

LA ROBÓTICA Y LOS JUGUETES TECNOLÓGICOS: UNA HERRAMIENTA PARA LA ENSEÑANZA

Francisco J. Zamora N.*

El interés en las aplicaciones de la microelectrónica a la robótica y el control no es nuevo. No obstante en este artículo se describe un uso verdaderamente innovativo de dicha tecnología, que permitió crear el "mejor juguete del año 1998" en Estados Unidos: "LEGO MINDSTORMS ROBOTICS INVENTION SYSTEM (RIS)", un sofisticado pero, paradójicamente, sencillo sistema de desarrollo de robots prototipo. LEGO se ha caracterizado por una amplia tradición en el diseño de juguetes "mecano" para el desarrollo de la creatividad de niños y jóvenes pero su último producto, desarrollado en los laboratorios del MIT, dista mucho de ser un simple juguete. El RIS es un novedoso sistema de desarrollo de robots autónomos, multipropósito, programables vía IR por PC mediante una poderosa interface multimedia bajo Windows y con el soporte de Internet. Se discuten aquí sus características, operación, aplicaciones, potencialidad y desventajas.

Introducción

Son muchas las personas adultas que sienten un especial interés, en ocasiones furtivo, por los juegos tipo "mecano", de gran popularidad entre niños y jóvenes. Quienes conocen el tema estarán de acuerdo en que en este campo, la firma LEGO ha liderado el mercado con productos de alta calidad, flexibilidad, creatividad, pero desafortunadamente, también elevado costo. Aunque el objetivo del presente artículo dista mucho de tener fines publicitarios, es importante reconocer el esfuerzo de LEGO por este desarrollo singular, que puede ser la base para una nueva concepción de la enseñanza de la robótica en las instituciones educativas colombianas de todo nivel.

El "LEGO-MINDSTORMS ROBOTICS INVENTION SYSTEM", que en adelante se denominará por su acrónimo "RIS", es el resultado de una amplia experiencia de sus fabricantes en el campo empresarial, didáctico, mecánico, y ahora electrónico. El RIS es, por lo tanto, un producto interesante de la tecnología contemporánea que presenta varias perspectivas dignas de ser estudiadas por educadores, ingenieros y administradores.

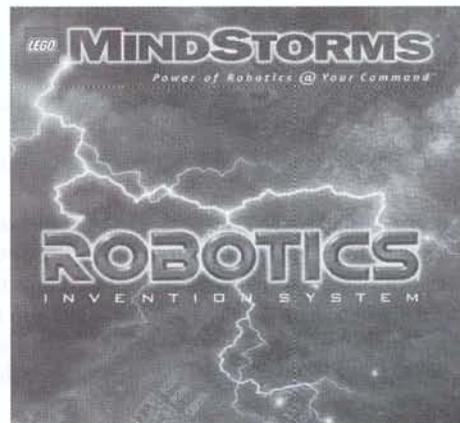


Figura 1. Presentación del RIS de LEGO

* Ingeniero Electrónico Universidad Distrital Francisco José de Caldas, docente tiempo completo adscrito a la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

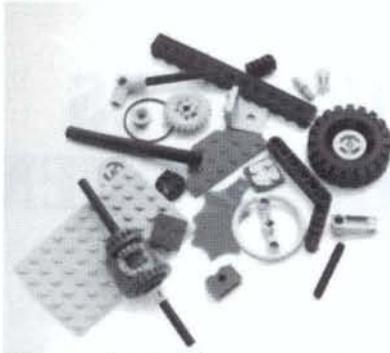


Figura 2. Algunas de las 727 piezas del RIS.

Antecedentes

Tradicionalmente la enseñanza de la robótica había sido tema para gurús, rodeada de complejos modelos teóricos y engalanada con exóticos prototipos electrónicos y mecánicos que hacían presumir la presencia en la vecindad de completos laboratorios, talleres y por supuesto, de un manicomio. Claro está que con modesta tecnología y mucho ingenio es posible construir sencillos brazos mecánicos o pequeños vehículos con movimientos autónomos o controlados a distancia; pero en general los diseñadores de este tipo de "robots criollos" coinciden en que los prototipos resultantes y su desempeño nunca revelan a cabalidad el enorme esfuerzo realizado para su construcción.

La utilización de materiales de calidad, ergonómicos, modulares, reutilizables y adaptativos, ha sido siempre una de las metas de los diseñadores en robótica. Pero en realidad ha sido la alianza de prestigio entre LEGO y el MIT (Massachusetts Institute of Technology) la que ha dado origen a



Figura 3. Un prototipo de robot autónomo RIS

una implementación verdaderamente simple y versátil de la robótica en el aula normal. Desde hace ya varios semestres el MIT imparte dentro de sus programas regulares de ingeniería cursos de robótica basados en los modelos de LEGO. También son populares las competencias de habilidades entre robots desarrollados como proyectos de estos cursos. Cabe destacar que seguramente los investigadores norteamericanos ya superaron la perplejidad que produce el destinar un rubro presupuestal importante (dado los elevados costos de los conjuntos LEGO) para adquirir juguetes para niños.

Con el RIS se hace patente que la mejor manera de aprender es haciendo: "El conocimiento es únicamente parte de la comprensión. La genuina comprensión viene de las manos-a-la-experiencia"¹

¿Qué es el Robotics Invention System?

Es el núcleo de una nueva línea de productos tecnológicos del grupo LEGO, resultado de una perseverante alianza con el MIT. El RIS permite diseñar y programar robots reales que se pueden mover, actuar y "pensar" por sí mismos. Con el RIS se puede crear cualquier cosa: desde una alarma de intrusos sensible a la luz hasta un robot que siga una pista, moviéndose alrededor de obstáculos y evadiendo rincones oscuros.

El cerebro del RIS es el módulo RCX, un microcomputador que puede programarse usando un PC o puede ejecutar sus propios programas internos de demostración. El RCX utiliza sensores para capturar información de su entorno, procesar datos e indicar a los motores que se enciendan y apaguen. El esquema básico de interacción se aprecia en la Figura 4.

Inicialmente se diseña y construye el robot utilizando los diversos bloques LEGO y el módulo RCX y luego se desarrolla el programa para dicha invención utilizando el código del RCX, que es un simple pero potente lenguaje gráfico de programación. El código RCX hace parte del software que viene en el CD-ROM del RIS. Luego se transfiere el programa

1. Dr. Seymour Papert. Profesor LEGO del Learning Research MIT Media Lab

ma al RCX usando un transmisor infrarrojo especial conectado a un puerto serial del PC. Ahora el robot podrá interactuar con el entorno, de una manera totalmente independiente del PC.

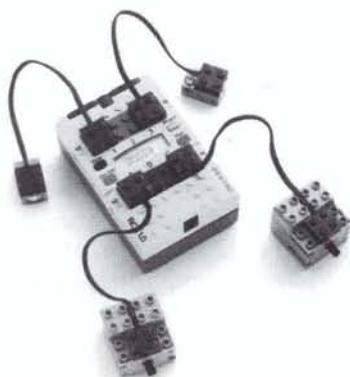


Figura 4. Módulo RCX del RIS, con algunos sensores y actuadores.

El Controlador RCX

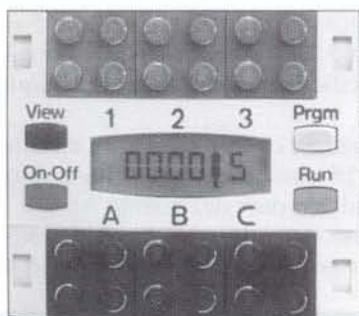


Figura 5. Panel del controlador RCX.

Es un interesante dispositivo microelectrónico que consta de un módulo de alimentación con un compartimiento para baterías (6 X 1.5 Voltios, tipo AA), pero también se puede alimentar a través de un conector para adaptador AC/DC externo. El nivel de las baterías se puede verificar a través de la interface IR en un recuadro del panel de configuración en el PC. Posee auto apagado para economizar energía después de 15 minutos de inactividad.

Posee tres puertos de entrada (1,2,3 en la Figura 5) que son puntos de conexión para sensores (luz, contacto, temperatura y rotación – estos dos últimos no vienen dentro del conjunto básico RIS-). Consta también de tres puertos de salida (A,B,C

en la Figura 5) para conectar servo motores LEGO o dispositivos indicadores como luces.

En el RCX se encuentra un despliegue LCD y cuatro botones que controlan el encendido general, selección de programa, selección de variable de entrada o salida a visualizar (estado de sensores o velocidad de motores) y ejecución de programa seleccionado. El LCD muestra el modo de operación del RCX, estado de baterías, estado de comunicación infrarroja, puertos activos y dirección de movimiento de motores, y estado de ejecución de programas, según los botones seleccionados.

El RCX contiene cinco programas almacenados en fábrica, los cuales se pueden seleccionar y ejecutar sin necesidad de conexión a PC. Estos programas se sobrescriben por programas alternativos creados en el PC y almacenados en la memoria a través del módulo de comunicación infrarroja IR. En la Figura 6 se presenta un esquema del proceso.

El módulo IR establece una conexión inalámbrica entre el computador PC y el RCX cuando se conecta al puerto serial mediante un cable (Figura 6). Posee dos rangos de comunicación: uno corto que soporta distancias entre 10 y 15 centímetros, y uno largo, que puede establecer comunicación de hasta 27 metros en línea de vista ininterrumpida. Se recomienda no usar bajo luz directa del sol para evitar dificultades en la comunicación. El transmisor infrarrojo necesita alimentación adicional, obtenida de una batería de 9 voltios que se instala dentro del mismo.



Figura 6. Comunicación infrarroja bidireccional (IR) entre el PC y el RCX

Para poder ejecutar los programas alternativos creados en el PC es necesario "bajar" (downloading) previamente el sistema operativo del RCX, que se denomina "firmware", el cual se encarga de ejecutar las instrucciones del lenguaje visual RCX.

El Software del RIS

Para dar soporte a la interacción usuario-fabricante-otros usuarios, el software del RIS presenta una sofisticada interface elaborada con Macromedia Director y QuickTime e inspirada en la operación de la mayoría de los browsers de Internet. El menú principal se puede apreciar en la Figura 7.

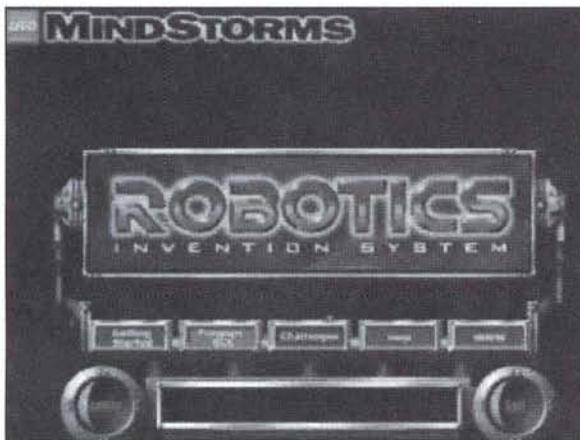


Figura 7. Menú principal del software del RIS

Dado que el producto está pensado fundamentalmente para personas muy jóvenes (mayores de 12 años), los elementos lúdicos y de ciencia ficción son característicos de todos los módulos de software del RIS.

Inicialmente se ejecuta el modo de entrenamiento guiado que incluye un tour, configuración, y las seis "misiones" del centro de entrenamiento. Desde el menú principal se pueden acceder los módulos de Iniciándose, Programación RCX, Retos (disponible sólo con conjuntos de expansión), ayuda y acceso al web site del RCX² donde se puede encontrar información actualizada, proyectos de otros usuarios y se pueden compartir los diseños propios.

El Código RCX

Es uno de los aspectos más interesantes. Con el fin de suministrar la mayor versatilidad, potencialidad y a la vez sencillez, el sistema de programación del RCX implementa un entorno gráfico de programación bastante completo. Los programas del RCX se construyen a partir de una pila ("stack") de subprogramas o bloques funcionales dedicados a funciones muy específicas, en tres categorías (Figura 8):

- Bloques de código RCX que ejecutan comandos -15 comandos diferentes- (por ejemplo encender motor del puerto A).
- Bloques de código RCX tales como Vigías de Sensores (7) y Controladores de la Pila (5).



Figura 8. Ejemplo de programación en código RCX

2. www.legomindstorms.com

Controlan la ejecución seleccionando y verificando determinados sensores, repitiendo comandos en la pila un número de veces, y/o iniciando pausas en la ejecución de comandos.

- Bloques de código RCX que contienen comandos creados por el usuario ("macros").

Adicionalmente existe un panel de prueba que permite verificar dirección de giro y temporización de motores, estado actual de sensores a medida que se programa el código RCX. Esto permite adecuar las instrucciones a las condiciones actuales del hardware.

El almacén de programas tiene el aspecto de una banda transportadora y desde allí se pueden almacenar, recuperar y editar programas, cargar programas de ejemplo (12 suministrados en el CD-ROM).

La sección de RETOS ("challenges") es una de las más interesantes, pues invita al usuario a crear máquinas capaces de realizar determinadas tareas, cuyo rendimiento es medible y observable. Tiene una sección para el RIS con tres tipos de robots: "Robo", "Pathfinder" y "Acrobot" cada uno con cuatro niveles de dificultad.

Tiene también otras tres secciones para crear "Robosports" (robots que emulan actividades deportivas -Fig. 9 y Fig. 10-), "Extreme Creatures" (robots emulando actividades de animales e insectos - Fig. 14-) y "Exploration Mars" (se pueden construir robots para operación remota en entornos simulados de exploración espacial, controlados a través de una cámara). Estos tres últimos son módulos de expansión y se deben adquirir por separado.

Cabe aquí destacar que con la arquitectura de software suministrada se da pleno soporte a programación de eventos concurrentes (multitarea) y adicionalmente al desarrollo de software de comunicaciones, dado que el RCX se comunica no solamente con PC sino también con otros RCX, lo cual despliega posibilidades muy interesantes en el campo de la robótica, inteligencia artificial y comunicaciones.

En la Figura 11 se aprecia la conformación típica de un robot básico a partir de sus piezas. En la Figura 12 se ilustra el entorno de desarrollo del RCX y en la Figura 13 se muestra cómo se pueden diseñar prácticas en donde los robots se adiestren para realizar actividades como apilar bloques en sitios específicos.



Figura 9. Aspectos de los "RoboSports"

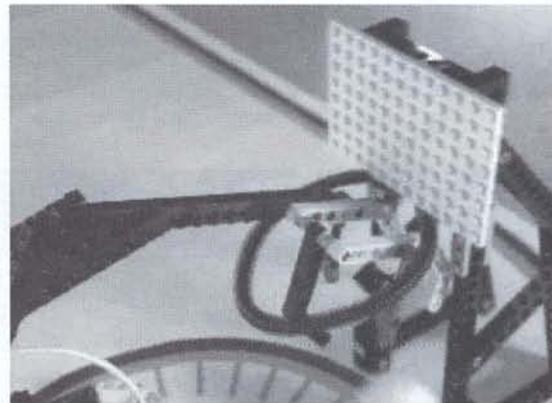


Figura 10. Aspectos de los "RoboSports"

En posteriores artículos se describirán en detalle algunas aplicaciones y el conjunto de instrucciones del RIS.

Conclusiones

El sistema de invención de robots RIS de LEGO es una excelente herramienta para iniciarse en la robótica. Conjuga el estado del arte en programación, microelectrónica, sensores, actuadores, comunicaciones e internet. Aunque está principalmente diseñado para niños a partir de 12 años, es un potente sistema que merece ser explorado en entornos académicos e investigativos. De esta grata labor pueden surgir soluciones acordes con problemas tradicionales en el aula y la industria. La combinación de la tecnología de punta que hacen

LEGO y el MIT en el sistema RIS sienta un precedente en la búsqueda de paradigmas de educación en tecnología.

Sus principales desventajas son su elevado costo (U\$ 212 en Estados Unidos) y la falta de información técnica más detallada sobre el producto (espe-

cialmente sobre la comunicación IR y el "firmware" del RCX), necesaria para que investigadores y estudiantes realicen más fácilmente su labor y generen nuevas aplicaciones que superen el entorno lúdico. Se espera que LEGO suministre sobre demanda este tipo de información a universidades e investigadores independientes.

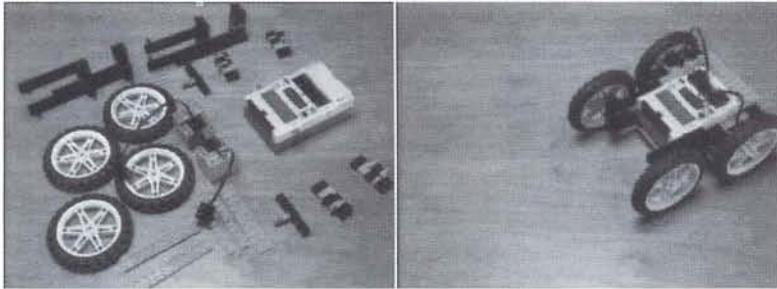


Figura 11. Ensamble básico de un robot con RIS



Figura 12. Entorno de desarrollo RIS

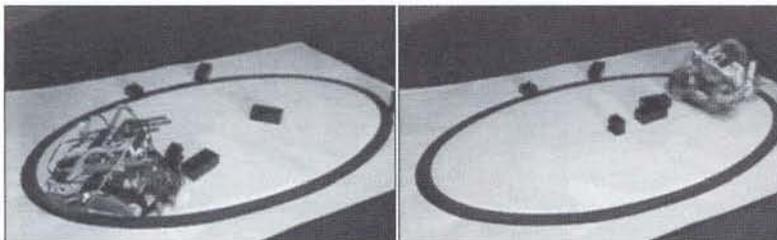


Figura 13. Robot RIS apilando bloques LEGO



Figura 14. Ejemplo de robot "Extreme Creature"

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LEGO, Mindstorms robotics invention system, Manual de usuario, primera edición, 1998.
- LEGO, Mindstorms robotics invention system, CD-ROM, versión 1.0 para Windows 95, 1998.