

ESTIMACIÓN DE FLUJO ÓPTICO UTILIZANDO IMÁGENES RGB

Zamora Espinoza, Andrea Itzeel (1), Rodríguez Doñate, Carlos (2), Hernández Gómez, Geovanni (3)

1 [Ingeniería Biomédica, Universidad de Guanajuato] | [zamora2014@licifug.ugto.mx]

2 [Departamento de Estudios Multidisciplinarios, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [c.rodriguezdonate@ugto.mx]

3 [Departamento de Estudios Multidisciplinarios, División de Ingenierías, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [geov.hernandez@ugto.mx]

Resumen

El mapa de campo de velocidades o flujo óptico es la representación en dos dimensiones de los cambios de intensidad entre dos imágenes. Normalmente, para estimar el flujo óptico se utiliza el método de Lucas-Kanade mediante secuencias de imágenes monocromáticas. En este trabajo se propone una metodología para estimar el flujo óptico utilizando imágenes en color con un formato RGB. Los resultados obtenidos con esta propuesta, se compararon con los mapas de flujo óptico de la base de datos de la Universidad Middlebury.

Abstract

The velocity field or optical flow is the two-dimensional representation of intensity changes between two images. Generally, in the literature the optical flow estimation is based on the Lucas & Kanade method from monochromatic images. This paper proposes a methodology to estimate optical flow from color images in RGB format. The obtained results and optical flow map from the data base of the University of Middlebury were compared.

Palabras Clave

Método Lucas-Kanade; Campo de velocidades; Filtro gaussiano derivativo; Gradiente de imagen

INTRODUCCIÓN

La percepción de movimiento de un objeto frente a un observador es conocido como flujo óptico (FO). Por lo tanto, en visión por computadora el FO se define como el movimiento de los objetos en una secuencia de imágenes. Actualmente, la estimación del FO se puede ver en gran variedad de aplicaciones biomédicas específicamente en registro de imágenes de tomografía y resonancia magnética, entre otras. Debido a la importancia de este tipo de aplicaciones, se han propuesto gran variedad de metodologías para estimar el OF en la literatura. Donde se han destacado la estimación del FO a partir de imágenes monocromáticas (un solo canal) [1]. No obstante, algunos autores han destacado que el uso de imágenes a color (multicanal) puede brindar información adicional sobre la escena, con lo que se esperaría que la precisión de la estimación del FO mejore [1,2]. Por otro lado, cabe destacar que se encuentran bases de datos libres para probar las distintas metodologías propuestas para estimar el FO, como es el caso de la base de datos diseñada por los autores de [3].

A diferencia de la mayoría de los trabajos presentados en la literatura, en este artículo se propone una metodología para estimar el FO a partir de imágenes en color, la cual es implementada en el software Matlab. Además, se diseñó una interfaz gráfica de usuario para poder analizar y comparar la estimación del FO realizada con las bases de datos libres que se encuentran publicadas en la literatura.

Marco teórico

Tradicionalmente, la estimación del FO se ha realizado mediante secuencia de imágenes monocromáticas (escala de grises). Donde cada imagen se define como una función en dos dimensiones $I(x,y)$, siendo x e y las coordenadas espaciales, y la amplitud de I en cualquier par de coordenadas es la intensidad de la imagen en ese punto [4]. El método más utilizado para el cálculo del FO es conocido como Lucas-Kanade y se basa en 3 premisas: el principio de conservación de brillo, movimiento suave y coherencia espacial de la imagen. El principio de conservación de brillo establece que puntos correspondientes en instantes de tiempo sucesivos tienen intensidad equivalente [2]. Sea $I(x,y,t)$ la intensidad del pixel en la posición (x,y) en el tiempo t , entonces el pixel correspondiente en el tiempo $t + \delta t$ tiene la misma intensidad dado por:

$$I(x, y, t) = I(x + \delta x, y + \delta y, t + \delta t) \quad (1)$$

Asumiendo cambios mínimos de intensidad se puede aproximar la ecuación (1) por series de Taylor como:

$$\frac{\partial I}{\partial x} u + \frac{\partial I}{\partial y} v + \frac{\partial I}{\partial t} = 0 \quad (2)$$

donde, u y v representan el vector de velocidad en las direcciones x e y . Por lo tanto y como es conocido, una imagen en color con un formato RGB es representada con tres imágenes una por cada canal (rojo, verde y azul) [5], [6], si a cada una se aplica el principio de conservación de brillo, el mapa de campo de velocidades (FO) se definirá por el sistema de ecuaciones siguiente [6].

$$\frac{\partial R}{\partial x} u + \frac{\partial R}{\partial y} v + \frac{\partial R}{\partial t} = 0 \quad (3)$$

$$\frac{\partial G}{\partial x} u + \frac{\partial G}{\partial y} v + \frac{\partial G}{\partial t} = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial B}{\partial x} u + \frac{\partial B}{\partial y} v + \frac{\partial B}{\partial t} = 0 \quad (5)$$

Para obtener la solución del sistema de ecuaciones de forma matricial, se define la ecuación (6) y (7), con lo cual queda un sistema lineal de dos ecuaciones.

$$A = \begin{pmatrix} R_x & R_y \\ G_x & G_y \\ B_x & B_y \end{pmatrix}, \quad b = \begin{pmatrix} -R_t \\ -G_t \\ -B_t \end{pmatrix} \quad (6)$$

Cuyo vector solución es la ecuación (7), que representa el FO.

$$u = (A^T A)^{-1} A^T b \quad (7)$$

MATERIALES Y MÉTODOS

La propuesta para estimar el FO y la interfaz gráfica de usuario fueron diseñados en MATLAB R2015a. Por un lado, la imagen 1 muestra el diagrama de flujo del algoritmo propuesto para estimar el FO a partir de imágenes RGB. El primer paso consiste en separar las componentes RGB por medio de indexación de arreglos, en el segundo paso calcular las derivadas parciales en la dirección x e y con un filtro gaussiano derivativo y el resultado de la derivada temporal se filtra mediante una función gaussiana para eliminar el ruido provocado por esta operación, este proceso se realiza por cada uno de los canales de la imagen. En el tercer paso se obtiene solo una derivada parcial en cada una de las direcciones; por ejemplo, para obtener la derivada parcial en la dirección x, se promedian las derivadas en la dirección x de cada canal en esa dirección. Finalmente, se realiza la estimación de los pares con las derivadas anteriores, sobre los cuales se aplica la ventana para estimar el vector de velocidad de la secuencia de imágenes.

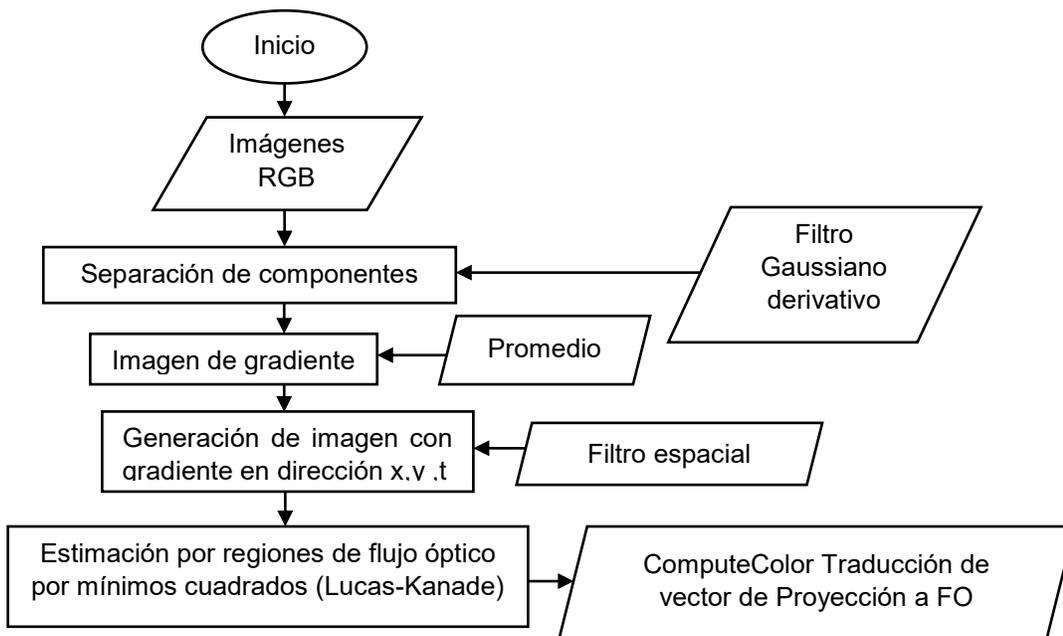


IMAGEN 1: Algoritmo implementado

Por otro lado, la interfaz gráfica de usuario consiste en 3 ejes coordenados y en 3 botones. La función de los ejes coordenados es el de mostrar las imágenes seleccionadas y mostrar el resultado final. Los 2 botones de la izquierda tienen la función de permite al usuario acceder al explorador de archivos y seleccionar las imágenes. El tercer botón tiene la función de iniciar la estimación de FO con las dos imágenes elegidas por el usuario. Finalmente, el tercer eje coordenado mostrará el resultado. La imagen 2a, muestra como el despliegue inicial de la interfaz grafica de usuario. Así mismo la imagen 2b, muestra como se despliega la estimación de FO en la interfaz gráfica.

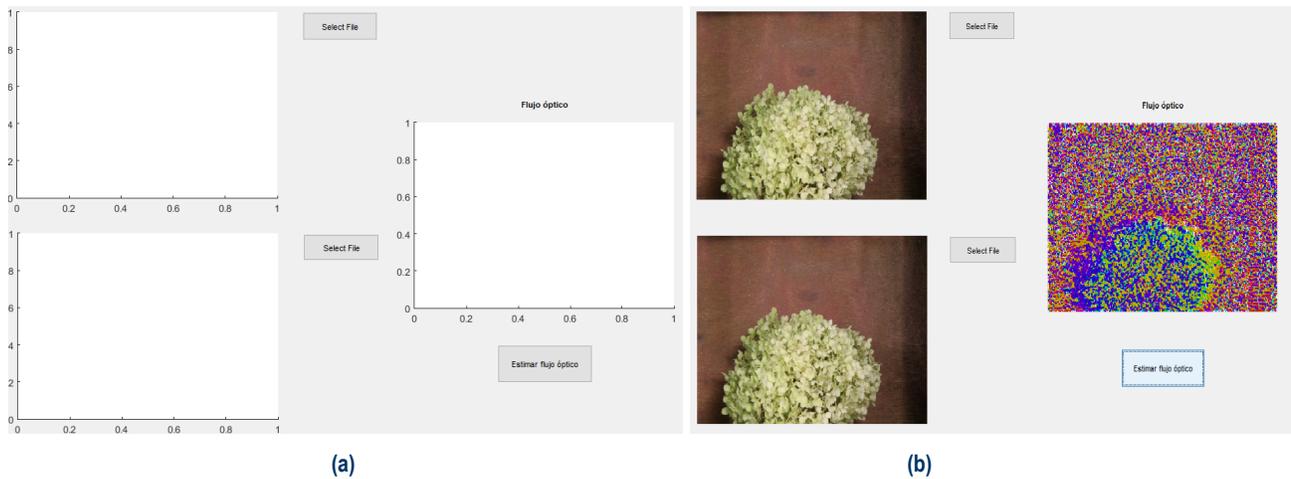


IMAGEN 2: a) Interfaz gráfica de usuario en blanco. b) Interfaz grafica de usuario con ejemplo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las imágenes 3 y 4 se muestran los resultados de la estimación de FO propuesta. Para poder representar la estimación del FO obtenido, se utilizó la función de Matlab que proporcionan los autores de [3], con la cual se genera una imagen en a partir de vector de velocidad. En el primer resultado de FO que se muestra en la imagen 3, donde se observan dos estados de movimiento: movimiento rotatorio en la parte inferior de la imagen y movimiento mínimo en el fondo de la imagen. La estimación del FO de la imagen Hydrangea con la metodología propuesta se muestra en la imagen 3a donde se puede ver que tiene ruido uniforme en toda la imagen, comparado con la referencia que se muestra en la imagen 3b. Sin embargo, el mapa de movimiento se preserva en el mapa de FO propuesto.

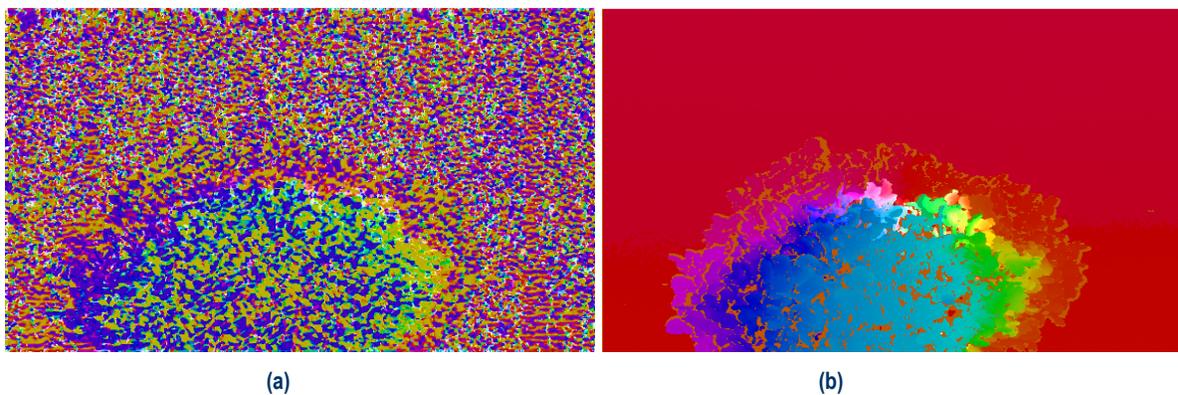


IMAGEN 3: Comparación cualitativa de flujo óptico de imágenes Hydrangea. a) Flujo óptico obtenido por el método de Lucas-Kanade b) Flujo óptico de base de datos de la Universidad de Middlebury.

La imagen 4a corresponde a la estimación del FO de DogDance con la metodología propuesta, en la cual se puede ver mayor ruido que la imagen 3a pero el mapa de FO sigue destacando el movimiento evidente en la parte derecha de la imagen. A diferencia de la imagen 3a, la imagen 4a no destaca el sentido del movimiento dado que no existe una suave transición de un color a otro en la región de interés. Por otro lado la imagen 4b muestra el resultado del OF mediante un campo vectorial, donde indican el sentido del movimiento de la secuencia de imágenes.

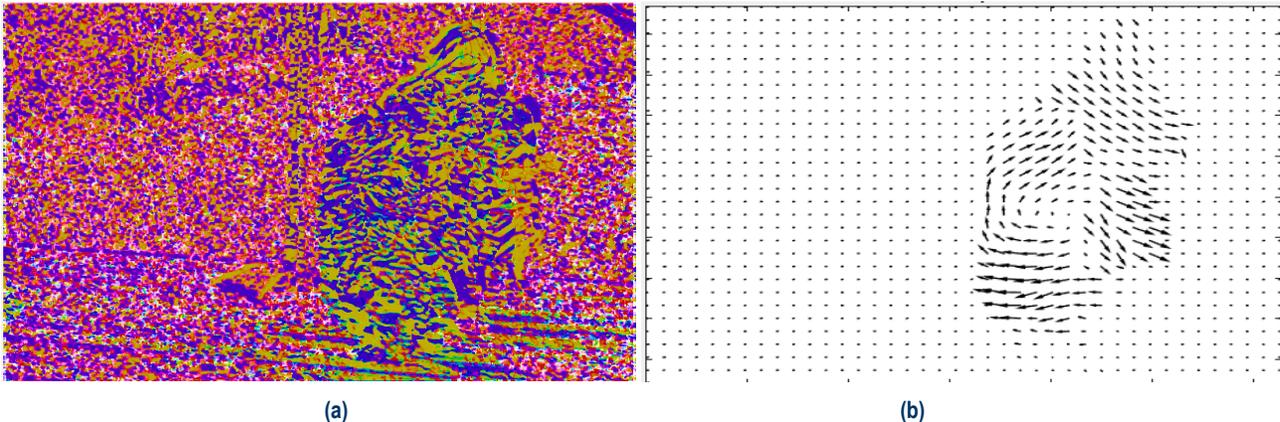


IMAGEN 4: Comparación cualitativa de flujo óptico de imágenes DogDance. a) Flujo óptico obtenido por el método de Lucas-Kanade b) Flujo óptico obtenido con función de base de datos de la Universidad de Middlebury.

CONCLUSIONES

Con esta propuesta se logró estimar el FO utilizando imágenes RGB, donde las derivadas parciales en las tres direcciones se promediaron para solo obtener una por cada dirección, con lo cual se reduce la carga computacional al utilizar imágenes en color, sin embargo, a partir de los resultados se considera que si se realizara otra aproximación la estimación del FO podría mejorar. Además, a partir de los resultados obtenidos de la estimación del FO se puede destacar el cambio de intensidad o movimiento en los mapas de campo de velocidades. Como perspectivas del trabajo, se espera optimizar el algoritmo para reducir el ruido provocado por la estimación de las derivadas parciales y proponer una nueva metodología para aumentar el rango de detección de movimiento, también se espera realizar una evaluación cuantitativa de los resultados obtenidos con los que se han propuesto en la literatura.

REFERENCIAS

- [1] Barron, J., & Klette, R. (2002). Quantitative color optical flow. In Proceedings of IEEE 16th International Conference on Pattern Recognition, 4, 251-255.
- [2] Golland, P., & Bruckstein, A. M. (1997), Motion from color. Computer Vision and Image Understanding, 68(3), 346-362.
- [3] Baker, S., Scharstein, D., Lewis, J. P., Roth, S., Black, M. J., & Szeliski, R. (2011). A database and evaluation methodology for optical flow. International Journal of Computer Vision, 92(1), 1-31.
- [4] González, R. (2008) Digital Image Processing. EUA: Pearson
- [5] Solomon, C. (2010) Fundamentals of Digital Image Processing. EUA: Wiley
- [6] Suetens, P. (2009) Fundamentals of Medical Imaging. Reino Unido: Cambridge.