

Tema 1.- Introducción a la Visión Artificial

Visión Artificial Avanzada

Prof. Dr. Nicolás Luis Fernández García

Departamento de Informática y Análisis Numérico
Escuela Politécnica Superior de Córdoba
Universidad de Córdoba

Programa

Tema 1.- Introducción a la Visión Artificial

Tema 2.- Dificultades en los procesos de reconocimiento 2D

Tema 3.- Dificultades y limitaciones asociadas al uso de la Visión 3D

Programa

1 Visión artificial

Visión artificial

1 Visión artificial

Visión artificial

Introducción

- 1 Visión artificial
 - **Introducción**
 - Procesamiento de imágenes digitales
 - Visión computacional

Visión artificial

Introducción

Definición (Visión)

- **Aristóteles:** “*visión es saber qué hay y dónde mediante la vista*”.
- **Gibson^a:** “*visión es recuperar de la información de los sentidos (vista) propiedades válidas del mundo exterior.*”
- **Marr^b:** “*visión es un proceso que produce, a partir de las imágenes del mundo exterior, una descripción que es útil para el observador y que no tiene información irrelevante.*”

^aJ. J. Gibson. “The Ecological Approach to Visual Perception”. Boston: Houghton Mifflin, 1979.

^bD. Marr. “Vision”. San Francisco: Freeman, 1982.

Visión artificial

Introducción

Visión según Marr

- La definición de Marr es la que mejor describe el concepto de **visión artificial**.
- Esta definición tienen en cuenta tres aspectos importantes:
 - 1.- La **visión** es un **proceso computacional**.
 - 2.- La **descripción** a obtener **depende del observador**.
 - 3.- **Reducción de información**:
 - Es necesario eliminar la información que no sea útil.

Visión artificial

Introducción

Actividades de la visión artificial

- **Procesamiento de imágenes digitales:**
 - Tiene como objetivo la **descripción** y **reconocimiento** del contenido de una imagen digital.
- **Visión computacional:**
 - Pretende dotar a los **ordenadores** de la capacidad de poder **simular** la visión humana.

Visión artificial

Introducción

Visión artificial: dificultades

- Ambigüedad en la definición de un concepto
- Cambios de iluminación
- Cambios de escala
- Deformación
- Oclusión
- Movimiento
- Pérdida de información
- Etc.

Visión artificial

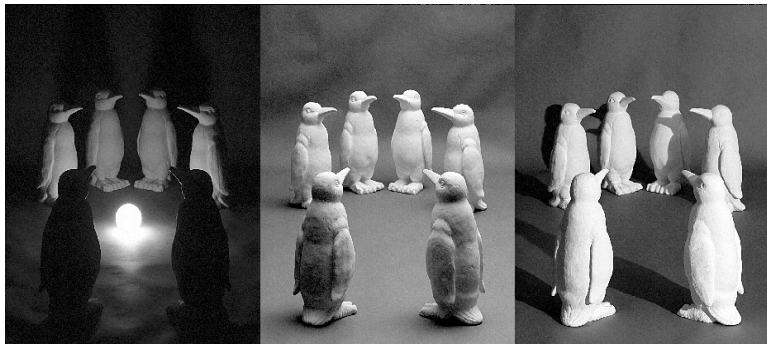
Introducción



Ambigüedad en la definición de un concepto

Visión artificial

Introducción



Cambios de iluminación

Visión artificial

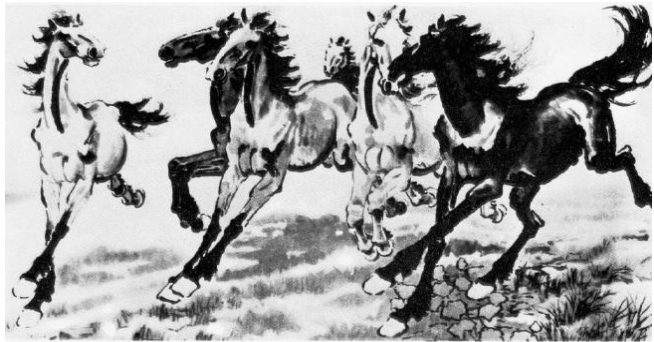
Introducción

Cambios de escala



Visión artificial

Introducción



Deformación

Visión artificial

Introducción



Oclusión

Visión artificial

Introducción



Movimiento

Visión artificial

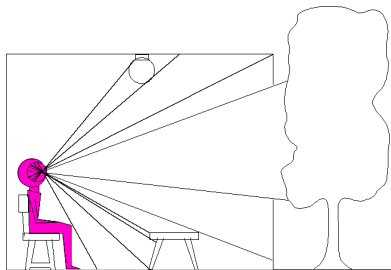
Introducción

Visión artificial: dificultades

- Pérdida de información:
 - Las **escenas** que se perciben suelen ser **tridimensionales (3D)**.
 - Los dispositivos de captura (cámaras fotográficas o de vídeo, pantallas de rayos X, etc.) generan **imágenes bidimensionales (2D)**.

Visión artificial

Introducción



Observador de una imagen 3D

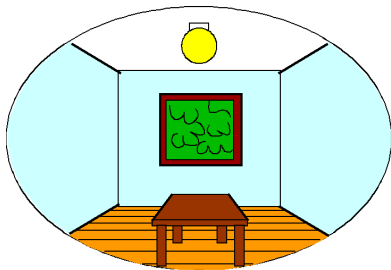


Imagen 2D

Visión artificial

Introducción

Proceso computacional: niveles de análisis de Marr

1.- Teoría computacional:

- Descripción de los **objetivos** del proceso computacional y de las **estrategias** más adecuadas para conseguirlos.

2.- Representación y algoritmo:

- Representación de los **datos de entrada** y de los **resultados de salida**.
- Algoritmo para lograr la **transformación** de los datos de entrada en los resultados de salida.

3.- Implementación:

- **Desarrollo real** del proceso computacional.

Visión artificial

Introducción

Niveles de la visión artificial (1/3)

- **Problema u objetivo:** obtener una **descripción** de una imagen.
- **Dificultad:** este proceso es **muy complejo**.
- **Solución:** **descomponer** el problema en varias etapas o **niveles de visión**.

Visión artificial

Introducción

Niveles de visión artificial (2/3)

- 1.- **Nivel bajo:** se trabaja directamente con los **puntos** (*pixels*) para extraer propiedades como el **gradiente**, **profundidad**, **textura**, **color**, etc.
- 2.- **Nivel intermedio:** agrupa los elementos obtenidos en el nivel bajo para obtener **bordes**, **líneas**, **regiones**, generalmente con el propósito de **segmentar la imagen**.
- 3.- **Nivel alto:** orientado al proceso de **interpretación** de los entes obtenidos en los niveles inferiores y se utilizan **modelos** o **conocimiento a priori** del **problema**.

Visión artificial

Introducción

Nota (Niveles de la visión artificial (3/3))

- **Información:** se *reduce y refina* en cada nivel hasta conseguir la *descripción* deseada.
- **Relación entre los niveles:** no es siempre secuencial, sino que hay *interacciones* y *retroalimentación*.

Visión artificial

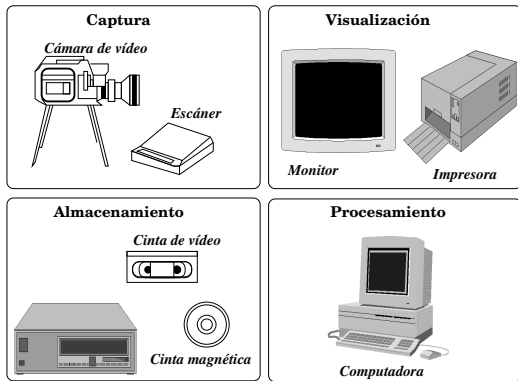
Introducción

Definición (Sistema de visión artificial)

- **Dispositivo de captura:**
 - *Dispositivo físico sensible a una determinada banda del espectro electromagnético.*
 - *Produce una señal eléctrica proporcional al nivel de energía detectado.*
- **Convertor A/D:** *convierte la señal analógica obtenida por el dispositivo de captura en una señal digital.*
- **Memoria de vídeo:** *memoria semiconductora (RAM) en la que se almacena la imagen digitalizada.*
- **Procesador:** *procesador de propósito general que permite operar sobre la imagen digital.*

Visión artificial

Introducción



Sistema de visión artificial (*un poco antiguo*)

Visión artificial

Introducción

Sistemas de visión artificial: evolución

- Han evolucionado espectacularmente debido la **revolución tecnológica**.
- Se fabrican **cámaras** y **ordenadores** cada vez más **potentes** y con unos **precios** más asequibles.

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales

- 1 Visión artificial
 - Introducción
 - Procesamiento de imágenes digitales
 - Visión computacional

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales

Definición (Procesamiento digital de imágenes)

Transformación de una *imagen del mundo real* a un *formato digital* *inteligible* por un *ordenador* y su posterior **procesamiento** por parte de éste.

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales

Procesamiento digital de imágenes

Objetivos

- **Mejorar** la **calidad** visual de las imágenes para permitir la **interpretación** humana.
- **Extraer información** de las imágenes en un formato **entendible** por el ordenador.

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales

Procesamiento digital de imágenes

Multidisciplinar

- Impulsa la colaboración de las Ciencias de la Computación con muchas áreas de investigación científica:
 - Medicina
 - Astronomía
 - Agricultura
 - Telecomunicaciones
 - Militar
 - Seguridad
 - Ocio
 - Etc.

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales

Procesamiento digital de imágenes

Etapas o fases

- 1 Digitalización
- 2 Preprocesamiento
- 3 Segmentación
- 4 Representación
- 5 Descripción
- 6 Reconocimiento
- 7 Interpretación

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales

Definición (Digitalización)

- **Imagen analógica (continua)**: *imagen natural capturada con una cámara, sensor o cualquier otro dispositivo.*
- **Imagen digital (discreta)**: *proyección de la imagen analógica para que pueda ser manipulada usando un ordenador.*
- La *transformación* de una imagen *analógica* a otra *digital* se denomina **digitalización**.

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales

Nota (Digitalización)

La **digitalización** es el primer paso en cualquier aplicación de procesamiento de imágenes digitales.

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales



0	3	2	5	4	7	6	9	8
3	0	1	2	3	4	5	6	7
2	1	0	3	2	5	4	7	6
5	2	3	0	1	2	3	4	5
4	3	2	1	0	3	2	5	4
7	4	5	2	3	0	1	2	3
6	5	4	3	2	1	0	3	2
9	6	7	4	5	2	3	0	1
8	7	6	5	4	3	2	1	0

Imagen digital vista por (a) una persona y (b) un ordenador

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales

Digitalización: dificultades

- **Degradación** de la imagen digitalizada:
 - Ruido.
 - Pérdida de definición de la imagen.
- Posibles **causas** de esta degradación:
 - Calibración o enfoque de la cámara defectuosos.
 - Ruido producido por los sensores de captura.
 - Movimiento del dispositivo de captura o de la escena.
 - Transmisión defectuosa de la señal captada.
 - Perturbaciones aleatorias como la propagación de la radiación en el medio de transmisión (generalmente el aire).
 - Etc.

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales

Definición (Preprocesamiento)

- **Atenuar** la *degradación de la imagen* para que las *siguientes etapas* tengan una *probabilidad de éxito* mayor.
- **Operaciones típicas** de esta etapa:
 - *Supresión de ruido*
 - *Realce del contraste*

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales

Definición (Segmentación)

- **Extraer** la *información* contenida en la imagen.
- Dicha extracción se realiza mediante una **descomposición** de la imagen en *unidades* o *partes*.
- Cada *unidad* o *parte*:
 - es *homogénea* con respecto a una o más características.
 - tiene una fuerte relación con un *objeto* o *área* del mundo real.

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales

Nota (Dificultades de la segmentación)

- *Las partes u objetos componentes de una imagen dependen de la aplicación.*

Ejemplo (Objetos de interés de una imagen)

- *Un sistema de **reconocimiento aéreo** de objetivos militares busca vehículos, edificaciones, rutas de transporte, etc.*
- *Un **estudio geográfico** busca accidentes montañosos y las vías fluviales.*
- *Cada objeto de la imagen segmentada debe ser etiquetado para que pueda ser integrado dentro de una descripción de la imagen original.*

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales

Nota (Dificultades de la segmentación)

- *Las partes u objetos componentes de una imagen dependen de la aplicación.*

Ejemplo (Objetos de interés de una imagen)

- *Un sistema de **reconocimiento aéreo** de objetivos militares busca vehículos, edificaciones, rutas de transporte, etc.*
- *Un **estudio geográfico** busca accidentes montañosos y las vías fluviales.*
- *Cada objeto de la imagen segmentada debe ser etiquetado para que pueda ser integrado dentro de una descripción de la imagen original.*

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales

Nota (Dificultades de la segmentación)

- *Las partes u objetos componentes de una imagen dependen de la aplicación.*

Ejemplo (Objetos de interés de una imagen)

- *Un sistema de **reconocimiento aéreo** de objetivos militares busca vehículos, edificaciones, rutas de transporte, etc.*
- *Un **estudio geográfico** busca accidentes montañosos y las vías fluviales.*
- *Cada **objeto** de la imagen segmentada debe ser etiquetado para que pueda ser **integrado** dentro de una **descripción** de la imagen original.*

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales

Definición (Representación)

Se parametrizan los objetos o partes generados por la segmentación.

Ejemplo (Representación)

- *Sistemas de coordenadas cartesianas, polares.*
- *Códigos de cadena.*
- *Etc.*

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales

Definición (Descripción)

- **Extraer** *información (características o descriptores)* de la *representación elegida para permitir la posterior clasificación de los objetos.*
- *Ejemplos de descriptores:*
 - *Puntos dominantes, más significativos o relevantes de un contorno.*
 - *Perímetro del contorno.*
 - *Área de una región.*
 - *Número de huecos.*
 - *Etc.*

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales

Definición (Reconocimiento)

- **Clasificar** los diferentes *objetos* de la imagen utilizando sus *descriptores*.
- Los *objetos* detectados que presenten unos *descriptores semejantes* se agrupan en una misma **clase**.

Visión artificial

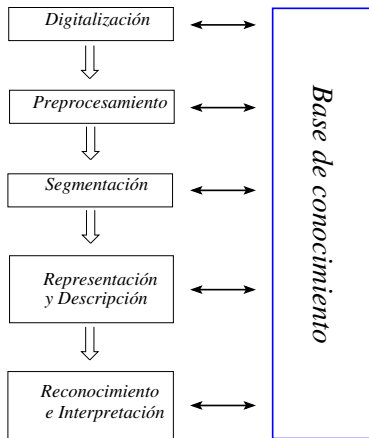
Procesamiento de imágenes digitales

Definición (Interpretación)

*Su misión es de darle un **significado** a los grupos de *objetos reconocidos*.*

Visión artificial

Procesamiento de imágenes digitales



Fases del procesamiento de una imagen digital

Visión artificial

Visión computacional

- 1 Visión artificial
 - Introducción
 - Procesamiento de imágenes digitales
 - Visión computacional

Visión artificial

Visión computacional

Definición (Visión computacional (*computer vision*))

Ciencia que estudia los fundamentos teóricos, algoritmos y aplicaciones para *comprender* el *significado* de una *escena* a partir del *análisis* de una o varias *imágenes*.

Visión artificial

Visión computacional



¿Significado de la escena?

Visión artificial

Visión computacional

Nota (Visión computacional)

- El término *comprender* depende de cada de cada aplicación:
 - *Medicina*: detección de enfermedades.
 - *Industria*: control de procesos, clasificación, inspección.
 - *Robótica*: guiado de vehículos.
 - *Detección y seguimiento*: personas, vehículos, etc.
 - *Recuperación de imágenes* de bases de datos.
 - *Reconocimiento* de acciones humanas.
 - *Ocio*: fotografía, juegos, ...
 - *Etc.*

Visión artificial

Visión computacional

Definición (*machine vision*)

- *Aplicación de la visión por computador a procesos industriales.*

Visión artificial

Visión computacional

Visión computacional: características

- Disciplina relativamente reciente y en constante desarrollo.
- **Multiestrategia**: no existe una forma única o general de solucionar un problema sino métodos diversos según el campo de aplicación.
- **Multidisciplinar**: varios campos dentro del área de visión artificial
 - Ciencias de la computación
 - Matemáticas
 - Física
 - Medicina
 - Etc.
- Etc.

Tema 1.- Introducción a la Visión Artificial

Visión Artificial Avanzada

Prof. Dr. Nicolás Luis Fernández García

Departamento de Informática y Análisis Numérico
Escuela Politécnica Superior de Córdoba
Universidad de Córdoba