

Reelaboración de Planes en Agentes Inteligentes. Operadores Básicos

Gerardo PARRA

Departamento de Informática y Estadística
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE
e-mail: gparra@uncoma.edu.ar

Guillermo R. SIMARI

Departamento de Ciencias de la Computación
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR
e-mail: grs@cs.uns.edu.ar

Palabras Clave: INTELIGENCIA ARTIFICIAL, PLANEAMIENTO, DINÁMICA DE CREENCIAS

Introducción

Los agentes inteligentes autónomos, por su proactividad, se ven obligados a considerar la satisfacción de sus metas a través de un conjunto estructurado de acciones que conforman un plan. El modelo BDI (*Belief, Desires and Intentions*)[9] para representar el conjunto cognitivo de un agente es una posibilidad interesante que permite estudiar el problema que introduce el dinamismo natural del entorno en el que un plan particular se desenvuelve.

El dinamismo del entorno provoca que algunos de los planes deban ser modificados para poder alcanzar las metas finales. Esta actividad de replaneamiento es, en realidad, una revisión del mismo. Ciertas partes pueden ser conservadas, pero otras deben ser removidas y reemplazadas por subplanes convenientes que ofrezcan la posibilidad de éxito para el plan global.

Este trabajo de investigación postula la conveniencia de adoptar el punto de vista del área de Dinámica de Creencias[5,6,8] al considerar la actividad de replaneamiento de un agente inteligente. El área de planeamiento en Inteligencia Artificial contiene un riqueza de propuestas que en general resulta confusa. El objetivo es obtener un modelo abstracto de plan que se avenga al tratamiento del replaneamiento mediante operadores de cambio. Esto brindará la posibilidad de estudiar de forma esquemática este problema.

Reelaboración de Planes. Operadores Básicos

El objetivo central del área de *planning* en el contexto de Inteligencia Artificial es construir algoritmos que hagan posible a un agente elaborar un curso de acción para lograr sus metas. El resultado producido por un dispositivo de *planning* (*planner*) es una secuencia de acciones las cuales, cuando son ejecutadas en un mundo que satisface la descripción del estado inicial, lograrán

la obtención de la meta. En general, existe una amplia variedad de lenguajes para representar el mundo, las metas del agente y las acciones posibles. En este trabajo de investigación, adoptamos, en primera instancia, la representación STRIPS[1] como lenguaje de representación.

Uno de los más recientes dispositivos de planning es Graphplan[2,3,4]. El funcionamiento de Graphplan alterna entre dos fases: la *construcción del grafo de planning* y la *extracción de la solución*. La primera fase construye un *grafo de planning*, estructurado por niveles, hacia adelante en el tiempo hasta que se logra una condición necesaria (pero que puede ser insuficiente) para la existencia de un plan. Luego, la fase de extracción de solución realiza un recorrido hacia atrás sobre el grafo, buscando un plan que resuelva el problema. Si no es hallada una solución, el ciclo se repite mediante la construcción de un nuevo nivel del grafo de planning.

Graphplan determina un plan para un problema de planning de la siguiente manera. En primer lugar, construye el grafo de planning hasta que las metas del problemas aparezcan como nodos del grafo. Luego, realiza un recorrido hacia atrás sobre los nodos del grafo con el fin de encontrar un conjunto de acciones, no mutuamente excluyentes entre sí, que permitan lograr las metas a partir de las condiciones iniciales.

El objetivo de este trabajo de investigación es obtener un modelo abstracto de plan que se avenga al tratamiento del replaneamiento mediante operadores de cambio. Con tal motivación, hemos considerado las siguientes operaciones de cambio:

- **Expansión.** Este fenómeno tiene lugar cuando es necesario incorporar nuevas acciones al plan original para poder cumplir las metas.
- **Contracción.** Se produce cuando es necesario remover algunas piezas del plan global debido, por ejemplo, a la imposibilidad de llevarlas a cabo.
- **Revisión.** Tiene lugar cuando algunas partes del plan deben ser removidas y reemplazadas por subplanes convenientes que ofrezcan la posibilidad de éxito para el plan global.

En [10] se estableció un modelo para representar expansiones en grafos de planning. Se define un *operador de expansión a nivel i* , que se comporta de la siguiente manera. Dado un grafo de planning y un esquema de acción, esta función devuelve un nuevo grafo de planning en el cual, la nueva acción a se halla presente en el nivel de acción i , las precondiciones y las poscondiciones de a se encuentran en los niveles $i - 1$ e $i + 1$, respectivamente y, además, existen los arcos que vinculan a los nodos involucrados.

El operador de expansión de grafos de planning es caracterizado mediante un conjunto de postulados de racionalidad y es definido constructivamente[10]. La característica fundamental de este operador es que permite reutilizar, en gran medida, el grafo de planning original.

Con el fin de modelar la operación de contracción, hemos definido un *operador de contracción a nivel i* [11] que toma un grafo de planning y un esquema de acción, y devuelve un nuevo grafo de planning en el cual, la acción a deja de estar presente en el nivel de acción i y, además, dejan de existir los arcos que vinculan a la acción a con sus precondiciones y sus poscondiciones.

En forma similar al caso de expansiones, el operador de contracción de grafos de planning es caracterizado mediante un conjunto de postulados de racionalidad y es definido de manera constructiva[11]. La definición de este operador de contracción hace posible la reutilización de gran parte del grafo de planning original.

Comentarios Finales

La contribución principal de este trabajo de investigación es la introducción de un modelo para representar *operaciones de cambio* en grafos de planning. Hemos desarrollado un operador de expansión de grafos de planning, caracterizándolo mediante un conjunto de propiedades deseables[10]. Además, se ha introducido un operador de contracción para grafos de planning y hemos ofrecido un conjunto de postulados para tal operador[11].

Mediante los operadores de expansión y contracción es posible reutilizar gran parte del grafo de planning original. En trabajos futuros, se explorará la definición de operadores de revisión de grafos de planning, su caracterización mediante postulados de racionalidad y su definición constructiva.

Referencias

- [1] R. Fikes and N. Nilsson. STRIPS: A new approach to the application of theorem proving to problem solving. *J. Artificial Intelligence*, 2(3/4), 1971.
- [2] A. Blum and M. Furst. Fast planning through planning graph analysis. In *Proceedings of the XIV International Joint Conference of AI*, pages 1636-1642, 1995.
- [3] A. Blum and M. Furst. Fast planning through planning graph analysis. *J. Artificial Intelligence*, 90(1-2):281-300, 1997.
- [4] Daniel S. Weld. Recent Advances in AI Planning. *AI Magazine*, 1999.
- [5] Carlos Alchourrón, Peter Gärdenfors and David Makinson. On the Logic Of Theory Change: Partial Meet Contraction and Revision Functions. *The Journal of Symbolic Logic*, 50:510-530, 1985.
- [6] Peter Gärdenfors. *Knowledge in Flux: Modeling the Dynamics of Epistemic States*. The MIT Press, Bradford Books, Cambridge, Massachusetts, 1988.
- [7] Gerardo Parra. *Semi Revisión Plausible en Bases de Creencias*. Tesis de Magister, Dep. de Ciencias de la Computación, Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, 1998.
- [8] Sven O. Hansson. *A Textbook of Belief Dynamics*. Kluwer Academic Press, 1996.
- [9] M. Georgeff, B. Pell, M. Pollack, M. Tambe, and M. Wooldridge. The Belief-Desire-Intention Model of Agency. In J.P.Müller, M.P.Singh, and A.S. Rao, editors, *Intelligent Agents V* (LNAI Volume 1555), pages 1-10. Springer-Verlag: Berlin, Germany, 1999.
- [10] G. Parra, M. Falappa y G. Simari. Replaneamiento en Agentes Inteligentes. Parte I: Expansión. Enviado a *VII International Congress of Information Engineering (ICIE 2001)*. Buenos Aires. Abril de 2001.
- [11] G. Parra y G. Simari. *Replaneamiento en Agentes Inteligentes. Contracción de Grafos de Planning*. VII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Volumen II, páginas 1081-1093. Octubre de 2001 - Universidad Nacional de la Patagonia Austral - El Calafate - Santa Cruz.