

Periféricos de un sistema de procesado digital de imágenes para teledetección

A. SUAREZ PORTA, J. TORRES PEON y L. GOMEZ GONZALEZ

INTRODUCCION

En trabajos anteriores (1), se discutieron las características más sobresalientes a considerar en un sistema de procesado digital de imágenes para teledetección. Sin embargo, tan importante como disponer de un buen procesador, es poseer aquellos periféricos o elementos de entrada y salida al procesador adecuados.

En el presente trabajo se hace un análisis de los periféricos usuales, sin considerar aquellos utilizados en determinadas aplicaciones, como pueden ser sensores de imagen de satélites, sensores con respuestas espectrales específicas, etc..., si bien estos últimos suelen ser sofisticaciones de los mencionados, que todo hay que decirlo, dan lugar a realizaciones bastante más complejas, todo lo cual no entra dentro de la intención del presente trabajo.

Siguiendo un orden lógico de entrada-salida, empezaremos hablando de los sistemas de captación de imagen y, de entre ellos los más usuales, las cámaras de T.V.

I. CAMARAS DE T.V.

Como se sabe, existen diversos tipos de dispositivos para captar una imagen y transformarla en una señal eléctrica, tales como los microdensitómetros, flying-spot-scanners, disectores de imagen, cámaras de TV, etc. Los primeros dos tipos de dispositivos requieren

que la imagen digitalizada se encuentre en forma de transparencia, es decir, la obtención de la señal eléctrica se realiza por transmisión de la luz. Los dos últimos pueden aceptar imágenes por reflexión o transmisión, con la ventaja de poder digitalizar imágenes naturales, siempre que tengan suficiente intensidad de luz para excitar al detector.

De todos ellos los más utilizados son las cámaras de T.V. de las cuales básicamente en la actualidad se utilizan dos tipos: las vidicon y las CCDs. Las cámaras de T.V. a pesar de ser menos precisas y flexibles, en términos de selección del punto de la imagen a digitalizar, que por ejemplo los microdensitómetros o flying-spot-scanners, tienen la ventaja de su mayor velocidad de exploración, al ser ésta electrónica y de aprovechar la tecnología existente para TV. Esto permite que la imagen digitalizada pueda ser visualizada directamente en un monitor de T.V., lo que resulta ideal para aplicaciones de propósito general.

Las cámaras tipo vidicon están basadas en el principio de la fotoconductividad. Una imagen enfocada sobre la base de un tubo de cristal, el blanco, produce un "pattern" de conductividad variable proporcional a la distribución de brillo de la imagen óptica. Por otro lado, un fino haz de electrones explora la parte posterior del "pattern" fotoconductor y por neutralización de carga, se produce una diferencia de potencial proporcional al brillo del punto enfocado.

Respecto a las cámaras de acoplo por carga, CCD, éstas se basan en sensores de estado sólido, estructuras MOS en serie que almacenan carga móvil (electrones) en cantidad proporcional a la cantidad de luz incidente sobre los fotodiodos de inyección. La transferencia de carga se realiza aplicando tensiones en las puertas controladas por señales de reloj. El método concreto a seguir es lo que diferencia a los diversos sistemas (3): mos-xy, transferencia interlínea, transferencia de cuadro, etc.

Los sensores de imagen CCD se han hecho muy populares por varias razones. Su respuesta espectral es bastante más lineal que la de los vidicones, además es superior su sensibilidad a la luz, pudiéndose digitalizar píxeles individuales con una precisión de hasta 4096 niveles de grises. A su vez su estructura plana proporciona una gran precisión geométrica y tienen las ventajas de su reducido tamaño e integración compacta. Como únicas contrapartidas se tienen su elevado precio y baja resolución, todo ello de momento, pues no existen razones técnicas inalcanzables para soslayar estos últimos inconvenientes.

Con respecto a las cámaras de t.v. es muy conveniente que estas posean manual o automática la corrección gamma (debido a la relación no lineal entre el brillo y la tensión suministrada por el sensor, E-B), corrección de apertura (debido al tamaño finito del haz del cañón de electrones o tamaño finito del pixel en los sensores de estado sólido) y control automático de ganancia.

Y en general también hay que tener en cuenta la respuesta de frecuencia espacial del sistema óptico (objetivo), debido a que las lentes así como son un filtro pasa-baja. Además el sistema óptico puede producir defectos que parezcan que sean del sensor de imagen, pero que afortunadamente pueden ser corregidos por el procesador.

II. CINTAS MAGNETICAS

Entramos ya en los sistemas de almacenamiento. Entre las cintas las de tipo

streammer o vacío suelen ser las más utilizadas, a pesar de su volumen y baja densidad de grabación. Especial cuidado se ha de tener en este caso a la velocidad y densidad de grabación, así como al formato. Los modernos cartuchos de cinta tales como los TK 50 permiten un fácil uso y manejo debido a su menor tamaño y buena densidad de memorización, pero están mucho menos difundidos.

La necesidad de archivo de un número elevado de imágenes o de imágenes en movimiento, puede hacer necesario la utilización de soportes analógicos, tales como los magnetoscopios. Si bien los vídeos domésticos son susceptibles de ser utilizados, su poca precisión, ruidos, etc., hace más aconsejable la utilización de magnetoscopios profesionales, tales como por ejemplo los de tipo U-matic. Si a pesar de ello se elige un vídeo doméstico, se recuerda que de los sistemas existentes, los desarrollados más recientemente (tales como el Beta o mejor el 2000) suelen ser más precisos que los más antiguos (VHS), si bien estos últimos son los más difundidos. Especial cuidado ha de tenerse con cintas que aunque sean del mismo sistema no obedezcan a las normas CCIR (los sistemas americanos) o viceversa, a no ser que se disponga de vídeos con las dos normas.

III. DISCOS OPTICOS

Todo sistema de procesado de imágenes lleva consigo la necesidad de un procedimiento de archivo eficaz dados los grandes volúmenes de datos que presentan las imágenes. Los sistemas de almacenamiento óptico resultan ser los más adecuados dado el actual grado de desarrollo tecnológico, pudiéndose disponer de 1, 2 o más Gbytes por cara de disco y alcanzarse en sistemas completos el orden de los terabytes. Cuando se decide su adquisición, la primera cuestión que se plantea es la elección de un sistema óptico borrable o no borrable. En el momento actual, esta decisión está muy condicionada por criterios económicos, debido al elevado precio de los discos borrables. Otras características que habrá que tener en cuenta son la capacidad (desde 500 Mb a 2 o más Gb) así

como los tiempos de acceso y la velocidad de lectura. Un aspecto muy importante de estos dispositivos es su integración en el sistema operativo especialmente si se trata de un disco no borrable. Téngase en cuenta que un sistema operativo normal asume el espacio de almacenamiento como borrable, asimismo el gran número de ficheros a manejar implica una organización de sus cabecezas eficaz. Estas pueden dejarse en el propio disco si se va a tratar con ficheros muy grandes como puede ser el caso de imágenes o en otro caso, recurrir a un disco magnético auxiliar. Por otro lado se ha de prestar atención a la capacidad de diagnóstico de errores.

Ultimamente se han conseguido, como ya se ha apuntado, órdenes de almacenamiento de terabytes (7), con tiempos de recuperación de errores a uno entre un trillón o menos.

Para terminar conviene aclarar que contra lo que se le pueda ocurrir a alguien los discos ópticos no son adecuados para utilizar como discos de sistema, aspecto en que por el momento no sustituirán a los clásicos discos magnéticos.

IV. MONITORES

Se pasa ahora a los sistemas de presentación. La función de estas unidades es convertir las matrices numéricas en forma conveniente para la visualización e interpretación humana. Ahora bien las limitaciones tecnológicas y económicas fuerzan restricciones en la flexibilidad y utilidad de estos periféricos.

Comenzando por los monitores de t.v., estos poseen la ventaja de presentar los resultados con una tonalidad estrechamente relacionada con las fotografías, produciendo así una salida fácilmente asimilada por el sistema visual humano. Las características más interesantes a considerar son (8), etc.:

- Precisión: (Número de puntos), debe ser superior a la del formato estándar de la imagen.

- Tamaño de pantalla: El tamaño óptimo de un monitor de t.v. es entre 19 y 21 pulgadas (las normas CCIR de t.v. se han desarrollado básicamente para este tamaño de pantalla), por lo que este es el tamaño recomendable, si bien depende de la precisión y distancia a que se coloque el observador (habitualmente inferior que para ver la t.v. comercial). De todas formas, como el monitor se utiliza frecuentemente para obtener una imagen no volátil fotografiando la pantalla, es recomendable este tamaño y una precisión de al menos 600x800 puntos para las imágenes de 512x512 pixels. Otro aspecto a considerar son los bordes que hay que dejar sin utilizar en la pantalla debido a las deformaciones geométricas que producen.

- Deformaciones geométricas: Aspecto básico en nuestro caso y, si bien es posible corregirlas mediante el procesado, mejor es siempre eliminar la causa que corregir el defecto. Por ello, siempre es conveniente no utilizar al menos 1 cm. del borde horizontal (el vertical ya no se utiliza debido al formato cuadrado de la imagen y al rectangular de los monitores). Bajo este y otros puntos, resultan inmejorables los monitores de t.v. que utilizan tubos del sistema trinitrón, debido a las menores deformaciones geométricas que producen.

- Frecuencia de exploración: Este es otro punto a considerar, sobre todo si se desea evitar el parpadeo y la fatiga visual. La mayor precisión de los monitores que es habitual emplear en P.D.I., no siempre se traduce en una mayor frecuencia de exploración, lo que puede dar lugar a parpadeo. Para observarlo no hay más que elevar el brillo del monitor al máximo o ver en las características la frecuencia de exploración.

Para terminar se citará a modo de ejemplo una novedad en la carrera por el aumento de la resolución. Realmente no tan nuevo, existe un método llamado "pixel phasing" que con monitores de 768x576 permite direccionar 3072x2304 puntos.

Se usan cuatro planos de bits extra para almacenar información de microposicionamiento de órdenes de 1/4 de pixel.

Por otro lado para el caso de que se aumenten el número de píxeles y éstos se hagan más pequeños se han conseguido técnicas que aumentan su brillo y frecuencias de exploración más elevadas.

V. IMPRESORAS

Toda actividad relacionada con P.D.I lleva consigo la necesidad de documentar resultados sobre soportes no volátiles, el papel generalmente, y en nuestro caso son imágenes de mayor o menor resolución. Un procedimiento sencillo y fácilmente accesible, aunque no muy preciso, es utilizar una impresora para obtener representaciones de las imágenes, además de para registrar otros datos. No es demasiado infrecuente el poseer dos tipos de impresora, una de baja precisión para salida de datos y otra de alta para imágenes. Las características que más suelen interesar en P.D.I. son los recursos de memoria y su resolución, siendo su velocidad un aspecto secundario. Recordemos los tipos más usuales: matriciales, margarita, térmicas, electrostáticas, inyección de tinta y láser. De entre ellas las modernas impresoras láser ofrecen mayores ventajas en cuanto a resolución (típica de 300x300 puntos por pulgada, pudiendo llegar hasta 600x600 p.p.p.). La necesidad de almacenar previamente a la impresión cada página en la memoria hace que el tamaño de la memoria de la impresora tenga que tenerse en cuenta, analizando sus posibilidades de ampliación, etc. Si bien ya hoy en día es posible segmentar las páginas en la memoria más bien con el objeto de realizar superposiciones y mezclas.

Con todo, existen modelos de impresoras matriciales que pueden ofrecer una alternativa a considerar seriamente (5) cuando cumplen especificaciones tales como elevado número de agujas por cabeza (p.e. 24), alta resolución (180x360 p.p.p.), posibilidad de inhibición de trazado bidireccional y control por software de cada aguja por separado (especialmente interesante es que tanto una como todas las agujas puedan gol-

pear en una sola pasada), capacidad de sobreimpresión (prácticamente la tienen todas las matriciales, lo que supone una gran ventaja). En todos los casos es siempre muy conveniente evaluar la total integración de la impresora en el sistema, en concreto la disponibilidad de software apropiado que permita una utilización flexible (lenguaje de descripción de páginas) posibilidades de emulación, etc.

Dejando a un lado las impresoras convencionales, no se debe olvidar la existencia de copadoras ya diseñadas para aplicaciones gráficas que sencillamente realizan un vuelco en la pantalla sobre papel llegando hasta 64 versiones de color y resolución de 1280x1024 píxeles. Asimismo se puede optar por dispositivos que realizan reproducciones fotográficas de pantallas, con control por microprocesador y que permiten de forma automática combinaciones de color, corrección gamma, etc. De esta forma se logra reproducir imágenes con una alta calidad y resolución.

VI. PLOTTERS

El plotter es un periférico que en muchos aspectos tiene cierta similitud con las impresoras. Por ello, en general un plotter puede hacerse funcionar como una impresora convencional y viceversa.

Como ya se ha comentado, un aspecto importante en estos periféricos es su versatilidad a la hora de programarlos y hacerlos funcionar. Lo que se agradece es que no se necesite un aprendizaje prolongado para su utilización y que sean compatibles su software y conexiones con modelos ya difundidos (el HP 7475 p.e.). Existen entre los plotters una gran diversidad de modelos y variantes. Citemos, motivados por un aspecto interactivo aquellos con display L.C.D. Otros que usan arquitecturas pipeline para rellenar polígonos con millones de píxeles en cuestión de segundos, etc. Algunos incorporan control remoto, existen fotoplotters, etc.

VII. MODEMS

El modem es un periférico común a cualquier sistema que implique el uso de algún computador. Este dispositivo recibe datos digitales y los transforma en señales analógicas capaces de ser transmitidas por una línea telefónica y, de la misma forma es capaz de realizar el proceso inverso (6), etc. Los requerimientos más interesantes a tener en cuenta son: si es síncrono o asíncrono, velocidad o velocidades en baudios a que puede transmitir y recibir datos sin error (300, 1200, ..., ¡hasta 19200!), sensibilidad al ruido, distorsión soportable y posibilidad de corrección automática de errores, etc. Otro punto a tener en cuenta es el modo de funcionamiento (half-duplex o full-duplex) posibilidad de llamada y respuesta automática, tipo de modulación que utiliza (QAM, FSK, etc.) e interface necesario con el ordenador (RS-232, IEEE-48, etc).

Por otra parte, y como ya se ha insistido en dispositivos anteriores, es importante el disponer de software adecuado y compatible con otros tipos de modems estándar, tipo Bell, Hayes, CCITT, etc. Conviene que posea la capacidad de diagnóstico por bucles, es decir, poder comprobar si la señal transmitida es devuelta correctamente a el mismo, después de atravesar una red o equipo de comunicaciones.

En este punto deseamos llamar la atención, lanzando la idea sobre la enorme ventaja que supondría el estar enlazados los diversos equipos de P.D.I en España mediante modems, lo que permitiría un intercambio fácil de información entre los diversos equipos, sobre todo dado el no elevado precio de los mismos.

VIII. INTERFACES

El sistema de periféricos que se considere ha de constituir un todo junto con el procesador y no un conjunto de dispositivos aislados sin relación. Respecto a esto la cuestión de qué interfaces son los más adecuados ha de ser la primera a tener en cuenta.

Aquí se sugiere la implementación, cuando sea posible, del estándar Small

Computer Systems Interface (SCSI). Este ha sido el resultado de un proyecto del American National Standards Committee con el propósito de lograr un interface capaz de interconectar múltiples computadoras y periféricos. El interface fué diseñado con una orientación hacia un entorno lógico distribuido con independencia del dispositivo. Además el SCSI opera a nivel de sistema (más que a nivel de dispositivo). Ejemplos de interfaces a nivel de dispositivo son: SA1000, ST506, QIC-02. Con un interface de este tipo se ha de desarrollar un único conjunto de hardware y software para controlar cada periférico. El SCSI permite a todos los periféricos comunicarse con el mismo conjunto de comandos.

BIBLIOGRAFIA

1. L. Gómez y A. Lago. "Parámetros a evaluar en un sistema de procesado digital de imágenes para teledetección". I Reunión Científica del Grupo de Trabajo en Teledetección. Barcelona. Diciembre 1986.
2. R.E. Flory. "Image acquisition technology". IEEE Proceedings April, 1985, pp. 613-637.
3. Sensores de Imagen. ¿Cómo compararlos?. Miniwat, Vol. 25, nº 4.
4. G. Dundon "Integrating optical disc drives into a system". Electronic Engineering. December 1985.
5. F. Guterl "Design case history: the "infinite" matrix printer". IEEE Spectrum. Sep. 1982, pp. 40-44.
6. S. Satchell "High speed internal modems". Byte, May 1987.
7. Computer Products News. December 1987
8. T. Costlow "High-resolution CRTs hold their lead, despite the rise of compact plasma panels". Electronic design. Julio 1984, pp. 113-120.