

Sobre la Revisión de Planes en Agentes Inteligentes*

Gerardo Parra

Departamento de Ciencias de la Computación
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE

Guillermo R. Simari

Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SUR

e-mail: gparra@uncoma.edu.ar, grs@cs.uns.edu.ar

Palabras Clave: INTELIGENCIA ARTIFICIAL, PLANNING, DINÁMICA DE CREENCIAS.

1. Introducción

Nuestra línea de trabajo se enmarca en la idea de considerar la actividad de replaneamiento de un agente inteligente, desde el punto de vista de la teoría de Dinámica de Creencias[AGM85, Gär88, Han96]. Los agentes inteligentes autónomos, debido a 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*)[GPP⁺99] 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 entorno corriente, el mundo actual del agente, es representado con un modelo de creencias (*beliefs*) adecuado. Las metas del agente representan sus deseos (*desires*) y describen en forma parcial estados del entorno preferidos. Finalmente, los planes para alcanzar alguno de aquellos estados constituyen, en cierta forma, las intenciones (*intentions*).

El dinamismo del entorno provoca que algunos de los planes deban ser modificados para poder alcanzar las metas finales. Esta actividad de replaneamiento puede considerarse, una revisión de planes. Ciertas partes pueden ser conservadas, pero otras deben ser removidas y

*Este trabajo está parcialmente financiado por la Universidad Nacional del Comahue, en el contexto del Proyecto de Investigación “Técnicas de Inteligencia Computacional para el diseño e Implementación de Sistemas Multiagentes” (COD 04/E062), por el Grupo de Investigación en Robótica Inteligente y por la Universidad Politécnica de Madrid a través del Proyecto AL05_PID_0040, “Implementaciones y Modelos de Razonamiento basado en Programación Lógica”.

reemplazadas por subplanes convenientes que ofrezcan la posibilidad de éxito para el plan global.

El propósito de este artículo es presentar las líneas de trabajo actual, los resultados alcanzados y los desarrollos futuros.

2. Resultados Alcanzados

Uno de los dispositivos de planificación más interesantes es Graphplan[BF95, BF97, Wel99, GNT04]. Graphplan es un algoritmo simple y elegante que produce planes extremadamente eficientes. En muchos casos, órdenes de magnitud más eficiente que sistemas previos. Por esta razón, es el algoritmo en estudio que deseamos adaptar utilizando la teoría de Dinámica de Creencias.

El funcionamiento de Graphplan alterna entre dos fases: la construcción del grafo de planificación y la extracción de la solución. La primera fase construye un grafo de planificación, a través de sucesivas etapas, hasta alcanzar 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 llevando a cabo una nueva etapa en la construcción del grafo.

Podríamos considerar que la actividad de replaneamiento es inherente a cualquier agente que se desarrolle en un ambiente dinámico. Asumamos que un agente inteligente descubre que, una de las acciones requeridas en el plan definitivo no pudo ser ejecutada adecuadamente; es decir, 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 a todo el plan. Sin embargo, esto implica, en el contexto de Graphplan, la reconstrucción del grafo de planificación desde el principio.

Es importante tener en cuenta que, la construcción del grafo de planificación para un problema determinado no es una tarea trivial. Por lo tanto, es imperativo conservar la mayor parte del grafo ante la necesidad de modificación del problema original.

Con esta motivación, hemos propuesto diversos operadores de cambios para grafos de planificación. Específicamente, hemos introducido operadores de expansión[PS02], contracción[PS01], revisión[PS04] y revisión no priorizada[PS05] de grafos de planificación para modelar operaciones de cambio de planes. El operador de expansión permite la incorporación de nuevas acciones al grafo de planificación. La remoción de algunas piezas del plan global es modelada mediante el operador de contracción. El reemplazo de algunas piezas del plan original por nueva información (o subplanes) se representa mediante la operación de revisión. La operación de revisión no priorizada, en cambio, permite modelar la situación en

la que un agente planificador debe decidir si incorpora o no una nueva pieza de información al grafo de planificación.

3. Trabajo Futuro

Las líneas de trabajo actual son variadas. En primer lugar, es interesante analizar la aplicación de las operaciones de cambio de planes en ambientes dinámicos, como por ejemplo el fútbol con robots. Este ambiente brinda numerosos ejemplos y escenarios donde es posible apreciar la utilidad de las operaciones de revisión y revisión no priorizada de grafos de planificación. Además, es necesario introducir variantes de las definiciones de los operadores de expansión y de contracción con el objetivo de hacerlos más atractivos desde el punto de vista computacional.

Dado que los operadores de cambio se definen para un nivel particular del grafo de planificación, es interesante presentar una definición recursiva o iterativa de un cambio sobre todo el plan completo. La caracterización de tal *proceso* de revisión (priorizada o no) será la meta de los futuros trabajos de investigación a desarrollar.

Referencias

- [AGM85] Carlos Alchourrón, Peter Gärdenfors, and David Makinson. On the Logic of Theory Change: Partial Meet Contraction and Revision Functions. *Journal of Symbolic Logic*, (50):510–530, 1985.
- [BF95] 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.
- [BF97] A. Blum and M. Furst. Fast planning through planning graph analysis. *J. Artificial Intelligence*, (90):281–300, 1997.
- [Gär88] Peter Gärdenfors. *Knowledge in Flux: Modelling the Dynamics of Epistemic States*. MIT Press, Cambridge, England, 1988.
- [GNT04] Malik Ghallab, Dana Nau, and Paolo Traverso. *Automated Planning. Theory and Practice*. Morgan Kaufmann, 2004.
- [GPP+99] M. Georgeff, B. Pell, M. Pollack, M. Tambe, and M. Wooldridge. The Belief-Desire-Intention Model of Agency. In M.P.Singh J.P.Müller and A.S. Rao, editors, *Intelligent Agents V*, volume 1555 of *Lecture Notes in Artificial Intelligence*. Springer-Verlag, Berlin, Germany, 1999.
- [Han96] Sven Owe Hansson. *A Textbook of Belief Dynamics*. Kluwer Academic Press, 1996.

- [PS01] G. Parra and G. Simari. Replaneamiento en Agentes Inteligentes. Contracción de Grafos de Planning. In *VII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, volume 2, pages 1081–1093, Universidad Nacional de la Patagonia Austral - El Calafate - Santa Cruz, 2001.
- [PS02] G. Parra and G. Simari. Reelaboración de Planes en Agentes Inteligentes. Expansión de Grafos de Planning. In *Jornadas Chilenas de Computación 2002*, Universidad de Atacama - Copiapó - Chile, 2002.
- [PS04] G. Parra and G. Simari. Funciones de Selección Cualitativas y Cuantitativas para la Revisión de Planes en Agentes Inteligentes. In *X Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, Universidad Nacional de La Matanza - San Justo - Buenos Aires - Argentina, 2004.
- [PS05] G. Parra and G. Simari. Revisión No Priorizada de Planes en Agentes Inteligentes. In *XI Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, Universidad Nacional de Entre Ríos - Entre Ríos - Argentina, 2005.
- [Wel99] Daniel S. Weld. Recent Advances in AI Planning. *AI Magazine*, 1999.