

Micro-robot futbolista GOLIATTOR

Marcos Daniel Ramos, Juan Ignacio Pinedo Rozalen

Marcosramos@mixmail.com Tel: 918 821 000 ext. 214 – jignaciopr@terra.es Tel: 609776842.

Escuela Politécnica - Universidad de Alcalá

Resumen

Goliattor es un micro-robot futbolista que se presenta a la prueba libre del concurso ALCABOT 2001. El diseño y estudio del sistema fue realizado por Marcos Daniel Ramos, estudiante de Ingeniería Electromecánica con Orientación en Automatización Industrial en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Pampa (Argentina) y vinculado con la Escuela politécnica de la Universidad de Alcalá por medio del Programa Intercampus, y Juan Ignacio Pinedo Rozalen, estudiante de I.T.T. Sistemas Electrónicos.

1. Introducción

El objetivo consiste en que Goliattor introduzca la pelota en la portería. Para ello se coloca una cámara sobre el campo de fútbol (*ver Fig. 1*) que capture imágenes de toda su superficie. Mediante al procesamiento de las mismas debe detectar las posiciones del micro-robot, la pelota y los limites de la cancha. A partir de esta información se diseña un algoritmo de control que permita el calculo de una trayectoria que una el jugador con la pelota y con la posición final a alcanzar (portería) y la siga.

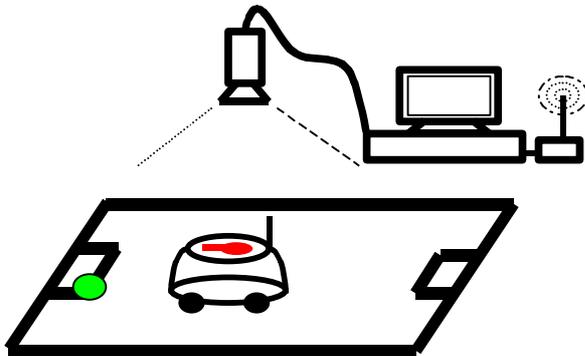


Fig. 1. Esquema general

2. Descripción del Sistema

El Sistema Global esta formado por diferentes subsistemas y cada uno tiene un objetivo particular. Los bloques son: Sistema de Visión, Sistema de Control, Sistema de Comunicación y Sistema Móvil.

2.1. Sistema de Visión

Esta formado por una cámara CCD color que esta ubicada sobre el campo de fútbol captando toda su superficie.

El objetivo es obtener las dimensiones del campo y las posiciones del jugador y la pelota.

El sistema actúa adquiriendo fotos del campo y realizando los pasos siguientes:

- Detección del campo por medio de un umbralizado, dado el alto contraste entre los diferentes objetos. Calibrado para obtener las medidas reales en cm.[1]
- Detección de el jugador y la pelota realizando un proceso de segmentación adaptativa en color sobre el espacio R-G normalizado utilizando un método probabilístico.[2]

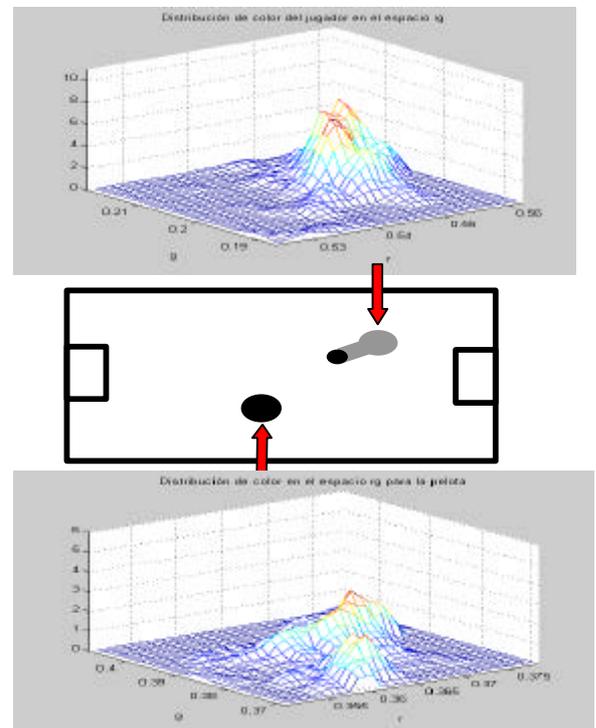


Fig. 2. Campanas de probabilidad para los colores de la pelota y el jugador, y resultados de la segmentación.

2.2. Sistema de Control

Actúa según los datos obtenidos por el sistema anterior y el objetivo es mantener al micro-robot en posición (coordenadas X, Y) y orientación sobre una trayectoria.

El primer paso es generar el camino a seguir que une el robot con la pelota y con la portería. Para esto se utiliza una Spline [3], ya que es una manera fácil de unir tres puntos por medio de una curva suave que sea fácil de seguir por Goliattor.

Se utiliza Control Borroso [4] para controlar la velocidad lineal y la velocidad angular del micro-robot.

El Controlador Borroso de la velocidad lineal tiene como variables de entrada el radio de curvatura de la trayectoria y la distancia al punto final. En base a estas se discrimina la velocidad en tres campos de velocidad; pequeña, media y grande (5, 12 y 18 cm/s).

El Controlador Borroso de la velocidad angular tiene como entradas el error lateral y el error angular y también discrimina en tres velocidades de salida como en el caso anterior (0.25, 0.5 y 0.75 rad/seg.). (ver Fig. 3.)

Con estas velocidades se calcula que velocidad angular se debe enviar a cada rueda y estos datos son enviados al puerto serie.

Cuando hablamos de sistema móvil nos referimos al micro-robot. El dispositivo utilizado es un robot comercial Rug Warrior Pro [6] al que se le ha colocado un modulo receptor de onda de radio.

También se le ha adosado una marca visual de color rojo para poder identificarlo y una plataforma para el guiado de la pelota, con forma de tridente.

Al robot se le carga un sistema operativo que nos permite actuar sobre las velocidades de cada una de las ruedas.

3. Software y estrategias de control

El software tanto el de procesamiento de imágenes como el

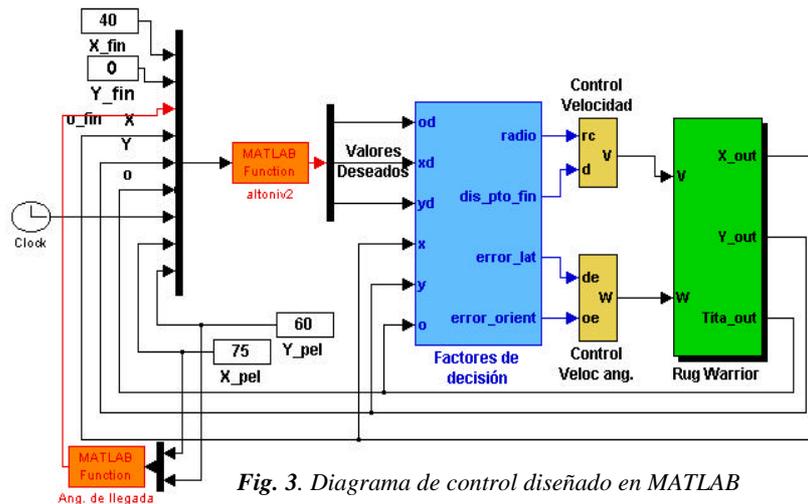


Fig. 3. Diagrama de control diseñado en MATLAB

2.3. Sistema de Comunicación

Consta de un modulo transmisor, que esta conectado al puerto serie del ordenador y de un modulo receptor que se ha instalado sobre el micro-robot.

El transmisor es el TX-DFM-12V que trabaja con lógica CMOS/TTL. Para poder utilizarlo hacemos una conversión de RS-232 a TTL/CMOS.

El receptor es el RX-DFM-3V. En este modulo se realiza la conversión TTL/CMOS a RS-232

2.4. Sistema Móvil

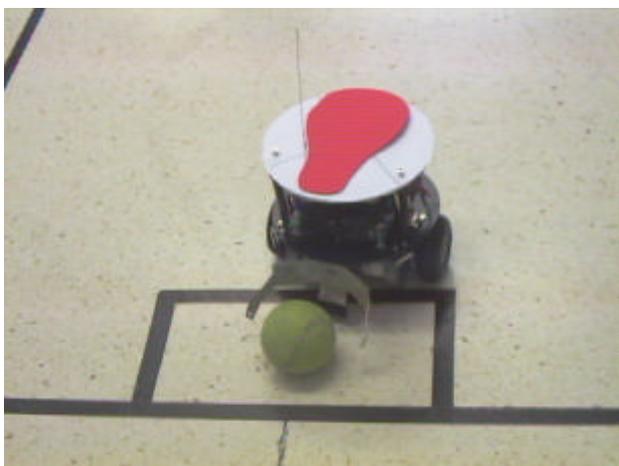


Fig. 4. Foto de Goliattor con la pelota a punto de marcar un gol

de control esta diseñado bajo Visual C++ [7].

Para la parte de visión lo que hacemos es en un primer momento adquirir la imagen y obtener las dimensiones del campo de juego, luego entra a la parte de detección de objetos. Aquí se toman las características de color de la imagen, se las divide en cada componente de color (R-G-B) y se realiza un normalizado de las mismas ($R_n=R/(R+G+B)$, $G_n= G/...$ etc.) y a partir de ahí se va recorriendo cada pixel de la imagen y evaluando la probabilidad de que sea del color del jugador o de la pelota, si existe probabilidad de que sea pixel del color del jugador se pinta un pixel de color gris en un buffer auxiliar, si es pelota se pinta de color negro y sino se pinta de color blanco representando el fondo.

Con el buffer auxiliar se realiza la detección de cada centro de gravedad.

Para ahorrar tiempo de calculo una vez detectada cada posición se trabaja en el proceso de búsqueda en zonas cercanas y no en toda la imagen.

El software de control fue primeramente probado en simulación con la herramienta Simulink de MATLAB, donde se pulieron la mayor parte de los errores. Luego se paso el algoritmo a C++ siguiendo ciertas pautas.

Una vez obtenidas las posiciones se evalúa el ángulo de orientación del jugador con respecto a la pelota y se determina si es necesario girar sobre si mismo para tener un acceso mas fácil hacia la pelota.

Una vez orientado se genera la trayectoria y de aquí en mas solo queda corriendo el sistema de visión (sensor) y el algoritmo de control.

Lo que se hace es ir evaluando el error lateral y el de orientación para corregir la velocidad angular y la distancia al objetivo y el radio de curvatura de la curva, para decidir sobre la velocidad lineal.

4. Características físicas y eléctricas más relevantes

Dimensiones del robot:

- Tensión de alimentación: 9 V
- Velocidad puerto serie: 9600 baud.
- Velocidad máxima: 20 cm/s.
- Consumo de cada motor: 400 mA.
- Diámetro: 7.3 pulgadas.
- Altura: 4.25 pulgadas.
- Diámetro de las ruedas: 2.5 pulgadas.

Campo de fútbol:

- Ancho: 100 cm.
- Alto: 150 cm.

Comunicación:

- Transmisor: Alimentación a 12 V.
- Receptor: Alimentación a 3.3 V
- Diseño en placas de circuito impreso.

5. Conclusiones

Se ha evaluado el funcionamiento del sistema con diferentes posiciones tanto de la pelota como del jugador y este responde satisfactoriamente cuando la pelota se encuentra entre el robot y la portería y la trayectoria es lo bastante suave.

El sistema es muy sensible a los cambios de iluminación y requiere que se le indiquen que colores debe detectar según la habitación donde se quiera probarlo.

Este trabajo a resultado muy importante para nosotros porque el proyecto abarca una gran cantidad de temas diferentes y la parte principal es comprender las dificultades que representa un sistema de visión.

6. Agradecimientos

Para agradecer a todas las personas que nos han ayudado necesitaríamos varias paginas y es probable que olvidásemos nombrar a alguien. Así que agradecemos infinitamente a todos los que nos ayudaron, en especial a Luis Miguel Bergasa por su paciencia para con nosotros y a todo el fondo 3.4 oeste y a nuestros amigos que siempre nos levantaban el animo cuando las cosas no salían.

Referencias

- [1] Matrox Imaging Library (MIL) Versión 5.1
- [2] Algoritmos para Tratamiento digital de Imágenes- Autores: Miguel A. Sotelo Vázquez, Rafael Barea Navarro, Luis M. Bergasa Pascual , Luciano Boquete Vázquez
- [3] Generación de Trayectorias Documento: Proyecto SIPRESAT- Facilitado por Elena López Guillén .
- [4] Fuzzy Logic Toolbox- MATLAB
- [5] Sistema de Navegación Basado en un Sensor Catadióptrico- Samuel Castañar Casado.
- [6] Assembly Guide rug Warrior Pro- Joseph L. Jones.
- [7] Microsoft Developer Network (MSDN)- Ayuda Visual C++.

-----o-----o-----