

Robot Prueba Libre Hexapod

Alejandro Alis Rivas, Alfonso Merchante Camilleri

skytorpx@hotmail.com

almerca@etsii.upv.es

Universidad Politécnica de Valencia

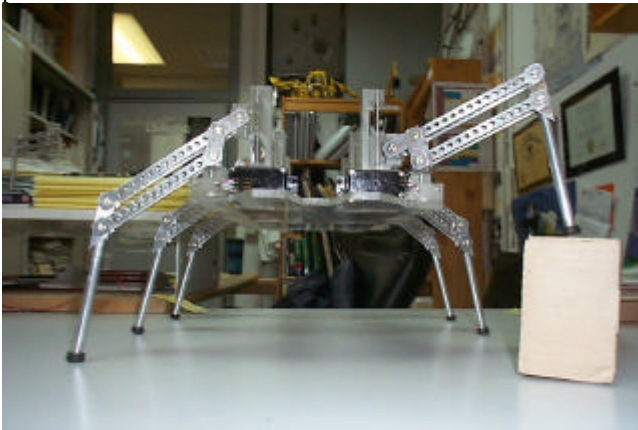
Resumen

1. Introducción

Hexapod es un robot de seis patas articuladas con un total de 12 GDL (dos por pata). Está diseñado para caminar sobre terreno abrupto. Posee un total de 12 sensores de infrarrojos que le permiten detectar el suelo en cada paso y para cada pata, así como, los eventuales obstáculos que se encuentren en la trayectoria de dichas patas.

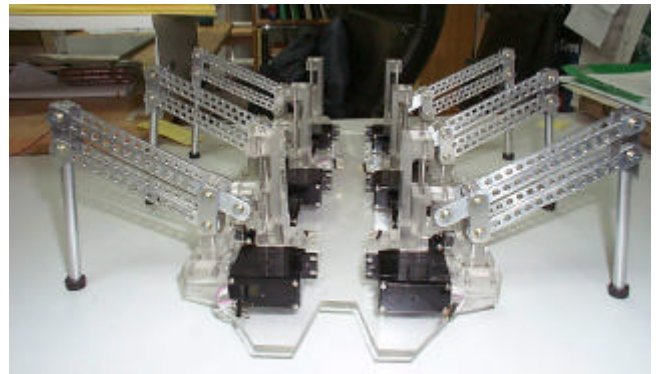
2. Plataforma mecánica usada

Para la construcción se han empleado básicamente dos tipos de material; aluminio y metacrilato. El Metacrilato se utiliza en la construcción del chasis y otras piezas de difícil mecanizado, mientras que el aluminio se ha empleado para la construcción de las patas propiamente dichas. Cada pata está formada por un mecanismo del tipo pantógrafo tridimensional, y esta situada de forma insectoide, es decir, sobresale transversalmente al lado del robot. Las patas están situadas de tal manera que se da simetría respecto del eje central longitudinal del robot. Cada pata posee 14 rodamientos axiales de bolas mecanizados sobre las propias piezas del robot, lo que le confiere una gran precisión y suavidad de movimiento. El mecanismo de arrastre de cada pata son dos deslizaderas, una en sentido longitudinal para el avance y otra vertical, accionadas por sendos mecanismos del tipo manivela-biela-deslizadera. La manivela es accionada por un servo de modelismo comercial Cyclone de 9.3Kg-cm de par ("teóricos"). Cada pata incorpora, además, un par de muelles que liberan al motor del movimiento vertical de tener que sostener el 100% del peso del robot de manera continua, lo que repercute en el consumo y la capacidad portante final del robot.



Los sensores para la detección del suelo van insertados dentro de cada pata, la detección se produce gracias al

acortamiento de la misma mediante un sistema telescópico, este mecanismo incorpora un muelle que recupera la posición inicial y además confiere suavidad al instante crítico de pisar-levantar el pie del suelo. Los sensores para la detección de obstáculos van insertados en el pie de cada pata y orientados en el sentido de marcha del robot.



3. Arquitectura hardware

El sistema está basado en los nuevos microcontroladores AVR de Atmel, en concreto el AT90S8515-4AC en encapsulado TQFP, funcionando a 3.6864Mhz. Este micro posee arquitectura del tipo RISC con 8Kb de memoria ISP-FLASH para el programa, 512 Bytes de ISP-EEPROM y 512Bytes de SRAM.

Utiliza 4 conversores A/D de 8 canales cada uno (total 32 canales) para codificar la información de los sensores de las patas y de la posición de los doce servos. Estos cuatro conversores y los datos para los doce servos son gestionados mediante un micro AT90S8515-4AC, este micro es controlado por otro del mismo tipo comunicándose ambos en serie. Este último micro recibe los datos a través un emisor-receptor vía radio en la banda de 433Mhz de un PC. Todo el resto de la lógica que lleva la placa está integrada en una FPGA EPM7032S en encapsulado PLCC. Tanto la FPGA como los micros soportan ISP programándose con un PC.

4. Software y estrategias de control

El software se programa en C mediante el compilador gratuito GNU.

El micro que gestiona los conversores y los servos tiene como única función estar leyendo todo el tiempo de los conversores y enviando todo el tiempo datos a los servos. El otro micro es el que realmente gestiona el robot obedeciendo las ordenes que le envía el PC vía radio.

5. Características físicas y eléctricas más relevantes

Dimensiones en mm.	465 x 400 x 110 a 220
Motorización	12 x serv. 9.3kg.cm
Velocidad Max	0.1 m/s
Sensores	12 x infrarojos
Baterías	7.5V 2200mAh
Consumo	3000 mAh

Características de Hexapod

6. Conclusiones

Resulta apasionante realizar una “criatura” que imita la naturaleza porque se aprende a apreciarla. Esperamos que más adelante también se hagan competiciones en las que se incluya una categoría específica para robots con patas.

7. Agradecimientos:

A José Luis Oliver Herrero por su apoyo moral, técnico, económico y por la confianza depositada en nosotros.

A Vicente Franch por su inestimable ayuda con la mecanización de las piezas.

A Juan Nagore por su ayuda en los temas relacionados con la conformación de materiales.

Bibliografía

- “Machines That Walk, the Adaptive Suspension Vehicle”, Shin-Min Song, Kenneth J. Waldron. The MIT Press.
- Ph.D. “Kinematic optimal design of a six-legged walking machine” Shin-Min Song, Ohio State University
- Ph.D. “Instantaneous kinematics, motion planning and mechanical efficiency of a cuadrupedal walking machine” Jong-Kil Lee. University of Illinois
- Ph.D. “Analysis of a legged robot”, Yieng-Chiang Wu, University of Alabama
- Ph.D. “Kinematics and dynamics of robotic systems with multiple closed loops”, Chang-De Zhang, University of Illinois
- Ph.D. “Force distribution and trajectory control for closed kinematic chains with applications to walking machines”, John F. Gardner, Ohio State University
- Ph.D. “A computer simulation study of a free gait motion coordination algorithm for rough-terrain locomotion by a hexapod walking machine”, Se-Hung Kwak, Ohio State University
- Ph.D. “Adaptive locomotion algorithms for hexapod walking machines to autonomously negotiate irregular large-scale obstacles”, Ching-Cheng kau, Ohio State University
- Ph.D. “Dynamic modeling and simulation of mechanisms consisting of combined closed and open kinematic chains with compliance”, Liang Shih, The University of Wisconsin

- “Introduction to Robotics”, McKerrow, P.J. , University of Wollongong- Australia.

- Jones, J.L., Flynn, A.M. (1993). “Mobile robots. Inspiration to implementation”. Massachusetts Institute of Technology-IS Robotics.

- Brooks, R.A. (1989). “A Robot that Walks; Emergent Behaviors from a Carefully Evolved Network”. A.I. Memo 1091. Massachusetts Institute of Technology-Artificial intelligence laboratory.

- Varios Autores (1983). Revista “Investigación y Ciencia-Máquinas que caminan”

- Varios Autores (1992). Revista “Investigación y Ciencia-Insectoides”

- Nelson, G.M., Quinn, R.D., Bachmann, R.J., Flannigan, W.C., Ritzmann, R.E., Watson, J.T. (1997). “Design and Simulation of a Cockroach-like Hexapod Robot”. Contained in Proceedings of the 1997 IEEE International Conference on Robotics and Automation Albuquerque, New Mexico. Department of Mechanical and Aerospace Engineering Case Western Reserve University-Department of Biology Case Western Reserve University.

- Celaya, E., Porta, J.M., Ruíz de Ángulo, V. “Reactive Gait Generation for Varying Speed and Direction”. Institut de Robòtica i Informàtica Industrial (CSIC-UPC) Barcelona (Spain).

- Porta, J.M., Celaya, E., “Gait Analysis for Six-Legged Robots”. Institut de Robòtica i Informàtica Industrial (CSIC-UPC) Barcelona (Spain).

- Porta, J.M., Celaya, E., “Walking in Unstructured Natural Environments”. Institut de Robòtica i Informàtica Industrial (CSIC-UPC) Barcelona (Spain).

- Celaya, E., Porta, J.M., “A Control Structure for the Locomotion of a Legged Robot on Difficult Terrain”. Institut de Robòtica i Informàtica Industrial (CSIC-UPC) Barcelona (Spain).

- Celaya, E., Porta, J.M., “Control of a Six-Legged Robot Walking on Abrupt Terrain”. Institut de Robòtica i Informàtica Industrial (CSIC-UPC) Barcelona (Spain).