

Visión Artificial

Tema 2. Elementos de un sistema de percepción

Índice

Esquema

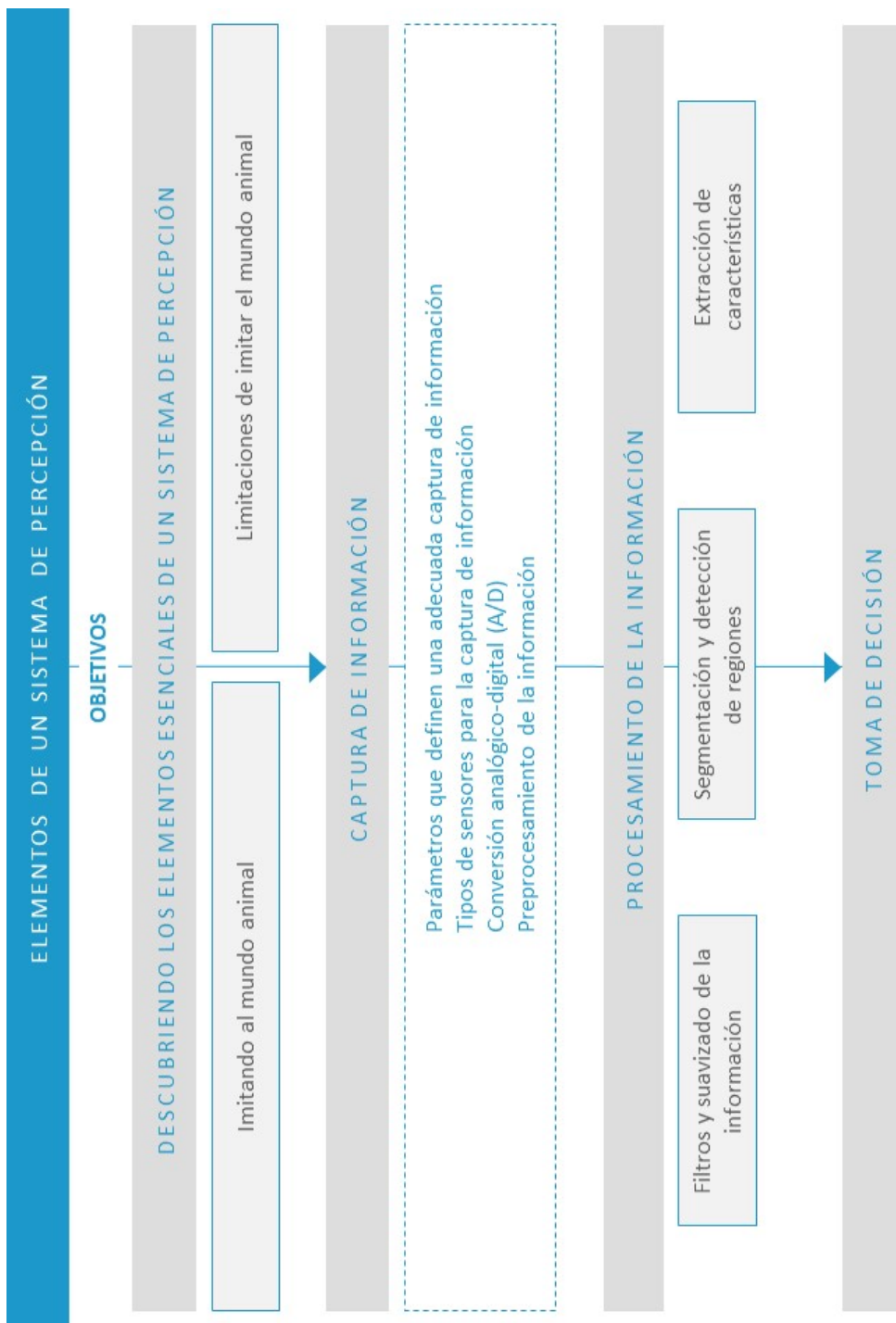
Ideas clave

- 2.1. ¿Cómo estudiar este tema?
- 2.2. Objetivos
- 2.3. Descubriendo los elementos esenciales de un sistema de percepción
- 2.4. Captura de información
- 2.5. Procesamiento de la información
- 2.6. Toma de decisión
- 2.7. Referencias bibliográficas

A fondo

- Una introducción a la visión por computador
- Análisis de tráfico
- Tracking de objetos con OpenCV

Test



2.1. ¿Cómo estudiar este tema?

Para estudiar este tema deberás leer con atención las ideas clave que se desarrollan a continuación.

2.2. Objetivos

El objetivo principal de este tema es entender los elementos más importantes de un sistema de percepción y cómo, desde el punto de vista computacional, se desarrolla cada módulo de dicho sistema.

En definitiva, se busca dar una visión general de aquellos ingredientes necesarios para que un sistema de percepción computacional tenga sentido y pueda resolver problemas reales.

En este tema no se busca entender los métodos concretos de cada módulo que integra el sistema de percepción (puesto que esos métodos serán material para los siguientes temas).

2.3. Descubriendo los elementos esenciales de un sistema de percepción

Imitando al mundo animal

Existen múltiples maneras de describir los sistemas de percepción. En este tema seguiremos un enfoque que irá del aspecto más genérico al más concreto. Es necesario entender que, en todo momento, los sistemas de percepción intentan imitar a la naturaleza y es, por tanto, lógico pensar que si queremos modelar adecuadamente un sistema, tenemos que empezar por considerar ciertas simplificaciones.

Por ello, sin dejar de imitar a la naturaleza, intentaremos modelar sistemas que reflejen el comportamiento de organismos sencillos, como puede ser el de individuos que ni siquiera poseen ojos o elementos concretos para la captura de información visual, como el caso de los moluscos. Estos seres realizan tres funciones de percepción muy sencillas:

Captura de información

- ▶ Este proceso consiste en obtener estímulos del exterior que reflejen qué actividad (movimientos, cambios de temperatura, amenazas, etc.) está teniendo lugar.
- ▶ La captura de información puede considerar múltiples estímulos principalmente físicos, mecánicos o químicos.
- ▶ La información recogida es normalmente mayor que la necesitada para entender el exterior. La adaptación de ese exceso de sensibilidad a las necesidades del entorno es parte de la propia evolución.

Procesamiento

- ▶ La información capturada necesita de un procesamiento posterior para eliminar los datos innecesarios y redundantes; entender si está siendo suficiente y, en caso contrario, redirigir la captura de información hacia otro punto del espacio o bien combinar la información proveniente de una determinada fuente con otras fuentes o con informaciones pasadas.
- ▶ Sin este procesamiento, un ser vivo podría tomar conclusiones erróneas, confundir eventos o incluso conducirlo a su extinción.
- ▶ Una de las características esenciales de este procesamiento es que debe, en todo momento, realizarse a la misma **velocidad** con la que los datos iniciales se están capturando. De esa manera, se asegura de que la información que está llegando al cerebro es únicamente la necesaria.
- ▶ Por el contrario, un animal que almacene, por ejemplo, todo lo que ha oído durante el día y lo analice durante la noche, no podrá esquivar el ataque instantáneo de un depredador.

Toma de decisión y aprendizaje

- ▶ El fin principal de la percepción del exterior no es otra que la toma de decisiones.
- ▶ Una mejor toma de decisiones (basada en más información, contexto o diversidad de fuentes) conducirá, sin lugar a dudas, a una ventaja competitiva mayor.
- ▶ Esa toma de decisiones tiene una consecuencia directa también: el aprendizaje. El ser vivo aprenderá que un determinado estímulo asociado a una determinada

decisión tendrá unas consecuencias. Esas consecuencias serán almacenadas para optimizar tanto la toma de decisiones como la captura de información.

- ▶ La **percepción del exterior** es clave para el aprendizaje.

El siguiente esquema captura los puntos anteriormente vistos, enfatizando el hecho de que es un proceso iterativo y constante.

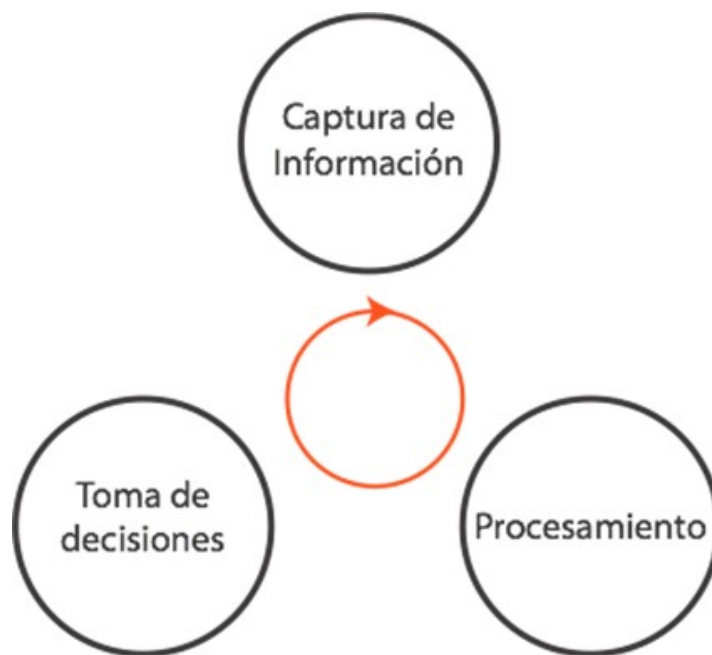


Figura 1. Esquema reducido de percepción del exterior.

Limitaciones de imitar el mundo animal

Los tres puntos anteriormente vistos (captura de información, procesamiento y toma de decisiones) proporcionan una visión muy general de lo que puede ser un sistema de percepción computacional.

Si sustituimos:

- ▶ El módulo de captura de información por una cámara de vídeo.
- ▶ El módulo de procesamiento por un filtrado muy sencillo en color, quedándonos con las componentes en azul, por ejemplo.
- ▶ Y en la toma de decisiones aplicamos una regla que diga si la imagen contiene componentes en azul en más de un 70 % del total.

Podríamos tener un detector de mares o un detector de cielos.

Es un ejemplo muy sencillo, pero muy limitado a una funcionalidad concreta. De hecho, con estos tres módulos es muy complicado hacer funcionalidades más complejas como detectar movimiento, seguir un objeto, analizar la textura de una foto o incluso analizar la forma de un objeto.

Las simplificaciones heredadas de la naturaleza nos ayudan a entender los pasos más esenciales que suceden delante de nuestros ojos, pero el adaptarlo a la resolución de un problema concreto es labor de la inteligencia humana.

Esto es lo que haremos en este tema, entender qué elementos adicionales son necesarios en el esquema de percepción del exterior para desarrollar módulos avanzados de percepción computacional y dar respuesta a los problemas que se plantean actualmente.

2.4. Captura de información

Parámetros que definen una adecuada captura de información

En este apartado nos centraremos en todo lo relativo a la captura de información del exterior. Existen numerosos parámetros que definen cómo es dicha la captura y puede discutirse cuáles son los más importantes. Sin embargo, los más esenciales son los siguientes:

Especificidad

La capacidad de un sistema de captura de información para recoger fielmente los eventos sucedidos es clave. Un ejemplo de especificidad es la **temperatura**.

Un determinado sensor de vídeo, como puede ser una cámara, puede estar en el exterior capturando imágenes de tráfico. Al estar en la calle, dicho dispositivo posee una determinada temperatura. Sin embargo, a pesar de que está sufriendo cambios de temperatura, no puede determinarla ya que no tiene la sensibilidad necesaria para medirla. Hace falta, claramente, un termómetro que sea sensible a esos cambios. Los sensores han de ser creados específicamente para un propósito.

Precisión

El **error de medida** de un determinado evento es también importante. Continuando con el ejemplo del termómetro, la precisión indicará cómo es el error de la medida proporcionada por el dispositivo. Si el termómetro solo puede indicar frío o calor, tendrá baja precisión. Si es capaz de marcar décimas de grado, será un termómetro muy preciso.

Sensibilidad

Esta propiedad refleja la capacidad que tiene un determinado sensor de recoger las fluctuaciones o cambios del evento que se mide. Si la luz en un determinado punto

varía hasta treinta veces al día, pero la cámara no es capaz de detectar más que dos de esos cambios, es porque la cámara no tiene la suficiente sensibilidad.

Es importante indicar que **sensibilidad y precisión van de la mano**, pero la precisión está más orientada a ver cómo difiere la realidad de lo que se ha medido, y la sensibilidad está más orientada a evaluar cómo se adapta a los cambios de lo que se mide.

Consumo y tamaño

La mayoría de los dispositivos de captura de información necesitan de una fuente de alimentación para funcionar. En función de la sensibilidad y la precisión (y otros factores como la cantidad de información capturada) requerirá un consumo de potencia eléctrica mayor o menor y poseerá un tamaño diferente.

Es necesario considerar el consumo y el tamaño en el diseño de los sistemas de percepción computacional pues suele ser cierto que consumo y tamaño son inversamente proporcionales a sensibilidad y precisión.

Existen algunos factores más como pueden ser:

- ▶ El precio del sensor.
- ▶ La usabilidad.
- ▶ La resistencia a agentes externos: si un sensor de temperatura es resistente a la lluvia o una cámara lo es a temperaturas extremas.
- ▶ Amplitud en el rango de la medida.
- ▶ La reparabilidad: si es fácilmente reparable...

Tipos de sensores para la captura de información

Existe una gran cantidad de tipología de sensores. Esto es fruto de que el mercado está dando respuesta a la gran demanda de **especificidad** que se ha visto anteriormente (es decir, cada sensor se está haciendo cada vez más específico) e intenta resolver una casuística concreta.

A continuación presentamos una clasificación genérica para que tengas una visión panorámica de los sensores que existen a día de hoy:

SENSORES DE:	
1.	Temperatura.
2.	esfuerzos y deformaciones.
3.	Movimiento, aceleración y velocidad (lineal y angular).
4.	Humedad.
5.	Presencia o proximidad.
6.	Visión artificial (principalmente cámaras CCD).
7.	Caudal.
8.	Nivel.
9.	Fuerza y presión.
10.	Intensidad lumínica.
11.	Táctiles.

Figura 2. Tipos de sensores que puedes encontrar en el mercado.

Conversión analógico-digital (A/D)

La conversión analógico-digital es uno de los pasos esenciales para poder procesar cualquier información. De por sí, dicha conversión daría para una asignatura en sí misma (incluso para un curso académico), no obstante, en este apartado resumiremos dos puntos:

- ▶ En qué consiste la conversión analógico-digital y cómo funciona.
- ▶ Qué tipos de ventajas aporta dicha conversión.

Conversión

En primer lugar, lo que hace es **tomar fotografías de la realidad que se está midiendo**. Es decir, si estamos midiendo temperaturas, la conversión analógico-digital no estaría midiendo constantemente la temperatura en sí, sino que la mediría a intervalos de tiempos. El valor tomado en cada intervalo, además, se discretizaría, entendiendo por «discretizar» el reducirlo a un formato concreto de datos.

Pongamos un ejemplo más concreto y aplicable a un caso real de nuestro día a día. Estamos en un centro comercial y escuchamos la música que nos gusta por los altavoces. Queremos guardar esa canción en nuestro móvil y utilizamos la aplicación micrófono para guardar el sonido del exterior.

- ▶ Nuestro móvil tiene un sensor de sonido: un micrófono.
- ▶ Posteriormente un conversor analógico-digital. Dicho conversor A/D muestrea la señal de audio: toma fotos de ella a periodos concretos.
- ▶ Convierte cada medida (que es una intensidad) en un dígito binario (por ejemplo, 2.1 voltios).

Esa conversión de intensidades físicas a dígitos binarios es lo que se conoce como conversor A/D.

Tras dicha conversión, la información almacenada (las fotografías de la señal de audio) ocupa una cantidad mucho menor que el sonido original y permite la realización de un **pre-procesado** (se verá más en detalle en qué consiste esta fase) que, entre otras tareas, filtra la señal del ruido existente y la protege frente a posibles errores; todo esto mediante software sin la necesidad de dispositivos hardware adicionales.

En este gráfico se aprecia cómo la intensidad de una determinada señal a lo largo del tiempo (valores enteros como 3, 5, 7, 7, 7, etc.) se convierte en formato digital/binario.

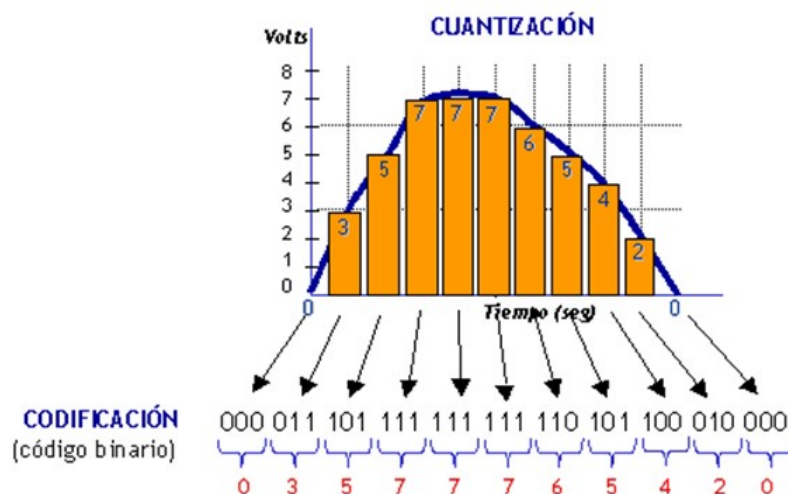


Figura 3. Ejemplo de conversión analógico-digital. Fuente: <http://panamahitek.com/escalando-unidades-de-conversion-analoga-digitales/>

Ventajas

Las ventajas de un conversor A/D son numerosas:

- Reduce enormemente la lógica de procesamiento lo que le permite ser configurable por medio de software.

- ▶ Permite la integración de multitud de sensores en dispositivos corrientes sin necesidad de una integración compleja.
- ▶ La información almacenada es infinitamente menor, lo que ahorra también espacio de almacenamiento.
- ▶ Se puede realizar una transmisión de una información determinada por radio o infrarrojo tras usar un conversor A/D sin necesitar gran ancho de banda ni perder información.
- ▶ Permite y facilita la compresión de información, puesto que la información ha sido convertida a formato digital.

¿Existen desventajas? Por supuesto. La principal es la **pérdida de información**, ya que la señal se está muestreando.

Para solventar esta desventaja, el **teorema de Nyquist-Shannon** propone la frecuencia mínima para muestrear una determinada señal. Este teorema queda fuera del alcance de este temario, sin embargo, hacemos referencia a la existencia de dicha frecuencia mínima dada su relevancia.

Preprocesamiento de la información

Antes de empezar con el apartado dedicado al procesamiento de la información capturada, es necesario añadir una sección dedicada al preprocesamiento. Esta fase podría tener una entidad propia *per se*. De hecho, algunos de los temas de esta asignatura están centrados en el preprocesamiento.

En muchos libros, además, preprocesamiento y procesamiento son sinónimos, siendo en algunos casos uno sustitutivo de otro.

En esta asignatura entenderemos el preprocesamiento como el tratamiento realizado inmediatamente después de la captura de la información y que será común para cualquier procesamiento posterior que se haga.

Por ejemplo, imaginemos un sistema de percepción computacional que se encarga de seguir un objeto en pantalla y detectar su forma. En este caso, son dos tareas las que se realizan para una misma captura de información: vídeo e imagen.

El preprocesamiento del vídeo y de la imagen consistirá en eliminar ruido en la imagen; asegurar que la iluminación es adecuada; eliminar componentes borrosos del vídeo o incluso en equilibrar las componentes de color.

Por otro lado, el procesamiento de dicha captura será doble:

- ▶ Un procesamiento encargado de facilitar la detección de objetos (eliminando detalles del fondo, seleccionando los objetos principales, etc.).
- ▶ Otro procesamiento encargado de analizar la forma y contorno de los objetos.
- ▶ ¿Podrían incluirse las fases de preprocesamiento dentro del procesamiento? Por supuesto, pero entonces habría que realizarla dos veces, una para cada tipo de procesamiento.

Por tanto, el criterio de esta asignatura es definir el preprocesamiento como el conjunto de tareas que acomodan la captura de información al procesamiento de la misma.

Adicionalmente, el preprocesamiento puede realizarse, bien sobre la información en analógico, o bien después de la conversión a digital.

- ▶ En el caso de realizarlo sobre la información en **analógico**, suele tratarse de un preprocesamiento que involucra hardware como filtros basados en circuitos, mejores sensores, etc.
- ▶ En el caso de realizar el preprocesamiento sobre la información ya **digitalizada** (discretizada), este será eminentemente realizado por software o código.

En general, el preprocesamiento realizado de forma digital suele ser más potente, pero trabaja sobre información ya deteriorada no solo por la captura de la señal, sino también por la propia conversión A/D que ha propagado el error de medida.

Por el contrario, el preprocesamiento realizado de forma analógica suele ser muy eficaz, pero menos flexible y poco configurable. Es decir, al ser muy específico, no puede adaptarse a variaciones en los errores observados.

En general, puede decirse que una combinación de ambos es lo más adecuado, aunque actualmente el avance de la tecnología en sensorización y en computación han desplazado la balanza hacia el preprocesamiento realizado de forma digital, ya que es el elegido en numerosos casos por coste, eficiencia y flexibilidad, dado que los sensores proporcionan una medida de la realidad muy precisa.

Las tareas más comunes de preprocesamiento suelen cubrir los siguientes aspectos:

Eliminación de ruido

El concepto de ruido es muy amplio y genérico, pero puede entenderse como **pérdidas** en la calidad de la información o bien **alteraciones** de la información. El ruido más común es el que se produce en una televisión, donde la imagen no es nítida y se aprecia como algunos píxeles de la pantalla no concuerdan con el contexto de la imagen.

Actualmente, la mayoría de los sensores ya poseen integrados mecanismos de reducción de ruido, pero en muchos casos, es necesario una eliminación de ruido adecuada para asegurar que la señal preprocesada cumple con los requisitos correctos para una posterior extracción de características y toma de decisiones.



Figura 4. Ejemplos de ruido en una determinada imagen. Fuente:

<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Photon-noise.jpg>

Detección de anomalías

La detección de anomalías se produce cuando una de las medidas realizadas carece de sentido o está fuera de un rango determinado.

Aunque principalmente es algo a evitar, la detección de anomalías puede conducir al estudio de casos concretos que deriven en un conocimiento más amplio de la problemática. Por ejemplo, en banca, la detección de anomalías suele estar asociada con la detección de comportamientos fuera de lo habitual como pueden ser el fraude o el blanqueo de capitales.

En la siguiente imagen se puede apreciar una anomalía en uno de los latidos de un determinado momento de la señal.

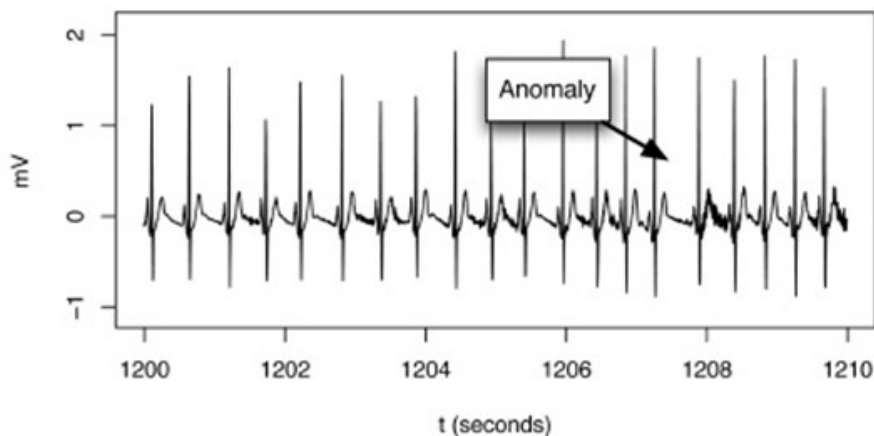


Figura 5. Detección de anomalías en una señal de Electrocardiograma (ECG). Fuente: Dunning y Friedman (2014).

Corrección de errores

Aunque puede parecer propio de la codificación o transmisión de señales, la corrección de errores permite subsanar rápidamente pequeñas perturbaciones en la captura de información que son estadísticamente corregibles.

Por ejemplo, en una imagen: si en una región todos los píxeles son oscuros y un píxel es completamente blanco, se puede corregir mediante el análisis de los píxeles vecinos.

La corrección de errores no suele ser una de las tareas que se realice por defecto en un preprocesamiento. De hecho, suele venir de una etapa del procesado de información que puede automatizarse y es común al resto del procesamiento.

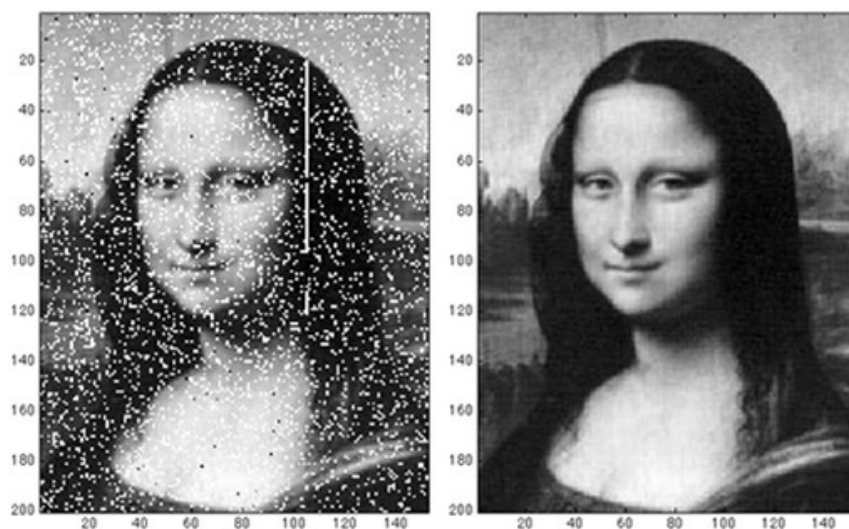


Figura 6. Ejemplo de corrección de errores: (Izq.) Imagen donde se han aplicado errores forzando que algunos píxeles sean blancos. (Dcha.) Imagen reconstruida. Fuente:

<http://cnnespanol.cnn.com/2013/01/18/la-mona-lisa-va-a-la-luna-en-la-primera-transmision-laser-interplanetaria/>

En definitiva, la etapa de preprocesamiento tiene como fin dotar al sistema de percepción computacional de las herramientas necesarias para:

- ▶ Saber si un determinado sensor está funcionando correctamente: un número elevado de anomalías, errores o ruido puede conducir a la conclusión de que el sensor no está funcionando correctamente.
- ▶ Corregir las posibles desviaciones de los sensores a la hora de realizar una determinada medida.
- ▶ Evitar que los errores en la medida se propaguen hasta la toma de la decisión o, en otras palabras, asegurar en todo momento que la decisión se está tomando con la información más limpia posible.

2.5. Procesamiento de la información

Llegados a este punto, la información ya está depurada, limpia y disponible para realizar el procesamiento de la información propiamente dicho. Este depende completamente de la finalidad que se persiga (detectar caras en un aeropuerto, leer matrículas de forma automática, detectar enfermedades en la voz, etc.) y es el núcleo de esta asignatura.

Por ello, en este apartado vamos a dar una visión global de los diferentes **métodos de procesamiento** de información existentes y las familias en las que se divide. Todos estos pueden aplicarse de forma secuencial y no suelen ser excluyentes. De hecho, lo habitual en problemas reales es aplicar un conjunto de ellos para encontrar la solución adecuada.

Filtros y suavizado de la información

En general, cuando se habla de filtros se hace referencia a la operación matemática, bien sobre la señal unidimensional, bien sobre la imagen, que permite eliminar o potenciar los detalles de la información a procesar. Un filtro puede eliminar los detalles de una imagen (contrastes, contornos, bordes, etc.) para permitir, por ejemplo, detectar qué objetos existen en dicha imagen.

El **filtrado** suele ser una operación computacionalmente costosa pues requiere recorrer toda la señal unidimensional o toda la imagen, que es una señal bidimensional.

Las operaciones de filtrado normalmente poseen una operación inversa teórica, pero puesto que el filtrado y el suavizado de la información conllevan de por sí pérdida de información, volver a la información original es, aparte de costoso, no muy satisfactorio. Además, y no menos importante, se puede decir que la mayoría de filtros son no lineales.

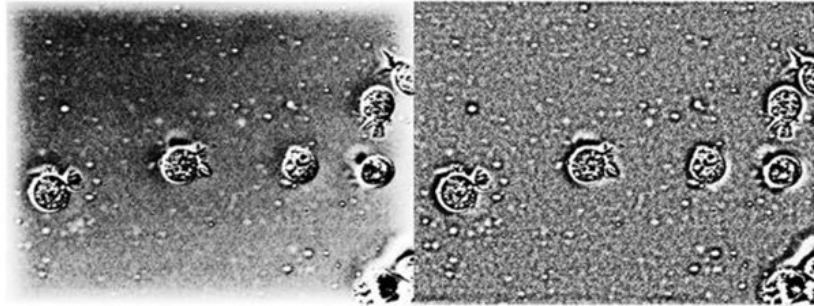


Figura 7. Ejemplo de filtrado de imagen para bajas frecuencias (respetando las altas frecuencias que se corresponden con los detalles de la imagen). Fuente:

<https://blogs.mathworks.com/steve/2013/07/10/homomorphic-filtering-part-2/>

Segmentación y detección de regiones

Por segmentación se entiende la división de la información en conjuntos de datos con propiedades similares entre ellos.

Un ejemplo claro se aprecia en la segmentación de imágenes. Si consideramos la foto de un elefante en la sabana, la segmentación deberá distinguir las zonas de la imagen más generales como son el suelo, el elefante, el cielo y la vegetación. Se podría haber resumido también en una segmentación de dos elementos: elefante y resto del paisaje. Esta elección es dependiente de la aplicación que se persiga.

La segmentación y detección de regiones es también una de las **operaciones computacionalmente más costosas** que existe en el procesamiento de información.

La dificultad de la segmentación (y que aún se encuentra bajo investigación) es la **detección automática del número de segmentos** dentro de una imagen. Es decir, ¿cuántas subimágenes o grupo de píxeles existen dentro de una imagen?

Para realizar una buena segmentación es necesario que la comparación se realice considerando **características extraídas** de la imagen

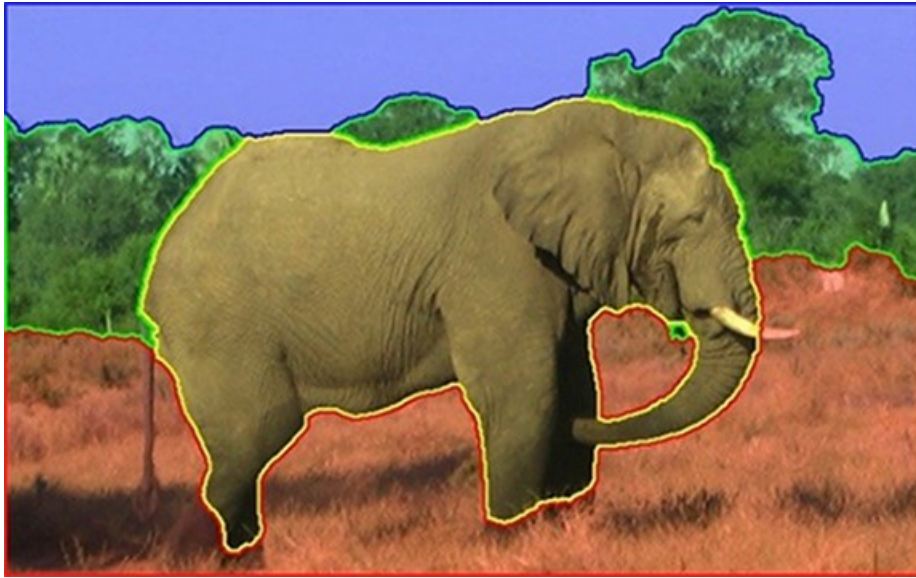


Figura 8. Ejemplo de filtrado de imagen para bajas frecuencias (respetando las altas frecuencias que se corresponden con los detalles de la imagen). Fuente: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7789625/>

Extracción de características

El siguiente paso lógico a la segmentación es la extracción de características, entendida como un resumen desde el punto de vista analítico de cada región obtenida.

En otras palabras, la extracción de características hace referencia a la capacidad para **distinguir regiones** donde hay diferentes texturas, intensidades o, en el caso de señales unidimensionales, diferentes **patrones de comportamiento**.

La extracción de características puede aplicarse inicialmente sobre la señal unidimensional o sobre la imagen directamente, pero se obtendrá ruido debido a que los extractores de características considerarán el **ruido como parte de la información**. Por eso es recomendable, aunque dependerá del problema en concreto a resolver, aplicar la extracción de características cuando la información esté completamente limpia y preprocesada lo máximo posible.

Ejemplos de características que se pueden extraer:

- ▶ Componentes en frecuencia de diferentes secciones de una imagen.
- ▶ Coeficientes de transformaciones no lineales como puede ser la transformada de Fourier o de Laplace.
- ▶ Suavidad del contorno de un objeto detectado.
- ▶ Área del segmento encontrado después de la segmentación.
- ▶ Descriptores de texturas de una determinada región.

De todas las fases del procesado de la información, es la que más se está desarrollando últimamente y donde hay más foco de investigación. Muchos de los resultados han ayudado a avanzar en la encriptación y la compresión de datos, entre otros.

En definitiva, la extracción de características permite facilitar la comparación entre dos regiones dentro de una imagen, entre dos objetos previamente segmentados o incluso entre dos señales unidimensionales.

En la siguiente imagen vemos como la extracción de características acaba con un vector de características que facilita su posterior comparación con otro vector.

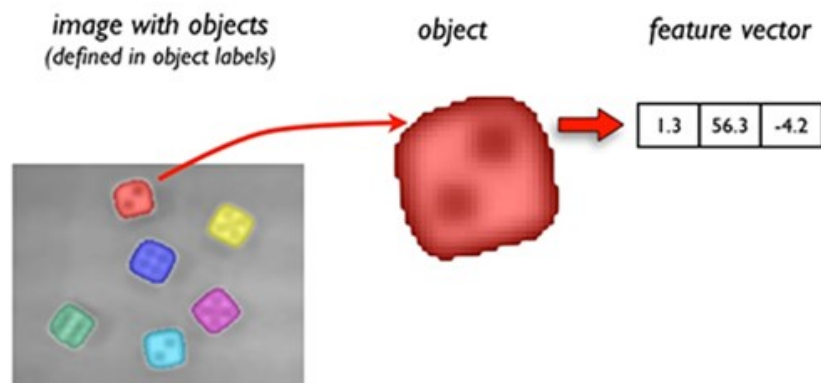


Figura 9. Ejemplo de filtrado de imagen para bajas frecuencias (respetando las altas frecuencias que se corresponden con los detalles de la imagen). Fuente:

https://doc.perclass.com/perClass_Toolbox/guide/feature_extraction/object.html

2.6. Toma de decisión

Para recapitular, cuando se llega a la toma de decisiones se han realizado los siguientes pasos que vemos con un ejemplo sobre la lectura de matrículas de forma automática:

Se ha definido un conjunto de fuentes de información que pueden resultar de interés para resolver un determinado problema.

Ejemplo: leer de forma automática las matrículas de un coche.

Una vez fijadas las fuentes de información, se han decidido qué sensores emplear para capturar dicha información.

Ejemplo: cámaras estándar que capturan fotografías cada segundo.

El preprocesamiento consiste en corregir bien si existe desenfoque en la imagen capturada.

Ejemplo: algo normal, debido a la velocidad a la que se captura la imagen.

El procesamiento consiste en un filtrado para eliminar los detalles de menor importancia, una segmentación en color y una detección de bordes. Posteriormente se ha hecho una extracción de características.

Ejemplo: detectar dónde está ubicado cada número y letra de la matrícula.

Figura 10. Resumen y ejemplo de las fases anteriores de la de toma de decisiones.

Llegados a este punto tenemos, en el caso de España, cuatro números y tres letras. De todos los métodos presentados en este apartado, ninguno de ellos nos ayuda en:

- ▶ Asegurar que en efecto hay cuatro números y tres letras.
- ▶ Asegurar que estoy leyendo realmente una matrícula y no la marca del coche.
- ▶ Asociar la región correspondiente a un número con un número concreto. Es decir, ¿cómo asociar un determinado conjunto de píxeles a un número?
- ▶ Detectar que no es una matrícula española.

Todas estas tareas deben realizarse en el módulo de toma de decisiones. Dicho módulo es el encargado de aplicar la lógica final para o bien tomar una decisión: ¿Es una matrícula registrada?; o bien dar soporte en la toma de decisiones: marcar en una determinada imagen qué zonas corresponden con paisajes, por ejemplo.

Esta fase debe realizarse principalmente tras la extracción de características. Considerarla basándonos únicamente en filtrados, segmentaciones o incluso en el preprocesado no suele ser común y, en muchos casos complica, enormemente la toma de decisiones. Sin embargo, existen casos donde los módulos de toma de decisiones pudieran no existir.

Por ejemplo, el coche que es capaz de conducir de forma automática (sin supervisión); estos coches poseen un módulo capaz de detectar las líneas de las carreteras. Dicho módulo tiene todos los ingredientes de un sistema de percepción computacional: captura de la información, preprocesamiento y extracción de características.

No obstante, dicho módulo no toma ninguna decisión, sino que proporciona la propia extracción de características a otro módulo que aglutina la información de otras fuentes y toma la decisión. Con lo cual, puede decirse que dicho módulo de percepción computacional no toma una decisión, sino que ayuda a otros módulos tanto a aprender como a dar soporte en la toma de decisiones.

2.7. Referencias bibliográficas

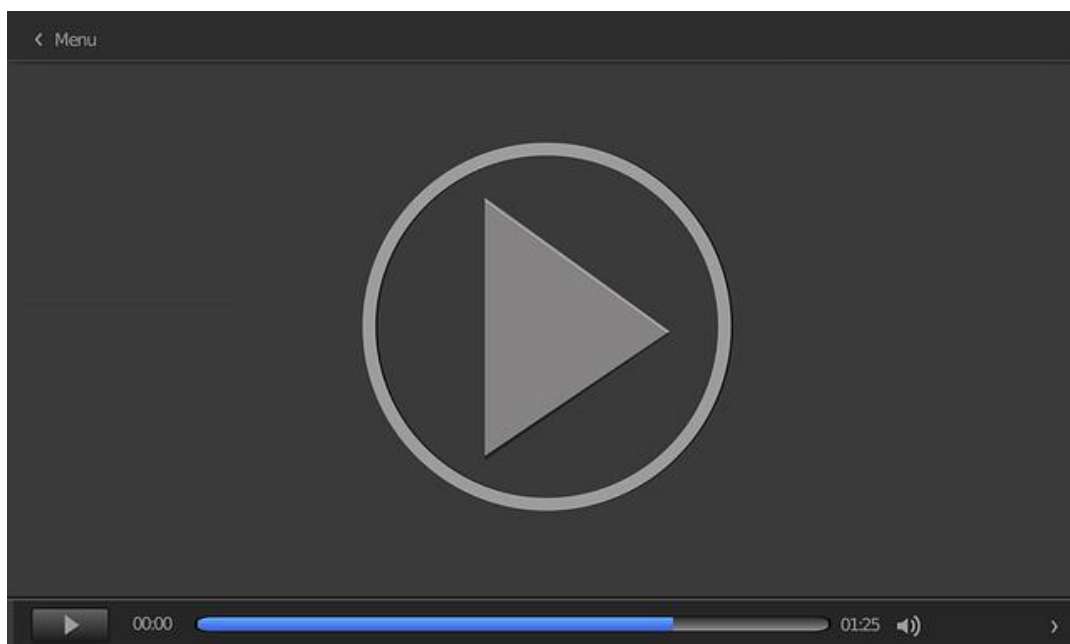
Dunning, T. y Friedman, E. (2014). *Time Series Databases: New Ways to Store and Access Data*. Sebastopol: O'Reilly Media.

González, R. C. y Woods R. E. (2007). *Digital image processing*. Upper Saddle River: Prentice-Hall, Inc.

Análisis de tráfico

ExcellentSK. (2013, octubre 1). *Traffic counting based on OpenCV* [Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=z1Cvn3_4yGo

Aquí tenemos un ejemplo de análisis de tráfico basado en procesamiento de vídeo.



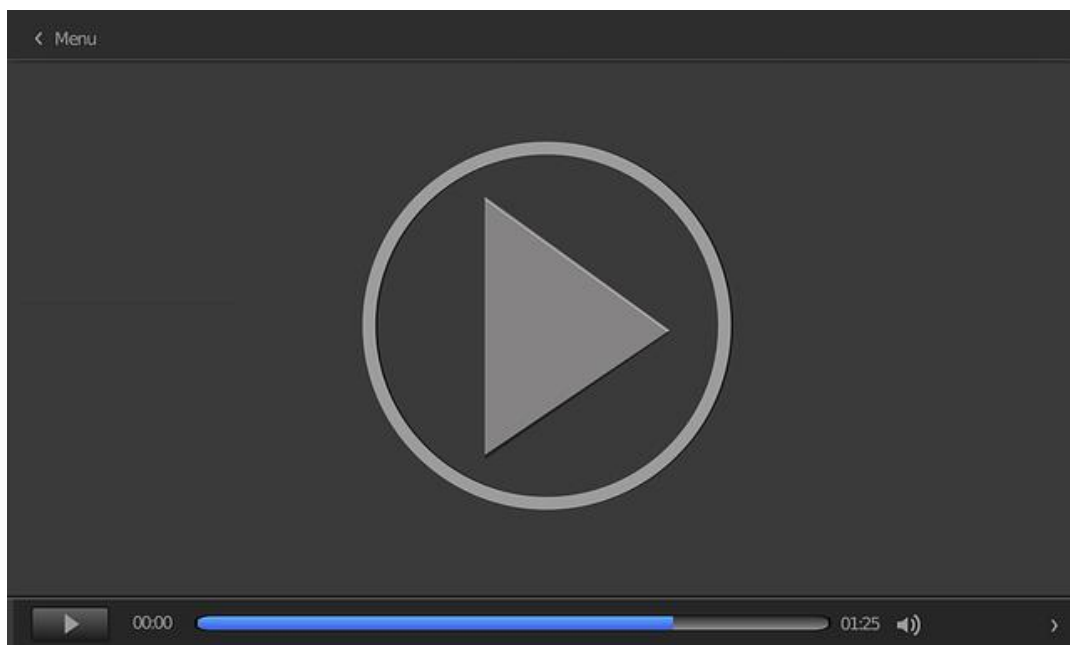
Accede al vídeo:

https://www.youtube.com/embed/z1Cvn3_4yGo

Tracking de objetos con OpenCV

Kyle Hounslow. (2013, marzo 12). *Tutorial: Real-Time Object Tracking Using OpenCV* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=bSeFrPrqZ2A>

Otro ejemplo de procesamiento de vídeo, en este caso, aplicado al tracking de objetos mediante OpenCV.



Accede al vídeo:

<https://www.youtube.com/embed/bSeFrPrqZ2A>

1. Un sistema de percepción necesita únicamente:
 - A. Un módulo de captura de información, puesto que sin él no puede entender qué está sucediendo en el exterior.
 - B. Un módulo de toma de decisiones, puesto que sin él no puede ejecutar ninguna acción.
 - C. Ninguna de las anteriores.

2. Un sensor que es capaz de detectar únicamente el nivel de dióxido de nitrógeno de una ciudad, pero con un error muy grande, posee:
 - A. Una especificidad muy alta, pero una precisión muy baja
 - B. Una sensibilidad muy baja
 - C. Una especificidad baja pero una sensibilidad alta.

3. Si se realizase una segmentación sobre una imagen sin suavizar/filtrar, ¿qué es lo más probable que pase?
 - A. El coste computacional sería más alto que empleando el filtrado, puesto que el número de segmentos podría ser muy alto.
 - B. El número de segmentos obtenidos sería muy bajo y cada segmento, poco descriptivo.
 - C. Ninguna de las anteriores.

4. El objetivo principal del preprocesamiento es:
 - A. Tomar decisiones en tiempo real y ahorrarse el procesamiento.
 - B. Reducir la información que se procesa en los siguientes pasos.
 - C. Asegurar que la calidad de la información que llega al procesamiento es la máxima posible.

5. La toma de decisiones debe hacerse siempre después del procesado y la extracción de características:
 - A. Falso.
 - B. Verdadero.

6. Un radioaficionado decide hacer su primera radio AM, pero no puede escuchar perfectamente los canales. De las siguientes posibilidades, ¿cuál crees que es la más adecuada para eliminar dicho ruido?
 - A. Realizar un filtrado analógico mediante hardware.
 - B. Usar un conversor A/D y posteriormente un filtrado digital para evitar el filtro analógico.
 - C. Combinar el filtrado analógico más el conversor A/D y posteriormente el filtrado digital.
 - D. Todas las anteriores son correctas.

7. Un radiólogo aficionado al procesamiento de imágenes decide hacerse un sistema de segmentación automático que, dada una imagen ya digitalizada, le indica dónde hay microcalcificaciones en los huesos. ¿Qué pasos tendría que dar?
 - A. Realizar una extracción de características, ya que la imagen de una radiografía ya posee un contraste lo suficientemente alto como para distinguir el hueso del fondo.
 - B. Realizar una segmentación basada en color para asegurar que el hueso se distingue con claridad y posteriormente realizar una extracción de características que conduzca a la detección de las microcalcificaciones.
 - C. Realizar un filtrado para potenciar un mayor contraste de la imagen, después una segmentación basada en color y por último una extracción de características.

8. En una carretera de velocidad máxima de 70 km/h se quiere poner un sensor para contar el número de vehículos que pasan al día. Se opta por un sensor mecánico que se insertará en el asfalto. De las siguientes opciones, ¿cuál sería la más óptima desde un punto de vista funcional y económico, si lo único que interesa es detectar el número de vehículos?

- A. Un sensor con mucha especificidad capaz de distinguir el tipo de vehículo (moto, coche, camión...); muy preciso, es capaz de detectar el peso y el número de ocupantes; y muy sensible, se utiliza en Fórmula Uno para la línea de meta y con un precio de 300 €.
- B. Un sensor con mucha especificidad capaz de distinguir el tipo de vehículo; poco preciso, posee un error de 300 kg; y suficientemente sensible como para detectar vehículos a 200 km/h. Su precio es de 200 €.
- C. Un sensor poco específico, solo detecta si algún objeto pasa por encima; muy poco preciso con un error de 500 kg; con baja sensibilidad, usado en parkings para detectar que se puede abrir la barrera de entrada/salida; y con un precio de 50 €.

9. Decides comprar un dispositivo que es el mejor del mercado para capturar la voz, aseguran que no tiene ningún tipo de ruido. ¿Es necesario, por lo tanto, realizar alguna labor de pre-procesamiento o filtrado?

- A. No, en ningún caso. Ya viene sin ruido, se pueden realizar labores de procesamiento y extracción de características directamente.
- B. Aunque no capture ruido, puede capturar información que no deseo (como puede ser la voz de otra persona o el entorno), con que se debe de realizar una labor de filtrado.
- C. La segmentación es lo más adecuado, ya que es una mezcla de filtrado y preprocesamiento.

10. ¿En qué caso se puede considerar un sistema de percepción computacional sin módulo de toma de decisión?

- A. En aquellos casos donde una extracción de características pueda ayudar a otro sistema a aprender o dar soporte en la toma de decisión.
- B. En ninguno, siempre es necesario un módulo de toma de decisión.
- C. Solo donde no se realiza filtrado ni pre-procesamiento.