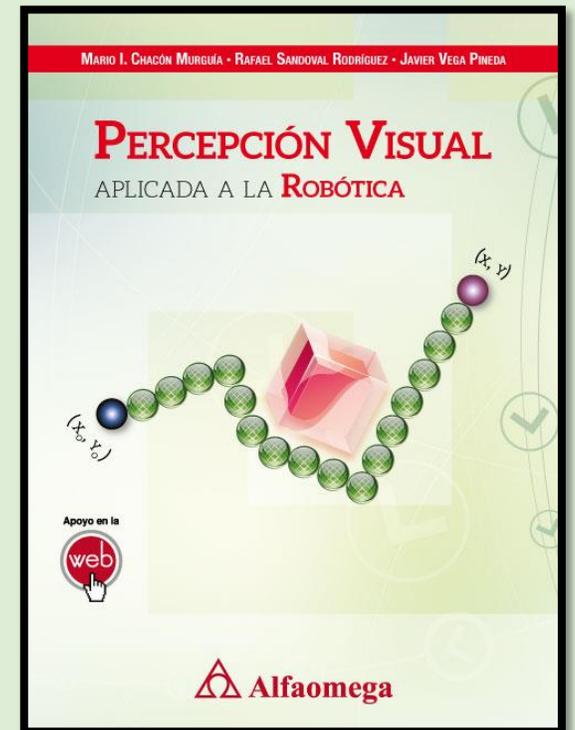


# Percepción visual aplicada a la robótica

Mario I. Chacón Murguía

Rafael Sandoval Rodríguez

Javier Vega Pineda



Selecciona el libro para empezar

# Capítulo 1

## Conceptos básicos de procesamiento de imágenes

Continuar

# Modelo de visión por computadora

- Un modelo para realizar visión mediante una computadora permite definir los niveles y procesos que se realizan sobre una escena para llegar a su interpretación.
- Una parte importante del modelo de visión por computadora es el procesamiento digital de imágenes, PDI.
- PDI es el tratamiento de imágenes mediante medios electrónicos.
- Un aspecto importante del PDI es que las imágenes con que se trabaja no provienen únicamente del sensado del espectro de luz visible a la cual responde el ojo humano, las imágenes pueden provenir del sensado de cualquier área del espectro electromagnético.

# Digitalización de imágenes

- El proceso de captura se realiza mediante un digitalizador.
- El digitalizador generará una imagen digital la cual es una representación discreta de la imagen continua.
- Este proceso da lugar a la definición de pixel, el cual corresponde al elemento básico que compone una imagen digital y corresponde a una de las muestras del proceso de digitalización.

# Adquisición de imagen

- La electrónica comúnmente utilizada para la adquisición de imágenes es un dispositivo fotosensible, sensor CCD, del inglés Charge-Coupled Device, y una tarjeta digitalizadora.
- El CCD es un dispositivo físico sensible a una banda en el espectro de energía electromagnética y que produce una señal eléctrica de salida proporcional al nivel de energía censada.
- El CCD convierte la energía luminosa en una señal eléctrica la cual es digitalizada por la tarjeta digitalizadora.

# Relaciones básicas entre pixeles

- Estas relaciones serán la base para la definición e implementación de algunos operadores para realizar el procesamiento de imágenes.
- Conectividad entre pixeles es un concepto básico pero útil para definir o delimitar regiones de objetos contenidos en una imagen.
- La conectividad se define con base en la adyacencia, vecindad de pixeles, y niveles de gris como criterio específico.

# Procesamiento de imágenes en el dominio espacial

- Procesamiento de punto:  $i_N(x, y) = T[i(x, y)]$  donde  $i_N(x, y)$  representa el nuevo pixel generado mediante la transformación  $T[ ]$  sobre el pixel  $i(x, y)$ . En este proceso se parte de una imagen original  $I(x, y)$  y se genera una nueva imagen  $i_N(x, y)$  mediante el operador  $T[ ]$ , el cual opera sobre cada uno de los pixeles.
- Procesamiento de área: el valor del nuevo pixel no solamente depende del pixel en la misma posición en la imagen original, sino que también depende de sus vecinos, y se define como  $i_N(x, y) = T[N_8(i(x, y))]$

# Mejoramiento de imagen

- El objetivo de las técnicas de mejoramiento es procesar una imagen de manera que el resultado sea más adecuado que la imagen original para una aplicación específica.
- Los métodos del dominio espacial se refieren al plano mismo de la imagen, y se basan en la manipulación directa de píxeles en una imagen.
- El término dominio espacial se refiere a la utilización de la información presente en los píxeles que componen una imagen.

# Contraste y brillo

- El contraste en una imagen está relacionado con las diferencias de tonalidades de gris presentes en una imagen.
- El brillo en cambio se debe a la distribución de valores de los píxeles, es decir hacia qué extremo se localiza la distribución, hacia el negro o hacia el blanco.

# Realce de rangos de nivel de gris

- Los métodos espaciales expuestos anteriormente afectan a cada uno de los píxeles de la imagen. Sin embargo, en ocasiones lo que se desea es realzar únicamente ciertos píxeles dentro de un rango de niveles de gris presentes en la imagen.
- Para esas situaciones lo que se realiza es un procesamiento de rangos de niveles de gris.
- La técnica consiste en resaltar o mejorar la información relacionada con ciertos rangos de niveles de gris. Generalmente se realiza mediante dos formas: resaltar los píxeles de interés y desaparecer los píxeles de no interés.

# Procesamiento de histograma

- El histograma básicamente es la función obtenida de una imagen que nos indica la frecuencia de ocurrencia de los tonos de gris presentes en la imagen.
- El histograma de niveles de gris de una imagen digital es una función discreta, debido a la naturaleza propia de la imagen digital, que indica, para cada nivel de gris, el número de píxeles presentes en la imagen.
- El histograma de una imagen proporciona una descripción local de la apariencia de una imagen.

# Operaciones aritméticas y lógicas

- Las operaciones aritméticas se pueden realizar entre un escalar y una imagen o bien entre dos o más imágenes.
- Las operaciones aritméticas de resta, multiplicación y división y las lógicas OR y AND se realizan pixel a pixel entre las dos imágenes.
- Otro punto importante que hay que tomar en cuenta al realizar operaciones aritméticas es que éstas pueden generar problemas de escala en los nuevos valores de los píxeles y en ocasiones es necesario realizar un cambio de escala.

# Promedio para reducción de ruido

- Si múltiples imágenes de la misma escena están contaminadas por una fuente de ruido aleatorio, las imágenes pueden promediarse para reducir el ruido. En el proceso de promediado, el contenido estacionario de la imagen no cambia, mientras que el patrón de ruido, diferente de una imagen a la siguiente, se incrementa en forma más lenta en el proceso.

# Filtros espaciales

- La aplicación de filtros espaciales a las imágenes se realiza mediante la aplicación de una operación de convolución entre el pixel de interés y sus vecinos, y los coeficientes  $w$  del filtro.

# Filtros de suavizado

- Los filtros de suavizado generalmente se utilizan para eliminar un poco el ruido presente en una imagen o bien para dar un efecto de suavizado a la imagen.
- Este tipo de filtro se basa en la idea de que el ruido representa un cambio fuerte con respecto a los pixeles vecinos, por lo que el filtro de suavizado tiende a atenuarlo. El problema que presentan estos tipos de filtros es que los bordes de una imagen también están relacionados con cambios fuertes, por lo que también son afectados por los filtros de suavizados generando un efecto no deseado.

# Filtros estadísticos

- El efecto de borrado de bordes generado por los filtros de suavizado es un efecto generalmente indeseado. Un filtro que nos brinda el efecto del filtro de promediado pero que afecta menos a los bordes es el filtro de mediana. Este tipo de filtro pertenece al grupo de filtros de orden estadístico.

# Filtros de nitidez

- El caso de los filtros de nitidez es el caso contrario. Este tipo de filtros se relaciona con los filtros pasa altas ya que mejoran las partes de la imagen relacionadas con los detalles.

# Procesamiento de señales en dos dimensiones

- En esta sección se presenta la extensión de las bases de procesamiento de señales en una dimensión, al procesamiento de señales de dos dimensiones.
- Normalmente las transformadas se utilizan para llevar información de un dominio en el que el tratamiento de la señal o no es posible o bien resulta complejo.
- Una transformada aplicada a una imagen realiza una transformación del dominio espacial a otro dominio matemático mediante una ecuación de transformación.

# Transformada discreta de Fourier

- Una propiedad de la transformada de Fourier que facilita el análisis de espectros de frecuencia de imágenes es la propiedad de traslación. Esta propiedad nos muestra que el efecto de multiplicar nuestra función en el tiempo por una exponencial compleja implica un corrimiento en la frecuencia. Esta propiedad se relaciona con el teorema de modulación de señales.
- Este efecto es muy útil en la visualización de la magnitud de la transformada de Fourier ya que permite un análisis más fácil y rápido al mostrar el espectro en forma simétrica, colocando el origen, bajas frecuencias, en el centro de la visualización, y la frecuencia aumenta conforme nos alejamos en forma radial del centro.

# Correlación en dos dimensiones

- Es una medida de similitud entre señales.
- La correlación en dos dimensiones tiene las mismas propiedades que la correlación en una dimensión.

# Filtrado en la frecuencia y transformada Wavelet

- El procesamiento de imágenes en el dominio de la frecuencia se basa en el tratamiento de la información contenida en la imagen en el dominio de la frecuencia.

# Filtros puntuales

- Por filtro puntual queremos decir el método que opera en la frecuencia para seleccionar una o varias frecuencias que serán eliminadas directamente de la transformada de Fourier.
- El análisis sobre la función de magnitud permite la medición y localización de los picos con gran exactitud en forma sencilla, de manera que nosotros podemos eliminar ciertos valores en la transformada y así lograr un filtrado de la imagen.

# Introducción a la transformada Wavelet

- El porqué de esta transformación se debe a que en ocasiones no es apreciable la información presente en la señal en el tiempo, o bien la realización de ciertas operaciones en la frecuencia resultan ser computacionalmente factibles o más eficientes.
- Sin embargo, uno de los grandes problemas de la transformada de Fourier es que se trata de una transformación genérica de la información de frecuencia presente en una señal.

# Análisis con onduletas

- El análisis con onduletas permite analizar una señal de manera que podamos tener una ventana grande para análisis de frecuencias bajas y ventanas cortas para frecuencias altas.
- La ventana modulada escalable se desplaza a lo largo de la señal y se calcula el espectro para cada posición.

# Onduleta discreta

- La transformada Wavelet discreta nos permite obtener una transformación de una señal pero sin tener que barrer todos los valores posibles de escala y traslación como se realizaría en una transformada continua.

# Transformada Wavelet discreta

- Manifiesta una relación entre la función de escalamiento y las onduletas que intervienen en el análisis.

# Análisis con paquetes de onduletas

- El análisis con paquetes de onduletas difiere del proceso anterior en que el primer detalle es descompuesto en forma repetida al igual que la primera aproximación.
- Esta modalidad nos abre un panorama más amplio de posibilidades de análisis de una señal, ya que el análisis es a mayor detalle de descomposición y además la señal  $f$  puede sintetizarse por un número mayor de combinaciones de su descomposición.

# Segmentación de imágenes

- La segmentación se considera un proceso de alto nivel ya que es una tarea que implica un grado más avanzado de procesamiento que las tareas simples de preprocesamiento de imagen.
- Los métodos basados en discontinuidades se basan en algoritmos de detección de bordes. Los métodos basados en similitud se basan en algoritmos de umbrales y crecimiento de regiones.

# Detección de bordes

- La detección de bordes se basa en determinar dónde ocurre una discontinuidad en la imagen, es decir una considerable variación en la intensidad de tono de gris.
- La consideración que se toma en cuenta es que un objeto de interés tenderá a ser uniforme en su tono de gris y estará delimitado por otros objetos, regiones, con la misma característica, de manera que existirá un cambio fuerte de tonalidad entre el objeto y sus vecinos.

# Encadenado de bordes

- La teoría básica sobre encadenamiento de bordes es la de analizar la información de cada pixel generada por los operadores de bordes dentro de vecindarios y tratar de inferir si un pixel definido como borde puede ser encadenado con otro bajo una medida de similitud de características. La información que se analiza para el criterio de similitud es la magnitud y dirección del gradiente.

# Detector de bordes Canny

- El método de Canny define que el éxito del algoritmo de detección de bordes se basa en la definición de un conjunto adecuado de metas para definir los puntos del borde.
- Las condiciones que define Canny son dos y posteriormente la extiende a una tercera. Las primeras dos son: el error de detección de bordes, que indica que se deben localizar todos los bordes y no se deben generar respuestas falsas. La segunda se refiere a la localización del borde la cual se relaciona con la distancia entre el pixel detectado como borde y el borde real, la cual deberá ser minimizada.

# Transformada de Hough

- La transformada de Hough ha sido definida para localizar diferentes formas como líneas o círculos.
- Mediante un mapeo podemos ver que si existieran varios puntos alineados en una imagen, aunque no unidos, la línea podría ser detectada en el plano ya que habría muchas líneas que pasaría por el mismo punto . Sin embargo existe un problema con este mapeo para representar una línea: es que la pendiente e intersección tienden a infinito conforme la línea tiende a la vertical.

# Segmentación por umbral

- El método de segmentación basado en umbrales es un método que se basa en uniformidad.
- El método busca segmentar la imagen mediante la definición de uno o varios umbrales con respecto a tonos de gris de píxeles que permitan generar agrupamientos de píxeles que definan los objetos presentes en la imagen.

# Segmentación por umbral sobre bordes

- Una forma que nos permite obtener distribuciones más separadas y menos dependientes del tamaño de los objetos es obtener el histograma sobre los píxeles que se encuentren cerca de los bordes de los objetos en lugar de utilizar todos los píxeles de la imagen.

# Segmentación basada en regiones

- El proceso entonces se realiza sobre los valores mismos de la imagen, sin tener que recurrir a una transformación de la imagen.
- El esquema descrito permite entonces realizar segmentación mediante la definición de un conjunto de predicados los cuales está relacionados con las características de las regiones que queremos generar. Estos predicados pueden ser heurísticos o bien definidos con base en un proceso matemático formalmente definido.

# Detección de movimiento

- La capacidad de detección de movimiento es una característica presente en los sistemas de visión de los seres vivos.
- Esta característica es tan importante para el sistema visual que en general predomina como detonante de la atención del sistema de visión.
- Esta nueva función, como podemos observar, depende de la variable tiempo, por lo que estamos hablando de lo que se conoce como secuencia de video.