

Sistemas de imágenes utilizando discos ópticos

Louis M. Lozada Sorcia
Enrique Luis Santiago
Candidatos a graduación

Sinopsis

En este artículo se define el concepto de sistemas de imágenes, la tecnología especializada que la respalda y el uso del disco óptico como dispositivo para el almacenamiento de imágenes electrónicas. Como parte del desarrollo del estudio se discuten los distintos tipos de discos ópticos disponibles, cómo opera un sistema de imágenes y cuales son los componentes especializados que requiere. Finalmente se presentan los detalles del procedimiento que se usó para el desarrollo del primer sistema de imágenes en Puerto Rico.

Abstract

This paper defines the concept of imaging technology, the particular hardware needed to support it and the use of the optical disk as the medium for the storage of electronic images. In order to have a better understanding of the imaging technology, the different types of optical disks are mentioned and a brief discussion on how imaging systems work and their unique hardware is included. Finally, the steps leading to the development of the first imaging system in Puerto Rico are presented.

Introducción

La invención del disco óptico ha sido uno de los avances tecnológicos más revolucionarios en lo concerniente al mundo de los equipos computadorizados en las últimas décadas, quizás el más innovador desde la llegada de la computadora. La tecnología usada en este novedoso concepto se llama imagen. Aunque todavía se encuentra en sus inicios, este concepto

ya ha influido enormemente en la manera en que la información se procesa y se usa, con lo que ha alterado la forma en que las empresas operan.

Los sistemas de imágenes combinan las ventajas de las tecnologías de almacenamiento de datos y de la computadora per se. Más de un 95% de las compañías pueden beneficiarse del uso de la tecnología de imágenes. Aunque la información sigue residiendo en papel, se derivan beneficios estratégicos, organizacionales y económicos.

El concepto de imágenes envuelve la automatización de los procesos relacionados con el almacenamiento, el acceso y la distribución de las imágenes electrónicas de documentos redactados en papel. Esto permite que más personas en un tiempo mucho menor puedan manejar mayor cantidad de información, lo que mejora la eficiencia en sus trabajos. Entre los documentos que se pueden manejar mediante el uso de imágenes se encuentran los formularios, las notas, las órdenes de compras, las prescripciones médicas, los documentos legales, las fotografías y los dibujos documentados. Mediante el uso de la tecnología de imágenes en una estación de trabajo se puede tener acceso a los documentos, verlos y enviarlos electrónicamente a otros sistemas de computadoras donde otras personas podrían usarlos. En otras palabras, la tecnología de imágenes permite el uso de la computadora para crear y manejar "papel electrónico".

Se conoce como tecnología de imágenes la capacidad para digitalizar una imagen electrónicamente, almacenarla en el computador y crear los índices para una fácil recuperación posterior. Todo esto en un ambiente de comunicaciones que permita el fácil manejo y movimiento de las imágenes entre las diferentes estaciones de trabajo y entre distintas computadoras en las diversas localizaciones geográficas de una red. Para implantar esta tecnología se usa lo siguiente:

- Rastreadores para capturar y digitalizar las imágenes de los documentos y convertirlas en imágenes electrónicas
- Pantallas convencionales o de alta resolución para desplegar las imágenes electrónicas
- Impresoras láser para la impresión de las imágenes y para su eventual almacenamiento

Sistemas de imágenes utilizando discos ópticos

- Discos magnéticos, que ya conocemos desde hace muchos años, y los discos ópticos, que comienzan a hacer sentir su presencia en el campo de la computación.

La tecnología de los discos ópticos no es del todo nueva. Tuvo su introducción comercial en 1978 con los discos ópticos de cine LaserVision. Más tarde, en el año 1983, el disco óptico se usó para producir los discos compactos de audio. La industria de la computación le siguió lanzando al mercado el disco óptico de la tecnología CD-ROM, que es un disco compacto que solamente se puede leer.

El CD-ROM se usa para almacenar bases de datos grandes que no se van a modificar: enciclopedias, guías telefónicas o libros históricos y religiosos entre otros. Su principal limitación es que se requieren equipos altamente especializados para grabar la información. Primero se hace un disco maestro con toda la información, similar al caso de un disco musical, y luego se reproducen las copias. Un CD-ROM puede almacenar alrededor de 550 millones de palabras binarias (bytes) de información.

La investigación en el campo de los discos del tipo CD-ROM ha dado paso a una nueva clase de disco óptico que se conoce por las siglas WORM (write once, read many). El disco WORM no requiere la creación de un disco maestro. El mecanismo o dispositivo que maneja el disco óptico en la computadora (optical disk drive) puede escribir sobre la superficie del disco solamente la primera vez. Una vez escrito no puede modificarse.

El dispositivo del computador usa rayos láser para grabar y leer información en un disco WORM. Mientras que en un disco magnético se usa la orientación de los campos magnéticos para determinar el valor de cada dígito binario de información, en los discos ópticos se modifica físicamente la superficie del disco con rayos láser. Para escribir un cero en una superficie de alta reflectividad se usa un haz de luz de bastante intensidad para quemar y perforar la superficie, dejando un pequeño orificio de varios micrómetros de diámetro. Luego se lee el disco enfocando un rayo de poca intensidad y observando la refracción del mismo, que es diferente si hay un orificio o si la superficie no ha sido alterada.

Hay disponibles varios tamaños de discos ópticos del tipo WORM. Los más comunes son de 5.25, 12 y 14 pulgadas de diámetro, respectivamente.

Estos discos se fabrican con un cristal endurecido que tiene una vida media de hasta 25 años. Los discos más pequeños brindan una capacidad de almacenaje de aproximadamente medio gigabyte por cada lado y los más grandes llegan hasta 3 gigabytes por cada lado del disco, equivalente a unas 120,000 imágenes por disco. Sin embargo, quizás su mayor ventaja es que son removibles, lo que permite equipar un sistema con uno o más dispositivos ópticos (drives) y una buena cantidad de volúmenes que pueden colocarse o retirarse del dispositivo de acuerdo a las necesidades del usuario.

Además de la tecnología de discos WORM, ya se comenzó a usar en el mercado el disco del tipo EOM (erasable optical media), el cual permite la regrabación de la superficie, de la misma manera que se puede hacer con los discos magnéticos convencionales. Hay diferentes tecnologías dentro de la clase de discos EOM: "magneto-optical", "phase change" y "dye-polymer". No obstante, es la tecnología de los discos "magneto-optical" la que está popularizándose ya que combina las tecnologías magnéticas convencionales con el uso de los rayos láser.

En el caso de los discos del tipo "magneto-optical", el rayo láser calienta la superficie de grabación, la cual se ha magnetizado y polarizado en una dirección específica de antemano. El calor del haz de luz desestabiliza el campo magnético y permite invertir la polaridad (cambiándolo de cero a uno). Para leer la superficie se emite un haz de luz que refleja la orientación del punto magnético.

Según se mencionó anteriormente, la mayor ventaja de los discos ópticos, además de su gran capacidad para almacenar información, es que son removibles. De esta manera se puede configurar un computador con uno o varios dispositivos de discos ópticos y mantener en línea uno o más gigabytes de información, lo que permite montar o desmontar volúmenes según sea necesario. El uso de las rocolas (jukeboxes) permite acomodar múltiples dispositivos de discos ópticos y casillas en las cuales se guardan los discos de manera que permitan fácil acceso automáticamente. El nombre "jukebox" viene de la rocola o vellonera de los viejos cafés de barrio, que permitía la selección de cualquier pieza musical; un brazo mecánico localizaba el disco adecuado y lo colocaba por el lado correcto. El principio en este caso es el mismo, sólo que con equipos electrónicamente más avanzados. El brazo mecánico es un robot que localiza un volumen y lo coloca en el dispositivo disponible. Toda esta operación se lleva a cabo teniendo en cuenta algoritmos de colas para una operación más eficiente.

Sistemas de imágenes utilizando discos ópticos

En una rocola de discos ópticos un brazo electrónico tiene la función de localizar un plato óptico, removerlo de su casilla y colocarlo en un dispositivo óptico. También puede remover un plato óptico de un dispositivo para desocuparlo y llevarlo de regreso a su casilla. Una vez el disco óptico se coloca en el dispositivo indicado y alcanza cierta velocidad rotacional, el aparato es capaz de leer la superficie y encontrar la imagen electrónica en cualquier documento y desplegarlo en una pantalla en pocos segundos.

En el ambiente de discos y cintas magnéticas removibles el significado de en línea (on-line) y fuera de línea (off-line) es claro. Con la rocola óptica se define un nuevo concepto, intermedio a estos dos antes mencionados. Cuando la rocola óptica se pone en marcha, ésta lleva a cabo un ejercicio en el cual lee la tabla de contenido de cada disco (VTOC, por sus siglas en inglés) y almacena esta información en la memoria en una tabla que, además, incluye la ubicación física de cada disco óptico en la rocola. A partir de este momento todos los discos de una rocola se consideran casi en línea. Es decir, puede que un disco en particular no esté montado en el dispositivo en el instante preciso que se necesita. Sin embargo, como se sabe exactamente en qué plato se encuentra la imagen y la casilla en la cual se halla el disco, el disco queda montado, disponible y verdaderamente en línea en pocos segundos.

El administrador de un sistema con rocola puede insertar discos nuevos a la rocola a través de un buzón exterior. Una vez la rocola lee el VTOC del disco lo coloca en una casilla vacía. De la misma forma el usuario puede remover un disco de la rocola, dejando libre la casilla para otro disco en un momento futuro.

No obstante, ¿son los tiempos de respuesta de las rocolas aceptables en aplicaciones de automatización de empresas? Consideremos el usuario de un sistema integrado de imágenes. Desde una pantalla tiene acceso a los datos, al texto, a las comunicaciones y a las imágenes. Puede tener acceso a los datos de un cliente o de un proveedor, instantáneamente; puede también, en segundos, tener acceso desde esa pantalla a la imagen de un contrato, la firma de su cliente, o la imagen de una carta con anotaciones a mano. Una vez desplegada la imagen en su pantalla, puede examinarla o enviarla por correo electrónico a otro usuario de la red. La forma convencional de localizar un documento implica trasladarse al archivo, comenzar la búsqueda del documento y muchas veces fotocopiarlo para no remover el documento original del archivo. La búsqueda de documentos en archivos de oficinas

puede tardar minutos, horas o a veces días.

Una rocola óptica puede equiparse con varios dispositivos ópticos y suficientes casillas para almacenar de 75 a 100 platos ópticos. Cada plato óptico tiene una capacidad de almacenaje de aproximadamente 40,000 imágenes. Por consiguiente, en una rocola óptica se pueden almacenar y localizar de tres a cuatro millones de imágenes. A razón de dos mil millones de caracteres en cada plato, podríamos almacenar hasta doscientos mil millones de caracteres en una rocola. Esto equivale a la cantidad de datos almacenados en 400,000 "diskettes" o la cantidad de información contenida en 13,460 pies cúbicos de papel. Una empresa podría eliminar 350 gabinetes de archivo de cuatro gavetas cada uno y liberar 2,692 pies cuadrados de espacio de oficina, espacio que podría usarse de forma más eficiente para escritorios, despachos y salones de conferencia. Todo esto con una sola rocola.

Un computador es capaz de manejar múltiples rocolas. También se pueden enlazar cientos de computadores en una red. De esta forma billones de imágenes electrónicas estarían a la disposición de cualquier usuario, sin importar dónde se encuentre la información.

Hay dos tipos de pantallas diseñadas exclusivamente para aplicaciones de imágenes. La pantalla de 16 pulgadas permite ver una imagen de 8 x 11 en tamaño normal, o tres páginas en tamaño reducido. Esta pantalla puede operar con una resolución de 100 puntos por pulgada (DPI, por sus siglas en inglés) para aplicaciones generales y 200 DPI para formas preimpresas. El segundo tipo de pantalla es de 19 pulgadas y 115 DPI, con capacidad para mostrar dos páginas simultáneamente en su tamaño estándar.

La operación de un sistema de imágenes integradas consta de cinco pasos:

1. Digitalización

En esta fase la imagen o documento se entra al sistema tal y como está, sin alteraciones. Este procedimiento se puede llevar a cabo en un lugar específico o en varios lugares dentro de una organización.

2. Clasificación

En el proceso de clasificación se crea una tabla de índices en los cuales

se le da una localización a todo documento. De esta forma el documento se puede buscar por su índice. Esto permite la recuperación de documentos usando palabras o campos claves, igual que en una base de datos.

3. Almacenamiento

Los sistemas de imágenes ofrecen múltiples medios para el almacenamiento de imágenes: microfichas, discos magnéticos y discos ópticos de alta densidad. Se prefieren los discos ópticos por su eficiencia en la utilización del espacio disponible.

4. Recuperación

La recuperación de documentos puede llevarse a cabo desplegando el documento en una pantalla de buena resolución o mediante una impresora láser de alta resolución. También en esta etapa se usan criterios similares a los de las bases de datos para seleccionar el documento.

5. Compartimiento de imágenes

El sistema de imágenes puede procesar paralelamente los documentos, en vez de paso a paso como se hace con la forma de papel. No hay que esperar que alguien provea el expediente y la productividad es visible.

Proceso de diseño

En esta parte de nuestro trabajo se contó con el apoyo del ingeniero Louis P. Lozada, considerado como uno de los precursores de los sistemas ópticos. Además formó parte del grupo de trabajo que diseñó el primer sistema óptico en Puerto Rico.

En el diseño de un sistema óptico hay que evaluar un sinnúmero de interrogantes antes de comenzar. Una mala decisión puede causar pérdidas significativas de tiempo y dinero. Algunas de las preguntas que el diseñador se hace al comenzar el desarrollo de un sistema óptico son las siguientes:

- ¿Cuán rápido debe ser el proceso de entrada de documentos?
- ¿Cuáles serán los equipos más rápidos?
- ¿Cómo minimizar los gastos para hacer que el producto final tenga un

precio accesible al cliente?

¿Qué resolución debe tener la pantalla?

Para comenzar el diseño del producto se prepara un modelo gráfico de la arquitectura del sistema óptico. El siguiente diagrama muestra como se implanta esta idea.

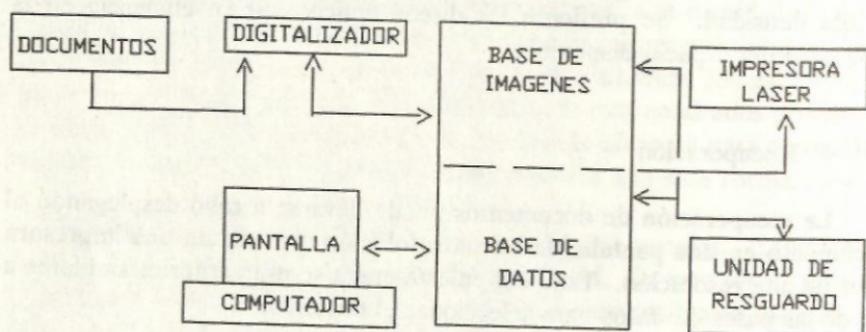


Figura 1. Modelo conceptual del sistema óptico

Este modelo muestra todo lo que el sistema de imágenes más sencillo debe incluir. Cuando se diseña un sistema se debe comenzar con la parte básica del mismo. Luego se añaden componentes hasta obtener un producto único en su clase.

La definición de un sistema óptico envuelve una serie de parámetros. La idea básica del sistema es el almacenar electrónicamente los documentos físicos en un sistema computadorizado que permita el acceso a dichos documentos en el momento en que se requieran. El sistema debe ser confiable y proveer máxima seguridad, ya que los documentos originales se destruyen. Muchas compañías dependerán de esta tecnología en un futuro cercano.

El proceso de digitalización es lento. Un digitalizador puede tomar entre 30 y 45 segundos en captar la imagen de una hoja de papel de tamaño carta (8.5 x 11). Por esta razón, un digitalizador con estas cualidades no cumplía con los requisitos para el funcionamiento óptimo de nuestro sistema. Si cada hoja de papel tarda 30 segundos, entonces la razón de salida es de dos

Sistemas de imágenes utilizando discos ópticos

páginas por minuto. Esto disminuiría a una página por minuto si se le añaden otros procedimientos que se explican más adelante.

Ante la ausencia de otras alternativas en el mercado, analizamos cómo trabaja una máquina fotocopidora. Luego de varios estudios y teorías llegamos a la conclusión que la solución radicaba en sustituir la tarjeta del digitalizador que se encarga de procesar la imagen por una tarjeta de video. Localizamos una compañía cuyo producto era compatible con el nuestro e incorporamos la nueva tarjeta al digitalizador que estábamos usando. Los resultados fueron asombrosos. Ahora se podían procesar cinco páginas por minuto en nuestro modelo sencillo y 25 páginas por minuto en nuestro modelo más adelantado. Con esta nueva tarjeta se podían producir imágenes con una resolución entre 200 y 400 DPI. Para tener una idea más clara de lo que significa esta resolución considere que una imagen proyectada en un monitor super VGA es de aproximadamente 100 DPI.

Teniendo listo el proceso de digitalización, entonces pasamos a la fase de integración de los datos y las imágenes, proceso conocido como "imaging". Primeramente se pensó en almacenar los datos en un disco duro. Sin embargo, el espacio de disco ocupado por una imagen no es fácil de calcular. Por ejemplo, una carta normal puede ocupar entre 600,000 y 800,000 bytes de información, aproximadamente dos discos flexibles de doble densidad. Había que definir cómo se almacenaría toda esta información. Con este tamaño de información no era lógico guardar las imágenes en discos duros. Aquí es que entra en juego la tecnología de los discos ópticos.

Por otro lado, el mantener el control de todos los parámetros de un sistema de imágenes no es tarea fácil para un computador común. Tiene que haber una arquitectura que posea la capacidad suficiente para controlar los diferentes periferales que exige este sistema. Esta computadora tiene que ser una caja dedicada única y exclusivamente al procesamiento de imágenes. Para cumplir con esta encomienda se diseñó una estación de imágenes que consta de cinco procesadores. Cada uno de estos procesadores tiene una función específica.

El primer procesador controla el digitalizador. Este procesador le indica al digitalizador con cuántos tonos de gris va a digitalizar un documento, la resolución a usarse, el modo en que se va a operar (manual o automático) o si se trata de una reducción o ampliación.

El segundo procesador es el que se encarga de la compresión y descompresión de documentos. Esta función es de gran importancia en el procesamiento de una imagen. El tamaño medio de un archivo es entre 600,000 y 800,000 dígitos binarios de información. Si esta información se almacena tal y como está, el número de imágenes que cabrían en cada disco óptico no compensaría el costo de cada disco óptico. El procesador de compresión y descompresión usa unos algoritmos que se encargan de comprimir ese archivo a uno mucho menor, que oscila entre los 20,000 y los 60,000 bytes. Ya con este tamaño se procede a guardar la imagen en el disco óptico. Cuando se pide ver la imagen entonces se lleva a cabo el proceso inverso, el procesador descomprime la imagen seleccionada y de esta manera se puede desplegar en la pantalla.

El tercer procesador controla la pantalla, la cual es de suma importancia en un sistema óptico. La claridad con que se vea la imagen depende de la resolución que posea la pantalla. Para el sistema que diseñamos usamos pantallas con resoluciones de 200 y 400 DPI. Ver un documento en una pantalla de 200 DPI es prácticamente como ver el documento original. Para aplicaciones especiales, como en el caso de huellas digitales se usa una pantalla de 400 DPI.

El cuarto procesador se encarga de manejar la impresora láser. También en la impresora láser se modificó la tarjeta original por una tarjeta de video. La resolución que usa la impresora varía entre 200 y 400 DPI. El procesador se encarga de regular los tonos de gris con que se va a llevar a cabo la impresión.

El quinto procesador se encarga de la administración de la red. El sistema diseñado puede conectarse a una red local, lo que facilita el que múltiples usuarios puedan tener acceso a la base de imágenes y de datos simultáneamente.

Una vez cubiertos todos estos aspectos se culminó el diseño del primer sistema de discos ópticos desarrollado aquí en Puerto Rico. Este hecho comprueba una vez más que nuestro país tiene el talento suficiente para desarrollar equipos de alta tecnología.