

## **Autenticación Facial Inteligente**

Snaider Javier, Proaño Valencia Andrés Proaño,  
López De Luise Daniela, Georgina Stegmayer

IT-Lab, Universidad de Palermo, Buenos Aires, Argentina,  
TE (54 11) 5199 4520 FAX (54 11) 4963 1560  
aigroup@palermo.edu

### **Abstract**

Este documento presenta la línea de investigación AURA, dedicada al desarrollo de un framework de codelets combinándolos con redes neuronales para aplicarlo a la autenticación de rostros. Se propone un modelo donde la red neuronal representa el rostro a validar mediante eigenfaces. El resultado es procesado con un framework que permite darle “fluidez” a la validación detectando variaciones sobre la imagen a validar. Este utiliza codelets y una red de conceptos que, en forma descentralizada, permiten darle “significado” a las imágenes que se le presentan. El framework está planteado en forma genérica para aplicarlo a otros dominios en el futuro.

### **Keywords**

Codelets, neural networks, eigenfaces, autenticación facial, biometría.

### **Introducción**

En el campo de la seguridad, los usuarios deben recordar información (claves) y poseer tarjetas de acceso. Las claves pueden ser olvidadas, las tarjetas perdidas o robadas. Ambos elementos requieren un esfuerzo consciente del participante para que funcionen. La biometría en cambio, usa características específicas e intransferibles de los usuarios, difíciles de duplicar o alterar y con menor esfuerzo de uso. [1]

Existen varios tipos de biometría: huellas digitales, geometría de la mano, retina, rostro, firma, voz, etc. De todo el grupo, el rostro es el menos invasivo pues puede procesarse incluso sin que éste tenga conocimiento de ello. [2]

La investigación para autenticar por medio del rostro cuenta con más de veinte años de trabajo, diferentes tipos de algoritmos y técnicas como Most Expressive Features (MEF), Most Discriminating Features (MDF's) y Dynamic Link Architecture (DLA). [3]

En general, la detección de rostro puede ser tratado como un problema de reconocimiento de patrones, lo cual puede resolverse típicamente con una red neuronal (RN)[4][5][6] de tipo perceptrón [7]. En la actualidad, enfoques basados en Inteligencia Computacional[8], tales como RNAs perceptrón multicapa (MLP) [9][10] muestran ser adecuados para los problemas de reconocimiento facial (RF). En [11], estudiando diferentes imágenes faciales del mismo sujeto, variando la orientación y características de forma, han logrado demostrar que la autenticación de usuario puede realizarse con tasas de falsa aceptación y rechazo cercanas al 0%. En [12] se muestra que, con un modelo RN MLP entrenado con 5 tomas distintas pertenecientes a 40 individuos, simultáneamente; al ser probado con otro grupo de 5 fotos de los mismos 40 individuos, pueden lograrse excelentes resultados, entregando una precisión cercana al 100% en la identificación cuando las imágenes son similares.

La etapa del proyecto correspondiente a la incorporación de imágenes y procesamiento preliminar se lleva a cabo con una Red Neuronal que genera un vector que describe el rostro en análisis en función de una serie de imágenes denominadas *eigenfaces*.

Pero este proyecto se caracteriza por combinar el problema de autenticación de rostro no sólo con el uso de Redes Neuronales, sino también de codelets para el procesamiento y la autenticación respectivamente. La ventaja de este nuevo enfoque es la versatilidad frente a las variaciones tales como: iluminación, gestos, posición, etc.

La incorporación del modelo de codelets permite adicionalmente reconocer variaciones sobre las condiciones originales de captura del rostro. El modelo de codelets nace en el proyecto Copycat de Douglas Hofstadter y Melanie Mitchell [13][14] (donde se propone un esquema descentralizado de percepción basado en una red de conceptos llamada slipnet, una memoria de trabajo Workspace y pequeños fragmentos de código, especializados en una función pero no dirigidos llamados codelets. La interacción de estos elementos produce un comportamiento emergente de percepción logrando una fluidez no lograda por otros enfoques.

Posteriormente el Stan Franklin y Baars desarrollaron un modelo más complejo basado en este esquema y la *global workspace theory*. [15][15][16]

Existen varios trabajos que utilizan esta estrategia, entre ellos podemos nombrar los de Hofstadter y Mitchell, que modelaron varios sistemas de analogy making y pattern recognition.

Continuando el mismo proyecto James B. Marshall implementa Metacat como una versión mejorada de Copycat. [17]

En esta línea Harry Foundaris realiza una investigación para resolución de problemas visuales con reconocimiento de características y analogías. En proyectos de mayor envergadura, el grupo liderado por Stan Franklin en la Universidad de Memphis, desarrolló varios proyectos utilizando estas tecnologías. En especial el proyecto IDA de asignación de personal para la marina de los Estados Unidos, que interactúa directamente con el personal y negocia con ellos los destinos de acuerdo a sus preferencias y las políticas de la Marina.

Si bien el enfoque de codelets se utilizó en diversas áreas al momento no existirían antecedentes de su aplicación para validación de rostros.

## **Estructura de AURA**

El sistema de reconocimiento facial consta básicamente de tres bloques [18]: Preproceso, Extracción de características y Clasificación. En el primer paso se realiza, sobre la imagen de entrada, el pre-procesamiento necesario para resaltar los detalles de interés (por ejemplo reducción de ruido introducido por el dispositivo de captura). En la segunda etapa se extraen las características a utilizar en el reconocimiento; actualmente se aplica el método de las *eigenfaces* [19] (ampliamente difundido en el área de RF, obteniendo un vector patrón para cada imagen) lo cual permite reducir la cantidad de información necesaria para el almacenamiento del rostro, y como trabajo futuro se propone el agregado de un modelo RN que reciba las imágenes procesadas y reduzca aún más (al mínimo posible) la información característica que debe almacenarse por cada imagen, para que luego su búsqueda en la BD de rostros autorizados sea más rápida y eficiente. Por último se efectúa la clasificación, comparando el nuevo patrón con los patrones de usuarios registrados almacenados en una BD. La arquitectura propuesta para el sistema AURA se muestra en la figura 1.

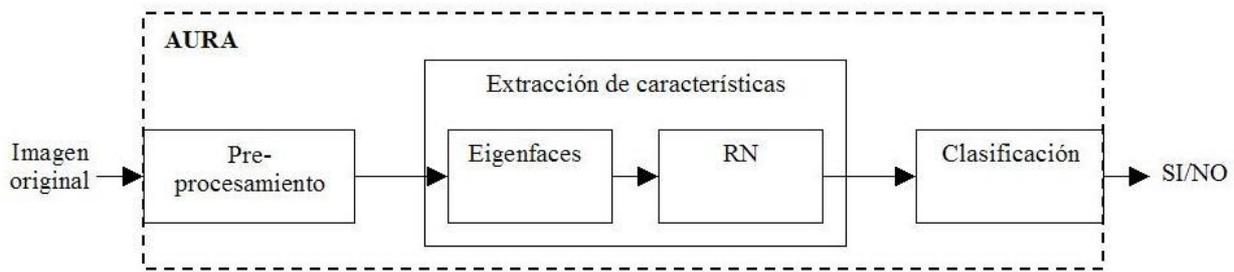


Figura 1. Estructura de AURA

## Framework

El modelo del framework se basa en el proyecto Copycat0. Busca agregar un grado de flexibilidad a la percepción de situaciones y problemas. Esta flexibilidad es lo que permite manejar situaciones nuevas, encontrar nuevas soluciones a problemas o percibir objetos de forma alejada a su percepción original, como piedras como martillos o perchas como antenas de TV.

Está formado por una red de conceptos llamada Slipnet en ella se concentra el conocimiento del sistema y la memoria de largo plazo. Una memoria de trabajo donde se plantea el problema a trabajar (workspace). Un coderack que es un despachador de codelets. Un esquema básico de cómo se organizan estos componentes puede verse en la Figura 2.

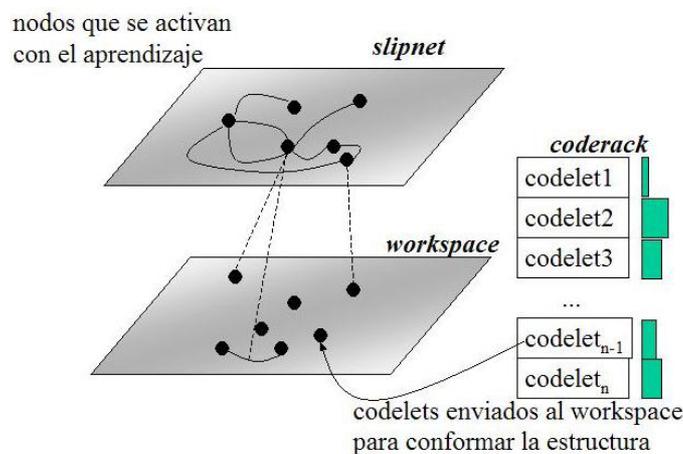


Figura 2. Organización del framework de codelets

### Slipnet

Es similar a una red de conceptos donde cada nodo es un concepto.

La particularidad es que las distancias relativas entre los conceptos puede variar dinámicamente y se forma un halo de deslizamiento.

### Workspace

Es el espacio de trabajo, donde se forman estructuras entre los conceptos. Estas estructuras se van modificando mediante la acción de los codelets, agrupándose y separándose dinámicamente buscando la mejor solución a problema planteado.

Se representan allí el estado de situación del sistema analizado.

## Codelets

Son pequeñas rutinas altamente especializadas que evalúan las estructuras de conceptos que se generan en el Workspace y el estado del SplitNet, generando grupos y estructuras y despachando nuevos codelets.

Su ejecución no es determinística, sino que existe una probabilidad dinámica de ejecución de cada uno, esto permite que se puedan ejecutar codelets aún con pocas posibilidades de éxito. Este esquema es similar al *Simulated Annealing* en redes neuronales.

Podemos compararlos como hormigas en un hormiguero. Cada hormiga no es fundamental para el funcionamiento del hormiguero, pero en conjunto producen un funcionamiento notable.

## Coderack

Es el controlador de los codelets. Es similar a un “perchero” de sacos o camperas en un salón. Los codelets entran y salen en forma más o menos aleatoria y quedan encolados ahí hasta que se dispara su ejecución.

## Estado actual y trabajo futuro

La implementación se realiza en forma paralela en dos universidades. La Universidad Tecnológica Nacional Regional Santa Fe (UTN-FRSF), se encarga de implementar la captura, el preprocesamiento y la descomposición en eigenfaces. El AIGroup de la Universidad de Palermo (UP) implementa el framework genérico de codelets y su adaptación para la validación de rostros.

En la actualidad el equipo UTN-FRSF, se halla depurando el algoritmo para reducir la cantidad de eigenfaces necesarias. El equipo UP esta en la fase inicial de las pruebas de software para el procesamiento de los lotes generados por UTN-FRSF.

A futuro se integrará todo el sistema para pruebas de campo, y se medirá la sensibilidad del mismo frente a variaciones de las condiciones.

## Bibliografía:

- [1] Liu, S., Silverman, M., "A practical guide to biometric security technology," *IT Professional*, vol.3, no.1, pp.27-32, Jan/Feb 2001
- [2] Wikipedia [http://en.wikipedia.org/wiki/Facial\\_recognition\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Facial_recognition_system)
- [3] Dugelay J.L., Junqua J.-C., Kotropoulos C., Kuhn R.; Perronnin F.; Pitas I., "Recent advances in biometric person authentication," *Acoustics, Speech, and Signal Processing, 2002. Proceedings. (ICASSP '02). IEEE International Conference on*, vol.4, no., pp. IV-4060-IV-4063 vol.4, 2002
- [4] Haykin S. "Neural Networks", MacMillan (1994).
- [5] Meireles M.R.G., Almeida P.E.M., Simoes .M.G., "A Comprehensive Review for Industrial Applicability of Artificial Neural Networks", *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 50, nro. 3, (2003)
- [6] Pinkus A. "Approximation Theory of the MLP Model in Neural Networks", *Acta Numerica*, 143-195 (1999).
- [7] Valentin D., Abdi H., O'Toole A. J., Cottrell W." Connectionist models of face processing: a survey". *Pattern Recognition*, Vol. 27 No. 9, pp.1209-1230, 1994.
- [8] Abdel-Mottaleb M., Mahoor M.H., "Algorithms for assessing the quality of facial images", *IEEE Computational Intelligence Magazine*, May 2007, vol. 2, no.2, pp. 10-17.

- [9] Cabello, E.; Sánchez, A.; Pastor, L, "Some experiments on face recognition with neural networks", Springer NATO ASI Series, Computer and Systems Sciences, vol. 163, pp. 589-598, 1998.
- [10] Xiao C, "Biometrics-Technology, application, challenge, and Computational Intelligence solutions", IEEE Computational Intelligence Magazine, May 2007, vol. 2, no. 2, pp. 5
- [11] Nakamura K., Takano H., "Rotation and size independent face recognition by the spreading associative neuronal network", in Proc.Int. Joint Conf. on Neural Networks, Canada, July 2007, pp. 8213-8219.
- [12] Salinas R., xLarraguibel L., "Red neuronal de arquitectura paramétrica en reconocimiento de rostros", revista Ciencia Abierta, Universidad de Chile, vol. 17, 2005.
- [13] Hofstadter D. R. "Fluid Concepts and Creative Analogies: Computer Models of the Fundamental Mechanisms of Thought" . (1995) . Nueva York. USA. Basic Books.
- [14] Mitchell M. "Analogy-making as Perception". (1993) . Cambridge Massachuset. MIT Press. Hofstadter D. R., Mitchell, M. "The Copycat Project: A model of mental fluidity and analogy-making". (1994) . Memo 755. Artificial Intelligence Lab. MIT.
- [15] Franklin S. , Kelemen A., McCauley L. " IDA: A Cognitive Agent Architecture". (1998). IEEE Conf on Systems, Man and Cybernetics. : IEEE Press Bogner M., Maletic J., Franklin S., "ConAg: A Reusable Framework for Developing Conscious Software Agents".
- [16] Bogner M. B. "Realizing 'Consciousness' In Software Agents". (1999) . Disertación doctoral, University of Memphis.
- [17] Marshall J. B. "From Copycat to Metacat: Developing a Self-Watching Framework for Analogy-Making". (1997) . T. Veale (ed.), Proceedings of Mind II: Computational Models of Creative Cognition, Dublin City University, Irlanda.
- [18] Müller O., "Verificación Biométrica Automática de Identidad Mediante Reconocimiento Facial", Tesis de grado, Ingeniería Informática, FICH-UNL, 2007.
- [19] Turk M., Pentland A., "Eigenfaces for recognition", Journal of Cognitive Neuroscience, 3(1):71-86, 1991.