

CONSTANCIA DE COLOR A PARTIR DE PUNTOS DE INTERÉS

Duque-Vazquez, Edgar Francisco (1), Villalba-Mantilla, Ilse Milena (2), Acosta, Daniel Jaime (3), Cepeda-Negrete, Jonathan (4)

1 [Departamento de Ingeniería Electrónica, División de Ingenierías, Campus Irapuato Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [ef.duquevazquez@ugto.mx]

2 [Departamento de Ingeniería Electrónica, División de Ingenierías y Arquitectura, Seccional Bucaramanga, Universidad de Santo Tomás] | [ilmuiima@gmail.com]

3 [Departamento de Matemáticas, División de Ciencias Naturales y Exactas, Campus Guanajuato, Universidad de Guanajuato] | [dj.acosta@ugto.mx]

4 [Departamento de Ingeniería Agrícola, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato Salamanca, Universidad de Guanajuato] | [j.cepeda@ugto.mx]

Resumen

En este artículo, se presenta un algoritmo con una propuesta diferente de calcular la constancia de color. Muchos algoritmos ya han sido propuestos para la solución de este problema. Sin embargo, nuestro objetivo es dar una propuesta diferente calculando el iluminante a partir de puntos de interés. En nuestro estudio se muestra cómo funcionan los algoritmos tomados como referencia, y se explica la metodología que se sigue para implementar el nuestro. Los resultados obtenidos muestran cómo tomando puntos de interés sobre diferentes imágenes puede darnos un mejor desempeño al calcular la constancia de color.

Abstract

In this article, an algorithm with an alternative proposal to calculate the color constancy is presented. A large number of algorithms have been proposed for solving this issue. However, our goal is to give a different proposal computing the illuminant using interest points. Our study shows how the reference algorithms work and we explain the methodology to implement the ours. The results show how taking interest points over different images can provide us a better performance addressing the color constancy.

Palabras Clave

Constancia de color; Puntos de interés; Color.
Color Constancy; Interest Points, Color.

INTRODUCCIÓN

El color es un atributo importante en áreas de reconocimiento de patrones y visión por computadora. El color puede ser referido con nombres de descripción cromática tales como azul, rojo, verde, amarillo, y acromáticos como blanco y negro etc.. También puede ser calificado por brillante, claro, oscuro [1]. Algunas imágenes son afectadas por la intensidad de esos colores primarios, por lo que nos podemos encontrar una imagen con demasiada intensidad roja o azul, y eso no nos permite observar los colores reales de la imagen original. La habilidad de distinguir los colores correctos de una o varias superficies, independientemente del color de la fuente de luz presente en la escena, se llama constancia de color [2]. La constancia de color computacional puede seguir diferentes caminos para mantener una apariencia de color establecen todas las fuentes de luz.

Desde el punto de vista computacional, la constancia de color se define como la transformación de una imagen de entrada, tomada bajo una iluminación desconocida. Para esto, se necesita estimar el color de la fuente de luz en la imagen. Estos valores del color de la fuente luminosa son usados para transformar la imagen de entrada a una de salida. La imagen resultante representa la misma escena que la imagen de entrada, pero ahora aparentando ser tomada bajo una fuente de luz conocida (blanca) [1].

Los algoritmos que se tomaron como referencia para nuestro artículo son: White Patch (Parche Blanco), este algoritmo supone que la respuesta máxima en los canales del espacio RGB es causada por una reflectancia perfecta [12]. Gray World (Mundo Gris), asume que la iluminación reflejada por los objetos (reflectancia) es el promedio en una escena [1]. Gray Edge (Bordes Grises) se basa la teoría de que la información relevante para el cálculo del iluminante se encuentra en las diferencias de la reflectancia de la escena [5].

A pesar de que ya existe una gran cantidad de soluciones a este problema, creemos que aún existen nuevas metodologías a implementar considerando modificaciones a alguno de los métodos ya trabajados. En este trabajo, nosotros proponemos una modificación al algoritmo de Bordes Grises reduciendo la información a considerar para el cálculo del iluminante a partir de puntos de interés. Un punto de interés lo podemos entender como una ubicación en donde podemos encontrar información importante, son representaciones compactas y abstractas de patrones en una imagen [10]. El método de detección de esquinas de Harris es uno de los métodos más utilizados para detectar puntos de interés en una imagen. La detección de esquinas de Harris detecta cualquier fluctuación en el gradiente de la imagen [11].

En la sección de Metodología presentamos el procedimiento que se llevó a cabo para el desarrollo de nuestro algoritmo, y se describen los algoritmos que se usaron como referencia. En la sección de Resultados se presentan los valores obtenidos después de la experimentación realizada, así como ejemplos visuales resultantes. Al final daremos las conclusiones a las que se llegó en donde se hablará sobre las observaciones de los algoritmos.

METODOLOGÍA

En esta sección se explica cada uno de los algoritmos que se han utilizado como referencia para determinar lo eficiente que es nuestro algoritmo. Sabemos que existen varios algoritmos de constancia de color como Gray Edge (Bordes Grises), Gray World (Mundo Gris), White Patch (Parche Blanco) que son eficaces con distintos tipos de imagen.

En la Figura 1a se muestra la imagen que se utilizara de prueba. Esta imagen es muy oscura y será utilizada para mostrar el procesamiento de cada algoritmo presentado.

Los algoritmos tomados como referencia para nuestro trabajo asumen que la iluminación es uniforme a través de la escena. La Ecuación (1) nos indica la relación que existe en la formación del color de una imagen [1].

$$f_i(x, y) = G(x, y)R_i(x, y)I_i, \quad (1)$$

donde la $f_i(x, y)$ es la intensidad del píxel en la posición (x, y) de una imagen, $G(x, y)$ es un factor que depende de la geometría de la escena, $R_i(x, y)$ es la reflectancia de un punto del objeto mostrado en la misma posición, y, por último, I_i es el iluminante de la escena. El índice i corresponde al canal de color en la imagen. Para escenas con iluminación uniforme, los algoritmos de constancia de color asumen que $G(x, y) = 1$ y $R_i(x, y) = 1$, permitiendo que el iluminante dependa totalmente de la imagen de entrada. Por otra parte, una imagen de salida ideal es aquella donde no existe un iluminante que altere la escena, es decir, que este iluminante sea el blanco perfecto.

$$O_i(x, y) = G(x, y)R_i(x, y)I_i', \quad (2)$$

donde I_i representa la iluminación canónica blanca (valor de 1 en cada componente). La imagen de salida, $O_i(x, y)$, resulta de la sustitución de las variables en las ecuaciones y está dada finalmente por (3)

$$O_i(x, y) = \frac{f_i(x, y)}{I_i}. \quad (3)$$

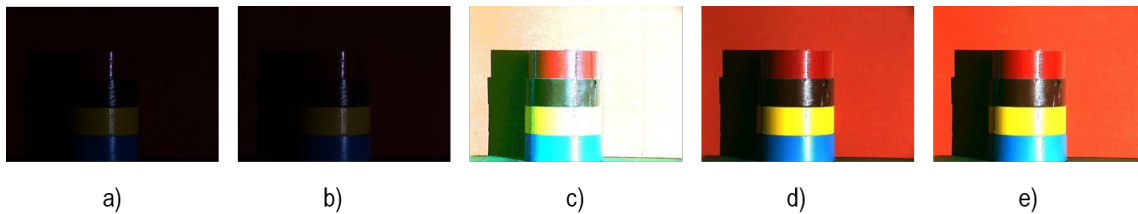


FIGURA 1. a) imagen original. b) imagen procesada por el algoritmo White Patch, c) imagen procesada por el algoritmo GrayWorld, d) imagen procesada por el algoritmo GrayEdge, e) imagen procesada por el algoritmo GEbyIP.

White Patch

White Patch o Parche Blanco está basado en el algoritmo Retinex de Land y McCann [3]. Supone que la respuesta máxima es causada por una reflectancia perfecta. Computacionalmente, este parche blanco es calculado al encontrar la máxima intensidad en cada canal, está dado por (4):

$$I_i = \max\{f_i(x, y)\}. \quad (4)$$

En la Figura 1b, podemos observar la imagen corregida por el algoritmo de constancia de color White Patch. Observe que la imagen es muy similar a la imagen original (Figura 1a), esto es por los destellos que se acercan a blanco, pero la imagen resultado es un poco más visible.

Gray World

El algoritmo Gray World o Mundo Gris es el algoritmo más conocido de constancia de color. Fue propuesto por Buchsbaum [4], y ésta basado en la suposición de que, en promedio, el mundo es gris, y estima el iluminante usando el color promedio de todos los píxeles. Se debe calcular el color promedio en la imagen

$$a_i = \frac{1}{n} \sum_{x=1}^{m_x} \sum_{y=1}^{n_y} f_i(x, y) \quad (5)$$

donde n_x representa el número de ancho de la imagen, n_y el número en alto de la imagen y n la multiplicación entre n_x y n_y . Aquí, se asume que el valor adecuado a utilizar es el doble del promedio de la escena.

$$I_l = 2a_i \quad (6)$$

En la Figura 1c, se observa la imagen resultante procesada por el algoritmo Gray World, podemos ver que la imagen a comparación con White Patch ya no se ve oscura, pero ahora se ve incluso saturada.

Gray Edge

El Gray Edge o Bordes Grises, surge por la idea de Wijer et al [5]. Supone que el iluminante es el promedio en las diferencias de las reflectancias. Las ecuaciones para este el algoritmo están dadas por (7):

$$I_i = \frac{(\sum_{x=1}^m \sum_{y=1}^n h_i^\sigma(x,y)^p)^{\frac{1}{p}}}{(m \cdot n)^{\frac{1}{p}}}, \quad (7)$$

$$h^\sigma = (\sqrt{(\partial f_x)^2 + (\partial f_y)^2}) \otimes G^\sigma \quad (8)$$

La Ecuación (7) produce estimaciones de color de la iluminación dependiendo de tres variables. i) El orden de n de la derivada en la imagen, ii) la norma Minkowski p , y, iii) el tamaño de σ para el difuminado local. Para hacer la comparación con nuestro algoritmo utilizamos $p = 14$.

En la Figura 1d, podemos observar que la imagen que se procesó por el algoritmo Gray Edge tiene una mejor apreciación que los algoritmos anteriores, pero la imagen aún se ve un poco oscura

Gray Edge by Interest Points

El objetivo de este estudio es mostrar el funcionamiento del algoritmo constancia de color a partir de puntos de interés usando como referencia el algoritmo de Gray Edge. Para nuestro algoritmo utilizamos la metodología que a continuación se describe: (1) Encontrar los puntos de interés sobre la imagen (para nuestro algoritmo utilizamos el método de Harris); (2) Utilizamos la imagen h que se calculó en el algoritmo de Gray Edge (8); (3) Partiendo de los puntos de interés de nuestra imagen original, tomamos la vecindad que rodea a los puntos de interés reflejada en nuestra imagen h y la representamos en una nueva imagen J en la misma posición. Para nuestro algoritmo utilizamos un radio de 14; (4) Calculamos el iluminante de la misma forma que Gray Edge (7), pero con nuestra imagen J , y una norma de Minkowsky $p = 14$.

En la Figura 1e. se muestra una imagen procesada por el algoritmo propuesto. Como podemos observar, la imagen muestra un poco de saturación comparada con la imagen procesada por Gray Edge, eso hace que se vea con una iluminación más blanca y le dé un aspecto que se asemeje a la imagen real.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección mostramos los resultados obtenidos después del procesamiento de imágenes con el algoritmo de constancia de color a partir de puntos de interés, así como la evaluación de los tres algoritmos presentados anteriormente con respecto al nuestro.

La base de datos usada pertenece a la Universidad de Simon Fraser y recibe el nombre de *SFU Laboratory*. Este conjunto de datos contiene 529 imágenes con iluminaciones controladas. Todas las imágenes cuentan con el valor del iluminante en RGB (verdad de referencia) [6]. Para medir el rendimiento de nuestro algoritmo

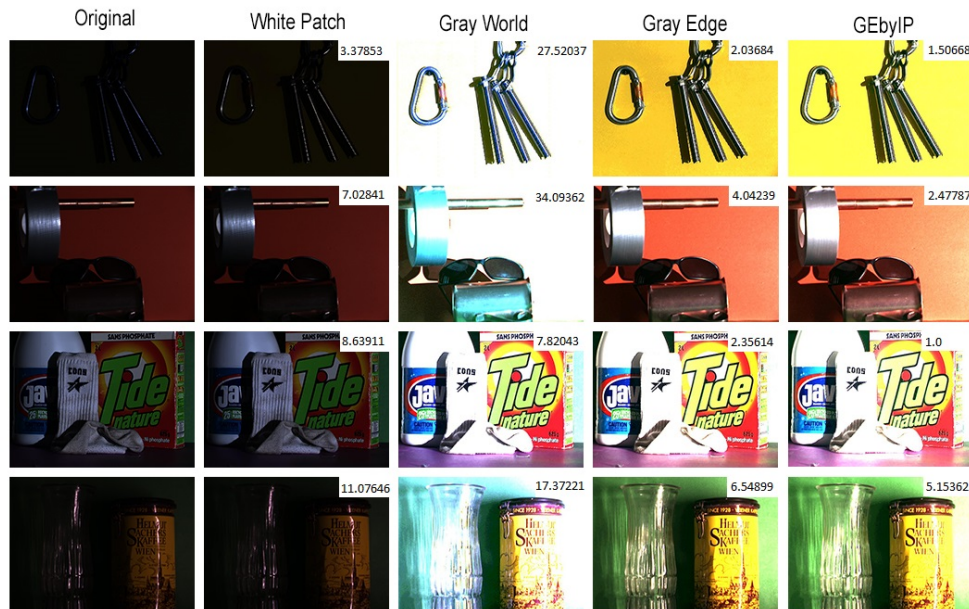
con el de los demás se necesita medir el error angular. Es decir, el iluminante estimado por un algoritmo con respecto al iluminante de referencia ya conocido, cada una de en nuestras imágenes de prueba. Debido a que no podemos determinar el brillo absoluto de la luz, el error de recuperación generalmente se define de una manera independiente de la intensidad (Recovery Angular Error) [9]. Para nuestro proyecto se utilizó este error angular.

Cada una de las imágenes fueron corregidas por cada uno de los algoritmos de constancia de color, y se obtuvieron la media, mediana, media truncada y el valor máximo del error angular de cada método sobre todo el conjunto de imágenes. En la Tabla 1, se presentan los resultados después del procesamiento. Como se puede apreciar, las estadísticas no nos favorecen. Sin embargo, no todos los algoritmos funcionan para cualquier tipo de imágenes, lo que nos permitió obtener un mejor desempeño para muchos de los casos.

TABLA 1. Error Angular de los diferentes algoritmos utilizados.

	Media (mean)	Mediana (median)	Media truncada (tremean)	Max
White Patch	10.2770	7.6363	9.5907	36.1762
Gray World	11.9480	8.8749	9.4887	42.9839
Gray Edge	7.3895	4.6370	5.1101	36.0839
GEbyIP	8.5572	6.3215	6.5186	37.6289

Nuestro algoritmo GEbyIP se basa en tomar los puntos sobre la imagen, en los que podemos encontrar información importante y después calcular el iluminante como en Gray Edge. Para este caso según diferentes parámetros tomados se vio que el algoritmo Gray Edge en las estadísticas es mejor. Para algunas imágenes nuestro algoritmo suele ser mejor que todos, puede variar según sea la imagen. En la Figura 2 se muestra una comparación visual de nuestro algoritmo contra los diferentes algoritmos tomados como referencia. En la esquina superior derecha se puede observar el error angular de cada imagen donde nuestro algoritmo obtuvo un mejor desempeño que los demás mostrando un error angular más bajo.



AGRADECIMIENTOS

Edgar Francisco Duque Vázquez agradece a la DAIP de la Universidad de Guanajuato por otorgar la oportunidad de participar en el Verano de la Investigación Científica en su Edición 2018.

CONCLUSIONES

Partiendo de los resultados obtenidos, donde se evaluaron los cuatro algoritmos, podemos concluir que el algoritmo de Gray Edge estadísticamente es mejor, dejando a nuestro algoritmo propuesto en segundo lugar. Ningún algoritmo resuelve todos los casos y como se puede ver en los resultados visuales, nuestro algoritmo también puede ser una buena alternativa para calcular la constancia de color, ya que se pudo tener mayor precisión en el cálculo del iluminante para un conjunto de imágenes.

REFERENCIAS

- [1] Cepeda Negrete, Jonathan.Sanchez-Yanez Raul E. (2016). Algoritmos de Constancia de Color para el mejoramiento de imágenes oscuras. V Congreso Internacional de la Ciencia de Sistemas, (15-20).
- [2] Zeki, S., (1993). A vision of the brain. John Wiley & Sons.
- [3] Edwin H. Land, John, and J. McCann. (1971). Lightness and retinex theory. Journal of the Optical Society of America, pages (1–11).
- [4] G. Buchsbaum (1980). A spatial processor model for object colour perception. Journal of The Franklin Institute-engineering and Applied Mathematics, 310: (1–26).
- [5] van de Weijer, J., Gevers, T., Gijssenij, A., (2007). Edge-based color constancy. IEEE Trans. Image Process. 16(9): (2207—2214)
- [6] Barnard, K., Martin, L., Funt, B., Coath, A., (2002). A data set for color research. Color research and applications 27(3): (148 –152).
- [7] Arjan Gijssenij, Theo Gevers, and Marcel P Lucassen (2009). Perceptual analysis of distance measures for color constancy algorithms. Journal of the Optical Society of America A, 26(10): (2243–2256).
- [8] Steven D Hordley and Graham D Finlayson (2006). Reevaluation of color constancy algorithm performance. Journal of the Optical Society of America A, 23(5): (1008–1020).
- [9] Finlayson, G. D., & Zakizadeh, R. (2014). Reproduction angular error: An improved performance metric for illuminant estimation. Perception, 310(1), (1-26).
- [10] Laptev, I. (2005) On Space-Time Interest Points. International Journal of Computer Vision 64 (2-3): (107—123).
- [11] Harris, C., Stephens, M. (1988) A combined corner and edge detector. In: Alvey Vision Conference, (pp. 147–151)
- [12] Land, E. H., McCann, J. J., (1971). Lightness and retinex theory. Journal of the Optical Society of America A. 61(1): (1—11).