

## ESTUDIO DE LA INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL CONJUNTO DE ENTRENAMIENTO EN LA MEDIDA DEL COLOR MEDIANTE SISTEMAS MULTIESPECTRALES

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

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

Palabras clave: cámara CCD, medida del Color, conjunto de entrenamiento.

### INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo es el estudio de la influencia del tamaño del conjunto de entrenamiento en las medidas de color realizadas con un sistema multiespectral basado en una cámara CCD. En trabajos anteriores, tanto para la configuración colorimétrica (con 3 canales de adquisición) como para la configuración multiespectral (con 7 canales de adquisición) del sistema, se obtienen resultados ligeramente mejores utilizando la carta GretagMacbeth ColorChecker DC (CCDC, con 166 colores útiles) como conjunto de entrenamiento, que la carta GretagMacbeth ColorChecker Color Rendition (CCCR, con 24 colores) [1]. Por otro lado, la ampliación del conjunto de entrenamiento constituido por la carta CCDC mediante un conjunto de 161 colores Munsell, complementando a los de la CCDC en términos de coordenadas  $a^*$  y  $b^*$ , no da lugar a una mejora en la medida del color, obteniéndose resultados muy similares [2]. Estos resultados indican la existencia de una dependencia entre la mejora de la medida del color y el tamaño del conjunto de entrenamiento del sistema.

### MATERIAL Y MÉTODO

En este trabajo se utiliza un sistema de imagen constituido por una cámara CCD monocromática de 12 bits refrigerada (QImaging QICAM Fast1394 12 bit cooled), un objetivo (Nikon AF Nikkor 28 - 105 mm), y dos conjuntos de filtros: un filtro RGB sintonizable y un conjunto de siete filtros interferenciales con una FWHM de aproximadamente 40nm, cubriendo por completo el rango visible del espectro. Se utilizan dos configuraciones del sistema, interponiendo los filtros entre la cámara y el objetivo, como instrumentos para la medida del color: una configuración colorimétrica, con 3 canales de adquisición obtenidos utilizando el filtro RGB sintonizable, y una configuración multiespectral, con 7 canales de adquisición obtenidos utilizando una rueda de filtros motorizada con los siete filtros interferenciales.

En cuanto a la medida del color, los valores XYZ se calculan utilizando dos métodos de transformación. En el primero de estos métodos los valores XYZ se relacionan con los niveles digitales mediante una transformación directa o matriz entre ambos conjuntos de valores, obtenida a partir de un ajuste matemático entre los niveles digitales y los valores triestímulo XYZ de las muestras de color del conjunto de entrenamiento del sistema. Esta matriz de transformación se calcula utilizando la pseudo-inversa de Moore-Penrose (PSE). En el segundo de los métodos aplicados se lleva a cabo una reconstrucción previa de las radiancias espectrales de cada color, a partir de las cuales se determinan los valores XYZ. Para ello se aplica el método de Análisis de Componentes Principales (PCA), con el que se determina la base de componentes principales de las radiancias espectrales del conjunto de entrenamiento del sistema, considerando un número de componentes igual al número de canales de adquisición, y los coeficientes escalares de cada color en dicha base. Estos coeficientes escalares se relacionan mediante una transformación directa con los niveles digitales de cada color. La combinación lineal de los componentes principales con los coeficientes escalares asociados a cada color permite reconstruir la radiancia espectral asociada al mismo y, a partir de ésta, determinar sus valores XYZ. Este método sólo se aplicará a la configuración multiespectral del sistema debido a que requiere la obtención de información espectral.

La calidad de la medida del color se evalúa en términos de las diferencias de color CIELab promedio, mínima y máxima entre los valores triestímulo XYZ calculados y los medidos directamente mediante un tele-espectroradiómetro PhotoResearch PR650.

### RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Se seleccionan diversos conjuntos de entrenamiento entre los colores de la CCDC. Para cada uno, se utilizan como conjuntos de prueba el propio conjunto de entrenamiento y la carta CCCR. La selección de los colores de cada conjunto de entrenamiento se efectúa de forma que cada pareja de colores del conjunto verifique que  $\Delta a^* \geq inca$  y  $\Delta b^* \geq incb$ . Los valores *inca* e *incb* permiten seleccionar el número de muestras del conjunto de entrenamiento y se considerarán valores de  $inca = incb$ . (Tabla 1).

Tabla 1.- Valores de *inca* e *incb* considerados en la selección de los conjuntos de entrenamiento y número de colores de cada conjunto de entrenamiento seleccionado

<i>inca = incb</i>	17	9.2	7.4	6.3	5	4	3.6	2.8	2.4	2.1	1.75	1.45	1	0.8	0.5	0.2	0.07
# colores	10	20	30	40	49	61	70	80	90	100	109	120	133	141	150	161	166

En la Figura 1 se observa que los resultados obtenidos son muy similares, tanto para ambas configuraciones (Figura 1. (a) y (b)) como para los dos métodos aplicados en la configuración multispectral (Figura 1. (b) y (c)). En todos los casos se observa una mejora inicial considerable de la calidad de la medida del color al incrementar el número de muestras hasta aproximadamente 40. A partir de 40 muestras la mejora en la medida del color al incrementar el tamaño del conjunto de entrenamiento deja de ser apreciable aunque la calidad de la medida del color se mantiene.

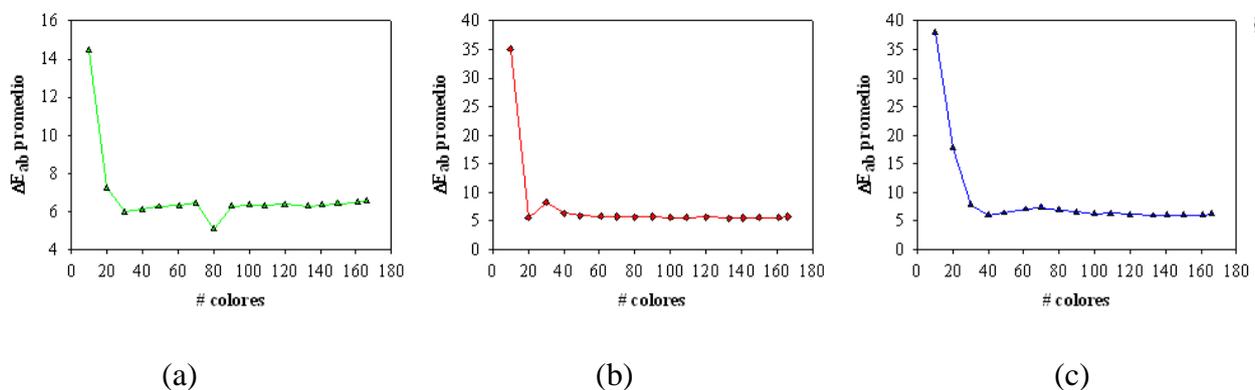


Figura 1.- Diferencia de color CIELab  $\Delta E$  promedio sobre la carta CCCR utilizada como conjunto de prueba, en función del número de muestras del conjunto de entrenamiento, para (a) la configuración colorimétrica aplicando el método PSE, (b) la configuración multispectral aplicando el método PSE y (c) la configuración multispectral aplicando el método PCA.

Se concluye, por tanto, que la mejora en la calidad de la medida del color incrementando el tamaño del conjunto de entrenamiento está limitada. Posiblemente esto debe a que la mejora prevista debida al aumento de información se compensa con el incremento del error acumulado en el ajuste.

**REFERENCIAS**

[1].de Lasarte M., Vilaseca M., Pujol J., and Arjona M., Color measurements with colorimetric and multi.spectral imaging systems, in Spectral Imaging: Eighth International Symposium on Multispectral Color Science, edited by M. R. Rosen, F. H. Imai, S. Tominaga, Proc. of SPIE-IS&T Electronic Imaging, SPIE Vol. 6062, Bellingham, WA, pp. 60620F1-60620F11 (2006).

[2].Pujol J., de Lasarte M., Vilaseca M., Arjona M., High Dynamic Range Multispectral System for Wide Color Gamut Measurements, Third European Conference on Color in Graphics, Imaging and Vision (CGIV'06), Proc. IS&T's, (Leeds, UK), 404-409 (2006).