

Registro rígido de imágenes eficiente y robusto

Asesores: Alfonso Alba y Edgar Arce

1. Introducción

El registro rígido de imágenes es el problema de alinear dos imágenes de la misma escena u objeto. Matemáticamente, el problema consiste en encontrar una transformación geométrica rígida, compuesta por una traslación, una rotación, y un cambio de escala, mediante la cual se logre el alineamiento antes mencionado.

Este problema es fundamental para múltiples aplicaciones, por ejemplo, la construcción de mosaicos de imágenes (formar una escena a partir de fragmentos de la misma), imágenes de super-resolución (obtenidas, por ejemplo, mediante microscopios avanzados), alineamiento de imágenes médicas con fines analíticos y de diagnóstico, construcción de mapas aéreos y satelitales, reducción de movimiento en secuencias de video (por ejemplo, cuando se sostiene la cámara con la mano), etc. Algunas de estas aplicaciones pueden beneficiarse del procesamiento en tiempo real; sin embargo, no existen en la actualidad muchos algoritmos lo suficientemente rápidos, y a la vez precisos, como para realizar esta tarea satisfactoriamente.

Un método que se ha vuelto popular para el registro rígido de imágenes es el método de correlación de fase [2], el cual se basa en las propiedades de desplazamiento de la transformada de Fourier. El método, en su forma más básica, permite encontrar de manera muy eficiente la traslación entre dos imágenes con una precisión entera (ver Figura 1). Además, el método ha sido extendido para poder encontrar rotaciones y cambios de escala [3], y para obtener resultados con alta precisión (a nivel sub-píxel) [4]. Una desventaja de este método es que debido a la periodicidad inherente a las señales digitales y la transformada discreta de Fourier, los desplazamientos que sufre una imagen son en teoría circulares, por lo que el algoritmo de correlación de fase puede algunas veces confundir un desplazamiento largo y un desplazamiento negativo.

Nuestro grupo de investigación ha trabajado recientemente en un algoritmo para estimar el máximo de la función de correlación de fase con precisión sub-píxel que resulta ser altamente eficiente [1], pero no lo suficiente como para su funcionamiento en tiempo real.

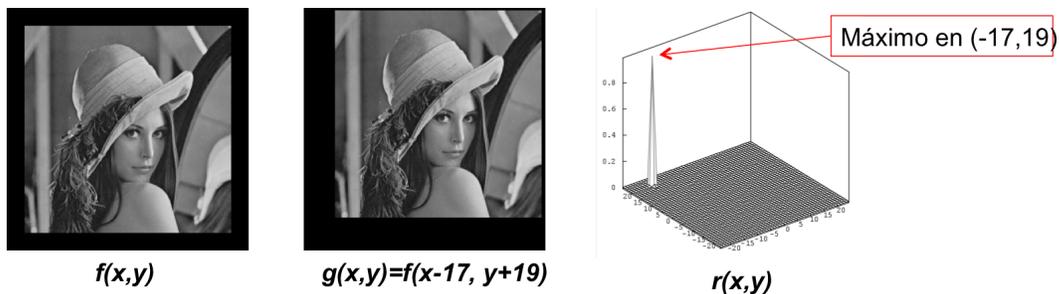


Figura 1: Ejemplo de registro traslacional entre dos imágenes f y g mediante la función de correlación de fase $r = \mathcal{F}^{-1}\{FG^*/|FG^*|\}$, donde F y G son las transformadas de Fourier de f y g , respectivamente, G^* es el complejo conjugado de G , y \mathcal{F}^{-1} representa la transformada inversa de Fourier.

Finalmente, algunos autores que sugieren que es posible estimar el máximo de la correlación de fase reemplazando la estimación en 2D por dos estimaciones en 1D [5]. Mediante esta técnica, se puede reducir el costo computacional del método de correlación de fase en alrededor de un orden de magnitud.

La propuesta para este trabajo es desarrollar un algoritmo de registro rígido basado en las ideas expuestas anteriormente, añadiendo un esquema de auto-evaluación que permita seleccionar los desplazamientos correctos independientemente de la circularidad de los mismos.

2. Objetivos

- Desarrollar e implementar un algoritmo para el registro rígido de imágenes basado en el método propuesto por Reddy y Chatterji [3], utilizando las estrategias propuestas en [5] y [1] para incrementar la precisión y la eficiencia, buscando un alto desempeño en tiempo real.
- Realizar una batería de pruebas para medir la precisión y eficiencia del algoritmo propuesto, comparándola con métodos previamente publicados.
- Publicar los resultados obtenidos en un congreso o revista nacional o internacional.

3. Requisitos

Los conocimientos proporcionados en los cursos básicos de la maestría son suficientes para el desarrollo de este proyecto. En particular son importantes los conceptos estudiados en Señales y Sistemas Discretos, Análisis Matemático, y Programación Avanzada. La programación en lenguaje C/C++ será indispensable para el desarrollo del proyecto.

Como materia optativa, se recomienda el curso de Procesamiento de Imágenes.

4. Cronograma propuesto

Jun/2014 - Lectura de artículos. Implementación básica (en 1D) de la POC para estimación de desplazamientos enteras.

Jul/2014 - Lectura de artículos. Implementación y prueba de un esquema de estimación del desplazamiento con precisión sub-píxel.

Ago/2014 - Lectura de artículos. Extensión a 2D de los algoritmos implementados (usando técnica de Zhang et al.) para la estimación de traslación entre imágenes.

Sep/2014 - Lectura de artículos. Extensión del algoritmo a la estimación de rotaciones y cambios de escala, mediante la técnica de Reddy y Chatterji.

Oct/2014 - Lectura de artículos. Realización de pruebas de registro rígido para la calibración de parámetros.

Nov/2014 - Lectura de artículos. Implementación de una medida de auto-evaluación de la precisión que no dependa del ground-truth.

Dic/2014 - Lectura de artículos. Implementación y prueba de un esquema de decisión para la estimación correcta de desplazamientos en casos difíciles.

Ene/2015 - Realización de pruebas y comparaciones.

Feb/2015 - Realización de pruebas y comparaciones. Redacción de artículo para congreso o revista

Mar/2015 - Realización de pruebas y comparaciones. Redacción de tesis: Metodología

Abr/2015 - Realización de pruebas y comparaciones. Redacción de tesis: Introducción

May/2015 - Redacción de tesis: Resultados

Jun/2015 - Redacción de tesis: Conclusiones y Resumen.

Jul/2015 - Presentación de examen previo. Correcciones finales a la tesis.

Ago/2015 - Presentación de examen de grado

Referencias

- [1] A. Alba, R. Aguilar-Ponce, J. F. Viguera-Gomez, and E. Arce-Santana. Phase correlation based image alignment with subpixel accuracy. In I. Batyrshin and M. Gonzalez Mendoza, editors, *Advances in Artificial Intelligence*, volume 7629 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 171–182. Springer Berlin Heidelberg, 2013.
- [2] C. D. Kuglin and D. C. Hines. The Phase Correlation Image Alignment Method. *Proc. of the IEEE Int. Conf. on Cybernetics and Society*, pages 163–165, 1975.
- [3] B. S. Reddy and B. N. Chatterji. An FFT-Based Technique for Translation, Rotation, and Scale-Invariant Image Registration. *IEEE Transactions on Image Processing*, 5(8):1266–1271, 1996.
- [4] K. Takita, M. A. Muquit, T. Aoki, and T. Higuchi. A Sub-Pixel Correspondence Search Technique for Computer Vision Applications. *IECIE Trans. Fundamentals*, E87-A(8):1913–1923, 2004.
- [5] X. Zhang, M. Abe, and M. Kawamata. An efficient subpixel image registration based on the phase-only correlations of image projections. In *Communications and Information Technologies (ISCIT), 2010 International Symposium on*, pages 997–1001, Oct 2010.