

SISTEMA MULTIESPECTRAL PARA RECONSTRUIR ESPECTROS DE REFLECTANCIA EN EL INFRARROJO PRÓXIMO

Vilaseca, M.; Arjona, M.; Pujol, J.; de Lasarte, M.

Centro de Desarrollo de Sensores, Instrumentación y Sistemas (CD6), Universidad Politécnica de Cataluña. Rambla San Nebridio 10, 08222 Terrassa (Barcelona)

Palabras clave: Imagen y Color, Imágenes Multiespectrales, Tecnología del Color

INTRODUCCIÓN

En este trabajo estudiamos las prestaciones de un nuevo sistema multiespectral experimental para reconstruir espectros de reflectancia de muestras en la región del infrarrojo próximo (NIR, 800-1000 nm) que hemos desarrollado. La aparición en el mercado de cámaras CCD convencionales con sensibilidad mejorada en el NIR permite la utilización de esta instrumentación estándar para obtener información de muestras en esta región. Básicamente, el sistema o dispositivo experimental utilizado consiste en un sistema multiespectral convencional de cinco canales de adquisición con bandas espectrales equiespaciadas en el NIR. El sistema dispone de un objetivo automatizado el cual permite variar el enfoque, zoom y número de diafragma (N) obteniendo así un control preciso sobre la exposición que llega al CCD. En este estudio hemos desarrollado un método para eliminar la influencia que tiene el número de diafragma utilizado sobre las medidas (niveles digitales de salida) y hemos realizado reconstrucciones de los espectros de reflectancia de muestras con diferentes métodos matemáticos. Los mejores resultados, obtenidos para un conjunto de muestras textiles, corresponden a la estimación de Wicner y al análisis de componentes principales (PCA).

MATERIAL Y MÉTODO

El sistema multiespectral experimental utilizado (Figura 1) consiste en una lámpara halógena ($T_c=3357K$) conectada a una fuente estabilizada de corriente (Hewlett Packard, modelo 6642A), una rueda con de cinco filtros interferenciales (ThermoCorion) con picos de transmitancia equiespaciados en el NIR (Figura 2), una cámara CCD con respuesta mejorada en el NIR (Hamamatsu C7500-51) conectada a una tarjeta digitalizadora de 8 bits (Matrox IP8) y finalmente un objetivo automatizado (Cosmicar Pentax) el cual permite variar el enfoque, zoom y número de diafragma (N).



Figura 1. Dispositivo experimental del sistema de reconstrucción multiespectral

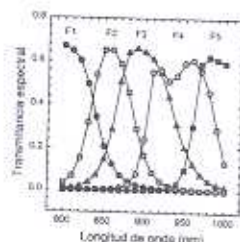


Figura 2. Transmitancia espectral de los cinco filtros utilizados en el sistema multiespectral.

Para un conjunto de muestras textiles de referencia se han obtenido las respuestas de la cámara para cada canal de adquisición utilizando diferentes números de diafragma (N), los cuales proporcionan niveles digitales de salida dentro del rango lineal de la cámara. Para cada grupo de medidas asociadas a un canal y a una apertura específica del objetivo se ha obtenido una corrección que permite eliminar la influencia de los niveles digitales de salida con el número de diafragma. Finalmente, una vez corregidas las respuestas de la cámara se han utilizado varios métodos

matemáticos de reconstrucción (método no lineal, estimación de Wiener y PCA) para reconstruir las curvas de reflectancia espectral de un conjunto de 19 muestras textiles.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

En todos los casos analizados, la corrección necesaria para eliminar la dependencia de los niveles digitales de salida con el número de diafragma es lineal (Figura 3). Para cada canal de adquisición y apertura es necesaria una transformación diferente. Además, los valores de pendiente (m) necesarios para cada número de diafragma se pueden ajustar a una función cuadrática (Figura 4). Para el parámetro n (offset) no se encuentra ninguna relación sencilla.

Finalmente, en la tabla 1 se exponen algunos de los resultados de reconstrucción obtenidos para las 19 muestras textiles analizadas utilizando diferentes métodos matemáticos. Los métodos de Wiener y PCA proporcionan resultados muy similares. Las reconstrucciones utilizando 3 y 4 canales empeoran debido al incremento del error con la utilización de más canales de adquisición. Este comportamiento desaparece al utilizar 5 canales, ya que el aumento del error se compensa con el incremento de información que supone disponer de más número de canales. Con el método no lineal las reconstrucciones siempre empeoran al aumentar el número de canales debido a que se utilizan polinomios de 2º orden y los errores se amplifican considerablemente. Así, consideramos que los dos primeros métodos son mejores para reconstruir espectros de reflectancia. Con estos métodos se obtienen porcentajes de reconstrucción similares a 99.8% y valores de $RMSE$ próximos a 0.025. El aumento de la profundidad de digitalización, pasando por ejemplo a 12 bits, probablemente permitiría mejorar los resultados obtenidos.

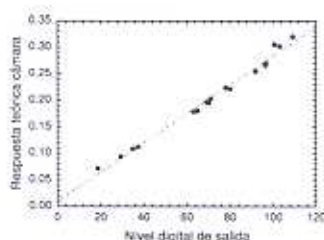


Figura 3. Corrección lineal para el canal F1 y el número de diafragma 1570 (posición motor) ($m = 2.739e-3$, $n = 0.010$)

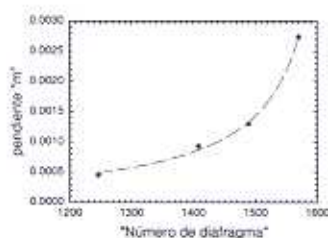


Figura 4. Relación entre el valor de pendiente (m) y la posición del diafragma para el canal F1

Número de filtros	Análisis de componentes principales (PCA)				Método no lineal (polinomio de 2º orden)			
	2	3	4	5	2	3	4	5
P_{re} medio	99.842	99.757	99.674	99.752	99.833	99.792	99.743	97.589
Dev. std. P_{re}	0.202	0.300	0.411	0.277	0.260	0.237	0.369	8.882
($RMSE \cdot 100$) medio	2.103	2.586	3.061	2.587	1.989	2.477	2.512	3.954
Dev. std. ($RMSE \cdot 100$)	1.130	1.228	1.748	1.151	0.943	1.312	1.059	2.806

Tabla 1. Parámetros de reconstrucción de la reflectancia espectral para 19 muestras textiles utilizando varios métodos matemáticos.

AGRADECIMIENTOS

Al Ministerio de Ciencia y Tecnología por la financiación del proyecto DPI2002-00118. M. Vilaseca agradece a la Generalitat de Catalunya la beca de Formación de Investigadores que ha recibido.

BIBLIOGRAFIA

- M. Vilaseca, J. Pujol y M. Arjona, "Spectral-reflectance reconstruction in the near-infrared region by use of conventional charge-coupled-device camera measurements", *Applied Optics* 42 10, 1788-1797 (2003).
 F. M. Martínez-Verdú, J. Pujol, M. Vilaseca y Pascual Capilla, "Reproduction model with luminance adaptation for digital cameras", *Proc. IS&T CGIV (Poitiers, Francia)*, 529-533 (2002).
 M. Vilaseca, J. Pujol, M. Arjona y F. M. Martínez-Verdú, "Illuminant influence on the reconstruction of near-infrared spectra", *Journal of Imaging Science and Technology* (en fase de publicación).