

# Plataforma Robótica Antropomorfa SAMANTA

R. López

Laboratorio de Neurotecnología, Control y Robótica (NEUROCOR)

Campus Muralla del Mar

C| Dr. Fleming, S/N, 30202 Cartagena (Murcia)

Teléfono: 968 325392

E-mail: raullopezt@hotmail.com

**Resumen.** *El proyecto SAMANTA busca de forma bioinspirada la interacción visual-motora de un brazo robot junto con una mano con forma y movimiento semejantes a la humana, y visión estereoscópica. El conjunto de estos elementos forman lo que llamamos "plataforma robótica antropomorfa", cuyo objetivo es el estudio de algoritmos mediante redes neuronales artificiales, para desarrollar la destreza humana de los miembros superiores sobre robots humanoides.*

## 1 Introducción

SAMANTA es un proyecto que nace dentro del contexto general de la aplicación de la Neuro-robótica al campo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. En este proyecto los grupos integrantes; IMSE del CSIC, NEUROCOR de la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT) y RTCAR de la Universidad de Sevilla, desean aplicar su experiencia, en los campos de neurotecnología, robótica, diseño electrónico y desarrollo de un sistema hardware de visión modular AER, a la resolución del problema de la interacción visual-motora, focalizado en primera instancia hacia la solución del problema de la manipulación compleja de objetos y extensible más tarde al campo de la locomoción en sus más diversas posibilidades, así como al campo de la visión. El control del movimiento en humanos se lleva a cabo por subsistemas neuronales distribuidos pertenecientes al sistema nervioso central (SNC), incluyendo la espina dorsal, varias regiones corticales, el cerebelo y los ganglios basales [1]. Este control evoluciona durante el desarrollo del humano a través de la interacción con el entorno y representa un crecimiento continuo y la consolidación tanto de sus habilidades como de su acervo sensorial-motor.

La Neuro-robótica aparece como un campo emergente dentro de las prioridades de la Comisión Europea en el área de las Tecnologías de los Sistemas de Información. En este contexto se trata de crear artefactos capaces de interactuar con el sistema neurológico humano para mimetizar su comportamiento dando lugar a nuevas prótesis o robots cooperativos. En el primer caso se trata de interactuar los dispositivos mecatrónicos (prótesis) directamente con el sistema nervioso, en el segundo caso se trata de robots capaces de interactuar con el humano tanto en la fábrica o en la oficina, como en el hogar [2], [3], [4], [5] y [6].

El presente artículo quiere transmitir de una forma muy clara y breve el propósito de este proyecto, para ello se ha querido estructurar, de forma temporal, en tres fases contando el pasado y el presente del proyecto, además de dar una idea concreta del objetivo que se pretende en un futuro no muy lejano. Estas fases a su vez se dividen en tres puntos que, de forma muy descriptiva, informan del estado de cada fase. Un primer punto que describe brevemente los componentes que constituyen la plataforma robótica, un segundo punto de suma importancia, que es la interconexión de los distintos elementos y por último un breve resumen de las aplicaciones que se han realizado y se pretenden realizar.

## 2 Antecedentes del Proyecto: SAMANTA

Pasando por distintos proyectos tanto nacionales como internacionales, SAMANTA se ha desarrollado gracias a la interacción de diversos grupos de investigación, estando como lugar de desarrollo principal, en los laboratorios del grupo de investigación NEUROCOR (NEUROtecnología, Control y Robótica).

### 2.1 Elementos

Los elementos que formaban la plataforma en SAMANTA son los siguientes:

- Mano antropomorfa Cervantes
- Brazo robot industrial ABB
- Cabezal estereoscópico Lince
- Plataforma basada en PC bajo sistema operativo Windows



Figura 1. Agarre de un objeto con la mano Cervantes.

### Mano Cervantes

La mano robótica antropomorfa UPCT-NEUROCOR, también llamada “Cervantes”, se inspira en un diseño biomecánico basado en las capacidades de la mano humana. La mano posee dos dedos y un pulgar oponente con tres GDL (Grados de Libertad) asociados a cada dedo y éstos se encuentran montados sobre una palma rígida. El diseño de cada uno de los dedos presenta 3 articulaciones independientes. Estas articulaciones poseen un movimiento de flexión y otro de extensión.

Cada GDL está actuado mediante dos motores DC Maxon y dos tendones de poliestireno enrutados con poleas que en conjunto se comportan como músculos artificiales. Las articulaciones se mueven a través de un sistema oponente agonista-antagonista inspirado en la actuación muscular que lleva a cabo la médula espinal de los primates.

A la hora de mediar la posición de cada articulación, su velocidad y dirección de rotación, se han empleado sensores de posición de efecto Hall integrados en cada GDL de cada uno de los dedos. Los sensores de fuerza FSR se encuentran situados sobre la superficie curvada de cada una de las puntas y sobre la cara interior de la falange medial.

La electrónica de control recibe las órdenes del software de bajo nivel funcionando en un PC dedicado y transmite los datos de la sensorización a dicho PC, todo ello a través de una comunicación via tarjeta PCMCIA. El software de control de alto nivel, basado en modelos de redes neuronales es desarrollado en Matlab.



Figura 2. Mano Cervantes.

### Braza Robot ABB

Braza robot industrial de 6 GDL de ABB cuyo control se realizaba manualmente mediante un joystick para los movimientos de alcance de los objetos. La mano Cervantes se acopló como elemento terminal a este brazo.



Figura 3. Braza robot de ABB.

### Cabezal Estereoscópico Lince

El cabezal estereoscópico LINCE está formado por dos cámaras industriales y una base con movimiento de elevación (vertical) y movimiento azimut (horizontal).



Figura 4. Cabezal Estereoscópico LINCE.

## 2.2 Interconexión

A excepción de la mano Cervantes, que utilizaba un prototipo de bus AER basado en PCI, el resto de componentes utilizaban medios comerciales de interconexión; el cabezal de visión estereoscópica utilizaba *framegrabbers* para la captura de imágenes; el brazo de ABB al ser un robot comercial de aplicación industrial, no permite modificar sus algoritmos de control ya que es un sistema cerrado.

## 2.3 Aplicación

El aspecto innovador de este trabajo radica en la obtención de dispositivos hardware y software capaces de permitir la implantación de una plataforma física de manipulación mano-braza, con capacidad de aprendizaje incremental (sistemas de procesamiento visual, manipulación y tratamiento háptico), totalmente inspirada en métodos biológicos, trabajando en tiempo real.

Esta plataforma permitió realizar estudios sobre el movimiento oponente de las articulaciones de la mano Cervantes, entre otros estudios que se

banco de pruebas para la realización de una biblioteca de gestos (distintas posiciones de los dedos), para el estudio del agarre de objetos.

### 3 El proyecto SAMANTA II

SAMANTA quiso ir más allá, mejorando la versatilidad y la apariencia. En el actual proyecto SAMANTA II se pretende dar un carácter más antropomorfo a la plataforma, adquiriendo elementos que dimensionalmente y físicamente tengan un mayor aspecto humano. Por otro lado se ha apostado por software de libre distribución basado en Linux.

#### 3.1 Elementos

Actualmente se dispone de los siguientes elementos:

- Un brazo robot Robotnik
- Una mano antropomorfa Shadow
- Plataforma basada en PC, bajo sistema operativo de libre distribución Linux.



Figura 5. Brazo y Mano: SAMANTA II

##### *Brazo Robotnik*

Brazo robot de 6 DOF de dimensiones similares a las de un brazo humano de tamaño medio, cuya arquitectura de control abierta permite la creación de algoritmos propios para el movimiento del brazo.

##### *Mano Shadow*

La mano SHADOW, suministrada por la empresa Shadow Robot Company, está formada al igual que la Cervantes por dedos articulados, que mediante tendones y poleas integradas en la mecánica de la mano realizan un movimiento semejante al humano. Con esta mano se sigue conservando la utilización de dos dedos y el pulgar, teniendo todavía en mente como ampliación el añadir los dos dedos que faltan para completar los cinco de la mano humana. La sensorización de la mano SHADOW está integrada en la estructura de la misma, se compone de sensores de posición para cada una de las articulaciones, y sensores táctiles en las yemas de los dedos, estos sensores están formados por microsensores formando una malla, dando mayor sensibilidad al agarre de la mano. La comunicación de los sensores se realiza mediante el bus CAN.

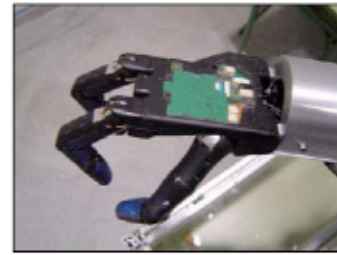


Figura 6. Mano SHADOW

#### 3.2 Interconexión

La interconexión de los distintos elementos con la plataforma se realiza mediante distintos buses, estando entre ellos el bus CAN y el bus AER.

#### 3.3 Aplicación

Estando actualmente en desarrollo, en SAMANTA II se pretende poner en funcionamiento la biblioteca de gestos para el agarre de objetos que se realizó en SAMANTA, la utilización de la mano SHADOW es una mejora bastante considerable debido a la mayor integración de la sensorización táctil, con respecto a la Cervantes.

### 4 El objetivo final de SAMANTA

Como objetivo final, en un futuro cercano, se pretende ampliar la plataforma con otro brazo-mano, construir un cabezal estereoscópico que funcione acorde a la tecnología AER, un sistema electromecánico que se asemeje al movimiento del cuello humano y un torso que sirva como base de todo el conjunto. Todos los componentes de la plataforma funcionando bajo el bus AER.

#### 4.1 Elementos

A continuación se enumeran los elementos que formarían la nueva plataforma:

- Dos brazos robot Robotnik
- Dos manos antropomorfas
- Plataforma basada en PC, bajo sistema operativo de libre distribución Linux.
- Cabezal estereoscópico AER
- Base electromecánica con movimiento de cuello
- Base para alojar todos los elementos electromecánicos, con forma de torso humano

#### 4.2 Interconexión

Todos los componentes estarán conectados al bus AER y serán monitorizados y controlados a través de este bus, mediante un PC que dispondrá de un sistema integrado gráfico bajo Linux. Este sistema monitorizará y permitirá el control de los elementos de la plataforma.

### 4.3 Aplicación

Uno de los propósitos más importantes en esta última fase sería la demostración de la velocidad y versatilidad del bus AER, en aplicaciones que requieran gran velocidad en el movimiento, por ejemplo:

- Jugador de ping-pong.
- Reconocimiento e inserción de piezas cilíndricas dentro de un anillo a alta velocidad y con tolerancias dimensionales ajustadas.

Otra de las aplicaciones que se busca en SAMANTA es su propia introducción al mundo industrial.

### 5 Conclusiones

SAMANTA se ha desarrollado como una plataforma en la que poder realizar experimentos de funcionalidad de algoritmos de inspiración biológica. En el mundo de la robótica, la manipulación de objetos de diversa forma, tamaño y peso es una tarea compleja que aún se está estudiando en distintas partes del mundo. Partiendo de un entorno experimental dentro de los laboratorios, SAMANTA quiere ampliar su aplicación intentando abrirse un hueco en el entorno industrial.

### El bus AER.

AER (Address-Event Representation) nace en los laboratorios de Caltech en 1991 por Silvilotti y Mahowald. Nace como un protocolo asíncrono de comunicación inter-chip para replicar de forma continua en el tiempo el estado de un array de neuronas de un chip a otro chip.

El concepto de neurona aquí se puede extrapolar al de pixel, por tanto se puede utilizar para replicar el estado de un conjunto de píxeles en un dispositivo CCD.

Cada neurona (o pixel) codifica su estado como la frecuencia de una secuencia de impulsos (eventos). Los impulsos generados asincrónicamente por un array de píxeles se arbitran y transmiten a un bus digital inter-chip de alta velocidad. En dicho bus aparece la "dirección" del pixel que originó dicho evento. En dicho bus, cada evento asíncrono se transmite en pocos nano-segundos (en los más rápidos que hay actualmente el tiempo es de 15ns). Por otra parte, la frecuencia con la que un pixel genera eventos es del orden de KHz o inferior (del orden de como mucho milisegundos), lo que permite multiplexar la actividad de más de 50000 píxeles.

### Agradecimientos

Este es un proyecto en el que han trabajado muchos soñadores y en el que seguirán trabajando muchos otros, es por ello por lo que quiero dar las gracias a todos los que han trabajado y a los que trabajarán en él.

### Referencias

- [1] IST Workshop en biónica y neurorobótica, Facets of Neuro-IT. Lovaina, Belgica. 3 Diciembre 2002.
- [2] J. López Coronado, F. Díaz Pernas, F. Díez Higuera y R. Bazán Ocón. 'A Neural Network Application on Robotic for the Food Industry ... Industrial Application of Neural Networks. F. Fogelman Soulic and P. Gallinari (Eds.), pp. 343-357, 1.997 .World Scientific IOS Press (ISBN-9051992807), Amsterdam- NL.
- [3] J.Molina, J. Feliu, J.Lopez Coronado, "Connectionist models of cortico basal ganglia adaptive neural networks during learning of motor sequential procedures", Lecture Notes in Computer Science, Berlin, Vol. 2084, pp. 394-401, 2.001.
- [4] J.Molina, J.Feliu, J López Coronado, "A neural model of spatiotemporal coordination in prehension", Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2015, pp. 9-14, 2002.
- [5] Philippe Gorce, Farid El Hafi y Juan López-Coronado, "Dynamic Control of Walking Cycle with Initiation Process for Humanoid Robot ", Journal of Intelligent and Robotic Systems 31, pp. 321-337, 2001, Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
- [6] F. García Córdova, J.Molina, J.Lopez Coronado. "A corticospinal network for control of voluntary movements of a physiologically based experimental platform". Lecture Notes in Computer Science. Pp. 216-222, 2002.