

AUTENTICACIÓN FACIAL EN EVALUACIONES EN LÍNEA UTILIZANDO REPRESENTACIONES DISPERSAS

Erik Barrios Montes
Yolima Mercado Palencia
Ingeniería Electrónica
Especialización en Seguridad Informática
UNAD, Colombia
erik.barrios@unad.edu.co
yolima.mercado@unad.edu.co

Fernando Diaz Martínez
Wilson Arrubla Hoyos
Ingeniería de Sistemas
Ingeniería de Telecomunicaciones
UNAD, Colombia
Fernandoj.diaz@unad.edu.co
Wilson.arrubla@unad.edu.co

Resumen - Las instituciones que ofrecen educación a distancia necesariamente utilizan plataformas tecnológicas en línea para el aprendizaje, evaluación y exámenes de sus estudiantes. Las principales ventajas de la formación a distancia radican en que dichos estudios pueden realizarse en cualquier momento y desde cualquier lugar promoviendo oportunidades de aprendizajes convenientes para cada estilo de vida individual; no obstante, uno de sus mayores desafíos es poder crear entornos regulados para validar y controlar la identidad de la persona que realiza sus cursos, en consecuencia, el ente educativo debe generar un compromiso por la integridad académica. En la mayoría de los exámenes en línea, no es posible una vigilancia personal, y los estudiantes pueden acudir al apoyo de otro individuo como un intento de mejorar sus calificaciones.

Este proyecto tiene como objetivo realizar un algoritmo de supervisión y autenticación de identidad mediante reconocimiento facial, que pueda ser utilizado para pruebas cognitivas en entornos de aprendizajes virtuales. Cabe resaltar, que el procesamiento de imágenes representa tratamiento información de alta dimensionalidad, traducido en grandes cantidades de datos bidimensionales que deben ser procesados eficientemente, por tal motivo, es necesario enfocar dicho trabajo en algoritmos de aprendizajes que utilizan representaciones *Sparse* (ralo: poco densas), los cuales logran reducir eficientemente la dimensión de los datos, mejorando requisitos de almacenamiento y costos computacionales,

y de esta manera aumentar el nivel de seguridad de las pruebas en línea.

Palabras clave— Aprendizaje de diccionario, Autenticación, examen en línea, reconocimiento facial, representaciones dispersas.

Abstract— *Institutions offering distance education necessarily use online technology platforms for their students' learning, assessment and examinations. The main advantages of distance training lie in the fact that such studies can be carried out at any time and from any place, promoting convenient learning opportunities for each individual lifestyle; However, one of its greatest challenges is to be able to create regulated environments to validate and control the identity of the person who takes its courses. Consequently, the educational entity must generate a commitment to academic integrity. In most online exams, personal surveillance is not possible, and students may turn to the support of another individual in an attempt to improve their grades.*

This project aims to carry out an identification authentication and supervision algorithm through facial recognition, which can be used for cognitive tests in virtual learning environments. It should be noted that the image processing representation treatment of high-dimensional information, translated into large amounts of two-dimensional data that must be processed efficiently, for this reason, it is necessary to focus this work on learning algorithms that use dispersed representations (Sparse: thin), which manage to efficiently

reduce the size of the data, improving storage requirements and computational costs, and thus increase the security level of online tests.

Keywords— Dictionary learning, Authentication, online examination, face recognition, Sparse representations.

I. INTRODUCCIÓN

La formación a distancia se basa en un proceso de enseñanza-aprendizaje a través de la TIC, compuestos por una serie herramientas tecnológicas que permiten la interacción entre metodologías pedagógicas, gestión y organización de contenidos educativos. Específicamente, en las aulas virtuales se proporciona a los estudiantes los contenidos teóricos, actividades y evaluaciones para que puedan afrontar debidamente las asignaturas [1], sin embargo, cómo generalmente no hay interacción cara a cara entre estudiantes, tutores y administradores [2], la seguridad es vital para la credibilidad de aprobaciones, certificaciones y galardones otorgados utilizando entornos de aprendizaje en línea. Los cursos virtuales hacen parte de sistemas e-Learning, en el cual sus aplicaciones permiten realizar actividades y exámenes, lo que implica que dichas aplicaciones responden a características especiales inherentes del software en línea, heredando tanto sus ventajas como desventajas, exámenes en línea pueden ser aplicaciones de alto riesgo, que pueden caer a la suplantación y ataques maliciosos para los grados superiores [3]. Uno de los primeros objetivos de la autenticación es garantizar la interacción genuina de estudiantes en exámenes en línea, no obstante, la autenticación de usuario y contraseña convencional no es suficiente para verificar la identidad de un estudiante, por esta razón se hace necesario buscar nuevos enfoques que puedan ser implementados para la supervisión de identidad, por ejemplo, utilizar software de reconocimiento facial.

Recientemente, se ha introducido un nuevo paradigma. Aprender la mejor representación de la misma señal (imagen, audio, video, etc.), que a la vez sea dispersa (*Sparse*: pocos datos y dispersos), adaptable a cualquier familia de

señales, y más fácil de manejar: Aprendizaje de diccionarios. El proceso de aprendizaje de diccionarios y representaciones dispersas es una poderosa herramienta para el procesamiento de señales que recientemente ha sido ampliamente investigado [4]. El presente estudio hace uso de este paradigma y podría ofrecer una alternativa de autenticación facial en los exámenes en línea de manera eficiente en el uso de recursos de hardware.

El artículo se organiza de la siguiente manera. La sección 2 describe la metodología aplicada en el desarrollo del algoritmo de autenticación facial mediante representaciones *Sparse*. La sección 3 presenta la implementación del algoritmo, esta sección comienza con la adquisición de las imágenes a través de la webcam del computador que son comparadas con la base de datos preestablecida, posteriormente se obtienen los coeficientes *Sparse* que representen la imagen como una combinación lineal. Finalmente, se presenta el proceso de validación y reconocimiento de los resultados.

II. Método

La investigación es de carácter computacional, la cual ha seguido las siguientes acciones metodológicas: En primera instancia se realizó un análisis conceptual y estado del arte de los tipos de autenticación, haciendo énfasis en el reconocimiento facial; seguidamente, se estudiaron diferentes bases de datos, seleccionando la adecuada para entrenar el algoritmo teniendo en cuenta los diversos factores de aprendizaje; posteriormente, se desarrolló el algoritmo de autenticación facial basado en técnicas de aprendizaje de diccionarios y representaciones dispersas.

Comparando este algoritmo con otros que se han desarrollado para buscar soluciones en la autenticación en entornos virtuales a través de reconocimiento facial como el propuesto por Lata, Y Et al (2011), podemos afirmar que es más eficiente, dado que ellos presentan algunas dificultades con las limitaciones de luz para el reconocimiento, variables que fueron superadas con el algoritmo que se propone, además que en las pruebas realizadas también se tuvo en cuenta

distintas oclusiones al momento de validar la identidad. Por otra parte, existen algunos softwares que se han implementado para el reconocimiento facial en plataformas sobre Moodle, como por ejemplo Smowl desarrollada por Labayen Et al (2016). Este Software permite el monitoreo constante de una fotografía tomada por la webcam al inicio de un curso y comparada de manera permanente con algún dato del alumno como documento de identidad o pasaporte. Este método supone un gran uso de recursos de hardware y software toda vez que no existe un método que permita representar las fotografías tomadas de manera eficiente, es allí donde este algoritmo propone el uso de representaciones *Sparse*.

El método implementado para el desarrollo del algoritmo de autenticación facial fue mediante representaciones *Sparse* el cual se divide en tres fases (ver Imagen 1): primero se enfoca en la adquisición de las imágenes a través de la cámara webcam acondicionándolas para su respectivo tratamiento, segundo se hace una representación de la imagen a través de técnicas *Sparse* para realizar el entrenamiento del algoritmo y por último se realiza la validación de este.



Imagen 1. Diagrama de Bloques algoritmo de autenticación facial mediante representaciones

A. Adquisición de la imagen.

Existen dos formas de adquirir la imagen que será comparada con la base de datos, una es a través de una imagen preestablecida o guardada previamente, y otra forma es en línea, haciendo uso de la webcam del equipo donde se desea realizar la prueba. El algoritmo contempla las dos opciones y será el usuario con perfil de administrador quien determine el método de adquisición de la imagen.

B. Representación sparse

Las representaciones dispersas intentan determinar a partir de los datos observados, los

subespacios donde se encuentran los datos más relevantes de la señal, tratando de reducir eficientemente la dimensionalidad. Su principio se basa en aproximar una señal y de dimensión n , como una combinación lineal de un pequeño número de señales tomados de una base llamada diccionario D de la siguiente manera,

$$y = \sum_{k=1}^N d_k x_k \quad (1),$$

donde d_k son los elementos del diccionario llamados átomos ($D = [d_1, d_2, \dots, d_k]$), y x_k es el conjunto de coeficientes de representación de la señal. Se dice que el diccionario es completo si se extiende por todas las dimensiones de la señal a representar ($N = n$). El objetivo es encontrar en el diccionario un vector x con el menor número de coeficientes significativos. Una línea de trabajo es la búsqueda del diccionario adecuado. Es importante resaltar que, en un esquema de reconocimiento facial basado en una representación dispersa, el diccionario deseado debe tener un buen poder de representación [5].

C. Validación

La etapa de validación intenta verificar que el usuario es quien dice ser. En un escenario de examen en línea, la autenticación tiene como objetivo verificar la identidad de los estudiantes en línea y juega un papel clave en la seguridad [6], puesto que, al lograr que una interacción entre el estudiante y el examen en línea sea genuina conducirá a resultados auténticos. Existen gran variedad de tipos de autenticación, las cuales es posible enmarcarlas en 3 grandes clases: Autenticación basada en el conocimiento, encargada de verificar identidad sobre la base de "lo que sabe", ejemplo de ello son los esquemas de identificación de usuario y contraseña. Autenticación basada en objetos, se verifica que el usuario presente o porte objetos físicos, por ejemplo, tarjetas magnéticas, chips electrónicos, etc. Autenticación basada en biometría o características, la verificación se realiza por las características físicas o de comportamiento, la autenticación biométrica ha evolucionado a partir de investigaciones recientes y ha sido implementada en sistemas de aprendizaje en línea incluyendo huellas digitales, autenticación de video, reconocimiento facial, reconocimiento de

audio o combinación de estas características en forma de multimodal [7].

En esta etapa se carga al programa imágenes de personas diferentes a las utilizadas en el entrenamiento, en diferentes posiciones e iluminaciones, esperando que la imagen de prueba ingresada sea identificada o tenga la mayor similitud posible dentro de la base de datos de imágenes de acceso inicial al examen en línea lo que garantiza una reducción en tiempos de ejecución

III. IMPLEMENTACIÓN DEL ALGORITMO

La imagen 2 presenta un diagrama de bloques en el que se pueden identificar cada uno de los procesos que desarrolla el algoritmo; En primera instancia, se inicia con la adquisición de la imagen de prueba, que posteriormente es procesada y se obtienen los coeficientes *Sparse* de la imagen. Paralelamente, se obtienen los coeficientes *Sparse* de una base de datos que dan origen al aprendizaje del diccionario. Una vez ejecutados estos procesos, se debe realizar una validación que se da entre la comparación de los coeficientes *Sparse* de la imagen de prueba y los del diccionario que fueron aprendidos de la base de datos, determinando así, si se reconoce o no la imagen de prueba.

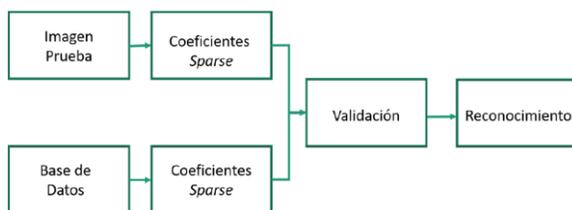


Imagen 2. Metodología de desarrollo del algoritmo.

D. Imagen de prueba.

Una vez obtenida la imagen de prueba, se realiza el proceso de acondicionamiento, el cual consiste en re-escalar la imagen de acuerdo con las dimensiones a procesar en el algoritmo, es de señalar que la resolución utilizada en las pruebas fue de 1280x720, sin embargo, este valor de resolución es modificable. La Imagen 3 presenta

un ejemplo de imagen de prueba antes de ser acondicionada.



Imagen 3. Imagen de prueba.

E. Coeficientes sparse.

El objetivo en esta etapa es representar la imagen de entrada como una combinación lineal entre el diccionario de aprendizaje y un vector que posea muy pocos coeficientes no nulos (ver Imagen 4). Por tal motivo el primer paso es encontrar los coeficientes que mejor representen la imagen de entrada con el diccionario correspondiente a la base de datos, resolviendo el siguiente problema de optimización: El aprendizaje del diccionario se fundamenta en el siguiente problema de optimización:

$$\min_{D,x} \|y_k - Dx_k\|_F^2, \quad \text{sujeto a} \quad \|x_k\|_0 \leq T_0, 1 \leq k \leq N \quad (2)$$

donde, $\|\cdot\|_F$ representa la norma Frobenius, y_k es cada señal N representada de la forma más dispersa posible x_k sobre el diccionario D .



Imagen 4. Representación Sparse de la imagen de prueba.

Para el desarrollo de este proyecto se decidió utilizar como base de datos imágenes de docentes de la Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería ECBTI de la UNAD sede Corozal, en diferentes posiciones y cambios de iluminación, cómo se observa en la imagen 5.



Imagen 5. Base de datos docentes CCAV de Coroza

F. Validación y reconocimiento.

Para desarrollar el algoritmo de reconocimiento facial propuesto se utilizó la herramienta MATLAB versión 8.5 (R2015a). En la imagen 6, se puede observar que el reconocimiento de la imagen de prueba respecto a una imagen dentro de la base de datos es la misma persona, presentando resultados satisfactorios.

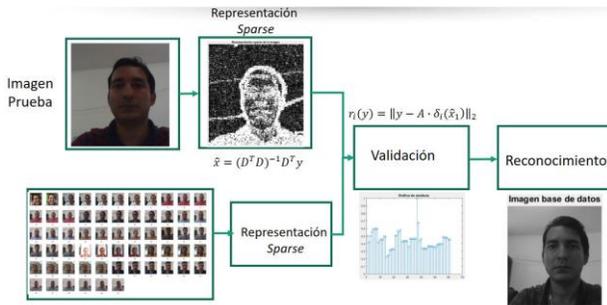


Imagen 6. Validación del algoritmo

Es de resaltar en esta misma imagen (ver Imagen 6), en la parte inferior del bloque validación, aparece una subgráfica la cual representa un vector de diferencias entre la imagen de prueba y las imágenes de la base de datos, la cual podemos llamar grafica de residuos.

El algoritmo fue validado bajo distintas imágenes de prueba, unas imágenes con oclusiones como personas con lentes o distintas vestiduras (ver imagen 7), otras imágenes de entrada con cambios de iluminación, véase imagen 8. Observando la imagen 7, se presenta una imagen que contiene la diferencia entre la imagen de entrada y la imagen de salida de la base de datos, el color azul representa los valores de diferencias cercanos a cero, o valores iguales

entre salida y entrada. Además, es posible resaltar nuevamente el vector residuos, donde las mayores coincidencias, corresponden a sus valores más pequeños.

En la imagen 9 se presentan resultados satisfactorios del algoritmo de reconocimiento facial mediante representaciones *sparse*, las imágenes de prueba se realizaron en tiempo y condiciones diferentes de la base de datos.

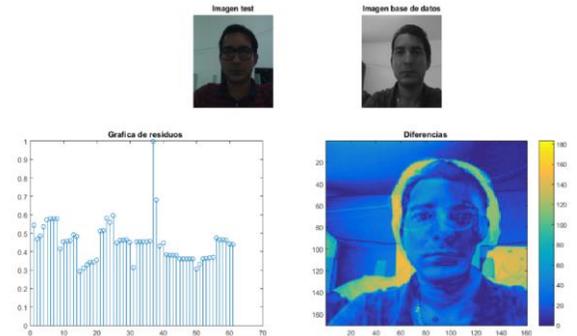


Imagen 7. Validación de imágenes con oclusión.

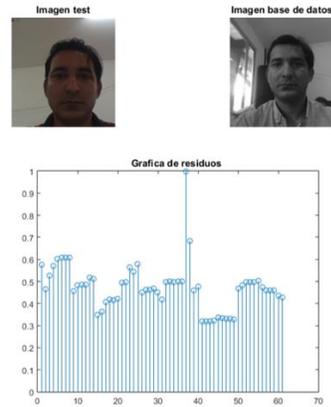


Imagen 8. Validación de imágenes bajo cambios de iluminación.



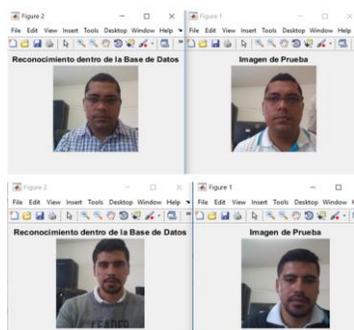


Imagen 7. Validación de los autores del proyecto.

IV. CONCLUSIONES

El algoritmo de reconocimiento facial utilizando representaciones dispersas ha logrado validar imágenes frontales demostrando robustez tanto a cambios de expresión facial y de iluminación, como a algún tipo de oclusión, u objeto (lentes, entre otros).

Hasta el momento se han logrado resultados satisfactorios de autenticación facial, donde es posible inferir que al utilizar procesamiento de imágenes mediante técnicas de aprendizaje de diccionarios y representaciones *sparse* se logra reducir eficientemente la dimensión de los datos, mejorando requisitos de almacenamiento, costos computacionales, y nivel de seguridad, haciendo atractiva su implementación en exámenes en línea.

Existen grandes retos en el desarrollo de algoritmos que permitan hacer más eficiente el proceso de autenticación facial para validar la autenticidad del alumno en exámenes en línea. Como trabajos futuros se espera poder incluir esta metodología en el desarrollo de un curso MOOC de la plataforma de Moodle y validar su eficiencia en un entorno real de trabajo. También se debe proyectar la revisión del impacto que la herramienta ocasiona en el rendimiento académico del estudiante al sentirse vigilado en el desarrollo de los exámenes virtuales

AGRADECIMIENTO

Este proyecto hace parte de los Proyectos de Investigación Especiales (PIE), patrocinados por la Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e

Ingeniería ECBTI de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.

REFERENCIAS

- [1] LA AUTENTICACIÓN, F. E. E. V., & DE APRENDIZAJE, E. L. E. S. Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA).2016.
- [2] Hayes B., Ringwood J., editors. Authenticating student work in an e-Learning programme via speaker recognition. 3rd International Conference on Signals, Circuits and Systems (SCS) 2009: IEEE.
- [3] Aguila E. G , Rifon L. A. , Castro J. L. A. , Mateo C.G. , editors. Is My Student at the Other Side? Applying Biometric Web Authentication to E-Learning Environments. Eighth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies; 2008: IEEE.
- [4] Ma, L., Wang, C., Xiao, B., & Zhou, W. (2012, June). Sparse representation for face recognition based on discriminative low-rank dictionary learning. In Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2012 IEEE Conference on (pp. 2586-2593). IEEE.
- [5] Zhang, Q., & Li, B. (2010, June). Discriminative K-SVD for dictionary learning in face recognition. In Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR), 2010 IEEE Conference on (pp. 2691-2698). IEEE.
- [6] Moini A, Madni A M. Leveraging Biometrics for User Authentication in Online Learning: A Systems Perspective. IEEE Systems Journal. 2009;3(4):469-76.
- [7] Asha, S., & Chellappan, C. (2008, April). Authentication of e-learners using multimodal biometric technology. In Biometrics and Security Technologies, 2008. ISBAST 2008. International Symposium on (pp. 1-6). IEEE.
- [8] Lata, Y. V., Tungathurthi, C. K. B., Rao, H. R. M., Govardhan, A., & Reddy, L. P. (2009). Facial recognition using eigenfaces by PCA. *International Journal of Recent Trends in Engineering*, 1(1), 587.
- [9] Labayen, M., Veá, R., Flórez, J., Guillén-Gámez, F. D. y García-Magariño, I. [2014]: «Smowl: a tool for continuous student validation based on face recognition for on-line learning», Edulearn14 Proceedings, págs. 5.354-5.359. International Association of Technology, Education and Development

AUTORES

Erik Barrios Montes; Estudiante de Doctorado en Ingeniería con énfasis en Electrónica y Computación. Magíster en Ingeniería con énfasis

en Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Especialista en Automatización y Control de Procesos Industriales. Ingeniero Electrónico. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. erik.barrios@unad.edu.co

Yolima Mercado Palencia: Ingeniero de Sistemas, Especialista en Informática y Telemática, Magister en seguridad informática. Experiencia en docencia universitaria, Dirección de Departamento de Sistemas, Dirección de Recursos Educativos y Tecnológicos, Aprovisionamiento y mantenimiento de servicios de planta externa en empresas de telecomunicaciones.

Fernando Diaz Martínez; Ingeniero de Sistemas, Esp. Administración de la Informática Educativa, Mg. Gestión de la Tecnología Educativa. Docente Tiempo Completo UNAD - Líder del semillero de investigación Engine

Wilson Arrubla Hoyos: Ingeniero Electrónico Especialista en Telecomunicaciones. Candidato a Magister en Dirección estratégica de Telecomunicaciones de la Universidad UNINI de puerto Rico y beneficiado por el plan bienal de COLCIENCIAS en el Doctorado en Tecnologías de la información y comunicación inscrito en la universidad de la Costa.