

## LA VISIÓN ARTIFICIAL Y LOS CAMPOS DE APLICACIÓN

(Recepción: 01/04/15 – Aceptado: 01/07/15)

Iván García S., Víctor Caranqui S. (Universidad Politécnica Estatal del Carchi  
– Ecuador)

[ivan.garcia@upec.edu.ec](mailto:ivan.garcia@upec.edu.ec)

[victor.caranqui@upec.edu.ec](mailto:victor.caranqui@upec.edu.ec)

### Resumen

*El presente trabajo presenta un resumen de los fundamentos teóricos de la visión artificial, los campos de aplicación, las herramientas y lenguajes de programación comúnmente utilizados en la automatización y desarrollo de tecnologías basadas en visión por computador. Además se ejemplifica el accionar de esta importante disciplina a través de varios casos de éxitos seleccionados de la literatura proveniente principalmente de libros y artículos científicos relevantes.*

**Palabras Claves:** *visión artificial, visión por computador, visión computacional, procesamiento digital de imágenes.*

### Abstract

*This paper presents an overview of the theoretical foundations of computer vision, the application areas and tools and programming languages commonly used in automation and development of computer vision-based technologies. Besides the activities of this important discipline is exemplified through several selected success cases coming the literature mainly from relevant books and scientific papers.*

**Keywords:** *machine vision, computer vision, computational vision, processing digital image.*

## 1. Introducción

La visión artificial o visión por computador intenta emular<sup>1</sup> la capacidad de algunos seres vivos para ver una escena (imagen), entenderla y actuar en consecuencia. Existe un crecimiento en el número y tipo de aplicaciones industriales que demandan el uso de técnicas de visión artificial (Vélez, 2004).

El continuo desarrollo de nuevos algoritmos y aplicaciones hacen de esta disciplina una tecnología en constante evolución y ha experimentado un rápido avance en las últimas décadas, así lo demuestran las numerosas investigaciones y publicaciones existentes en la comunidad científica. Esto podría deberse a la gran cantidad de contenido visual como imágenes y video que se genera en la actualidad, así como la capacidad de procesamiento y almacenamiento que tienen los dispositivos electrónicos y la disponibilidad de herramientas, librerías y lenguajes de programación para dicho fin.

Existen algunas áreas donde se pueden aplicar exitosamente las técnicas de visión artificial, como por ejemplo en la biología, medicina, seguridad, industria, robótica, geología, meteorología, cartografía, agricultura, etc.

Aplicar los algoritmos de visión por computador a los diferentes campos es un problema complejo de gran interés. Estos deben ser diseñados para poseer ciertas características de robustez, precisión y velocidad de cálculo para hacer frente a ciertas circunstancias propias del problema a resolver.

Aunque ciertos métodos propuestos ofrecen buenos resultados, aún existe una carencia de soluciones seguras, económicas y genéricas para un amplio rango de condiciones. Por lo que al momento se encuentra totalmente abierto a la investigación y desarrollo (Rovira, 2006).

En el Ecuador, y especialmente en la zona uno (Carchi, Imbabura, Esmeraldas y Sucumbíos) existe un desconocimiento sobre la visión artificial, por lo que al momento hay una limitada aplicación de dichas tecnologías en las diferentes áreas del conocimiento.

El presente trabajo aborda los fundamentos teóricos básicos de la visión artificial, las áreas de aplicación, las herramientas y lenguajes de programación comúnmente utilizados para este fin, de tal forma que se pueda proporcionar una idea general de la importancia de esta disciplina en la automatización y desarrollo de tecnologías basadas en visión por computador.

### **La Visión Artificial**

La visión artificial aparece en el intento de dotar a las máquinas de un sistema de visión para automatizar el proceso de percepción visual mediante el tratamiento de imágenes

---

<sup>1</sup> Imitar las acciones de otro procurando igualarlas o mejorarlas.

digitales (Pajares, 2008). Es una disciplina compleja que involucra otras ciencias como matemáticas, física, ingeniería eléctrica, electrónica, robótica y computación.

La Visión Artificial puede ser definida como los procesos de obtención, caracterización e interpretación de información de imágenes tomadas desde un mundo tridimensional a partir de imágenes bidimensionales (Fu, González & Lee, 1988). Estos procesos pueden ser subdivididos en seis procesos como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1.** Procesos de la visión artificial

Procesos	Nivel de Visión	Entrada	Salida	Área
1. Captura	Bajo	Imagen	Imagen	Procesamiento de imágenes
2. Pre-procesamiento				
3. Segmentación	Medio	Imagen	Grupos de píxeles en bruto (objetos o regiones)	Análisis de Imágenes
4. Descripción		Objetos o regiones	Información cuantitativa de los objetos o regiones	
5. Reconocimiento (clasificación)		Información cuantitativa	Objetos clasificados en categorías	
6. Interpretación	Alto	Objetos clasificados en categorías	Comprensión de la escena	Visión por Computador

Fuente: Adaptado de González y Woods (2010)

- *La captura* es el proceso donde se obtiene una imagen digital a través de un dispositivo como una cámara digital, video-cámara, escáner, telescopio, satélite, etc.
- *El pre-procesamiento* incluye técnicas tales como la reducción del ruido, mejoramiento del contraste, nitidez de la imagen, realce de ciertos detalles o características de la imagen, restauración de la imagen.
- *La segmentación* es el proceso que divide una imagen en objetos o regiones (grupos de píxeles) que sean de nuestro interés de estudio. Esta etapa es una parte muy crítica para el éxito o fracaso de la aplicación.

- *La descripción* es el proceso que obtiene características relevantes convenientes para diferenciar un tipo de objeto de otro. Estas características pueden ser externas como la forma, perímetro, eje mayor, eje menor, rectángulo mínimo que contiene la región, excentricidad; o internas como el área, centro de gravedad, patrones de texturas (liso, áspero, regular), color (promedio y mediana de niveles de intensidad, máximo y mínimo de valores de intensidad), entre otros.
- *El reconocimiento* es el proceso que clasifica en categorías los objetos presentes en la imagen utilizando los descriptores del proceso anterior. Los objetos detectados que presenten descriptores semejantes se agrupan automáticamente en una misma clase o categoría o con una mínima intervención humana. Para esto se utiliza técnicas como métodos estadísticos avanzados, estructurales (sintáctico), basados en la apariencia, redes neuronales artificiales, algoritmos genéticos, entre otros. Este proceso en sí mismo es una línea de investigación bastante extensa.
- *La interpretación* es el proceso que da sentido o un significado a las clases (categorías) de objetos reconocidos para entender la escena. Trata de emular la visión humana y utiliza técnicas cognitivas para la toma de decisiones. Esta fase depende de cada campo de aplicación.

Los procesos son generalmente secuenciales y los resultados obtenidos en cada una son los insumos para la siguiente fase. Los procesos que se utilice en la resolución de un determinado problema, depende de su complejidad y no todas son siempre necesarias.

### **El espectro electromagnético**

Las aplicaciones de visión artificial que se pueden desarrollar son variadas. Para Gonzáles y Woods (2010) se pueden enfocar en diferentes tipos de imágenes, dependiendo de la fuente de energía que éstas provengan. La principal es el espectro electromagnético, que incluyen los rayos gamma, rayos X, ultravioleta (UV), visible, infrarroja (IR), microondas y ondas de radio; donde cada una de las bandas aporta un determinado tipo de información a la imagen y son utilizadas para fines diferentes:

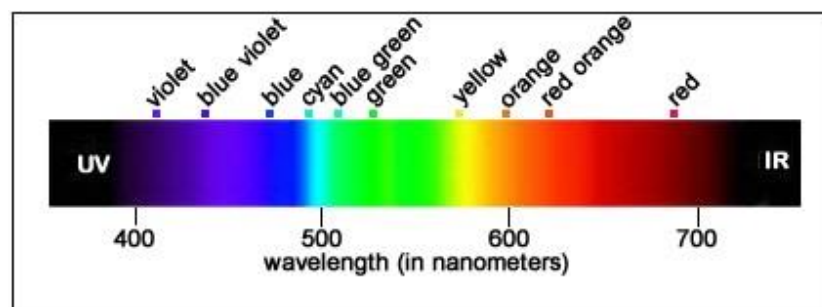
- *Rayos gamma*: medicina nuclear y astronomía.
- *Rayos X*: diagnóstico médico, industria y observaciones astronómicas.
- *Ultravioleta*: litografía, inspección industrial, microscopía de fluorescencia, biología y astronomía.

- *Banda visible* (a veces conjuntamente con la infrarroja): se usa en microscopía de luz, astronomía, detección remota, industria, climatología y seguridad.
- *Microondas*: se utiliza como radar.
- *Ondas de radio*: medicina (imagen por resonancia magnética) y astronomía.

Adicionalmente, otras fuentes importantes son:

- *Imágenes acústicas o ultrasonido*: geología, industria, medicina.
- *Imágenes mediante haz de electrones*: microscopía electrónica.
- *Imágenes sintéticas* (generadas por el computador): modelado y visualización en 3D.

En la figura 1 se muestra las ondas visibles que son las percibidas por el ojo humano y son las que más aplicaciones tienen, cuya longitud está comprendida entre los 380 y 770 nanómetros (nm).



**Figura 1.** El espectro visible

Fuente: Fotonostra (2014)

### Los campos de aplicación

Existen numerosas situaciones en donde se puede aplicar la visión artificial para la solución de determinados problemas, aunque a veces por la complejidad del caso y por las propias limitaciones de esta disciplina, no resulta ser la solución más adecuada. Aun así, el número de aplicaciones crece considerablemente.

Las técnicas y métodos a utilizar en la solución del problema son diversas y varían dependiendo de la naturaleza del problema a tratar, por ejemplo, utilizando técnicas de color, formas, texturas, etc. (Pajares, 2008). Las aplicaciones de la visión artificial en algunos campos son:

- **Agricultura.-** Se puede implementar soluciones tecnológicas en el agro para minimizar la aplicación de químicos e incrementar la producción. Por ejemplo: detección y control automática de maleza y plagas, identificación de tipos de plantas, etc. (Davies, 2009; Hague, Tillett, & Wheeler, 2006; Pajares, Peruzzi, & Gonzalez-

de-Santos, 2013; RHEA Project, 2014; Ribeiro, Fernandez-Quintanilla, Barroso, & Garcia-Alegre, 2005; Romeo, Pajares, & De la Cruz, 2014).

- **Astronomía.-** Se puede hacer observaciones del cosmos (estrellas, explosiones, planetas, superficies, etc.) utilizando imágenes telescópicas o satelitales (Gutiérrez, Calvo & Quintero, 2013).
- **Biología.-** Se puede identificar determinadas características en las especies vegetales o animales de acuerdo a la textura, color, tamaño, forma, etc. (Burks, Shearer, & Payne, 2000; Du, Wang, & Zhang, 2007).
- **Inspección y control de calidad.-** Los procesos industriales requieren la automatización para verificar que los productos manufacturados, frutas, vegetales cumplan con ciertos criterios de calidad previamente establecidos, evitando los defectos de producción, impurezas no deseadas, mala apariencia de los productos (Barriga, 2006; De la Fuente, 2012).
- **Geología.-** Se puede detectar movimientos de terrenos (por deslizamientos por ejemplo), formaciones y mediciones geológicas, etc. (Revollo et. al, 2010).
- **Medicina.-** Se puede trabajar con las imágenes provenientes de ecografías, radiografías, mamografías, resonancia magnética, tomografía, etc. para el diagnóstico de ciertas patologías (Barberis, 2009).
- **Meteorología.-** Se emplea para el monitoreo y prevención de fenómenos meteorológicos y las condiciones ambientales (como lluvia, viento, nieve, huracán, tornado, tormenta, inundaciones, sequías, heladas) del planeta a través de imágenes satelitales (Henao et al., 2012; Pérez, Parra & Bayona, 2014).
- **Microscopía.-** Utilizado principalmente para la observación celular y microorganismos; identificar, contar y reconocer objetos de una determinada muestra utilizando imágenes microscópicas (Carranza, 2011).
- **Modelado y visualización en 3D.-** Se puede extraer la estructura geométrica y semántica de imágenes para reconstruir y crear automáticamente modelos 3D y sistemas de visualización interactiva (Snaveely et al., 2010).
- **Reconocimiento y clasificación.-** Se puede reconocer objetos inmersos en las imágenes y su posterior clasificación, como por ejemplo el reconocimiento de rostros y la clasificación por edades (Mummareddy, 2008), identificación de placas de vehículos, etc. (Calderón, 2008; García, 2008).
- **Robótica.-** Un sistema de visión permite la navegación o el guiado automático de máquinas (Jiang, Zhao, Si, & Ieee, 2010).
- **Seguridad.-** A través de secuencias de imágenes se puede realizar vigilancia para detectar la presencia y movimiento de cuerpos extraños, reconocimiento dactilar y ocular (Caicedo, 2012).
- **Teledetección.-** Mediante el uso de imágenes aéreas o satelitales se puede detectar cambios en una zona de terreno en diferentes lapsos como por ejemplo, detección de zonas erosionadas, deforestadas, incendios, inundaciones, presencia de edificaciones o infraestructuras como carreteras y puentes (Falcón, 2004; Mendoza, 2002).

Una descripción detallada de algunas aplicaciones mencionadas podemos encontrar en Davies (2012), González & Woods (2010), Pajares (2008).

## Herramientas y lenguajes de programación

Existen algunas herramientas para el tratamiento de imágenes y visión artificial, entre las principales podemos mencionar las siguientes:

- La empresa Mathworks (2014) ofrece **Matlab** que es un software matemático con un entorno de desarrollo integrado (IDE) y un lenguaje de programación propio (lenguaje M) disponible para las plataformas Unix, Windows y Mac OS.  
Está compuesto por varias herramientas (toolbox) para diferentes áreas o disciplinas. La herramienta *Image Processing Toolbox* proporciona un conjunto completo de algoritmos y herramientas gráficas para el procesamiento, el análisis, visualización de imágenes y el desarrollo de algoritmos (Cuevas, Zaldívar, & Pérez, 2010; Gonzalez, Woods, & Eddins, 2010). La herramienta *Computer Vision System Toolbox* utiliza imágenes y video para detectar, clasificar y seguir objetos o eventos para interpretar escenas del mundo real.
- La empresa National Instruments (2014) ofrece herramientas de hardware y software para la adquisición y procesamiento de imágenes cuya finalidad principal son las aplicaciones industriales. El módulo **IMAQ Vision Algorithms** proporciona algoritmos para coincidencia de patrones, regiones de interés, histogramas, perfiles de intensidad, umbralización, morfología binaria, detección de bordes, reconocimiento óptico de caracteres, entre otros.
- La empresa Matrox Electronic Systems (2014) ofrece a los desarrolladores el producto **Matrox Imaging Library** (MIL), que es un conjunto de herramientas de desarrollo de aplicaciones para el análisis de imágenes y visión artificial. El kit de herramientas incluye el software interactivo y funciones de programación para la captura de imágenes, procesamiento, análisis, anotación, visualización y archivo.
- La empresa Intel Corporation desarrolló originalmente en código C y C++ la biblioteca **Open Computer Vision**, conocida como OpenCV (2014). Es una librería de visión artificial, publicada bajo licencia BSD. Se puede usar libremente para fines académicos, comerciales y de investigación con las respectivas condiciones. Está disponible para las plataformas GNU/Linux, Mac OS y Windows. Contiene más de 500 funciones que abarcan una gran gama en el proceso de visión, como reconocimiento de objetos, calibración de cámaras, visión estéreo y visión robótica.

## 2. Conclusiones

- La visión artificial o visión por computador es una disciplina compleja que requiere el apoyo de otras y su aplicación tiene un futuro prometedor en la automatización de procesos en diferentes campos como agricultura, medicina, astronomía, geología, industria, seguridad, robótica, modelado 3D, teledetección, microscopía, meteorología, entre otras.
- Las imágenes utilizadas en la visión artificial provienen principalmente del espectro electromagnético: rayos gamma, rayos X, ultravioleta (UV), visible, infrarroja (IR), microondas y ondas de radio; así como del ultrasonido, haz de electrones y generadas por el computador (sintéticas).

- Actualmente existen una variedad de potentes herramientas y lenguajes de programación dedicada al tratamiento y análisis de imágenes tanto de licencia libre como privativa.

### 3. Referencias bibliográficas

- Barberis, L. (2009). *Aplicación de un sistema automático de procesamiento de imágenes médicas basadas en estándares*. Trabajo de Maestría en Física Médica. Escuela de Medicina Nuclear. Argentina.
- Barriga, E. et. al. (2006). *Sistema automático de selección de productos agrícolas por visión artificial*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Burks, T. F., Shearer, S. A., & Payne, F. A. (2000). Classification of weed species using color texture features and discriminant analysis. *Transactions of the Asae*, 43(2), 441-448.
- Calderón, F. (2008). *Conteo automático de vehículos*. Trabajo de Grado. Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Caicedo, L. (2012). *Implementación y evaluación de algoritmos de identificación por reconocimiento del iris ocular*. Proyecto de grado. Universidad de san buenaventura. Cali.
- Carranza, P. (2011). *Cuantificación de micronúcleos en células de sangre periférica de moto taxistas que trabajan en la ciudad de Cartagena de Indias*. Trabajo de Grado, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Cuevas, E., Zaldívar, D., & Pérez, M. (2010). *Procesamiento digital de imágenes con Matlab y Simulink*. España: Ra-Ma.
- Davies, E. (2009). The application of machine vision to food and agriculture: a review. *The Imaging Science Journal*, 57(4), 197-217.
- Davies, E.R (2012). *Computer and Machine Vision: Theory, Algorithms, Practicalities*. 4th edition. USA: Academic Press Inc.
- De la Fuente, E. (2012). *Visión artificial industrial. Procesamiento de imágenes para inspección automática y robótica*. Universidad de Valladolid. España.
- Du, J.-X., Wang, X.-F., & Zhang, G.-J. (2007). Leaf shape based plant species recognition. *Applied Mathematics and Computation*, 185(2), 883-893. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.amc.2006.07.072>
- Falcón, D., González, J., Ambrosio, G. (2004). Detección de olivos en imágenes de satélite de alta resolución. *Revista de Teledetección*, 1(21), 5-9.



- FotoNostra, (2014). *Teoría del color. ¿Qué es el color?*. Recuperado el 06/11/2014 de <http://www.fotonostra.com/grafico/teoriacolor.htm>
- Fu, K., González, R., Lee, C. (1988). *Robótica: control, detección, visión e inteligencia*. México: McGraw-Hill.
- García, I. (2008). *Visión artificial y procesamiento digital de imágenes usando Matlab*. Ecuador: PUCE-SI.
- Gonzalez, R., Woods, R. (2010). *Digital Image Processing* (3rd ed.). USA: Pearson Education.
- Gonzalez, R., Woods, R., & Eddins, S. (2010). *Digital Image Processing using Matlab* (2nd ed.). USA: Tata McGraw Hill.
- Gutiérrez, L., Calvo, A., & Quintero, E. (2013). Caracterización del Ruido Presente en las Imágenes Astronómicas del Observatorio de la Universidad Tecnológica de Pereira. *Scientia et Technica Año XVIII*, 18(3).
- Hague, T., Tillett, N. D., & Wheeler, H. (2006). Automated Crop and Weed Monitoring in Widely Spaced Cereals. *Precision Agriculture*, 7(1), 21-32. doi: <http://dx.doi.org/10.1007/s11119-005-6787-1>
- Henao, C. et al. (2012). *Detección del fenómeno de la inversión térmica por medio de la utilización de técnicas de tratamiento digital de imágenes basadas en sistemas de video*. XXV Congreso latinoamericano de hidráulica. San José, Costa Rica, 9 al 12 de Septiembre de 2012.
- Jiang, G.-Q., Zhao, C.-J., Si, Y.-S., & Ieee. (2010). *A machine vision based crop rows detection for agricultural robots*.
- Mathworks (2014). *Latest Release 2014b*. Recuperado el 06/11/2014 de <http://www.mathworks.com>
- Matrox Electronic Systems (2014). *Matrox Imaging*. Recuperado el 06/11/2014 de <http://www.matrox.com/>
- Mendoza, V. (2002). Detección de cambios urbanos mediante comparación de imágenes multitemporales. *X Congreso del Grupo de Métodos Cuantitativos, Sistemas de Información Geográfica y Teledetección*.
- Mummareddy, et. al. (2008). *Classification of human into multiple age categories from digital images*. Patent No. 7319779. USA.
- National Instruments (2014). *Labview 2014*. Recuperado el 06/11/2014 de <http://www.ni.com/>
-

- OpenCV (2014). *Open Computer Vision*. Recuperado el 06/11/2014 de <http://opencvlibrary.sourceforge.net/>
- Pajares, G. (2008). *Visión por Computador, imágenes digitales y aplicaciones* (2a. ed.), México: Alfa omega.
- Pajares, G., Peruzzi, A., & Gonzalez-de-Santos, P. (2013). Sensors in Agriculture and Forestry. *Sensors*, 13(9), 12132-12139. doi: 10.3390/s130912132
- Pérez, J., Parra, J. & Bayona, J. (2014). Segmentación y clasificación de imágenes SAR en zonas de inundación en Colombia, una herramienta computacional para prevención de desastres. *Revista inge@UAN*, 4(8), pp. 24-38.
- RHEA Project. (2014). *Proceedings of the Second International Conference on Robotics and Associated High-Technologies And Equipment for Agriculture and Forestry. New trends in mobile robotics, perception and actuation for agriculture and forestry* (P. Gonzalez-de-Santos & A. Ribeiro Eds.). Madrid-Spain: PGM.
- Ribeiro, A., Fernandez-Quintanilla, C., Barroso, J., & Garcia-Alegre, M. C. (2005). *Development of an image analysis system for estimation of weed pressure*.
- Romeo, J., Pajares, G., & De la Cruz, J. M. (2014). *Métodos de visión por computador para localización e identificación de objetos y texturas en exteriores*. (Tesis Doctoral), Universidad Complutense de Madrid Madrid. Retrieved from <http://cisne.sim.ucm.es/record=b3341171#tabs>
- Rovira, F. (2006). *Guiado automático de vehículos agrícolas mediante sensores de visión estereoscópica: generación de mapas de navegación y estrategias de control*. Universidad Politécnica de Valencia.
- Revollo, N. et al. (2010). *Segmentación y medición de zonas costeras en secuencias de videos*. XII Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación.
- Snavely et al. (2010, August). Scene Reconstruction and Visualization From Community Photo Collections. *Proceedings of the IEEE*. Vol. 98, No. 8.
- Vélez, J. et al. (2004). *Visión por Computador*. Madrid, España: Dykinson.

