

Introducción

Curso: Procesamiento Digital de Imágenes

Luis Gerardo de la Fraga

7 de mayo de 2001

El término procesamiento digital de imágenes versa sobre la manipulación y análisis de imágenes por computadora [1]. De aquí en adelante se usará el termino procesado de imágenes refiriéndose a procesamiento digital de imágenes.

El procesamiento de imagen puede considerarse como un tipo especial del procesamiento digital en dos dimensiones, el cual se usa para revelar información sobre imágenes y que involucra hardware, software y soporte teórico.

En la sección 1.1 se da la definición de imagen. En la sección 1.2 se describen las áreas en que se divide el procesamiento de imágenes vistas estas áreas como un modelo general del procesado de imagen. En la sección 1.3 se revisan los dispositivos y paquetes de cómputo necesarios que conforman un sistema para realizar procesado de imagen.

1 Definición de una imagen digital

A continuación se definirá el término imagen correspondiente a una imagen monocromática y es algo diferente que la definición para una imagen en color, pero correspondiente a las imágenes que más se tratarán en este curso.

El término imagen se refiere a una función bidimensional de intensidad de luz $f(x, y)$, donde x y y denotan las coordenadas espaciales y el valor de f en cualquier punto (x, y) es proporcional al brillo (o nivel de gris) de la imagen en ese punto [1]. La Fig. 1 muestra la convención de coordenadas que se usará.

Una imagen digital es una imagen $f(x, y)$ que ha sido discretizada en coordenadas espaciales y en brillo. Una imagen digital puede considerarse como una matriz cuyos índices del renglón y columna identifican un punto en la imagen y el correspondiente valor del elemento de la matriz que identifica el nivel de intensidad de luz en ese punto. Los elementos de tal arreglo digital son llamados *elementos de imagen*, *elementos de pintura*, *pixels* o *pels* (estos dos últimos son abreviaturas del inglés *picture elements*).

Para trabajar con números en la computadora, el nivel de brillo, o valor de cada pixel, es cuantizado a códigos binarios enteros positivos (el brillo no puede ser negativo). El número de niveles de cuantización está determinado por la relación.

$$L = 2^B \tag{1}$$

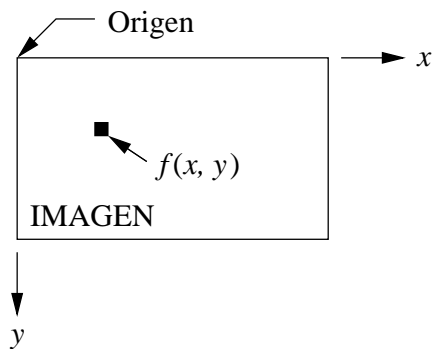


Figura 1: Convención de ejes usada

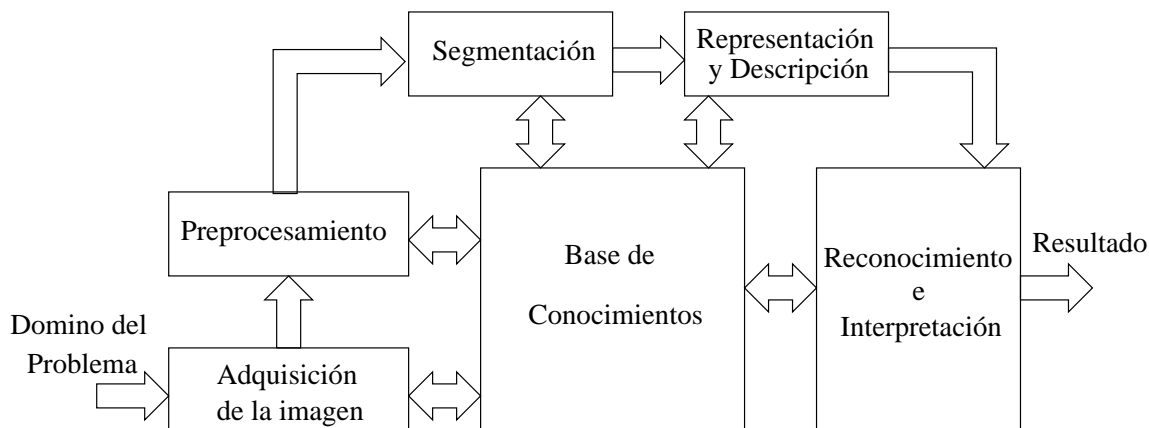


Figura 2: Pasos fundamentales del procesamiento de imágenes

donde B representa el número de bits necesarios para cada muestra. Esto es, con 5 bits de cuantización en la intensidad se pueden representar 32 niveles de gris ($2^5 = 32$). Para tener una imagen de buena calidad para el ojo humano es necesario tener como mínimo 64 niveles de gris [2, p. 162]. Para una apreciación fina se usa una cuantización estándar a 8 bits, esto es, 256 niveles de gris. A una imagen cuantizada de esta manera se le conoce como imagen en tonos de gris.

La cuantización a 8 bits (1 byte) se dice estándar porque es el mínimo número direccionable directamente por la mayoría de los microprocesadores.

Una imagen binaria es una imagen monocromática cuantizada a 1 bit por pixel, esto es, dos niveles, blanco ó negro

2 Modelo general para el procesamiento de imágenes

Gonzalez [3], modela los pasos fundamentales que se siguen en el procesado de imágenes como se representa en la Fig. 2

Para ayudar a una conceptualización sencilla de este tema, se ilustrará con un ejemplo: se quieren usar las técnicas del procesado de imágenes para leer automáticamente la

dirección en sobres de correo. Nuestro dominio del problema (ver Fig. 2) en este ejemplo abarca los sobres del correo, y el objetivo es leer la dirección anotada sobre cada sobre. Entonces, la salida deseada en este caso es una serie de caracteres alfanuméricos.

El primer paso del proceso es la adquisición de la imagen, esto es, digitalizarla. Algunos dispositivos con que se puede realizar esto se tratarán en la sección siguiente (2.3).

Después de que la imagen digital ha sido obtenida, el siguiente paso es el preprocesamiento. Su función es mejorar la imagen de manera que se incremente la oportunidad de éxito de los siguientes procesos. El preprocesamiento típicamente trata con técnicas para realizar el contraste y remover ruido.

El siguiente paso es la segmentación. Definida en forma amplia, la segmentación particiona una imagen de entrada en sus partes constituyentes u objetos. Generalmente, la segmentación automática es una de las tareas más difíciles en el procesamiento de imágenes. En términos del reconocimiento de caracteres, el rol de la segmentación es extraer caracteres individuales y palabras del fondo de la imagen.

La descripción llamada también selección de características, trata con extracción de los rasgos que resulta en alguna información cuantitativa de interés o características que son básicas para diferenciar una clase de objetos con otra. En términos del ejemplo, para el reconocimiento de caracteres, descriptores tales como lagos (huecos) y bahías son rasgos poderosos que ayudan a diferenciar una parte del alfabeto de otra.

El último estado comprende al reconocimiento y la interpretación. El reconocimiento es el proceso que etiqueta, o asigna un nombre, a un objeto basándose en la información que proveen sus descriptores. La interpretación involucra la asignación de significado a un conjunto de objetos reconocido. En términos de nuestro ejemplo, identificar un carácter como, digamos, una c, requiere la asociación de los descriptores para este carácter con la etiqueta c.

La base de conocimientos mantiene todo el conocimiento que se tiene acerca del problema tratado. Este conocimiento puede ser simple, teniendo solo las regiones de la imagen donde la información de interés se conoce que está localizada, con lo que se limita la búsqueda que conduce a esa información. La base de conocimientos también puede ser compleja, tal como una lista interrelacionada de todos los defectos mayores posibles en un problema de inspección de materiales o una base de datos de imágenes conteniendo imágenes de satélite en alta resolución de una región en conexión con aplicaciones de detección de cambios. Además de guiar la operación de cada módulo del proceso, la base de conocimientos también controla la interacción entre módulos. Representando con flechas de doble punta en la Fig. no 2.2. Con esto se indica que la comunicación entre módulos del proceso generalmente está basada sobre conocimiento previo de que resultado se podría esperar. Por ejemplo, para que una máquina concluya que una cadena de caracteres es un código postal, el sistema debe estar dotado del conocimiento necesario para reconocer el significado de la localización de la cadena con respecto a otros componentes en un campo correspondiente a una dirección. Este conocimiento no sólo guía la operación de cada módulo, sino también ayuda en las operaciones de retroalimentación entre módulos a través de la base de conocimientos. Como en el caso, una cadena de números en la localización correcta pero que consisten de sólo cuatro caracteres (uno de los cuales pudo no haberse reconocido) podría guiar al módulo de interpretación que “sospeche” que dos caracteres están unidos. Una retroalimentación que mande un mensaje, a través de la base

de conocimientos, a la etapa de segmentación para que “mire” otra vez, es un ejemplo de desempeño de tareas en el procesamiento de imágenes.

Es importante hacer notar que los resultados del procesamiento pueden verse en la salida de cualquier paso de la Fig. 2.2. También debe notarse que no todas las aplicaciones del procesamiento de imágenes requieren la complejidad de interacciones de la Fig. 2.2. Numerosas aplicaciones caen fuera de este esquema. De hecho, no todos los módulos, son siempre necesarios. Por ejemplo, el realce de imágenes para interpretación visual humana rara vez va más allá de la etapa de preprocesamiento. En general, las funciones de procesamiento que incluyen reconocimiento e interpretación están asociadas con aplicaciones de análisis de la imagen en la cual el objetivo es que se extraiga la información de una imagen en forma automática o semiautomática.

3 Elementos de los sistemas de procesamiento de imágenes

En la figura 3 se muestran los elementos de un sistema de uso general para realizar las operaciones de procesamiento de imágenes.

En la adquisición de imágenes deben existir dos elementos básicos. El primero es algún dispositivo básico que sea sensible a una determinada banda del espectro de energía electromagnético como son las bandas de rayos-x, el ultravioleta, el visible o el infrarrojo, y que produce una señal eléctrica proporcional al nivel de energía sentido. El segundo es el digitalizador que convierte la salida del dispositivo físico de sentido a forma digital.

En esta categoría se agrupan a las cámaras CCDs (Charge-Coupled Devices) que tiene la ventaja de la velocidad de captación (hasta 1/10,000 seg.) pero un costo elevado, los scanners y cámaras de video.

El almacenamiento es un punto crítico debido a la gran cantidad de información usada. Por ejemplo, una imagen en 8 bits de tamaño 1024×1024 pixeles requieren un megabyte de espacio para su almacenamiento.

En el procesamiento, ya existen computadoras con microprocesadores especializados en procesamiento de imágenes que permiten un manejo rápido de las operaciones de matrices y acceso a memoria para aplicaciones de procesamiento de marcos (frames).

En cuanto al despliegue de las imágenes, se han usado los monitores de T.V. y monitores de computadoras. Los resultados desplegados en el monitor pueden ser fotografiados por una cámara enfocada a la cara del tubo de rayos catódicos o generar directamente una señal de video para grabarse.

Para el caso del IBM PC (y compatibles), la salida para desplegado cuenta con dos componentes el adaptador de video (comúnmente conocido como la tarjeta de video) y el monitor de video. El “adaptador” es la tarjeta que se inserta dentro de la computadora y el “monitor” es la pantalla de video donde aparecen los caracteres y gráficos.

Las impresoras no manejan la misma amplitud de tonos de gris o colores que los monitores de computadoras o T.V., o de la película fotográfica, es mas, comúnmente manejan sólo dos tonos: blanco y negro. Es un área de aplicación el desarrollo de algoritmos que permitan representar los detalles visibles de un imagen en papel.

Como se representa en la Fig. 3, el fondo de todo el sistema involucra el software, desde el sistema operativo de la computadora, los programas que manejan cada periférico desde

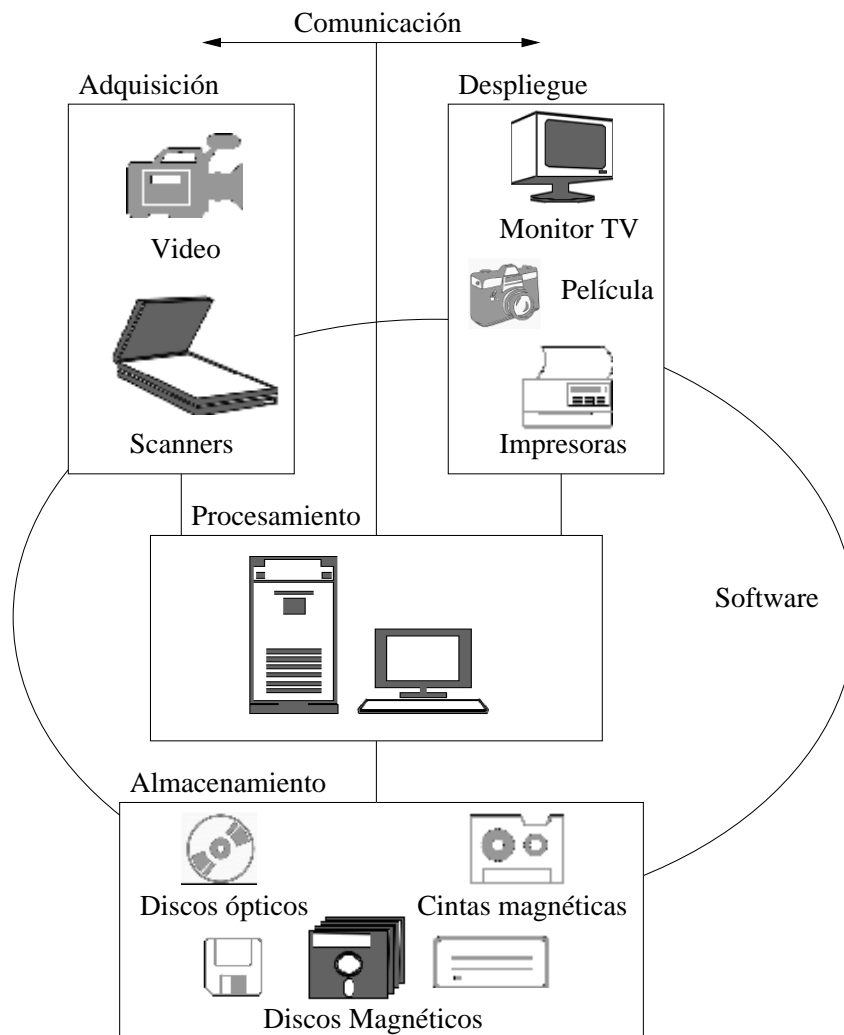


Figura 3: Elementos funcionales básicos de un sistema de procesamiento de imágenes: adquisición, almacenamiento, procesado, comunicaciones, despliegue y software. Dentro de cada caja se dan ejemplos de dispositivos usados en tales sistemas.

la computadora, y los programas de aplicación específicos realizados en algún lenguaje de programación. También existen periféricos especializados y programas ya desarrollados que pueden servir como punto de arranque para desarrollar nuevas aplicaciones.

Referencias

- [1] Azriel Rosenfeld and Avinash C. KaK. *Digital Picture Processing*. Academic Press, 1982.
- [2] K. Pratt, William. *Digital Image Processing*. John Wiley & Sons, 1991.
- [3] Gonzalez R.C and R.E Woods. *Digital Image Processing*. Adisson-Wesley, 1993.