

Un Sistema de Vision Global para Fútbol de Robots

Guillermo Torres Rodolfo Del Castillo

Claudio Vaucheret

Departamento de Ciencias de La Computación

Facultad de Economía

Universidad Nacional del Comahue

email: {gtorres, rolo, cvaucher}@uncoma.edu.ar

14 de marzo de 2008

Resumen

El propósito de este trabajo es describir una de las líneas de investigación del Grupo de Investigación en Robótica Inteligente, de la Universidad Nacional del Comahue, que tiene como objetivo el diseño e implementación de un sistema de visión global para fútbol de robots. El sistema de visión global propuesto implementa mejoras sobre los ya existentes.

1. Introducción

El CAFR[7] es un ambiente pleno de oportunidades para aplicaciones de visión por computadora. Se juega un partido de fútbol con robots y una pelota sobre una cancha. La cancha consiste de una alfombra de color verde, con líneas blancas que demarcan los límites, áreas y círculo central.

Es necesario un seguimiento (tracking) de cada objeto en la cancha que requiere precisamente de un sistema de visión de alto rendimiento.

La pelota es una pelota estándar de golf color naranja, mientras que los robots se ajustan a las dimensiones específicas de cada categoría. Cualquiera sea la categoría, cada robot se identifica con un sombrero (hat) ubicado en su parte superior. Existen en la actualidad sistemas de visión global para esta actividad como lo son Doraemon[5] y Ergo[6] En este trabajo presentamos el diseño e implementación de un nuevo sistema de visión con facilidad de uso y de extender el sistema que lo diferencian de las aplicaciones existentes.

El sistema es abierto lo que lo habilita como plataforma de experimentación y para extenderlo a otras aplicaciones. Fue implementado utilizando la biblioteca OpenCV[3]. Un sistema de visión a través de una o dos cámaras captura la realidad sobre el campo de juego. En tiempo real procesa cada imagen para identificar cada objeto, su orientación, y velocidad. Luego envía esta información por un paquete UDP – broadcast por la red para que cada equipo pueda procesarla. En base a estos datos cada equipo[4] decide su próximo movimiento, que es enviado al servidor de comando, quien se encarga de enviar estos comandos a los jugadores en el campo de juego. De esta manera, cada jugador de cada equipo es controlado.

El sistema de visión cuenta con la posibilidad de realizar ajustes de color, brillo y contraste sobre las imágenes obtenidas desde las cámaras. Como así también corregir propiedades indeseables de distorsión en las mismas.

La identificación de cada objeto permite el estudio de diferentes técnicas de identificación y sus combinaciones para lograr dicho cometido.

Este ambiente es útil tanto para profesores como para estudiantes que cursen o estén próximos a iniciarse en la visión por computadoras. Permite estudiar los aspectos teóricos y su utilidad aplicada en una práctica particular. Este trabajo está organizado como sigue. En la siguiente sección se describe la arquitectura de nuestro sistema. En la sección 3 se define cómo el sistema identifica los elementos y por último en la sección 4 se dan las conclusiones y trabajos futuros.

2. Arquitectura de un sistema de visión global

Nuestro sistema de visión tiene un estado de configuración, y uno de servidor. El estado configuración se utiliza para ajustes y parametrización general. Mientras que el estado servidor se utiliza únicamente para entregar los datos (objetos identificados, su orientación y velocidad) obtenidos conforme a la configuración establecida en el estado configuración.

El sistema de visión captura imágenes (frames) desde una o dos cámaras ubicadas físicamente sobre la cancha. En caso de requerirse, puede modificarse la calidad de la imagen, tal como brillo, contraste, gamma, etc.

A fin de corregir la distorsión producida por algunos lentes de cámaras, calculamos los parámetros internos y externos de la cámara usando el método Tsai[8].

Para la identificación de robots, por cada uno se ajustan filtros de colores con umbrales mínimos y máximos para aislar cada color y se ajusta la cantidad mínima y máxima del color requerido. Por lo que deben configurarse tantos filtros de colores con sus respectivas cantidades como colores posea el modelo del sombrero elegido para representar cada robot. Estos rangos son necesarios debido a los cambios de luminosidad sensibles a los lentes de las cámaras.

Para la identificación de la pelota, se ajusta un filtro con umbrales mínimos y máximos para aislar el color naranja de la pelota sobre la imagen capturada. Se toma la región de color naranja, se ajusta un rango de radio de círculo mínimo y máximo, y también se ajusta un rango de área mínima y máxima. Si el objeto detectado está dentro de estos rangos, entonces marcamos la pelota como identificada. Estos rangos de círculos y área son necesarios debido a la velocidad de desplazamiento a la que puede llegar la pelota en la que pierde su forma original circular por una más alargada. Lo que está dado por las limitaciones de frames por segundos que posea la cámara. Ver figura 1

El sistema dibuja los robots y pelota hallados en cada imagen capturada. Y los robots también son etiquetados cada uno con un breve nombre.

Una vez analizados e identificados cada objeto en la imagen capturada se conforma un paquete UDP que es enviado por broadcast por la red para su procesamiento por cada equipo.

3. Identificación, Orientación y Velocidad de Robots

El sistema de visión implementado determina las identidades, orientación, y posiciones de los objetos en la imagen capturada. Para ello, en cada imagen capturada, primero se aplica un algoritmo de detección de bordes Canny, ver figura 2 y sobre ésta se aplica un algoritmo de detección de círculos (transformada circular de Hough). De esta manera obtenemos las potenciales posiciones de cada robot.

A posteriori, es necesario verificar que cada círculo detectado sea realmente un robot válido.

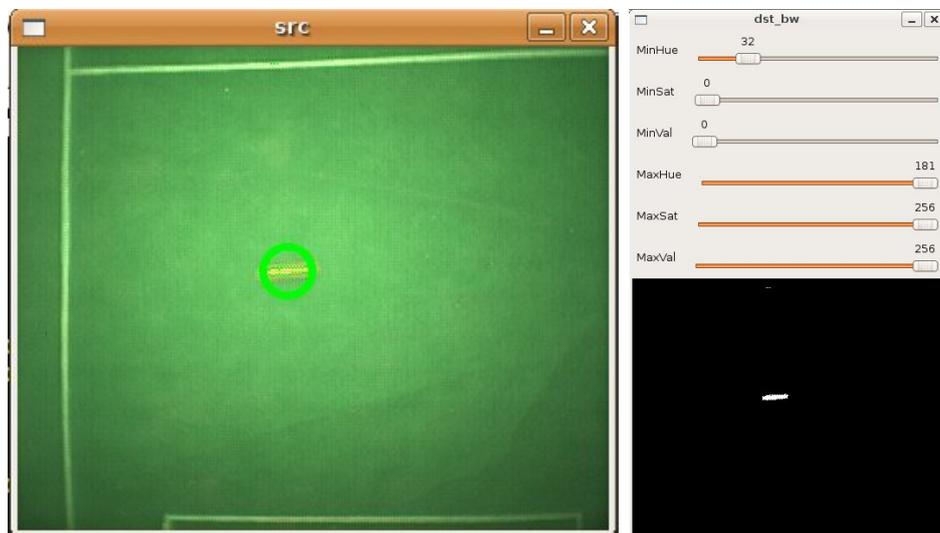


Figura 1: Pelota en movimiento

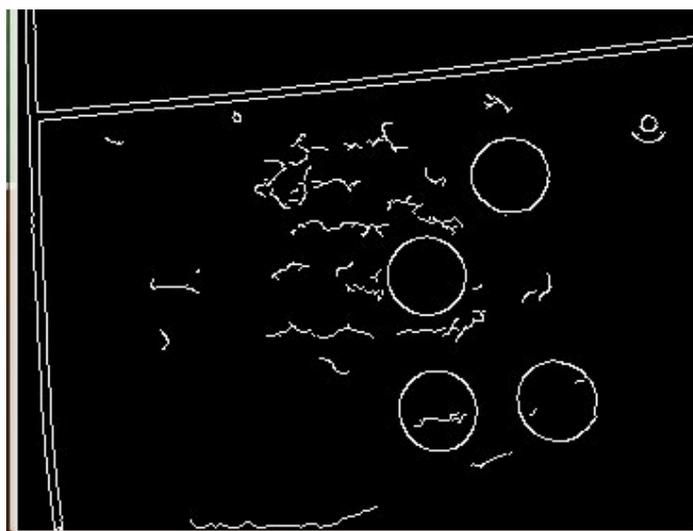


Figura 2: Detección de bordes

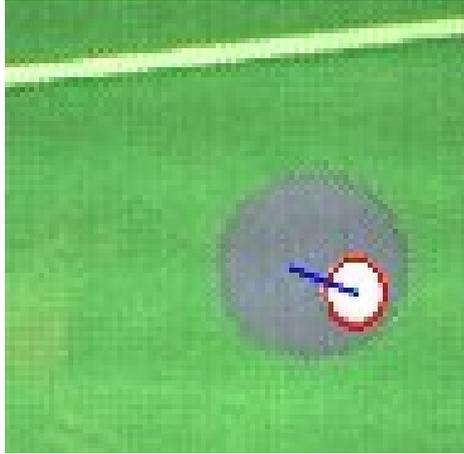


Figura 3: Detección Orientación del Robot

Por cada círculo detectado, en su área se clasifica cada píxel según un rango preestablecido para cada robot al momento de parametrización y calibración. Este rango se fija con valores mínimos y máximos en el espacio de colores de tres dimensiones HSV.

Luego de aplicarse un filtro para determinar si un color está presente, se calcula su histograma a fin de establecer la cantidad de color presente. Si el valor del histograma obtenido está entre los valores de histograma predefinidos para el color, entonces se continúa con el siguiente filtro. Finalmente, si todos los filtros preestablecidos a un robot se verifican es que se determina su identidad.

Cuando un robot es identificado se marca para no ser incluido en búsquedas posteriores sobre la misma imagen capturada.

Una vez que un robot ha sido identificado, se procede a determinar su orientación. Para ello, se repite el proceso de detección de bordes y luego de círculo pero en esta ocasión sobre el área del robot identificado. Con la posición central del círculo inicial (robot identificado) y la posición central del círculo menor (ubicado en el sombrero) es que se determina la orientación en radianes respecto a la dirección x e y .

Entre las distintas imágenes capturadas (frames), para cada robot identificado con las respectivas posiciones calculamos su velocidad.

4. Conclusiones y Trabajos Futuros

En este trabajo se ha presentado una de las líneas de investigación del Grupo de Investigación en Robótica Inteligente que tiene como objetivo el diseño, desarrollo e implementación de un sistema de visión global aplicado a fútbol de robots.

Es importante señalar que nuestro sistema de visión reconoce robots sin un modelo de sombrero preestablecido, siempre que no se interfiera con la modalidad de como se precisa la orientación. Solo basta que el modelo seleccionado contenga una codificación lo suficientemente variada en colores y que sus cantidades identifiquen unívocamente a cada robot.

Como trabajos futuros será necesario determinar un sombrero que se adapte a las reglas de la liga CAFR como así también de la liga F180. Analizar otras formas de segmentación, particularmente las propuestas en [2] y en [1].

También será implementado una forma de seguimiento (tracking) que pueda predecir la siguiente posición de cada objeto. Disminuyendo el área de análisis para identificar cada objeto.

Por otra parte, para el caso de utilizarse dos cámaras se analizará la alternativa de primero realizar la identificación de robots y pelota individualmente en cada imagen capturada por cámara. Permitiendo aprovechar procesamiento en paralelo, para luego reunir luego los datos. Sin embargo se incorpora un problema que son los objetos a identificarse ubicados parcialmente en cada imagen capturada.

Las líneas de estudios a realizarse pretenden hacer uso mínimo de los recursos computacionales, por lo que se mantendrá un procesamiento acotado por la naturaleza de tiempo real del dominio de la aplicación.

Referencias

- [1] James Bruce and Manuela Veloso. Fast and accurate vision-based pattern detection and identification. In *ICRA '03, the 2003 IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Taiwan, May 2003.
- [2] Veloso Bruce, Balch. Fast and inexpensive color image segmentation for interactive robots. In *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, 2000.
- [3] Intel Corporation. Intel corporation open source computer vision library. <http://www.intel.com/technology/computing/opencv/>, 2001.
- [4] ITAM. Equipo eagle knights. <http://robotica.itam.mx/espanol/index.phtml>.
- [5] Autonomous Agent Laboratory. Doraemon. <http://aalab.cs.umanitoba.ca>.
- [6] Autonomous Agent Laboratory. Ergo. <http://aalab.cs.umanitoba.ca>.
- [7] Federation of International Robot-Soccer Association. Fira official website. <http://www.fira.net/>, 2008.
- [8] R. Y. Tsai. A versatile camera calibration technique for high accuracy 3d machine vision using off-the-shelf tv cameras and lenses. *IEEE Journal of robotic and Automation*, 1987.