

Sobre la Revisión de Planes en Agentes Inteligentes

Gerardo PARRA

Departamento de Ciencias de la Computación
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. En trabajos previos[10,11] se ha introducido un modelo para representar expansiones y contracciones de grafos de planning. En este trabajo retomamos aquel modelo y nos proponemos representar situaciones en las cuales es necesario remover algunas piezas del plan global y reemplazarlas por subplanes convenientes que ofrezcan la posibilidad de éxito para el plan general. Tales situaciones serán consideradas operaciones de revisión de grafos de planning.

Revisión de Planes

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 problema 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.

Asumamos que un agente descubre que, una de las acciones requeridas en el plan definitivo no pudo ser ejecutada adecuadamente, i.e. no ha dado los resultados esperados. Ante esta situación, una porción del plan debe ser removida y reemplazada por un subplan conveniente que ofrezca la posibilidad de éxito para el plan global.

Analicemos un ejemplo concreto tomando como base el *dinner-date problem*[4]. Supongamos que, una vez construído y ejecutado el plan definitivo, el agente descubre que se ha *quemado la cena*. Ante tal situación, una posibilidad interesante sería apelar a una nueva acción que produzca el efecto esperado. Supongamos que se dispone, para tal fin, de una acción llamar_rotiseria con efecto cena y sin precondiciones. De esta manera, reemplazar la porción del plan que no produjo los resultados esperados por un subplan alternativo ofrece la posibilidad de éxito al plan general. Sin embargo, esto implica, en el contexto de Graphplan, la reconstrucción del grafo de planning desde el nivel cero.

Es importante tener en cuenta que, la construcción del grafo de planning para un problema determinado no es una tarea trivial. Por lo tanto, sería interesante conservar buena parte del grafo ante una modificación del problema original.

Con esta motivación, proponemos en este trabajo la definición de una operación de revisión, denotada \otimes^i , para grafos de planning. La tarea básica del operador de revisión es obtener, dado un grafo de planning y un esquema de acción A , un nuevo grafo de planning Π' . Este nuevo grafo tiene dos características principales: el esquema A pertenece a nivel i al grafo Π' y, posiblemente, esquemas de acción adicionales han sido removidos de Π' .

La operación de revisión de grafos de planning debería entenderse como un proceso mediante el cual se reemplaza un esquema de acción B por un esquema A que contiene los efectos de B . Sin embargo, es posible que el esquema a reemplazar y el nuevo esquema difieran en sus precondiciones.

El operador de revisión de grafos de planning es caracterizado mediante un conjunto de propiedades deseables inspiradas en los postulados propuestos por Gärdenfors para la operación de revisión de

conjuntos de creencias. En [12] se demuestra que el operador de revisión de grafos de planning satisface los postulados de éxito, inclusión y vacuidad.

Además, es posible vislumbrar propiedades deseables del operador de revisión en el contexto específico de grafos de planning.

Consideremos la noción de completitud introducida en [11]. La idea es asegurar el cumplimiento de las metas, luego de realizar una revisión a nivel i por un esquema de acción determinado. Esta propiedad podría expresarse de la siguiente manera. Sea $Met(\Pi)$ el conjunto de metas del grafo de planning Π .

(R 4) Completitud: $Met(\Pi) = Met(\Pi \otimes^i A)$.

La verificación del postulado de completitud se debe al modo en que definimos la operación de revisión. Dado que las poscondiciones del esquema de acción a reemplazar son conservadas en el nuevo esquema que se incorpora, es imposible que desaparezcan metas del grafo de planning luego de realizar una revisión por un esquema de acción determinado.

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 analizado un operador de revisión para grafos de planning y hemos estudiado un conjunto de postulados para tal operador. Además, la operación de revisión puede ser definida constructivamente [12].

La definición de este operador de revisión hace posible la reutilización de gran parte del grafo de planning original. En trabajos futuros, se estudiarán definiciones alternativas de operadores de contracción y de revisión, así como también su interrelación.

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 y G. Simari. *Reelaboración de Planes en Agentes Inteligentes. Expansión de Grafos de Planning*. Jornadas Chilenas de Computación 2002. Copiapó, Chile. Noviembre de 2002.
- [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.
- [12] G. Parra y G. Simari. *Replaneamiento en Agentes Inteligentes. Revisión de Grafos de Planning*. VIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. Octubre de 2002 - Universidad de Buenos Aires – Buenos Aires.