

Seguimiento y Generación 3D de Trayectorias

Federico Cristina, Sebastián H. Dapoto, Claudia Russo

{fcristina,sdapoto,crusso}@lidi.info.unlp.edu.ar

*Instituto de Investigación en Informática LIDI¹
Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata.*

Resumen

La rama de la Informática conocida como procesamiento de imágenes digitales comprende diferentes temas de Investigación y Desarrollo, así como aplicaciones que involucran las distintas etapas que van desde la adquisición de los datos de entrada, el mejorado, segmentación, hasta el análisis, clasificación e interpretación de imágenes. [1]

En particular la reconstrucción de movimientos 3D a partir de imágenes 2D (fotografías, filmaciones) es un área compleja, que se vuelve particularmente significativa cuando se trata de obtener respuestas en tiempo real. [1][2][3]

Este proyecto que tiene por objetivo el desarrollo de sistema de análisis y representación 3D de trayectorias de un móvil (pelota de fútbol) y su modelización por computadora con el objetivo de mejorar la técnica del jugador y la metodología de entrenamiento, se encuentra enmarcado dentro de la línea de Investigación del Instituto en el tema de tratamiento de imágenes y señales.

Por otra parte ha sido presentado por dos empresas al FONTAR ANR TICs 2005.

Introducción

El tema de seguimiento y análisis de trayectorias en tiempo real tiene particular importancia en ambientes industriales, en particular en robótica. [4]

Orientándonos hacia los temas de interés de este proyecto, debemos mencionar las aplicaciones de robots denominados car-like robots. Estos vehículos tienen que moverse por entornos desconocidos y evitar obstáculos de forma rápida y efectiva.

Se utilizan por ejemplo en juegos que usan robots, los cuales se movilizan en un pequeño escenario llevando una pelota hacia el arco rival. También se han encontrado algunas pruebas con videos de partidos de diversos deportes, en las que se realiza un seguimiento de la pelota para un posterior análisis de los tiros. [5][6]

El seguimiento de trayectoria requiere de la previa captura del ambiente, ya sea de forma manual o automática, para obtener la información referente a la ubicación y dimensión de los posibles obstáculos. Por otra parte, si se desea seguir la trayectoria generada, se requiere ubicar el objeto específico dentro del medio, para así poder ubicarlo a lo largo del trayecto y poder tomar acciones de ser necesario. [5][7]

¹ III-LIDI - Facultad de Informática. UNLP - Calle 50 y 115 1er Piso, (1900) La Plata, Argentina.
TE/Fax +(54)(221)422-7707. <http://www.lidi.info.unlp.edu.ar>

Resulta particularmente importante la reconstrucción 3D del objeto en movimiento (en nuestro caso la pelota), ya que no sólo se puede variar el punto de observación sino se pueden estudiar otros efectos de importancia deportiva (por ejemplo la rotación sobre su eje de la pelota dentro de un trayecto lineal). Esto requiere identificar puntos propios del objeto móvil y reconstruir la trayectoria de giro, simultáneamente con la trayectoria de avance. [4][8]

Caso Específico de Estudio

El presente proyecto muestra el desarrollo de un sistema de seguimiento de un objeto móvil a partir de una secuencia de imágenes usando procesamiento y análisis de imágenes. Para tal objetivo se desarrolló un algoritmo que integra, además de aspectos de visión, aspectos de resolución y captura dada por la óptica empleada, así como también se toma en cuenta la problemática de posicionamiento y control del sistema de soporte.

Se ha desarrollado un sistema que informa de manera detallada los datos relacionados con la trayectoria y rotación que realiza una pelota en un área definida, así como información visual del recorrido que dicha pelota efectúa a lo largo del tiempo. El sistema permite representar la información usando un modelo 2D, el objetivo final es la modelización en tres dimensiones de manera que se pueda variar el punto de observación y así poder apreciar la trayectoria desde diferentes puntos de vista, para su análisis posterior. Para esto se aplicó entre otros, métodos de procesamiento de imágenes, técnicas estereoscópicas, de triangulación de puntos en el espacio y de generación de modelos 3D. [8] [9][10]

Un punto importante es el requerimiento de hardware, las cámaras con que se captura el video. Las mismas deberán cumplir con especificaciones mínimas (una elevada cantidad de cuadros por segundo, rápida velocidad de obturación, alta resolución de imágenes, amplio campo de visión). Para la selección de las cámaras se han realizado procesos de simulación y de esta manera se tienen los videos con las características necesarias para realizar las pruebas correspondientes.[11]

Líneas de Investigación y Desarrollo

Dentro de las líneas de investigación y desarrollo se ha tenido en cuenta los siguientes puntos principales [3][8][12][13][14][15][16]:

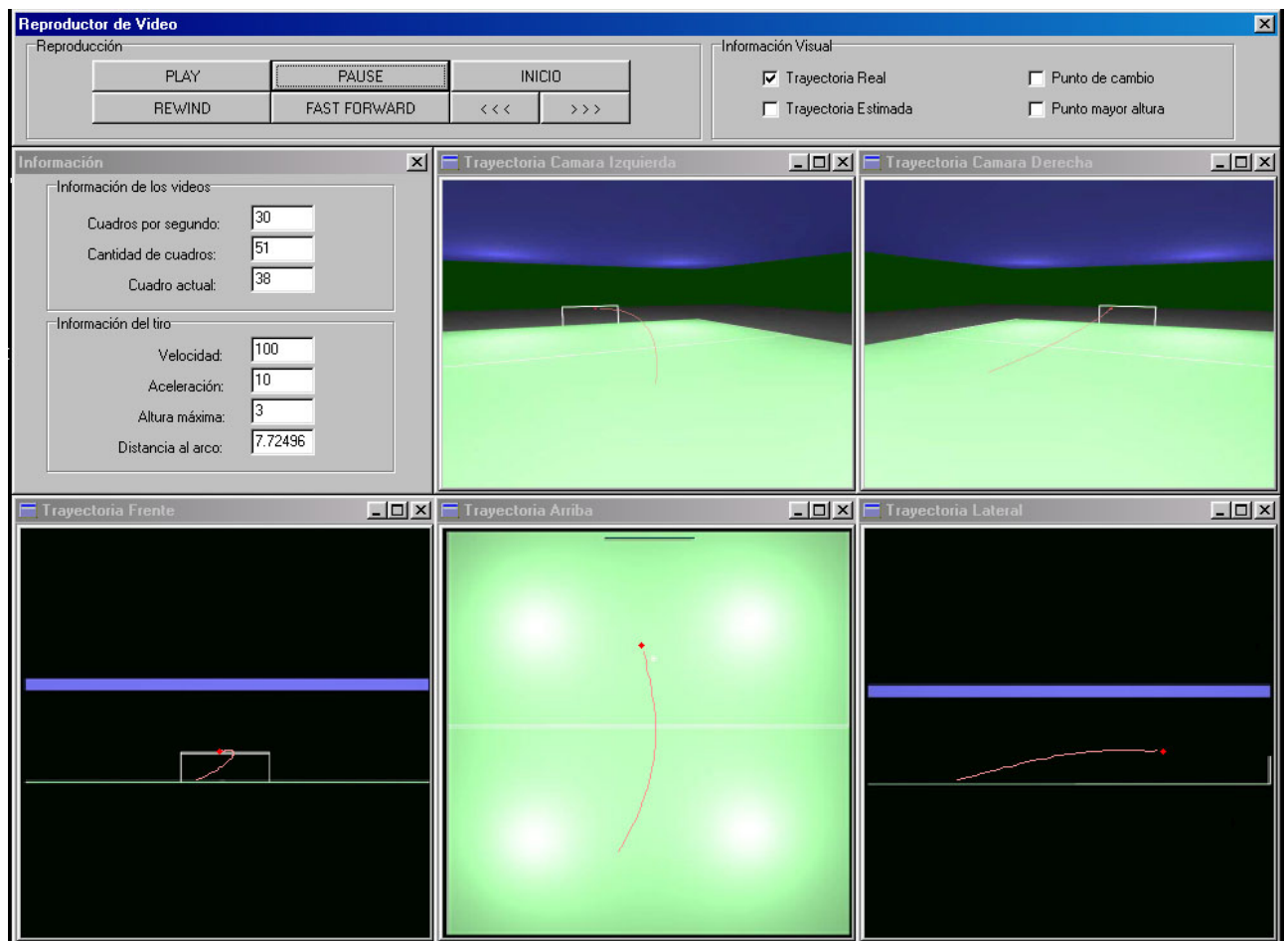
- Procesamiento de las imágenes de un video: obtención de cada cuadro del video y generación de nuevos videos.
- Filtrado por color: lo cual permite eliminar el fondo para obtener así únicamente la pelota.
- Segmentación de imágenes: determinar la zona donde se encuentra la pelota en la imagen.
- Detección de circunferencia y centro de la pelota. Determinación del tamaño del objeto
- Calibración intrínseca y extrínseca de cámaras: determinar los parámetros de la cámara tales como distancia focal y aberraciones de las lentes; así como la posición y rotación en el espacio de las cámaras.
- Corrección de aberraciones ópticas de las lentes, para lograr un óptimo resultado.
- Rectificación de imágenes estereoscópicas, simplificando así la obtención del punto 3D de la pelota en cada par de imágenes.
- Correspondencia entre puntos en imágenes estereoscópicas: para determinar la intersección entre las rectas epipolares de cada imagen.
- Triangulación de un punto: obtención del punto en el espacio.

- Traslación y rotación de coordenadas: normalización del punto a un sistema de coordenadas conocido.
- Generación de imágenes vectoriales/poligonales: para una modelización 3D de los resultados.
- Renderización de modelos tridimensionales: para una visualización 3D de los resultados.
- Ubicación de cámaras virtuales: con el fin de obtener diferentes puntos de vista del tiro a elección.

Resultados obtenidos

Se investigó la librería OpenCV de uso libre [17], y se adaptó al lenguaje C++ Builder. Utilizando la misma, se desarrolló un sistema que consta de los siguientes módulos:

- Módulo de Calibración de la cámaras.
- Módulo de Calibración Stereo.
- Módulo de Triangulación de puntos en el espacio.
- Módulo de Filtrado por Color.
- Módulo de carga y procesamiento de videos.
- Módulo de reproducción de Trayectorias en vistas predeterminadas.



Resultados esperados

- Adquirir conocimientos sobre las técnicas a utilizar y encontrar las mejores alternativas en cada una de las mismas, para luego aplicarlas en el desarrollo del sistema en tiempo real.
- Analizar las herramientas más adecuadas para el desarrollo y complementarlas con componentes ad-hoc que sea necesario programar.
- Seguir en tiempo real el centro de la pelota, a partir de las imágenes de las secuencias de video estereoscópicas. Obtener el punto en el espacio con referencia a un centro de coordenadas.
- Representación 3D de la trayectoria de la pelota desde diferentes puntos de vista. Información numérica sobre la trayectoria (velocidad, aceleración, alcance, altura, velocidad rotacional).
- Optimizar la performance y precisión del sistema.

Formación de Recursos Humanos

Se encuentran trabajando en el proyecto un Becario externo y dos Becarios pertenecientes al Instituto de Investigación y Desarrollo.

Está en realización una Tesis de Doctorado en el tema de Estimación y Compensación de Movimiento en Videos.

Se ha realizado una Tesina de Grado en el tema de Restauración de videos en blanco y negro.

Bibliografía

- [1] Digital Video Processing – A. Murat Tekalp
- [2] Visión por Computador, Fundamentos y Métodos – Arturo de la Escalera
- [3] Machine Vision – Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, Brian G. Schunck
- [4] Real-time 3D Soccer Ball Tracking from Multiple Cameras. Jinchang Ren, James Orwell, Graeme Jones, Ming Xu. Digital Imaging Research Centre, Kingston University. Surrey, KT1 2EE, U. K.
- [5] Estimating the Position of a Football from Multiple Image Sequences. Jinchang Ren, James Orwell and Graeme A. Jones. Digital Imaging Research Center, Kingston University. Penrhyn Road, Kingston upon Thames, Surrey, KT1 2EE, UK
- [6] Fútbol de Robots Uruguayo para Torneos. Alvaro Castromán & Ernesto Copello. Tesis de Grado de la Carrera de Ingeniería en Computación - Mayo de 2004. Facultad de Ingeniería - Universidad de la República
- [7] Tracking Players and a Ball in Video Image Sequence for Retrieving Scenes in Soccer Games. Akihito Yamada, Yoshiaki Shirai and Jun Miura. Dept. of Computer-Controlled Mechanical Systems, Osaka University. 2-1, Yamadaoka, Suita, Osaka 565-0871, JAPAN
- [8] Introductory Techniques for 3D Computer Vision – Emanuele Trucco, Alessandro Verri

- [9] An Effective and Fast Soccer Ball Detection and Tracking Method. Xiao-Feng Tong, Han-Qing Lu, Qing-Shan Liu. National Laboratory of Pattern Recognition, Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences.
- [10] An image recognition system for the measurement of soccer ball spin characteristics. Paul Neilson¹, Roy Jones, David Kerr¹ and Chris Sumpter. Institute of physics publishing - LE11 3EH, UK
- [11] Estereoscopía y Calibración de Cámaras. María Jose Abásolo 2003
- [12] A compact algorithm for rectification of stereo pairs. Andrea Fusiello, Emanuele Trucco, Alessandro Verri. Machine Vision and Applications (2000) 12: 16–22
- [13] 3D Polygon Rendering Pipeline Greg Humphreys. University of Virginia CS 445, Fall 2003
- [14] A Flexible New Technique for Camera Calibration. Zhengyou Zhang. Technical Report MSR-TR-98-71
- [15] Camera Calibration Toolbox for Matlab.
www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc/index.html
- [16] Seguimiento tridimensional usando dos cámaras. Pablo Barrera González, José María Cañas Plaza
- [17] OpenCV - Open Source Computer Vision Library Community.
<http://groups.yahoo.com/group/OpenCV>