

Resumen

Uno de los desafíos de la robótica es desarrollar sistemas de control capaces de obtener rápidamente respuestas adecuadas e inteligentes para los cambios constantes que tienen lugar en entornos dinámicos. Esta respuesta debe ofrecerse al momento con el objetivo de reanudar la ejecución del plan siempre que se produzca un fallo en el mismo. La planificación clásica automática trabaja con herramientas deliberativas para calcular planes que consigan los objetivos. El término *planificación reactiva* aborda todos los mecanismos que, directa o indirectamente, promueven la resolución de fallos durante la ejecución del plan. Los sistemas de planificación reactiva funcionan bajo un enfoque de planificación y ejecución continua, es decir, se intercala planificación y ejecución en entornos dinámicos.

Muchas de las investigaciones actuales se centran en desarrollar planificadores reactivos que trabajan en escenarios de un único agente para recuperarse rápidamente de los fallos producidos durante la ejecución del plan, pero, si esto no es posible, pueden requerirse arquitecturas de múltiples agentes y métodos de recuperación más complejos donde varios agentes puedan participar para solucionar el fallo. Por lo tanto, los sistemas de planificación y ejecución continua generalmente generan soluciones para un solo agente. La complejidad de establecer comunicaciones entre los agentes en entornos dinámicos y con restricciones de tiempo ha desanimado a los investigadores a implementar soluciones reactivas donde colaboren varios agentes.

En línea con esta investigación, la presente tesis doctoral intenta superar esta brecha y presenta un modelo de ejecución y planificación reactiva multiagente que realiza un seguimiento de la ejecución de un agente para reparar los fallos con

ayuda de otros agentes.

En primer lugar, proponemos una arquitectura que comprende un modelo general reactivo de planificación y ejecución que otorga a un agente capacidades de monitorización y ejecución. El modelo también incorpora un planificador reactivo que proporciona al agente respuestas rápidas para recuperarse de los fallos que se pueden producir durante la ejecución del plan. Por lo tanto, la misión de un agente de ejecución es monitorizar, ejecutar y reparar un plan, si ocurre un fallo durante su ejecución.

El planificador reactivo está construido sobre un proceso de búsqueda limitada en el tiempo que busca soluciones de recuperación para posibles fallos que pueden ocurrir. El agente genera los espacios de búsqueda en tiempo de ejecución con una construcción iterativa limitada en el tiempo que garantiza que el modelo siempre tendrá un espacio de búsqueda disponible para atender un fallo inmediato del plan. Por lo tanto, la única operación que debe hacerse es buscar en el espacio de búsqueda hasta que se encuentre una solución de recuperación. Evaluamos el rendimiento y la reactividad de nuestro planificador reactivo mediante la realización de dos experimentos. Evaluamos la reactividad del planificador para construir espacios de búsqueda dentro de un tiempo disponible dado, así como también, evaluamos el rendimiento y calidad de encontrar soluciones con otros dos métodos deliberativos de planificación.

Luego de las investigaciones de un solo agente, propusimos extender el modelo a un contexto de múltiples agentes para la reparación colaborativa donde al menos dos agentes participan en la solución final. El objetivo era idear un modelo de ejecución y planificación reactiva multiagente que garantice el flujo continuo e ininterrumpido de los agentes de ejecución. El modelo reactivo multiagente proporciona un mecanismo de colaboración para reparar una tarea cuando un agente no puede reparar la falla por sí mismo. Explora las capacidades de planificación reactiva de los agentes en tiempo de ejecución para encontrar una solución en la que dos agentes participan juntos, evitando así que los agentes tengan que recurrir

a mecanismos deliberativos. Durante todo el documento de la tesis, motivamos la aplicación del modelo propuesto para el control de vehículos espaciales autónomos, escenario de los robots de Marte.

Para evaluar nuestro sistema, diseñamos diferentes situaciones en tres dominios de planificación del mundo real. Probamos la reactividad y el rendimiento de nuestro enfoque a lo largo de una ejecución completa de las tareas de los dominios de planificación, demostrando que nuestro modelo es un mecanismo multiagente adecuado para reparar fallos que representan una pequeña desviación en la ejecución del plan.

Finalmente, el documento presenta algunas conclusiones y también propone futuras líneas de investigación posibles.