

BANCO DE PRUEBAS PARA LA ESTIMACIÓN DEL MOVIMIENTO BASADO EN EL CÁLCULO DEL FLUJO ÓPTICO

José Luis Martín, Aitzol Zuloaga, Josu Cruzado

Departamento de Electrónica y Telecomunicaciones
Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea

jtpgomaj@bi.ehu.es, aitzol@bise08.bi.ehu.es, josu@bise08.bi.ehu.es

RESUMEN

A diferencia de una imagen estática, una secuencia de imágenes proporciona información acerca del movimiento y la estructura de los objetos incluidos en una escena. Muchas aplicaciones requieren estimar este movimiento a partir del cálculo del flujo óptico, para el cual existen diferentes métodos y algoritmos. El objetivo de este trabajo es proporcionar un banco de pruebas software que permita evaluar y validar los resultados obtenidos mediante distintos métodos. Esta herramienta permite una sencilla reconfiguración de los parámetros y procedimientos de cálculo, disminuyendo el tiempo de desarrollo y mejora de los algoritmos.

1. INTRODUCCIÓN

La información contenida en una secuencia de imágenes acerca del movimiento y la estructura de los objetos de una escena es muy importante.

La extracción de todos estos datos y su transformación en información útil requiere el desarrollo de métodos eficientes, y es una de las áreas de mayor investigación en el campo de la visión artificial [1].

La estimación del movimiento en una secuencia de imágenes tiene una amplia gama de aplicaciones, que pueden ser clasificadas dentro de tres grandes grupos:

- Recuperación de la estructura tridimensional a partir de secuencias de imágenes bidimensionales. Es el caso de la detección de obstáculos para robots de navegación autónoma, la modelización del entorno, la adquisición automática de modelos para diseño asistido por ordenador (CAD), etc.
- Compresión y reconstrucción de secuencias de imágenes. Por ejemplo la codificación y decodificación MPEG, y la reconstrucción de imágenes afectadas por ruido.
- Seguimiento y caracterización dinámica de objetos en movimiento. Utilizado en la detección de parámetros de tráfico de automóviles, los sistemas de seguridad por visión artificial y en la previsión meteorológica.

2. OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es el desarrollo de una herramienta software que permita evaluar y validar los resultados obtenidos en la estimación del movimiento en una secuencia de imágenes por diferentes algoritmos, o variaciones de los mismos, mediante el cálculo del flujo óptico.

Esta aplicación facilita una rápida configuración de los distintos parámetros de cálculo, automatizar la construcción de secuencias de imágenes, y realizar el procesamiento, mostrando finalmente los resultados obtenidos en la estimación del movimiento contenido en la secuencia.

3. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Para conseguir la estimación del movimiento a partir del cálculo del flujo óptico de una secuencia de imágenes, únicamente contamos como dato de partida con la variación espacial y temporal del patrón de brillo de la imagen. Por lo tanto, a diferencia del procesamiento de imagen tradicional, es imprescindible introducir la variable tiempo.

En este caso se utiliza un método basado en los gradientes espacio-temporales, que determina los cambios espaciales y temporales del patrón de grises de la imagen y a partir de ellos obtiene el flujo óptico. Se basa en que la información del movimiento de los objetos esta contenida en los cambios de intensidad de la imagen.

Este algoritmo genera un campo vectorial completo, con un vector de movimiento por cada píxel de la imagen, lo que resulta muy útil en algunas aplicaciones. Además, la complejidad del método no depende del tipo de secuencia escogida, sino únicamente del tamaño de las imágenes. Como contrapartida presenta numerosos problemas con imágenes con mucho ruido, y bajo circunstancias concretas los resultados obtenidos no son adecuados.

El proceso de cálculo del flujo óptico que se ha implementado para este proyecto se basa en el método de los gradientes y la 'ecuación de restricción del Flujo Óptico' formulada por Horn y Schunck [2]:

$$E_x \cdot u + E_y \cdot v + E_t = 0 \quad (1)$$

Esta ecuación es válida bajo condiciones de patrón de brillo de la imagen constante, y gradiente local de intensidad lineal. Desarrollando a partir de ella llegamos a una solución de tipo iterativa para cada uno de los componentes del flujo óptico [3]:

$$u = \hat{u} - \frac{E_x(E_x \hat{u} + E_y \hat{v} + E_t)}{I^2 + E_x^2 + E_y^2} \quad (2)$$

$$v = \hat{v} - \frac{E_y(E_x \hat{u} + E_y \hat{v} + E_t)}{I^2 + E_x^2 + E_y^2} \quad (3)$$

Para la obtención de resultados válidos este algoritmo requiere un mínimo de textura en los objetos de la imagen, desplazamientos pequeños entre imágenes y el movimiento continuo de los objetos [4].

4. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Para la fase de captación y de construcción de la secuencia se ha desarrollado una aplicación en un entorno gráfico que posibilita la gestión de distintos proyectos, la configuración, visualización y almacenamiento de los datos obtenidos.

Este GUI o interfaz gráfico de usuario se ha desarrollado en lenguaje C++ utilizando la biblioteca de clases MFC de Microsoft, lo que hace que el programa tome la apariencia característica de un programa de Windows, como puede verse en la figura 1. Para ello se ha utilizado la herramienta de desarrollo Microsoft Visual C++ 5.0.



Figura 1. Aspecto de la interfaz gráfica de usuario.

Matlab dispone de una serie de rutinas que permiten utilizarlo como un motor computacional para otras aplicaciones externas [5]. De esta forma puede utilizarse un lenguaje de programación como puede ser C++ para construir el entorno de usuario, y utilizar Matlab únicamente para realizar los cálculos de proceso u operaciones matemáticas complejas. La aplicación que se ha desarrollado en este trabajo adopta esta arquitectura, que se observa en la figura 2.

El entramado de algoritmos, procesamiento y cálculos de operación para el cálculo del flujo óptico y la estimación del movimiento se ha desarrollado en lenguaje Matlab.

Para permitir la interrelación entre los dos entornos de aplicación, C++ y Matlab, se ha creado un soporte de comunicaciones en C++ que hace uso del interfaz de programación de la aplicación (API) aportado por Matlab.

Los algoritmos y procedimientos que se han desarrollado en lenguaje Matlab han sido realizados de forma que hagan uso del potencial de este programa en operaciones de cálculo matricial y vectorial.

Todo el tratamiento de las matrices de imagen, procedimientos, convoluciones, filtrados, y cálculos matemáticos se realizan simultáneamente a todos los píxeles de la imagen, lo que aumenta de forma muy importante el rendimiento y eficiencia

de los algoritmos. Esto minimiza el tiempo de desarrollo de algunas funciones, a la vez que optimiza el tiempo de proceso.

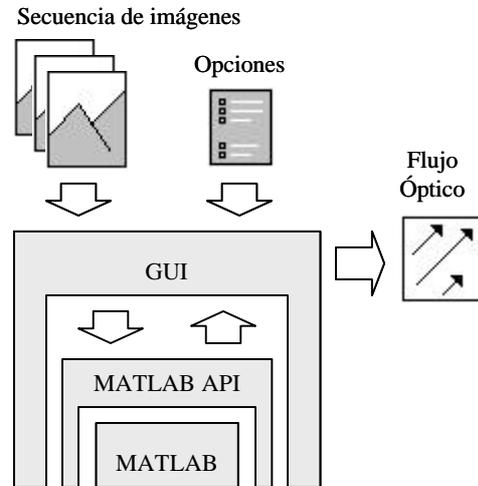


Figura 2. Arquitectura de la aplicación.

5. CONCLUSIONES

La adopción de esta aplicación como herramienta de trabajo permite el desarrollo y mejora de algoritmos de cálculo de flujo óptico en un menor tiempo y de forma más sencilla.

Mediante este software se consigue también la validación de resultados y evaluación del rendimiento de algoritmos con vistas a su utilización en aplicaciones de estimación del movimiento.

La determinación del movimiento a partir de secuencias de imágenes abre las puertas a un amplio campo de aplicaciones y supone un gran ámbito de desarrollo científico y tecnológico. Aplicaciones tales como la modelización del entorno, la identificación y seguimiento de objetos, y la compresión de imágenes representan aportaciones clave para un futuro próximo.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Departamento de Educación, Universidades e Investigación del Gobierno Vasco en el marco del proyecto de investigación PI-1998-41.

7. REFERENCIAS

- [1] A. Zuloaga, J. L. Martín y J. A. Ezquerro, "Hardware Architecture for Optical Flow Estimation in Real Time", Proc of. International Conference on Image Processing, vol. 3, pp. 972-976, Octubre 1998.
- [2] B. Horn, and B. Schunck, "Determining optical flow", Artificial Intelligence, nº 17, pp. 185-203, 1981.
- [3] B. Horn, "Robot vision", Ed Mc Graw-Hill, Massachusetts, 1986.
- [4] D. Ballard, and C. Brown, "Computer vision", Prentice-Hall, New Jersey, 1982.
- [5] Matlab, "Application Program Interface Reference" versión 5.3, Ed MathWorks Inc Massachusetts, 1998.