

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA ELECTRICA

Formulación de un Modelo Generalizado de Gauss-
Markov para la Reducción de No-uniformidad en
Sistemas de Imágenes Infrarrojas

César Enrique San Martín Salas

Profesor Guía

Dr. Sergio Nefalí Torres Inostroza

*Tesis Presentada en Cumplimiento Parcial de los Requerimientos del Grado de Doctor en
Ciencias de la Ingeniería con Mención en Ingeniería Eléctrica de la Escuela de
Graduados de la Universidad de Concepción*



Enero 2008

RESUMEN

Formulación de un Modelo Generalizado de Gauss-Markov para la Reducción de No-uniformidad en Sistemas de Imágenes Infrarrojas

César San Martín Salas

Universidad de Concepción, 2008

En ese trabajo se propone estimar los parámetros de ganancia y offset de cada detector infrarrojo, componentes de un arreglo de sensores de una cámara infrarroja, utilizando herramientas de procesamiento estadístico de señales. El arreglo de sensores es una matriz ubicada en el plano focal del sistema óptico que es capaz de generar secuencias de imágenes o frames, y en donde los valores de los píxeles de cada imagen corresponden a la energía infrarroja incidente en cada detector. Dado que esta energía es débil, los sensores infrarrojos deben ser capaces de detectar adecuadamente esos niveles de energía. Desafortunadamente, aun no existen sensores que operen perfectamente en el rango infrarrojo, por lo cual, del arreglo de detectores, se obtiene una imagen que presenta una distorsión conocida como “no-uniformidad”. Esto es, si el arreglo de detectores es irradiado con la misma energía infrarroja, a la salida, los sensores no entregan los mismos valores, generando la no-uniformidad. Esto también es conocido en la literatura como ruido de patrón fijo. Para corregir este problema inicialmente se le asocia a cada sensor un modelo lineal con dos parámetros: ganancia y offset. Luego, estimando adecuadamente estos parámetros es posible eliminar este ruido, técnica conocida como “corrección de no-uniformidad”. En este problema no es posible utilizar métodos tradicionales de estimación de parámetros, ya que la variable a estimar, es decir, la energía incidente, es totalmente desconocida.

Luego, para realizar corrección de no-uniformidad, se propone que las variables de ganancia y offset sean estimadas óptima y recursivamente a partir de las imágenes infrarrojas no uniformes. Es decir, estimar una variable desconocida a partir de mediciones que dependen de ésta, pero que contienen ruido. Para ello se definirán como estados el sistema compuesto por la ganancia y offset, y la ecuación de estados modelará el desplazamiento temporal de estos parámetros. En nuestro caso, se utilizará la suposición de que los parámetros permanecen constantes en un intervalo de tiempo fijo o bloque de frames. Luego, la variación de un bloque a otro de los parámetros es considerada como un proceso aleatorio temporal de Gauss-Markov. Esto significa que el ruido asociado tiene una distribución gaussiana y que el estado actual depende sólo del estado inmediatamente anterior. Respecto del modelo de observación, la principal suposición es que la irradiancia de entrada (que es desconocida) tiene una distribución uniforme en un rango que es común a todos los sensores del arreglo. Esto permite formular el sistema compuesto por una ecuación de estados (la ganancia y offset) y el modelo de observación (imágenes con ruido e irradiancia de entrada).

La innovación en este trabajo es que este modelo se generaliza asumiendo que existe correlación cruzada entre el estado actual y el próximo. Una vez establecida la generalización, se debe buscar la solución al sistema compuesto por la ecuación de estados y el modelo de observación. Esto dependerá del sistema resultante. En particular, si el sistema se describe por ecuaciones lineales, un Filtro de Kalman es la herramienta adecuada para resolver este problema. Una vez obtenida la solución al sistema planteado, el método se evaluará con imágenes infrarrojas reales capturadas con cámaras infrarrojas operando en determinados intervalos de longitud de onda. Para medir la calidad de la corrección se utilizarán indicadores estándares como el error cuadrático medio y la rugosidad. Adicionalmente, los resultados serán contrastados con otros métodos de corrección de no-uniformidad, de modo tal de obtener conclusiones lo más certeras posibles.