

PROYECTO EN CURSO O TERMINADO

PROYECTO EN CURSO O TERMINADO. Universidad	Universidad Tecnológica de Pereira
Programa Académico	Ingeniería electrónica
Nombre del Semillero	Semillero de investigación del programa de ingeniería electrónica
Nombre del Grupo de Investigación (si aplica)	Grupo de investigación en Ingeniería Electrónica
Línea de Investigación (si aplica)	Sistemas Expertos
Nombre del Tutor del Semillero	Arley Bejarano M.
Email Tutor	abejarano@utp.edu.co
Título del Proyecto	Procesamiento de imágenes en un dispositivo móvil para la determinación del nivel de polarizado en vidrios.
Autores del Proyecto	Juan David Cañas Bonilla
Ponente (1)	Juan David Cañas
Documento de Identidad	1093224014
Email	juand.c.bonil@utp.edu.co
Ponente (2)	
Documento de Identidad	
Email	
Teléfonos de Contacto	3148469414
Nivel de formación de los estudiantes ponentes (Semestre)	Undécimo
MODALIDAD (seleccionar una- Marque con una x)	PONENCIA <input type="checkbox"/> Investigación en Curso X <input type="checkbox"/> Investigación Terminada
Área de la investigación (seleccionar una- Marque con una x)	<ul style="list-style-type: none"> • Ciencias Sociales
	<ul style="list-style-type: none"> • Ingenierías y Tecnologías X
	<ul style="list-style-type: none"> • Ciencias Médicas y de la Salud.
	<ul style="list-style-type: none"> • Ciencias Agrícolas
	<ul style="list-style-type: none"> • Ciencias Sociales
	<ul style="list-style-type: none"> • Humanidades
	<ul style="list-style-type: none"> • Artes, arquitectura y diseño

Aplicativo Móvil para la determinación del polarizado en vidrios utilizando técnicas de visión por computador

Juan David Cañas Bonilla

RESUMEN

Un tema de interés en común para toda la sociedad colombiana es la medición de la polarización de los vidrios en los vehículos, donde se presentan constantes problemas referentes a este tema con las autoridades. Toda esta problemática se debe a que en el país no es usado ningún tipo de dispositivo que mida el porcentaje de polarizado que tienen los vehículos para determinar si se incumplen las normas regidas por el Ministerio de Transporte. Se propone desarrollar un sistema de procesamiento de imágenes en un dispositivo móvil que pueda identificar y clasificar los diferentes niveles de polarización en vidrios de automóviles. Para ello, se creó una base de datos de 8000 fotos relacionadas con los niveles de polarización de automóviles (800 fotos por cada nivel de polarización), procesando y observando características estadísticas en diferentes espacios de color para cada una de las fotos. Con las características estadísticas de toda la base de datos se implementaron máquinas de soporte vectorial (SVMs), de forma tal que se entrenaron 3 modelos para la identificación de las 10 clases polarizados. Todo lo anterior con el fin de implementar el modelo que mejor reconozca los niveles en un aplicativo móvil para el sistema operativo Android.

PALABRAS CLAVE

Android Studio, base de datos, espacios de color, HSV, Lab, RGB, TSL, SVM.

INTRODUCCIÓN

El ministerio de transporte de Colombia por medio de la resolución 003777 de 2003 determinó los niveles permitidos de polarizado para el tránsito de vehículos con vidrios que implementen estos tipos de difundidos. En la resolución se determinó que los vehículos podrán transitar libremente hasta con un 30% de polarización en el parabrisas, 45% en los vidrios laterales y un 76% en los vidrios traseros, así como en la quinta puerta [3].

Hoy en día la mayoría de las personas cuentan con un celular inteligente ‘smartphone’, por ende, contar con una aplicación que determine y garantice el nivel de polarizado en los vidrios de vehículos permite que tanto oficiales de tránsito y ciudadanos tengan una herramienta objetiva para garantizar que los vidrios cumplen con las debidas normas de tránsito, puesto que muchas veces los conductores no las cumplen por desconocimiento del nivel del polarizado en los vidrios.

Actualmente existen diversos dispositivos que pueden clasificar los colores implementando algoritmos en espacios de color como RGB, Lab, Luv y HSV, estos se pueden encontrar a través de empresas como PCE Ibérica S.L. Instrumentación [1], HACH [2], entre otros. Como ninguno de estos dispositivos puede determinar los niveles de reflexión de la luz, se imposibilita el uso de los mismos en la determinación de los niveles de polarización en vidrios.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en Colombia se carece de algún tipo de instrumento de medida que identifique y clasifique los vidrios polarizados en los automóviles, debido a esto los oficiales de tránsito inspeccionan los vidrios con la vista y de esta forma deciden si se debe multar o no a un conductor. La alta demanda de productos y estándares de calidad exige a la industria la implementación de procesos de control objetivos, puesto que a una persona le es imposible llevar de forma eficiente dichos procesos, puesto que este es un proceso subjetivo, que genera errores en la identificación características específicas, tales como el color [11].

Los polarizados o comúnmente conocidos como películas de seguridad sirven principalmente para regular el paso de la luz solar, de acuerdo con lo anterior, no solo implica que tenga un color específico, sino que además contenga un grado de reflexión de luz. En la actualidad no existen dispositivos que puedan determinar el nivel de reflexión de la luz en imágenes digitales, sin embargo, las empresas PCE Ibérica S.L. Instrumentación [1] y HACH [2] fabrican dispositivos capaces de determinar los niveles de colores presente en una imagen implementando espacios de color como RGB, Lab, Luv y HSV.

Por tanto, la pregunta de investigación que se quiere resolver es ¿Es posible determinar el nivel de reflexión de la luz en vidrios polarizados a partir del procesamiento digital de imágenes?

Se maneja la hipótesis de que en espacios de color como HSV, Lab y TSL se puede determinar el color teniendo en cuenta el nivel de iluminación presente en la imagen, por ende, se podría pensar que es posible determinar el nivel de reflexión de la luz presente en la imagen. En este orden de ideas se propone implementar técnicas de visión por computador en un dispositivo móvil, el cual por medio de espacios de color e implementando máquinas de soporte vectorial se pueda clasificar los diferentes niveles de polarización en los vidrios.

JUSTIFICACIÓN

El propósito fundamental de este proyecto es crear un sistema que pueda clasificar e identificar los niveles de los vidrios polarizados, de forma fácil y sencilla, para que cualquier ciudadano u oficial de tránsito verifique de forma objetiva los polarizados en los vidrios de automóviles.

Con este sistema se podrá dar una herramienta tanto para los oficiales de tránsito en el momento de que algún conductor quiera engañarlos, como para los ciudadanos al momento de defenderse cuando se realicen procedimientos subjetivos por parte de las autoridades.

Teniendo en cuenta que en Colombia hay más de 14 millones de usuarios de ‘smartphone’ [8] y al menos el 80% de los dispositivos vendidos en el mundo funcionan con el sistema operativo Android [9], la principal ventaja de crear un aplicativo móvil radica en que cualquier persona que cuente con un celular de alta gama (smartphone con sistema operativo Android) tendría a su alcance esta herramienta.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un aplicativo móvil para la determinación del polarizado en vidrios utilizando técnicas de visión por computador.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Crear una base de datos de imágenes de los diferentes tipos y niveles de polarizado que se encuentran en el mercado bajo diferentes cambios ambientales.
- Extraer características de la base de datos en los espacios de color HSV, TSL y Lab.
- Entrenar un modelo con SVM con el que se pueda determinar el nivel de polarizado en un vidrio.
- Implementar el modelo de SVM entrenado en Android Studio.
- Validar el sistema de reconocimiento de vidrios polarizados implementado en Android Studio.

REFERENTE TEÓRICO

- Espacios de color

Se interpretan el mismo a través de un sistema de organización específica de colores ya sea en una imagen o video, normalmente los colores pueden representarse por medio de 3 (tres) o 4 (cuatro) componentes de color y es en la variación de estos componentes que se obtiene una gama de colores [5]. Existen diferentes espacios de color que se diferencian por los componentes, es decir: el espacio de color RGB (Red, Green, Blue) representa sus colores por medio de los componentes rojo, verde y azul, el espacio de color TSL (Tinte, Saturation, Lightness) representa sus colores a través de las componentes tinte, saturación e iluminación. De igual forma funcionan los espacios de color HSV (Hue, Saturation, Value) [10] y Lab (Lightness, posición entre rojo y verde, posición entre amarillo y azul), todos estos espacios de color buscan fundamentalmente eliminar o dicho de otra forma identificar los colores independientemente de la iluminación, es decir que a diferencia del espacio RGB con TSL, HSV y Lab se maneja la componente de iluminación permitiendo eliminarla e identificar de mejor forma los colores.

- Máquinas de soporte vectorial (SVM)

Las máquinas de soporte vectorial o comúnmente conocidas como SVM (Support Vector Machines, SVMs) se utilizan en el campo de las tecnologías e ingenierías para problemas de clasificación y regresión. Se utilizan conjunto de muestras para el entrenamiento del modelo y la etiquetación de las diferentes clases, estos modelos representan el número de etiquetas o también llamadas clases en el espacio, creando hiperplanos de separación entre los puntos más cercanos de las clases y entre mejor sea la separación entre las clases se podrá realizar una clasificación más óptima [6].

- Android Studio

Es un entorno de desarrollo integrado (IDE) que permite crear aplicaciones para diferentes tipos de dispositivos que cuenten con el sistema operativo Android, android studio facilita la

distribución de código, permite compilar desde línea de comandos y además permite crear diferentes versiones de la misma aplicación [7].

METODOLOGÍA

Primer objetivo específico:

- Crear una base de datos de imágenes de los diferentes tipos y niveles de polarizado que se encuentran en el mercado bajo diferentes cambios ambientales.

Actividad 1.1: Consultar qué niveles de polarizados existen en el mercado local.

Actividad 1.2: Conseguir los diferentes polarizados que se encuentran en la región.

Segundo objetivo específico:

- Extraer características de la base de datos en los espacios de color HSV, TSL y Lab.

Actividad 2.1: Consultar cómo funcionan los espacios de color TSL, HSV y Lab.

Actividad 2.2: Implementar el espacio de color TSL a la base de datos a través de Matlab.

Actividad 2.3: Implementar los espacios de color Lab y HSV en la base de datos a través de Matlab.

Tercer objetivo específico:

- Entrenar un modelo con SVM con el que se pueda determinar el nivel de polarizado en un vidrio.

Actividad 3.1: Entrenar una máquina de soporte vectorial (SVM) para cada uno de los resultados de cada espacio de color.

Actividad 3.2: Realizar un análisis para determinar el modelo de SVM que presente menos error.

Cuarto objetivo específico:

- Implementar el modelo de SVM entrenado en Android Studio.

Actividad 4.1: Extraer el modelo de la SVM con menor error sistema de entrenamiento.

Actividad 4.2: Programar el modelo entrenado en Android Studio.

Quinto objetivo específico:

- Validar el sistema de reconocimiento de vidrios polarizados implementado en Android Studio.

Actividad 5.1: Realizar pruebas sobre diferentes vidrios polarizados con un dispositivo móvil.

Actividad 5.2: Determinar la precisión y el error del sistema de reconocimiento en el dispositivo móvil.

RESULTADOS ESPERADOS

- Se adquirieron 10 (diez) vidrios polarizados que van del nivel del 10% al 100% de polarización. Posteriormente se tomaron 800 fotos por cada vidrio polarizado, 100 fotos con agua, 100 fotos con polvo, 100 con polvo y agua, todas sobre una ventana y luego se repitió el proceso, pero sobre una mesa, con el fin de simular condiciones reales. En la figura 1 se observa un ejemplo de dicho proceso.



Figura 1. Fotos de la base de datos sobre mesa (Izquierda) y ventana (derecha).

- Al procesar las imágenes de los polarizados con 3 (tres) espacios de color (TSL, HSV y Lab), se obtuvo las características estadísticas de media, desviación estándar, kurtosis y sesgo, tal como se puede observar en la tabla 1.

Mt (media T)	Dt (Desviación T)	Kt (kurtosis T)	St (sesgo T)	Ms (Media S)	Ds (Desviación S)	Ks (kurtosis S)	Ss (Sesgo s)
0,50539428	0,07586798	12,9444423	1,33115475	0,42045552	0,09843567	9,11706589	0,72981755
0,50581551	0,07609609	14,4171413	1,44538425	0,42099914	0,09890014	8,67666713	0,8179904
0,50644527	0,07590037	11,3661176	1,33955506	0,42187131	0,09829725	7,10523827	0,69974002
0,50626516	0,07564504	13,4711198	1,39403106	0,42192438	0,09774275	7,92044637	0,7507119
0,50652682	0,07571343	9,92185001	1,40007305	0,42171731	0,09811282	6,33989163	0,71624084
0,5071637	0,07559624	12,9559764	1,38808432	0,42235456	0,09784928	9,25721094	0,74703459
0,50754125	0,07587753	13,6787574	1,51746478	0,42299358	0,09803232	8,44716314	0,8822172
0,50818654	0,0759459	11,4885653	1,43611291	0,42335465	0,09795486	6,97575825	0,80107775
0,50720582	0,07549042	16,9636925	1,51125378	0,42194333	0,09771659	9,79885645	0,84746609
0,51335489	0,07504205	16,2902823	1,53242634	0,42200342	0,09769192	10,0643234	0,90943466
0,51306666	0,07504546	12,5160364	1,50915479	0,42156844	0,09774372	7,90698555	0,86619512

Tabla 1. Ejemplo de los datos estadísticos para cada uno de los espacios de color.

- Después se implementó el SVM en los resultados obtenidos del procesamiento en los espacios de color HSV, Lab y TSL. Se obtuvo las diagonales de las matrices de confusión con su error de cada espacio de color al aplicar el SVM, como se observa en la tabla 2. Donde muestran la efectividad y el error en el reconocimiento de cada clase en cada diferente espacio de color.

El mejor resultado que se obtuvo fue en el espacio de color Lab, debido a que el error es 0% en la identificación y clasificación en cada una de las clases. Esto se debe que esté espacio de color elimina componentes de iluminancias, permitiendo medir de una mejor manera las diferencias entre colores.

	Espacio de Color		
	HSV	LAB	TSL
Clase 1	0.99931129 ± 0.00168698	1 ± 0	0.99897876 ± 0.001892
Clase 2	1 ± 0	1 ± 0	0.99795644 ± 0.0021875
Clase 3	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
Clase 4	1 ± 0	1 ± 0	0.99794574 ± 0.0030156
Clase 5	1 ± 0	1 ± 0	0.98835848 ± 0.0088139
Clase 6	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
Clase 7	0.99152407 ± 0.00821208	1 ± 0	0.99949393 ± 0.00143139
Clase 8	1 ± 0	1 ± 0	0.99593159 ± 0.00695202
Clase 9	1 ± 0	1 ± 0	0.99785885 ± 0.00229118
Clase 10	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0

Tabla 2. Resultado obtenido de las diagonales de cada matriz de confusión con su error de HSV, Lab y TSL de cada clase.

- Se espera poder extraer el modelo de la SVM implementado en el espacio de color Lab, puesto que con este modelo no se presentó ningún error en la identificación de las clases.
- Se espera implementar el modelo de la SVM en el programa Android Studio.
- Se espera poder validar el sistema de reconocimiento implementado en un dispositivo móvil.

CONCLUSIONES

- Se debe tener una base de datos de imágenes bajo diferentes ambientes, que repliquen circunstancias reales, con el objetivo de que la aplicación funcione en cualquier clima y lugar.
- Es posible a partir de los diferentes espacios de color obtener características estadísticas como sesgo, kurtosis, media y desviación, que permiten la identificación de los niveles de polarizados en vidrios de automóviles.
- El espacio de color Lab ofrece una mayor precisión en el reconocimiento de los vidrios polarizados que los espacios de color HSV y TSL, este comportamiento se identificó gracias a la matriz de confusión.

IMPACTOS SOCIAL

Se podrá mejorar la relación entre los oficiales de tránsito y los conductores de vehículos con vidrios polarizados, puesto que habría una herramienta para medir y clasificar dichos polarizados. Además, cuando se tienen polarizados por encima del margen permitido por las autoridades hay más probabilidades de sufrir un accidente, es por ello la importancia de implementar un sistema que regule las normas de una forma objetiva.

IMPACTO ECONOMICO

La implementación de un aplicativo móvil resulta ser bastante económico, ya que la mayoría de personas cuentan con celulares inteligentes y por ende no es necesario realizar compras de algún tipo de dispositivo.

IMPACTO AMBIENTAL

Puesto que este sistema será desarrollado para funcionar en un celular inteligente, no es necesario el uso de materia prima para su implementación, evitando el daño al medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Medición, regulación, laboratorio y pesaje, 2017. [Online]. Available: <https://www.pce-instruments.com/espanol/>.

[2] Fabrica de reactivos e instrumentos analíticos, 2017. [Online]. Available: http://latam.hach.com/?_bt=91901323504&_bk=hach&_bm=e&gclid=CKz61ZOFlIdICFdc6gQodF4UCFw.

[3] Andrés Uriel Gallego Henao, Ministerio de transporte, Resolución 3777 de 2003 Ministerio de Transporte, Bogotá D.C. Colombia.

[4] Vidrios polarizados y su control, 2017. [Online]. Available: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-4601797>.

[5] Martinkauppi, J. B.; Soriano, M. N. & Laaksonen, M. V. “Behavior of skin color under varying illumination seen by different cameras at different color spaces” Photonics West 2001-Electronic Imaging, 2001, Pages 102-112, http://www.ee.oulu.fi/mvg/files/pdf/pdf_139.pdf.

[6] Hearst, M. A.; Dumais, S. T.; Osuna, E.; Platt, J. & Scholkopf, B. Support vector machines IEEE Intelligent Systems and their Applications, IEEE, 1998, Vol 13, Pages 18-28.

[7] Android Studio, Características, 2017. [Online]. Available: <https://academiaandroid.com/android-studio-v1-caracteristicas-comparativa-eclipse/>.

[8] Uso de teléfonos inteligentes en Colombia crece, 2017. [Online]. Available: <http://www.elespectador.com/noticias/economia/uso-de-telefonos-inteligentes-colombia-crece-articulo-611086>.

[9] Android sigue dominando el mercado de smartphones, 2017. [Online]. Available: <https://www.wayerless.com/2015/08/android-sigue-dominando-el-mercado-de-smartphones/>.

[10] Saravanan, G.; Yamuna, G. & Nandhini, S. “Real time implementation of RGB to HSV/HSI/HSL and its reverse color space models” Proc. Int. Conf. Communication and Signal Processing (ICCSP), 2016, Pages 0462-0466, <http://ieeexplore.ieee.org.ezproxy.utp.edu.co/stamp/stamp.jsp?arnumber=7754179>.

[11] Martínez, A. B.; Calvo, A. F. & Henao, C. A. “Supervised learning models for control quality by using color descriptors: A study case”, Proc. Images and Artificial Vision (STSIVA) 2016 XXI Symp. Signal Processing, 2016, Pages 1-7, <http://ieeexplore.ieee.org.ezproxy.utp.edu.co/stamp/stamp.jsp?arnumber=7743368>.