

# Un robot autónomo, teleoperado desde la red<sup>1</sup>

José Negrete Martínez<sup>2</sup>, Anahy Baldoneyro  
Dominguez<sup>3</sup> y Paola Neri Ortiz<sup>4</sup>

**S**

Se puede adquirir a bajo precio un microcontrolador extendido (MCE) que se puede montar en ruedas. El MCE puede comandar (en varias chambas al mismo tiempo, es decir, multi-chamba) los motores de cada rueda del montaje. El MCE, en función de varias entradas simultáneas provenientes de distintas modalidades de sensores, puede usarse como un módulo con conducta sensorio-motriz autónoma. Tómese este dispositivo como una metáfora de médula espinal.

Esta conducta "espinal", sin embargo, puede modificarse transitoriamente por mensajes de luz infrarroja provenientes de una computadora personal (PC) ordinaria. Esta PC puede disponerse, a su vez, como un segundo módulo autónomo de orden superior para hacer que procese señales de video del ambiente y que, como resultado de este procesamiento, modifique la autonomía del primer módulo. Piénsese en este segundo módulo como una metáfora de cerebro.

La modificación de la autonomía se puede realizar por medio de señales infrarrojas emanadas del "cerebro". Pero más interesante es que el módulo espinal puede afectar la autonomía del módulo cerebral por emisión de luz infrarroja y/o porque sus movimientos de desplazamiento afecten el patrón de la señal de video.

Un microcontrolador extendido con ruedas motrices se puede ver en la fotografía que se adjunta para el caso de dos conocidos juguetes de LEGO ensamblados como en la foto. En el comercio existen versiones que se pueden adaptar a estos mis-

mos fines y que ya no son juguetes, al menos por el precio. El MCE de la foto controla los motores de las ruedas del vehículo y recibe información de los sensores de dos defensas que se localizan al frente del robot. Sobre la caja del MCE el robot porta una cámara. Ésta, a través de un cable, manda sus señales a la PC. La PC controla a su vez al MCE mediante un puerto infrarrojo, como ya se explicó.

El MPC y su PC se encuentran permanentemente encendidos (como lo está el sistema nervioso). La PC se encuentra conectada a una red local, y esta red al resto del mundo vía Internet.



<sup>1</sup> Este texto es el resultado de una invitación a la participación en un proyecto de tele-coautoría para el estudio de principios de la computación cerebral.

<sup>2</sup> Departamento de Biología Celular y Fisiología del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM.

<sup>3</sup> Universidad Anáhuac, Campus Xalapa.

<sup>4</sup> Maestría en Inteligencia Artificial de la Universidad Veracruzana.

## Programación y optimización de la "médula espinal"

Estos MCE son "computadoras" de propósito general, de manera que para que hagan su papel de médula espinal tienen que ser programados para ello. Su programación se hace como en las computadoras antiguas, en un lenguaje de unos y ceros. Pero primeramente estos programas se fabrican cómodamente en la PC, en un lenguaje parecido al lenguaje C (que la PC misma no "entiende", pues no se pueden ejecutar en ella). Dichos programas se pueden transformar sin embargo en secuencias de unos y ceros y ser acomodados por la misma salida infrarroja —de la que ya hablamos— en la memoria del MCE. Estos últimos programas se pueden ejecutar en el MCE presionando un botón RUN en el cuerpo del MCE o mediante una señal infrarroja proveniente de la PC. Una metáfora extraña de esta preprogramación sería la de un desarrollo de la médula espinal comandado por el cerebro. Tal médula espinal, así programada, debe optimizarse a mano, ajustando sus parámetros porque no necesariamente se logra sin ello una marcha con colisiones mínimas en un ambiente mecánico dado. No disponemos del aprendizaje paramétrico de marcha equivalente al que la médula infantil logra por experiencia, para no dejar de hablar de metáforas.

## Agregando un segundo cerebro

El cerebro del usuario o del programador son virtualmente un segundo cerebro.

Mediante un sistema de videoconferencia, varios usuarios teleoperaron la PC una vez

que su MCP había sido localmente habilitado según lo dicho en el apartado anterior.

Estos segundos cerebros, también en videoconferencia, pudieron experimentar con la generación de otras "médulas espinales" compatibles con la estructura electromecánica del robot.

Algunos usuarios se están ocupando de programar a distancia la conducta autónoma del primer cerebro, lidiando con las señales de video, en tanto que otros están llevando a cabo experimentos de optimización de la teleoperación.

El tipo de teleoperación instrumentado por nosotros es aquel que recurre a interrupciones de la autonomía del MCE por parte de la PC. Se espera en un futuro lograr una programación que permita una autonomía *consensuada* entre el MCE y la PC, y entre ésta y el usuario. Se visualizan importantes aplicaciones en este tipo de telerrobótica consensuada en los campos de la educación, entretenimiento, exploración de ambientes inaccesibles y, sobre todo, en el desarrollo de teorías sobre los principios de la computación cerebral.

El robot forma parte de un proyecto nuestro denominado "Telecoautoría en teleoperación cerebroide". Mediante esta comunicación, invitamos a participar tanto a roboticistas como a neurofisiólogos en esta forma de trabajo cooperativo: a distancia, con un robot físico común, programable por todos (dentro de la filosofía del proyecto).

Para todo asunto relacionado con el proyecto, comunicarse a la dirección electrónica [jnegrte@uv.mx](mailto:jnegrte@uv.mx).

