

Control de acceso mediante reconocimiento facial con un sistema embebido

1st Emmanuel Tonatihu Juarez
Velázquez
División de Ingeniería en
Informática
Tecnológico de Estudios
Superiores de Ecatepec
Ecatepec de Morelos, México
ejuarezv@hotmail.com

2nd Carlos Alfonso Trejo
Villanueva
División de Ingeniería en
Informática
Tecnológico de Estudios
Superiores de Ecatepec
Ecatepec de Morelos, México
carlostrejo@tese.edu.mx

3rd Derlis Hernández Lara
División de Ingeniería en
Informática
Tecnológico de Estudios
Superiores de Ecatepec
Ecatepec de Morelos, México
derlis392@hotmail.com

4th Edurnet Luna Becerril
Maestría en Sistemas
Computacionales
Tecnológico de Estudios
Superiores de Ecatepec
Ecatepec de Morelos, México
edurnet.luna@outlook.com

Abstract—This paper introduces aspects of the implementation of a facial recognition-based access control system. This system is specifically based on an embedded card Raspberry Pi. It checks in real time if the people who enter to the campus, is part of the database of the students. OpenCV libraries were used in terms of the process of images and artificial vision. In addition, we propose a robust and fault-resistant system in terms of the lighting conditions and images of the faces that are acquired. The proposed system aims to provide a low-cost security solution.

Keywords—Embedded, system, raspberry pi, facial recognition.

I. INTRODUCCIÓN

El uso de la identificación facial ha ido incrementando de forma exponencial, ya que ha sido un tema de investigación en el área de reconocimiento de patrones por algunas décadas [1]. Esta tecnología se ha utilizado en el control de acceso a edificios públicos y privados, cajeros automáticos, como contraseña de acceso para el uso de dispositivos de cómputo personales o móviles de última generación entre otros [2].

La cara humana, como rasgo característico nos proporciona gran cantidad de información discriminativa sobre un sujeto permitiéndonos discernir e identificar a simple vista diferentes individuos. El rostro, alberga a su vez un conjunto de rasgos que asignan un alto poder discriminativo. Estos rasgos que componen la cara están localizados en posiciones similares en una gran cantidad de la población por lo que un sistema de reconocimiento facial puede beneficiarse de esta característica.

Los rasgos más significativos que componen el rostro humano son: orejas, cejas, ojos, nariz y boca. Cabe destacar que la forma de la cara también es una característica discriminativa, así como otras zonas de esta como pueden ser los pómulos, la frente o la barbilla. La cara es un rasgo con una componente simétrica bastante elevada, algo de lo que las tareas de localización o extracción de distancias se pueden beneficiar.

II. CAMPO TEÓRICO

El proceso de identificación facial se divide básicamente en dos tareas: la detección y el reconocimiento [3]. La detección, comprende la localización de uno o varios rostros dentro de una imagen, ya sea fija o una secuencia de vídeo [4]. Por otro lado, el reconocimiento consiste en la comparación del rostro identificado en la detección con otros rostros almacenados previamente en una base de datos [5]. Estos procesos, detección y reconocimiento, no deben ser totalmente independientes debido a que la identificación de un rostro se puede dificultar de acuerdo a las características faciales de cada individuo; por tal motivo los sistemas de reconocimiento facial están fuertemente condicionados por la posición y orientación del rostro del sujeto con respecto a la cámara y las condiciones de iluminación en el momento de realizar la detección y la identificación facial.

En esta investigación, se realizó la implementación del reconocimiento facial montado sobre un sistema embebido, el cual es un sistema electrónico diseñado para tareas específicas. [6]

Todos los sistemas de reconocimiento facial capturan una imagen bidimensional o tridimensional del rostro de una persona y luego compara la información clave de esa imagen con una base de datos de imágenes conocidas.

Woodrow "Woody" Bledsoe, fue el primero en desarrollar un software de reconocimiento facial, para una empresa llamada Panoramic Research Inc (PRI) en la década de 1964, utilizando imágenes bidimensionales. Fue financiado por el Reino Unido Departamento de Defensa, gran parte de su investigación se mantuvo en secreto. [7]

III. DESARROLLO

El proceso de identificación facial se divide básicamente en dos tareas: la detección y el reconocimiento [3]. La detección, comprende la localización de uno o varios rostros dentro de

una imagen, ya sea fija o una secuencia de vídeo [4]. Por otro lado, el reconocimiento consiste en la comparación del rostro identificado en la detección con otros rostros almacenados previamente en una base de datos [5]. Estos procesos, detección y reconocimiento, no deben ser totalmente independientes debido a que la identificación de un rostro se puede dificultar de acuerdo a las características faciales de cada individuo; por tal motivo los sistemas de reconocimiento facial están fuertemente condicionados por la posición y orientación del rostro del sujeto con respecto a la cámara y las condiciones de iluminación en el momento de realizar la detección y la identificación facial.

En esta investigación, se realizó la implementación del reconocimiento facial montado sobre un sistema embebido, el cual es un sistema electrónico diseñado para tareas específicas. [6]

Todos los sistemas de reconocimiento facial capturan una imagen bidimensional o tridimensional del rostro de una persona y luego compara la información clave de esa imagen con una base de datos de imágenes conocidas.

Woodrow "Woody" Bledsoe, fue el primero en desarrollar un software de reconocimiento facial, para una empresa llamada Panoramic Research Inc (PRI) en la década de 1964, utilizando imágenes bidimensionales. Fue financiado por el Reino Unido Departamento de Defensa, gran parte de su investigación se mantuvo en secreto. [7]

El proceso de reconocimiento consta de cuatro fases principales:

- Detección de la cara, esta detecta que hay un rostro en la imagen, sin identificarla.
- Alineación de la cara, que localiza las componentes de la cara y mediante transformaciones geométricas la normaliza, respecto al tamaño, la pose y características fotométricas como la iluminación.
- Extracción de características, este proceso proporciona información para distinguir entre las caras de diferentes personas según variaciones geométricas o fotométricas.
- Reconocimiento, donde el vector de características obtenido se compara con los vectores de características extraídos de las caras en la base de datos.

Actualmente existen varias técnicas para llevar a cabo el reconocimiento facial, las cuales son [8]:

- Haar-like features
- Puntos Críticos
- Elastic Bunch Graph Matching
- Modelo Frontal
- Modelo Lateral

IV. CONCLUSIONES Y RESULTADOS

El desarrollo de la aplicación se codificó en dos partes: una de registro de fotogramas y la otra de reconocimiento en tiempo real. El programa está cargado a una raspberry pi con OpenCV y se usa la Pi Camera V2 integrada. En la etapa de registro el individuo se presenta ante la cámara para tomarle quince fotogramas en diferentes ángulos. En la etapa de reconocimiento el usuario se presenta ante la cámara y el sistema hace una comparación con todos los registros existentes en la base de datos indicando si el usuario está registrado. Tanto en la etapa de registro como en la etapa del reconocimiento se utilizan clasificadores de OpenCV como haarcascade_frontalface_default.xml y haarcascade_eye.xml.

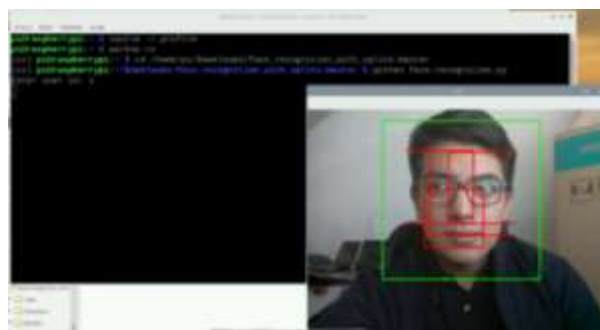


Figura 7. Reconocimiento del rostro

El proyecto se sometió a la parte experimental con cinco personas, en el que tres usuarios son hombres y dos usuarios mujeres, haciendo cinco pruebas por usuario obteniendo un resultado del 100% de reconocimiento, cuando el sistema reconoce a la persona dentro de la imagen, se indicará en pantalla encerrando el rostro de la persona en un cuadrado color verde e imprimiendo su nombre, matricula, hora exacta en la que ingresa e incluso con usuarios no registrados imprimirá mensaje de que es desconocido.



Figura 8. Detección Facial

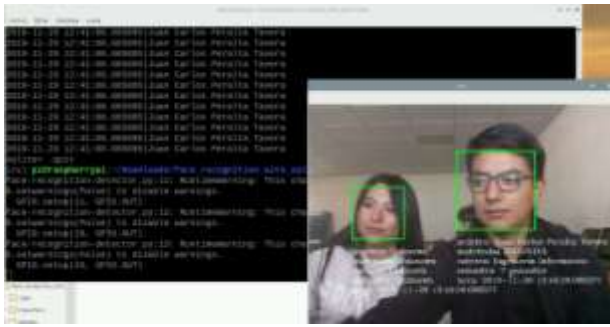


Figura 9. Reconocimiento Facial

Al detectar el rostro del estudiante que está registrado en la base de datos se enciende un led color verde, en caso de que no esté registrado se enciende un led color rojo y suena el zumbador.



Figura 9. Parpadeo de Leds

Con base en los resultados obtenidos, podemos concluir que el reconocimiento facial depende en gran medida de la posición y la orientación del sujeto, así como de la iluminación presente. Al ser una técnica basada en fotogramas y en video en tiempo real, el reconocimiento no se basa tanto en los detalles fisionómicos del rostro si no en la forma que la luz incide sobre él.

Dos imágenes faciales de la misma persona pueden ser distintas a pesar de ser tomadas con la misma orientación, pero es muy importante tener en cuenta que estas no se deben de tomar demasiado cerca ya que de ser así pueden ser detectadas como pertenecientes a la misma persona.

El fondo de las imágenes no afecta al reconocimiento, ya que con los códigos establecidos enmarca los rostros con las medidas dadas de las imágenes y el fondo no es procesado como información. En todo caso, podría afectar a la detección facial, pero las pruebas realizadas indican que, si el tamaño de la cara en píxeles es suficiente y la orientación de la cara entra dentro de unos márgenes aceptables, la aplicación detectará el rostro de la persona.

El control de acceso mediante reconocimiento facial con un sistema embebido es una herramienta muy útil al momento de realizar el proceso de control. Actualmente el reconocimiento

facial es cada vez más fácil de implementar gracias al avance de la tecnología que se ha ido implementando a lo largo del tiempo

De los resultados de la presente investigación, podemos concluir que es posible crear un sistema de visión artificial con las tecnologías disponibles en el momento. Fue posible desarrollar una aplicación capaz de reconocer el rostro de una persona. En el apartado resultado puede apreciarse como el reconocimiento facial en los casos con los que se ha experimentado ha sido correcto, obteniendo unas tasas de acierto cercanas al 100% y con unos tiempos de respuesta, más que aceptables.

REFERENCIAS

- [1] Ishita Gupta, Varsha Patil, Chaitali Kadman, Shreya Dumbre: Face Detection and Recognition using Raspberry Pi. In: International WIE Conference on Electrical and Computer Engineering, pp. 83–86 (2016).
- [2] Brunelli, Roberto, and Tomaso Poggio. "Face recognition: Features versus templates." *IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence* 10 (1993): 1042-1052.
- [3] Zhao, Wenyi, et al. "Face recognition: A literature survey." *ACM computing surveys (CSUR)* 35.4(2003): 399-458.
- [4] Sistema de reconocimiento facial basado en imágenes con color. PEDRAZA PICO, BEATRIZ OMAIRA, RONDÓN, PAOLA y ARGVELLO, HENRY. 2, Colombia: UIS Ingenierías, 2011, Vol. 10.
- [5] Reconocimiento de Facial basado en FPGA. Molina, Julio C. y Risco, Miguel A. I, Perú: Revista ECI Perú, 2011, Vol. 8. ISSN 1813-01 Vélez, C., & Xavier, P. (2014). Desarrollo de un sistema didáctico aplicado a inversores trifásicos, empleando el sistema embebido Raspberry Pi mediante la técnica de modulación vectorial espacial (Bachelor's thesis).
- [6] Osborne, D. (2012). Reconocimiento facial: inicialmente desarrollado para la aplicación de la ley Encuentre la seguridad fronteriza. La tecnología de reconocimiento facial ha convertido su razón en cámaras digitales. Ordenadores e incluso sitios web de redes sociales. *Enseñanza de las Ciencias*, 58 (1), S8.
- [7] Domínguez, S. (2017). Reconocimiento Facial mediante el análisis de componentes principales (PCA). Sevilla: Universidad de Sevilla.
- [8] Gonzalez, H., & Velásquez, S. (2019). RECONOCIMIENTO FACIAL UTILIZANDO VIOLA-JONES Y PATRONES BINARIOS. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 23(92).
- [9] Ferdoush, S. y Li, X. (2014). Diseño de sistema de red de sensor inalámbrico usando Raspberry Pi y Arduino para aplicaciones de monitoreo ambiental. *Procedia Computer Science*, 34, 103-110.
- [10] González Godoy, C. A., & Salcedo Parra, O. J. (2017). Sistema de seguridad para locales comerciales mediante Raspberry Pi, cámara y sensor PIR. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (51), 175-193.
- [11] Lijun Ding and Ardeshir Goshtasby, "Pattern Recognition", 2001.



Emmanuel Tonatihu Juárez Velázquez, Doctor en Comunicaciones y Electrónica por el Instituto Politécnico Nacional (2019), se desempeña en las áreas de telecomunicaciones, informática y sistemas embebidos. Actualmente es profesor del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.



Carlos Alfonso Trejo Villanueva, Ing. electrónico egresado de UAM Azcapotzalco (2005) y M. en T. educativa en la universidad Da Vinci (2013), actualmente es profesor del Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec, sus principales intereses es la implementación de sistemas embebidos y sistemas de información.



Derlis Hernández Lara, Ing. En Robótica Industrial egresado de la ESIME UA (2011) y M. en C. en Ingeniería de cómputo con opción en sistemas digitales por parte del CIC IPN (2014), actualmente estudia el Doctorado en Ingeniería de Sistemas Robóticos y Mecatrónicos en el IPN.



Jaqueline Edurnet Luna Becerril, Licenciada en Informática por el Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca (2009). Alumna de la Maestría en Sistemas Computacionales en el Tecnológico de Estudios Superiores de Ecatepec.