

VISUALIZACIÓN EN COLOR DE IMÁGENES MULTIESPECTRALES INFRARROJAS

Vilaseca, M.¹; Arjona, M.¹; Pujol, J.¹; Martínez-Verdú², F. M.; de Lasarte¹, M.

¹Centro de Desarrollo de Sensores, Instrumentación y Sistemas (CD6), Universidad Politécnica de Cataluña, Rambla San Nebridio 10, 08222 Terrassa (Barcelona)

²Departamento Interuniversitario de Óptica, Universidad de Alicante, Campus de San Vicente del Raspeig, 03080 Alicante.

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

INTRODUCCIÓN

En este trabajo desarrollamos un sistema capaz de visualizar en color imágenes multiespectrales pertenecientes a la región del infrarrojo próximo del espectro (NIR, 800-1000 nm). Esta región espectral puede contener información relacionada con las propiedades químicas de los materiales y por lo tanto, muestras con la misma apariencia en el visible pueden diferir en el NIR, lo que permite su diferenciación (Figura 1). El objetivo del presente estudio es analizar como combinar imágenes multiespectrales monocromáticas (con pocos niveles de gris) de un conjunto de muestras para obtener una imagen pseudocoloreada (con un rango muy amplio de colores y por tanto una elevada discriminación entre objetos). Para generar la imagen de color es necesaria la definición de un espacio de representación del color. En este trabajo se presentan diferentes alternativas posibles. Para conseguir que la imagen pseudocoloreada final de la muestra sea independiente del dispositivo de visualización utilizado, se desarrolla un método de transformación de las señales de color que involucra la calibración colorimétrica del dispositivo, en nuestro caso un monitor CRT. Finalmente, se evalúa el grado de discriminación obtenido entre las muestras utilizando diferentes parámetros entre ellos las diferencias de color CIELAB. Se puede observar que el espacio de representación basado en el análisis de componentes principales (PCA) proporciona los mejores resultados en cuanto a discriminación visual entre muestras. Por otro lado, una combinación simple de las imágenes es mejor si se quiere simular la visión del ojo humano pero desplazada en el infrarrojo.

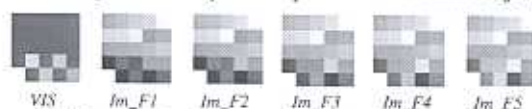


Figura 1. Imagen visible y cinco imágenes monocromáticas NIR de las 25 muestras textiles

MÉTODO

El proceso utilizado para desarrollar el sistema de visualización en color de imágenes multiespectrales pertenecientes al NIR se divide en dos etapas:

1. Definición del espacio de representación del color: Hemos utilizado cinco imágenes monocromáticas, correspondientes a 25 muestras textiles analizadas, obtenidas mediante un sistema multiespectral, se define un espacio de representación del color para obtener una imagen pseudocoloreada con un nivel de discriminación elevado entre muestras. La definición del espacio de representación permite generar 3 señales para cada muestra (R_{NIR} , G_{NIR} y B_{NIR}) que pueden ser consideradas su pseudocolor. Los métodos de pseudocoloración utilizados en este trabajo se pueden clasificar en dos grupos: métodos para simular la visión en color del ojo humano pero en el NIR y métodos para maximizar la discriminación colorimétrica. El primer grupo incluye métodos que utilizan combinaciones simples entre imágenes, métodos que intentan reproducir la respuesta del observador patrón RGB desplazada al NIR, métodos basados en modelos de apariencia del color, como por ejemplo modelos CIELAB, LMS, ATD, Guth etc. Cualquiera de estas combinaciones puede acarrear problemas debido a la elevada correlación que pueden presentar las diferentes bandas del

NIR. Para solventar este problema, el segundo grupo utiliza métodos matemáticos de decorrelación, como por ejemplo el análisis de componentes principales (PCA). Estos métodos realizan un estudio estadístico de las componentes de las imágenes y permiten asignar colores muy diferentes a muestras con espectros de reflectancia similares.

2. Calibración del dispositivo de visualización: Una vez se han obtenido las 3 señales R_{NIR} , G_{NIR} , B_{NIR} , éstas deben visualizarse en un dispositivo real, en nuestro caso un monitor CRT convencional. Dependiendo de las características del dispositivo y de su gama de colores reproducibles, las muestras aparecerán pseudocoloreadas de forma diferente. Para evitarlo, es posible transformar convenientemente las señales teniendo en cuenta la calibración colorimétrica del dispositivo utilizado. El proceso de transformación se resume en la figura 2. Primero, las señales R_{NIR} , G_{NIR} , B_{NIR} se transforman a valores triestímulo XYZ utilizando el espacio estándar sRGB, el cual considera el iluminante D65 como blanco de referencia. Dependiendo de los primarios del monitor utilizado, nuestro blanco de referencia puede ser otro (Figura 3). Por esta razón, a continuación se aplica una transformación de adaptación cromática que permite transformar los colores convenientemente para que proporcionen la misma sensación cromática bajo el iluminante D65 y el nuevo blanco de referencia W. Con los nuevos valores triestímulo y los parámetros de calibración colorimétrica del monitor, es posible obtener los valores finales digitales que deben ser asociados a los canales del monitor $R_{Monitor}$, $G_{Monitor}$, $B_{Monitor}$. El método utilizado para realizar la calibración es el método estándar GOG (Gama, Offset, Ganancia) definido por la CIE.

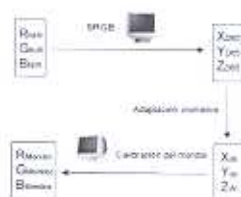


Figura 2. Proceso de transformación de las señales R_{NIR} , G_{NIR} y B_{NIR} .

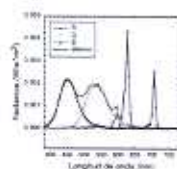


Figura 3. Emisión espectral de los primarios y del correspondiente blanco del monitor (Hansol)

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Para cuantificar los resultados de discriminación o contraste de color entre objetos, obtenidos mediante los diferentes métodos propuestos, se han utilizado varios parámetros entre ellos las diferencias de color CIELAB (tabla 1).

Los mejores resultados en cuanto a discriminación visual (diferencias de color máximas) se obtienen utilizando el método de decorrelación basado en PCA. Asimismo, mediante combinaciones sencillas de las imágenes se obtiene una mejor simulación de la visión en color del ojo humano pero desplazada al NIR.

MÉTODO	Diferencia de color CIELAB
Comb. simple entre imágenes	30.76±19.22
RGB CIE-1931	32.36±20.31
CIELAB	29.99±21.68
PCA	59.08±38.93

Tabla 1. Diferencias de color CIELAB (media y desv. estándar de las 25 muestras) para algunos de los métodos de pseudocoloración propuestos.

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

D. Scribner, P. Warren, J. Schuler, M. Satyshur y M. Kruer, Infrared color vision: an approach to sensor fusion, Optics & Photonics News 9 8, 27-32 (1998).
CIE 122-1996, The relationship between digital and colorimetric data for computer-controlled CRT displays.