

Proyecto:

Prototipo para la Estabilización Digital de Imágenes

Nelson Acosta & Nadia B. Avendaño
nacosta@exa.unicen.edu.ar & nadiasan@gmail.com

Facultad de Ciencias Exactas – INCA/INTIA – UNICEN
Tandil – Argentina

Resumen

Se presenta un proyecto para la estabilización de videos digitales en tiempo real. Diseñado para remover aquellos movimientos no deseados de las imágenes, y así lograr una secuencia de video estabilizada, bajo restricciones generales de una aplicación de tiempo real.

1.- Introducción

La captura de imágenes desde dispositivos en movimiento genera problemas de estabilidad que dificultan la identificación y el seguimiento de patrones, en diversas aplicaciones de tiempo real.

Los movimientos indeseados presentes en las imágenes se deben a vibraciones, cambios de dirección y aceleraciones de los dispositivos en cuestión.

Los equipos de estabilización de videos son una herramienta práctica al momento de disminuir estas alteraciones indeseadas. Las aplicaciones que utilizan cámaras estabilizadas son muy diversas: transmisiones de televisión, controles de seguridad de grandes áreas, sistemas de patrullajes, sistemas de antenas satelitales, astronomía, etc.

Entre las tecnologías actualmente presentes, encontramos las plataformas giro-estabilizadas, las cuales predicen y contrarrestan los movimientos que perturban la imagen.

Las cámaras giro-estabilizadas para realizar filmaciones de alta calidad se componen de cinco módulos:

- Acelerómetro: permite medir las aceleraciones que sufre el sistema considerando el plano perpendicular al foco de la cámara.
- Plataforma mecánica: permite el montaje de una cámara sobre su superficie e integra el sistema de servos electromecánicos.
- Actuadores: permiten mover la plataforma mecánica para evitar cambiar el plano focal.
- Visualizador: permite ver la imagen de la cámara y que el operador realice su control.
- Sistema de control-filtro-cálculo: es el cerebro del sistema, trabaja evitando que los vibraciones del vehículo se transmitan a la cámara

En algunos casos, el diseño del sistema incluye un módulo adicional que permite realizar los ajustes finos de la imagen capturada de forma digital. La tarea realizada por este componente podría resumirse en dos pasos: la estimación del movimiento indeseado y la corrección del mismo a través de la secuencia de imágenes.

La estabilización digital de videos es un proceso donde los movimientos de una imagen son removidos para generar imágenes compensadas. El proceso genéricamente se podría describir con cuatro pasos:

- (a) Estimación del movimiento local: Los sistemas de estimación de movimiento local generan vectores de movimiento local analizando sub-imágenes en distintas posiciones del frame.
- (b) Estimación del movimiento global: La estimación global determina el movimiento global analizando los vectores resultantes de la etapa anterior. El movimiento global es pasado a un filtro para permitir aquellos movimientos de la cámara intencionales, mientras son removidos los movimientos de alta frecuencia de la cámara no deseados.
- (c) Filtrado de movimiento.
- (d) Compensación del movimiento.

La estimación y corrección de movimiento puede ser realizada mediante aproximaciones espacio-temporales o aproximaciones de matching entre regiones. Dadas estas dos alternativas, la taxonomía estudiada que se plantea es la siguiente:

A) Aproximaciones de matching por regiones:

1. **Bit-plane matching:** Esta técnica calcula la estimación de movimiento usando planos de un bit, los cuales son extraídos de la secuencia de videos. Este proceso de estimación puede ser realizado usando sólo funciones boléanos, lo cual reduce significativamente la complejidad computacional. Además se plantea un esquema de corrección del movimiento basado en la mediana lo suficientemente robusto en condiciones de objetos en movimiento.
2. **Seguimiento de características:** Esta técnica aplica una transformación, denominada *warping*, a la imagen que compensa los movimientos de la cámara. Se plantea un modelo de seguimiento de puntos característicos a lo largo de la secuencia de imágenes con el objetivo de estimar la transformación que permitirá la compensación necesitada.
3. **Basado en SWT (Stationary Wavelet Transform):** En este modelo se estima el movimiento translacional, proyectando la descomposición de la onda estacionaria, en el los ejes horizontal y vertical.

B) Aproximaciones espacio-temporales:

1. **Optical Flow Estimation:** Este esquema utiliza una técnica de flujo óptico, basado en el brillo de los píxeles, para estimar los vectores de movimiento local, obteniendo la velocidad de cada píxel en el frame actual. Estos vectores de velocidad son utilizados para determinar el movimiento rotacional y transnacional.

- 2. Linear Region Matching:** Esta técnica realiza la estabilización de la imagen a través de la correspondencia de puntos a lo largo de la secuencia del video. Se selecciona un conjunto de puntos del primer frame, y se busca una correspondencia de líneas en el siguiente frame, con el objetivo de estimar los parámetros de movimiento.

2.- Análisis

Del estudio de la taxonomía presentada se analizan las distintas transformaciones utilizadas en las diversas técnicas, como son traslación, rotación, warping, affine (combinación de las 3 anteriores). Con el objetivo de determinar ventajas y desventajas que permitan la selección de las técnicas que mejor se adaptan al objetivo planteado: que funcione en tiempo real.

Se analizan los algoritmos matemáticos para su implementación software y potencialmente hardware, se descartan las técnicas de alto costo computacional debido a la imposibilidad de obtener modelos precisos para el seguimiento de características en aplicaciones de tiempo real.

Se decide la utilización de operadores booleanos en la técnica de block matching, debido a que su implementación permite algoritmos verdaderamente rápidos.

3.- Estado Actual del Proyecto

Se ha terminado el estudio del estado del arte del proyecto, y se ha comenzado el diseño del sistema de estabilización. Se ha desarrollado un conjunto de algoritmos que permiten realizar la predicción de los movimientos de un cuerpo, a partir del movimiento analizado desde la imagen de video.

Se propone una implementación combinando varias técnicas que se espera mejore los resultados obtenidos a partir de los algoritmos puros. La técnica a utilizar propone la aproximación de block matching, planteando un modelo de corrección del movimiento basado en mediana, de forma de encontrar la transformación más adecuada (*warping*) con el objetivo de obtener alta calidad en los frames.

El diseño del sistema y los algoritmos de estabilización, permiten la estabilización independiente de la plataforma en que se ejecute. Si bien en primer lugar se está utilizando un prototipo software sobre simulador, se migrará a una plataforma software que trabaja sobre un video desde disco, para luego migrar al uso de la cámara giro-estabilizada real. Después de ese desarrollo, se materializará el diseño en hardware basado en plataformas FPGA sobre el dispositivo electro-mecánico real.

REFERENCIAS

- “*Real-Time Digital Image Stabilization*”, Alan C. Brooks, EE 420 Image Processing Computer Project Final Paper. Electrical Engineering Department, Northwestern University, Evanston, IL 60208 USA, (e-mail: abrooks@northwestern.edu). MARCH 2003.
- “*Full-frame Video Stabilization*”, Yasuyuki Matsushita, Eyal Ofek, Xiaoou Tang and Heung-Yeung Shum IEEE International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), Vol. 1, pp. 50-57, June, 2005.
- “*Image Stabilization by Features Tracking*”, Alberto Censi, Andrea Fusiello, y Vito Roberto; In Proceedings of the 9th International Conference on Image Analysis and Processing, Venice, Italy, September 1999. IAPR. To appear. 1999.
- *Image stabilization algorithms for video-surveillance applications*, Lucio Marcenaro, Gianni Vernazza y Carlo S. Regazzoni. International Conference on Image Processing, Volume: 1, On page(s): 349-352 vol.1, Thessaloniki, Greece. ISBN: 0-7803-6725-1
- “*Digital image stabilizing algorithms based on bit-plane matching*”, Sung-Jea Ko; Sung-Hee Lee; Seung-Won Jeon; Eui-Sung Kang; Consumer Electronics, IEEE Transactions on Volume 45, Issue 3, Aug. 1999 Page(s):598 – 603.
- *An Electronic Digital Image Stabilizer Based on Stationary Wavelet Transform (SWT)*, H. R. Pourreza, M. Rahmati and F. Behazin. In the Proceeding of the International Conference on Image Processing, 14-17 Sept. 2003 (ICIP'03). Vol.2, pp: II-383-6. ISBN: 0-7803-7750-8.