

04

LA COMPUTACIÓN AFECTIVA Y SU INFLUENCIA EN LAS INTERFACES ACTUALES DEL RECONOCIMIENTO FACIAL

LA COMPUTACIÓN AFECTIVA

Y SU INFLUENCIA EN LAS INTERFACES ACTUALES DEL RECONOCIMIENTO FACIAL

AFFECTIVE COMPUTING AND ITS INFLUENCE ON THE CURRENT INTERFACES OF FACIAL RECOGNITION

Fernando Xavier Juca Maldonado¹

E-mail: fjucam@gmail.com

María Beatriz García Saltos¹

Odalys Bárbara Burgo Bemcomo¹

E-mail: oburgo@yahoo.com

Otmara Navarro Silva¹

E-mail: otmaranavarrosilva@yahoo.es

¹ Universidad Metropolitana. Ecuador.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Juca Maldonado, F. X., García Salto, M. B., Burgo Bemcomo, O. B., & Navarro Silva, O. (2018). La computación afectiva y su influencia en las interfaces actuales del reconocimiento facial. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 1(2), 27-35. Recuperado de <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA>

RESUMEN

El siguiente trabajo es una descripción del estado del arte acerca de las aplicaciones actuales de reconocimiento facial, tanto comerciales como de código abierto, comparando su funcionalidad, efectividad, desarrollo actual y futuro. A lo largo del documento se detallan los por menores de cada una de las aplicaciones tanto móviles como de escritorio, analizando sus características, ventajas y desventajas; el tipo de tecnología que utilizan y el campo al que están aplicadas, permitiendo tener una visión general de las mismas y su influencia en la forma como interactuamos con la tecnología y el efecto en nuestras vidas.

Palabras clave: Reconocimiento facial, redes neuronales, software libre, privacidad, biométrico.

ABSTRACT

The following work is a description of the state of the art about current applications of facial recognition, both commercial and open source, comparing its functionality, effectiveness, current and future development. Throughout the document are detailed the minors for each of the mobile and desktop applications, analyzing their characteristics, advantages and disadvantages; the type of technology they use and the field to which they are applied, allowing us to have an overview of them and their influence on the way we interact with technology and the effect on our lives.

Keywords: Facial recognition, neural networks, free software, privacy, biometrics.

INTRODUCCIÓN

La tecnología avanza día a día, ahora se habla de ambientes inteligentes, computación ubicua, dispositivos inteligentes, lo cual está influenciando y cambiando la forma de vida de las personas (Pentland & Choudhury, 2000).

Una de las tecnologías emergentes que está tomando auge es la computación afectiva, cuyo objetivo es la implementación de dispositivos y sistemas capaces aptos para el reconocimiento, interpretación, procesamiento y/o simulación de las emociones humanas, mejorando así la interacción hombre – máquina. Así mismo, deben ser capaces de: capturar y reconocer los estados emocionales del usuario por medio de mediciones de señales generadas en la cara, voz, cuerpo o algún otro reflejo del proceso emocional que se esté efectuando y debe procesar tal información pudiendo clasificar, gestionar y aprender a través de algoritmos de comparación. Por último, ser capaz de generar las respuestas a las emociones correspondientes por medio de diferentes canales: colores, sonidos, operadores virtuales con expresión, robots gestuales, etc. (Baldasari, 2016).

En el campo de la computación afectiva, la tecnología de reconocimiento facial ha tenido un despunte en los últimos años gracias a los dispositivos móviles, al mejoramiento de los algoritmos matemáticos, poder de computacional y la interconexión, permitiendo reconocer rostros en segundos (Lorenzo, 2016).

El reconocimiento facial actualmente se continua en etapa de investigación, pero ya se pueden encontrar múltiples aplicaciones de esta tecnología del campo de la computación afectiva.

Desde el uso para transacciones online, como el caso de empresas como Alibaba o el banco ICBC, personalizar la publicidad al reconocer al cliente y sus preferencias, encontrar personas o mascotas perdidas como lo hace la web findingover, atrapar criminales o detectar suplantaciones de identidad o hasta bloquear o desbloquear acceso a dispositivos o edificios; la lista de aplicaciones es muy variada y va incrementándose cada vez más (Lorenzo, 2016).

Actualmente el reto es el reconocimiento facial 3D utilizando video en tiempo real, lo cual lo hace más complejo y sensible, debido a la posición, enfoque, luz y extras como maquillaje, lentes, etc., por lo que el uso de nuevas técnicas y tecnologías serán importantes para el avance en esta área (Pereyra, 2014).

DESARROLLO

El reconocimiento facial básicamente se basa en la siguiente metodología: una fase de entrenamiento, de donde se extrae las características significativas, la etapa de almacenamiento y la fase de test (Espinosa, 2000). Los sistemas de reconocimiento facial pueden comparar los

rostros capturados en tiempo real a través de video con estas bases de datos previamente almacenadas.

Según la clasificación de Zhao, Chellappa, Phillips & Rosenfeld (2003), existen tres tipos de metodologías para el reconocimiento facial: los holísticos, los basados en características y los híbridos.

Los holísticos, que utilizan toda la región de la cara y han probado su efectividad en investigaciones utilizando comparativas con grandes bases de datos como Megaface. Los que se basan en características, como la de los ojos, nariz, boca buscando un clasificador de tipo estructural y por último los métodos híbridos, los cuales utilizan un tipo de percepción más similar al del ser humano al combinar el método holístico y los que se basan en características, pero estos últimos no han sido totalmente estudiados.

El uso del reconocimiento facial en la actualidad se ha convertido en una poderosa herramienta aplicada tanto a la seguridad, tal como la de edificios privados o gubernamentales a través de dispositivos biométricos; o también puede ser aplicada el ocio, como el caso de búsqueda de personas y su información de contacto en redes sociales (Gabel, 2017).

También las empresas de marketing se encuentran muy interesadas en aplicar reconocimiento facial en sus potenciales y/o actuales clientes, al tener la capacidad de reconocer frecuencia de visitas de un cliente, que productos más observa, reconocer al cliente (sexo, edad, etc.) y poder brindarle un servicio más personalizado (Gómez, 2015).

Pero el reconocimiento facial no es algo relativamente nuevo, sus primeras investigaciones se remontan a 1960 con la investigación de los primeros sistemas biométricos, que durante mucho tiempo fueron secretos (ESET's We Live Security, 2017). Luego gracias a los avances tanto en software y hardware ha permitido el avance, que aún se encuentra en un etapa de crecimiento y de investigación en muchos campos de aplicación.

Aún existen muchos retos y problemas que resolver, por ejemplo, la resolución de las cámaras utilizadas, su poca tolerancia a la luz, a las expresiones fáciles.

Pero entre los pasos positivos tenemos el cambio de 2D a 3D, ya que ahora se puede reconocer aspectos faciales con más detalle, como la estructura ósea, la curva alrededor de los ojos, la nariz, lo cual ayuda a mejorar la detección más exacta del rostro (ESET's We Live Security, 2017).

El reconocimiento facial no es nuevo ni exclusivo, empresas importantes como Google con su Piccasa o en su buscador de imágenes y Facebook en su red social, ya lo han implementado ampliamente (González, 2011) y ahora la empresa Rusa N-Tech.Lab ha promocionado una App con una fiabilidad del 70% para encontrar, por el momento, usuarios en la red social VKontakte, que equivale

al Facebook en Rusia, pero pronto estará disponible para usuarios de Instagram, Badoo o Tinder (Gematogen, 2016).

Otro ejemplo a mencionar del interés de la diversidad de sectores por el reconocimiento facial, es el de 30 iglesias alrededor de varios países del mundo, han estado utilizando un software de reconocimiento facial llamado Churchix, para monitorear la asistencia de sus feligreses a misa (Russon, 2015).

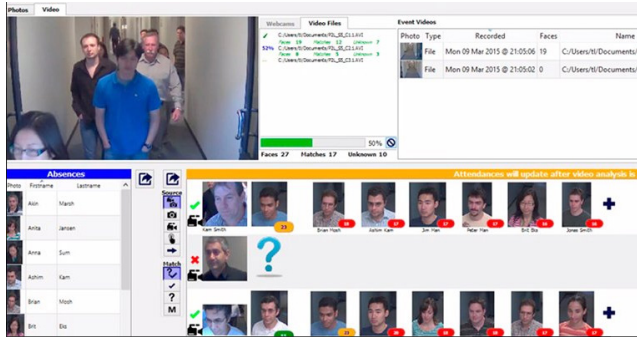


Figura 1. Reconocimiento facial con el software.

Fuente: Russon (2015).

En el sector privado es el de ICBC Bank, quien ha implementado el reconocimiento facial en su aplicación móvil para el inicio de sesión y poder realizar sus transacciones a través de su celular sin necesidad de ingresar ningún usuario ni contraseña.

El mercado actual del reconocimiento facial oscila entre los US\$3000 millones y se estima que para el 2021 aumente a los US\$6000 mil millones, uno de los motivos principales de su crecimiento es la vigilancia, siendo sus principales consumidores los distintos gobiernos o instituciones como el FBI (Gabel, 2017).

Todo esto se puede dar al interés de muchas compañías que se encuentran investigando, como se menciona ya Google y Facebook (Michelone, 2015), pero también empresas como Microsoft, Baidu, Yahoo están haciendo lo suyo y muchos de sus algoritmos se encuentran en varios de los dispositivos que actualmente usamos como el caso de Skype. Skype y Netflix también están interesados en el tema y PayPal lo quiere usar para evitar fraudes.

Tabla 1. Aplicaciones típicas de reconocimiento facial.

Área	Aplicaciones específicas
Entretenimiento	Videos juegos, realidad virtual, programas de entrenamiento,
Tarjetas inteligentes	Licencias de conducir, programas de ayuda social pasaporte, documento de identidad nacional, registración de voto, fraudes en asistencia social

Seguridad de la información	Supervisión adulta de TV, ingreso a sesión en dispositivo portátil y/o PC seguridad en aplicaciones, seguridad en base de datos, encriptación de archivos, seguridad intranet, acceso a internet, registros médicos, seguridad en terminales comerciales
Aplicación de la ley de vigilancia	Control CCVT, vigilancia avanzada por video, robo en tiendas, seguimiento e investigación de sospechoso

Fuente: Zhao, et al., (2003).

El reconocimiento facial presenta sus riesgos (Becerra Pozas, 2017), ya que este no necesita el permiso explícito de la persona para la captura de su rostro, cualquier cámara ubicada por ejemplo en aeropuertos, estación, etc. es decir cualquier punto de concurrencia puede capturar una imagen en segundos, almacenarla en una base de datos para luego ser catalogada, incluso con información adicional, como el caso de un cajero automático, en donde el usuario puede ser fotografiado y relacionado con los datos de la cuenta bancaria a la que accede.

También este tipo de polémica ya surgió con plataformas como Facebook, que con su algoritmo de reconocimiento facial puede reconocer a los contactos que están en la foto publicada (López, 2017), opción que en la Comunidad Europea pidió su desactivación por considerarla invasiva.

Y la última polémica en torno al tema es la que ha presentado el Iphone X, el cual va a tomar como referencia de seguridad al reconocimiento facial, dejando a un lado a la identificación táctil (Pastor, 2017).

A continuación, se presenta una comparativa de cinco plataformas móviles y web de reconocimiento facial, presentando sus características más importantes, la tecnología que aplican, así como las ventajas y desventajas que proporcionan estas herramientas.

IoBit Applok – Face Lock

Es una app para Android desarrollada por la empresa IObit, una de las compañías de prestigio en el ámbito de seguridad informática (Rosso, 2016).

El propósito de la aplicación es bloquear todo el Smartphone o ciertas aplicaciones definidas por el usuario a través del reconocimiento facial.

El uso de la aplicación es muy fácil, tan solo se selecciona si desea bloquear el acceso al dispositivo o aplicaciones puntuales. Permite asegurar la configuración del dispositivo evitando su acceso, no permite su desinstalación de la misma y otras opciones, por lo que la captura y reconocimiento facial funciona solo con un rostro, por lo que este debe estar cerca y fijo a la cámara para que no haya errores.

También en su versión de pago cuenta con opciones extras como la captura de la imagen de la persona que está

tratando de usar el dispositivo sin autorización, llegando un aviso junto con una imagen al email del propietario. Para seguridad del usuario se conecta el correo electrónico y un patrón para cuestiones de configuración o recuperación de la aplicación.

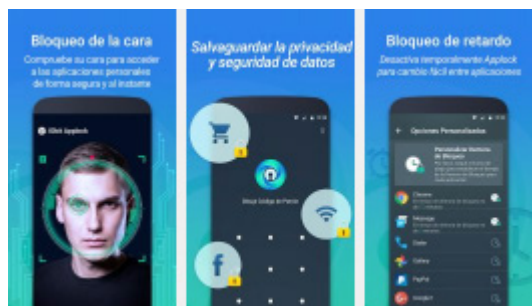


Figura 2. loBit AppLock sus pantallas de bloqueo.

La aplicación es capaz de “camuflarse” entre las aplicaciones instaladas en el dispositivo, al permitir cambiar el ícono y/o el nombre de la misma y pasar desapercibida para cualquier intruso. Adicionalmente, cuenta con una pantalla de bloqueo falsa, para hacer más difícil el romper su seguridad.

Podríamos resumir entre sus principales características de las muchas con las que cuenta:

- Compatible con Android 4.4 o superior.
- Funciona tanto en smartphones como en tablets.
- Bloquea la galería de imágenes y vídeos.
- Los programas de mensajerías.
- Bloqueo de aplicaciones comerciales y sus juegos.
- Bloqueo de aplicaciones relacionadas con el trabajo y con pagos.

Entre las ventajas a mencionar:

- Su versión gratis funciona muy bien, pudiendo utilizar las funciones de reconocimiento y bloqueo tanto del sistema como de aplicaciones.
- Reconoce varios rostros, pero uno a la vez.
- Se encuentra disponible en español.
- Funciona de manera eficiente sin influenciar de manera notoria el rendimiento del equipo.

Entre las desventajas:

- Para acceder a todas sus funciones se necesita hacer un pago.
- La efectividad del reconocimiento facial dependerá de la cámara del dispositivo que se use.
- Su versión gratis muestra publicidad.

Find Face

Otra muy buena aplicación que existe en el mercado, ruso por el momento, es Find face (<https://findface.ru>), la cual está disponible desde el 2015 y se jacta de tener un

93% de efectividad encontrando la foto que capture con su aplicación dentro de la red social RV.com, equivalente a la red social Facebook, pero en su versión rusa, la comparación es en tiempo real y puede ser con una imagen o en su versión pro con vídeo (Biryukov, 2016).

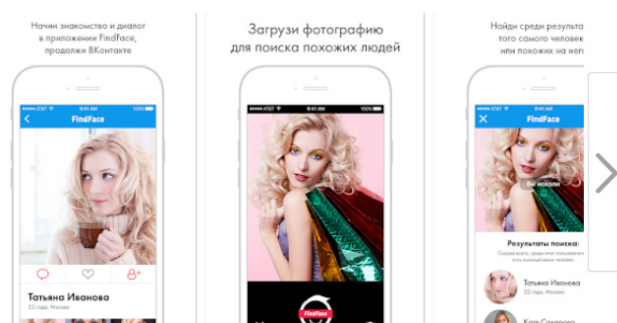


Figura 3. App Find Face. Captura de Google Play.

El servicio tiene una aplicación móvil tanto para Android como par iOS y también hay una versión web. La versión web es más amigable en su interfaz al poder ir directamente a la cuenta en vk.com de la persona a la que se haya capturado la imagen, pudiendo realizar la búsqueda gracias a su algoritmo de redes neuronales y Big Data (Mezzofiore, 2017).

Según pruebas realizadas por personal de la afamada compañía de software antivirus Kaspersky Lab. la plataforma les dio un valor de efectividad de 9 de las 10 pruebas realizadas, lo cual es un valor muy alto (Biryukov, 2016).

Por el momento, para usar esta tecnología en otras sociales como la de Facebook, tomara más tiempo, puesto que la forma como se almacenan la información es diferente y existen regulaciones en USA que aún no tienen claro el acceso de estas aplicaciones a los datos. (Bolton, 2016)

Adicionalmente al simple reconocimiento facial, findface es capaz de detectar emociones primarias y secundarias, así como edad y género.

Ventajas:

- Se encuentra disponible para Android, iOS y web.
- La plataforma no almacena las fotos que compara en una base de datos propietaria.
- Deja probar su efectividad con la prueba de 30 búsquedas antes de pagar por el servicio.
- Utiliza una base de datos ya disponible en la red vk.com de más de 300 millones de imágenes.

Desventajas:

- Solo funciona en la red social vk.com, aunque está previsto en otras redes.
- Tiene una versión de pago, la versión gratis solo deja hacer 30 búsquedas.
- Funciona solo con aquellos perfiles que sean públicos.

Open Face

Otro proyecto, esta vez de código abierto es Open Face, el cual se basa en el proyecto de Google FaceNet (Morales-Luna, 2002; Llorca, 2015) esta aplicación es capaz de reconocer rostros, pero para ello necesita una muestra de por lo menos 10 imágenes del sujeto en cuestión almacenada en su base de datos. Para iniciar, hay que entrenar al software con información de cada persona que se desea poder reconocer y otros parámetros necesarios para su correcto funcionamiento.

El programa viene precargado con una base de 6000 mil imágenes de personalidades reconocidas como Emily Deschanel, Amy Adams, América Ferrera, Bradley Cooper, Eva Longoria y Ben Stiller entre otros, los cuales tarda pocos segundos en reconocer con un acierto del 87%.

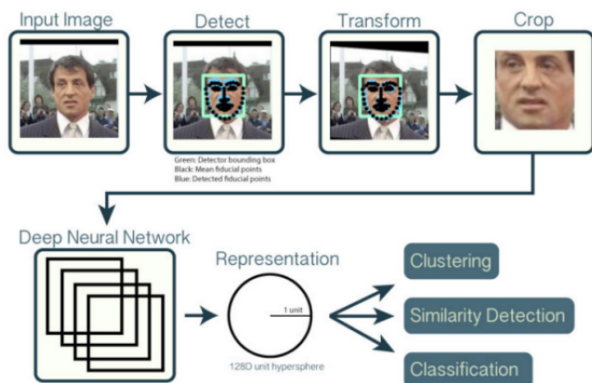


Figura 4. Proceso de reconocimiento de OpenFace.

Entre las características que podemos mencionar es que puede utilizar una librería de imágenes también de código abierto como Open CV (Open Computer Vision), es una aplicación que está escrita en Python y Torch, que son lenguajes con popularidad entre los programadores y está basado en redes neuronales (Michelson, 2016).

Esta red neuronal, que es la base del sistema, está entrenada con datos de FaceScrub y CASIA-webface, pero quiere usar una base más grande como la de MegaFace, que es una base de más de un millón de imágenes, que representan a 690.000 personas, creado por la Universidad de Washington y también es de código abierto, con el fin de mejorar el reconocimiento facial (Pérez, 2016).

Ventajas

- Entre las claras ventajas es la de ser una plataforma de código abierto, lo que permitirá mejoras con esfuerzo de la comunidad interesada en el tema
- Acceso a base de imágenes también de código abierto.
- Uso de redes neuronales.

Desventajas

- No contar con el respaldo de la empresa privada que financie las investigaciones
- Al ser de acceso público, se puede dar paso a usos indebidos.

Face2Gene

Esta es una aplicación móvil tanto para Android como para iOS, la cual está enfocada al área de salud para la detección de fenotipos o desordenes genéticos a través del reconocimiento facial basada en una tecnología llamada *Facial Dysmorphology Novel Analysis* (Murfin, 2016).

Por ser una aplicación direccionada a los profesionales de la salud, el registro en la misma puede tomar una hora, hasta verificar la información del nuevo usuario.

La comparación de la información es en una base de datos genética de tipo crowdsourcing, donde muchos genetistas y especialistas colaboran con imágenes e información de síndromes para usarla en las comparaciones (Rochman, 2016).

En su web se puede encontrar información general de la tecnología que usa, como de publicaciones científicas y comentarios de profesionales de la salud que opinan sobre la efectividad y ayuda de la aplicación al momento de diagnosticar varios trastornos.

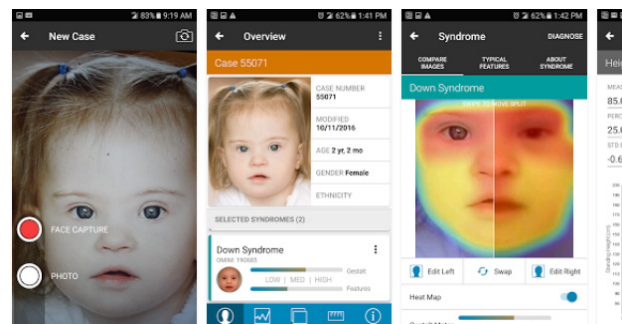


Figura 5. Aplicación Face2Gene para detección de fenotipos.

Entre las características más relevantes se puede mencionar el que permite el acceso a foros de revisión y comentarios de otros usuarios de la aplicación, los cuales son profesionales de la salud.

Su funcionamiento está basado en algoritmos de *Deep Learning* e inteligencia artificial para la comparación de los patrones de las fotografías.

Acceso a la base de datos de la Biblioteca médica de Londres, búsqueda de síndromes, fotos para comparativas, características de síndromes y cumple con reglas de privacidad establecidas por la Comunidad Europea.

Entre las ventajas de la aplicación se puede mencionar:

- Es una aplicación móvil sin costo, lo que facilita su uso.
- Está en las dos plataformas más utilizadas como es el caso de Android e iOS.
- Usa un API de código abierto.

- Aunque es de una empresa privada, está respaldada por varias instituciones sin fines de lucro como Hospitales y Universidades.
- Existen publicaciones científicas acerca de las investigaciones que realizan para la mejora de la aplicación y más.
- La base de datos para la comparación se basa en un crowdsourcing de la comunidad médica.
- Interfaz simple y fácil de usar sin necesidad de muchas instrucciones.

Entre las desventajas

- No existe una descripción exacta de la tecnología utilizada
- Sirve para casos muy específicos de síndromes.

Emotuit

Es una compañía de análisis de datos situada en Francia, que desde el 2014 brinda una solución llamada Emotuit, la cual utiliza software de reconocimiento facial para mejorar la educación online, utilizando la cámara de la computadora o del dispositivo móvil puede detectar el rostro de la persona que está tomando un curso online y analizar su comportamiento al momento de tomar una clase online (Fundación Televisa, 2017).



Figura 6. Parte del Dashboard de Emotuit.

Esto es posible gracias al algoritmo con el que cuenta Emotuit para medir el nivel de atención a través de sus movimientos y reacciones ofreciendo indicadores personalizados acerca del grado de compromiso que tiene cada estudiante con la clase que está tomando.

La herramienta permite identificar distintos tipos de comportamientos como por ejemplo si el estudiante se aleja de la computadora o aparta la mirada de la pantalla.

La aplicación se integra a la plataforma LMS (**Learning Management System**) de la Institución y es capaz de entregar información personalizada de cada estudiante a través del análisis de los datos obtenidos en su interfaz.

La tecnología detrás de esta herramienta, según su fundador Ross Jones, es aplicación de **machine learning, Big**

Data & Analytic y modelos predictivos de datos para ayudar a entender que está pasando con cada estudiante.

“Basado en el análisis, los maestros pueden modificar los contenidos, con el fin de captar la atención de los alumnos. El objetivo es mimetizar a un profesor en clase, analizando las expresiones faciales de los alumnos y responder personalmente a sus necesidades de aprendizaje”, expresa Ross Jones, citado por Jiménez Bulle (2017).

Entre las ventajas de la plataforma tenemos (Emotuit, 2017):

- Su integración como agregado a la mayoría de los LMS más utilizados.
- Proporciona información que de otra manera un docente no tendría acceso.
- Su proceso de investigación continúa con la colaboración de varias universidades.

Entre las desventajas podemos nombrar:

- El estudiante puede sentirse vigilado en todo momento.
- Necesita que el estudiante tenga una cámara para poder acceder al curso.
- La necesidad de una buena conexión de internet, ya que se transmite vídeo en tiempo real.

Luego de haber hecho una revisión de varias de aplicaciones y plataformas de reconocimiento facial, las cuales están orientadas a diferentes campos educación, medicina, seguridad u ocio, vamos hacer un breve análisis y comparativa de las principales características encontradas en cada una de ellas.

Tabla 2. Cuadro comparativo de las Herramientas analizadas.

Herramienta	Plataforma	Categoría	Internet	Tecnología	Precio
loBit Applok	Android/iOS	Seguridad	No	Reconocimiento facial	Gratis/Pago
Find-Face	Android/iOS & Web	Ocio	Si	Redes neuronales, Big Data	Gratis/Pago
Open-Face	Web	Investigación	Si	Machine Learning	Gratis
Face-2Gene	Android/iOS	Salud	Si	Deep Learning, crowdsourcing, Facial Dysmorphology Novel Analysis.	Gratis

Emotuit	Web	Educa- ción	Si	Machine Learning, Big Data, Modelos predictivos	Pago
---------	-----	----------------	----	---	------

La mayoría de las aplicaciones están pensadas para ser utilizadas en dispositivos móviles y son de acceso gratuito, pero necesitan de internet para poder acceder a las grandes bases de datos de imágenes para realizar las comparaciones.

Así mismo, la mayoría de ellas utilizan tecnología emergente de inteligencia artificial, como las redes neuronales, machine learning entre otras, tecnología que aún continúa en desarrollo y a medida que avance permitirá una mayor fiabilidad y velocidad de respuesta en el reconocimiento facial.

El campo de acción es variado, seguridad, ocio, salud, educación e investigación por su puesto, permitiendo encontrar siempre una aplicación que se adapte a las necesidades de cada usuario y situación.

CONCLUSIONES

Luego de realizada la revisión bibliográfica y en análisis de cinco que utilizan el reconocimiento facial, orientadas a distintos campos se puede concluir que esta tecnología está muy ligada a la inteligencia artificial y a la Big data para poder realizar la comparativa de la información en tiempo real.

Hemos visto que el campo de aplicación es muy variado y aún falta mucho por investigar, a medida que el poder de procesamiento e interconexión aumente el software mejorará su precisión y su tiempo de respuesta.

Cada vez es mayor y variada las empresas que se interesan por el tema y su desarrollo ya que el campo de acción, como se ha podido comprobar, es muy variado.

Queda esperar si futuras investigaciones en el campo del reconocimiento facial permitirán estar más conectados, más seguros y con equipos que puedan determinar nuestro estado de ánimo o disposición, o corremos mayor riesgo al ir perdiendo poco a poco más nuestra privacidad e individualidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Baldasari, S. (2016). Computación Afectiva : tecnología y emociones para mejorar la experiencia de usuario. *Revista Institucional de La Facultad de Informática. Universidad Nacional de La Plata*, 2(3), 14–15. Recuperado de <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/53441>

Becerra Pozas, J. L. (2017). El reconocimiento facial, ¿pone en peligro la privacidad personal? Recuperado de <http://cio.com.mx/reconocimiento-facial-pone-en-peligro-la-privacidad-personal/>

Biryukov, V. (2016). Reconocimiento facial: No puedes reemplazar tu cara. Recuperado de <https://latam.kaspersky.com/blog/findface-experiment/7044/>

Bolton, D. (2016). Findface app which uses facial recognition to identify strangers on social media takes Russia by storm. Recuperado de <http://www.independent.co.uk/life-style/gadgets-and-tech/news/findface-vk-app-social-media-facial-recognition-android-ios-a7035556.html>

Emotuit. (2017). Engagement Analytics for your Learning Management System. Recuperado de <https://www.emotuit.com/engagement-analytics>

Espinosa, V. (2000). Evaluación de sistemas de reconocimiento biométrico. Recuperado de http://www.jcee.upc.es/JCEE2001/PDFs_2000/13ESPINOSA.pdf

ESET's We Live Security. (2017). ¿Cómo funciona la tecnología de reconocimiento facial? Recuperado de <https://www.welivesecurity.com/la-es/2015/08/27/tecnologia-de-reconocimiento-facial/>

Fundación Televisa, N. (2017). Emotuit. México. Recuperado de <http://noticieros.televisa.com/videos/emotuit-herramienta-reconocimiento-facial-educacion/>

Gabel, J. (2017). Cómo funciona el reconocimiento facial. Recuperado de <http://www.cromo.com.uy/como-funciona-el-reconocimiento-facial-n1061064>

Gematogen, T. (2016). Startups de Moscú lanzó un servicio de búsqueda para personas de VKontakte por foto. Recuperado de <https://tjournal.ru/23458-moskovskie-startapery-zapustili-servis-poiska-lyudey-iz-vkontakte-po-fotografii>

Gómez, M. F. (2015). Tecnologías de reconocimiento facial, nuevas oportunidades para las empresas. Recuperado de <http://reportedigital.com/transformacion-digital/tecnologias-reconocimiento-facial-nuevas-oportunidades-empresas/>

González, M. (2011). Conocimiento facial de Facebook: qué es, cómo funciona y cómo puede desactivarse. Recuperado de <https://www.genbeta.com/redes-sociales-y-comunidades/reconocimiento-facial-de-facebook-que-es-como-funciona-y-como-puede-desactivarse>

Jiménez Bulle, J. (2017). Emotuit, la plataforma que enseña según tus emociones. Recuperado de <http://tecreview.itesm.mx/emotuit-la-plataforma-ensena-segun-tus-emociones/>

Llorca, Á. (2015). OpenFace, un nuevo software de reconocimiento facial, de código abierto. Recuperado de <https://www.genbeta.com/actualidad/openface-un-nuevo-software-de-reconocimiento-facial-de-codigo-abierto>

- López, J. (2017). ¿Es legal el reconocimiento facial? Recuperado de http://tecnologia.elderecho.com/tecnologia/privacidad/reconocimiento-facial-proteccion-datos-privacidad_11_1105930003.html
- Lorenzo, I. (2016). 9 usos sorprendentes de la tecnología de reconocimiento facial. Recuperado de <https://www.mediatrends.es/a/91412/software-reconocimiento-facial/>
- Mezzofiore, G. (2017). This creepy technology can read your emotions as you walk down the street. Recuperado de http://mashable.com/2017/07/28/russia-facial-recognition-emotion-ntechlab-findface/?utm_cid=hp-r-3#bcwHmRHJykqE
- Michelone, M. (2015). Google: nuestro sistema de reconocimiento de rostros es el mejor. Recuperado de <https://www.unocero.com/noticias/ciencia/google-nuestro-sistema-de-reconocimiento-de-rostros-es-el-mejor/>
- Michelone, M. (2016). OpenFace: Nuevas ideas para reconocer rostros. Recuperado de <https://www.unocero.com/noticias/ciencia/openface-nuevas-ideas-para-reconocer-rostros/>
- Morales-Luna, G. (2002). Introducción a la lógica difusa. México: Centro de Investigación y Estudios Avanzados.
- Murfin, M. (2016). Face2Gene app analyzes pictures of patients' faces to help diagnose genetic disorders. Recuperado de <https://www.imedicalapps.com/2016/11/face2gene-app-review-photo-phenotyping-comes-mobile-devices/>
- Pastor, J. (2017). El iPhone 8 ante el debate biométrico ¿es mirar a la pantalla mejor que tocarla? Recuperado de <https://www.xataka.com/moviles/el-iphone-8-ante-el-debate-biometrico-es-mirar-a-la-pantalla-mejor-que-tocarla>
- Pentland, A., & Choudhury, T. (2000). Face recognition for smart environments. *Computer*, 33(2), 50–55. Recuperado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/820039>
- Pereyra, P. A. (2014). Reconocimiento Facial Mediante Imágenes Estereoscópicas Para Control de Ingreso, 81. Recuperado de <http://materias.fi.uba.ar/7500/PamelaPereira.pdf>
- Pérez, P. (2016). MegaFace: Primera competición mundial de algoritmos que reconocen caras. Recuperado de http://www.tendencias21.net/MegaFace-Primera-competicion-mundial-de-algoritmos-que-reconocen-caras_a42882.html
- Rochman, B. (2016). Diagnosing Disease with a Snapshot. Recuperado de <https://www.technologyreview.com/s/603038/diagnosing-disease-with-a-snapshot/>
- Rosso, R. (2016). La herramienta de IObit que protegerá tu terminal. Recuperado de <http://iobit-applock.upto-down.com/android>
- Russon, M. A. (2015). 30 churches around the world using facial recognition to track congregants that skip services. Recuperado de <http://www.ibtimes.co.uk/30-churches-around-world-using-facial-recognition-track-congregants-that-skip-services-1508150>
- Zhao, W., Chellappa, R., Phillips, P. J., & Rosenfeld, A. (2003). Face recognition: A literature survey. *Acm Computing Surveys*, 35(4), 399–458. Recuperado de http://mplab.ucsd.edu/~marni/lmert/Zhao_2003.pdf