

# Modelos cognitivos, inteligencia artificial y el internet de las cosas

## Cognitive models, artificial intelligence and internet of things Emir Alexander Galvis<sup>2</sup>, Lola Xiomara Bautista<sup>3</sup>, Javier de la Hoz<sup>4</sup>

Artículo recibido en octubre de 2014; artículo aceptado en noviembre de 2014

Citación del artículo: Galvis, E., Bautista, L. & De la Hoz, J. (2014). Modelos cognitivos, inteligencia artificial y el internet de las cosas. *I+D Revista de Investigaciones*, 4(2), 15-22.

### Resumen

Los artefactos electrónicos conectados a internet, ya sean domésticos o industriales, en ocasiones requieren de la interacción con los humanos. Desde este planteamiento, el proceso de determinar la identidad de las personas que acceden a sus recursos, a través del reconocimiento de los rostros, voces, huellas dactilares, e incluso los gestos de los usuarios, se hace indispensable para mejorar la experiencia de uso de los mismos.

En este artículo se describe el uso del modelo cognitivo general implementado en parte por

BoW (bag of words) y SVMs (máquinas de soporte vectorial), métodos usados en inteligencia artificial para soportar la funcionalidad de aprendizaje automático de rostros.

**Palabras clave:** Máquinas de soporte vectorial, reconocimiento de patrones, inteligencia artificial, modelo cognitivo, internet de las cosas.

### Abstract

Electronic devices connected to the Internet

<sup>1</sup>Artículo de investigación con enfoque cuantitativo, resultado de un proyecto de investigación en curso, perteneciente al área, desarrollado en el Grupo de investigación en Ingeniería Biomédica y fue financiado por la Universidad Industrial de Santander de la ciudad de Bucaramanga (Colombia). Dirección Cra 27 calle 9. PBX: (57) (7) 6344000. Fecha de inicio: 14/06/2014, fecha de terminación: 03/11/2014.

<sup>2</sup>Ingeniero de Sistemas, Universidad Cooperativa de Colombia, Especialista en Gerencia de proyectos educativos, Universidad Cooperativa de Colombia, Investigador del grupo: GIIB. Universidad Industrial de Santander de la ciudad de Bucaramanga (Colombia): Cra 27 calle 9. pbx: (57) (7) 6344000.

<sup>3</sup>Ingeniera de Sistemas, Universidad Industrial de Santander, Magister en Ingeniería de Sistemas, Universidad de Puerto Rico, Docente-Investigador del grupo GIIB, Universidad Industrial de Santander de la ciudad de Bucaramanga (Colombia): Cra 27 calle 9. pbx: (57) (7) 6344000.

<sup>4</sup>Ingeniero de Sistemas, Universidad Industrial de Santander, Magister en Ingeniería de Sistemas, Universidad Industrial de Santander, Investigador del grupo STI, Universidad Industrial de Santander de la ciudad de Bucaramanga (Colombia): Cra 27 calle 9. pbx: (57) (7) 6344000.

(domestic or industrial), sometimes requires interaction with humans. At this point, the process of determining who access their resources, through the recognition of faces, voices, fingerprints, etc. and gestures of individuals is essential to enhance the experience of using them.

This article describes the use of general cognitive model implemented in part by BoW (bag of words) and SVMs (support vector machines) used in artificial intelligence to support the automatic face recognition and learning.

**Keywords:** Support Vector Machines, pattern recognition, artificial intelligence, cognitive model, internet of things.

## Introducción

El futuro es la integración entre dispositivos electrónicos, informes recientes develan que el Internet de las cosas tendrá un gran impacto en la sociedad. Se prevé que habrá alrededor de veinticinco mil millones de dispositivos conectados entre sí y a internet para el año 2020 (Gartner Inc., 2014). Si se tiene en cuenta el número de objetos conectados, se aumenta exponencialmente la cantidad de datos generados, dado esto, es evidente también que en un futuro, dichos elementos competirán por la atención del usuario, es así como se plantea la siguiente pregunta, ¿cómo los dispositivos realizarán la identificación de los usuarios y sus necesidades?.

En otras palabras, los dispositivos deberán

adaptarse a las personas, aprender e interpretar sus diferentes actitudes, saber quién es una persona, reconocer su rostro y su voz, diferenciar en estos dos elementos características anímicas que permitan al dispositivo ofrecer un servicio acorde al usuario.

Si tenemos en cuenta que algunas de estas características ya existen en dispositivos como los *smartphones*, diríamos que no se está lejos de lograr lo que propone este artículo; nada más alejado de la realidad. Un dispositivo con habilidades similares a las mencionadas anteriormente, debe poseer características cognitivas que lo transformen de cierta manera y lo tornen inteligente y autónomo, capaz de aprender y explorar soluciones (Alpaydin, 2004). Afortunadamente, existen métodos de inteligencia artificial (IA) avanzados, que pueden ser usados en modelos cognitivos para lograr dicho objetivo.

En este artículo se presentan los resultados de una investigación guiada por el uso de modelos cognitivos en la construcción de sistemas expertos, con capacidades de aprendizaje automático a través de la percepción visual, mediante el uso de métodos conexionistas de Inteligencia Artificial. El presente artículo inicia con un acercamiento de los modelos cognitivos y la inteligencia artificial; seguido por una breve descripción de los conceptos básicos; a continuación se presenta la metodología utilizada; finalmente se muestran los resultados y conclusiones.

## Breve acercamiento a los modelos cognitivos y la inteligencia artificial

En los últimos sesenta años, una de las

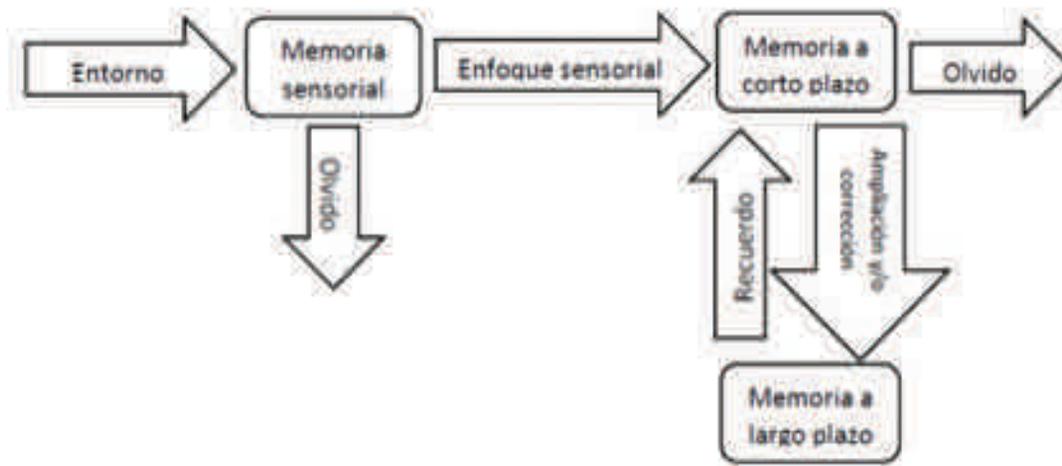
disciplinas de mayor avance e interés dentro de las ciencias de la computación ha sido la IA. Dentro de esta disciplina, una línea de investigación emergente ha sido la modelación cognitiva, debido en gran medida a la casi nula y extremadamente simple interacción entre los sistemas computacionales ya sean de software o hardware con su entorno y su relativamente pequeña capacidad de aprendizaje (Arbib, Conklin, & Hill, 1987).

Esta línea de investigación integra diversas áreas del conocimiento como son la psicología, la neurología, la lingüística, la física, la filosofía, la biología y por supuesto la IA, y su propósito

general es el estudio de la fenomenología de los procesos cognitivos humanos y como estos pueden ser modelados de manera computacional (Buchanan, 2005).

En la década de 1960 se inició la carrera por intentar emular el comportamiento humano en términos no solo de aprendizaje, sino también en el sentido de la dualidad cuerpo – mente, lo que implica aspectos como la percepción, motivación, deliberación, actuación, planificación, aprendizaje, entre otros. El modelo cognitivo general ilustrado en la figura 1 describe como algunos de estos aspectos se mezclan (Payne & Wenger, 1998) (Smith, 1993).

Figura 1. Modelo cognitivo general. Adaptación del autor desde Smith, R. E. (1993)



Fuente:

Mientras los métodos usados por la IA buscan resolver problemas particulares, la computación cognitiva busca dar solución a una amplia gama de problemas usando un mismo algoritmo (Thomas & McLelland, 2008); además, se busca que los dispositivos interactúen de manera natural con las personas, en este sentido, términos como el procesamiento semántico y el procesamiento de lenguaje natural se unen a la

discusión.

Como se mencionó anteriormente, este tipo de interacción requiere el procesamiento de considerables volúmenes de datos, involucrando así el tema de Big Data, dichos datos vienen en forma de imágenes, sonidos, videos, lenguaje natural, lenguaje simbólico, temas que la IA ya ha abordado usando métodos como las redes

neuronales, las máquinas de soporte vectorial, los algoritmos genéticos, los métodos estocásticos (Kansal, Goraczko, & Zhao, 2007), etc. que para esta ocasión se pretende usar para atacar el problema denominado reconocimiento de patrones. Se necesita entonces de una metodología que integre estos métodos en un solo gran sistema computacional cognitivo con capacidades de aprendizaje automático para detectar, predecir, inferir y pensar como un ser humano lo haría.

**Términos de interés**

**Internet de las cosas (IoT)**

El término se refiere a la conexión de objetos cotidianos con internet, así como las formas de identificarlos y gestionar la información que generan(Conner,2010).

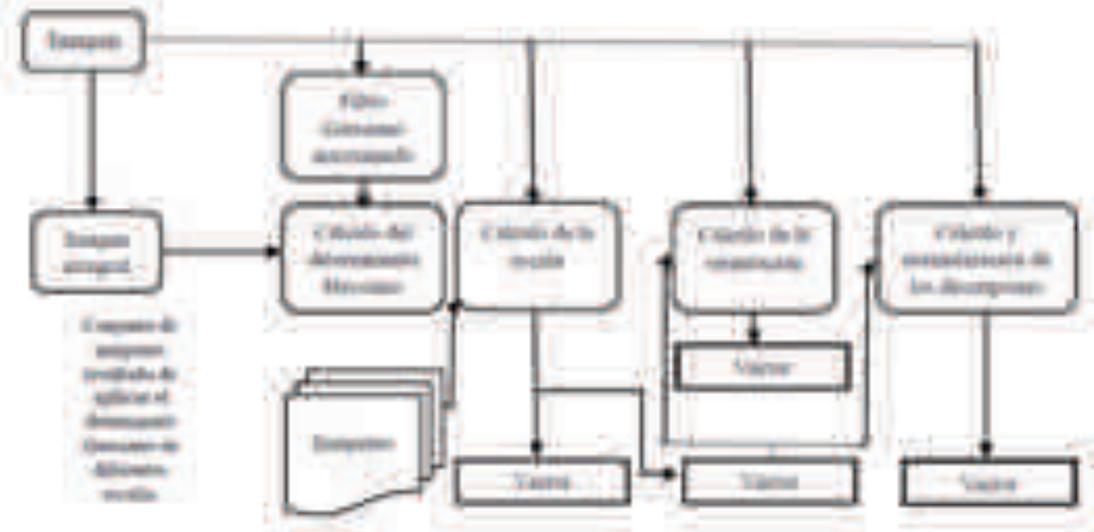
Las aplicaciones son muchas, desde asistencia médica, vigilancia remota, pago en línea, manejo de tráfico, etc. Según Gartner, en

2020 habrá en el mundo aproximadamente 26 mil millones de dispositivos con un sistema de adaptación al internet de las cosas (Magrassi, Panarella, Deighton, & Johnson, 2001).

**Speed Up Robust Features (SURF)**

Es un algoritmo usado para la detección de características únicas en las imágenes independientemente de la escala y la orientación. Este algoritmo es muy usado en el reconocimiento de objetos, y representa una variación más rápida del algoritmo SIFT (Scale Invariant Feature Transform) aunque tiene la misma funcionalidad: ambos describen las imágenes en términos de vectores que identifican puntos distintivos, bordes, intersecciones, repeticiones, cambio de dirección y/o color, la correspondencia entre dos imágenes se da por la distancia euclidiana entre dichos vectores (Bradski & Kaehler, 2008). Debe tenerse en cuenta que la dimensión del vector de características tiene un impacto importante en la eficiencia del algoritmo.

Figura 2. Descripción del algoritmo SURF. .



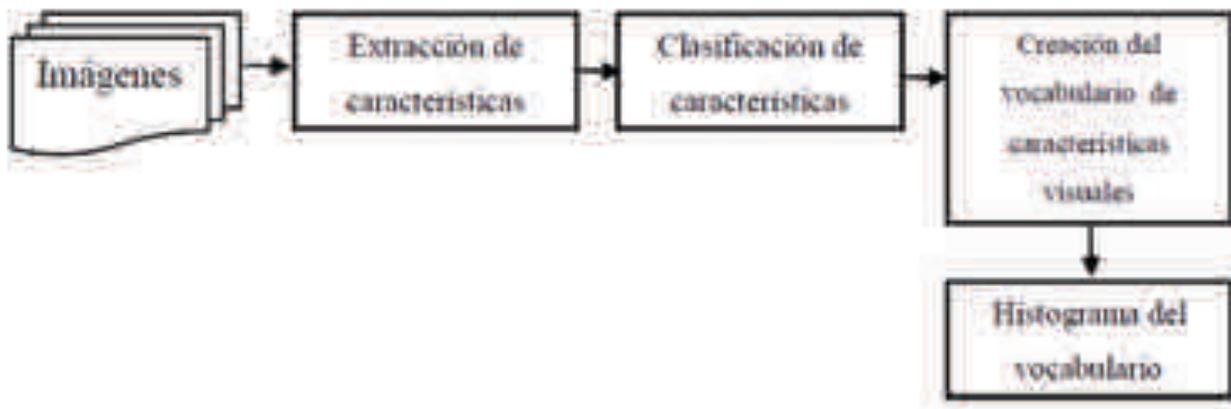
Fuente: Adaptación del autor desde(Bradski & Kaehler, 2008)

### Bag of Words (BoW)

Es una técnica originalmente usada en el procesamiento del lenguaje natural y la recuperación de información en documentos extensos; también se puede aplicar a la clasificación de imágenes, mediante la recuperación de características con métodos

como SURF, SIFT, HOG (Histogram Oriented Gradient), etc.; estas características se almacenan a manera de vectores que se usarán para conformar la denominada bolsa de palabras y luego de un entrenamiento lograr caracterizar las imágenes Camastra, F., Hernandez, J. A., Kokol, P., Wang, J., Zhu S. (2012).

Figura 3: Algoritmo BoW.

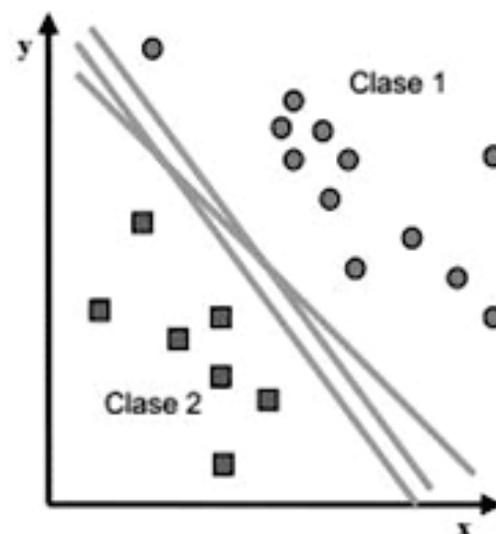


Fuente: Adaptación del autor desde Camastra, F., Hernandez, J. A., Kokol, P., Wang, J., Zhu S. (2012)

### Support Vector Machine (SVM)

Es un algoritmo que pretende solucionar el problema de clasificación a través de un aprendizaje supervisado en el que se dan un conjunto de elementos de entrenamiento y unas clases a las que pertenecen dichos elementos, para construir y entrenar un modelo que separe en un hiperplano dichas clases para posteriormente poder predecir a qué clase pertenece un elemento fuera de los usados en el entrenamiento. Existen diversas formas en que el entrenamiento de las SVM puede realizarse, pero sin importar cuál sea, siempre existirá un error de entrenamiento y un error de prueba (Cortes & Vapnik, 1995).

Figura 4. Separación de clases y posibles hiperplanos.



Fuente: (Cortes & Vapnik, 1995)

## Método

Como se mencionó anteriormente, este artículo define un modelo cognitivo que hace uso de métodos de inteligencia artificial, para lograr un sistema que logre aprender de su medio ambiente. Como se puede observar en la Figura 1, el modelo cognitivo como cualquier sistema tiene una entrada, realiza un proceso y tiene una salida, seguidamente, se definen estos elementos en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción de los elementos correspondientes al modelo cognitivo

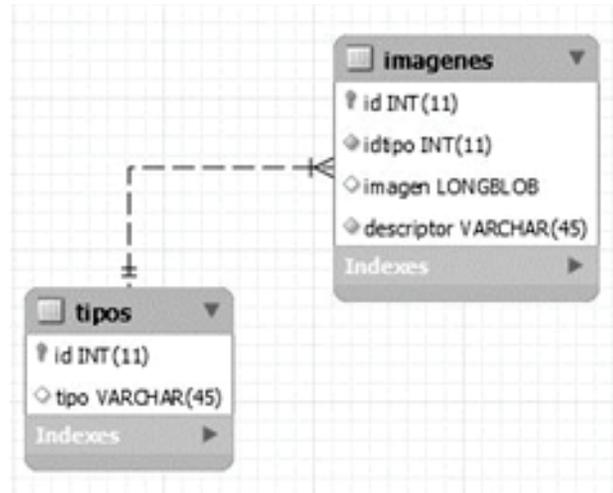
Entrada	Sentidos, en este caso, las entradas serán imágenes de rostros de personas
Proceso	Las imágenes se procesarán mediante los algoritmos BoW y SVM para su clasificación, se guardara la información en una base de datos MySQL
Salida	Reconocimiento de diferentes rostros asociados a un nombre

Fuente: Elaboración propia

## Modelo de base de datos

Para simular la memoria a largo plazo se ha creado un esquema de base de datos relacional usando MySQL de acuerdo al modelo presentado en la figura 5.

Figura 5: Modelo de datos usado en la implementación del modelo.



Fuente: Los autores

Tabla 2. Descripción detallada del modelo de datos

Tabla:	Tipos
Id	Llave primaria para identificar a que persona pertenecen las imágenes (rostros almacenados)
Tipo	Nombre de la persona
Tabla:	Imágenes
Id	Llave primaria para identificar la imagen
Idtipo	Id de la persona a la que pertenece la imagen (Llave foránea)
Imagen	Mapa de bits
Descriptor	Vector descriptor de la imagen después de aplicar BoW sobre la misma

Fuente: Elaboración propia

## Algoritmo del modelo

Como puede observarse en la figura 6, este algoritmo cumple todos los pasos descritos en el

modelo cognitivo general, la memoria a corto plazo o memoria de trabajo es la más usada, y la memoria a largo plazo solo es usada al momento de almacenar la información en la DB.

### Evaluación del modelo

Se realizaron pruebas sobre el modelo presentado, con las entradas y resultados que se muestran en la tabla 3.

El porcentaje de acierto no es muy elevado (este ítem no es evaluado en esta investigación), aunque esto podría depender del número de palabras dentro del diccionario usado por BoW,

del kernel y los parámetros empleados por SVM en el entrenamiento.

Tabla 3.

Dataset de entrenamiento -# de imágenes	Dataset de prueba -# de imágenes	Tamaño del diccionario (BoW)	% de acierto
186	41	35	84.76%
186	41	45	85.01%
186	41	55	75.46%
289	60	35	75.74%
289	60	45	78.47%
289	60	55	84.91%

Fuente: Imágenes obtenidas de <http://mla.sdu.edu.cn/sdumla-hmt.html>

Figura 6: Algoritmo usado para la implementación del modelo usando métodos de IA.



Fuente: Los autores

## Conclusiones

Los modelos cognitivos se pueden emplear para mejorar la capacidad de los sistemas informáticos que manejan datos externos y que puedan ser tratados mediante métodos de IA

Es factible el reconocimiento facial y el aprendizaje de rostros para un sistema informático incorporando sistemas híbridos cognitivo-conexionistas.

El modelo presentado en este estudio demostró ser efectivo para la apropiación de información para el sistema informático, aunque los métodos usados no son del todo eficaces para el logro del objetivo

El sistema es adaptable y depende de un elemento lingüístico ya que las imágenes de las personas deben ser clasificadas bajo un nombre o categoría.

## Referencias

Alpaydin, E. (2004). *Introduction to Machine Learning (Adaptive Computation and Machine Learning)*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Arbib, M., Conklin, J., & Hill, J. (1987). *From Schema Theory to Language*. New York: Oxford University Press.

Bradski, G., & Kaehler, A. (2008). *Learning OpenCV: Computer Vision with the OpenCV Library*. Cambridge: O'Reilly Media.

Buchanan, B. G. (2005). A (Very) Brief History of Artificial Intelligence. *AI Magazine*, 26(4), 53-60.

Camastra, F., Hernandez, J. A., Kokol, P., Wang, J., Zhu S. (2012) Bag-of-Words Representation in Image Annotation: A Review: *International Scholarly Research Notices*

Conner, M. (27 de Mayo de 2010). EDN Network. Obtenido de Sensors empower the "Internet of Things": <http://www.edn.com/design/sensors/4363366/Sensors-empower-the-quot-Internet-of-Things-quot->

Cortes, C., & Vapnik, V. (1995). Support-Vector Networks. *Machine Learning*, 273-297. Gartner Inc. (2014).

Gartner News Room. Obtenido de <http://www.gartner.com/newsroom/id/2905717>

Kansal, A., Goraczko, M., & Zhao, F. (2007). Building a Sensor Network of Mobile Phones. *Proceedings of the 6th International Conference on Information processing in sensor networks* (págs. 547-548). New York: 2007.

Magrassi, P., Panarella, A., Deighton, N., & Johnson, G. (2001). *Computers to Acquire Control of the Physical World*. Gartner Inc.

Payne, D., & Wenger, M. (1998). *Cognitive Psychology*. New York: Houghton Mifflin.

Smith, R. E. (1993). *Psychology*. St. Paul, MN: West Publishing Co.

Thomas, M. S., & McLelland, J. L. (2008).  
Connectionist Models of Cognition. En R. Sun  
(Ed.), *The Cambridge Handbook of  
Computational Psychology* (págs. 23-58). New  
York: Cambridge University Press.