



UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO

Urb. Montalbán - La Vega - Apartado 29068

Teléfono: 4074407 Fax: 4074416

Caracas, 1021 - Venezuela

Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Informática

Mecanismos de Automatización en Robótica Autónoma y Telepresencia

1. Marco teórico

La automatización constituye una premisa natural en el proceso de desarrollo tecnológico. Estos mecanismos surgen como respuesta a un ambiente donde el humano realiza tareas repetitivas y tediosas o bien como sustituto del hombre en ambiente peligrosos o inaccesibles. En ambos casos su función es apoyar al humano en trabajo no deseado.

En cualquiera de estas aplicaciones puede haber: la presencia a distancia de un operador humano o la total ausencia de este. En el primer caso, el operador dispone de una interfaz (*joystick*, exo-esqueleto, etc) que permiten maniobrar los desplazamientos y/o los dispositivos de manipulación (conocidos como efectores entre los que se cuentan pinzas, destornilladores, rociadores de pintura, etc). Por otro lado, en ciertos casos, no es posible contar con la guía del operador, por lo que el robot debe desenvolverse en un ambiente cambiante, recogiendo datos a partir de dispositivos de entrada o sensores.

Más aún, desde el punto de vista de la aplicación, existen tres maneras de programar un robot según el problema a resolver y dependiente de la arquitectura de hardware asociada:

Robot manipuladores: dispositivos completamente programado para realizar tareas repetitivas dentro de una línea de producción. En este caso el robot realiza sólo acciones predeterminadas y no es capaz de realizar actividades para las cuales no fue programado.

Robots con telepresencia: sistemas comandados por un humano utilizando cámaras y/o sensores que permiten captar el medio ambiente y transmitirlo al operador. En este caso el robot puede realizar tareas imprevistas, las cuales son, en realidad, dependiente de la habilidad del operador humano y de las capacidades técnicas del robot.

Robots autónomos: entes móviles que realizan tareas sobre un ambiente desconocido por el robot, sin contar con la ayuda de un humano. Estos se valen de técnicas que les permiten desbordar su contexto inicial y aprender actitudes que utilizarán para su desenvolvimiento posterior.

En este proyecto se usará un robot armable que permita adaptarlo a muchos tipos de aplicaciones. Para ello se utilizará el *legomindstorm*, el cual es un robot armable, con piezas estilo lego, que contiene sensores (dispositivos de entrada) y efectores (dispositivos de salida). El *kit* básico provee dos sensores de contacto y un sensor infrarrojo para percibir el medio ambiente. Para desplazarse en su entorno tiene además dos motores cuya rotación es controlada por tiempo. La unidad central de procesamiento o RCX aloja programas, desarrollados previamente en un computador, que permiten al robot ejecutar sus tareas independientemente. Es decir, los programas son cargados sobre el RCX y en consecuencia el robot actúa sin intervención del computador. Los programas son bajados del computador al RCX usando el puerto serial de la máquina y una torre infrarroja para la comunicación con el robot (esta conexión inalámbrica se puede usar para mantener transferencia de información permanentemente con el computador). La programación del robot puede ser realizada en cualquier lenguaje de programación, por ejemplo, JAVA o C.

2. Objetivos

Este proyecto se aboca a estudiar, implantar y comparar diferentes estrategias de automatización de procesos bajo las perspectivas de robótica con telepresencia y/o autonomía. Para ello se desarrollarán librería para aplicaciones cliente/servidor que manejen la telepresencia y se usarán técnicas de inteligencia artificial para reflejar la autonomía en el control robótico.

Los objetivos específicos constituyen la realización de distintos experimentos para evaluar sobre la misma arquitectura de hardware, diferentes modelos de software y algoritmos. En particular todas las tareas se centran en problemas de navegación robótica, es decir, el desplazar el robot en ambientes con obstáculos. Los experimentos son:

- Montar un prototipo de control a distancia de un robots a través de una red local, utilizando herramientas de programación cliente/servidor (telepresencia)
- Desarrollar un algoritmo para mantener un robot orientado al desplazarse en un recinto con una geometría específica, desconocida para el robot (autonomía)
- Adecuar un algoritmo de aprendizaje para permitir a un robot “capturar” otro robot con una estrategia de evasión (autonomía)

Todas estas tareas están asociadas a Trabajos Especiales de Grado (TEG) que cumplen con objetivos particulares y que en este proyecto se conjugarán en un sólo enfoque ya que todos tienen un factor común: automatización por medio de robots *legomindstorm*. Los TEG que sustentarán estos objetivos son:

- *Sistema Autónomo de Desplazamiento en Robots con Reconocimiento de Patrones Geométricos Regulares*, Brs. D. Dos Santos y R. Peñalver.

- *Desarrollo de una Aplicación para Ambientes Distribuidos que Permita Controlar un Robot de Forma Remota*, Brs. D. Bejarano y K. Martínez.
- *Sistema Autónomo de Inteligencia Artificial para Orientar Intersección de Objetivo Móvil de Comportamiento Evasivo Aplicado a Robótica*, Brs. C. Leiva y G. Puma.

En cada uno de estos TEG, se hará énfasis en el desarrollo del software, utilizando técnicas de inteligencia artificial, donde sea necesario, y sobre todo con algoritmos de aprendizaje para adaptarse a entornos cambiantes. Esto potenciará las capacidades del robots para permitirle la toma de decisiones ante situaciones imprevistas.

3. Recursos y relevancia para la institución

Este proyecto está adscrito al Grupo de Inteligencia Artificial y Robótica (GIAR), que además de dirigir en promedio tres TEG por año, dicta la electiva “Inteligencia Artificial y Robótica” para los estudiantes de la Escuela de Ingeniería Informática. En consecuencia, como efecto colateral del proyecto, se formará personal capaz de enfrentar los retos que implican la automatización, tanto desde el punto de vista tecnológico como humano.

Los Trabajos Especiales de Grado concluidos bajo la dirección de GIAR son:

- *Diseño y Construcción de un Robot Autónomo con el Módulo RCX1.0 para Ambientes no Predeterminados*, Br. Oscar Carrasquero y Br. Eduardo Filacchione.
- *Construcción de Aplicaciones que Interactúen con un Robot a partir de un Componente JINI*, Br. Daniel Vera.
- *Programación de una Aplicación que Interactue con un Robot RCX1.5 Mediante el Reconocimiento de Patrones*, Br. E. Sanley.

De ellos se ha logrado la publicación de un artículo en una conferencia internacional:

- *W. Pereira y D. Vera, Distributed Platform for Control of Robots at Distance, 6th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2002), Orlando, USA, 14-18 Julio 2002.*

Por otro lado el primero de los TEG de la lista anterior (*Diseño y Construcción de un Robot Autónomo con el Módulo RCX1.0 para Ambientes no Predeterminados*) fue premiado en el III Encuentro Estudiantil de IEE Venezuela . Allí se entregan premios a las mejores Tesis de Grado en las áreas de eléctrica, electrónica y computación. Este TEG obtuvo el 3^{er} lugar en la categoría de tesis de grado en computación.

Todos estos trabajos son coordinados y tutoriados por el Prof. Wílmer Pereira, jefe de GIAR.. El grupo de investigación cuenta con un área de aproximadamente 20 m² donde están dispuestos:

- 2 robots *legomindstorm*
- 1 Patrol-full-cam
- 1 estación de trabajo UltraSparc de SUN MicroSystem
- 1 computador personal Pentium 3 de IBM

Para el proyecto se pretende repotenciar el computador personal para trabajar con el software de programación del robot más eficientemente (actualmente el PC es muy lento pues tiene poca memoria RAM). Por ello se solicita más memoria RAM y un disco duro de mayor capacidad. Además se requieren 2 nuevos *kits legomindstorm*, pues uno de los TEG requiere de dos robots que no dispone el grupo de investigación. Por último, se deben comprar varios tipos de sensores: seis sensores ultrasónicos, tres para cada nuevo robot, lo que permitirá controlar sus desplazamientos; y seis sensores de rotación para afinar los desplazamientos de los robots. Estos sensores son necesarios debido a:

- Los sensores de ultrasonido para la navegación robótica son de comprobada eficacia. Evalúan mejor la distancia que los sensores infrarrojos y que los sensores de contacto por ser pasivos y limitados para representar su entorno directo.
- Los sensores de rotación permiten tener precisión en los movimientos de los robots.

4. Resultados y perspectivas

Todos los experimentos se centran en problemas de navegación robótica, la cual consiste en desplazar un robot móvil en un ambiente desconocido con sensores que permiten percibir el medio ambiente. Gracias a esto el robot construye un modelo de su entorno y toma las acciones que lo acerquen al objetivo. Así el hilo conductor de este proyecto es la navegación robótica con autonomía o no dependiendo de la aplicación (privilegiaremos el uso de la semi-autonomía).

Inicialmente se realizará una exhaustiva búsqueda bibliográfica sobre robótica e inteligencia artificial que servirá de insumo a todos los TEG y quedará como material para la electiva que se dicta adscrita a GIAR. La siguiente fase será el desarrollo de los experimentos, apoyados en la misma arquitectura de hardware (*legomindstorm*) pero variando los modelos de software. Por último se llegará a la consolidación de las líneas de investigación y presentación de resultados. Para ello se publicarán los resultados en una conferencias arbitrada, si es posible, a nivel internacional para validar el trabajo.

Hay un impacto indirecto de esta propuesta sobre el aparato productivo del país ya que, gracias a la electiva “Robótica e Inteligencia Artificial”, los estudiantes desarrollan habilidades y destrezas para insertar la automatización en la industria venezolana.

Este proyecto es además la punta de lanza para un proyecto más ambicioso que será la instalación de una línea de producción industrial. Para ello se requerirán de más equipos programables como: brazos robóticos y AVG (*Automated Vehicle Guided*). Ya se ha conversado con profesores de la Escuela de Ingeniería Industrial, para arrancar después de finalizado este proyecto, el montaje de una línea de producción industrial (de hecho la Escuela de Ingeniería Industrial ya cuenta con un robot y están en proceso de adquirir algunos de los equipos necesarios para instalar una línea de producción).