

Visión Artificial

Introducción

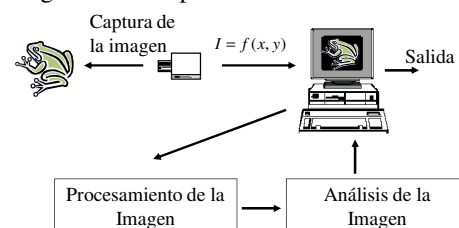
- Es el campo de la IA que se encarga del estudio de los sistemas dotados con la capacidad de ver
- Se encarga de realizar desde operaciones generales hasta operaciones especializadas como:
 - Reconocimiento de huellas dactilares
 - Reconocimiento de rostros
 - Reconocimiento de caracteres
 - Control de robots, etc

Introducción

- También llamado de visión computacional o visión por computador.
- El primer paso que debe ser considerado en un sistemas de visión por computador es la interpretación de la imagen en algo que sea manejable por el computador (imagen)
- Una imagen puede ser representada como una matriz de valores de intensidad.

Introducción

- Un sistema de visión artificial de tener los siguientes componentes



Procesamiento de Imágenes

- Consiste en transformar la imagen en algo que sea mas manejable para la segunda fase donde se llevaran acabo operaciones como:
 - Filtrado
 - Remarcar los bordes
 - Detectar regiones similares
 - Extracción de características que permitan un mejor análisis en la siguiente fase

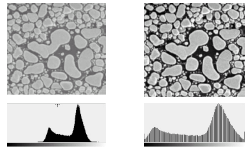
Procesamiento de Imágenes

- Objetivo
 - Resaltar aspectos de la imagen para que sea la percepción humana
 - Reducción del tamaño de los datos
 - A necesidad de obtener invariancia de la imagen para poder realizar aun análisis en función del contenido de la imagen

Procesamiento de Imágenes

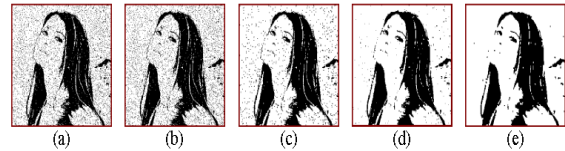
- Filtrado consiste en aplicar algún método para mejorar o resaltar alguna región de la imagen

Histograma



Procesamiento Imagen

- Quitar ruido es otra aspecto importante del filtrado de imágenes



Red Neuronal Celular

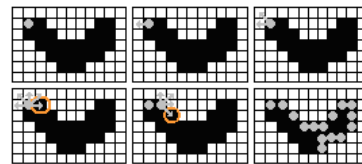
Procesamiento de Imágenes

- El detectar los bordes de una imagen puede ser considerado como un proceso de segmentación de imágenes.



Procesamiento de Imágenes

- Chain Code** es un método para la detección de contornos



Procesamiento de Imágenes

- La detección de regiones similares corresponde a un proceso de segmentación de una imagen a través de las intensidades de color que puedan tener, como por ejemplo usar los coeficientes de Fourier.



Procesamiento de Imágenes

- Extracción de características**

Existen varias técnicas que nos ayudan en la detección de características mas resaltantes de una imagen:

- Transformada de Fourier
- Transformada de Wavelet
- Momentos, etc
- Representación mediante grafos

Procesamiento de Imágenes

- Transformada de Fourier 1D
 - Esta transformada representa un cambio de dominio.

$$F(u) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} f(x) e^{-\frac{2\pi i u x}{N}}$$

- Nos ayuda a obtener un vector de características invariante a ciertos tipos de transformaciones geométricas

Procesamiento de Imágenes

- Descriptor de Fourier:
 - Existe una propiedad por la cual:
 - Si el contorno de la imagen que están en coordenadas (x, y) es convertida como una función:

$$U(u) = x + y \cdot i$$

- Aplicando Fourier

$$TU(u) = \frac{1}{N} \sum_{x=0}^{N-1} U(u) e^{-\frac{2\pi i u x}{N}}$$

- A magnitude de seus coeficientes são invariantes ao rotação.

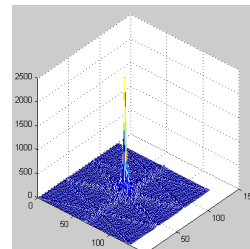
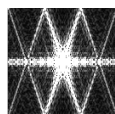
Procesamiento de Imágenes

- Transformada de Fourier 2D
 - Permite trabajar con imágenes como una representación en dos dimensiones dadas por una función $F(x, y)$

$$F(u, v) = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x, y) e^{-2j\pi(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N})}$$

Procesamiento de Imágenes

- Transformada de Fourier

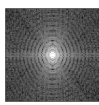
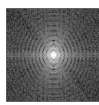


Procesamiento de Imágenes

- Propiedades de la Transformada de Fourier
 - Invariante a traslación: Si $F(u, v) = [f(x, y)]^\wedge$

$$[f(x-a, y-b)]^\wedge = e^{-2j\pi(ua+vb)} \bullet F(u, v)$$

$$|[f(x-a, y-b)]^\wedge| = |e^{-2j\pi(ua+vb)} \bullet F(u, v)| = |F(u, v)| = |[f(x, y)]^\wedge|$$



Procesamiento de Imágenes

- Propiedades de la Transformada de Fourier
 - Invariante a rotación: Si $x = r \cos \theta$, $y = r \sin \theta$

$$F(\rho, \phi) = \sum_{r=0}^R \sum_{\theta=0}^{2\pi} f(r, \theta) e^{-2j\rho r \cos(\theta-\phi)} \quad [f(r, \theta + \phi)]^\wedge = F(\rho, \phi + \phi)$$



Procesamiento de Imágenes

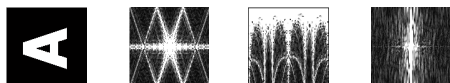
- Propiedades de la Transformada de Fourier

– Invariante al tamaño: el tamaño se ve afectado por el radio r si $[f(\alpha r, \theta + \phi)]^\wedge = (1/\alpha^2) F(\rho/\alpha, \phi + \phi)$

donde $1/\alpha^2$ es eliminado por normalización, si

$\lambda = \ln \rho$ entonces $F(\rho, \phi) = F(e^\lambda, \phi)$ y haciendo:

$F(e^\lambda, \phi) = G(\lambda, \phi)$ entonces $F(\rho/\alpha, \phi + \phi) = G(\lambda + \ln \alpha, \phi + \phi)$



Procesamiento de Imágenes

- Transformada de Fourier

$$F[u] = \int f[t] e^{-i2\pi ut} dt$$

- Transformada de Ventanas de Fourier

$$F(u, b) = \int j(t-b) f[t] e^{-i2\pi ut} dt$$

- Wavelets como alternativa de tiempo y escala

Procesamiento de Imágenes



$$F(a, b) = \int f(t) \psi_{a,b}(t) dt$$

Transformada de Wavelets.

Donde la wavelet es definida:

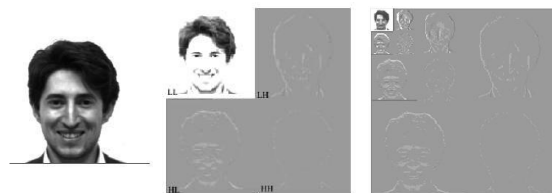
$$\psi_{a,b}(t) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{t-b}{a}\right)$$

La wavelet madre satisface:

$$\int \psi(t) dt = 0$$

Procesamiento de Imágenes

- Ejemplo de utilización de los wavelets en una imagen de un rostro



Procesamiento de Imágenes

- Momentos

Centro de masa $x_c = \sum \frac{x_i}{N} \quad y_c = \sum \frac{y_i}{N}$

Momentos centrales $F_k = \sqrt{(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2}$

1er momento $P_x = \frac{\sum F_k x_i}{\sum F_k} \quad P_y = \frac{\sum F_k y_i}{\sum F_k}$

2do momento $F_i = \frac{1}{\sqrt{(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2}}$

Procesamiento de Imágenes

- Aplicación de Momentos

Calcular el centro de gravedad por la ecuación:

$$x_c = \sum \frac{x_i}{N} \quad y_c = \sum \frac{y_i}{N}$$

Calcular pesos w_i que están dados por:

$$w_i = \sqrt{(x_i - x_c)^2 + (y_i - y_c)^2}$$

Calcular los momentos centrales por:

$$X_{w1} = \frac{\sum (w_i x_i)}{\sum w_i} \quad X_{w2} = \frac{\sum (\frac{x_i^2}{w_i})}{\sum \frac{1}{w_i}}$$

$$Y_{w1} = \frac{\sum (w_i y_i)}{\sum w_i} \quad Y_{w2} = \frac{\sum (\frac{y_i^2}{w_i})}{\sum \frac{1}{w_i}}$$

Procesamiento de Imágenes

• Aplicación de Momentos

Los nuevos puntos son:

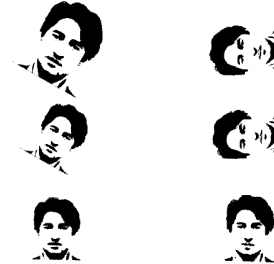
$$d = \sqrt{(X_{w1} - X_{w2})^2 + (Y_{w1} - Y_{w2})^2}$$

Los puntos se redefinen por:

$$X_i = \frac{(X_i - X_{w1})(X_{w1} - X_{w2})}{d} + \frac{(Y_i - Y_{w1})(Y_{w1} - Y_{w2})}{d}$$

$$Y_i = \frac{(X_{w1} - X_i)(Y_{w1} - Y_{w2})}{d} + \frac{(Y_i - Y_{w1})(X_{w1} - X_{w2})}{d}$$

Procesamiento de Imágenes



Procesamiento de Imágenes

• Momentos de HU extrae características

– Dada una función bidimensional continua $f(x,y)$ se define un momento de orden $(p + q)$ por la relación:

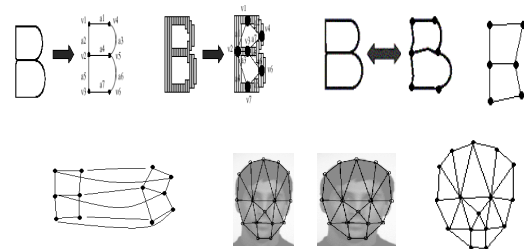
$$m_{pq} = \int_{-\infty-\infty}^{\infty} \int_{-\infty-\infty}^{\infty} x^p y^q f(x, y) dx dy$$

Y para una imagen $\mu_{pq} = \sum_x \sum_y (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q f(x, y)$

con $\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$ $\bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$

Procesamiento de Imágenes

• Representación mediante grafos



Robótica

Introducción

• Definiciones de Robot

- Es un manipulador programable capaz de realizar diversas funciones diseñado para desplazar, materiales partes, herramientas o determinados artefactos mediante movimientos programados variables y cuyo objetivo es la realización de ciertas tareas. (*Robot Int. of América*)
- Conexión inteligente entre percepción y acción. (*Brady*)
- Dispositivo mecánico motorizado y controlado por computador que puede ser programado para realizar una variedad de tareas automáticamente (*Salant*)

Introducción

- Robótica:
 - Objetivo: Desarrollar e integración de nuevas técnicas y algoritmos para la construcción de robots.
 - Desafío: Realizar el potencial del Hardware a través de software.
 - Problema: Diversidad y complejidad de las aplicaciones existentes tienen restringido el avance de la robótica.

Introducción

- Robótica :
 - Ciencia que estudia los robots
- Historia
 - En torno de 1890
 - Se creó los primeros robots tele operados o guiados por control remoto
 - Década de 1940
 - Se desarrollaron los primeros robots académicos
 - Inicios de la década de 1960
 - Se construyeron los primeros robots industriales

Introducción

- Historia
 - Finales de 1960
 - El robot navega por un ambiente cerrado altamente estructurado
 - Finales de los años 1970
 - Primera tentativa de navegación en ambientes cerrados
 - Mediados de la década de 1980
 - Crecimiento de la industria robótica (motivado principalmente por la industria automovilística)

Introducción

- Historia
 - Década de 1990
 - Surgimiento de investigación en la Europa y Japon
 - Desarrollo de micro-robots
 - Expansión de las áreas donde se utilizan los robots
 - Primer robot usado en otros planetas
 - Juegos con robots

Introducción

- Un Robot tiene por lo menos tres componentes principales
 - Sensores (entradas)
 - Sentir el ambiente
 - Efectores o Actuadores (salidas)
 - Actuar sobre el ambiente
 - Sistema de control (computación)
 - Raciocinar sobre acciones a realizar

Introducción – Tipos de Robots

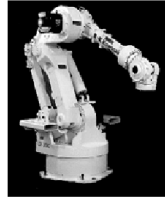
- Robots móviles
 - Robots con capacidad de movimiento
- Tipos de robots móviles
 - Terrestres
 - Aéreos
 - Acuáticos



Introducción – Tipos de Robots

- Robots manipuladores (o industriales)

–Es un manipulador programable capaz de realizar diversas funciones diseñado para desplazar, materiales partes, herramientas o determinados artefactos mediante movimientos programados variables y cuyo objetivo es la realización de ciertas tareas. (*Robot Int. of América*)



Introducción – Tipos de Robots

- Otros tipos
 - Escaladores
 - Micro-robots
 - Androides



<http://world.honda.com/ASIMO/>

Componentes: Sensores

- Sentir: percibir del ambiente
- Sensor: dispositivo que detecta un fenómeno físico y manda un señal para un dispositivo controlador.
- La mayoría de los robots industriales no percibe muchas cosas

Componentes: Censores

- Porque percibir el ambiente?
 - Ambientes reales son altamente imprevisibles
 - Si por lo menos parte de ese ambiente no fuese percibido, pueden ocurrir sorpresas
 - Un robot puede percibir casi todo
 - Desde un simple contacto con un obstáculo hasta la imagen de una escena.
 - Que debe percibir?

Componentes: Sensores

- Sensores visuales
 - Cámara
- Sensores activos
 - Sonares, infra-rojos.
- Táctiles
 - Sensores de colisión
 - Son los mas usados (robots móviles también requieren Sensores visuales o activos)

Componentes: Sensores Visuales

- **Visión computacional** es un área compleja de investigación.
 - Un sistema de visión típico tiene la forma



Componentes: Sensores Visuales

- Sensores visuales pueden ser:
 - Caros
 - Lentos
 - Difíciles de programar
 - Se pueden confundir con la luminosidades, sombras y reflejos.

Componentes: Sensores Activos

- Envían radiación (señal) para el ambiente, la cual es reflejada de vuelta para el censor
- La radiación reflejada es usada para estimar la distancia y dirección a una superficie
- Sensores activos mas usados
 - Sonar
 - Infra-rojo

Componentes: Sensores Activos

- Sensores activos tienen varios problemas con
 - Objetos invisibles (objetos que absorben radiación)
 - Superficies con mucha reflexión (sensores pueden ver objetos reflejados)
 - Ruido en la señal
- Muchos mas baratos que los sensores visuales

Componentes: Sensores Táctiles

- Son sensores de tacto (toque) son tal vez los mas usados
- Pueden ser usados
 - Detectar contacto
 - Medir la cantidad de fuerza usada por el robot

Componentes: Sensores

- Problemas con los sensores
 - Pueden ser mas rápidos que el controlador que lidia con el
 - Fallan
 - Pueden ser muy caros
 - Pueden contradecir unos a otros
 - fusión

Componentes: Sensores

- Otros tipos de sensores
 - Velocidad
 - Posición
 - Calor
 - Campo magnético
 - Olor
 - Sonido
 - otros

Componentes: Efectores

- Son las partes del robot que interactúan con el medio ambiente.
- Pueden incluir
 - Sistemas de manipulación
 - Robots industriales
 - Sistemas de locomoción
 - Robots móviles

Componentes: Efectores

- Sistemas de manipulaciones
 - Brazo
- Efectores
 - Garra
 - Electromagnético
 - Ventosa
 - Pistola
 - otros

Componentes: Efectores

- Sistemas de locomoción
 - Ruedas
 - Esferas
 - Piernas
 - Combinación de sistemas

Componentes: Control

- Varias tareas con robots industriales tienen que ver con tareas simples
 - Ej. Un brazo de robot puede apenas ejecutar las mismas acciones repetidamente.
 - Un brazo puede ser entrenado utilizando dispositivos como un *jostick* que sería usado por un instructor para el entrenamiento
 - El robot simplemente recuerda los movimientos realizados

Componentes: Control

- En algunas tareas como la navegación en un ambiente complejo el robot necesita planear sus acciones para lidiar con su ambiente y las circunstancias encontradas
 - El robot intenta modelar su ambiente y planea sus movimientos en función de este

Componentes: Control

- Existen varias técnicas para controlar robots
 - Técnicas convencionales de programación
 - IA simbólica
 - Algoritmos genéticos
 - Lógica difusa
 - Redes neuronales artificiales

Robots Móviles

- Uno de los objetivos de la robótica es el desarrollo de robots móviles autónomos
 - **Autónomo** capaz de interactuar con su ambiente
 - **Móvil** capaz de mover se en el mundo real
 - Navegación

Robots Móviles

- Ventajas de los robots móviles
 - Flexibilidad
 - Pueden realizar mas tareas
 - Autonomía

Robots Móviles Aplicaciones

- **Inspección:** Robots pueden ir a locales de difícil acceso e peligrosos para los seres humanos, y son por lo tanto ideales para tareas de inspección
- **Seguridad:** equipados con cámaras, los robots pueden substituir a los humanos en tareas rutinarias de seguridad.
- **Mapeamento:** robots aéreos son ideales para esta tarea
- **Especialista remoto:** el robot puede servir para ejecutar la tarea de un especialista humano sin que este necesite moverse

Robots Móviles Aplicaciones

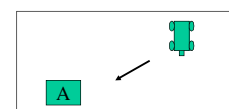
- **Video conferencia:** pueden tornarse dinámica e interactivo gracias a robots equipados con cámaras
- **Tareas domesticas:** pueden ejecutar tareas como cortador de grama, aspirador etc.
- **Salvamento:** pueden ser en tareas de salvamento en terremotos, naufragios, accidentes, etc
- **Transporte de materiales:** pueden ser usado para transporte de materiales en industrias, hospitales, etc

Robots Móviles

- Donde se puede usar IA?
 - Planeamiento de trayectorias;
 - Navegación
 - Mapeamiento del ambiente
 - Procesamiento de señales
 - Control
 - Cooperación
 - Competición
 - Detección de fallas,

Robots Móviles Navegación

- **Definición:** moverse en un ambiente en dirección a un objetivo, evitando obstáculos
- Es la principal tarea realizada por un robot móvil
- Utiliza información proveniente de los sensores para comandar sistemas de locomoción

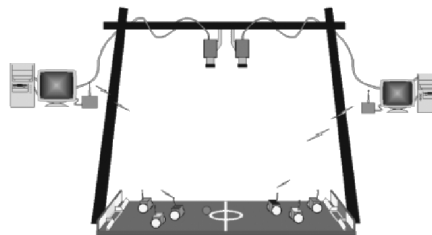


Robots Móviles Navegación

- Aspectos que deben ser considerados
 - División entre información de bajo y alto nivel
 - Forma de exploración del ambiente
 - Callejones sin salida
 - Desvíos múltiples
 - Selección del objetivo
 - Auto-localización
 - Que hacer cuando el robot se pierde
 - Planeamiento de la ruta
 - Imágenes ambiguas

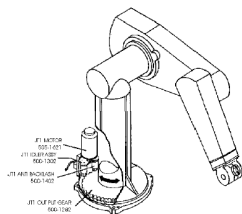
Robots Móviles Competición

- Fútbol de robots



Robots Manipuladores

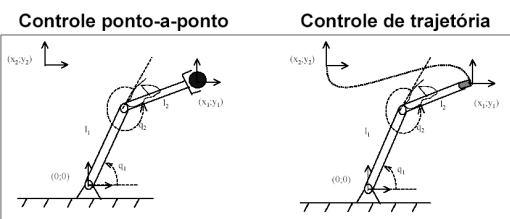
- Componentes
 - Controlador
 - Sensores
 - Efectores
 - Acoplamiento
 - Conversores
 - Amplificadores
 - Brazo



Robots Manipuladores Aplicaciones

- Carga y descarga en prensas
- Fundición y molde
- Carga y descarga de herramientas
- Soldadura
- Pintura
- Montaje
- Manipulación de objetos y herramientas en tareas de preescisión que tienen cierto riesgo.

Robots Manipuladores



Robots Manipuladores

- Problemas
 - Cinemática Directa: dada las posiciones de las uniones calcular la posición de la garra
 - Cinemática Inversa: Dadas las posiciones de la garra calcular las posiciones de las uniones
 - Dinámica: Dadas las posiciones, velocidades y torques aplicados en las uniones, calcule las aceleraciones

Robots Manipuladores

- Problemas
 - Planeamiento de trayectorias: Dadas las posiciones velocidades y aceleraciones deseadas de las uniones o la forma de la trayectoria, calcular las posiciones velocidades y aceleraciones deseadas intermedias.
 - Control del Movimiento: dadas las posiciones velocidades de las uniones calcular el torque.
 - Control de Fuerza: dadas las fuerzas calcular los torques que deben ser aplicados en las uniones.