

# HERRAMIENTA DE MEDICIÓN CON VISIÓN ARTIFICIAL APLICADA A ESTADÍSTICAS DEPORTIVAS

Lorenzo Jesús Depetris <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco – Departamento de Electrónica  
Av. de la Universidad 501, San Francisco, Córdoba

<sup>(1)</sup> E-mail: depetrislorenzo1@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

En este artículo se presenta el diseño de un sistema que permite rastrear un objeto en un video y medir la distancia recorrida por el mismo. El alcance del mismo es que la medición sea aplicable a un movimiento que se mantiene dentro de un mismo plano. El mismo calibra permanentemente la medición para reducir errores.

El video utilizado para las pruebas es una filmación de un partido de fútbol, y en el mismo, el usuario puede seleccionar un jugador para medir la distancia que recorre durante todo el partido. Este dato se utiliza para evaluar el rendimiento del atleta; por un lado, es un indicador del estado físico, ya que combina caminata, trote y sprint en un período de tiempo fijo; por otro lado, los analistas utilizan el dato para generar estrategias de juego con cada jugador individual (Garrett et al., 2000)

Este trabajo fue realizado en el marco de la asignatura “Visión Artificial” de UTN FRSFCO, dictada por el Dr. Ing. Javier Redolfi.

## MÉTODOS

El sistema está compuesto por las siguientes etapas:

- Selección de puntos de interés.
- Ajuste de perspectiva.
- Medición de la distancia.

El software permite utilizar filmaciones de cámaras no estáticas, ya que toma puntos de referencia dentro de la imagen, lo cual pone en movimiento la referencia de medición y la perspectiva del plano en la imagen. Por lo tanto, se debe ajustar la perspectiva de manera permanente (a cada uno de los frames del video) a las dimensiones reales del plano. Por esta razón se realizan dos trackeos en el video:

- Los puntos de referencia de cada imagen del video.
- El objetivo en la imagen de perspectiva ajustada.

### DETECCIÓN DE ESQUINAS

Los puntos de interés para la matriz de ajuste de perspectiva (homografía) deben ser fáciles de rastrear, ya

que se deben obtener frame por frame para calcular nuevamente la matriz. Por este motivo se utilizan esquinas obtenidas mediante un detector denominado “Shi-Tomasi”, implementado en la librería mediante la función “goodFeaturesToTrack” (Shi, J., 1994).

Este algoritmo consiste en tomar cada pixel de la imagen y calcular el error del gradiente asociado a un desplazamiento alrededor del pixel en análisis. A través de los autovalores de la matriz de derivadas parciales de cada pixel, se determina un “score” y luego clasifica cada punto por un umbral.

Para la esquina del patrón, de los puntos obtenidos por el algoritmo se elige el más cercano al punto señalado con el mouse. Para el jugador, se toman todos los puntos calculados. Los puntos obtenidos en ambos casos se muestran en la Fig. 1



**Fig. 1.** Los puntos marcados son los obtenidos por la función. El punto en verde es el elegido por el programa.

### AJUSTE DE PERSPECTIVA

La homografía se realiza aplicando una matriz de transformación, que se determina a partir de un conjunto de cuatro puntos “patrón” que equivalen a los puntos ideales del plano en la imagen, y cuatro puntos “reales” que son los obtenidos anteriormente.

La transformación es una multiplicación matricial como se muestra en la ecuación 1. Pixel a pixel se multiplica su posición por la matriz de transformación (ecuación 2), obteniendo una posición nueva (en el espacio de destino). Luego, para recomponer la imagen, se determinan los pixeles nuevos en posiciones enteras a partir de interpolación de los pixeles en la posición destino.

$$Y = H X \quad (1)$$

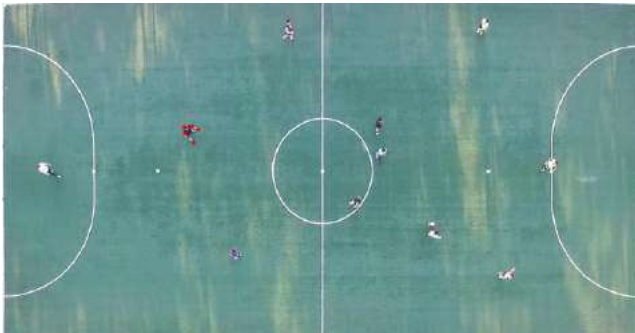
$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & h_{13} \\ h_{21} & h_{22} & h_{23} \\ h_{31} & h_{32} & h_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix} \quad (2)$$

La matriz  $H$  es la matriz de transformación, el vector  $X$  es el vector de origen (coordenadas del pixel antes de transformar), y el vector  $Y$  es el de destino (coordenadas del pixel luego de la transformación). En Fig. 3 y Fig. 4 se puede apreciar el efecto mencionado.

La ecuación 2 es la utilizada para calcular la matriz de homografía. El software se encarga de resolver el sistema para encontrar los “ $h$ ” de la matriz de transformación por métodos algebraicos clásicos, tomando como dato los puntos origen y destino.



**Fig. 3.** Imagen de cancha en perspectiva original con los puntos de interés marcados.



**Fig. 4.** Puntos del jugador rastreados en imagen transformada

#### TRACKING

El rastreo de los puntos de interés y de los puntos del objeto a seguir se realiza mediante el algoritmo de “Lucas-Kanade”, el cual a partir de dos frames determina la posición de un conjunto de puntos pertenecientes a un frame anterior. A grandes rasgos, el algoritmo compara el gradiente de la imagen en una vecindad al punto evaluado tanto en el frame actual como en el anterior y estima un desplazamiento (Baker, S., & Matthews, I., 2004).

Este algoritmo se emplea para seguir las esquinas de la cancha y computar en cada frame la homografía adecuada. Sobre la imagen ajustada (sin perspectiva) se aplica nuevamente, esta vez sobre el jugador seleccionado, permitiendo conocer la posición del mismo frame a frame sin caer en errores a causa del movimiento de la cámara ni de perspectiva de la misma. En la Fig. 4 se observa un jugador en la cancha linealizada, siendo trackeado.

#### MEDICIÓN

La medición se realiza sumando frame a frame los desplazamientos del primer vector de interés de los puntos del jugador, ya que es la mejor esquina del mismo obtenida por Shi-Tomasi (la función las ordena de mejor a peor). A la diferencia entre el vector “viejo” y el “nuevo” se le calcula el módulo geométrico y se acumula a los recorridos anteriores. Así al terminar el video, se ha obtenido aproximadamente la distancia total recorrida por el objetivo, en este caso, un jugador.

#### RESULTADOS

El programa logra medir distancia recorrida, aunque presenta errores acumulados debidos a: ruido en la imagen, redondeos inestables, interpolaciones, algoritmos imperfectos, pérdida de puntos en la homografía y en el objetivo, etc. Por esto el resultado no tiene la exactitud de instrumentos de medición directa. Además se observa que, cuando el objetivo no se mueve, los errores mencionados se hacen relevantes, agregando desplazamientos a la suma que son indebidos.

En cuanto a los trackeos específicamente, hay oclusiones que dificultan la posterior homografía. En el caso del seguimiento del objetivo, en este video, los mismos no tienen gran detalle. La magnitud de estos dos inconvenientes dependerá fuertemente del video utilizado.

#### CONCLUSIONES

Se logró implementar un sistema capaz de rastrear un jugador de fútbol y medir la distancia recorrida, sorteando problemas como perspectiva y movimientos de cámara, por lo que se puede confirmar que cumple con el objetivo planteado. Algunas mejoras a implementar son sobre todo en el tracking y en la medición en sí. El seguimiento se puede mejorar mediante una realimentación de reconocimiento de patrones o con inteligencia artificial; y la medición puede realizarse con una mejor localización del objetivo y con un filtro suavizante de la posición.

#### REFERENCIAS

- Garrett, W. E., & Kirkendall, D. T. (Eds.). (2000). Exercise and sport science. Lippincott Williams & Wilkins.
- Shi, J. (1994, June). Good features to track. In 1994 Proceedings of IEEE conference on computer vision and pattern recognition (pp. 593-600). IEEE.
- Baker, S., & Matthews, I. (2004). Lucas-kanade 20 years on: A unifying framework. International journal of computer vision, 56(3), 221-255.