

Entrada / Salida Discos Ópticos

Agustín Fernández, Josep Llosa, Fermín Sánchez

Estructura de Computadors II
Departament d'Arquitectura de Computadors
Facultat d'Informàtica de Barcelona



Índice

- Introducción
- CD ROM
- CD-R
- CD-RW
- DVD
- Codificación de datos

Entrada / Salida

2



Introducción

- La **primera generación** de discos ópticos fue desarrollada por Philips y Sony a **mediados** de la década de **1980**.
- Dos tipos principales:
 - CD (CD-ROM, CD-R, CD-RW)
 - DVD (DVD-ROM, DVD-RAM, DVD-R, DVD-RW, DVD+R, DVD+RW)
- Características físicas:
 - Mismo tamaño: 120 mm. de diámetro (80 mm. los pequeños)
 - Agujero de 15 mm.
 - No existe el concepto de pista/sector, sino **una única pista en espiral**
 - Gira en sentido antihorario (visto desde la cara de datos)
- Una curiosidad: mientras que en los discos magnéticos se habla de "disk", en los ópticos se habla de "disc"

Entrada / Salida

3



Introducción

- En **1982** Sony presenta el primer lector de CD, el CDP-101, y el primer CD musical (*52nd Street*, de *Billy Joel*)
- Explotaba la posibilidad de representar en formato digital las señales de audio analógicas
- Se tomaban muestras de 16 bits con una frecuencia de 44.100 muestras por segundo. Es el doble de la frecuencia más alta en la señal de audio original, permitiendo una reconstrucción muy precisa (teorema de Shannon)
- Las primeras versiones permitían almacenar 75 minutos de grabación: 378,5 Mbytes

Entrada / Salida

4



CD ROM

- Misma tecnología que se utiliza en los CDs de audio.
- **No se pueden reescribir**. Son un medio ideal para distribuir software. Estos discos pueden producirse en masa, a muy bajo coste y con una maquinaria totalmente automatizada
- Los CD-ROMs se elaboran utilizando un láser de alta potencia para formar agujeros en un disco maestro con el que se hace un molde que se usa para imprimir copias en discos plásticos. Luego se aplica en la superficie una delgada capa de aluminio, seguida de otra de plástico transparente para protección
- Los CD-ROMs se leen mediante un detector que mide la energía reflejada de la superficie al apuntar a ésta un láser de baja potencia. El láser detecta huecos (**pits**) (a pesar del nombre son protuberancias) y zonas planas (**lands**)
- Los pits y lands no representan 0's y 1's, sino que se utiliza una codificación similar a la usada en discos duros **RLL x,y (Run Length Limited)**

Entrada / Salida

5

CD ROM

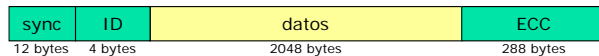
- Los CD-ROMs tienen **una única pista grabada en espiral**
- Los datos están grabados con **densidad lineal constante**. De esta forma se aprovecha mejor el medio (al contrario de lo que ocurre en los discos magnéticos)
- Para mantener **constante la velocidad lineal** del láser, de forma que la cantidad de información leída por unidad de tiempo sea la misma, el disco ha de girar a **velocidad angular variable**
- Uno de los problemas del CD-ROM es que la impresión de los discos no es muy precisa, y por lo general, **pueden aparecer algunos errores**
- Una forma de corregir los errores es utilizar un algoritmo de corrección de errores "**Reed Solomon**"
- Cada 24 bytes de información se generan 4 bytes de paridad (Q parity). Con los 28 bytes se genera un nuevo bloque de 4 bytes de paridad (P parity). P y Q Son algoritmos diferentes
- En los CDs de audio no es tan importante la corrección de errores porque luego se han de convertir los datos a señal analógica

Entrada / Salida

6

CD ROM

- La información de un CD-ROM se organiza en **sectores de 2048 bytes** de información con el siguiente formato:



- Un CD-ROM de 73,2 minutos tiene aproximadamente 396.000 sectores en una espiral que da 20.344 vueltas (**desenrollando la espiral, ocuparía 5,27 Km**). La velocidad lineal constante es de 1,2 m/s. La capacidad de almacenamiento es de 774,57 Mbytes. Los datos se leen de disco a una velocidad de 176,4 Kbytes/s (x1)
- Los **sectores se identifican por 3 valores**: minutos, segundos y un número entre 0 y 74 (cabén 75 sectores por segundo). El sector 23.456 se identificaría por el minuto 5, segundo 12, sector 56
- Una curiosidad: en un lector x40 la pista se mueve a una velocidad de 40,8 m/s (146,8 Km/h)

Entrada / Salida

7

CD-R

- **CD grabable una sola vez**
- Dispone de una **espiral parcialmente pregrabada** y formateada con las direcciones de los sectores
- Tiene **3 capas**: una de metal para reflejar el láser, una orgánica donde se escribe y una traslúcida para proteger los datos
- Durante la grabación se pueden marcar los huecos en la capa orgánica mediante un haz láser de más intensidad que el utilizado en lectura
- Una vez realizada la grabación, la información **no puede modificarse**
- Existen grabadoras/lectoras de CD-R de varias velocidades (x1, x2, x4, etc.). A mayor velocidad debe usarse un láser más potente para producir más calor y poder atacar adecuadamente los puntos requeridos en la espiral. **Existen discos vírgenes CD-R para distintas velocidades**, cuyo sustrato disipa distinta cantidad de calor en correspondencia con su velocidad de grabación
- Debido a su capa orgánica, los CD-R no deben ser expuestos a excesivo calor o humedad, pues se puede reducir su vida útil

Entrada / Salida

8

CD-RW

- **CD grabable varias veces.** CD-RW son las siglas de CD ReWritable, o sea CD re-escribible
- Esta tecnología se basa en la propiedad que posee una capa de material como el telurio (mezclado con germanio o antimonio), de cambiar de estado **amorfo** al **crystalino** si se alcanza la "temperatura de transición" (100° C o más), y de volver de cristalino a amorfo si se alcanza la "temperatura de fusión" y se deja enfriar
- **Para hacer un hueco (pit)** en un punto de una pista del disco, un láser con baja potencia lo calienta rápidamente hasta la **temperatura de transición**. Si el estado físico del punto era amorfo pasa a cristalino, y si ya está en estado cristalino quedará igual
- **Una zona plana (land)** se realiza calentando el punto hasta la **temperatura de fusión**, usando el láser con alta potencia. Al enfriarse pasa al estado amorfo, independientemente del estado en que estuviera

DVD

- **DVD (Digital Versatile Disc)**
- Los DVD de una capa tienen el mismo tamaño que un CD y usan la misma tecnología de grabación y lectura
- Un DVD estándar permite almacenar **4,7 Gbytes de datos** (7 veces más que un CD estándar). Esto se ha conseguido disminuyendo a la mitad la longitud de los "huecos" (pits) y **aumentando al doble el número de vueltas en la espiral** con respecto a un CD-ROM
- Utilizan un sistema más sofisticado que los CDs para el control y detección de errores
- Los DVD-ROM de doble capa tienen una capa semitransparente (con oro) reflectante que puede almacenar 3,8 GB, la cual se encuentra debajo de la capa reflectora (4,7 GB) metalizada con plata. Sumando ambas capacidades se obtienen en total 8,5 GB
- Para leer la capa semitransparente, el haz láser es enfocado en ella con baja potencia, mientras que la lectura de la capa reflectante se realiza enfocando en ésta el haz con mayor potencia para que atraviese la capa semitransparente
- Se están fabricando DVD-ROM de **una capa y dos caras**, con lo cual se logra $4,7 \text{ GB} \times 2 = 9,4 \text{ GB}$; y DVD-ROM de **doble capa y dos caras**, de $8,5 \times 2 = 17 \text{ GB}$

DVD

- Una clasificación de DVDs:
 - **DVD-5, Single-side, Single-layer:** 4.7 GB
 - **DVD-9, Single-side, Dual-layer:** 8.5 GB
 - **DVD-10, Double-side, Single-layer:** 9.4 GB
 - **DVD-18, Double-side, Double-layer:** 17.1 GB
 - **DVD-14, dos caras, una dual y otra single-layer:** 13.2 GB
- Para obtener más información:
<http://www.dvdforum.org>

Discos ópticos: resumen

CD	DVD	Tipo	Capa de Datos	Capa de Metal
CD-ROM (audio, video, software)	DVD-ROM (video, audio, software)	Sólo lectura	Moldeada	Aluminio (plata u oro en los DVDs de doble capa)
CD-R	DVD-R DVD+R	Grabable una vez	Pigmento orgánico	Plata, oro, aleación de plata.
CD-RW	DVD-RW DVD+RW DVD+RAM	Rescribible	Parte cambiante de un film de aleación metálica	Aluminio

Codificación

- En un medio físico, para tener lecturas y escrituras seguras se pueden codificar un número máximo de transiciones por unidad de medida (p.e. cm.)
- Conocido el número máximo de transiciones, el objetivo es codificar el máximo número de 1's y 0's
- Primeros algoritmos
 - FM (*Frequency Modulated*). Obsoleto
 - MFM (*Modified Frequency Modulated*). Utilizado por los "floppy disk" de doble densidad y en la actualidad por ninguno más
 - RLL *x,y* (*Run Length Limited*). Utilizado en discos duros (RLL 2,7) y con pequeñas variantes en CDs y DVDs

Codificación

Codificación FM

Bit pattern	Codificación	#transiciones por bit	Apariciones en un stream aleatorio
0	TN	1	50%
1	TT	2	50%
Media =		1.5	100%

Codificación MFM

Bit pattern	Codificación	#transiciones por bit	Apariciones en un stream aleatorio
0, detrás de 0	TN	1	25%
0, detrás de 1	NN	0	25%
1	NT	1	50%
Media =		0,75	100%

Codificación

- Codificación RLL *x,y* (*Run Length Limited*)
 - x: espacio mínimo entre transiciones
 - y: espacio máximo entre transiciones

Tabla RLL 2,7

Bit pattern	Codificación	#transiciones por bit	Apariciones en un stream aleatorio
11	TNNN	1/2	25%
10	NTNN	1/2	25%
011	NNTNNN	1/3	12.5%
010	TNNTNN	2/3	12.5%
000	NNNTNN	1/3	12.5%
0010	NNTNNTNN	2/4	6.25%
0011	NNNTNNN	1/4	6.25%
Media =		0.4635	100%

Codificación

- Codificación RLL *x,y* (*Run Length Limited*)
- Codificación de la cadena 010110011
 - 010-11-0011
 - TNNTNN-TNNN-NNNTNNN
 - TNNTNNTNNNNNNNTNNN
- Uso de la codificación RLL:
 - Discos duros: RLL 2,7
 - CDs: una variante del RLL 2,10 (EFM, *Eighth to Fourteen Modulation*)
 - DVDs: RLL 3,11 (EFM+), es una traducción de 8 a 16 bits.
 - Futuro (Blu-Ray, HDDVD): RLL 4,12