

# Resumen del trabajo de inicialización a la investigación: Diseño de Robots Ápodos

Juan González Gómez  
Tutor: Eduardo Boemo

1 de julio de 2003

## 1. Introducción

La **locomoción** es la capacidad de los robots para desplazarse de un punto a otro. Es especialmente importante en la exploración de terrenos desconocidos o de difícil acceso. Tradicionalmente se han diseñado robots específicos para desplazarse en entornos conocidos. Las características del terreno se fijan como parámetros de diseño del robot. Tal es el caso del **CMU Ambler**[1], diseñado para la exploración de la superficie de Marte, o de **Dante II**[2], utilizado en Julio de 1994 para descender al interior del cráter del Monte Spurr en Alaska. Ambos proyectos fueron subvencionados por la NASA.

En 1994, Mark Yim diseñó y construyó el robot **Polybot**[3], aportando un nuevo enfoque al **problema de la locomoción**: el diseño de robots **modulares y reconfigurables**, capaces de cambiar su forma para desplazarse de una manera u otra, según el terreno. En 1998 se desarrolló en el PARC la primera versión del robot **Polybot**[4], constituido por módulos más simples. Se implementaron diferentes formas de locomoción, consolidando la **robótica modular reconfigurable** como una opción viable y muy prometedora, aunque todavía lejos de su utilización para aplicaciones prácticas.

Un robot modular reconfigurable está constituido por varias clases de módulos iguales. Cada uno se puede considerar como un robot autónomo. El robot se puede reconfigurar, cambiando su aspecto y utilizar así unos “andares” (*gaits*) diferentes. Por ejemplo, en un terreno se puede mover como un gusano y en otro se transforma en una araña.

En este trabajo se han analizado las características de los robots ápodos existentes, centrándose en la robótica modular reconfigurable aplicada al **problema de la locomoción**. El precursor es *Polybot*, desarrollado en la universidad de *Stanford*. El prototipo más avanzado es *Polybot*, desarrollado en el PARC. Las ideas más importantes de este robot son: **a)** está constituido por **módulos simples**, cada uno con un grado de libertad. **b)** Conexión de los módulos en **fase-desfase** lo que permite construir robots ápodos que pueden desplazarse en línea recta o en un plano. **c) Reconfiguración dinámica**. La capacidad del robot para cambiar su forma.

## 2. El robot ápodo *Cube Reloaded*

Se ha diseñado un **módulo** mecánico pequeño y sencillo, a partir de un servomecanismo, que se puede conectar en fase o desfasado. Además de los planos se ha creado un **modelo virtual** que permite observar a priori el aspecto de los robots construidos, antes de montarlos físicamente. Con cuatro de estos módulos se ha construido el robot ápodo ***Cube Reloaded***, una versión mejorada de *Cube*[5], un gusano previamente diseñado.

Se proponen dos maneras de controlar el gusano usando FPGAs[6], una mediante lógica combinacional y secuencial y otra con una CPU empotrada. Es el diseñador el que elige una u otra opción. Utilizar FPGAs para el control de estos robots no se ha llevado a cabo en ninguno de los diseños del PARC, lo que abre una vía para la investigación en ese campo.

### **3. Experimentos**

Se han realizado **pruebas de locomoción**, aplicando ondas sinusoidales de diferentes amplitudes y longitudes de onda para que *Cube Reloaded* avance en línea recta. Según estos parámetros el robot puede desde cruzar una tubo de 8cm de diámetro hasta subir un escalón de 3.5cm de alto, lo que pone de manifiesto la versatilidad en la locomoción.

### **4. Conclusiones**

En este trabajo se han analizado los robots modulares más importantes. Se ha creado una plataforma para comenzar a trabajar en robótica modular reconfigurable y se ha aplicado a un robot ápodo. Hemos comprobado la versatilidad de su locomoción y se ha probado a utilizar un control basado en FPGAs, no presente en ninguno de los diseños del PARC, que amplían la versatilidad de estos robots.

### **Referencias**

- [1] J. Bares, M. Hebert, T. Kanade, E. Krotkov, T. Mitchell, R. Simmons, and W.L. Whittaker, "Ambler: An Autonomous Rover for Planetary Exploration," IEEE Computer, Vol. 22, No. 6, June, 1989, pp. 18-26.
- [2] J. Bares and D. Wettergreen, "Dante II: Technical Description, Results and Lessons Learned," International Journal of Robotics Research, Vol. 18, No. 7, July, 1999, pp. 621-649.
- [3] M. Yim."Locomotion with a unit-modular reconfigurable robot". Ph.D. thesis, Stanfod University. Dic,1995.
- [4] Mark Yim, David G. Duff, Kimon D. Roufas, "PolyBot: a Modular Reconfigurable Robot", IEEE Intl. Conf. on Robotics and Automation (ICRA), San Francisco, CA, April 2000.
- [5] J. González. "Diseño y construcción de un robot articulado que emula modelos animales: aplicación a un gusano". PFC. ETSIT-UPM. 2001.
- [6] J. González, I. González, E. Boemo, "Alternativas hardware para la locomoción del robot ápodo Cube Reloaded". III Jornadas sobre Computación Reconfigurable y Aplicaciones, JCRA03, UAM, Septiembre 2003.