

Espacio de estados

Inteligencia Artificial Clásica

Verónica E. Arriola-Rios

Facultad de Ciencias, UNAM

8 de marzo de 2021



Espacio de estados

- 1 Espacio de estados
- 2 Sistema de transición de estados
- 3 Espacio de estados II

Temas

- 1 Espacio de estados
 - Estado
 - Espacio de estados

Estado del sistema

Definición

Un *estado* es el conjunto de valores de las variables del sistema en un momento determinado.

Definición

Un *estado* es cada uno de los nodos en un autómata.

Temas

- 1 Espacio de estados
 - Estado
 - Espacio de estados

Espacio de estados

Definición

Un *espacio de estados* es el conjunto de todas las posibles asignaciones de valores al conjunto de variables que describen al sistema.

Definición

El *espacio de estados* es el conjunto de todos los nodos en el autómata.

Sistema de transición de estados

- 1 Espacio de estados
- 2 Sistema de transición de estados
- 3 Espacio de estados II

Temas

2 Sistema de transición de estados

- Definición
- Ejemplo
- Acción aplicable
- Versión en grafo
- Función sucesor
- Estados alcanzables

Sistema de transición de estados

Definición

Un *sistema de transición de estados* es una tupla $\Sigma = (S, A, E, \gamma)$,^a donde:

- $S = \{s_1, s_2, \dots\}$ es un conjunto finito o *recursivamente enumerable*^b de *estados*.
- $A = \{a_1, a_2, \dots\}$ es un conjunto finito o *recursivamente enumerable* de *acciones* realizables por el agente.
- $E = \{e_1, e_2, \dots\}$ es un conjunto finito o *recursivamente enumerable* de *eventos* que no están en control del agente.
- $\gamma : S \times (A \cup E) \rightarrow 2^S$ es una función de transición de estados^c.

^aGhallab, Nau y Traverso 2004

^bInfinito

^c 2^S es un conjunto de estados, el conjunto potencia de todos los estados. Es decir, un elemento del conjunto 2^S es un conjunto de estados.

Temas

2 Sistema de transición de estados

- Definición
- Ejemplo
- Acción aplicable
- Versión en grafo
- Función sucesor
- Estados alcanzables

Ejemplo: gato

Definición (Espacio de estados)

Sea:

$$\text{Símbolos} = \{o, x, \square\}$$

$$S = \{\text{gato} \mid \text{gato} \in \text{Matriz}_{3 \times 3},$$

$$\text{gato}_{ij} = \text{símbolo} \in \text{Símbolos},$$

$$\#o \in [\#x, (\#x + 1)]\}$$

Lo cual se visualiza como el conjunto de todos los estados como:

x	o	
o		x
o		

Ejemplo: gato

Definición (Acciones)

- tira(i, j) con $i \in \mathbb{N}, 0 \leq i \leq 2$ y $j \in \mathbb{N}, 0 \leq j \leq 2$.

Definición (Eventos)

$$E = \emptyset$$

Ejemplo: gato

Definición (Función de transición)

$$\gamma = \gamma(s, a(i, j)) \rightarrow s'$$

Precondiciones: $s_{i,j} = \square$

Postcondiciones:

$$s'_{k,l} = \begin{cases} s_{k,l} & \forall (k, l) \neq (i, j) \\ o & \text{si } \#o = \#x \text{ y } (k, l) = (i, j) \\ x & \text{si } \#o = \#x + 1 \text{ y } (k, l) = (i, j) \end{cases}$$

Por lo tanto:

$$\gamma(s, a(i, j)) = \begin{cases} \emptyset & \text{si } s_{i,j} \neq \square \\ s' & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Ejercicio: definirlo de otra manera. Ver ejemplos en Rich, Knight y Nair 2009.

Temas

2 Sistema de transición de estados

- Definición
- Ejemplo
- **Acción aplicable**
- Versión en grafo
- Función sucesor
- Estados alcanzables

Acción aplicable

Definición

Se dice que la acción α es *aplicable* en s si $\alpha \in A$ y $\gamma(s, \alpha) \neq \emptyset$. Aplicar α en s cambia el estado del sistema a s' .



Figura: Acción aplicable: mover(tablero, 12, abajo).

Temas

2 Sistema de transición de estados

- Definición
- Ejemplo
- Acción aplicable
- Versión en grafo
- Función sucesor
- Estados alcanzables

Sistema de transición como grafo

El sistema de transición de estados $\Sigma = (S, A, E, \gamma)$, también puede ser visto como una gráfica $G = (N_G, E_G)$ donde:

- Los nodos corresponden a los estados en el conjunto S , i.e. $N_G = S$.
- Hay una arista dirigida de $s \in N_G$ a $s' \in N_G$ (i.e. $s \rightarrow s' \in E_G$ con etiqueta $u \in (A \cup E)$ si y sólo si $s' \in \gamma(s, u)$

Temas

2 Sistema de transición de estados

- Definición
- Ejemplo
- Acción aplicable
- Versión en grafo
- **Función sucesor**
- Estados alcanzables

Función sucesor

Definición

La *función sucesor* $\Gamma^m : 2^S \rightarrow 2^S$ para un dominio restringido $\Sigma = (S, A, \gamma)$ se define como:

$$\Gamma(s) = \{\gamma(s, a) | a \in A \text{ y } a \text{ es aplicable en } s \text{ para } s \in S\} \quad (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \Gamma(\{s_1, \dots, s_n\}) &= \cup_{k \in [1, n]} \Gamma(s_k) \\ \Gamma^0(\{s_1, \dots, s_n\}) &= \{s_1, \dots, s_n\} \\ \Gamma^m(\{s_1, \dots, s_n\}) &= \Gamma(\Gamma^{m-1}(\{s_1, \dots, s_n\})) \end{aligned} \right\} \quad s_1, \dots, s_n \in S \quad (2)$$

Temas

2 Sistema de transición de estados

- Definición
- Ejemplo
- Acción aplicable
- Versión en grafo
- Función sucesor
- Estados alcanzables

Estados alcanzables

- La *cerradura transitiva* de Γ define el conjunto de todos los *estados alcanzables*:

$$\hat{\Gamma}(s) = \cup_{(k \in [0, \infty])} \Gamma^k(s) \text{ para } s \in S \quad (3)$$




Espacio de estados II

- 1 Espacio de estados
- 2 Sistema de transición de estados
- 3 Espacio de estados II

Definición alternativa de espacio de estados

- OJO: Hay quien define al espacio de estados implícitamente como “el conjunto de todos los estados alcanzables desde el estado inicial” Russell y Norving 2004.
- PERO: ¿Cómo definir problemas en los que no se sabe si cierto estado es alcanzable o no?

Referencias I

-  Ghallab, Malik, Dana Nau y Paolo Traverso (2004). *Automated Planning, Theory and Practice*. Morgan Kaufmann Publishers.
-  Rich, Elaine, Kevin Knight y Shivashankar B Nair (2009). *Artificial Intelligence*. 3rd. McGraw-Hill, pág. 568.
-  Russell, Stuart y Peter Norving (2004). *Inteligencia Artificial, Un Enfoque Moderno*. 2a. Pearson Prentice Hall.

Licencia

Creative Commons
Atribución-No Comercial-Compartir Igual

