

Propuesta de una Plataforma para la Difusión de la Robótica Móvil: E-SMART

Proposal for a Platform to the Diffusion of Mobile Robotics: E-SMART

Jovani Alberto Jiménez Builes, PhD., Demetrio Arturo Ovalle C., PhD., John Fredy Ochoa G., Ing.
GIDIA: Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial
Escuela de Ingeniería de Sistemas
Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín
{jajimen1, dovalle, jfochoa}@unal.edu.co

Recibido para revisión 28 de Noviembre de 2007, aceptado 14 de Febrero de 2008, versión final 28 de Febrero de 2008

Resumen—Durante las últimas décadas investigadores e industrias han propuesto y desarrollado kits para la construcción de robots, diseñados para estimular el aprendizaje de conceptos de áreas como la matemática, física, informática y mecánica. Productos como LEGO Dacta, LEGO CyberMaster y LEGO MindStorm se usan en instituciones educativas dentro de proyectos de trabajo con niños y jóvenes. En este artículo se presentara la propuesta E-Smart que pretende ser una plataforma integral para la apropiación de conocimientos de tecnología a través del estudio y desarrollo de sistemas robóticos.

Palabras Clave—Computación y sociedad, robótica móvil, laboratorios remotos, robótica educativa.

Abstract—During the last decades researches and industries have proposed and developed kits for the construction of robots, designed to stimulate the learning of concepts from areas like mathematics, physics, informatics, and mechanics. Products like LEGO Dacta, LEGO CyberMaster y LEGO MindStorm are used in educative institutes inside of projects to work with young and children. The present article will show the proposal E-Smart what try to be an integral platform for the appropriation of knowledge in technology throughout the study and development of robotic systems.

Keywords—computing and society, mobile robotics, remote laboratories, educative robotics.

I. INTRODUCCIÓN

La tecnología está presente en muchos de los elementos que nos rodean en la vida cotidiana, sin embargo, sus conceptos y prácticas suelen estar alejados del pensamiento de grandes

sectores de la población.

Durante las últimas décadas investigadores e industrias han propuesto y desarrollado cierto número de kits para la construcción de robots, con el deseo de estimular el aprendizaje de conceptos y métodos relativos a áreas como matemáticas, física, informática y mecánica [1]. Productos como LEGO Dacta, LEGO CyberMaster, y LEGO MindStorm se encuentran en el mercado y se usan con frecuencia en universidades e instituciones educativas dentro de proyectos de trabajo con niños y jóvenes.

Estos kits han sido desarrollados de acuerdo con los principios educativos derivados de las teorías de desarrollo cognitivo de Jean Piaget [2]. Este enfoque indica que en el centro de todo proceso de aprendizaje es el papel activo de quien aprende el que amplía su conocimiento a través de la manipulación y construcción de objetos. De esta manera experimentos básicos ayudan a los estudiantes a asimilar conceptos que, de otro modo, serian abstractos y confusos. Los niños asimilan nociones de dinámica y complejidad a través de la construcción de sistemas compuestos por varios componentes de hardware y software [3].

Un laboratorio virtual es un sistema computacional donde se pretende seguir el protocolo para practicas que se sigue en un laboratorio tradicional solo que los instrumentos de medida y los fenómenos se observan mediante objetos dinámicos (aplicaciones de Java, PHP, JavaScript, entre otros) [4]. El desarrollo de nuevas tecnologías en teleinformática y la evolución en la complejidad de las prácticas en los laboratorios virtuales han hecho que estos últimos evolucionen a laboratorios

remotos donde los instrumentos de medición, no programas que los emulan, se acondicionan de manera que sean accesibles desde una Intranet o desde Internet de forma que el estudiante pueda hacer mediciones de fenómenos reales sin necesidad de estar presente en el laboratorio tradicional [5]. En la actualidad los laboratorios remotos se utilizan en varias universidades para la enseñanza de áreas como la física, la electrónica, y siendo de particular interés para la propuesta presente, la automatización y la robótica. Estos últimos ya se han valorado como espacios colaborativos para la inserción de la informática en la educación media [6], como herramientas para el apoyo, no el reemplazo, del docente en la educación en tecnología [7], y para el estudio de los sistemas de control en tiempo real [8].

Con el interés de estimular el estudio y apropiación de la tecnología se ha propuesto en la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, una plataforma para la enseñanza de la robótica. La plataforma se ha planeado con los elementos suficientes de manera que permita la enseñanza de manera remota, esto es, como laboratorio remoto.

El artículo está distribuido de la siguiente manera: en la sección dos se realiza la propuesta de la plataforma, en la sección tres se exponen algunos de los resultados y finalmente en la sección cuatro se discuten algunas conclusiones y expectativas futuras del proyecto.

II. PLATAFORMA E-SMART

La propuesta presentada en el artículo pretende tener elementos que permiten tanto el desarrollo de experimentos desde una perspectiva tradicional, in-situ, como de una manera virtual y remota. Para lograr este acometido se han desarrollado dentro del proyecto del Sistema Multi-Agente Robótico (SMART) [9] un conjunto de elementos tanto hardware como software que permitan la conexión entre las plataformas robóticas y computadores con posible acceso a redes y en especial a Internet.

El proyecto SMART en su enfoque educativo ha detectado un conjunto de elementos necesarios para la obtención de un modelo de plataforma para la enseñanza de robótica como son: plataformas modulares que faciliten el entendimiento de conceptos mecánicos, eléctricos e informáticos; páginas y documentos que puedan ser accedidos desde la Web a manera de guías con un contenido teórico lo más ilustrativo posible; un simulador de robots móviles que permita la validación de conceptos de robótica sin la necesidad de acceder a los robots directamente, este elemento, además de permitir adquirir mejores destrezas en el campo de la programación y la informática, ayudara a que los estudiantes asimilen mejor los conceptos en robótica antes de empezar a trabajar con los robots reales; finalmente, es más que deseable que los robots se puedan manipular tanto directamente como de forma remota, esto con el fin de aumentar el grado de acceso a la plataforma educativa. De la unión de todos estos surge la plataforma Educativa SMART: E-Smart.

A Robots en el proyecto E-SMART

El proyecto SMART cuenta en la actualidad con tres robots que tienen capacidad de sensado de distancia y proximidad de objetos en sus cuatro direcciones, sensado de cantidad de movimientos a través de encoders, programación en C al contar cada uno con un procesador de 8 bit de la familia 68HC08 de freescale, tracción diferencial, y dispositivos de comunicación serial RS232 o inalámbrica mediante módulos de radiofrecuencia marca LINX (Figura 1). En la actualidad se están adelantando otras cinco plataformas las cuales están diseñadas de manera similar a las propuestas por Valentino Braitenberg [10], contando también con la posibilidad de programarse en lenguaje C y de comunicarse con el computador mediante el puerto serial.

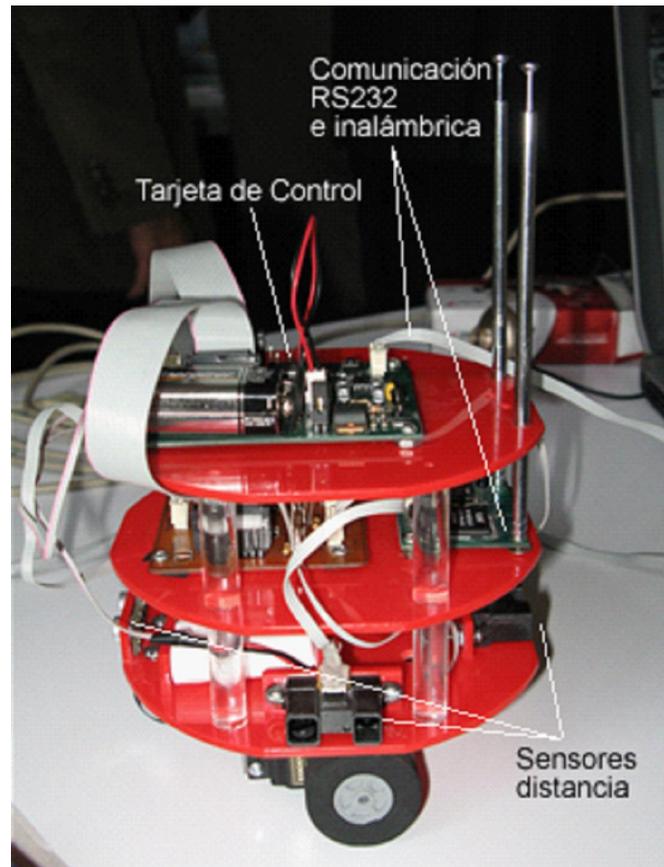


Fig. 1. Plataforma del proyecto SMART con algunos de sus módulos resaltados.

B Documentos e Información

Desde sus inicios el proyecto SMART se ha publicado en la Web de manera que toda la experiencia recogida en el proyecto se ha tratado de condensar en documentos de libre divulgación al público. Bajo esta línea de trabajo se ha comenzado a hacer una recopilación de material de un carácter más didáctico de manera que sirva como manuales y tutoriales a la comunidad interesada que apenas está comenzando a trabajar en el área de la robótica móvil.

En la actualidad se cuenta en la página con guías tan básicas como historia de la robótica hasta temas mas avanzados como el diseño e implementación de agentes software y tutoriales de lógica difusa entre otros. La figura 2 muestra el aspecto actual

de una de las páginas del proyecto E-SMART, se espera que la intervención del público genere un incentivo para el rediseño constante del sitio.



Fig. 2. Aspecto actual de una de las páginas de proyecto E-SMART.

C. Simulador

Es muy importante que las personas interesadas en trabajar en robótica cuenten con un sistema informático que les permita validar primero hipótesis antes de trabajar directamente con el robot, esto no solo ahorra tiempo, puede evitar accidentes con el robot y por lo mismo ahorrar costos.

En Internet se encuentran gran cantidad de simuladores de robótica móvil existiendo de libre distribución, en dos dimensiones, para programar en C, para correr bajo el sistema operativo Linux, etc. En el proyecto se ha optado por trabajar con el simulador SIMBAD [11]. La figura 3 muestra una captura del simulador. Entre las virtudes del simulador se pueden citar:

- Visualización y sensado 3D.
- Simulación simple o de múltiples robots.
- Sensores de visión.
- Sensores de rango.
- Sensores de contacto.
- Interfaz gráfica para el control.
- Extensiones para el manejo de redes neuronales y algoritmos genéticos.

D. Elementos para la plataforma remota.

Se ha querido desde el comienzo del proyecto que las herramientas presentadas sean accesibles desde la Internet. Para alcanzar este propósito se han buscado arquitecturas que soporten la enseñanza de la robótica de manera remota y se han resaltado ciertos elementos básicos dentro de estas arquitecturas:

- gestor de secciones o bitácoras del trabajo de los diferentes alumnos.
- accesibilidad a simuladores que permitan perfeccionar destrezas adquiridas.
- acceso remoto a una plataforma física programable. La mejor manera de asegurar esto es hacer visible la plataforma en tiempo real mediante el manejo de flujos de video a través de la Web.

Teniendo en cuenta estos elementos se ha planteado una plataforma con los elementos de la figura 4.

Tanto el servidor robot como el de video son aplicaciones Java. El servidor robot permite la captura del estado de los

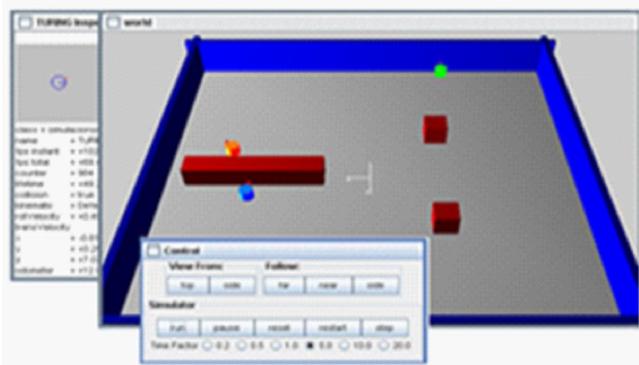


Fig. 3 vista del simulador SIMBAD con tres agentes bajo ejecución.

sensores y el envío de comandos a la plataforma mediante el manejo de información sobre el puerto serial. El servidor de video esta realizado en base a la tecnología JMF [13] y permite el envío de flujo de video sobre la Web. Se han realizado dos aplicaciones: una que captura el video y esta instalada en el laboratorio donde se encuentra el robot y una que se conecta a una dirección IP y puerto específico, y recibe el video que transmite la aplicación que esta del lado del robot, esta ultima aplicación la deberá tener instalada todo cliente que desee monitorear remotamente la plataforma. La figura 5 muestra una imagen con dichos elementos sobre una misma PC. La figura 6 muestra la ventana de la aplicación que permite monitorear el estado de los sensores sobre la plataforma.

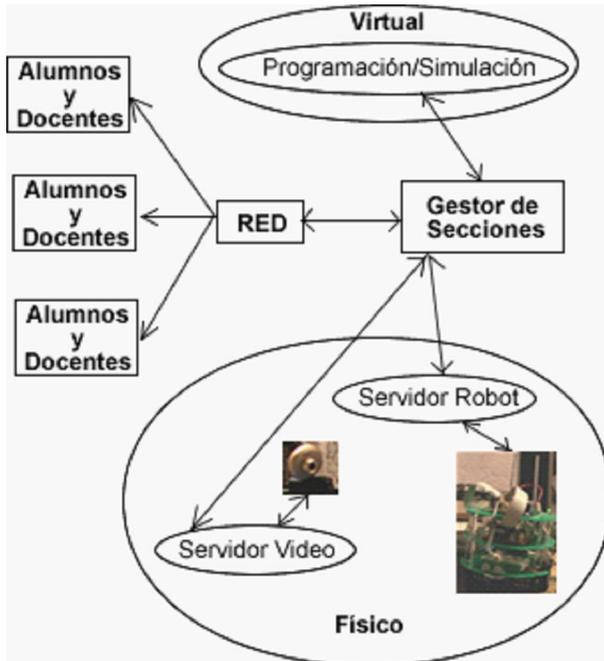


Fig. 4. Propuesta Arquitectura Remota para el proyecto E-Smart

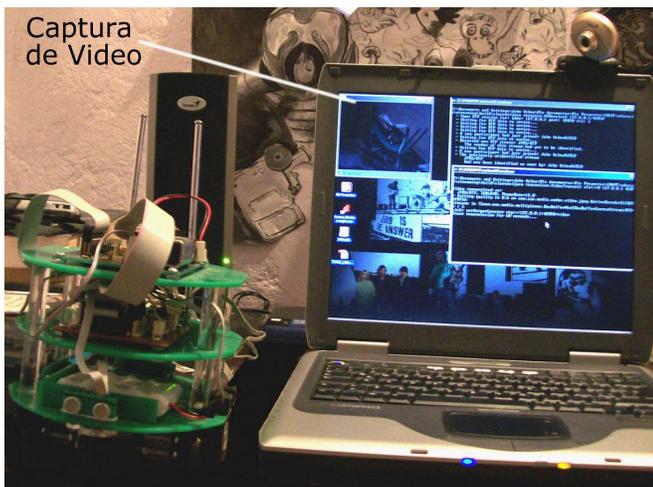


Fig. 5. Aplicaciones para la captura y visualización de las plataformas.



Fig. 6 Monitor remoto del estado de la plataforma.

La idea es que todas estas aplicaciones se descarguen desde el sitio del proyecto y que se comuniquen con el laboratorio remoto mediante un protocolo para el manejo de usuarios bien definido y en el que interviene el gestor de secciones para el control del tráfico de información.

III. RESULTADOS OBTENIDOS

El proyecto E-Smart esta enmarcado en un proyecto más amplio de investigación en robótica cooperativa y agentes inteligentes, el proyecto SMART. Fue de este proyecto de donde surgió la necesidad de incentivar el estudio de la robótica no solo en las instituciones de educación superior sino también entre la población que se encuentra en fases de educación media, técnica y tecnológica. De esta forma el proyecto E-SMART es una invitación que se esta haciendo en la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, para atraer jóvenes e individuos de la comunidad que deseen explorar la tecnología y específicamente la robótica. Como tal, el proyecto SMART sentó las bases necesarias en cuanto a diseño, planificación y gestión de recursos en proyectos de robótica. Aunque en la actualidad solo se cuenta con tres robots móviles ya se han adelantado las herramientas software, como por ejemplo el cliente y servidor de video, y se espera tener para el futuro otras cinco plataformas además de un juego de servomecanismos y adaptaciones tecnológicas generadas a partir de la recolección de elementos eléctricos y electrónicos que han ido quedando a lo largo del proyecto. La propuesta de la plataforma educativa ya ha sido presentada en un evento del área metropolitana de la ciudad de Medellín, donde el interés del público y en especial de los adolescentes permitió corroborar el interés que tienen muchos sectores de la sociedad por conocer mas sobre tecnología que se pueda desarrollar en el país (Figura 7).

En la actualidad el proyecto se encuentra como prototipo por lo que no se han considerado elementos de análisis específicos que permitan medir el desempeño de la plataforma frente a otras existentes, aunque tanto el desarrollo de los robots como de las herramientas software con los elementos para el trabajo sobre entornos distribuidos ha sido efectuado con éxito dejando la posibilidad de escalar toda la plataforma educativa sin la necesidad de incurrir en grandes costos económicos.

IV. CONCLUSIONES

La robótica como área de estudio que integra elementos de mecánica, informática y electrónica esta llamada a ser, bajo el planteamiento adecuado, una herramienta de apoyo en el aprendizaje y adquisición de destrezas en personas de todas las edades interesadas en el desarrollo tecnológico.

Se espera que la plataforma E-SMART pueda ayudar a que los jóvenes de los últimos años de secundaria y primeros semestres de Universidad puedan definir mejor su vocación mediante la interacción con los robots ya que a partir de estos pueden llegar a conocer varios de los elementos que se trabajan en diferentes carreras técnicas, tecnológicas y de ingeniería.

Tanto la plataforma propuesta como los contenidos se encuentran bajo constante evolución, esto es debido a que se espera que la plataforma genere una cobertura lo mas amplia posible.

Se espera que en el futuro se pueda contar por lo menos con un aula en la cual se pueda llevar el proyecto a diferentes sectores de la población. Será a partir de este momento que la producción de conclusiones teóricas transferibles servirá como medida para valorar los resultados de la propuesta.



Fig. 7 Presentación de la plataforma -2007-.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo se enmarca dentro del proyecto de investigación "Sistema Multi-Agente Robótico para la Navegación Colaborativa en Escenarios Estructurados" (30805961) auspiciado por la Dirección de Investigación de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín (DIME).

REFERENCIAS

- [1] Martin, F. G, "Circuits to Control: Learning Engineering by Designing LEGO Robots". Ph. D. Thesis. 2000. MIT, Boston
- [2] Piaget, J. Inhelder, B. "La psicología de L'enfant". 1966. Paris. P.U.F
- [3] Kafai, Y. Resnick, M. "Constructionism in practice: Designing, Thinking and Learning in a Digital World." Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum. 2002
- [4] L. Rosado y J.R. Herreros, "Internet y Multimedia en Didáctica e Investigación de la Física". Tratado teórico- práctico para profesores y doctorandos, Madrid, UNED, 2004
- [5] F.J. González-Castaño, L.E. Anido Rifón, J. Vales Alonso, M.J. Fernández Iglesias, M. Llamas Nistal, P.S. Rodríguez Hernández, J.M. Pousada Carballo. "Internet access to real equipment at computer architecture laboratories using the Java/CORBA paradigm", Computers & Education, 36(2), pp. 151-170. 2001.
- [6] L. Sanchez, J. Rodríguez, R. Narváez. "Un laboratorio escolar de robótica remoto en ambiente colaborativo". Disponible: http://colos.fcu.um.es/TICEC05/TICEC05/54_567.pdf. Fecha de acceso: 26-11-2007
- [7] M. Domínguez, P. Reguera, J.J. Fuertes, "Laboratorio remoto para la enseñanza de la automática en la universidad de León." Revista iberoamericana de automática e informática industrial (RIAI), ISSN 1697-7912, Vol. 2, N.º. 2, 2005, pags. 36-45.
- [8] A. Valera, M. Vallés, J. Tornero, "LABCONROB: laboratorio remoto de control en tiempo real de sistemas robotizados". Disponible en: http://www.cea-ifac.es/actividades/jornadas/XXI/documentos/ja00_053/ja00_053.pdf . Fecha de acceso: 26-11-2007
- [9] J. Jiménez, M. Vallejo, J. Ochoa, "SMART: Sistemas Multi-Agente Robótico". Artículo en revisión. 2007.
- [10] V. Braitenberg, "Vehicles, experiments in Synthetic psychology." Cambridge, MA : MIT Press. 1992.
- [11] L. Hugues, N. Bredeche, "SIMBAD Project". Disponible en: <http://simbad.sourceforge.net/index.php>. Fecha de acceso: Junio de 2007.
- [12] L. Sánchez, J. Rodríguez, R. Narváez, "Hacia un laboratorio escolar de robótica remoto", Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación, Río Cuarto, 2005.
- [13] Java media Framework Project. <http://java.sun.com/products/java-media/jmf/>. Fecha de acceso: Enero 2008.



Jovani Alberto Jiménez Builes. Profesor Asistente, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Coordinador de Servicios Académicos Virtuales de la UNAL Sede Medellín. Coordinador de la Comisión Pedagógica de la Facultad de Minas. Doctor en Ingeniería Sistemas e Informática, Universidad Nacional de Colombia. Pasantía Doctoral Grupo de Inteligencia Artificial Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Brasil. Magister en Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. Licenciado en Docencia de Computadores, Universidad de Medellín - Colombia. El área de énfasis de su investigación es Inteligencia Artificial, más específicamente Inteligencia Artificial en Educación, Sistemas Tutoriales Inteligentes, Sistemas basados en CBR (CaseBased Reasoning) y Técnicas de Planificación Instruccional.

Adicionalmente, trabaja sobre un proyecto de Robótica Colaborativa utilizando Técnicas de Inteligencia Artificial Distribuida.



Demetrio Arturo Ovalle Carranza. Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Director de la Escuela de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín. Director del GIDIA: Grupo de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial, Categoría A de Colciencias. Ingeniero de Sistemas y Computación, Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia (1984). Magíster en Informática del Institut National Polytechnique de Grenoble, Francia (1987). Doctor en Informática de la Université Joseph Fourier, Francia (1991). El área de énfasis de su investigación es Inteligencia Artificial, más específicamente Sistemas Híbridos Inteligentes integrando Redes Neuronales, Sistemas de Lógica Difusa y Sistemas Multi-Agente aplicados a la Simulación de los Mercados de Energía y a la Detección de Fallas en Líneas de Transmisión. Otros tópicos de investigación que trabaja actualmente son: Inteligencia Artificial en Educación, Sistemas Tutoriales Inteligentes, Sistemas basados en CBR (Case- Based Reasoning) y Técnicas de Planificación Inteligente aplicadas a la Construcción de Sistemas de Composición de Servicios Web.



John Fredy Ochoa Gómez Ingeniero de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. Asistente de investigación del proyecto SMART: Sistema Multi-Agente Robótico para la Navegación Colaborativa en Escenarios Estructurados. Las áreas de interés comprenden: Sistemas Multi-Agente Robóticas, Lógica Difusa, Planificación Automática y Sistemas Evolutivos.