



PLATAFORMAS ABIERTAS HARDWARE/SOFTWARE PARA APLICACIONES EN ROBOTICA

Carlos Camargo*

*Universidad Nacional de Colombia,
cicamargoba@unal.edu.co

Palabras Clave: Robótica (robotics), transferencia tecnológica (technology transfer), sistemas embebidos (embedded systems),

Area Tematica: Robótica.

ANTECEDENTES

La robótica Móvil representa un campo de investigación que crece rápidamente. En la actualidad existe un gran número de grupos que trabajan en diferentes áreas, entre los que se encuentran: El proyecto Swarm-bots [1], [2], Interaction Labs (USC) [3] [4], e-puck (robot educativo EPFL) [5], MIT Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory [6]. De las experiencias obtenidas de estos proyectos, se deduce, que para desarrollar algoritmos aplicables en robótica, es necesario contar con plataformas Hardware y Software que permitan validar los algoritmos y modelos computacionales propuestos. La característica común de los proyectos ya mencionados es la implementación física de los algoritmos sobre robots reales.

El Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional de Colombia ha venido trabajando en el desarrollo y adaptación de metodologías de diseño y técnicas de fabricación de sistemas embebidos [8], [9], [10]. [11], [12], [13], [14], como resultado de estos estudios se desarrollaron herramientas abiertas que permiten ser estudiadas, utilizadas y modificadas (incluso con fines comerciales), lo que ahorra años de investigación en el área para los usuarios (cualquier persona interesada) de estos conocimientos. Adicionalmente, se generó una metodología para la transferencia tecnológica en el área de diseño de sistemas embebidos, la filosofía detrás de esta metodología hace un tratamiento del conocimiento como un bien común, (comparable con los recursos naturales de una comunidad) por lo que el acceso a dicho bien es un derecho y no existe ninguna restricción para acceder a sus beneficios.

MOTIVACIÓN

En la mayoría de los estudios realizados en el país en el área de robótica se utilizan plataformas comerciales para la implementación de los algoritmos de control, esta práctica genera dependencia tecnológica hacia economías más desarrolladas y limita el campo de acción de nuestros profesionales a la integración de software y hardware. Adicionalmente, los estudios son realizados por grupos de investigación conformados por solo un tipo de profesional (ing. eléctrico/electrónico, de sistemas, mecánico o mecatrónico) lo que genera que la solución presentada a un determinado problema es atacado desde un solo punto de vista, descuidando otros factores, por ejemplo, los electrónicos dedican mayor esfuerzo a la arquitectura de la plataforma que implementa la funcionalidad (CPU), mientras los mecánicos se ocupan de la parte física. Este artículo muestra un trabajo inter-disciplinario realizado por profesionales en Ingeniería de sistemas, electrónica y mecatrónica, obteniendo como resultado unas plataformas robóticas abiertas fáciles de programar con gran capacidad de computo y de comunicaciones.

Bogotá, Colombia.

11 y 12 de agosto de 2011

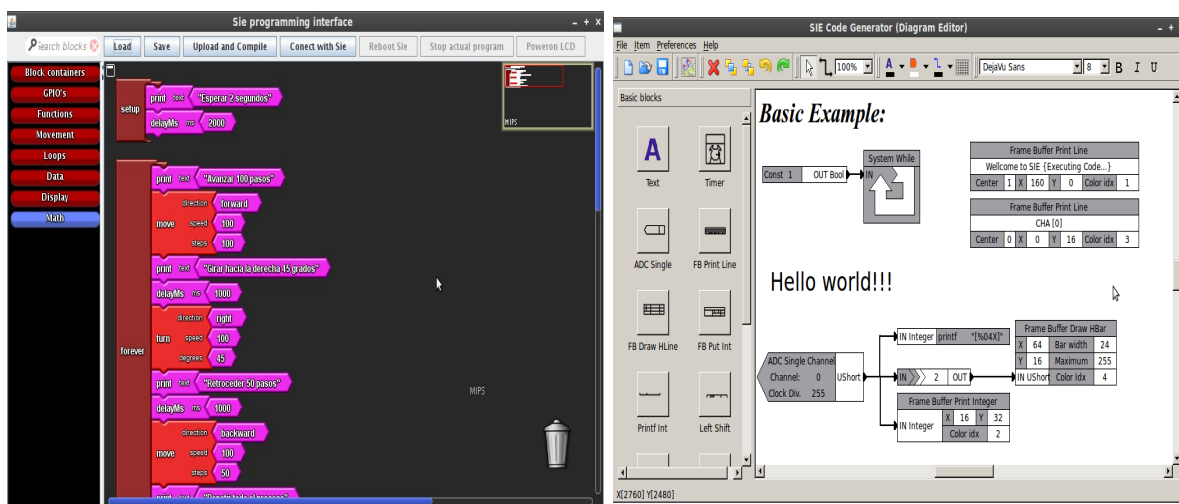
Estas plataformas son clasificadas como *hardware copyleft*. Al ser inspirado en el movimiento FOSS, los dispositivos hardware copyleft comparten la misma filosofía [7], y son el complemento perfecto del software libre. Para que un dispositivo HW sea reproducible y modificable se requiere: suministrar los archivos necesarios para la fabricación, es decir, los esquemáticos y los archivos de la placa de circuito impreso (preferiblemente para herramientas abiertas como Kicad o gEDA); la cadena de herramientas de compilación y depuración para desarrollo de aplicaciones; el código fuente de: el programa que inicializa la plataforma (*bootloader*), la herramienta que carga dicho programa en la memoria no volátil (*usbboot*), el sistema de archivos y aplicaciones (*openwrt*); documentación completa que indique como fué diseñada, construida, como utilizarla, desarrollar aplicaciones y tutoriales que expliquen el funcionamiento de los diferentes componentes. Adicionalmente, se debe contar con la posibilidad de fabricación y montaje, lo que constituye la principal diferencia entre el software y el hardware libre.

RESULTADOS PRINCIPALES

Como resultado de este estudio se realizaron dos plataformas (ECBOT, SIE) que facilitan la implementación de algoritmos de control para robots móviles, permitiendo la ejecución de aplicaciones Linux y la utilización de un gran número de librerías que ayudan en el diseño de sistemas de control. Una de estas aplicaciones es suministrada por el proyecto *player-stage* [15] y proporciona una interfaz que permite controlar un robot con funciones de alto nivel permitiendo realizar la aplicación final en C, C++, java o python, realizando una abstracción del código de bajo nivel que controla los sensores y actuadores del robot. Adicionalmente, proporciona un entorno de simulación que permite modelar de forma muy precisa la dinámica del robot bajo estudio y su comportamiento en un ambiente multi-robot.

Para hacer que Linux se ejecutara en estas plataformas se adaptaron o crearon aplicaciones que permiten la creación de todo el entorno de desarrollo y de programación de la plataforma, estas aplicaciones se encuentran disponibles para que cualquier interesado las descargue [16] [17].

Adicionalmente, se desarrollaron dos aplicaciones que permiten programar de forma gráfica, lo que permite el uso de ECBOT y SIE por estudiantes de bachillerato y de profesionales no ingenieros. Para garantizar portabilidad se desarrollaron en Java y QT



REFERENCIAS

- [1] F. Mondada, G. C. Pettinaro, I. Kwee, A. Guignard, L. Gambardella, D. Floreano, S. Nolfi, J.-L. Deneubourg, and M. Dorigo. SWARMBOT: A swarm of autonomous mobile robots with self-assembling capabilities. In C.K. Hemelrijk and E. Bonabeau, editors, Proceedings of the International Workshop on Self-organisation and Evolution of Social Behaviour, pages 307–312, University of Zurich.
- [2] G. Baldassarre, S. Nolfi, and D. Parisi. Evolving mobile robots able to display collective behaviours. In C.K. Hemelrijk and E. Bonabeau, editors, Proceedings of the International Workshop on Self-Organisation and Evolution of Social Behaviour, pages 11–22, Monte Verita , Ascona, Switzerland, September 8-13, 2002. University of Zurich.
- [3] C. Jones and M. Mataric. Adaptive Division of Labor in Large Scale Minimalist Multi-Robot Systems. Proceedings of the IEEE/RSJ International Conference on Robotics and Intelligent Systems (IROS). Las Vegas, Nevada, 2003.
- [4] Jones and Maja J Mataric. Autonomous Mobile Robots: Sensing, Control, Decision-Making, and Applications, chapter Behavior-Based Coordination in Multi-Robot Systems. Marcel Dekker, Inc, 2005.
- [5] Mondada, F., Bonani, M., Raemy, X., Pugh, J., Cianci, C., Klapotcz, A., Magnenat, S., Zufferey, J.-C., Floreano, D. and Martinoli, A. (2009) The e-puck, a Robot Designed for Education in Engineering. Proceedings of the 9th Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions, 1(1) pp. 59-65.
- [6] J. McLurkin. Speaking Swarmish. AAAI Spring Symposium, 2006.
- [7] [1] R. M. Stallman. The GNU Operating System and the Free Software Movement Voices from the Open Source Revolution. O'Reilly and Associates, 1999.
- [8] W. Spraul, C. Camargo, and A. Wang. Proyecto SAKC. URL:<http://en.qi-hardware.com/wiki/SAKC>.
- [9] C. Camargo. ECBOT y ECB_AT91 Plataformas Abiertas para el Diseño de Sistemas Embebidos y Co-diseño HW-SW, VIII Jornadas de Computaci'on Reconfigurable y Aplicaciones, 2008.
- [10] C. Camargo. Implementaci3n de Sistemas Digitales Complejos Utilizando Sistemas Embebidos. Memorias del XI Workshop de Iberchip ISBN 959-261-105-X, 2005.
- [11] I. Castillo, C. Camargo, and C. Perez. Automatizaci3n de un puente grúa a escala, mediante una plataforma embebida la cual soporta multiprogramaci3n. XII Workshop Iberchip, 2006.
- [12] F. Pedraza, F. Segura, C. Camargo, and A. Gauthier. Control Adaptativo Embebido. Memorias del XI workshop de Iberchip ISBN 959-261-105-X, 2005.
- [13] C. Camargo. Hardware copyleft como Herramienta para la Enseñanza de Sistemas Embebidos, Simposio Argentino de Sistemas Embebidos 2011, Buenos Aires Argentina.
- [14] C. Camargo. ECBOT: Arquitectura Abierta para Robots Móviles, IEEE Colombian Workshop on Circuits and Systems, Bogotá 2007.

**V Congreso Internacional de Ingeniería Mecánica
y III de Ingeniería Mecatrónica**



Bogotá, Colombia.

11 y 12 de agosto de 2011

[15] B.P. Gerkey; R. T. Vaughan; A. Howard. The Player/Stage project: Tools for Multi-robot and Distributed Sensor Systems, Proceedings of the International Conference on Advanced Robotics (ICAR). 2004

[16] C. Camargo Proyecto SIE URL: <http://en.qi-hardware.com/wiki/SIE>

[17] C. Camargo Proyecto ECB_AT91 URL: <http://wiki.emqbit.com/free-ecb-at91>