

Manual de Digitalización de documentos

Palabras clave:

SGED
Sistema de Gestión Electrónica de Documentos
Imagen
Imagen digital
Resolución de imagen
Dimensión de imagen
Profundidad de imagen
Rango dinámico de imagen
Tamaño de imagen
Compresión de imagen
Códigos Huffman
CCITT
Compresión sin pérdida
Compresión con pérdida
Formato de imagen
BMP
TIFF
GIF
JPEG
JFIF
PHOTO CD
PNG
PDF
MPEG

Digitalización de imagen
CCD
PMT
CMOS
Resolución óptica e interpolada
Velocidad de exploración
Discriminación texto - imagen
Umbral dinámico
Extracto de contorno
Imagen inversa
Imagen espejo
Énfasis de bordes
Relleno de huecos
Supresión de ruido
Igualación de zonas irregulares
Escáner
Escáner plano
Escáner de rodillo
Escáner aéreo
Escáner de film
Escáner de tambor
Escáner de gran formato
Escáner radiológico
Externalización de digitalización

TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción
2. Parámetros de la imagen digital
 - 2.1. Resolución
 - 2.2. Dimensiones de la imagen
 - 2.3. Profundidad de bits
 - 2.4. Rango dinámico
 - 2.5. Tamaño de archivo
 - 2.6. Compresión
 - 2.7. Formatos del archivo
3. Sistemas de Gestión Electrónica de Documentos
4. Digitalización de documentos
 - 4.1. Proceso de digitalización
 - 4.2. ¿Cómo funciona el escáner?
 - 4.3. Tipos de escáner
 - 4.4. Interfaz escáner – computador
 - 4.5. Parámetros de escáner
 - 4.6. Funcionalidades adicionales del escáner en SGED
5. Externalización de la digitalización de documentos
 - 5.1. Externalización
 - 5.2. Producción propia
6. Bibliografía

1. Introducción

Un computador solo es capaz de manejar formatos digitales de información. La información puede estar codificada originalmente (códigos ASCII, EBCDIC, etc), o ser de tipo analógica (documento original), que deberemos convertir en una representación digital que permita ser procesada por un Sistema de Gestión Electrónica de Documentos (SGED).

Las imágenes digitales son fotos electrónicas tomadas de una escena o escaneadas de documentos - manuscritos, textos impresos, ilustraciones, fotografías, etc. -. Se realiza una muestra de la imagen y se confecciona un mapa en forma de cuadrícula de puntos elementales (píxeles). A cada píxel se le asigna un valor tonal (negro, blanco, gris, color) el cual está representado por un código binario (ceros y unos). Estos dígitos binarios ("bits") para cada píxel, son almacenados en una secuencia y con frecuencia reducidos a una representación matemática (compresión). Luego el computador interpreta esta secuencia de bits para reproducir una versión analógica para su visualización o impresión.

Este pequeño manual trata de describir los parámetros a considerar de una imagen digital, de las compresiones y los formatos de archivo más utilizados, y de los periféricos de captura (con detalle de tipos, interfaz, parámetros y funcionalidades) que permiten conseguir la digitalización de imágenes en los SGED.

2. Parámetros de la imagen digital

Una imagen digital puede ser representada mediante una matriz bidimensional de números. En la Figura 1 se muestra una imagen original y su representación en una matriz de puntos bitonales (píxeles), en los que el negro se representa como "0" y el blanco se representa como "1".

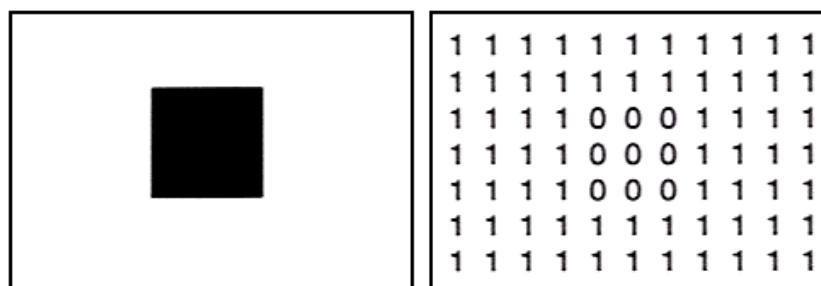


Figura 1.- Imagen original y su representación binaria

2.1. Resolución

La **resolución** es la frecuencia espacial a la cual se realiza la muestra de una imagen digital. La medida de la resolución se determina por el número de píxeles leídos en una distancia lineal de una pulgada (2,54 cm) en el documento digitalizado.

Las unidades más utilizadas son "puntos por pulgada" - ppp - (dots per inch - dpi -), o "píxeles por pulgada" - ppp - (pixels per inch - ppi -). Las resoluciones de digitalización de documentos están normalmente en el rango de 50 a 600 ppp.

Las resoluciones de escaneo más frecuentemente utilizadas en documentos blanco y negro en SGED son 200, 300 y 400 ppp. En la digitalización de imágenes color de alta calidad, son típicas resoluciones de 1.200 a 2.400 ppp.

En la Figura 2 se muestra una ilustración a resoluciones de 100, 200 y 300 ppp. Las mejoras en las imágenes de mayor resolución son apreciables.

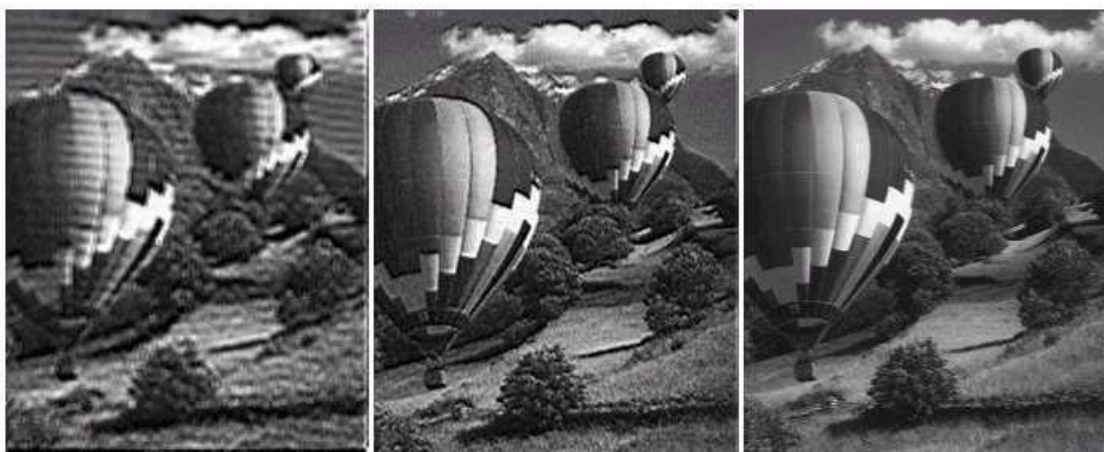


Figura 2.- Ilustración a resolución de 100, 200 y 300 ppp.

2.2. Dimensiones de la imagen

Las **dimensiones de la imagen** son las medidas horizontales y verticales de la misma, expresadas en píxeles. Pueden determinarse multiplicando tanto el ancho como la altura de la imagen (medido en pulgadas) por la resolución en ppp.

Por ejemplo, una página A4 en blanco y negro, digitalizada a resolución de 300 ppp, tendrá una dimensión total de:

A4 = 21,0 cm x 29,7 cm

- Ancho: 21,0 cm = 8,27" \Rightarrow 8,27" x 300 ppp = 2.500 píxeles
- Alto: 29,7 cm = 11,69" \Rightarrow 11,69" x 300 ppp = 3.500 píxeles

Dimensión total A4: 2.500 x 3.500 = 8.750.000 píxeles

2.3. Profundidad de bits

La profundidad de bits de una imagen digitalizada se determina por la cantidad de bits utilizados para definir cada píxel. Así pues, la profundidad se mide en bits/píxel.

Cuanto mayor sea la profundidad de bits, tanto mayor será la cantidad de tonos que puedan ser representados. Las imágenes digitales se pueden digitalizar en blanco y negro (en forma bitonal), a escala de grises o a color.

Una imagen bitonal está representada por píxeles que constan de 1 bit cada uno, que pueden representar dos tonos, utilizando los valores "0" para el negro y "1" para el blanco.

Una imagen a escala de grises está compuesta por píxeles representados por múltiples bits de información, que típicamente varían entre 2 a 8 bits. En el caso de imagen médica radiológica de alta calidad, es normal utilizar profundidad de 12 bits/píxel; la cantidad de tonos representables es entonces de $2^{12} = 4.096$ niveles de grises.

Una imagen a color está típicamente representada por una profundidad de bits entre 8 y 24. En una imagen de 24 bits, los bits por lo general están divididos en tres grupos (RGB): 8 para el rojo (Red), 8 para el verde (Green), y 8 para el azul (Blue). Para representar otros colores se utilizan combinaciones de esos bits. Una imagen de 24 bits ofrece 16,7 millones (2^{24}) de valores de color.

Para impresión en color de alta calidad se utiliza una profundidad de bits suficiente para conseguir la reproducción cuatricromática. Los cuatro colores de proceso (CMYK) de 8 bits cada uno, totalizan 32 bits de profundidad: cian (Cian), magenta (Magenta)

En Figura 3, distinguimos tres imágenes digitales: bitonal (1 bit), escala de grises (8 bits) y color (24 bits).



Figura 3.- Imágenes bitonal, escala de grises y color

Cálculos binarios para la cantidad de tonos representados por profundidades de bits comunes:

1 bit (2^1) =	2 tonos
2 bits (2^2) =	4 tonos
3 bits (2^3) =	8 tonos
4 bits (2^4) =	16 tonos
8 bits (2^8) =	256 tonos
10 bits (2^{10}) =	1.024 tonos
12 bits (2^{12}) =	4.096 tonos
14 bits (2^{14}) =	16.384 tonos
16 bits (2^{16}) =	65.536 tonos
24 bits (2^{24}) =	16,7 millones de tonos
32 bits (2^{32}) =	4.295 millones de tonos

2.4. Rango dinámico

Rango dinámico es el rango de diferencia tonal entre la parte más clara y la más oscura de una imagen. Cuanto más alto sea el rango dinámico, se pueden potencialmente representar más matices, a pesar de que el rango dinámico no se correlaciona en forma automática con la cantidad de tonos reproducidos.

El rango dinámico también describe la capacidad de un sistema digital de reproducir información tonal. Esta capacidad es más importante en los documentos de tono continuo que exhiben tonos que varían ligeramente, y en el caso de las fotografías puede ser el aspecto más importante de la calidad de imagen.

En Figura 4 se muestra una fotografía digitalizada con un rango dinámico limitado (izquierda), comparado con la misma fotografía con un rango dinámico amplio (derecha), en la que pueden observarse el mayor detalle de luz y sombras.



Figura 4.- Fotografía con un rango dinámico limitado (izquierda) y rango dinámico amplio (derecha).

2.5. Tamaño de archivo

El **tamaño del archivo** se calcula multiplicando el área de superficie (ancho x alto) del documento a ser digitalizado (en pulgadas), por la profundidad en bits (en bits/píxel) y por el cuadrado de la resolución (en ppp²). Dado que el tamaño del archivo se representa en Bytes (8 bits), dividiremos el resultado para 8.

Por ejemplo, para nuestra página A4 en blanco y negro, digitalizada a resolución de 300 ppp, el tamaño de archivo será:

$$A4 = 8.750.000 \text{ pixeles} / 8 \text{ (bits / Byte)} = 1,1 \text{ MegaBytes}$$

Recuérdese que, debido a que las imágenes digitales tienen como resultado archivos muy grandes, la cantidad de Bytes, con frecuencia se representa en incrementos de 2^{10} (1.024) o más:

$$1 \text{ KiloByte (KB)} = 2^{10} = 1.024 \text{ Bytes}$$

$$1 \text{ MegaByte (MB)} = 2^{20} = 1.024 \text{ KB}$$

$$1 \text{ GigaByte (GB)} = 2^{30} = 1.024 \text{ MB}$$

$$1 \text{ TeraByte (TB)} = 2^{40} = 1.024 \text{ GB}$$

$$1 \text{ PetaByte (PB)} = 2^{50} = 1.024 \text{ TB}$$

Tamaños de archivo (sin compresión) de imágenes A4 frecuentemente utilizadas, digitalizadas con diferentes profundidades de bits y resoluciones, dan como resultado ocupaciones en MegaBytes de:

Tipo de Imagen	Profundidad Bits/pixel	Resolución Puntos/pulgada	Tamaño Archivo MegaBytes
Blanco & Negro	1	300	1,09
Blanco & Negro	1	400	1,93
16 Grises	4	300	4,36
16 Grises	4	400	7,72
256 Grises	8	300	8,72
256 Grises	8	400	15,44
1.024 Grises	10	300	10,90
1.024 Grises	10	400	19,30
4.096 Grises	12	300	13,08
4.096 Grises	12	400	23,16
8 Colores	3	300	3,27
8 Colores	3	400	3,72
256 Colores	8	300	8,72
256 Colores	8	400	15,44
65.536 Colores	16	300	17,44
65.536 Colores	16	400	30,88
16.777.216 Colores	24	300	26,16
16.777.216 Colores	24	400	46,32
4.294.967.296 Colores	32	300	34,88
4.294.967.296 Colores	32	400	61,76

2.6. Compresión

Inicialmente (**códigos Huffman** en 1952), la compresión se desarrolla sobre códigos de longitud fija (tipo ASCII de 8 bits), asignando un número menor de bits a letras de mayor frecuencia (e = 3 bits) y mayor número a los de menor frecuencia (z = 12 bits).

En el caso de imágenes, áreas extensas contienen el mismo color y la similitud entre áreas adyacentes es importante. El empleo de codificación Huffman reduce drásticamente el espacio ocupado.

CCITT (Consultive Committe on International Telephone and Telegraph), definen en los años 70 el estándar internacional para la codificación y transmisión del fascimil (fax). **CCITT Grupo III** primero, con reducciones entre el 6% y el 12% de la capacidad original y **CCITT Grupo IV** mas tarde, con reducciones cifradas entre el 3% y el 10% de la ocupación de la imagen original, dan origen a la compresión de imagen.

La **compresión** se utiliza para reducir el tamaño del archivo de imagen para su almacenamiento, procesamiento y transmisión. El tamaño del archivo para las imágenes digitales puede ser muy grande, complicando las capacidades informáticas y de redes de muchos sistemas. Todas las técnicas de compresión abrevian la cadena de código binario en una imagen sin comprimir, mediante complejos algoritmos matemáticos. Existen técnicas de compresión estándar y otras patentadas.

Los sistemas de compresión también pueden caracterizarse como: sin pérdida o con pérdida.

Los sistemas **sin pérdida** (lossless), abrevian el código binario sin desechar información, por lo que, cuando se "descomprime" la imagen, ésta es idéntica bit por bit al original.

Los sistemas **con pérdida**, utilizan una manera de compensar o desechar la información menos importante, basada en un entendimiento de la percepción visual (lossy/visually lossless). Sin embargo, puede ser extremadamente difícil detectar los efectos de la compresión con pérdida, y la imagen puede considerarse "sin pérdida visual".

La compresión sin pérdida se utiliza con mayor frecuencia en el escaneado bitonal de material de texto. La compresión con pérdida típicamente se utiliza con imágenes tonales, y en particular imágenes de tono continuo en donde la simple abreviatura de información no tendrá como resultado un ahorro de archivo apreciable.

Por ejemplo, una imagen color a 24 bits, de 100 ppp, tendrá un tamaño de archivo de 248 KB cuando le damos formato JPEG con compresión baja, llegará a 49 KB con el mismo JPEG en compresión media y tan solo ocupará 22 KB con JPEG, compresión alta.

Los sistemas de compresión emergentes ofrecen la capacidad de proporcionar imágenes de resolución múltiple desde un solo archivo, proporcionando flexibilidad en la entrega y la presentación de las imágenes a los usuarios finales.

Los atributos de las técnicas de compresión más comunes se recogen a continuación:

Nombre	CCITT G-4 (ITU-T.6)	JBIG	JPEG	LZW (GIF)	LZW (TIFF, PDF, PS)	ImagePac (PhotoCD)
Estándar/ Patentado	Estándar	Estándar	Estándar	Patentado	Patentado	Patentado
Sin pérdida/ Con pérdida	Sin pérdida	Sin pérdida	Con pérdida	Sin pérdida	Sin pérdida	Con pérdida
Profundidad bits/pixel	1	De 1 a 6	8 ó 24	De 1 a 8	De 1 a 8	24
Resolución múltiple	No	No	No	No	No	Si
Soporte Web	Conexión o aplicación de ayuda	Conexión o aplicación de ayuda	Desde Explorer 2, Navigator 2	Desde Explorer 3, Navigator 2,	Conexión o aplicación de ayuda	Aplicación Java o de ayuda

2.7. Formatos del archivo

Los formatos de archivo consisten tanto en la configuración de bits que comprende la imagen como en la información del encabezamiento acerca de cómo leer e interpretar el archivo. Los formatos de archivo varían en términos de resolución, profundidad de bits, capacidades de color, y soporte para compresión y metadatos.

Los principales formatos gráficos de imagen son:

Bitmap (Windows Bitmap File) .bmp

Creado por Microsoft Windows Paint. Fichero sin compresión, típicamente de 8 bits, soportando paletas de hasta 24 bits. Gran tamaño de fichero, lo que le convierte en un formato poco manejable y raramente utilizado en SGED.

TIFF (Tagged Image File Format) .tif .tiff

Desarrollado por Aldus Corp. en 1986 para guardar imágenes desde escáneres y tarjetas capturadoras de video. TIFF 3 y TIFF 4 asume las especificaciones establecidas por CCITT Grupo III y Grupo IV respectivamente para imágenes bitonales (1 bit). Posteriormente TIFF 5 y TIFF 6 asumen imágenes con escala de grises (4 u 8 bits) y paleta de colores (normalmente 24 bits, ampliable hasta 64 bits). Se ha convertido en un estándar de facto en los SGED. Compresión sin pérdida ITU-T6/LZW y con pérdida JPEG. Precisa de conexión externa para su ejecución en Web.

GIF (Graphic Interchange Format) .gif

Fue desarrollado para el intercambio de imágenes en Compuserve. Bitonal, escala de grises o color de 1 a 8 bits. Compresión sin pérdida LZW, bajo licencia de Unisys. Características añadidas en versión GIF 89a: carga progresiva, máscara de

transparencia de 1 bit y animación simple. Utilización generalizada y estándar en Web con soporte directo a partir de Explorer 3 y Navigator 2.

JPEG (Join Photographic Expert Group) .jpeg .jpg

Diseñado por este grupo para la compresión de imágenes fotográficas. Formato de 8 bits en escala de grises y 24 bits en color, con alta compresión y pérdida variable. Estándar para la representación de imágenes en color y grises (no adecuado para imágenes bitonales o con pequeño número de colores). JPEG intenta eliminar la información que el ojo humano no es capaz de distinguir. Utilización generalizada y estándar en Web con soporte directo a partir de Explorer 2 y Navigator 2.

JFIF (JPEG File Interchange Format) .jfif .jif

Presentada por C-Cube Microsystems. Formato de archivo que permite que los flujos de datos JPEG sean intercambiados entre una amplia variedad de plataformas y aplicaciones. Soporte Web directo a partir de Explorer 2 y Navigator 2.

PHOTO CD .pdc

Presentado por Kodak en 1992. Formato color de 24 bits concebido para ser creado a partir de cualquier negativo de 35 mm (color o b&n) o diapositiva color. Define 6 resoluciones de tamaños entre 192 x 128 píxeles y 6.144 x 4.096 píxeles, con o sin pérdidas. Precisa de aplicación Java para su ejecución Web.

PNG (Portable Network Graphics) .png

Fue diseñado para reemplazar el formato GIF, y ha sido aprobado por W3C (World Wide Web Consortium). Profundidad de bits entre 1 y 48 (hasta 16 en escala de grises). Compresión sin pérdida, un 10% superior a la del formato GIF. Visualización progresiva en 2 direcciones. No permite animación. Utilización directa en Web con soporte a partir de Explorer 4 y Navigator 4.04.

PDF (Portable Document Format) .pdf

Lenguaje descriptor de páginas desarrollado por Adobe Corp. que contiene las capacidades gráficas de PostScript (menos flexible, pero más eficiente) y con capacidades hipertextuales. Profundidad de bits variable (4 a 8 bits escala de grises y hasta 64 bits color). Descompresión sin pérdida ITU T6 ó LZW, o con pérdida JPEG. Formato propietario pero estándar de facto. Precisa de conexión o aplicación externa para su ejecución en Web.

3. Sistemas de Gestión Electrónica de Documentos

Organizaciones privadas y públicas en sectores como industria, banca, seguros, sanidad, educación y otros, han incrementado de forma exponencial la utilización del papel para poder desarrollar su actividad.

La búsqueda continua de soluciones que permitan mejorar los problemas asociados al manejo de ingentes cantidades de papel, junto con la evolución de ciertas tecnologías clave en los campos de la información y las comunicaciones, han permitido el desarrollo de los Sistemas de Gestión Electrónica de Documentos (SGED) disponibles actualmente.

Estos problemas asociados a la masiva utilización del papel, incluyen: ocupación de grandes volúmenes de espacio (almacenamiento) para contener los fondos documentales, incremento de las labores de explotación del mismo (indexación, búsqueda y flujos del papel), necesidad de reducción del tiempo de proceso tendente a proporcionar un mejor servicio al cliente, etc.

El rápido avance de tecnologías asociadas a los SGED, proporciona hoy la posibilidad de implantar soluciones documentales razonables en costes y eficientes en su funcionamiento. Caben destacar:

Tecnologías de almacenamiento masivo: una imagen digitalizada requiere de miles de Bytes de ocupación; todo un fondo documental en formato electrónico ocupa frecuentemente cientos de GigaBytes o varios TeraBytes. El progresivo abaratamiento de las memorias no volátiles (discos magnéticos en RAID, discos ópticos WORM, WMRA, CD-R, DVD, BD-R, etc.) y un espectacular aumento de su densidad de grabación y disminución del tiempo de acceso, permiten en la actualidad el almacenamiento masivo digital de cualquier volumen.

Tecnologías de digitalización electrónica: de las técnicas micrográficas (microfilmación en microfilm o microfichas iniciadas en los años 30 por Kodak), se ha pasado a partir de los años 80 a la utilización de digitalización de imagen mediante electrónica de estado sólido. Esta tecnología ha permitido el progreso y la utilización de escáneres y cámaras electrónicas cada vez más económicas, más rápidas y de mayor calidad.

Tecnologías de comunicaciones de alta velocidad: la evolución de sistemas informáticos centralizados, con un número limitado de usuarios situados localmente, a la moderna concepción de sistemas altamente distribuidos, con acceso simultáneo de cientos o miles de usuarios concurrentes a un SGED, ha sido solo posible por la introducción de computadores con capacidades de proceso cada vez más rápidas y a la disponibilidad de redes de telecomunicación de alta velocidad (cable, XDSL, etc.).

Tecnologías de visualización de imagen: en los SGED para la visualización eficiente de los documentos digitalizados, se requieren monitores de alta resolución capaces de reproducir la imagen electrónica con total precisión. Pueden encontrarse hoy en el mercado monitores que visualizan fotografías de millones de colores (24 bits) o radiografías de 2.000 x 2.500 píxeles y 4.096 (12 bits de profundidad) niveles de gris por píxel.

Tecnologías de compresión de imagen: la compresión de imagen, tanto de originales bitonales, grises, como color, se basa en procesos matemáticos que explotan la redundancia existente en las imágenes digitalizadas. Tradicionalmente los SGED han tratado documentos en blanco y negro (desde original fax, a TIFF Grupo IV), pero la evolución de las técnicas de compresión de imagen y las telecomunicaciones, están permitiendo la transmisión/reproducción a la carta en tiempo real de imágenes con calidad TV digital (MPEG 2).

Un Sistema de Gestión Electrónica de Documentos incluye habitualmente los siguientes componentes:

- **Escáneres**, que digitalizan los documentos (normalmente papel) y lo convierten en una imagen digital en formato tratable por el sistema informático.
- **Almacenamiento**, que incluye dispositivos magnéticos u ópticos capaces de contener y permitir el acceso a las imágenes digitalizadas y sus metadatos.
- **Unidad de Proceso**, encargada de la ejecución y control del software y periféricos del SGED, que incluye: la aplicación de Gestión Electrónica de Documentos (captura, clasificación y visualización), el sistema de workflow (sí existe) y la base de datos (DBMS) de tipo documental o relacional.
- **Comunicaciones**, para transferir las imágenes y metadatos entre los elementos locales y/o remotos del sistema.
- **Impresoras**, Monitores u otros dispositivos capaces de poder reproducir las imágenes originalmente digitalizadas.

Dada la extensión y multiplicidad de tecnologías y componentes de un SGED, en este artículo centraremos la atención, a partir de ahora, al estudio de la **Digitalización de Documentos Electrónicos** correspondientes a imágenes estáticas (bitonal, grises y color) a partir del periférico del **escáner** en sus diferentes tipos e indicaciones.

La digitalización no electrónica de documentos (microfilmación), utilizada históricamente en los primeros Sistemas Documentales, no se contempla en este artículo, por considerar su uso en franco decremento. No obstante debe reconocerse un porcentaje en torno al 2% mundial en fondos documentales contenidos en formato micrográfico.

Tampoco se estudia en este artículo la digitalización de fondos documentales que impliquen imagen en movimiento - dinámica - de cualquier calidad o formato (AVI, MOV, MJPEG, MPEG, etc.).

4. Digitalización de documentos

4.1. Proceso de Digitalización

Por Digitalizar se entiende el proceso de transformar algo analógico (algo físico, real de precisión infinita), en algo digital (un conjunto finito de precisión determinada de unidades binarias). Es decir, se trata de tomar una imagen (papel o film) y convertirla en un formato tratable informáticamente.

Una parte importante de los periféricos de digitalización (escáneres), son los sensores de imagen utilizados. Los más comunes son:

- **CCD:** Dispositivo Acoplado de Carga - eléctrica - (Charge Coupled Device), utilizado en la mayoría de escáneres de documentación.
- **PMT:** Tubo Fotomultiplicador (Photo-Multiplier Tube), utilizado en escáneres de tambor.
- **CMOS:** Chip de estado sólido (Complementary Metal Oxide Semiconductor), utilizado en escáneres planos de muy bajo costo.

De estos tres sensores el utilizado mayoritariamente en los escáneres de documentos y cámaras digitales es el CCD.

Un CCD es un elemento electrónico que reacciona ante la luz, transmitiendo más o menos electricidad, según sea la intensidad y el color de la luz que recibe.

4.2. ¿Cómo funciona un escáner?

El proceso de captación de una imagen con un escáner dispuesto con sensores CCD, es el siguiente: Se ilumina la imagen a digitalizar con un foco de luz; se conduce mediante espejos la luz reflejada hacia los sensores CCD, que transforman la luz en señales eléctricas, y a continuación estas señales eléctricas se transforman en formato digital mediante un CAD (Conversor Analógico Digital) y el caudal resultante de bits se transmite al computador.

La calidad de la imagen escaneada dependerá fundamentalmente del número de CCD en línea de que disponga el escáner y de la calidad de estos CCDs y CADs. Los CCDs deben ser capaces de captar con fidelidad los colores de la imagen y los CADs de aprovechar bien la señal eléctrica producida.

Cuando se está realizando una digitalización con un escáner, los sensores CCDs se mueven a lo largo de la longitud de la página (o la página se mueve sobre los CCDs) a una velocidad fija. La fuente de luz del escáner, de intensidad constante, es una lámpara fluorescente, normalmente de color rojo o verde, aunque a veces puede ser blanca.

Un escáner documental de papel está compuesto normalmente de un mínimo de 2.250 elementos sensibles a la luz CCDs (300 ppp x 8,5" ancho de A4 = 2.250 píxeles). En el caso de ser un escáner para captura de alta calidad (diapositivas, negativos, radiografías, etc.) este puede llegar a tener hasta 4.000 ó más CCDs por pulgada.

4.3. Tipos de escáner

Atendiendo a su diseño y funcionalidad, podemos clasificar los escáneres en los siguientes tipos:

Escáner plano: Su funcionamiento es parecido al de las fotocopiadoras: se introduce el original al revés en un cristal o soporte de documentos, se cierra la tapa y la fuente de luz recorre la totalidad de la longitud del papel. Tamaños normales son A4 y A3. Desde el punto de vista de SGED este tipo de escáner permite digitalizar cualquier tipo de original plano, por voluminoso que este sea (libro, revista, etc.). Por el contrario, la manipulación manual de los originales hace su utilización lenta.



Figura 5.- Escáner plano.

Escáner de rodillo: Los originales son introducidos por un elemento transportador de velocidad constante (alimentador automático de documentos -ADF-) a la fuente de luz/sensores ópticos del escáner. Las páginas pueden recorrer el mecanismo lector en forma horizontal o en forma de "U", pero en cualquier caso serán recogidas en el mismo orden de introducción. Tamaño normal: DIN A4; también DIN A3. Ventajas: Pueden escanearse directamente documentos con múltiples páginas, con tiempos de respuesta rápidos. Desventajas: los originales deben ser hojas sueltas y no admite grosores de papel superiores a 150 g/m².



Figura 6.- Escáner de rodillo

Escáner mixto (Plano/rodillo): Escáner de sobremesa polivalente que combina las facilidades de un escáner plano para originales encuadernados, con la rapidez de los escáneres de rodillo para la digitalización masiva de originales (hojas sueltas). Es el tipo de digitalizador más utilizado en SGED.



Figura 7.- Escáner mixto (plano/rodillo)

Escáner aéreo: El original se digitaliza desde una posición superior, situada a cierta distancia del documento. En algunos escáneres aéreos la cabeza de lectura y la fuente de luz viajan a través de la longitud del documento. En otros ésta es fija y puede utilizarse una fuente de luz externa. Su tamaño normal es A4. Este escáner permite la digitalización de todo tipo de originales (libros, revistas, incunables, etc.) e incluso objetos 3D (tridimensionales). Su desventaja es la manipulación manual de los originales: lento.



Figura 8.- Escáner aéreo

Además de estos escáneres dedicados a documentación tradicional (páginas de tamaño Din A5 a Din A3), existe una serie de digitalizadores de formatos y prestaciones específicas para usos profesionales en SGED, que a continuación se estudian:

Escáner de film y diapositivas: Permiten la digitalización tanto de diapositivas como de negativos de film fotográfico de 35 mm. Pueden tener altísimas resoluciones: 3000 x 3000 ppp o superiores. Existen también modelos específicos para la digitalización de micrografías en formatos microfilm o microfichas.



Figura 9.- Escáner de film y diapositivas

Escáner de tambor: En este digitalizador, el original se sitúa en un tambor que le hace girar a alta velocidad al paso del sensor óptico. Se utiliza para aplicaciones de preimpresión de alta resolución, normalmente entre 1.200 y 2.400 ppp.



Figura 10.- Escáner de tambor

Escáner de gran formato: Mismo procedimiento de lectura que para escáneres de rodillo: el original se desplaza a través de una cabeza lectora (de longitud superior a la anchura del documento -normalmente hasta Din A0-) contenedora de iluminación, óptica y sensores CCD. Utilizado en aplicaciones de CAD, publicidad, cartografía, etc.



Figura 11.- Escáner de Gran Formato

Escáner radiológico: Su funcionamiento mecánico es similar al escáner de rodillo, con la salvedad que para la digitalización de radiografías es preciso contar con sensores CCD que permitan la lectura en escala de grises de al menos una profundidad de 12 bits, con densidades ópticas altas (precisión en lecturas de “negros”) y de tamaños normalmente de hasta 4.000 x 5.000 píxeles para radiología convencional o superiores, en el caso de mamografías.



Figura 12.- Escáner radiológico

4.4. Interfaz escáner – computador

A nivel físico (hardware), podemos conectar el escáner con el computador, entre otras, a través de las siguientes conexiones normalizadas:

Conector SCSI: Una de las conexiones más profesionales para SGED, dado su alta velocidad de transmisión (entre 10 y 20 MBytes/s, dependiendo del estándar SCSI utilizado) y sus mínimos requerimientos de tiempo de procesador, lo cual agiliza mucho el trabajo al permitir ir escaneando imágenes mientras realizamos otras tareas con nuestro computador. Precisa de una tarjeta SCSI/SCSI-2 en el computador.

Puerto Paralelo: Utilizado en escáneres de bajas prestaciones en que la velocidad de digitalización no tenga que ser muy elevada (su velocidad de transmisión está en torno a 1 Mbyte/s configurado el puerto en los modos ECP o EPP). Si además tenemos conectado a este puerto la impresora, no podremos escanear e imprimir a la vez.

Puerto USB: Este tipo de conexión USB está presente en la mayoría de computadores Pentium II o superiores. La velocidad de transmisión es de 1,5 Mbytes/s en USB-1.1 y de 60 Mbytes/s en USB-2.0. Su gran ventaja es su enorme facilidad de conexión: enchufar y listo (plug and play) y a partir de la aparición de USB-2 en 2003, su alta velocidad.

A nivel lógico (software), deben existir unos protocolos de comunicación y una interfaz que permita el diálogo entre el usuario y los procedimientos asociados a la digitalización de documentos, como: selección de zona de interés, resolución, profundidad en bits, tipo (b&n/grises/color), brillo y contraste, etc.

Estos protocolos de comunicación e interfaz, pueden ser:

Específicos, aprovechando al máximo las prestaciones de los escáneres. A nivel de ejemplo, en Figura 13 se recoge la interfaz realizada por I&IMS para un escáner radiológico de alta resolución Vidar Diagnostic Pro.

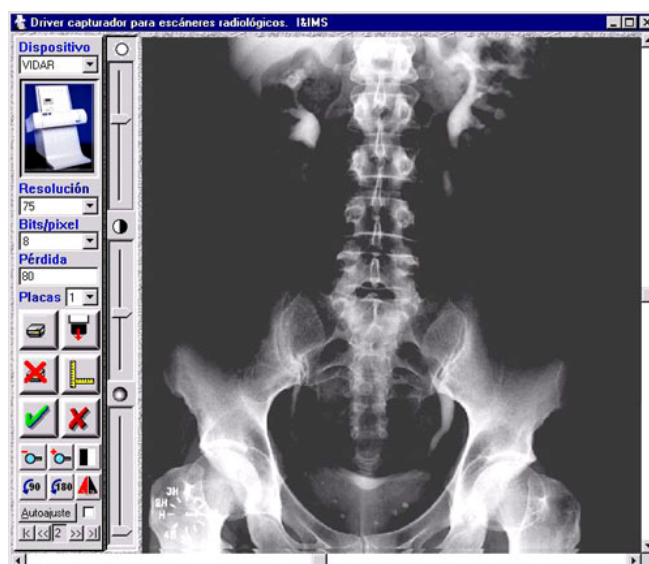


Figura 13.- Interfaz específica para escáner radiológico

Estandarizados, que permiten normalizar para cada modelo de escáner (controladora suministrada por fabricante) una interfaz utilizable desde cualquier programa. La más extendida es la interfaz **TWAIN**, soportada generalmente por la mayoría de fabricantes. En SGED, dada su rapidez de ejecución, también se utiliza en escáneres de gama alta el estándar **ISIS**. A nivel de ejemplo, en Figura 14 se recoge la interfaz TWAIN para un escáner de papel mixto (plano y rodillo) Fujitsu M3092DC.

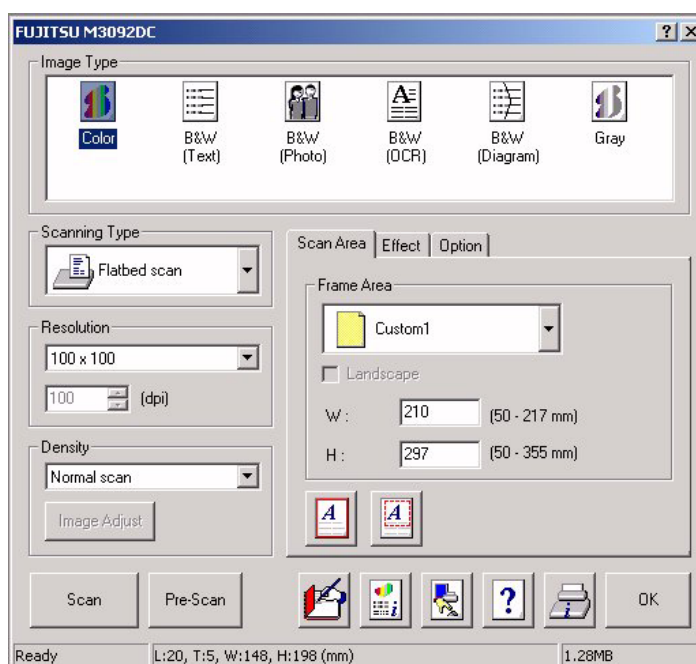


Figura 14.- Interfaz TWAIN para escáner de papel

4.5. Parámetros del escáner

Los parámetros más utilizados que determinan las prestaciones y calidad del escáner, son las siguientes:

Resolución óptica: Número sensores CCDs (píxeles reales) situados en la cabeza de lectura horizontal del escáner por cada pulgada (2,54 cm). Esta resolución óptica implica los límites físicos de calidad del escáner.

Resolución interpolada: Consiste en superar los límites que impone la resolución óptica, mediante la estimación matemática (interpolación) de cuales podrían ser los valores intermedios de la imagen. Mientras que las resoluciones ópticas están acotadas normalmente en un margen de 300 a 2.400 ppp, existen en el mercado escáneres que permiten alcanzar resoluciones interpoladas de hasta 24.000 ppp.

Resolución de escaneado: Aquella que seleccionamos en el momento de la digitalización para capturar una imagen concreta. Esta resolución será la adecuada al medio de reproducción a la que esté destinada. Por ejemplo, una fotografía color que se vaya a publicar en web, tendrá suficiente con una resolución de 72 ppp, si debe imprimirse, una resolución de 150 ppp será la adecuada.

Área de exploración: Determina las caras y el tamaño de los documentos a digitalizar. Puede ser de una cara o doble cara (adverso y reverso de una hoja) y de dimensiones variables: de 24 x 36 mm para diapositivas, de A4 o A3 para fondos documentales en papel, de 36 x 44 cm para radiografías y de hasta A0 para originales de gran formato.

Velocidad de exploración: Tiempo requerido para digitalizar la imagen. Depende directamente del tipo de exploración (binaria, grises, color) y de la resolución. Podemos encontrar escáneres con una velocidad de exploración entre 0,4 y 120 segundos/página (s/pag). En SGED son normales velocidades de 1 a 5 s/pag.

Formatos de archivo: Los formatos mas comunes, proporcionados directamente por el escáner son: Bitmap, GIF, JPEG y TIFF. Su selección dependerá del tipo de documento y destino de visualización/impresión del mismo.

4.6. Funcionalidades adicionales del escáner en SGED

Escáneres profesionales utilizados en SGED permiten, directamente o a través de hardware/software específico localizado en el mismo escáner, disponer de funcionalidades que mejoran el rendimiento de la digitalización masiva de documentos.

Algunas funcionalidades de interés, son:

Separación automática de texto/foto (Automatic Discrimination): Permite conmutar automáticamente entre modo bitonal (para documentos con grandes contrastes, como texto) y el modo de grises (para documentos con cambios graduales de contraste, como fotografías).

Umbral dinámico (Dynamic Threshold): En modo texto, el escáner discrimina que punto es blanco y que punto es negro por contraste de la señal con un nivel de contraste de referencia o umbral fijo. Si la función de "umbral dinámico" está activada, la señal de referencia de contraste se va ajustando según la propia señal recibida de la exploración.

Extracto de contorno (Outline Extraction): Esta función extrae el contorno de la imagen binaria explorada (blanco y negro). La técnica se basa en medir la densidad de los puntos, de forma que solo se traza la línea que es frontera entre zonas blancas y negras, dejando la zona interior negra en blanco. Es decir, solo se traza el perfil de las zonas negras.

Imagen inversa (Reverse Image): Esta función permite volver todos los puntos blancos a negros y viceversa.

Imagen espejo (Mirror Image): Esta función gira la imagen simétricamente en el sentido de exploración principal, proporcionando lo que sería la imagen reflejada en un espejo.

Énfasis de bordes (Edge Enhancement): Esta función enfatiza los bordes de la imagen mediante un proceso de mejora de contraste, haciéndolos aparecer más claros. Aplicación con beneficios tangibles cuando se exploran mapas y tablas.

Relleno de huecos (Overlay Patterns): Esta función permite que las zonas negras del documento se rellenen con un dibujo patrón (Overlay Pattern) seleccionado.

Supresión de ruido (Noise Removal): Esta función elimina de la imagen puntos aislados. El algoritmo elimina zonas de píxeles de hasta 5 x 5 puntos de 1/400 de pulgada, una vez reconocido que no forma parte de un carácter. Muy útil en OCR (Reconocimiento Óptico de Caracteres) para eliminar puntos "extraviados", que puede entenderse por la aplicación como un carácter o parte de uno de ellos.

Igualación de zonas irregulares (Smoothing): Función por la que se reducen irregularidades en las líneas y bordes de caracteres, tanto en las zonas sobresalientes como en los huecos. Interesante aplicar en aplicaciones de OCR.

5. Externalización de la digitalización de documentos

Las instituciones que inician un programa de digitalización de documentos, deben establecer unos objetivos del proyecto (por ejemplo, mejorar el acceso a la información, ser más eficaces en la atención al cliente, etc) que deben traducirse en unos resultados concretos (archivos de imágenes digitales, base de datos accesible desde cualquier punto local o remoto de la organización debidamente autorizado, etc).

La obtención de estos objetivos y resultados por parte de la institución, dependerá de los recursos y procesos que se dispongan para conseguirlos. Los recursos incluirán: personal, finanzas, espacio, tiempo y capacidades técnicas. Los procesos, tras la elección del SGED escogido, incluirán: digitalización, procesamiento de imágenes, indexación, control de calidad, preservación y gestión.

En el momento de acometer el proyecto de digitalización de documentos, la institución puede optar por realizar la totalidad de los procesos internamente o externalizarlo, es decir subcontratarlo a una empresa especializada externa.

Existen ventajas y desventajas respecto a la elección de externalización o la creación de capacidades internas para realizar la digitalización de documentos.

5.1. Externalización

La externalización sólo será viable si la institución tiene una buena comprensión de los objetivos a corto y a largo plazo, y puede especificar de forma completa sus requisitos.

Ventajas:

- Contención del coste y riesgo limitado: se paga por resultados, con frecuencia se pacta un precio fijo por documento.
- Los costos son típicamente más bajos que los de producción interna.
- Los proveedores normalmente están preparados para absorber grandes volúmenes de documentos en los tiempos que se requieran.
- Los costes de capacitación del personal y obsolescencia tecnológica, son absorbidos por el proveedor.
- Se dispone de una amplia gama de servicios contratables: digitalización de imágenes, indexación manual o automática (OCR, ICR, marcas, código de barras), desarrollo de base de datos, procesamiento de imagen, impresión, almacenamiento y copias de seguridad.

Desventajas:

- La institución se aleja de las funciones de digitalización (frecuentemente los servicios se llevan a cabo fuera de las instalaciones) y temporalmente de sus documentos.
- Vulnerabilidad, debido a la posible inestabilidad del proveedor.
- Inexperiencia del proveedor respecto a la cultura de la institución.
- Falta de control en la contratación, producción y calidad de la digitalización y procesos derivados.
- Casuística relacionada con el transporte, manipulación y seguridad de los documentos.

5.2. Producción propia

La institución deberá disponer del personal, las instalaciones y equipamiento de hardware y software necesarios para producir internamente la digitalización de documentos.

Ventajas:

- Los requisitos se definen en forma progresiva, en lugar de hacerlos al inicio.
- Se mantiene el control directo sobre la digitalización de documentos y toda la gama de funciones derivadas.
- Se prevé una seguridad consistente y de calidad.
- Se asegura una manipulación adecuada y la accesibilidad respecto al fondo documental.

Desventajas:

- Gran inversión y tiempo prolongado en la etapa inicial del proyecto.
- No hay precio fijo por documento digitalizado.
- La institución paga los gastos (incluyendo los costos de tiempo de inactividad, capacitación / experiencia del personal y obsolescencia tecnológica) en vez de pagar por los productos.
- Capacidad de producción (personal y equipamiento) limitada.

La decisión de externalizar o producir internamente la digitalización de documentos vendrá condicionada normalmente por el fondo documental disponible (con sus problemas de confidencialidad, manipulación, etc), el tipo de institución (con agilidad o no para la contratación de personal / adquisición de equipamiento y su capacidad financiera) y los requisitos de tiempo previstos para poner en pleno rendimiento un SGED.

Frecuentemente se acude a fórmulas mixtas que incluyen la externalización de digitalización de documentos históricos (por ejemplo, de los últimos 5 años) con la producción interna del día a día a partir del momento en que se decide la implantación del sistema. Esta externalización puede ser también parcial (solo personal o solo equipamientos) y contratarse para ser ejecutada en las mismas instalaciones de la institución contratante, donde se encuentra físicamente el fondo documental.

6. Bibliografía

- Koulopoulos T.M., Frappaolo C.: "Electronic Document Management Systems", Computing McGraw-Hill, 1995.
- Glover G.: "Image Scanning for Desktop Publishers", Windcrest, 1990.
- Green W.B.: "Introduction to Electronic Document Management Systems", Academic Press, 1993.
- Otten K.: "Integrated Document & Image Management". Association for Information & Image Management, 1987.
- Lunt P.: "New Directions in Data Capture". Imaging & Document Solutions, Vol. 9, Num. 3, p. 25-37, Marzo 2000.
- D'Alleyrand M.R.: "Image Storage and Retrieval Systems: A new approach to records management". McGraw-Hill Book, 1989.
- Liikanen E.: "Capture, Indexing & Auto-Categorization". Intelligent methods for acquisition and retrieval of information stored in digital archives. AIIM Industry White Paper. AIIM International Europe, 2002.
- Averon D.M.: "Electronic Imaging: What It's All About". Avedon Associates, 1991.
- Wiggins B.: "Document Imaging: A Management Guide", Meckler Publishing, 1994.
- Jordahl G.: "Color everywhere, but not a byte to spare", Imaging Magazine, Vol. 6, Num. 5, p. 47-54, Mayo 1997.
- Vanston L.K., Kennedy W.J., Lux N.E.: "Computer-Based Imaging and Telecommunications". Technology Futures, 1991.
- Lunt P.: "High-Speed Scanners Put Documents in the Fast Lane". Imaging & Document Solutions. Vol. 7, Num. 11, p. 59-68, Noviembre 1998.
- Brown D.S.: "Image Capture Beyond 24-Bit RGB". RLG DigiNews. Vol. 3, Num. 5, 15 Octubre 1999. <http://www.rlg.org/preserv/diginews/diginews3-5.html>
- Greenstein D., George G.: "Benchmark for digital reproductions of monographs and serials". Digital Library Federation. 15 Enero 2002
<http://www.diglib.org/standards/bmarkfin.htm#what>
- Lawrence G.W., Kehone W.R, Rieger O.Y. Waliters W.H., Kenney A.R.: "Risk Management of Digital Information: A File Format Investigation". Council on Library and Information Resources. Junio 2000.
<http://www.clir.org/pubs/abstract/pub93abst.html>
- Howard B., Trant J.: "Introduction to Imaging: Issues in Constructing an Image Database. Getty Art History Information Program, Santa Monica, CA, 1995.
<http://www.getty.edu/research/institute/standards/introimages/>
- Fulton W.: "A few scanning tips". 2004. <http://www.scantips.com/>
- Ogren J.: "The Hardware Book". Umea University (Suecia). 2004.
<http://www.hardwarebook.net/connector/index.html>
- Puglia S.: "Handbook for Digital Projects: A Management Tool for Preservation and Access". Technical Primer. National Archives and Records Administration.
<http://www.nedcc.org/digital/VI.htm>