

Suporturi de stocare a datelor multimedia

Un clic pe tastatura ... si incaperea se umple de sunete, de jur-imprejuri; pe ecran apar si dispar o multitudine de imagini in culori intense ce incanta ochiul ... Putini insa dintre spectatorii unui astfel de scenariu se gandesc in acele momente la imensul volum de simboluri - de "1" si "0" - care circula prin sistemul ce realizeaza o astfel de prezentare multimedia.

Plecand de la banalul text si pana la clipurile video sau filme, datele de tip multimedia sunt categoria cea mai pretentioasa din perspectiva raportului "volum de stocare" / "eficienta de accesare".

Printre cele mai vechi solutii la problema stocarii datelor in sistemele de calcul se afla benzile magnetice (magnetic tapes). Realizate sub forma de role cu banda magnetica, casete magnetice sau casete-streamer, acestea prezinta avantajul capacitatii relativ mari de stocare a datelor comparativ cu dimensiunile fizice reduse. Dezavantajul major il reprezinta modul de accesare a datelor, care este strict de tip secvential, liniar de-a lungul benzii magnetice. Acest lucru este un impediment cu atat mai mare, cu cat datele stocate sunt utilizate in sisteme multimedia - unde este necesara accesarea rapida si in mod aleator a informatiei. Un alt mare dezavantaj il reprezinta sensibilitatea la interferente accidentale cu campuri magnetice externe - pot duce la deteriorari irecuperabile a informatiilor de pe portiuni intregi de banda. De asemenea, timpul si utilizarile repetate (fie pentru citire, fie pentru scriere) sunt inamici implacabili ai inregistrarii magnetice.

Discurile magnetice dure (magnetic hard disks) au fost concepute astfel incat sa rezolve problema accesarii aleatoare si rapide a informatiei memorate. Realizate in diverse tehnologii - cu capuri fixe (baterii de discuri, drums), sau cu capuri mobile (de tip Winchester) - sunt compuse din mai multe discuri fizice fixate pe un acelasi ax, si care sunt baleiate de o coloana verticala de capuri de scriere-citire. In momentul de fata reprezinta solutia cea mai comuna si mai avantajoasa pentru capacitati mari de stocare, de tip citire/scriere. Dezavantajul alterarii informatiei stocate odata cu trecerea timpului, dupa un numar dat de citiri/scrieri, sau la interferente magnetice externe - ramane valabil si aici. Un alt dezavantaj il constituie slaba portabilitate a unitatilor de discuri dure, datorate caracteristicilor lor fizice (dimensiuni, greutate) incomode.

Avand capacitatea de stocare echivalenta cu a 600 de dischete magnetice flexibile (floppy disks), fiind cu ceva mai mare si mai greu ca o discheta, oferind o durata de viata a datelor memorate teoretic nelimitata, discul compact (compact disc, CD) reprezinta ultima solutie tehnologica oferita de lumea electronicii digitale in domeniul stocarii de date. Pentru a le diferentia de discurile magnetice, literatura de specialitate le noteaza denumirea cu "c" in loc de "k": Compact Disc - Magnetic Disk. Printre avantajele CD-urilor se pot enumera:

- capacitate mare de memorare (uzual peste 500 MBytes);
- posibilitatea de acces aleator a datelor inscrise pe disc;
- nu sunt afectate in nici un fel de numarul de citiri repetate;
- nu se depreciaza cu trecerea timpului - avand o durata de viata teoretic nelimitata;
- nu sunt afectate de incidenta campurilor magnetice sau a razelor X (scannere din aeroporturi, de exemplu);
- dimensiuni fizice mici (12cm in diametru), greutate mica, comoditate deosebita de manipulare;
- pret mic datorat unui proces de productie de serie asemanator stantarii discurilor de "pick-up".

Exista inca dificultati tehnologice privind posibilitatea scrierilor repetate pe CD. Marea majoritate de CD-uri produse in prezent la preturi rezonabile sunt de tip "read-only" (RO). Un alt dezavantaj il reprezinta viteza relativ mica de accesare a datelor inscrise pe CD-uri.

Articolul de fata - apendicele subiectului "multimedia" din cadrul serialului nostru despre calculatoarele personale - isi propune o sumara trecere in revista a catorva dintre cei mai marcanti membri ai prolificei familii a discurilor compacte, din punctul de vedere al industriei multimedia.

Familia discurilor compacte (CD)

Scurt istoric. Evolutie

Descrierea in detaliu a utilizarii unui disc optic, sub forma video discului (VLP - Video Long Play), exista din anul 1973. Acest tip de video disc nu a avut un succes comercial prea mare, desi mai exista pe piata o serie de discuri optice inscriptibile o singura data (Write-Only Video Discs), de diferite dimensiuni si formate. Aceste incercari de inceput erau bazate pe tehnici analogice cu specificatii de inalta calitate video si preturi moderate.

Zece ani mai tarziu, spre sfarsitul anului 1982, companiile Sony si Philips au introdus compact discul digital audio (CD-DA, Compact Disc - digital Audio), stabilindu-i specificatiile tehnice si tehnologia de fabricatie in asa numita "cartea rosie" (Red Book). Aceste discuri permit stocarea digitala a informatiei audio-stereo la un inalt nivel de calitate. Numai in primii cinci ani de la lansare, s-au vandut aproximativ 30 de milioane de unitati de inscriptionare CD-DA si peste 450 de milioane de discuri CD-DA.

Anuntarea extinderii tehnologiei compact discurilor pentru stocarea datelor digitale a fost facuta in 1983 tot de catre companiile Sony si Philips, iar in noimebrie 1985 a avut loc prima lansare pe piata a compact discurilor de tip ROM (CD-ROM, Compact Disc - Read Only Memory). Specificatiile acestora fac obiectul "cartii galbene" (Yellow Book), fiind impartite in specificatii fizice (standardul ECMA-119) si specificatii logice (standardul ISO-9660).

Pana in prezent au aparut o multime de alte standarde si tehnologii de compact discuri: CD-I (Compact Disc - Interactive) anuntat in 1986 din nou de catre firmele Sony si Philips si specificat in cadrul "cartii verzi" (Green Book), DVI (Digital Video Interactive) prezentat public in 1987, CD-ROM/XA (Compact Disc - Read Only Memory/Extended Architecture) anuntat in 1998, si CD-WO (Compact Disc - Write Once) si CD-MO (Compact Disc - Magneto Optical) in 1990.

In septembrie 1995, un consortiu format din 10 companii de frunte din domeniile tehnicii digitale si productiei de film (Sony, Philips, Hitachi, JVC, Matsushita, Mitsubishi, Pioneer, Thomson, Toshiba si Time Warner) a anuntat aparitia tehnologiei DVD (Digital Video Disc sau Digital Versatile Disc), permitand astfel stocarea unor filme intregi in format digital de inalta fidelitate pe suport de tip disc compact.

Standardele uzuale de compact discuri

Specificatiile diferitelor standarde de compact discuri alcatuiesc asa-numitele "carti colorate":

- "Cartea rosie", sau CD-DA (Red Book, Compact Disc - Digital Audio). Contine specificatiile stocarii sunetului stereo de inalta calitate in format digital pe compact discuri. A fost creat de catre Sony impreuna cu Philips in 1982 si sta la

baza a multe alte standarde CD. Un disc CD-DA poate contine pana la 74 de minute de sunet stereo utilizand metoda de compresie PCM (Pulse Coded Modulation) pentru a comprima doua canale stereo intr-un spatiu de peste 600 MBytes.

- "Cartea galbena", sau CD-ROM (Yellow Book, CD - Read Only Memory). Dezvolta "Cartea rosie" in vederea stocarii pe CD a informatiei digitale de orice tip, nu numai sunet. In acelasi timp imbunatateste corectia erorilor (o necesitate in cazul informatiei numerice vehiculate de calculatoare) si viteza de accesare aleatoare a datelor de pe disc. Este de tip "exclusiv-citire", procedura de inscriere a datelor fiind asemanatoare producerii in serie a discurilor de "pick-up".
- "Cartea verde", sau CD-I (Green Book, CD - Interactive). Este un derivat al "Cartii galbene" conceput pentru a permite mixarea de imagini, sunet si film pe aceeasi pista de pe disc. Standardul CD-I presupune existenta unui sistem compus dintr-un interpretor CD-I autonom (standalone CD-I player) conectat la un aparat TV. Citirea datelor de pe discurile CD-I se face de catre un sistem de operare special denumit OS/9. Necesitatea acestor sisteme hard si soft specializate pentru interpretarea discurilor CD-I are ca rezultat o piata limitata si un numar relativ redus de producatori in domeniu.
- CD-ROM/XA (CD-ROM/eXtended Architecture). Standard propus de catre firmele Philips, Sony si Microsoft in 1988 ca o extensie la "Cartea galbena" prin adaugarea unor idei interesante preluate de la CD-I ("Cartea verde"), in special combinarea pe o aceeasi pista a sunetului si imaginilor. Este nevoie de hardware special pentru a decodifica si separa canalele cu continut diferit pe pe pista, rezultand impresia de medii multiple interpretate simultan si sincron. Utilizand tehnici de compresie mai eficiente decat cele specificate de "Cartea rosie", CD-ROM/XA permite stocarea a de 4 pana la 8 ori mai mult sunet fata de CD-DA.
- "Cartea portocalie, partea I", sau CD-MO (Orange Book part I, CD - Magneto-Optical). Specifica o capacitate de memorare mare si posibilitatea de scrieri repetate pe disc. Metoda magneto-optica se bazeaza pe termo-polarizarea magnetica a materialului ce compune discul. Pentru a inscrie datele dorite pe un anumit segment (bloc) al discului, acesta se incalzeste la o temperatura de peste 150 grade Celsius. Simultan, un camp magnetic de intensitate de 10 ori mai mare decat cea terestra orienteaza corespunzator datelor ce vin inscise dipolii din cadrul sectorului respectiv. Astfel, "adanciturile" (pits) din suprafata discului corespund intensitatii scazute a campului magnetic, pe cand "ridicaturile" (lands) corespund intensitatii ridicate. Citirea se face prin baleierea cu o raza laser a suprafetei discului si interpretarea modului de polarizare a luminii reflectate inapoi.
- "Cartea portocalie, partea II", sau CD-WO, sau CD-R, sau WORM (Orange Book part II, CD - Write Once, CD - Recordable, Write Once Read Many). Inscrierea acestui tip de discuri se poate realiza o singura data prin supra-incalzirea la o temperatura de peste 250 grade Celsius a unui strat special din componenta discului, modificandu-i proprietatile de reflexie a luminii. Proprietatea cea mai remarcabila a CD-WO este ca pot fi citite de catre orice player CD.
- "Cartea portocalie, partea III", sau CD-RW (Orange Book part III, CD - ReWritable). Aceste discuri nu pot fi interpretate de cititoarele CD-ROM si CD-DA. Prezentand o diferenta de reflectivitate scazuta, citirea discurilor CD-RW necesita existenta circuitelor de control automat al amplitudinii (AGC - Automatic Gain Control).

- "Cartea alba", sau VCD (White Book, Video CD). Contine sunet si imagini (film) codificate cu algoritmi de tip MPEG-1. Iesirea dispozitivelor de citire VCD este de tip TV: PAL la o rezolutie de 352x288 sau NTSC la o rezolutie de 352x240.

Structura generica CD. Principiul de functionare

In principiu, compact discurile utilizeaza variatia intensitatii luminii de laser reflectate, ca sursa de informatii. Pe disc exista o pista cu date, sub forma de spirala, ce pleaca dinspre centrul discului spre extremitate. Aceasta este parcursa de catre capul de citire, cu viteza constanta, dinspre centru spre margine, in timp ce discul este rotit cu o viteza unghiulara ce creste pe masura ce procesul de citire inainteaza. Aceasta metoda de parcurgere (citire) a discurilor se mai numeste "citire cu viteza liniara constanta" (CLV - Constant Linear Velocity) (Fig. 1.).

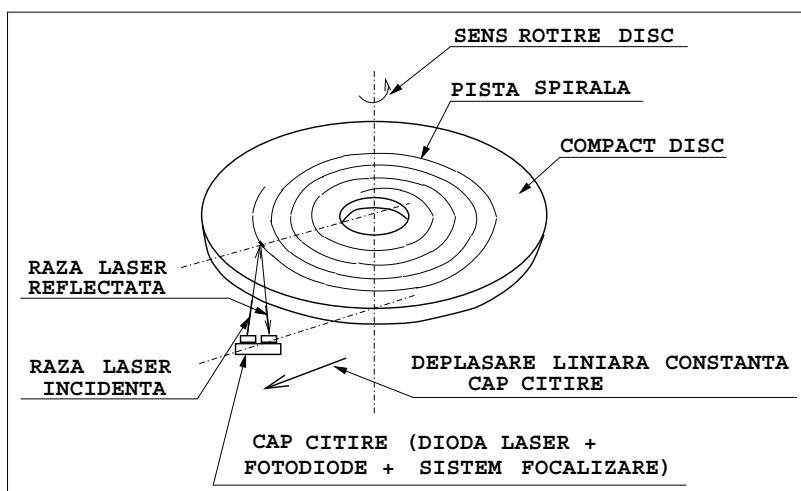


Fig. 1. Schema de principiu a sistemului CD - Cititor de CD.

Citirea se face cu o raza laser cu lungimea de unda de aproximativ 780 nm (infrarosu), care poate fi focalizata la aproximativ 1 micrometru. Raza este incidenta pe pista cu datele inregistrate pe disc sub forma de "adancituri" (pits) si "suprafete" (lands) dispuse intr-un strat special al discului, denumit substrat (Fig. 2. si Fig. 3.).

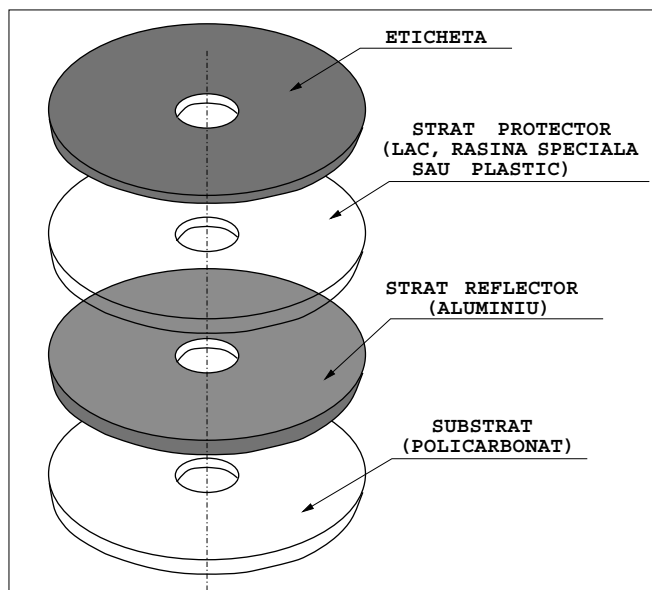


Fig. 2. Compozitia fizica a unui CD.

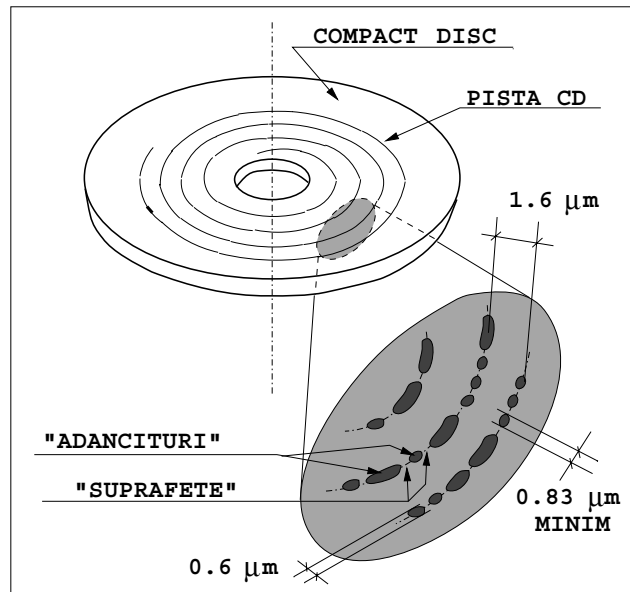


Fig. 3. Structura unei piste de CD, cu dispunerea "adanciturilor" si a "suprafetelor".

Substratul compact discurilor este acoperit de un strat subtire reflectorizant (de obicei aluminiu). Raza laser provenita de la capul de citire este focalizata pe stratul reflectorizant dupa ce a parcurs substratul. Ca rezultat, intensitatea luminii reflectate va fi influentata de dispunerea "suprafetelor" si "adanciturilor" in cadrul substratului: lumina reflectata de catre "suprafete" va fi cu ceva mai intensa decat cea reflectata de "adancituri" (Fig. 4.).

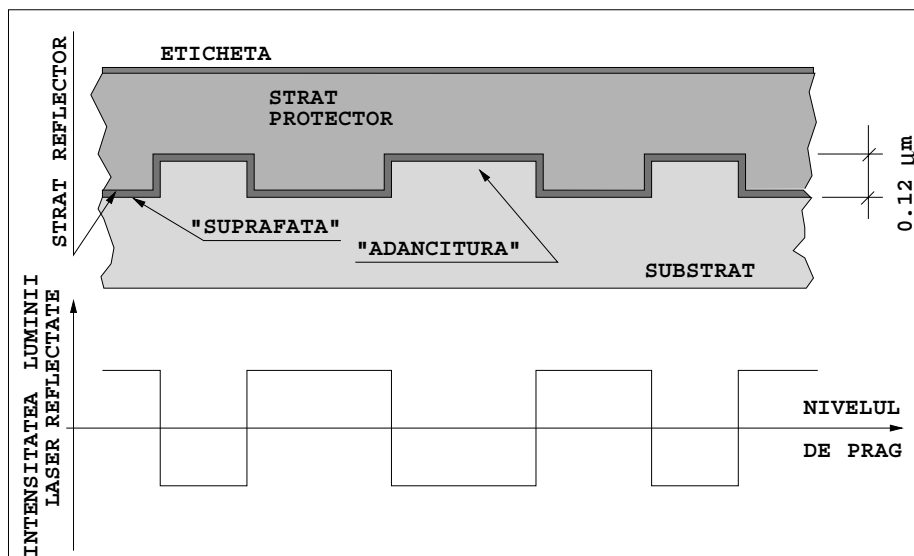


Fig. 4. Principiul citirii compact discului.

Spre deosebire de discurile magnetice conventionale, in cazul discurilor optice (CD) toata informatia de pe disc se gaseste pe o singura pista, putand fi astfel citita cu usurinta la o rata a datelor constanta. Acest lucru prezinta avantaje in special in cazul datelor de tip audio si video, care sunt fluxuri continue de date.

Datorita modului de citire optica a datelor, capul de citire este pozitionat la o distanta de aproximativ 1 mm de suprafata discului, ceea ce elimina uzarea in timp a capului de citire si a suprafetei discului din cauza frecarii, cum se intampla la discurile magnetice.

Punctul de vedere al utilizatorului

Pe langa parametri ca viteza, capacitate si timpi de acces, utilizarea practica a unui CD ridica si intrebari legate de durata de viata a discului, si cum se poate prelungi aceasta cat mai mult.

In primul rand, durata de viata a unui CD depinde de modul de manufacturare a acestuia: de exemplu, daca marginile laterale ale discului nu sunt lipite bine una de alta, cu timpul va patrunde oxigen la stratul metalic de reflexie, reducand la doar cativa ani utilizarea acelui disc. Daca discul este fabricat corect, el va putea fi utilizat pe durate mai lungi de o viata de om.

Manevrarea compact discurilor va trebui facuta astfel incat sa se evite atingerea suprafetei inferioare: se vor utiliza marginile exterioara si interioara ale acestuia pentru apucare.

Curatarea discurilor se va face cu o carpa curata si moale, executand miscari radiale - dinspre centru spre extremitatea discului, si nu circulare (cum se procedeaza in cazul discurilor de pick-up). Cele mai problematice zgarieturi sunt cele de tip circular, care pot afecta un mare numar de elemente de relief ("adancituri" si "suprafete) consecutive de pe pista. Eticheta discului nu se curata.

Pentru depozitare sau transport se vor utiliza carcase special construite pentru compact discuri. Se va reduce la minim contactul fizic cu discul.

Conditile de mediu impuse de utilizarea compact discurilor sunt cele normale pentru om: evitarea temperaturilor extreme, a umiditatii excesive si evitarea expunerii la radiatii ultraviolete intense.

Cartea rosie, sau CD-DA (CD - Digital Audio)

Fizic, CD audio contine o pista dispusa in spirala pe un disc cu diametrul de 12 cm, corespunzand la aproximativ 20000 de rotatii.

Disponerea "adanciturilor" si a "suprafetelor" pe pista respecta urmatoarea regula: valoarea logica "1" determina o tranzitie de la o "adancitura" la o "suprafata" sau invers, iar valoarea logica "0" nu determina nici o tranzitie (Fig. 5.).

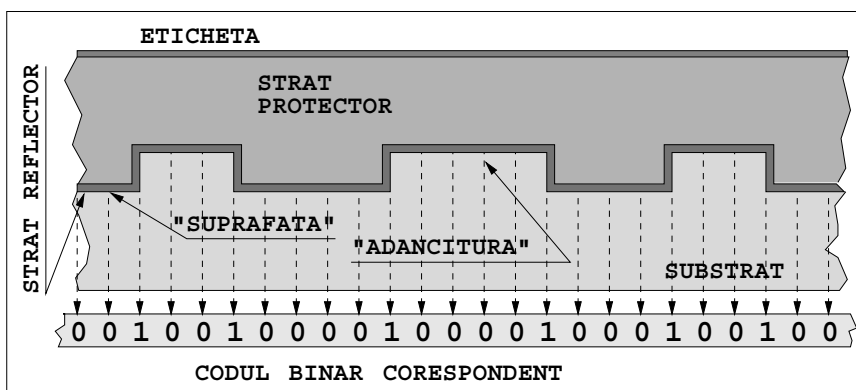


Fig. 5. Disponerea "adanciturilor" si "suprafetelor" pe pista si codul binar corespunzator.

Tehnologia CD-DA specifica preluarea in format digital si stocarea sunetului la urmatorii parametri: sunet stereo pe doua canale audio, estionat la o rata de 44.1 KHz si cuantizat in semnal numeric pe 16 biti. Rezulta o rata de citire a datelor audio ce poate fi determinata cu formula:

$$\begin{aligned} \text{Rata datelor audio CD-DA} &= 16 \text{ [biti/esantion]} * 2 \text{ [canale audio]} * \\ &* 44100 \text{ [esantioane/(s * canal)]} = 1411200 \text{ [biti/s]} \cong 172.3 \text{ [KBytes/s]} \end{aligned}$$

Benzile magnetice analogice si discurile de pick-up clasice prezinta un raport semnal/zgomot de 50-60 dB. La discurile CD-DA, rata semnal/zgomot ajunge la 98 dB.

Durata de interpretare a unui compact disc audio normal este de minim 74 minute. De aici se poate calcula capacitatea de stocare:

$$\text{Capacitatea CD-DA} = 74 \text{ [min]} * 1411200 \text{ [biti/s]} \cong 747 \text{ MBytes}$$

Modulatia opt-la-paisprezece

In cazul secventelor continue de "1" logic ce trebuie inscise si apoi citite de pe discul optic, dupa regula de mai sus ar trebui sa se creeze aternante consecutive de "adancituri" si "suprafete" in substratul discului.

Cum dimensiunile unui element de relief din substrat sunt mai mici decat 1 micrometru - focalizarea maxima a razei laser de citire - s-a introdus o regula suplimentara: cea a distantei minime. Regula distantei minime prevede existenta a minim doi de "0" care vor separa "1"-ii existenti in codul binar.

De asemenea se impune si o regula a distantei maxime: nu se permit mai mult de zece "0"-uri consecutive, deoarece se pierde tactul de sincronizare dedus implicit din bitii cititi de pe disc.

Astfel, inainte de a fi inscisa pe disc, informatia audio se moduleaza dupa formula opt-la-paisprezece. Pentru a se evita toate situatiile potentiale de nerespectare a regulilor distantei minime si maxime, s-au mai introdus trei biti "de umplere". Deci, pentru fiecare 8 biti de date originale, se vor inscrie pe disc 17 biti.

Tratarea erorilor

Detectia si corectia erorilor se face dupa metoda cunoscuta sub numele de CIRSC - Cross Interleaved Reed-Solomon Code (Cod Reed-Solomon de tip intretesut incrucisat).

Metodele de tratare a erorilor tin in primul rand seama de tipurile de erori ce vor apare cu probabilitate mai mare in sistem. In cazul compact discurilor, erorile cele mai frecvente sunt cele cauzate de zgarieturi sau pete pe suprafata discului - erori de tip cascada.

In primul nivel de tratare a erorilor se aplica algoritmul Reed-Solomon pentru fiecare 24 de octeti audio. Se pot recunoaste si corecta erori de unul sau doi octeti.

In al doilea nivel de tratare, octetii consecutivi de date audio sunt distribuiti pe disc intr-o maniera intretesuta. Astfel, erorile de tip cascada nu afecteaza decat portiumi de date. Mai precis, aceasta implementare specifica o rata a erorilor de $10^{(-8)}$, adica erorile de tip cascada ce se intind peste maxim 7 blocuri de date (cadre) de pe CD, pot fi recunoscute si corectate. O astfel de eroare se intinde pe 7.7 mm lungime de pista. De exemplu, o gaura in discul compact, cu diametrul de 2 mm n-ar trebui sa afecteze interpretarea corecta a sunetului de pe disc.

In practica, insa, nu toate cititoarele de CD respecta "ad-literam" specificatiile Cartii rosii cu privire la tratarea erorilor.

Organizarea datelor pe discurile CD-DA

Datelor audio reale se adauga la inscrierea pe disc, informatii referitoare la tratarea erorilor, octeti aditionali de control si grupuri de biti de sincronizare. Toti acesti biti sunt

impartiti dupa modulatia opt-la-paisprezece in cadre (frames) cu structura prezentata in Tab. 1.:

Tab. 1. Structura pe biti a unui cadru CD-DA.

Tipul bitilor	Numarul bitilor
sincronizare cadru	$24 + 3$ (de umplere) = 27
control	$14 + 3$ (de umplere) = 17
12 audio data	$12 \times (14 + 3$ (de umplere)) = 204
tratate erori	$4 \times (14 + 3$ (de umplere)) = 68
12 audio data	$12 \times (14 + 3$ (de umplere)) = 204
tratate erori	$4 \times (14 + 3$ (de umplere)) = 68
Total biti intr-un cadru	588

Specificatiile compact discului digital audio in forma Cartii rosii servesc in momentul de fata ca baza si referinta pentru toate discurile de tip optic. De exemplu, modulatia opt-la-paisprezece si codul CIRSC sunt utilizate in cazul tuturor variantelor de CD.

Cartea galbena, sau CD-ROM (CD - Read Only Memory)

Discurile CD-ROM au fost concepute ca mediu de stocare de tip "exclusiv citire" pentru date numerice si semnal audio fara compresie. Astfel pistele de CD-ROM se impart exclusiv in piste audio (corespuzand compact discurilor audio, CD-DA) si piste de date. Un CD-ROM poate contine ambele tipuri de piste, de obicei pistele de date fiind localizate la inceputul discului, fiind urmate in continuare de pistele audio. Un astfel de disc se numeste "disc de tip mix" (Mixed Mode Disc).

Specificatiile tehnice ale discurilor de tip CD-ROM sunt cuprinse in Cartea galbena, conceputa in 1984 de catre companiile Philips si Sony, plecand de la specificatiile Cartii rosii (CD-DA). Ulterior, Cartea galbena a fost acceptata ca standard european de catre ECMA (Electronic Computer Manufacturers Association) in 1992.

Caracteristicile fizice ale CD-ROM sunt identice cu cele ale CD-DA (Tab. 2.):

Tab. 2. Parametrii fizici ai discurilor CD-ROM.

Parametrii discului	Valoare [Unitate de masura]
diametrul	120 [mm]
grosimea	1.2 [mm]
structura	substrat + strat reflector + + strat protector + eticheta
lungimea de unda a laserului de citire	780 [nm] (infrarosu)
pasul spiralei pistelor	1.6 [micro m]
lungimea celei mai scurte forme de relief ("adancitura" sau "suprafata")	0.83 [micro m]
latimea pistei	0.6 [micro m]
durata de citire	74 [minute]

Organizarea fizica a informatiei pe CD-ROM

Unitatea de date de pe CD-ROM se numeste "bloc" (fizic). Blocul cuprinde 2352 biti, din care biti utili sunt doar 2048 (pentru Modul 1 - date numerice) sau 2336 (Modul 2 -

date audio). Ceilalti biti sunt utilizati pentru control, sincronizare, identificare pentru acces aleator si detectia si corectia erorilor.

Viteza standard de citire specifica parcurgerea a 75 de blocuri intr-o secunda. Fiecare bloc fizic este compus din 32 de cadre de cate 588 biti, a caror format este corespondent cu cel al discurilor audio digitale, CD-DA.

Modul 1 de organizare a blocurilor CD-ROM este modul utilizat pentru stocarea datelor numerice, punand la dispozitie 2048 de biti utili, din totalul de 2352 de biti al fiecarui bloc. Organizarea blocurilor fizice in Modul 1 este figurata in Tab. 3.:

Tab. 3. Blocul CD-ROM in Modul 1.

Continut	Numar octeti	Comentarii
sincronizare	12	detectia inceputului de bloc
antet	4	identifica unic blocul respectiv: primul octet - minutele, al doilea octet - secundele, al treilea - numarul blocului, ultimul - include specificarea modului
zona de date	2048	contine datele utile din cadrul blocului
EDC	4	codul pentru detectia erorilor
neutilizati	8	--
ECC	276	codul pentru corectia erorilor, rezultand o rata a erorilor de 10^{-12}

Discurile CD-ROM contin un total de 333000 blocuri care sunt citite in 74 minute. De aici rezulta cei doi parametri ai discului in Modul 1:

$$\begin{aligned} \text{Capacitatea CD-ROM Modul 1} &= 333000 [\text{blocuri}] * 2048 [\text{octeti/bloc}] = \\ &= 681984000 [\text{octeti}] \cong 660 [\text{MBytes}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata de date CD-ROM Modul 1} &= 2048 [\text{octeti/bloc}] * 75 [\text{blocuri/sec}] = \\ &= 153.6 [\text{KBytes/sec}] \end{aligned}$$

Modul 2 de organizare a blocurilor CD-ROM este prevazut pentru stocarea de informatie de orice tip, si este in general utilizat pentru memorarea de informatie audio sau video in format digital. Pune la dispozitie 2336 de octeti din totalul de 2352 octeti/bloc fizic. Organizarea blocului in Modul 2 este figurata in Tab. 4.:

Tab. 4. Blocul CD-ROM in Modul 2.

Continut	Numar octeti	Comentarii
sincronizare	12	detectia inceputului de bloc
antet	4	identifica unic blocul respectiv: primul octet - minutele, al doilea octet - secundele, al treilea - numarul blocului, ultimul - include specificarea modului
zona de date	2336	contine datele utile din cadrul blocului

Fata de Modul 1 lipsesc codurile de tratare suplimentara a erorilor. Cei doi parametri caracteristici pentru Modul 2:

$$\begin{aligned} \text{Capacitatea CD-ROM Modul 2} &= 333000 [\text{blocuri}] * 2336 [\text{octeti/bloc}] = \\ &= 777888000 [\text{octeti}] \cong 740 [\text{MBytes}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Rata de date CD-ROM Modul 2} &= 2336 [\text{octeti/bloc}] * 75 [\text{blocuri/sec}] = \\ &= 175 [\text{KBytes/sec}] \end{aligned}$$

Organizarea logica a datelor pe CD-ROM

Pentru a rezolva si finaliza problema organizarii informatiei (in special a datelor numerice) pe discurile CD-ROM, un grup de reprezentanti din industria discurilor optice s-au intalnit in Del Webb's High Sierra Hotel & Casino din Nevada si au realizat un proiect-propunere. Acesta se numeste "Propunerea High Sierra" (High Sierra Proposal) si a devenit fundamentul standardului ISO 9660, care specifica cu exactitate formatul datelor memorate pe CD-ROM.

Standardul ISO 9660 defineste o structura de fisiere de tip arborescent, similar sistemului de fisiere intalnit si la MS-DOS. Denumirile fisierelor sunt limitate la opt caractere (se exclud caracterele speciale, de tipul '-', '+', '~', etc.), un punct de separare si o extensie de trei caractere.

Structura de fisiere de pe discul CD-ROM este gestionata de un "arbore de cataloage (directoare)" si, aditional, de un "cuprins" - o tabela cu caile tuturor fisierelor de pe disc, memorate in forma comprimata. Tabela-cuprins se va incarca in memoria calculatoarului gazda la fiecare initializare a discului. Aceasta metoda statica de gestionare a informatiei este eficienta deoarece datele de pe CD-ROM nu se mai pot modifica (mediu exclusiv citire).

Dimensiunea blocurilor logice utilizate este o putere a lui doi, incepand cu 512 octeti si fiind limitata de dimensiunea blocului fizic: 2048 octeti.

Citirea discurilor CD-ROM

Citirea si interpretarea informatiei de pe CD-ROM este realizata de dispozitive speciale, denumite "unitati CD" (CD Drive). Acestea contin circuitele necesare rotirii discurilor la viteza corespunzatoare, baleierea pistei cu ajutorul razei laser focalizate, etc.

Rata de transfer a datelor intre unitatile CD si calculatorul gazda depinde de diferitele variante constructive, fiind insa multipla de o valoare standard: 150 KBytes/sec. De obicei pe carcasa unitatilor CD se gaseste o inscriptie de forma: " <un numar> x ". Aceasta indica tocmai rata de transfer a unitatii CD. De exemplu:

1 x -> 150 KB/s,
2 x -> 300 KB/s,
4 x -> 600 KB/s, etc.

Comparativ, un disc magnetic dur (harddisk) de calitate, prezinta o rata de transfer in jurul valorii de $3 \div 4$ MB/s.

Conectarea unitatilor CD la calculatorul gazda se poate face uzual prin intermediul a trei variante de interfete:

- interfata-proprietate (proprietary): depasita in prezent, era utilizata de firmele producatoare de unitati CD - Mitsumi, Panasonic si Sony. Este foarte populara in cazul placilor de sunet;
- IDE/ATAPI (Integrated Drive Electronics / AT Attachment Packet Interface): noul standard industrial de interfata pentru unitatile CD-ROM, care vine sa inlocuiasca standardul-proprietate initial. Este o interfata ieftina si performanta, suportata de majoritatea sistemelor de operare (LINUX, Solaris, Sun OS, Windows NT, MS-DOS), cu o rata de transfer in modul "rafala" de 3.3 pana la 8 MB/s. Reprezinta alegerea cea mai buna pentru calculatoarele personale uzuale.
- SCSI (Small Computer System Interface): o interfata de inalta performanta, expandabila, suportata de toate sistemele de operare. Prezinta rate de transfer in modul "rafala" de la 4 la 10 MB/s. Reprezinta cea mai potrivita alegere pentru servere si pentru calculatoare care poseda deja interfata SCSI.

Limitele tehnologiei CD-ROM

Discurile CD prezinta capacitati mari de stocare si rate constante de transfer a datelor. Timpul de acces aleator a datelor de pe CD, de aproximativ o secunda, pot fi tolerati pentru interpretarea de sunet, fiind mai mici decat timpii corespondenti ai benzilor magnetice audio analogice, casetelor audio si ai benzilor magnetice audio digitale (DAT - Digital Audio Tape).

Cand se pune problema, insa, de accesarea de date numerice, discurile CD-ROM se afla in dezavantaj fata de discurile magnetice (unde accesele aleatoare la datele stocate au loc in mai putin de 10 ms). La timpii de acces slabi ai CD-ROM contribuie urmatoorii factori:

- timpul de sincronizare - apare datorita necesitatii de a ajusta ceasul intern al unitatii CD pentru a fi in faza cu semnalul citit de pe disc;
- din cauza principiului de citire cu viteza liniara constanta a compact discurilor (CLV - Constant Linear Velocity), citirea datelor aflate langa centru necesita cca. 200 rotatii/sec. pe cand citirea datelor aflate spre extremitate - aprox. 530 rotatii/sec. Timpul necesar ajustarii vitezei de rotatie a discului pentru citirea unei anumite date oarecare pe disc se numeste intarzierea de rotatie (rotation delay) si poate ajunge la 200 milisecunde;
- timpul de cautare (seek time) - desemneaza timpul necesar capului de citire sa se pozitioneze deasupra datelor dorite. Are valori de sub o secunda.

Discul video digital - DVD (Digital Video Disc, Digital Versatile Disc)

Cum a aparut DVD ?

Odata cu progresele tehnologice inregistrate in producerea de compact discuri si de unitati CD, companiile de frunte in domeniu au inceput sa-si puna problema fabricarii generatiei urmatoare de discuri optice. Ca tel s-a propus cresterea drastica a capacitatii de stocare si a vitezei de accesare a datelor memorate, oferindu-se astfel posibilitatea rularii unui film intreg, memorat sub forma de video digital de inalta calitate pe o singura fata de disc.

In luna septembrie a anului 1995, un consortiu format din 10 companii de frunte din domeniile tehnicii digitale si productiei de film (Sony, Philips, Hitachi, JVC, Matsushita, Mitsubishi, Pioneer, Thomson, Toshiba si Time Warner) a inceput lucrul la un standard unificat pentru noul format de disc optic: DVD - Digital Video Disc. Acest format se bucura de un puternic suport in randul tuturor producatorilor majori de electronica din lume, cat si de cel al marilor case de filme.

Ca si format de stocare/redare a filmelor, DVD indeplineste cerintele stricte impuse de Studio Advisory Committee, organizatie de coordonare din industria producerii de film.

Ca si format de memorie ROM, DVD se conformeaza specificatiilor impuse de Technical Working Group in industria de calculatoare.

Nici un alt produs nu s-a bucurat inainte de lansare de un suport atat de solid in intreaga lume din partea atator domenii tehnice.

In mai 1997, consortiul celor zece s-a transformat in Forul DVD (DVD Forum), care este o organizatie deschisa tuturor companiilor.

Ce este DVD ?

DVD - Digital Video Disc, sau Digital Versatile Disc, este in esenta un compact disc de capacitate si viteza mai mari, care poate stoca atat informatie video si audio, cat si date numerice numerice. DVD urmareste sa inglobeze informatia utilizata in informatica, economie, educatie si jocuri intr-un format digital unic, inlocuind efectiv CD-DA, CD-ROM, benzile video magnetice (video tape), laser-discurile si probabil chiar cartelele pentru jocuri video.

Exista doua tipuri de discuri DVD: DVD-Video (sau, simplu, DVD) si DVD-ROM. DVD-Video contine date video (filme, programe video, etc.) si este citit intr-o unitate DVD (DVD Player) conectata la un TV. DVD-ROM contine date numerice si este interpretat de o unitate DVD-ROM (DVD-ROM Drive) conectata la un calculator. Diferenta dintre DVD-Video si DVD-ROM este oarecum similara cu diferenta dintre CD audio si CD-ROM.

Care sunt cateva dintre caracteristicile DVD (DVD-Video) ?

- peste 2 ore de video digital de inalta calitate (peste 8 ore de video in cazul discului bi-fata, cu straturi duble);
- suport pentru filme panoramice pe unitati TV standard si panoramice (ratele de aspect - 4:3 si 16:9);
- pana la 8 piste audio digitale (pentru mai multe limbi), fiecare cu pana la 8 canale;
- pana la 9 unghiuri ale camerei de filmat (pot fi selectate diferite unghiuri de vedere in timpul reprezentarii programelor video);
- meniuri si facilitati simple de interactivitate (pentru jocuri, programe interactive, etc.);
- text de identificare poliglot pentru titluri, generice, subtitrari, etc.
- fiabilitate mare. Este practic neinfluentat de numarul de citiri repetate, fiind vulnerabil doar la defectiuni de ordin fizic;
- nu este afectat de interferente cu campuri magnetice sau radiatii X. Rezista la cadura.
- dimensiuni compacte (este usor de manipulat, de depozitat, multiplicarea discului este ieftina, unitatile DVD (DVD Player) pot fi portabile).

Care sunt caracteristicile fizice mai importante, comparativ cu compact discurile ?

Video discurile digitale functioneaza dupa aceleasi principii ca si compact discurile: o raza laser focalizata baleiaza suprafata discului in care exista "adancituri" si "suprafete" dispuse regulat (pe piste spirale). Raza reflectata inapoi este modulata cu informatia stocata in acea zona si interpretata de capul de citire al unitatii DVD. O comparatie intre caracteristicile fizice ale DVD si ale CD este prezentata in Tab. 5.:

Tab. 5. Caracteristici fizice comparate ale CD si DVD

Parametru	CD	DVD
diametru disc	120 [mm]	120 [mm]
grosime disc	1.2 [mm]	1.2 [mm]
structura disc	un substrat	doua substraturi de 0.6 [mm] grosime, lipite
tipul laserului utilizat la citire	780 [nm] (infrarosu)	650 sau 635 [nm] (rosu)
pasul pistelor de pe disc	1.6 [micro m]	0.74 [micro m]
lungimea celei mai scurte forme de relief ("adancitura" sau "suprafata")	0.83 [micro m]	0.4 [micro m]
straturi de date	1	1, 2 sau 4
fete de date	1	1 sau 2
capacitate de stocare	aprox. 680 [MB]	intre 4.7 [GB] (o fata, un strat de date) si 17 [GB] (doua fete, cate doua straturi de date)
rata referinta de transfer a datelor	aprox. 153 [KB/s] (Modul 1) sau aprox. 175 [KB/s] (Modul 2)	1108 [KB/s] nominal

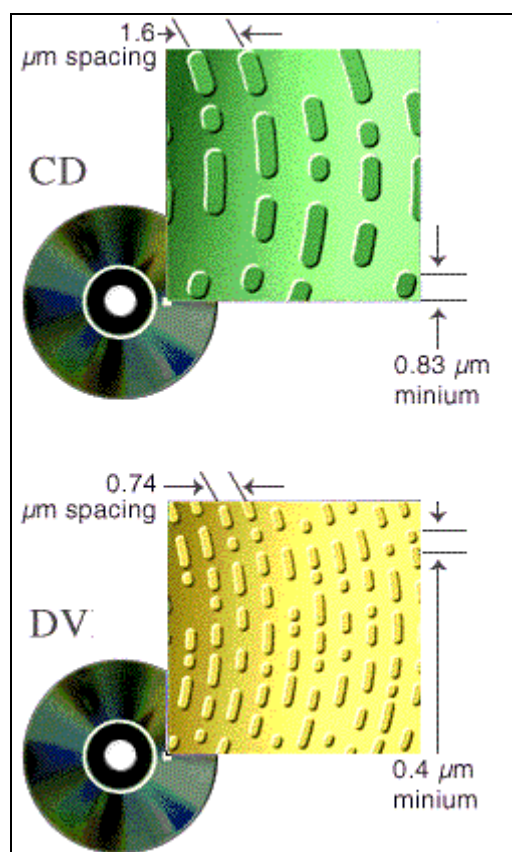


Fig. 6. O comparatie grafica a caracteristicilor fizice ale CD si DVD (imagine preluata de la firma Sony)

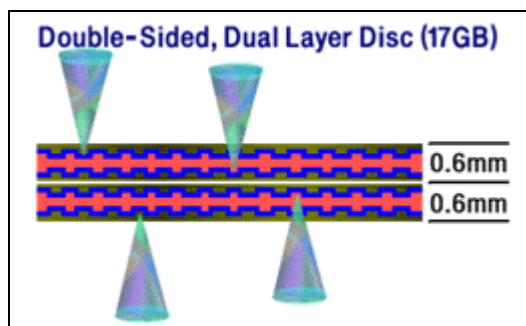


Fig. 7. Schema de principiu a unui DVD de tip dubla fata - straturi duale (imagine preluata de la firma Sony)

Care sunt caracteristicile mai importante ale unitatilor DVD (DVD Players) ?

- posibilitatea de alegere a limbii in care va fi prezentat textul;
- efecte speciale la redarea video: inghetarea imaginii, redare cadre pas-cu-pas, redare video cu viteza mica sau cu viteza mare, etc.;
- blocare de tip supervizor (pentru controlul vizionarii de discuri cu continut "suspect");
- programabilitate (redarea unor secvente selectate, intr-o anumita secventa);
- redare de video in mod aleator, sau repetitiv;
- compatibilitate cu standardele CD-DA si CD-ROM;
- iesire audio de tip digital (cod PCM - Pulse Coded Modulation - si Dolby Digital);
- iesire video compozita NTSC sau PAL.

Care sunt dezavantajele tehnologiei DVD ?

- vor fi necesari cativa ani pana cand filme si soft pe DVD sa fie disponibile pentru toata lumea, la preturi rezonabile;
- INCA nu sunt de tip scriere/citire, ci doar de tip exclusiv-citire;
- contin elemente de protectie si blocare regionala. "Blocarea regionala" (sau "codurile regionale", "codurile de tara") au fost introduse de companiile producatoare de film, pentru a controla distribuirea de film in diferitele tari ale lumii (deoarece reprezentatiile unui film nu sunt simultane in toata lumea). Astfel, discurile DVD contin un cod care previne citirea lor de pe unitatile DVD cumparate intr-o alta tara.
- utilizeaza compresie digitala. Datele audio sau video comprimate slab prezinta la citire o calitate slaba;
- nu suporta in intregime standardul TV de inalta definitie HDTV (High Definition TV);
- unele unitati DVD nu pot citi si interpreta discuri de tip CD-WO (CD-R);
- unitatile DVD actuale nu pot reprezenta video in sens invers, la viteza normala.

Concluzionand, ...

... zilele trecute, o persoana apropiata mi-a spus "Eu lucrez la firma cu o discheta de 640 MBytes ..." La protestele si contestatiile mele hotarate, mi-a adus minunea sa o vad si eu ... Era, intr-adevar, un disc de capacitate 640 MBytes, dar un compact disc

magneto-optic (CD-MO, Cartea portocalie partea I). Avea marimea unei dischete flexibile de 3.25 inch, ceva mai groasa. Timp de cateva clipe mi-am imaginat diverse scene si ipostaze care, acum cativa ani doar, ar fi fost numai bune de filmele sau literatura SF de avangarda ... Un notebook - intr-o mana, si cateva discuri minuscule care incap o biblioteca universitara si o arhiva de filme - in cealalta...

In articolul de fata am parcurs cateva notiuni tehnice primare care sa ne permita apropierea cu cea mai mare curiozitate si incredere de ceea ce reprezinta noua revolutie in tehnica de calcul in general, si in multimedia si stocarea de date in special: discurile optice.

Ing. Mihai MICEA,

Asistent,
Universitatea "Politehnica" Timisoara,
micha@dsplabs.utt.ro,

Colaborator,
LASTING System, Timisoara,
micha@lasting.ro .