s_n" \}, A) = A_i s s e$
 $\text{nexta}(\sigma, s_1, \dots, s_n, e, A) = [A_1, \dots, A_i, \dots, A_n]$
 - $\text{nextm}_i(\sigma, s_i, e, M, A, s') = "i : s' "$
 - $\text{nexts}_i(\sigma, s_i, e, \{ "1 : s_1, \dots, "n : s_n" \}, A) =$
 $\text{nexts}(\sigma, s_1, \dots, s_n, e, A)$

Coalizione di robot

Quattro robot hanno capacità diverse e devono collaborare per esplorare l'ambiente in cui si trovano in cerca di vittime

Ambiente ξ

- Azioni: {esplora, ricerca_oggetti, termina_esplorazione, ricerca_RFID, ricerca_Visione}
- Stati: {Iniziale, Creata_mappa, RFID_fallito, Visione_fallita, Trovata_vittima}
- Stato iniziale: Iniziale

Ambiente ξ - Transizioni

Azione	Sorgente	Destinazione
esplora, ricerca_oggetti	Iniziale	Iniziale
esplora, ricerca_oggetti	Iniziale	Creata_mappa
esplora	Iniziale	Iniziale
esplora	Iniziale	Creata_mappa
ricerca_oggetti	Iniziale	Iniziale
termina_esplorazione		lo stato <i>sorgente</i>
ricerca_RFID	Creata_mappa, Visione_fallita	Creata_mappa
ricerca_RFID	Creata_mappa, Visione_fallita	RFID_fallito
ricerca_RFID	Creata_mappa, Visione_fallita	Trovata_vittima
ricerca_visione	Creata_mappa, RFID_fallito	stato <i>sorgente</i>
ricerca_visione	Creata_mappa, RFID_fallito	Visione_fallita
ricerca_visione	Creata_mappa, RFID_fallito	Trovata_vittima
ricerca_fallita	RFID_fallito, Visione_fallita	lo stato <i>sorgente</i>
trovata_vittima	Trovata_vittima	lo stato <i>sorgente</i>

Obiettivo β_0

- Stati: {Esplorazione, Ricerca_RFID, Successo, Fallimento}
- Stato iniziale: Esplorazione
- Stati finali: {Successo, Fallimento}

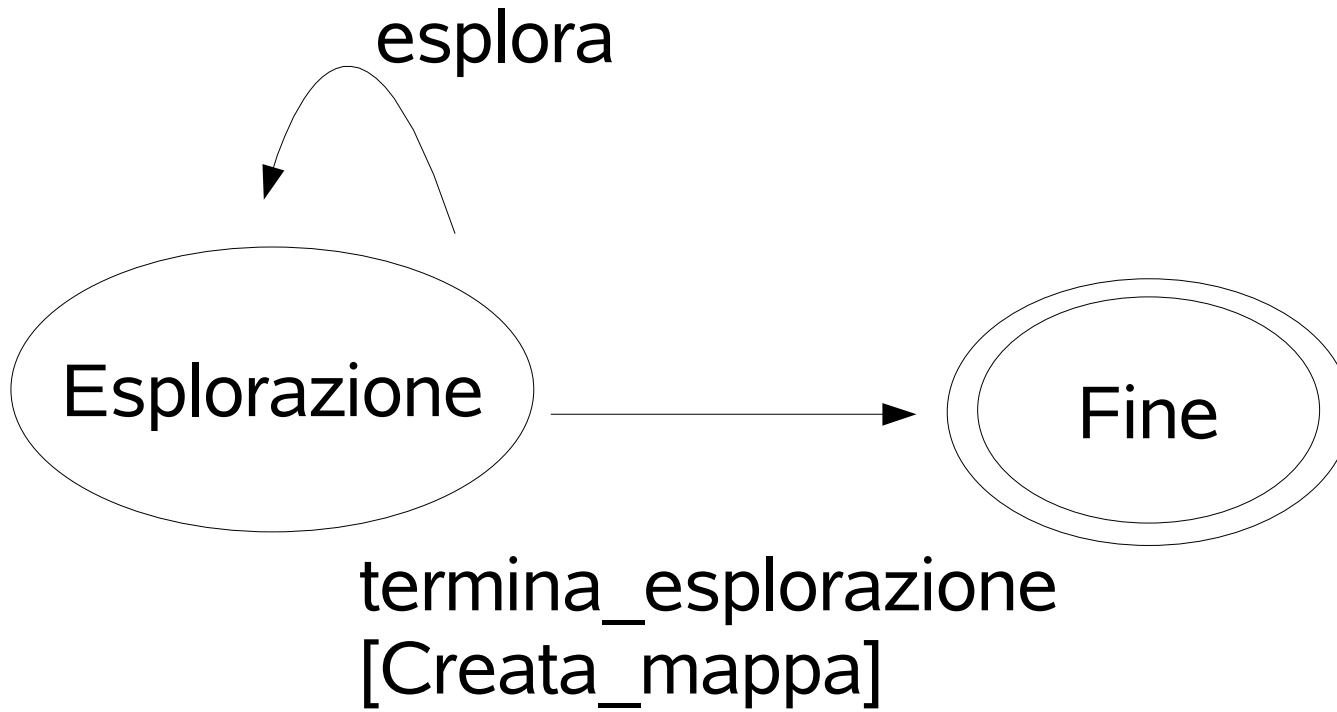
Obiettivo β_0 - Transizioni

Azione	Sorgente	Destinazione	Guardia
esplora, ricerca_oggetti	Esplorazione	Esplorazione	Iniziale
esplora	Esplorazione	Esplorazione	Iniziale
ricerca_oggetti	Esplorazione	Esplorazione	Iniziale
termina_esplorazione	Esplorazione	Ricerca_RFID	Creata_mappa
ricerca_rfid	Ricerca_RFID	Ricerca_RFID	\neg (RFID_fallito \vee Trovata_vittima)
ricerca_fallita	Ricerca_RFID	Ricerca_visione	RFID_fallito
ricerca_fallita	Ricerca_visione	Fallimento	Visione_fallita
ricerca_visione	Ricerca_visione	Ricerca_visione	\neg (Visione_fallita \vee Trovata_vittima)
trovata_vittima	Ricerca_RFID, Ricerca_visione	Successo	Trovata_vittima

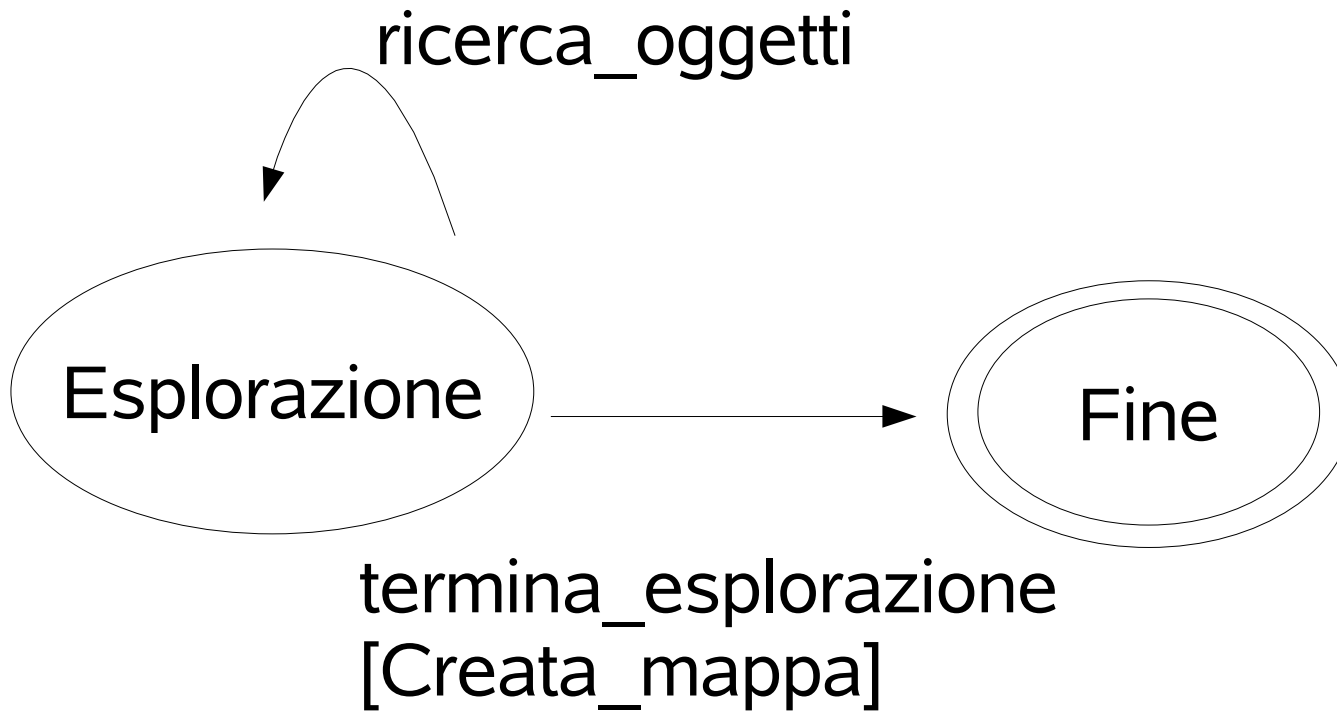
Comportamenti disponibili

- β_1 - Esploratore: navigazione, localizzazione, creazione della mappa
- β_2 - Rivelatore RFID: riconoscimento di oggetti mediante tag RFID
- β_3 - Rivelatore di vittime RFID: riconoscimento di vittime mediante segnali RFID
- β_4 - Rivelatore di corpi umani: riconoscimento di vittime basato sulla visione

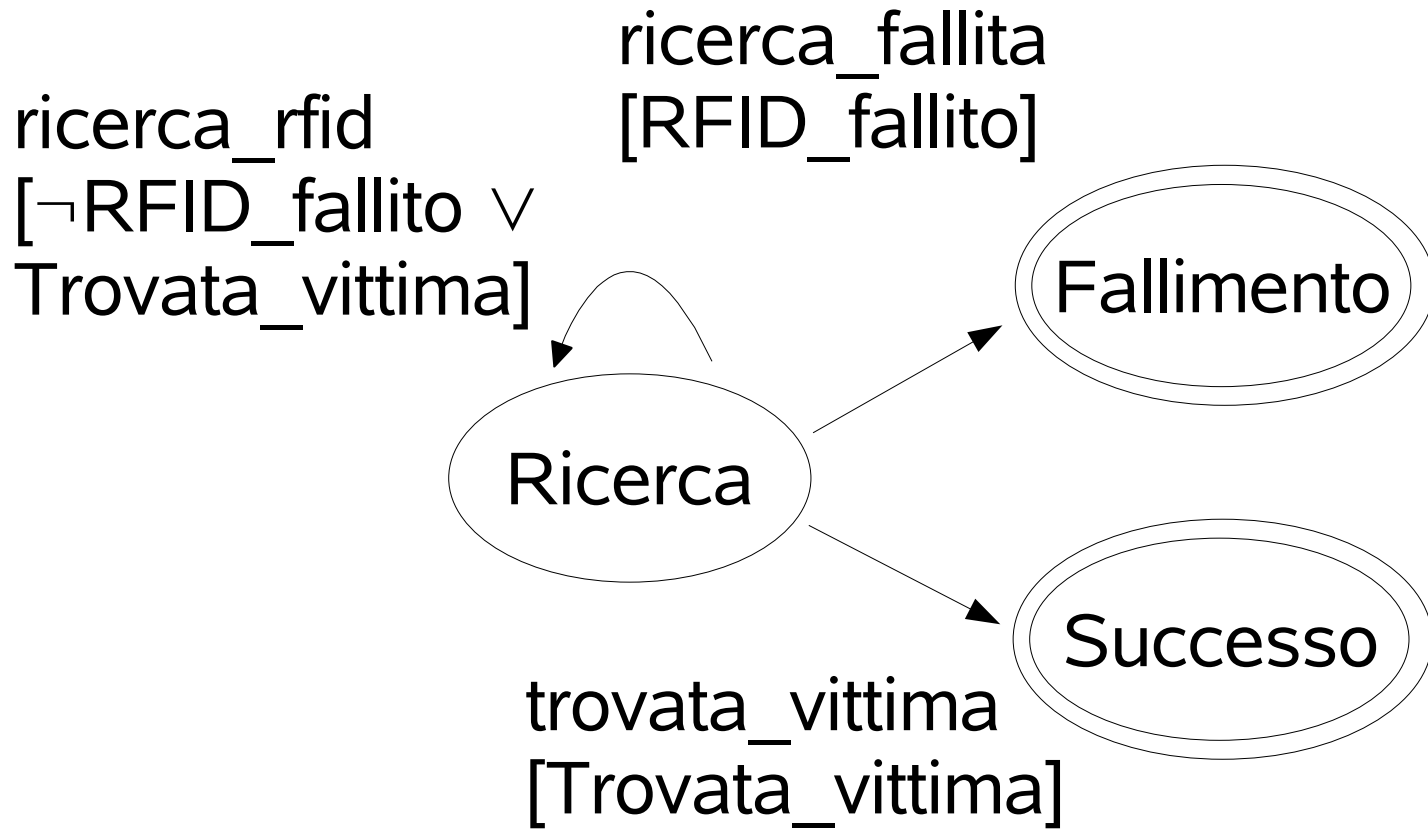
β_1



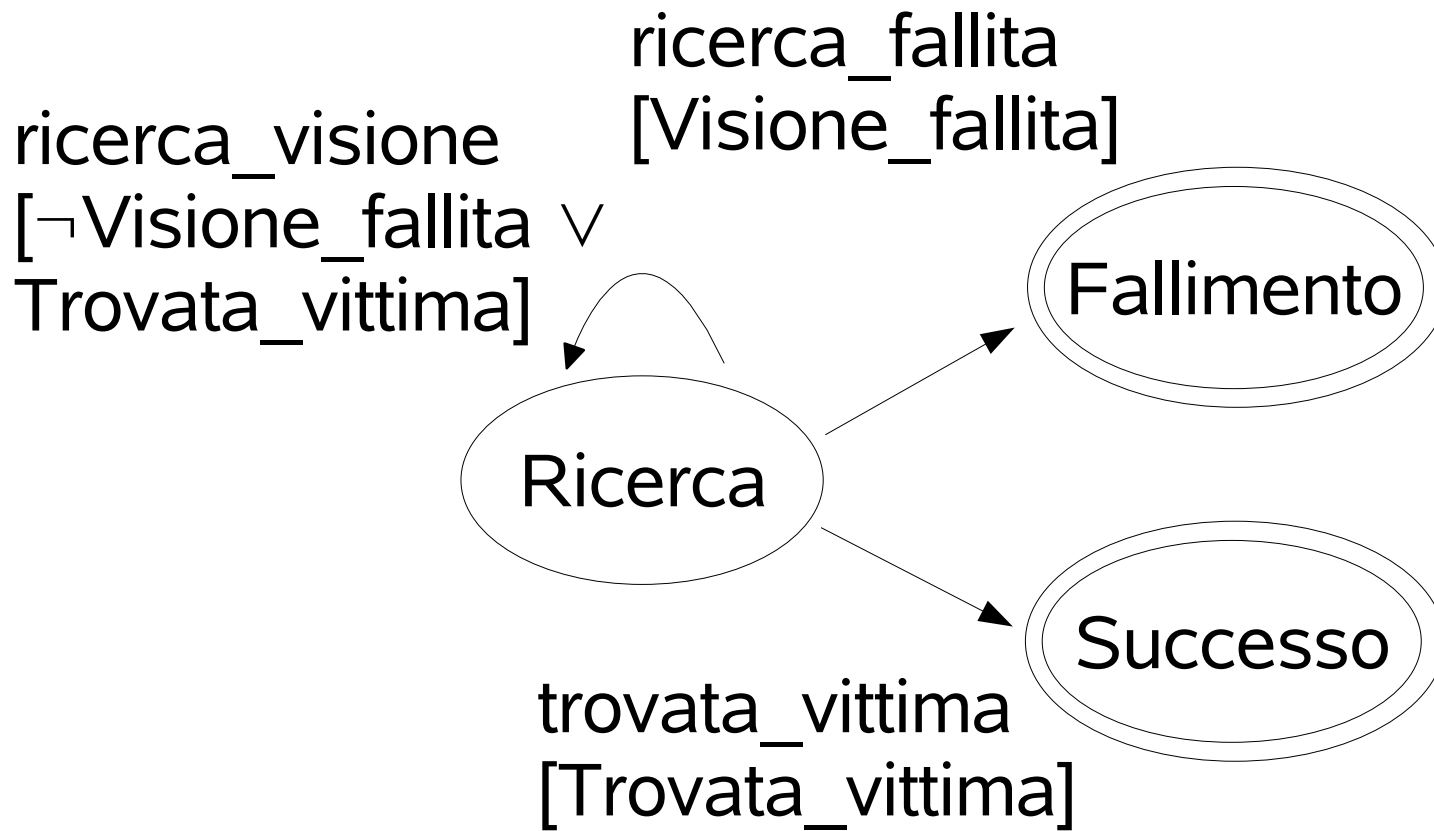
β_2



β_3



β_4



Controllore centralizzato

Azione	Controllore	β_1	β_2	β_3	β_4	ξ	Agente
esplora, ricerca_oggetti	Esplorazione	Esplorazione	Esplorazione	Ricerca	Ricerca	Iniziale	β_1 - esplora β_2 - ricerca_oggetti
esplora	Esplorazione	Esplorazione	Esplorazione	Ricerca	Ricerca	Iniziale	β_1 - esplora
ricerca_oggetti	Esplorazione	Esplorazione	Esplorazione	Ricerca	Ricerca	Iniziale	β_2 - ricerca_oggetti
termina_esplorazione	Esplorazione	Esplorazione	Esplorazione	Ricerca	Ricerca	Creata_m appa	β_1 - termina_esplorazio ne β_2 - termina_esplorazio ne
ricerca_rfid	Ricerca_RFI D	Fine	Fine	Ricerca	Ricerca	Creata_m appa	β_3 - ricerca_rfid

Controllore centralizzato

Azione	Controllore	β_1	β_2	β_3	β_4	ξ	Agente
trovata_vittima	Ricerca_RFI D	Fine	Fine	Ricerca	Ricerca	Trovata_Vittima	β_3 - trovata_vittima β_4 - trovata_vittima
ricerca_fallita	Ricerca_RFI D	Fine	Fine	Ricerca	Ricerca	RFID_fallito	β_3 - ricerca_fallita
ricerca_visione	Ricerca_visione	Fine	Fine	Fine	Ricerca	RFID_fallito	β_4 - ricerca_visione
ricerca_fallita	Ricerca_visione	Fine	Fine	Fine	Ricerca	Visione_fallita	β_4 - ricerca_fallita
trovata_vittima	Ricerca_visione	Fine	Fine	Fine	Ricerca	Trovata_Vittima	β_4 - trovata_vittima

Controllore distribuito

Azione	Controllore	β_1	2 :	3 :	4 :	ξ	Agente
esplora, ricerca_oggetti	Esplorazione	Esplorazione	Esplorazione	Ricerca	Ricerca	Iniziale	esplora
esplora	Esplorazione	Esplorazione	Esplorazione	Ricerca	Ricerca	Iniziale	esplora
ricerca_oggetti	Esplorazione	Esplorazione	Esplorazione	Ricerca	Ricerca	Iniziale	
termina_esplorazione	Esplorazione	Esplorazione	Esplorazione	Ricerca	Ricerca	Creata_mappa	termina_esplorazione
ricerca_rfid	Ricerca_RFID	Fine	Fine	Ricerca	Ricerca	Creata_mappa	
trovata_vittima	Ricerca_RFID	Fine	Fine	Ricerca	Ricerca	Trovata_Vittima	
ricerca_fallita	Ricerca_RFID	Fine	Fine	Ricerca	Ricerca	RFID_fallito	
ricerca_visione	Ricerca_visione	Fine	Fine	Fine	Ricerca	RFID_fallito	
ricerca_fallita	Ricerca_visione	Fine	Fine	Fine	Ricerca	Visione_fallita	

RobocupSoccer

“By the year 2050,
develop a team of fully autonomous humanoid
robots that can win against the human world
soccer champion team”

Ambiente ξ

- Azioni: {cerca_palla, vai_versoPalla, vai_difesa, vai_supporto, prendi_palla, tira, vai_verso_porta, segui_palla, segui_attaccante}
- Stati: {PallaNonVista, PallaVista}
- Stato iniziale: PallaNonVista

Ambiente ξ - Transizioni

Azione	Sorgente	Destinazione
cerca_palla	PallaNonVista	PallaVista
tira	PallaVista	PallaNonVista
vai_versoPalla	PallaVista	PallaVista, PallaNonVista
vai_difesa	PallaVista	PallaVista, PallaNonVista
vai_supporto	PallaVista	PallaVista, PallaNonVista
prendi_palla	PallaVista	PallaVista, PallaNonVista
vai_verso_porta	PallaVista	PallaVista, PallaNonVista
segui_palla	PallaVista	PallaVista, PallaNonVista
segui_attaccante	PallaVista	PallaVista, PallaNonVista

Obiettivo β_0

- Stati: {Ricerca, Posizione, Attacco, Porta}
- Stato iniziale: Ricerca
- Stati finali: {Ricerca}

Obiettivo β_0 - Transizioni

Azione	Sorgente	Destinazione	Guardia
cerca_palla	Ricerca, Posizione, Attacco, Porta	Ricerca	
vai_versoPalla, vai_difesa, vai_supporto	Ricerca	Posizione	
prendi_palla	Posizione	Attacco	
tira	Attacco, Porta	Ricerca	
vai_verso_porta	Attacco	Porta	
segui_palla, segui_attaccante	Posizione, Attacco, Porta	lo stato <i>sorgente</i>	

Comportamenti $\beta_{1..n}$

- Stati: {Ricerca, Attacco, Difesa, Supporto, HoLaPalla, Porta}
- Stato iniziale: Ricerca
- Stati finali: {Ricerca}

Comportamenti $\beta_{1..n}$ - Transizioni

Azione	Sorgente	Destinazione	Guardia
cerca_palla	Ricerca, Attacco, Difesa, Supporto, HoLaPalla, Porta	Ricerca	
vai_versoPalla	Ricerca	Attaccante	
vai_difesa	Ricerca	Difesa	
vai_supporto	Ricerca	Supporto	
prendi_palla	Attacco	HoLaPalla	
tira	HoLaPalla, Porta	Ricerca	
vai_verso_porta	HoLaPalla	Porta	
segui_palla,	Difesa	Difesa	
segui_attaccante	Supporto	Supporto	

Controllore centralizzato

Azione	Controllore	β_1	β_2	β_3	ξ	Agente
cerca_palla	Ricerca Posizione Attacco Porta	Ricerca Attacco HoLaPalla Porta	Ricerca Difesa	Ricerca Supporto	PallaNonVista	β_1 - cerca_palla β_2 - cerca_palla β_3 - cerca_palla
vai_versoPalla vai_difesa vai_supporto	Ricerca	Ricerca	Ricerca	Ricerca	PallaVista	β_1 - vai_versoPalla β_2 - vai_difesa β_3 - vai_supporto
prendi_palla	Posizione	Attacco	Difesa	Supporto	PallaVista	β_1 - prendi_palla
tira	Attacco	HoLaPalla	Difesa	Supporto	PallaVista	β_1 - tira
tira	Porta	Porta	Difesa	Supporto	PallaVista	β_1 - tira
vai_verso_porta	Attacco	HoLaPalla	Difesa	Supporto	PallaVista	β_1 - vai_verso_porta
segui_palla segui_attaccante	Posizione Attacco Porta	Attacco HoLaPalla Porta	Difesa	Supporto	PallaVista	β_2 - segui_palla β_3 - segui_attaccante

Controllore distribuito - β_2

Azione	Controllore	1 :	β_2	3 :	ξ	Agente
cerca_palla	Ricerca Posizione Attacco Porta	Ricerca Attacco HoLaPalla Porta	Ricerca Difesa	Ricerca Supporto	PallaNonVista	cerca_palla
vai_versoPalla vai_difesa vai_supporto	Ricerca	Ricerca	Ricerca	Ricerca	PallaVista	vai_difesa
prendi_palla	Posizione	Attacco	Difesa	Supporto	PallaVista	
tira	Attacco	HoLaPalla	Difesa	Supporto	PallaVista	
tira	Porta	Porta	Difesa	Supporto	PallaVista	
vai_verso_porta	Attacco	HoLaPalla	Difesa	Supporto	PallaVista	
seguì_palla seguì_attaccante	Posizione Attacco Porta	Attacco HoLaPalla Porta	Difesa	Supporto	PallaVista	seguì_palla

Commercio elettronico

Realizzazione di un servizio responsabile del
reperimento dei dati sui prodotti in commercio,
della verifica della loro disponibilità e del
perfezionamento dell'ordine con il pagamento
presso un istituto bancario

Ambiente ξ

- Azioni: {pubblica_prodotti, mostra_elenco, ricerca, verifica_disponibilità, accettazione_ordine, avvia_pagamento, pagamento}
- Stati: Tutti i sottoinsiemi delle proposizioni {Ricerca_ok, Ordine_ok, Pagamento_ok}
- Stato iniziale: \neg Ordine_ok \wedge \neg Ricerca_ok \wedge \neg Pagamento_ok

Ambiente ξ - Transizioni

Azione	Sorgente	Destinazione
pubblica_prodotti		lo stato <i>sorgente</i>
mostra_elenco		lo stato <i>sorgente</i>
ricerca	\neg Ricerca_ok	- \neg Ricerca_ok +Ricerca_ok
ricerca	\neg Ricerca_ok	lo stato <i>sorgente</i>
verifica_disponibilità	\neg Ordine_ok	- \neg Ordine_ok +Ordine_ok
verifica_disponibilità	\neg Ordine_ok	lo stato <i>sorgente</i>
accettazione_ordine	Ordine_ok	lo stato <i>sorgente</i>
avvia_pagamento, pagamento	\neg Pagamento_ok	- \neg Pagamento_ok +Pagamento_ok
avvia_pagamento, pagamento	\neg Pagamento_ok	lo stato <i>sorgente</i>

Ambiente ξ - Transizioni

Azione	Sorgente	Destinazione
conferma		\neg Ordine_ok \wedge \neg Ricerca_ok \wedge \neg Pagamento_ok
annulla		\neg Ordine_ok \wedge \neg Ricerca_ok \wedge \neg Pagamento_ok

Obiettivo β_0

- Stati: {Iniziale, Pronto, Ricerca_eseguita, Ordine, Accettato, Pagamento}
- Stato iniziale: Iniziale
- Stati finali: {Iniziale}

Obiettivo β_0 - Transizioni

Azione	Sorgente	Destinazione	Guardia
pubblica_prodotti	Iniziale	Pronto	
mostra_elenco	Pronto	Pronto	
ricerca	Pronto	Ricerca_eseguita	
verifica_disponibilità	Ricerca_eseguita	Ordine	Ricerca_ok
accettazione_ordine	Ordine	Accettato	
avvia_pagamento, pagamento	Accettato	Pagamento	
conferma	Pagamento	Iniziale	Pagamento_ok
annulla	Ricerca_eseguita Ordine Accettato	Iniziale	
annulla	Pagamento	Iniziale	¬Pagamento_ok

Presentazione informazioni β_1

- Stati: {Presentazione, Ricerca, Accettazione, Pagamento}
- Stato iniziale: Presentazione
- Stati finali: {Presentazione}

β_1 - Transizioni

Azione	Sorgente	Destinazione	Guardia
mostra_elenco	Presentazione	Presentazione	
ricerca	Presentazione	Ricerca	
accettazione_ordine	Ricerca	Accettazione	
avvia_pagamento	Accettazione	Pagamento	
conferma	Pagamento	Presentazione	Pagamento_ok
annulla	Ricerca Accettazione	Presentazione	
annulla	Pagamento	Presentazione	¬Pagamento_ok

Magazzino β_2

- Stati: {Iniziale, Pronto}
- Stato iniziale: Iniziale
- Stati finali: {Iniziale}

Magazzino β_2 - Transizioni

Azione	Sorgente	Destinazione	Guardia
pubblica_prodotti	Iniziale	Pronto	
verifica_disponibilita	Pronto	Iniziale	
annulla	Pronto	Iniziale	

Banca β_3

- Stati: {Attività}
- Stato iniziale: Attività
- Stati finali: {Attività}

Banca β_3 - Transizioni

Azione	Sorgente	Destinazione	Guardia
pagamento	Attività	Attività	

Controllore centralizzato

Azione	Controllore	β_1	β_2	β_3	ξ	Agente
pubblica_prodotti	Iniziale	Presentazione	Iniziale	Attività	\neg Ordine_ok \wedge \neg Ricerca_ok \wedge \neg Pagamento_ok	β_2 - pubblica_prodotti
mostra_elenco	Pronto	Presentazione	Pronto	Attività	\neg Ordine_ok \wedge \neg Ricerca_ok \wedge \neg Pagamento_ok	β_1 - mostra_elenco
ricerca	Pronto	Presentazione	Pronto	Attività	\neg Ordine_ok \wedge \neg Ricerca_ok \wedge \neg Pagamento_ok	β_1 - ricerca
verifica_disponibilità	Ricerca_ese guita	Ricerca	Pronto	Attività	\neg Ordine_ok \wedge Ricerca_ok \wedge \neg Pagamento_ok	β_2 - verifica_disponibilità

Controllore centralizzato

Azione	Controllore	β_1	β_2	β_3	ξ	Agente
annulla	Ricerca_ese guita	Ricerca	Pronto	Attività	\neg Ordine_ok \wedge \neg Ricerca_ok \wedge \neg Pagamento_ok	β_1 - annulla β_2 - annulla
accettazione_ordine	Ordine	Ricerca	Iniziale	Attività	Ordine_ok \wedge Ricerca_ok \wedge \neg Pagamento_ok	β_1 - accettazione_or dine
avvia_pagamento, pagamento	Accettato	Accettazione	Iniziale	Attività	Ordine_ok \wedge Ricerca_ok \wedge \neg Pagamento_ok	β_1 - avvia_pagament o β_3 - pagamento
conferma	Pagamento	Pagamento	Iniziale	Attività	Ordine_ok \wedge Ricerca_ok \wedge Pagamento_ok	β_1 - avvia_pagament o

Controllore centralizzato

Azione	Controllore	β_1	β_2	β_3	ξ	Agente
annulla	Pagamento	Pagamento	Iniziale	Attività	Ordine_ok \wedge Ricerca_ok \wedge \neg Pagamento_ok	β_1 - annulla
annulla	Ricerca_eseguita Accettato	Ricerca Accettazione	Iniziale	Attività	*	β_1 - annulla

Controllore distribuito - β_2

(In questo caso sono state mantenute solo le righe a cui corrispondono delle azioni)

Azione	Controllore	1 :	β_2	3 :	ξ	Agente
pubblica_prodotti	Iniziale	Presentazione	Iniziale	Attività	\neg Ordine_ok \wedge \neg Ricerca_ok \wedge \neg Pagamento_ok	pubblica_prodotti
verifica_disponibilità	Ricerca_eseguita	Ricerca	Pronto	Attività	\neg Ordine_ok \wedge Ricerca_ok \wedge \neg Pagamento_ok	verifica_disponibilità
annulla	Ricerca_eseguita	Ricerca	Pronto	Attività	\neg Ordine_ok \wedge \neg Ricerca_ok \wedge \neg Pagamento_ok	annulla