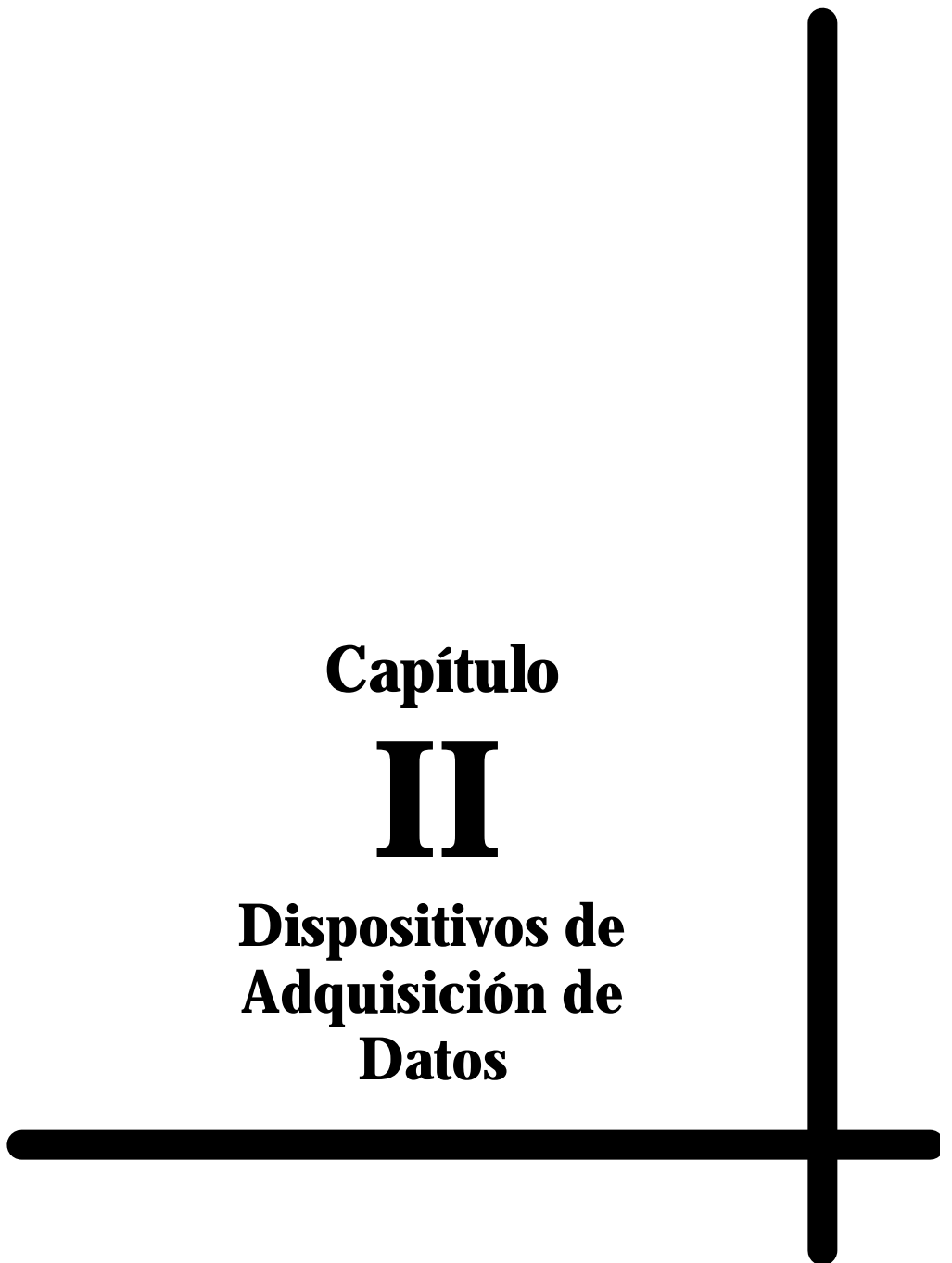


Capítulo

II

**Dispositivos de
Adquisición de
Datos**



II

El reconocimiento de objetos es un precursor de muchas otras tareas de los autómatas como puede ser el tomar objetos. Antes de poder hacer tareas tan complejas el robot necesita reconocer correctamente las características relevantes del ambiente. Por reconocimiento se quiere dar a entender la posición y orientación en el espacio.

Para poder adquirir esos datos es necesario obtener la información del ambiente y es de vital importancia el tipo de tecnología para adquirir la mayor cantidad de información del ambiente, a continuación se describen las tecnologías.

2.1 Ultrasonido

El sensado táctil requiere llevar el sensor a hacer contacto con el objeto y esta necesidad desperdicia tiempo por lo que se utilizan enfoques como el sonar.

El funcionamiento del sonar se basa en el principio de que las ondas de sonido viajan a través de un medio a una velocidad constante, mediante la medición precisa del pulso de sonido transmitido y la reflexión del mismo en un obstáculo, es posible determinar la distancia del mismo, al poder usar este dispositivo para la determinación de la distancia es llamado sensor de rango.

El funcionamiento del sonar es como se indica a continuación: por medio de un transductor ultrasónico muy direccional se emite un haz localizado en la banda del ultrasonido (arriba de 20 Khz); Este haz viaja en línea recta a una velocidad aproximada de 1500 m/s cuando se transmite en el agua y a una velocidad de 340 m/s aproximadamente en el aire a una temperatura de 20oC; cuando este haz encuentra un objeto, choca con él y parte del haz es reflejado produciendo “eco”, este reflejo es detectado por un sensor (receptor) que es amplificado y transformado en una señal utilizable, al medir el tiempo entre la emisión y recepción del eco puede entonces calcularse la distancia a la cual se encuentra el objeto.

La dirección en la cual se encuentra el objeto detectado estará mejor precisada cuanto mayor sea la directividad del haz, en otras palabras cuanto más estrecho sea el haz de energía emitido, el objeto se detectará con mayor precisión logrando que no se pueda detectar mas que un obstáculo a la vez.

Las ventajas que ofrecen estos dispositivos son: bajo costo y mayor alcance que los dispositivos con luz infrarroja; comparado con los sensores de tacto los dispositivos basados en ultrasonido detectan los objetos antes y no se realiza contacto físico, lo cual evita el desgaste de este tipo de sensores, estos dispositivos no son afectados por características externas aleatorias como puede ser: la intensidad de la luz o el tipo de luz (natural o artificial) etc. Los datos acerca de la distancia a la cuál se encuentra un objeto es obtenida con unos cuantos bits de información y ésto comparado con la información que una imagen puede contener (por ejemplo 256x256x8 bits), representa la obtención de información de una forma mucho más compacta y de un análisis más rápido.

Entre sus desventajas podrían citarse que la velocidad del sonido es afectada por la temperatura y por el medio en que viaja, sin embargo, para propósitos generales en autómatas, el medio que se usa es el aire, cabe señalar que aunque se afecta la velocidad, realmente las mediciones son afectadas únicamente cuando las temperaturas son extremas y para ésto la mayoría de los sistemas cuentan con compensación. Otra desventaja consiste en que los datos propocionados pueden verse alterados debido al ruido eléctrico y por reflexiones no deseadas. Por último, los datos obtenidos mediante esta forma son muy generales y no puede determinarse un objeto con facilidad.

En caso de querer usar estos tipos de dispositivos en otros medios por ejemplo en el agua, existen transductores que pueden operar en estas condiciones y la velocidad del sonido puede ser ajustada para poder obtener mediciones precisas.

2.2 Infrarrojo

El uso de los sensores infrarrojos cae dentro de los sensores de proximidad o de rango, así llamados por muchos autores debido a que los sensores de proximidad indican cuando un objeto está cerca, la distancia a la cual el objeto debe estar para activar el sensor es dependiente de cada dispositivo en particular, las distancias pueden estar entre algunos milímetros y algunos pies; de igual manera, estos sensores pueden ser utilizados para medir la distancia entre el objeto y el sensor, es decir son usados como sensores de rango. Los sensores de proximidad en robótica, pueden ser usados para detectar la presencia o ausencia de un mecanismo o de otro objeto, Los sensores de rango son muy útiles para determinar la localización de un objeto, es decir pueden ser usados para la detección de obstáculos.

Los instrumentos son diseñados para captar la luz no visible, es decir infrarroja, aunque existen dispositivos que pueden trabajar con luz visible. Los dispositivos infrarrojos pueden ser activos o pasivos; Los sensores activos envían un haz infrarrojo y responden a la reflexión del haz al chocar contra un obstáculo, los sensores activos pueden ser usados para indicar no solo si la parte está presente o no, sino la posición del objeto al medir el tiempo del intervalo desde que una señal es enviada hasta que es recibida (eco), similar a la forma de operar del ultrasonido, esta característica es especialmente útil en los sistemas de locomoción y sistemas de guía; los sensores pasivos infrarrojos son dispositivos simples que detectan la presencia de radiación infrarroja en el ambiente, son útiles en sistemas de seguridad al detectar la presencia de cuerpos desprendiendo calor en el rango de los sensores. Otro uso de dispositivos ópticos, involucran el uso de un haz de luz colimada y un arreglo de sensores lineal, que al reflejar el haz de luz la superficie del objeto, la localización del objeto puede ser determinada al saber en que posición del arreglo de sensores es detectado el haz reflejado.

Existen diferentes tipos de sensores activos, los más sencillos son los llamados de baja resolución, éstos contienen un sólo par emisor-receptor, el paso de la luz del emisor al receptor queda bloqueado cuando un objeto opaco pasa entre ellos, dando una decisión binaria. La técnica retrorreflexiva utiliza un emisor y receptor alojados en la misma caja para detectar la presencia de una superficie reflectante, si un objeto opaco se desplaza entre la caja y la superficie, se interrumpirá la trayectoria de la luz y el objeto será detectado; la técnica de reflexión difusa sensa la luz reflejada de la superficie de un objeto, el cual deberá entonces estar frente a un fondo no reflector. Si se conocen las propiedades reflexivas del objeto el sensor puede utilizarse como sensor de proximidad, ya que la luz reflejada se reducirá en intensidad a medida que se aleje. Este tipo de sensores pueden considerarse como los sensores más sencillos de visión al procesar un bit de la luz que se recibe, aunque el tipo de luz que normalmente se procesa es infrarroja.

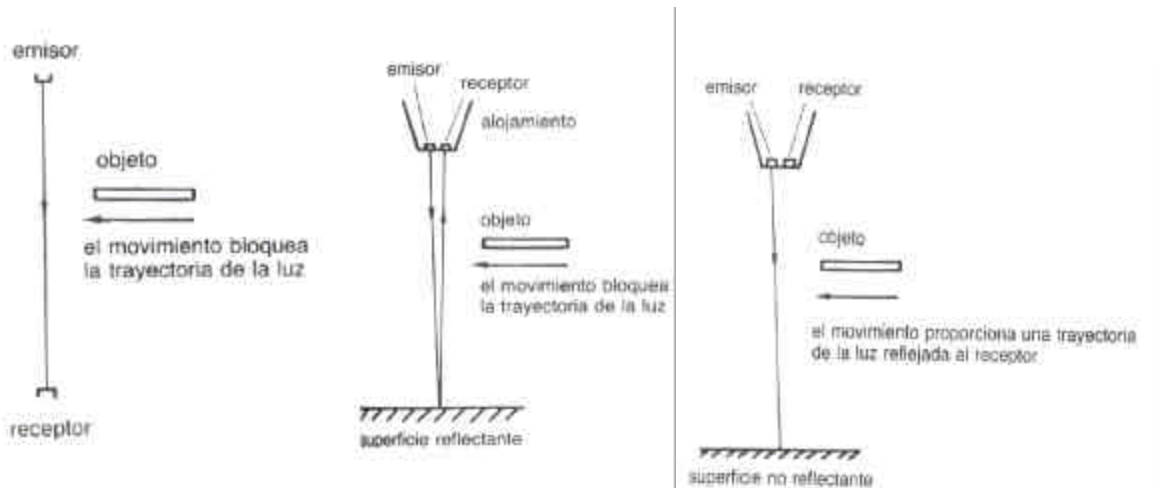


Fig.2.1 Sensores ópticos a) Emisor-receptor b) Retroreflexiva c) Reflexión difusa

2.3 Láser

El láser es un instrumento de medición de distancias muy exacto y puede ser utilizado para la detección de movimiento mediante triangulación con una excelente exactitud y sensibilidad.

Las mediciones que pueden realizarse con estos instrumentos son muy variadas y puede ser de distancias desde .125 pulgadas con una exactitud de .00015 pulgadas (4 μ m), hasta aparatos que pueden realizar mediciones de hasta 50 pulgadas y más con exactitudes de .05 pulgadas (1.25mm)

Es aplicable a un gran rango de operaciones de medición de alta velocidad, incluyendo empaquetado automático, procesos de control, maquinado y aplicaciones de medición coordinada, y pueden tener una tasa de muestreo de hasta 1250 muestras por segundo, lo cual lo hace más que suficiente para la mayoría de las aplicaciones.

Los instrumentos láser miden las características especulares y de reflexión difusa para poder trabajar con materiales como las superficies pulidas, vidrios, líquidos transparentes y hasta metales fundidos y sólidos opacos.

También existen módulos que manejan luz que no daña los ojos, esto es cuando se trabaja con cinta reflejante.

Con exactitudes tan buenas y muestreos de hasta 50 Khz. estos instrumentos pueden ser muy buenos para aplicaciones como visión por computadora, navegación de vehículos autónomos, modelado 3D, y operaciones de nivelación y posicionamiento.

Por su exactitud, los equipos con rango de 1 a 1100 Angstrom, pueden ser útiles para la inspección de obleas semiconductoras, superficies de maquinado preciso etc. Una desventaja importante es su elevado costo. [Schmitt '02]

2.4 Sensores de Tacto

Los sensores de tacto son dispositivos que indican contacto entre ellos mismos y cualquier otro objeto sólido, los sensores táctiles pueden ser divididos en sensores de toque y sensores de fuerza. Los sensores de toque proveen una salida binaria que indica contacto o no contacto con el objeto, sensores de fuerza o sensores táctiles indican no sólo el contacto sino la magnitud del contacto. [Groover '86].

El ejemplo más clásico de sensores de toque son los swithces de límite, su aplicación comúnmente sirve para detectar cuando los brazos han alcanzado sus límites de funcionamiento permitidos, también son utilizados como puntos de referencia. Los sensores de fuerza permiten al robot tomar partes de diferentes medidas al aplicar el nivel apropiado de fuerza para cada parte y como retroalimentación para mejorar el control dinámico.

Las matrices táctiles están en etapas primitivas de desarrollo en comparación con los sensores de visión, sin embargo han sido propuestas para su utilización en examen de contorno, inspección de superficies, reconocimiento de objetos, compensación de errores de agarre y supervisión de montaje. Cada elemento de la matriz táctil es denominado tactel o forcel. Los dispositivos piezorresistentes tienen una matriz de elementos de resistencia eléctrica que cambia bajo compresión. Por ejemplo: la goma de silicona cargada con carbono disminuye su resistencia cuando se comprime. La desventaja del uso de este tipo de dispositivos está en que incluyen efectos de histéresis, irregularidades de sensibilidad y fatiga causada por las partículas de carbono.[Taylor '90]

2.5 Visión

La visión es un medio muy poderoso de sensar el entorno. Una de las principales razones para su uso es el desarrollo que ha tenido recientemente los sensores de visión de alta calidad para la industria de la televisión. Los sensores de estado sólido de la industria de video pueden ser utilizados perfectamente en aplicaciones en robóticas. La visión es importante porque no existe contacto físico entre el sensor y el objeto y la adquisición de datos es rápida, del orden de los 20mS.

Los sistemas de visión por computadora se basan en la adquisición de imágenes por medio de cámaras de video, estas imágenes son procesadas y finalmente una vez que se ha hecho el procesamiento pueden ser utilizadas.

Lo primero que es necesario realizar en cualquier sistema de procesamiento de imágenes es la adquisición y en el caso del procesamiento digital, es necesario que la imagen adquirida sea digitalizada, muchos sistemas aceptan entradas estándar de video de televisión, el dispositivo de entrada es normalmente una cámara de video tomando la escena de interés. El acto de digitalización convierte la señal eléctrica analógica del video en una forma digital que puede ser almacenada en un dispositivo de memoria digital. Una vez que existe en una memoria digital es posible congelar la imagen para un despliegue subsecuente o su procesamiento.

Las cámaras de televisión producen señales de video a través del uso de un explorador de pantalla para obtener la imagen electrónica. El funcionamiento del explorador de pantalla idealizado, incluye el movimiento de un punto rápidamente a través de la imagen y lentamente hacia abajo; sin embargo, el tamaño y peso hacen a este tipo de cámaras inadecuadas para su uso en autómatas, sus aplicaciones más corrientes son como cámaras estacionarias colocadas sobre zonas de trabajo y como dispositivos de inspección visual estática.

Otros tipos de cámaras son las cámaras de estado sólido, éstas se encuentran en formas de una y dos dimensiones y son de varios tipos: matrices de fotodiodos, dispositivos de transferencia de carga (CCD), dispositivos de inyección de carga (CID) y dispositivos de memoria de acceso aleatorio dinámico (DRAM).

La mayor ventaja de los sensores de estado sólido, es que son robustos, ligeros, compactos y baratos. Pueden usarse fácilmente como cámaras elevadas o montadas en los efectores finales. El bajo costo de los dispositivos hace posible la utilización de varios de estos dispositivos en un solo equipo.

Las desventajas de éste tipo de tecnología son principalmente, la falta de uniformidad en la construcción que puede producir variaciones en la sensibilidad del pixel; cuando se aplica un exceso de luz en un elemento en los tipos CCD, CID, y DRAM pueden producirse puntos brillantes, un exceso de carga sobre un elemento puede esparcirse al siguiente elemento provocando con ello manchas blancas si el tiempo de exposición es grande; es posible que exista interferencia entre líneas. Los dispositivos CCD almacenan un pequeño residuo de los valores de salida después de que la intensidad luminosa ha sido cambiada. Idealmente un arreglo CCD, debe tomar la intensidad de luz en cada punto, pero el ruido

térmico que se presenta en los dispositivos de estado sólido contribuye a la carga de los elementos, sin embargo, el control de la iluminación y el tiempo de exposición minimizan estos problemas y aun contando con estas deficiencias son ideales para el sentido visual robótico.

[Taylor '90]

Las cámaras estáticas pueden montarse encima de una zona de trabajo con objeto de localizar y/o inspeccionar componentes. Es necesario una colocación y calibración cuidadosas. Las coordenadas de la imagen del objeto visto desde la cámara deben transformarse correctamente en coordenadas universales para ser utilizadas por el autómatas. La mejor manera de hacer esto, es programar al robot moviendo un indicador bajo la cámara durante la inicialización. La transformación debe hacerse entonces directamente a partir de las lecturas de la imagen de las coordenadas del robot. La colocación de una cámara estática es especialmente útil para verificar la situación de componentes mientras los robots y otras máquinas están realizando otras operaciones. El procesamiento de la imagen puede hacerse en paralelo con estas otras partes de la tarea. Sin embargo, este enfoque no puede utilizarse cuando el objeto queda oculto por partes del robot u otra maquinaria.

Las cámaras móviles son más adaptables ya que se mueven con los mecanismos; pueden utilizarse para dar imágenes cercanas de objetos completos o características de ellos, justo antes o incluso durante la manipulación por el robot. Estas son menos bloqueadas por objetos que las cámaras en lo alto.

Es posible combinar las dos opciones y así obtener ventajas mayores, la principal desventaja de las cámaras montadas en los efectores, especialmente las montadas en los servomecanismos es el aumento de tiempo de la tarea producido por los movimientos adicionales y pausas del robot.

Una buena disposición de la iluminación es un factor clave para el sistema de visión. La buena iluminación asegura que se obtenga una imagen de suficiente calidad bajo cualquier condición de operación. Los gastos al obtener una imagen de alta calidad son compensados al ahorrar en la cámara al poder usar una de menor calidad y al ahorrar tiempo en el procesamiento. Los factores a considerar son: el tipo de fuente de iluminación y la forma de aplicarla.

Las fuentes de iluminación de luz ambiental son las más simples de utilizar, no necesitan ningún trabajo adicional; esto significa en la mayoría de las instalaciones luz de tubos fluorescentes o luz natural. En este caso el sistema debe ser capaz de hacer frente a perturbaciones como tubos defectuosos, sombras y reflexiones. Es mejor imponer una iluminación conocida y fija sobre la escena para minimizar estas perturbaciones. Factores que influyen la elección de la fuente de iluminación

incluyen el espectro de color de la fuente. El parpadeo procedente de la utilización de la electricidad de línea puede causar problemas, especialmente cuando la circuitería de la cámara no está sincronizada a la línea. El uso de fuentes CC o de alta frecuencia atenúa esta dificultad. Las posiciones de la cámara frente a la iluminación y al objeto pueden optimizarse de acuerdo con la tarea a realizar. La técnica más corriente usada es la iluminación desde arriba, en donde se utiliza la luz reflejada, si el objeto no es plano pueden producirse errores de paralaje. Una sola fuente puede producir sombras arrojadas indeseables por lo que deben usarse múltiples fuentes o anillos luminosos. Muchos algoritmos de procesamiento de imágenes utilizan solamente el perfil de un objeto. La iluminación trasera se traduce en una iluminación de gran contraste. La iluminación lateral puede utilizarse para mejorar los detalles de superficie sobre el objeto. La calidad de la imagen puede mejorarse añadiendo filtros de polarización a la fuente y/o a la cámara.

Es posible obtener información 3D de un objeto a partir de imágenes bidimensionales 2D utilizando la llamada luz estructurada. Esta es una fuente de luz de gran intensidad que se combina con una lente cilíndrica para proyectar un plano de luz. Si el objeto se escala a lo largo, puede construirse un modelo 3D. El mismo tipo de iluminación puede duplicarse con una matriz lineal para construir una silueta.

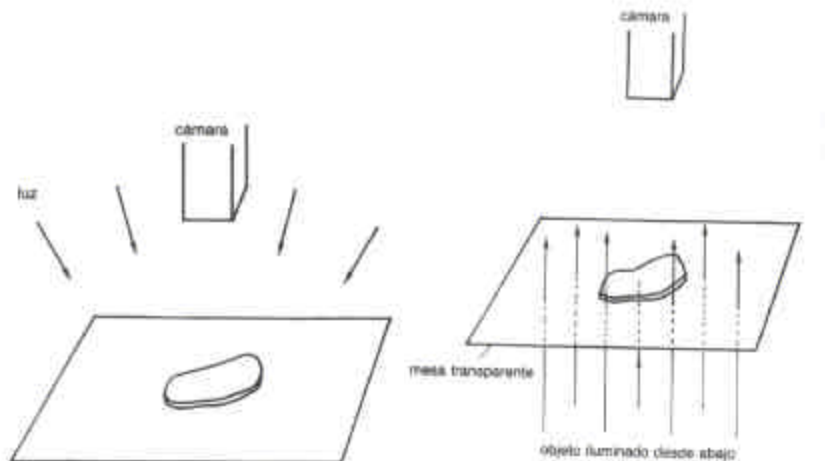


Fig. 2.2 Iluminación desde arriba e iluminación trasera

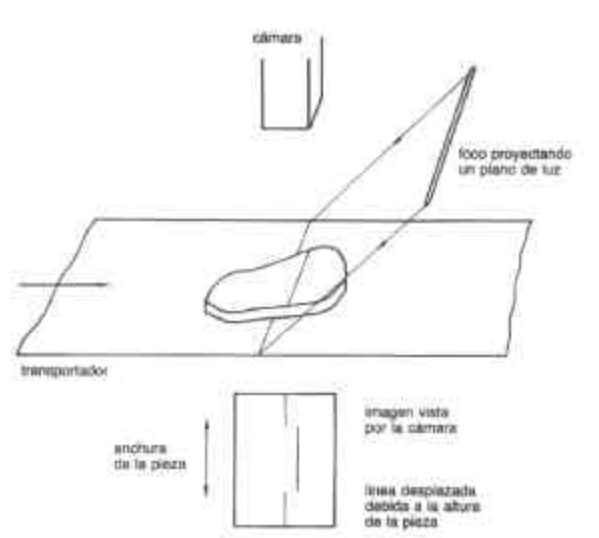


Fig. 2.3 Luz Estructurada

Ya que se tiene montado un chip de estado sólido, enfrente de éste puede colocarse una lente para enfocar al objetivo conforme se requiera, esto es para dar una imagen bien definida del objeto dentro de un campo de visión adecuado y una distancia objeto a cámara aceptable. Pueden sustituirse lentes no estándar para distorsionar deliberadamente la imagen, para adaptarse a la aplicación de procesamiento de imagen.

Una vez que se ha logrado una señal satisfactoria, el siguiente problema es tomar la señal de video continuamente variable y usando un convertidor analógico-digital se obtiene una representación de ella para poderla procesar y almacenar posteriormente en una computadora. Ya que se tiene una imagen almacenada, es cuando entra el papel del software para poder hacer un procesamiento digital a la imagen y obtener datos que sirvan como entrada a un proceso de control.

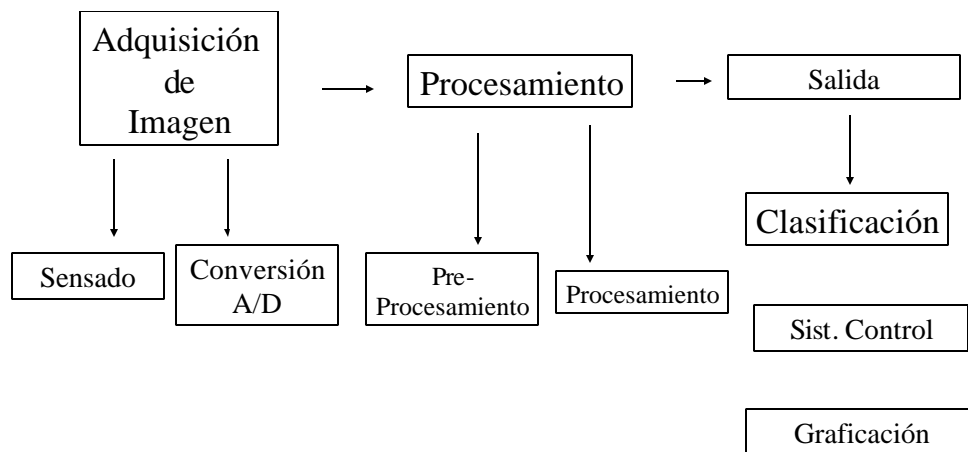


Fig. 2.4 Diagrama a bloques sistema de visión por computadora.

2.6 Reconocimiento

El reconocimiento tiene dos componentes , una ruta bottom-up que supe primitivas de sensado a bajo y alto nivel o top-down donde utiliza estas primitivas para entender la escena. El procesado a bajo nivel carece del conocimiento de que es lo que esta siendo percibido, en este punto el conocimiento de sensado a un nivel alto acerca del dominio puede ser efectivamente utilizado para poner la información de bajo nivel en el contexto.

El problema de reconocer cuales son el par de características que corresponden al mismo objeto para que en base a esto se puedan obtener sus coordenadas, es conocido como el problema de correspondencia. Si no son aplicadas reglas de restricción, cualquier característica de la imagen izquierda puede ser emparejada con la de la derecha y viceversa.

Una forma de resolver esto es mediante la búsqueda en las líneas epipolares; se plantea que una característica con una y dada, puede tener su contraparte en la otra imagen en un valor de y igual.

Con esto se reduce el problema a buscar características sobre la misma y , se tienen 3 reglas que pueden ser útiles, la primera: dada una característica, puede coincidir con al menos una característica en la otra imagen; características similares coinciden con otra; características juntas en la imagen generalmente tienen disparidades similares.