

Universitatea „Politehnica” Timișoara
Facultatea de Automatică și Calculatoare
Departamentul de Automatică și Informatică Aplicată

Ș.I. dr. ing. Gal-Nădășan Norbert

curs de

Programarea Aplicațiilor Multimedia

Timișoara

2020

Cuprins **PARTEA I: NOȚIUNI DE BAZĂ ÎN MULTIMEDIA** Error! Bookmark not defined.

1. Introducere în Multimedia	5
1.1. Ce este multimedia?	5
1.2. Tipuri de informație	7
2. Text	9
2.1. Tracking și kerning	10
2.1.1. Tehnoredactarea cu ajutorul literelor turnate în metal	11
2.1.2. Tipografia digitală	13
2.2. Fonturi	14
2.3. Cărți tradiționale sau cărți electronice?	16
2.3.1. Avantaje și dezavantaje ale cărților electronice:	17
2.3.2. Avantaje și dezavantaje ale cărților tradiționale:	17
2.3.4. Soluție ecologică?	18
2.3.5. Viitorul cărților tradiționale	18
2.3.6. Dispozitive de tip eReader	19
2.3.7. Tehnologia E Ink	20
2.3.8. Tehnologia Electrowetting	23
2.3.9. Afișaje electrofluidice	25
2.3.10. Formate de cărți electronice	26
3. Imagini	28
3.1. Imagine și animație	28
3.2. Video	29
3.2.1. Dispozitive hardware pentru reprezentare video – placa video	30
3.3. Considerații privind culorile	34
3.3.1. Înțelegerea culorilor	34
4. Captarea imaginilor bitmap	40
4.1. Camere fotografice	40
4.1.1. Istoric	40
4.1.2. Elemente ale camerelor fotografice	42
4.1.3. Senzori de imagine	46
4.1.4. Senzori de imagine color	47

4.1.5. Tipuri de camere foto	51
4.1.6. Parametri de control ai camerelor foto	60
4.1.7. Intervalul dinamic	65
5. Sunet	68
5.1. Dispozitive de interfațare audio	71
5.1.1. Elemente de fizica sunetului	71
5.1.2. Difuzoare	72
5.1.3. Plăci de sunet	74
5.1.4. Sinteza sunetului	74
5.1.6. Digitizare și eșantionare	77
5.1.7. Comanda instrumentelor muzicale electronice	79
5.1.8. MIDI	79
5.1.9. Conexiuni de ieșire	81
5.1.10. Procesoare digitale de semnal	82
PARTEA A II-A: FORMATE MULTIMEDIA	86
6. Formate document	86
6.1 Limbajul PostScript	86
6.1.1 Curbe Bézier	88
6.1.2. Definirea drumurilor în PostScript	90
6.2. PDF	91
6.2.1. Aspecte tehnice ale documentelor PDF	92
6.2.2. Conținutul unui fișier PDF	95
6.2.3. Aplicații pentru lucrul cu documente PDF	96
7. Formate imagine	98
7.1. Formate pentru grafică vectorială	99
7.1.1. Formatul SVG	100
7.1.2. Formatul VML	102
7.1.3. Formatul PGML	103
7.1.4. Formate proprietar	103
7.2. Formate pentru grafică bitmap	103
7.2.1. Tehnologii de comprimare	105

7.2.2. Formatele BMP și PCX	108
7.2.3. Formatul JPEG	109
7.2.4. Formatul GIF	111
7.2.5. Formatul PNG	111
7.2.6. Editoare de imagini bitmap	112
8. Formate audio	113
8.1. Formatul WAVE	113
8.1.2. Descriere	113
8.1.3. Popularitatea formatului WAV	114
8.1.3. Limitări ale formatului WAV	114
8.1.4. Formatul WAV și CD-urile audio	115
8.2. Formatul MP3	115
8.2.1. Istoric	116
8.2.2. MP2, MP3 și Internetul	118
8.2.3. Calitatea fișierelor MP3	119
8.2.4. Bitrate-ul	119
8.2.5. Codificarea și decodificarea fișierelor MP3	120
8.3. Formatul AAC	120
8.3.1. Îmbunătățiri ale AAC față de MP3	121
8.3.2. Modul de funcționare a AAC	121
8.3.3. Produse care suportă formatul AAC	122
8.4. Aplicații software pentru editare audio	123
9. Formate video	124
9.1. Standardul MPEG	124
9.1.1. Standardul ISO/IEC 13818	124
9.1.2. Standardul MPEG-4	125
9.1.3. Elemente despre MPEG-2	125
9.2. Formatul AVI	130
9.2.1. Formatul unui fișier AVI	130
9.2.2. Utilizarea AVI	131
9.3. Aplicații pentru editare video	131

partea I:

Noţiuni de bază în Multimedia

1. Introducere în Multimedia

1.1. Ce este multimedia?

În comunicaţii, termenul **media** (sg. *medium*) reprezintă mijloace pentru stocarea şi transmiterea informaţiilor sau a datelor.

Aşa după cum sugerează şi numele, **multimedia** reprezintă utilizarea combinată a mai multor astfel de medii purtătoare de informaţie, de exemplu: text şi sunet, grafică şi animaţie, sunet şi video.

Mediile purtătoare de informaţie sunt [1]:

- ☐ text,
- ☐ sunet şi muzică,
- ☐ imagini statice,
- ☐ secvenţe video, ☐ animaţie,
- ☐ interactivitate.

Aplicaţiile multimedia pot fi împărţite în două categorii:

- cu conținut liniar: rulează fără ca utilizatorul să îl poată controla (ex. cinema).
- cu conținut neliniar: oferă utilizatorilor interactivitate pentru controlul rulării (ex. jocuri pe calculator).

Hipermedia reprezintă un exemplu de conținut neliniar. Hipermedia reprezintă utilizarea textului, datelor, graficii, elementelor audio și video ca elemente ale unui sistem hipertext extins în care toate elementele sunt legate, astfel încât utilizatorul poate comuta oricând între ele.

Hipermedia este utilizată ca extensie logică a termenului hipertext în care elementele grafice, audio, video, text și hiperlegăturile (hyperlinks) se împletesc pentru a crea un mediu de informații neliniar. Termenul multimedia îl include pe cel de hipermedia, întrucât este utilizat atât pentru descrierea prezentărilor liniare (neinteractive) cât și a celor neliniare (interactive) [1].

Puterea multimedia și a Internet-ului este reprezentată de modul în care informațiile sunt legate între ele. Designerii web știu că un site care utilizează tehnologii noi și prezintă interactivitate va atrage cu siguranță vizitatorii.

Multimedia poate fi utilizată pentru numeroase scopuri, cum ar fi:

- reducerea dependentei de text
- expresivitatea sporită
- creșterea conținutului de informație □ creșterea gradului de interactivitate, etc.

Multimedia se aplică în diverse domenii, cum ar fi publicitate, artă, educație, divertisment, inginerie, medicină sau matematică și cercetare științifică:

- Comercial: prezentări captivante menite să atragă atenția prin publicitate.
- Divertisment: efecte speciale din filme artistice și de animație, jocuri video.
- Educație: cursuri multimedia interactive, enciclopedii. *Edutainment* (eng. *education + entertainment*) reprezintă un termen care descrie combinația dintre educație și divertisment, în special divertismentul multimedia.
- Inginerie: multimedia utilizată în simulări computerizate pentru diverse lucruri, de la divertisment până la aplicații militare. Multimedia este adesea utilizată în interfețele software prin colaborarea dintre programatori și designeri.
- Matematică și cercetare științifică: multimedia este utilizată în modelare și simulare.
- Medicină: pregătirea doctorilor prin asistarea acestora la operații chirurgicale virtuale, simularea modului în care anumite boli afectează corpul uman și dezvoltarea ulterior a unor tehnici de prevenire.

În secolul trecut Marshall McLuhan¹ a dezvoltat o întreagă teorie a comunicării. Conform acestuia mediile pot fi clasificate în *medii calde* și *medii reci* [2]. Diferitele medii invită consumatorii la diferite grade de participare.

¹ Herbert Marshall McLuhan (1911-1980): Critic literar canadian, profesor și filozof. Opera lui McLuhan este considerată una dintre pietrele de temelie ale teoriei media, având aplicabilitate practică în publicitate și industria TV. McLuhan este celebru pentru expresiile "mediul reprezintă mesajul" (the medium is the message)

Unele medii, cum ar fi filmele, sunt considerate a fi medii calde deoarece captează atenția unui singur simț, astfel încât persoana nu este nevoie să depună prea mult efort pentru umplerea detaliilor dintr-o scenă. În contrast cu acestea, McLuhan consideră televiziunea ca fiind un mediu rece, deoarece necesită un efort mult mai mare din partea privitorului pentru a-i determina înțelesul, sau benzile desenate care, datorită prezentării minimale a detaliilor vizuale necesită un grad sporit de efort pentru completarea detaliilor lipsă pe care desenatorul a intenționat să le reprezinte. Astfel, McLuhan afirmă că un film este un mediu cald, intensificând activitatea unui singur simț (în acest caz, cel vizual), necesitând doar atenție din partea privitorului, iar o bandă desenată este rece, necesitând o participare mult mai conștientă din partea cititorului pentru a-i înțelege sensul.

Marshall McLuhan folosește termenii de înaltă definiție (high-definition) și de definiție scăzută (lowdefinition) pentru a lămuri această metaforă a mediilor reci sau calde: „Definiția înaltă caracterizează starea în care ești bine alimentat cu date. O fotografie posedă, vizual vorbind, o definiție înaltă. Un desen animat are definiție scăzută, pur și simplu fiindcă oferă extrem de puțină informație vizuală. Telefonul este un mijloc rece, sau cu definiție scăzută, deoarece urechii i se pune la dispoziție o cantitate mică de informație. Iar vorbirea este și ea un mijloc rece, pentru că se oferă foarte puțin, fiind nevoie ca restul să-l completeze cel care ascultă. Spre deosebire de acestea, mediile calde nu lasă atât de mult loc de completat pe seama spectatorilor. Prin urmare, mediile calde pretind o participare scăzută; în schimb, cele reci necesită o participare mare și un grad ridicat de completare din partea asistenței” [3].

Marshall McLuhan consideră că mediul (canalul) de comunicare nu îndeplinește doar funcția de transfer al mesajului de la emițător la receptor ci are un impact determinant asupra echilibrului percepțiilor umane [4],[5]. El lansează mai accentuat sloganul, de atunci binecunoscut: „mijlocul este mesajul”, care ilustrează influența semnificativă a mijlocului de comunicare asupra receptorului. Ideea este că mijlocul tehnologic folosit pentru a comunica este la fel de important ca și conținutul comunicațional transmis. Cauza acestui lucru este că mijlocul folosit în comunicare influențează percepțiile, echilibrul simțurilor. Spre exemplu, nu este același lucru a spune cuiva "te iubesc" folosindu-te de telefon, scriindu-i aceste cuvinte pe o foaie sau vorbindu-i față către față. Impactul mesajului va fi altul și datorită mijlocului folosit. [3]

În următoarele capitole vom discuta despre tipurile de informație, componente ale multimediei. Pentru fiecare dintre aceste tipuri de informație vom încerca să identificăm trăsăturile care le caracterizează, ce modalități avem la dispoziție pentru prelucrarea lor digitală și care sunt componentele hardware care fac posibilă prelucrarea lor.

1.2. Tipuri de informație

Numai recent, oamenii au dezvoltat textul și simbolurile pentru a fi utilizate în comunicații. Această dezvoltare remarcabilă a început, în realitate, acum 6000 mii de ani în zona

și "satul global" (the global village) și a prezis apariția World Wide Web cu aproape treizeci de ani înaintea inventării acestuia [1].

mediteraneană – Mesopotamia, Egipt, Sumeria și Babilon – unde semne pline de înțeles erau zgâriate pe tablete de lut, care apoi erau lăsate să se întărească la soare. Doar membrii claselor conducătoare și respectiv ai clerului aveau permisiunea să scrie și să citească semnele pictografice și cuneiforme. Primele mesaje erau furnizate prin cuvinte scrise, cuprinzând, în mod tipic, informații vitale pentru conducători - din domeniul politicii și al taxelor. Deoarece acest nou mediu nu necesita memorarea, mesajele scrise au devenit populare în cadrul elitei. Astăzi textul și posibilitatea de a-l citi reprezintă o ușă deschisă, pentru oricine, spre putere și știință. De fapt, textul reprezintă doar un tip de informație.

Mergând mai departe, ajungem la un alt tip de informație – sunetul. El reprezintă exprimarea cea mai încărcată de semnificații în orice limbă, pornind de la un fluierat și ajungând pana la vaiet. Pe această bază putem experimenta plăcerea ascultării muzicii sau accentul uimitor al unor efecte speciale. Modul în care utilizăm puterea sunetului poate face diferența între amatorism și profesionalism.

Văzul, fără a fi neapărat dominant, este simțul cu valențele cele mai largi pentru om. Este și motivul pentru care imaginația joacă un rol foarte important în comunicare. Culoarele unei imagini provoacă anumite senzații. Imaginea poate fi elegantă, prin design, sau nu. Poate conține și informații de natură textuală dar, de obicei, reprezintă mai mult decât un simplu mesaj.

Am vorbit până acum de trei tipuri de informații: text, sunet și imagine. Fiecare dintre acestea pot fi supuse, individual, prelucrării. La fel de mult ne interesează integrarea lor, existența lor comună. Practic, este important modul în care este mânuită aceasta informație. Aici intervine rolul a ceea ce numim multimedia. Fără a încerca să dăm o definiție foarte complexă, vom spune doar că multimedia înseamnă “intermediari multipli” între sursă și receptor sau înțelesuri multiple prin care informația este stocată, transmisă, prezentată și percepută. O rafinare a termenului intervine atunci când apelăm la calculatoare – multimedia digitală. Practic, astăzi discutăm despre networked multimedia – video-conferințe, World Wide Web, HDTV (High Definition TV) și Realitate Virtuală.

Deși termenul de sistem multimedia reprezintă deja un anacronism, totuși, ceea ce va rămâne în picioare vor fi conceptele fundamentale și tehnicile necesare pentru a lucra cu fiecare dintre aceste elemente constitutive ale multimedia: text, imagine și sunet. Acum să le luăm pe rând și să vedem de ce ne-am ales această temă pentru început.

2. Text

Scrierea reprezintă metoda de conservare a cuvintelor vorbirii prin înregistrarea lor pe un suport, folosind anumite semne sau simboluri. Tot termenul scriere denumeşte şi textul astfel înregistrat. Scrierea este adesea considerată ca reprezentare a limbajului într-un mediu textual prin intermediul utilizării unui set de semne sau simboluri. Scrierea poate utiliza caractere abstracte care reprezintă elemente fonetice ale vorbirii, ca în limbile Indo-Europene, sau poate utiliza reprezentări simplificate ale obiectelor sau conceptelor, precum în formele de scriere pictografice din Asia de est şi din Egiptul antic. Acest tip de scriere diferă de reprezentări grafice cum ar fi picturile rupestre.

Putem spune că există o schimbare de proporţii privind modul în care oamenii accesează, învaţă şi interacţionează cu informaţia. Cuvintele şi simbolurile, sub orice formă, scrise sau citite, reprezintă cel mai simplu sistem de comunicaţie. Din punct de vedere tehnic, textele electronice (stocate cu ajutorul calculatoarelor) sunt caracterizate de o serie de attribute. Prelucrarea textelor (folosind procesoare de texte, programe de paginare, etc.) nu trebuie înţeleasă strict tehnic ci şi din perspectivă multimedia, prin mesajul transmis. Adică problema trebuie înţeleasă şi astfel: cum reuşesc să transmit exact mesajul dorit utilizatorului? Dacă ne referim la bine-cunoscutele meniuri ale aplicaţiilor Windows, atunci putem spune că expresia “Du-te înapoi!” are un impact mult mai puternic decât “Anterior”, sau “Ieşire” este mult mai puternic decât “Închidere”.

Oricum, atunci când vorbim despre informaţia stocată electronic, afişarea ei pe monitoarele calculatoarelor (fie ele pe Macintosh, PC sau orice altceva) impune o scurtă discuţie despre ceea ce ne-am obişnuit să numim font-uri.

Prin *typeface* facem referire la o familie de caractere grafice care, în mod uzual, include mai multe tipuri de mărimi şi stiluri. *Font*-ul este o colecţie de caractere având o singură mărime şi un stil aparţinând unui anumit *typeface*. În mod tipic, stilurile font-urilor se definesc prin aldine (bold în limba engleză) şi oblice (italic în limba engleză). Alte attribute de stil – sublinieri, centrări, etc. - sunt introduse de softurile utilizate. Mărimea este exprimată prin puncte, un punct reprezentând aproximativ 1/72 dintr-un inch. Mărimea unui font reprezintă distanţa măsurată din partea de sus a literei mari şi până în partea de jos a unei litere ca *g* sau *y*. Arial, Times New Roman şi Courier reprezintă familii de caractere grafice sau *typeface*-uri, iar Times New Roman de 12 puncte italic este un font. În lumea calculatoarelor termenul de font este utilizat, de multe ori, atunci când *typeface* ar fi mult mai corect.

În ceea ce priveşte descrierea familiilor de caractere sau a *typeface*-urilor, aceasta poate fi făcută în mai multe feluri. Una dintre metodele universale, ce elimină pe cât posibil subiectivismul, utilizează termenii „serif” sau „sans serif”. „Serif” înseamnă mica terminaţie sau decoraţiune situată la extremitatea literei. În acest sens, o familie de caractere utilizează serif-uri sau nu (sans provine din limba franceză şi înseamnă „fără”). Times New Roman, Garamond şi Palatino reprezintă exemple de fonturi *serif* (Figura 2.1). Arial, Tahoma şi Verdana reprezintă exemple fonturi *sans serif* (Figura 2.2).



Figura 2.1. Exemplu de scriere cu fonturi serif



Figura 2.2. Exemplu de scriere cu fonturi sans serif

Atunci când ne legăm de mesajul pe care textul afișat pe ecran trebuie să-l transmită receptorului mai intervin o serie de prelucrări, dintre care vom aminti doar două:

- **Kerning** - în cazul în care se utilizează titluri scrise cu caractere foarte mari, devine importantă distanța dintre litere și deci trebuie procedat la ajustarea acesteia, numită kerning.
- **Anti-aliasing** – dacă se dorește o aparență profesională a unui anumit titlu de secțiune, atunci se utilizează texte anti-aliasing. Acest ultim termen definește procesul prin care se creează o tranziție fină între literă și fondul pe care aceasta este reprezentată. Anti-aliasing este utilizat în tiparul digital.

În tipografie sunt utilizați câțiva termeni specifici:

- *kerning* reprezintă procesul de ajustare a spațierii dintr-un font proporțional. În fonturile bine ajustate din punct de vedere al kerning-ului, spațiile bidimensionale dintre fiecare pereche de litere au suprafețe similare.
- un *kern* reprezintă acea parte a unei litere de tipar care „atârână” peste marginea blocului de tipar.
- *tracking* (sau spațierea literelor) se referă la spațiul dintre literele unui grup de caractere care afectează densitatea într-o linie sau bloc de text.

2.1. Tracking și kerning

Tracking poate fi confundat cu kerning. Tracking se referă la spațierea per ansamblu a unui cuvânt sau bloc de text, care îi afectează densitatea și textura. Kerning este un termen specific care se aplică la ajustarea distanței dintre două caractere anume pentru corectarea spațierii neuniforme vizuale (Figura 2.3).



Figura 2.3. Exemple de spațiere a literelor (tracking) într-un titlu [1]

Unele combinații de caractere sau perechi de litere și de multe ori trecerea de la o majusculă sau o minusculă au ca rezultat o spațiere neuniformă, neplăcută. Kerning-ul reprezintă ajustarea spațiului dintre anumite perechi de caractere. Kerning-ul se utilizează pentru că uneori apar în text spațieri deranjante (mai ales în titluri sau la dimensiuni mari ale fontului), iar ajustarea acestor „scăpări” aduce un aspect uniform și plăcut ochiului.

Există unele programele specializate (cum ar fi Adobe InDesign sau Quark Xpress) care oferă soluții avansate pentru ajustarea spațierilor, inclusiv soluții automate, dar de multe ori este necesară ajustarea manuală, la ochi.

2.1.1. Tehnoredactarea cu ajutorul literelor turnate în metal

Cuvântul kerning are aceeași origine etimologică cu „corner”. În vremea în care toate literele erau turnate în metal, era crestat un colț într-una sau în ambele părți superioare ale unei litere turnate. Colțul permitea unui caracter să ajungă pe suprafața ocupată în mod normal de următorul caracter, de exemplu, bara superioară a literei „T”, sau linia diagonală din dreapta a literei „V” să atârne peste colțul stânga-sus a literei „A” (Figura 2.4).

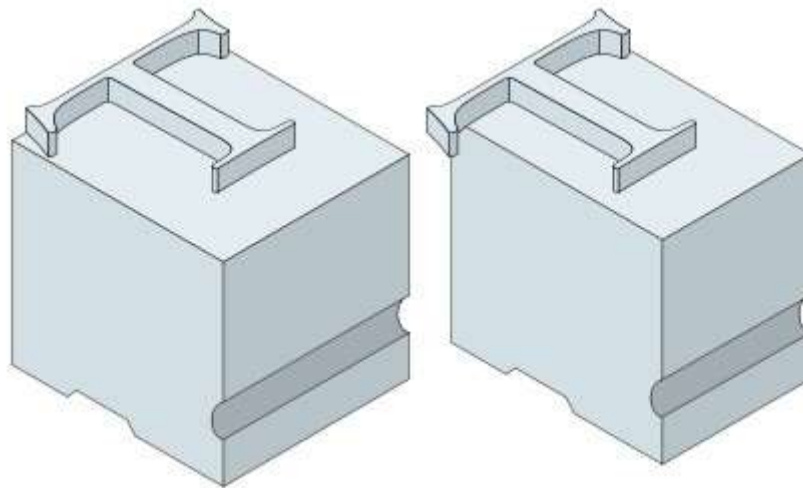


Figura 2.4. Litera din dreapta este ajustată astfel încât să se suprapună peste următorul caracter [1].

Existența unui colț ieșit în afară a permis utilizarea a mai puține piese de tipar pentru compunerea tuturor perechilor posibile pentru kerning; de exemplu, o piesă de tipar „T” și una „V” cu kerning pe partea dreaptă pot fi utilizate împreună cu aceeași piesă „A” care are kerning pe partea stângă.

O alternativă la kerning este utilizarea *ligaturilor* pentru combinații uzuale de litere, cum ar fi combinațiile „ff”, „fi”, „ft” sau „ffi” (Figura 2.5).

În tipografie, o ligatură apare acolo unde două sau mai multe litere sunt reunite sub forma unei singure pictograme. Ligaturile înlocuiesc de regulă caractere consecutive care au anumite zone comune și sunt parte a unei clase mai generale de pictograme numite „forme contextuale” în care forma specifică a unei litere depinde de context (literele învecinate sau distanța până la capătul unui rând).

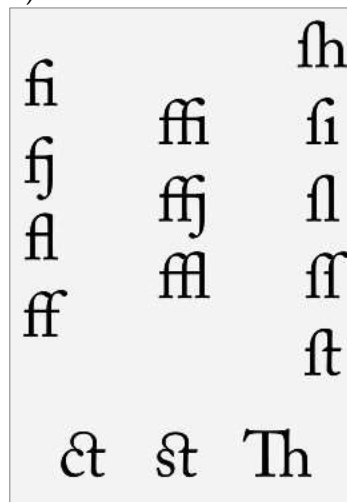


Figura 2.5. Ligaturi utilizate în typeface-ul Adobe Caslon Pro [1]

Typeface-urile simple proporționale vor avea specificate pentru fiecare pictogramă marginile din stânga și din dreapta. Totuși, în funcție de litera adiacentă, distanța poate fi redusă (mai rar mărită) pentru a îmbunătăți aspectul de ansamblu al textului. De exemplu, caracterele „A”

și „V” pot fi plasate aproape unul de celălalt, astfel încât partea stânga-sus a literei „V” se suprapune peste partea dreapta-jos a literei „A”.

2.1.2. Tipografia digitală

2.1.2.1. Perechi de kerning

În tipografia digitală, kerning-ul este aplicat de regulă sub formă de perechi de kerning, un număr pozitiv sau negativ ce se adaugă la distanța implicită dintre caractere, exprimat în sistemul de coordonate al typeface-ului. De exemplu, kerning-ul pentru grupul „VA” în typeface-ul Adobe's Helvetica este -80, iar valoarea de kerning pentru grupul „ry” este 30 (Figura 2.6).



Figura 2.6. Kerning-ul aduce „A” mai aproape de „V” cu serif-ele suprapuse

2.1.2.2. Clase kerning

O altă abordare este utilizarea claselor kerning, în care este stocat un offset pentru fiecare pereche din două seturi de caractere, de exemplu (V, W) și (a, e, o). Această clasă este echivalentă cu perechile Va, Wa, Ve, We, Vo, Wo. Clasele kerning pot fi utilizate în fonturi OpenType și aplicații care suportă această caracteristică. Utilizarea claselor kerning este impusă în prezent de typeface-urile multi-limbă care conțin mult mai multe caractere (mai ales caractere cu accent) și mai multe perechi kerning decât ar necesita un typeface simplu.

2.1.2.3. Exemple de kerning

Kerning este utilizat mai ales pentru potrivirea unor majuscule („T”, „V”, „W” sau „Y”) mai aproape de alte majuscule (în special „A”) și de unele minuscule, precum în combinația „To”. Alte combinații sunt „AC”, „FA” sau „OA”.

Literele care necesită kerning depind de limba pentru care este folosit un typeface. Unele combinații de litere nu sunt utilizate în mod normal în nicio limbă, astfel că nu este necesară includerea de kerning pentru acestea.

2.1.2.4. Autokerning

Unele programe pentru tipar digital oferă funcția de autokerning. Autokerning ia în considerare o listă predefinită de perechi kerning uzuale și, dacă contururile a două litere

consecutive sunt prea îndepărtate unul de celălalt, se modifică kerning-ul. Autokerning este util în special pentru typeface-uri multi-limbă. Cu toate acestea, rareori reprezintă o alternativă viabilă la kerning-ul manual, deoarece, la o comparație automată, pe bază de algoritmi matematici, unele caractere pot fi considerate ca fiind foarte apropiate, pe când ochiul uman le-ar putea vedea prea depărtate (Figura 2.7). Acest lucru se întâmplă mai ales atunci când singura parte a unui caracter care este prea apropiată este un semn diacritic.



Figura 2.7. Trei versiuni ale cuvântului „WAR” în typeface-ul Clarendon: versiunea de sus nu are kerning, cea din mijloc are aplicat autokerning, iar cea de jos are kerning ajustat manual.

2.1.2.5. Utilizări ale kerning-ului

Kerning reprezintă implicit o parte a designului în tiparul digital, iar sistemele tipografice avansate permit specificarea kerning-ului. Kerning-ul este adesea confundat cu tracking. Majoritatea typeface-urilor de înaltă calitate conțin instrucțiuni pentru kerning, care sunt aplicate în mod automat de către motoarele de tipărire. Majoritatea procesoarelor de text au opțiuni de activare a kerning-ului.

Typeface-urile neproportionale (monospaced) nu folosesc kerning, deoarece, prin definiție, caracterele acestora sunt plasate întotdeauna la aceeași distanță unele de altele.

2.2. Fonturi

Un aspect foarte important privind font-urile se referă la tehnologia utilizată pentru descrierea lor în vederea reprezentării pe ecran sau la imprimantă. În acest caz, putem vorbi despre un adevărat război al fonturilor. Totul a început în anul 1985, când firma Apple a pornit revoluția *Desktop Publishing* (tipar digital) prin utilizarea în combinație cu procesoarele de texte și cu programele de paginare, a unui soft special care permitea desenarea formei caracterelor pe baza geometriei acestora. Acest soft special era limbajul PostScript de descriere a fonturilor, al firmei Adobe Systems Incorporated, licențiat de către Apple.

Deoarece fonturile PostScript descriu fiecare caracter în termenii unei construcții matematice (curbe Bezier), fiecare caracter poate fi scalat (mărit sau micșorat) fără ca aspectul acestora să aibă de suferit. Aceste font-uri PostScript pot fi Type 0, Type 1, Type 2, Type 3, Type 4, Type

5, Type 9, Type 10, Type 11, Type 14, Type 32 sau Type 42. Fonturile Type 1 conţin scurte indicaţii (hints), care sunt de fapt instrucţiuni în ajutorul măririi rezoluţiei.

Războiul tehnologiilor a apărut ca urmare a efortului propriu depus de firma Apple în vederea dezvoltării unei tehnologii îmbunătăţite pentru reprezentarea fonturilor. Este vorba de utilizarea curbelor cuadratice în impunerea fonturilor de tip TrueType.

În ultimul timp, datorită avalanşei de informaţii, este nevoie de stocarea informaţiilor de natura textuală, precum şi de regăsirea lor rapidă. În acest sens, şi-au făcut loc, tot mai mult, în limbajul cotidian termeni ca hypermedia şi hypertext.

Multimedia interactivă devine hypermedia atunci când proiectantul unei anumite aplicaţii furnizează o structură de elemente aflate în legătură, prin intermediul căroră utilizatorul poate naviga şi interacţiona. Când elementele de legătură sunt reprezentate prin cuvinte, spunem că avem de a face cu un hypertext.

În ceea ce priveşte partea hard pentru reprezentarea textelor, principalul echipament periferic ce intervine în discuţie este monitorul. În prezent, perifericele cele mai utilizate pentru afişarea textului sunt ecranele LCD (Liquid Crystals Display) şi CRT (Catodic Ray Tube). Tehnologia care suporta CRT-urile în cazul calculatoarelor este similară, dar nu identică cu cea utilizată pentru ecranele televizoarelor. Unele diferenţe provin din cauza faptului că, iniţial, CRT-urile calculatoarelor au fost proiectate pentru a afişa doar informaţii textuale şi nu imagini grafice în mişcare.

În cazul textului, atunci când vorbim despre aplicaţii dedicate prelucrării lor, ne gândim la programe dedicate editării fonturilor. Atât pentru platforma Macintosh, cât şi pentru Windows, corporaţia FontLab a pus la dispoziţie aplicaţiile Fontographer (vezi Fig. 2.8) şi FontLab Studio, iar High-Logic aplicaţia FontCreator.

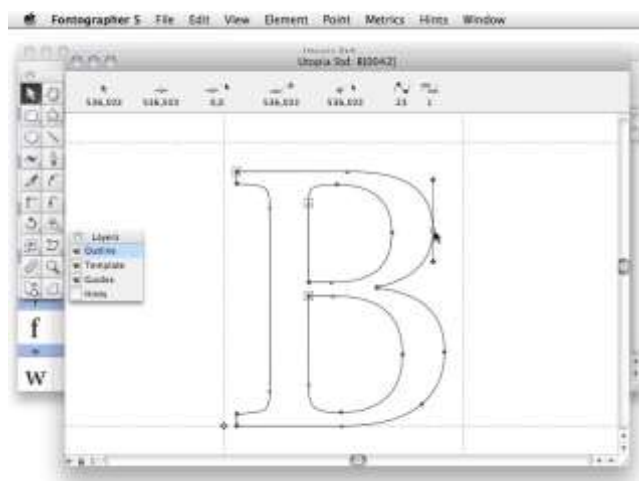


Figura 2.8. Captură de ecran din aplicaţia Fontlab Fontographer

Aceste softuri pot fi utilizate atât pentru editarea fonturilor PostScript, cât şi pentru fonturile TrueType. Există, bineînţeles, şi aplicaţii gratuite care permit editarea de fonturi, cum ar fi aplicaţia FontForge (vezi Figura 2.9).

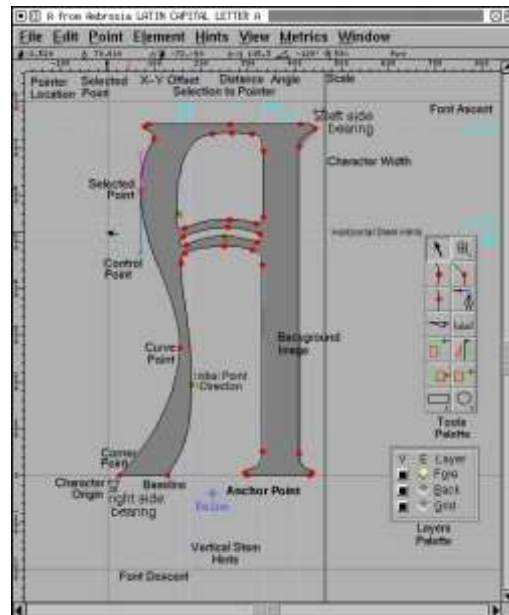


Figura 2.9. Captură de ecran din aplicația FontForge

2.3. Cărți tradiționale sau cărți electronice?

Contrar previziunilor din ultimele decenii, cum că cultura calculatoarelor va marca dispariția cărților, tehnologiile electronice, prin schimbarea modului de producere și distribuție a cărților, au dus la o renaștere a culturii cărții. Având o semnificație cel puțin la fel de mare ca presa tipografică a lui Gutenberg la vremea ei, tiparul digital a adus uneltele specifice tiparului oricui posedă sau are acces la un calculator personal. Prin adăugarea unui scanner, a unei imprimante, a aplicațiilor pentru procesare de text și prelucrare a imaginilor oricine poate avea la dispoziție mijloace de tipărire la care puțini visau cu ani în urmă [6].

Tehnologia este într-un progres continuu, atât în ceea ce privește mijloacele de comunicare, cât și tehnologiile computerizate. În acest context, apariția cărților electronice pare să nu mai surprindă pe nimeni [7].

Cartea electronică (*eBook*) reprezintă o versiune electronică a unei cărți tradiționale. Cartea în format electronic poate fi citită atât pe calculatoarele personale, cât și cu ajutorul unor dispozitive speciale (*eBook readers*, sau *eReaders*). Acestea au dimensiunile unei cărți obișnuite și sunt folosite doar pentru lectură. Cu toate acestea, putem spune că orice calculator personal sau dispozitiv portabil poate fi un *eReader*, cu condiția să aibă instalate aplicații care să poată deschide formatele de fișiere pentru cărți electronice.

Deși sunt mulți adepți ai cărților în format electronic, iar numărul acestora crește pe zi ce trece, nu trebuie să considerăm prin aceasta că vor dispărea cărțile tradiționale. Fiecare dintre acestea prezintă atât avantaje cât și dezavantaje, pe care vom încerca să le enumerăm în continuare.

2.3.1. Avantaje și dezavantaje ale cărților electronice:

În continuare vom enumera principalele avantaje și dezavantaje ale cărților în format electronic (eBooks). ☺ Pentru a le putea citi ai nevoie de un dispozitiv electronic (eReader). Este nevoie, astfel, de o investiție inițială mare, care, însă, este amortizată relativ repede.

- ☺ Cărțile electronice sunt mai ieftine decât cele tradiționale.
- ☺ Implică costuri de producție mai mici.
- ☺ Tiraj nelimitat.
- ☺ Beneficiezi de funcțiile suplimentare oferite de dispozitivele eReader: zoom, ajustare fonturi, căutare. O carte electronică poate avea conținut interactiv (multimedia, hiperlink-uri etc.).
- ☺ Un eReader are greutatea unei cărți, însă poate stoca un număr mare de cărți electronice.
- ☺ Poți transporta ușor un număr mare de cărți electronice.
- ☺ Poți face ușor adnotări pe marginea unei cărți, iar paginile nu se degradează.
- ☹ Dispozitivele eReader sunt scumpe.
- ☹ Citirea cărților pe dispozitivele cu ecran LCD poate să afecteze vederea.
- ☹ Nu toate cărțile sunt disponibile în format digital.
- ☹ Împrumutul anumitor cărți electronice poate fi ilegal.
- ☹ Pierderea sau defectarea dispozitivului eReader are consecințe mai grave decât deteriorarea unei cărți tradiționale și poate aduce după sine pierderea unui număr mare de cărți.
- ☹ În cazul lecturării unei cărți electronice te poți confrunta cu posibile erori de software ale dispozitivelor eReader [8].
- ☹ Dispozitivele eReader recunosc numai anumite formate de fișiere eBook. Nu există încă dispozitive eReader care să le citească pe toate.

2.3.2. Avantaje și dezavantaje ale cărților tradiționale:

În continuare vom enumera principalele avantaje și dezavantaje ale cărților tradiționale, tipărite pe hârtie. ☺ Pasiunea bibliofililor pentru cărțile în format tradițional [7].

- ☺ În accepțiunea clasică un număr mare de cărți stocate pe un dispozitiv eReader nu se poate compara cu o bibliotecă plină de cărți în format tradițional.
- ☺ O carte are personalitate și e unică. O carte diferă de alta (copertă, culoare și textură a paginilor, fonturi). eBook-urile nu diferă între ele decât prin conținut nu ca aspect exterior.
- ☺ Răsfoind o carte experimentezi senzații unice: mirosul cărții, textura paginilor, foșnetul paginilor întoarse.
- ☺ Se creează o legătură unică între cititor și carte.

- ☹ Poți împrumuta o carte.
- ☹ Nu depinzi de o sursă de curent electric.
- ☹ Mai mult de 3-4 cărți sunt greu de transportat.
- ☹ O carte este scoasă într-un tiraj limitat.
- ☹ Paginile unei cărți se pot degrada ireversibil.
- ☹ Odată făcute adnotări pe marginea cărții, acestea nu se mai pot șterge fără urmă.

2.3.4. Soluție ecologică?

Se poate pune firesc întrebarea: reprezintă cărțile electronice o alternativă ecologică la cărțile tradiționale? Mulți aduc în discuție faptul că pentru a tipări cărțile tradiționale se consumă cantități mari de lemn, astfel contribuind la împuținarea pădurilor.

Deși se consideră că varianta electronică a cărților este mai ecologică, totuși, procesul de producere a unui dispozitiv eReader este costisitor și poluează. De exemplu, pentru producerea unui iPad se extrag cca. 15 kg minerale, se utilizează cca. 300 litri de apă și sunt emise aproximativ 75 Kg de gaze cu efect de seră (numai în ciclul de producție, fără a socoti procesul de distribuție și utilizarea acestuia) [9], [10].

Conform unor studii, se stimează că, prin prisma emisiilor de CO₂, o carte tipărită este echivalentă cu 22 de cărți electronice stocate pe un eReader [11]. În concluzie, cărțile electronice reprezintă soluția ecologică numai dacă, pentru fiecare dispozitiv eReader achiziționat, sunt achiziționate mai mult de douăzeci și două de eBooks.

2.3.5. Viitorul cărților tradiționale

Mulți au considerat că, odată cu apariția cărților electronice, cărțile tradiționale vor începe să dispară treptat, astfel încât cărțile electronice vor reuși să le înlocuiască complet pe cele tipărite pe hârtie. Dacă va fi așa rămâne de văzut... Aceeași problemă a fost pusă în legătură cu dispariția picturii odată cu apariția tehnicilor fotografice [12]. Au trecut aproape două secole de atunci și iată că atât fotografia cât și pictura coexistă și fiecare își are locul ei în artele vizuale.

Prin prisma celor discutate anterior, cărțile în format tradițional, tipărite pe hârtie par mai potrivite pentru tipărirea operelor cu valoare perenă, de exemplu, capodoperele literaturii universale, pe când cele în format electronic (eBooks) sunt mai potrivite pentru anumite cărți tehnice sau publicații periodice (ziare, reviste), care nu ar mai fi de interes la scurt timp după apariție. Prin evitarea tipăririi lor în format tradițional, pe hârtie, s-ar face astfel economie de tone de hârtie zilnic.

În concluzie, considerăm că eBook-urile nu vor putea înlocui în totalitate cărțile tipărite deoarece acestea au specificul lor aparte. Cu toate acestea primele prezintă o serie de avantaje ce nu pot fi contestate.

2.3.6. Dispozitive de tip eReader

Un eReader reprezintă un dispozitiv electronic portabil specializat al cărui scop principal este acela de a permite utilizatorilor citirea cărților și a periodicelor în format digital.

După tehnologia utilizată pentru afișare dispozitivele eReader pot fi împărțite în două categorii: cele cu afișaj LCD, respectiv cele cu afișaj bazat pe tehnologia e-paper.

Cele cu afișaj LCD sunt mai versatile, pot reda un număr foarte mare de culori (peste 16 milioane), oferă o gamă largă de aplicații multimedia și beneficiază de ecrane tactile.

Majoritatea dispozitivelor cu afișaj bazat pe tehnologia e-paper pot afișa text și imagini monocrom, utilizând un număr redus de tonuri de gri (de regulă 16), însă prezintă cititorilor un mare avantaj: nu emit lumină (sunt ecrane reflective, astfel că depind de o sursă externă de lumină), permit citirea chiar și în condiții de lumină strălucitoare și nu obosesc ochii, permițând fără probleme citirea îndelungată (vezi Figura 2.10). Adeseori, persoanele care văd pentru prima dată un astfel de afișaj îl confundă cu hârtia.

Dispozitivele cu ecran bazat pe tehnologia E Ink au o rată de refresh foarte scăzută, astfel că nu pot rula secvențe video în timp real.



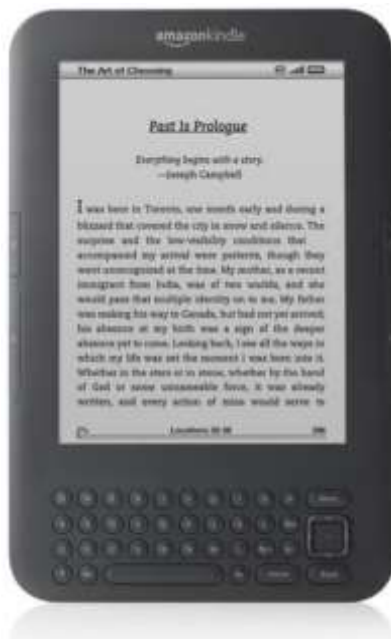
Figura 2.10. Dispozitiv eReader cu afișaj E Ink. Se observă claritatea afișării chiar și în condiții de lumină strălucitoare [sursa www.wikipedia.org].

În marea lor majoritate, dispozitivele eReader dispun de port USB, ieșire audio și conectare la Internet, facilitând accesul utilizatorilor la cărțile electronice disponibile online. Fiecare dispozitiv eReader permite citirea cărților electronice în diverse formate: PDF, Kindle, iBook, Sony Media etc.

Dispozitivele eReader au de regulă dimensiunea unei cărți, sunt ușoare (200-400 grame), au memorie internă care permite stocare unui număr suficient de mare de cărți (de obicei între 2-32 GB, depinde de nivelul de dotare al fiecărui dispozitiv în parte) iar durata de viață a bateriei este foarte mare. Practic nu se consumă curent electric decât pentru afișarea inițială a unei pagini; pentru menținerea pe ecran a paginii nu este nevoie de consum suplimentar de curent electric. Acest lucru este posibil datorită tehnologiei E Ink. Această tehnologie permite ca o

pagină (imagine sau text) să fie afișată pe ecran chiar și când dispozitivul este deconectat de la sursa de alimentare cu curent electric [13].

Iată câteva dintre cele mai bine vândute dispozitive eReader în anul 2012 (vezi Figura 2.11): Kindle 3 (de la Amazon), Nook Simple Touch Reader (de la Barnes & Noble), Sony Reader Daily Edition, iRiver Story HD etc. [14].



Kindle 3 (de la Amazon)



Nook Simple Touch Reader

Figura 2.11. Două dintre cele mai populare eReader-e de pe piață din anul 2012 [sursa <http://ebook-readerreview.toptenreviews.com>]

O serie de dispozitive eReader cu afișaj color care permit o rată de refresh de până la 60 Hz sunt în fază de dezvoltare, fiind estimat că vor fi produse pe scară largă începând cu mijlocul anului 2011. O parte din aceste dispozitive utilizează tehnologia electrowetting. Aceste dispozitive vor putea afișa cu ușurință secvențe video [15].

Un avantaj al afișajelor bazate pe tehnologiile e-paper au grosime redusă și pot fi incluse în folii flexibile de plastic.

2.3.7. Tehnologia E Ink

E Ink reprezintă o tehnologie de producere a unei cerneli electronice inventată de compania americană cu același nume: E Ink Corporation. E Ink este și denumirea materialului proprietar patentat, rezultat din tehnologia E Ink. El poate fi integrat în diverse folii folosite la producerea afișajelor electronice.

Imaginea pe un afișaj E Ink se produce prin electroforeză² și este formată din milioane de microcapsule cu diametrul de ordinul micronilor. Aceste microcapsule conțin o soluție uleioasă care conține la rândul ei un pigment negru (cerneala electronică) și particule albe

² Electroforeza reprezintă o metodă de separare și analiză bazată pe migrarea spre electrozi a particulelor dintr-o soluție coloidală sub acțiunea câmpului electric.

(dioxid de titan) încărcate cu sarcină pozitivă. La aplicarea de sus a unei tensiuni electrice negative particulele albe pozitive se deplasează spre partea de sus a microcapsulelor, devenind vizibile pentru utilizator. În mod asemănător, o tensiune pozitivă provoacă înnegrirea zonei respective prin migrarea particulelor albe în partea inferioară a microcapsulei [1] (vezi Fig. 2.12).

Un avantaj major al cernelii electronice (E Ink) este faptul că ecranele bazate pe aceasta consumă foarte puțină energie electrică. Alt avantaj important este că substratul pe care se aplică E Ink poate fi și un material plastic, și deci flexibil [1]. Recent au fost dezvoltate dispozitive eReader flexibile, care nu depind de o sursă de curent electric, având incluse celule fotovoltaice [16].

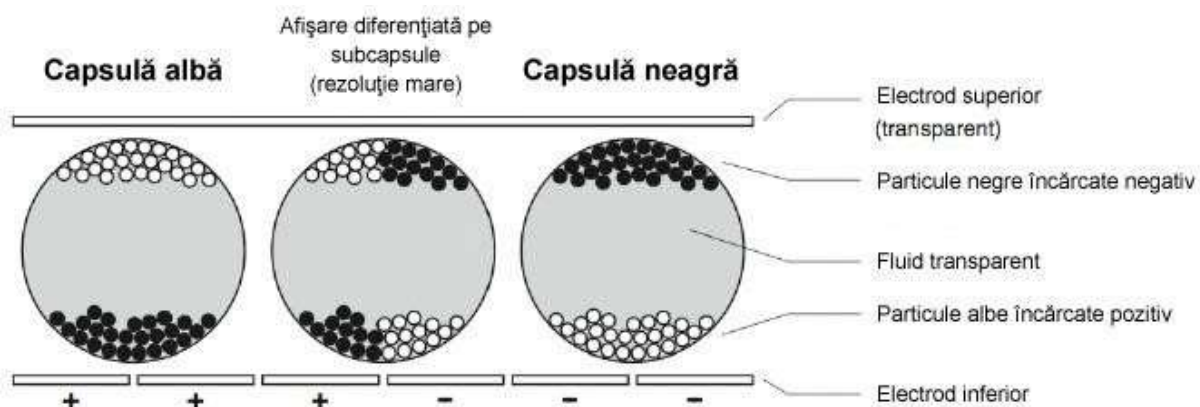


Figura 2.12. Schema unui afișaj electroforetic [sursa www.organicui.org]

Comparativ cu afișajele LCD, cele bazate pe tehnologie E Ink afișează textul mai clar și mai detaliat (vezi Fig. 2.13).

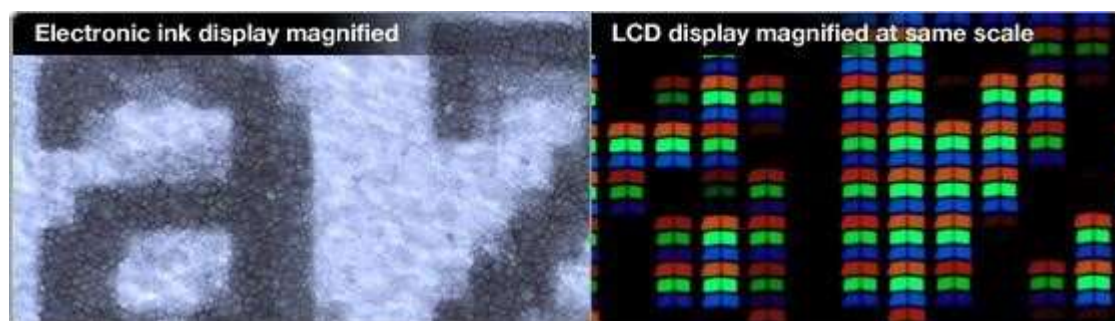


Figura 2.13. Comparație între modul de afișare al unui dispozitiv E Ink și cel al unui LCD [sursa emag.ro]

În plus, în cazul E Ink pixelii nu sunt vizibili (vezi Fig. 2.14).

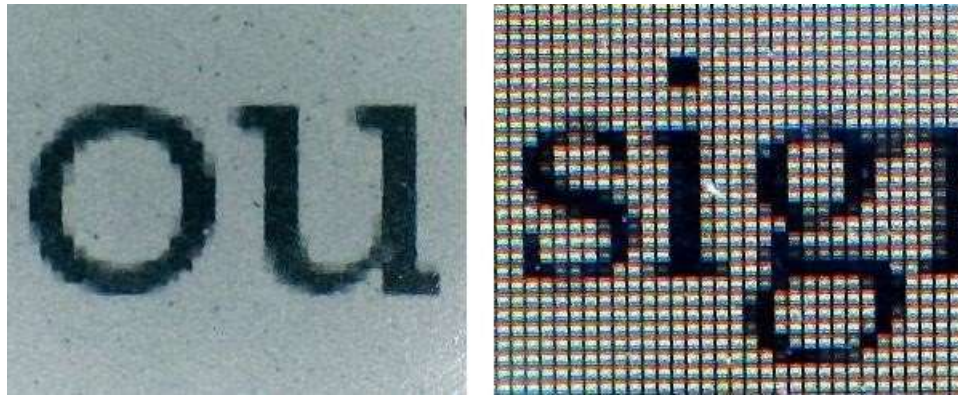


Figura 2.14. Comparație între afișaje E Ink (stânga) și LCD (dreapta). La afișajele E Ink pixelii nu sunt vizibili.
[sursa www.ravall.com]

În luna iulie a anului 2010 compania E Ink a anunțat lansarea celei de a doua generații de afișaje cu cerneală electronică: *E Ink Pearl*, care asigură un afișare cu contrast mult mai mare, iar în luna noiembrie a aceluiași an a fost lansată cea de a treia generație de afișaje cu cerneală electronică: *E Ink Triton*, un afișaj color care păstrează avantajele citirii în condiții de iluminare puternică. E Ink Triton poate afișa 16 tonuri de gri și 4096 de culori [1]. E Ink Triton utilizează pentru afișare același principiu ca la afișajele electroforetice monocrome, având suplimentar filtre colorate RGB aplicate microcapsulelor (vezi Fig. 2.15). Noua tehnologie nu afectează cu nimic consumul de energie, afișajele E Ink Triton având același consum de energie ca și afișajele E Ink monocrome.

Spre deosebire de afișajele LCD, în cazul tehnologiei E Ink Triton culorile afișate pe ecran sunt mai pale. În plus, E Ink încă nu poate manipula secvențele video. În cel mai bun caz pot fi afișate doar animații simple [17].

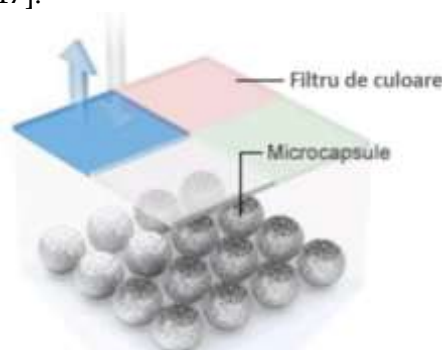


Figura 2.15. Schema unui afișaj electroforetic color [sursa www.eetimes.com]

Astfel, primul dispozitiv eReader cu afișaj color bazat pe tehnologia cernelii electronice este cititorul Hanvon (Fig. 2.16).



Figura 2.16. Hanvon, primul eReader cu afișaj color bazat pe tehnologia E Ink Triton [sursa www.nytimes.com]

2.3.8. Tehnologia Electrowetting

Electrowetting se referă la modificarea unghiului de contact dintre o suprafață și o soluție electrolică la apariția unei diferențe de potențial între acestea. Electrowetting implică deplasarea unei soluții uleioase colorate cu ajutorul unei tensiuni electrice aplicate la nivel de pixel. Efectul este deja utilizat la crearea unor lentile lichide cu distanță focală ajustabilă (lentilele Varioptic).

Atunci când sunt utilizate la lumina soarelui, aceste afișaje pot reflecta către cititor lumina naturală prin filtrele colorate formate de soluțiile uleioase. Cu cât lumina ambientală este mai puternică, cu atât mai clară va fi imaginea afișată. La utilizarea într-un ambient întunecos, dispozitivul eReader poate porni automat lumina de fundal [15].

Afișajele bazate pe tehnologia Electrowetting (EWD - Electrowetting display) funcționează, la nivel de pixel, prin controlarea formei suprafeței de contact dintre apă și o soluție uleioasă (colorată) prin aplicarea unei tensiuni electrice.

În absența tensiunii soluția uleioasă formează o peliculă fină între apă și învelișul hidrofobic al unui electrod, rezultând astfel un pixel colorat. La aplicarea unei tensiuni electrice între electrod și apă cele două soluții (soluția uleioasă și apa) nu mai stau suprapuse, iar apa împinge în lateral soluția uleioasă (vezi Fig. 2.17). Astfel rezultă un pixel parțial transparent sau, dacă dedesubt este plasată o suprafață albă reflectivă, un pixel alb.

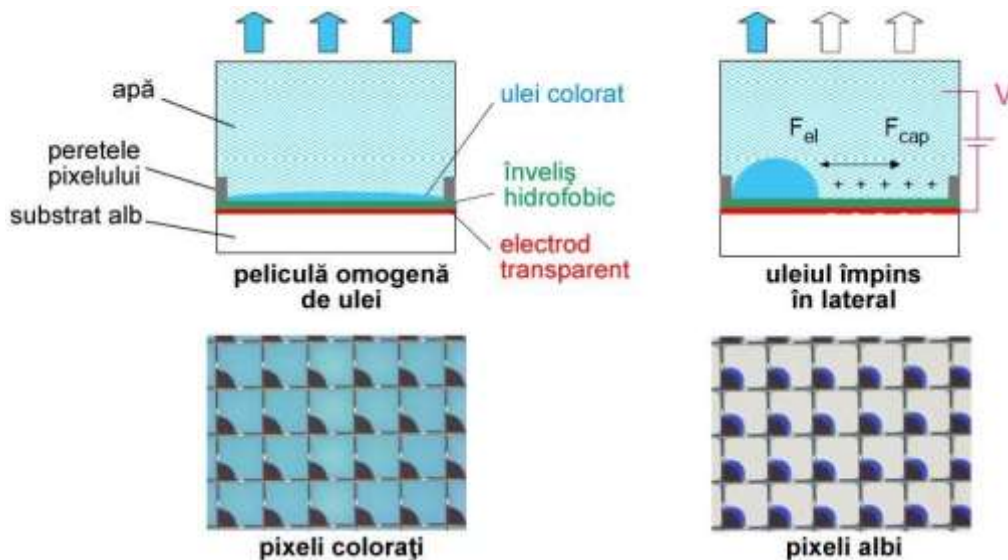


Figura 2.17. Principiul afișării bazate pe tehnologia electrowetting [sursa www.imtek.de]

Din punct de vedere a culorilor utilizate de filtrele colorate se disting două tipuri de afișaj EWD.

- 1) Afișaje EWD monostratificate - bazate pe filtre RGB (culori aditive). Aceste tipuri de afișaj EWD utilizează pentru fiecare pixel câte trei filtre colorate alăturate: unul roșu, unul verde și altul albastru (vezi Fig. 2.18(a)). În acest caz, este nevoie de un strat suplimentar de ulei negru, utilizat pentru absorbția luminii incidente (se observă și în Fig. 2.19).
- 2) Afișaje EWD triplu stratificate - bazate pe filtre CMY (culori substructive). Aceste tipuri de afișaj EWD utilizează pentru fiecare pixeli trei filtre colorate transparente suprapuse: unul turcoaz, unul purpuriu și altul galben (vezi Fig. 2.18(b)). Prin suprapunerea acestor culori în diverse combinații și intensități poate fi obținută practic orice culoare.

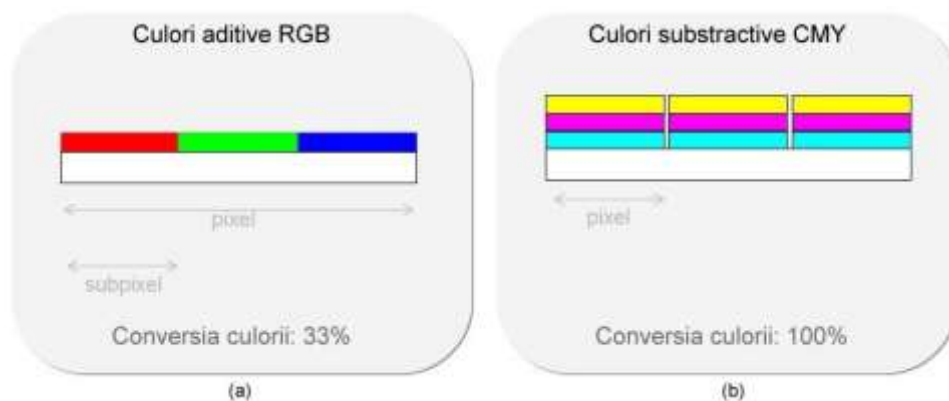


Figura 2.18. Afișaje EWD bazate pe filtre RGB (a) și CMY (b) [sursa www.imtek.de]

Din punct de vedere a calității imaginii afișate, dispozitivele EWD triplu stratificate prezintă două avantaje față de cele monostratificate: în primul rând poate fi asigurată o dimensiune fizică mai mică a pixelilor, iar în al doilea rând, datorită structurării pixelului, culorile obținute sunt de trei ori mai strălucitoare [18] (vezi Fig. 2.19).

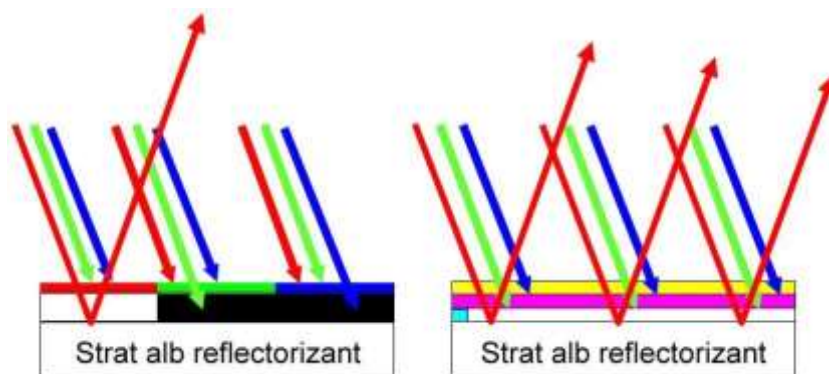


Figura 2.19. Culoarele afișajelor reflective EWD triplu stratificate sunt de trei ori mai strălucitoare decât în cazul celor monostratificate. În imagine este ilustrat efectul afișării unui pixel de culoare roșie pentru ambele tipuri de afișaj EWD [sursa www.imtek.de].

Afișajele bazate pe tehnologia electrowetting prezintă câteva caracteristici care le avantajează. În primul rând, comutarea între alb și o altă culoare este suficient de rapidă pentru a permite afișarea de conținut video. Din punct de vedere a reflectivității și a contrastului, afișajele bazate pe tehnologia electrowetting sunt cel puțin la fel de bune ca cele bazate pe electroforeză. Ca și în cazul afișajelor electroforetice, afișajele EWD asigură o vizibilitate constantă din orice unghi și un consum redus de energie.

În concluzie, afișajele EWD prezintă proprietăți optice foarte bune, combinând performanțele hârtiei cu viteza ridicată de comutare între culori (permițând astfel rularea de conținut video), iar pentru fabricare nu necesită linii de producție dedicate [19].

Exemple de afișaje EWD comerciale sunt cele produse de Liquavista, Industrial Technology Research Institute (Taiwan), Prime View International și Advanced Display Technology [1].

2.3.9. Afișaje electrofluidice

Afișajele electrofluidice reprezintă un alt tip de afișaje bazate pe tehnologia electrowetting. Acestea prezintă la nivel de pixel o dispersie apoasă colorată în interiorul unui rezervor minuscule. Rezervorul ocupă aproximativ 5-10% din suprafața vizibilă a pixelului, astfel că, în lipsa tensiunii electrice, pigmentul este practic ascuns vederii (Fig. 2.20).

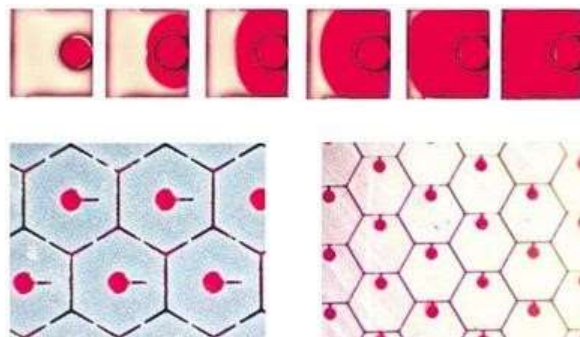


Figura 2.20. Pixeli într-un afișaj electrofluidic [sursa www.engadget.com]

Aplicarea unei tensiuni electrice implică extragerea electromecanică a pigmentului din rezervor și dispersia acestuia sub formă de peliculă în spatele substratului transparent, astfel

pixelul devenind colorat. La întreruperea tensiunii electrice pigmentul este retras rapid în rezervor [20]. Comparativ cu afișajele clasice EWD, cele electrofluidice pot asigura un contrast mai bun și o reflectivitate mai bună, apropiată de cea a hârtiei (vezi Fig. 2.21). Tehnologia a fost inventată la Novel Devices Laboratory din cadrul Universității din Cincinnati și este comercializată de Gamma Dynamics [1].

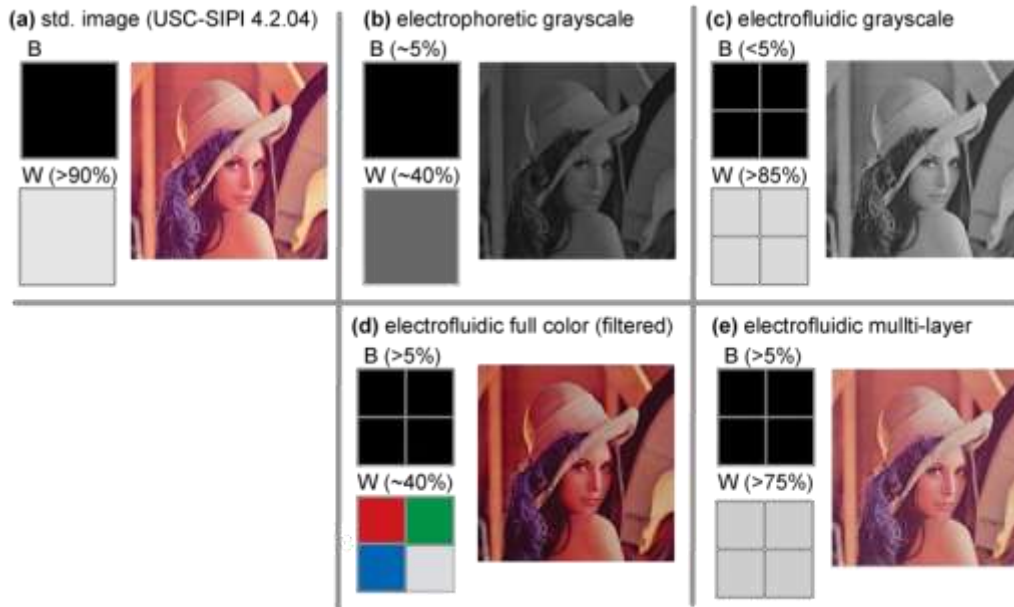


Figura 2.21. Comparație între diferite tipuri de afișaj, incluzându-le aici pe cele electroforetice și cele electrofluidice [sursa www.robaid.com].

2.3.10. Formate de cărți electronice

Cărțile electronice pot fi stocate în diverse formate. Fiecare dispozitiv eReader recunoaște o serie de astfel de formate. Din păcate nu există un dispozitiv care să le poată citi pe toate. Iată câteva formate uzuale de fișiere pentru cărți electronice [1]:

- ☐ Amazon Kindle (.azw, .kf8) – Suportă Digital Right Management (DRM).
- ☐ Apple iBooks Author (.iba)
- ☐ Broadband eBooks (.lrf, .lrx) – format proprietar al companiei Sony
- ☐ Compiled HM (.chm) – format proprietar al companiei Microsoft
- ☐ DjVu (.djvu)
- ☐ EPUB (.epub) – Suportă DRM.
- ☐ eReader (.pdb) – Suportă DRM.
- ☐ Hypertext Markup Language (.htm, .html)
- ☐ Microsoft Reader (.lit) – format proprietar al companiei Microsoft. Suportă DRM.
- ☐ Mobipocket (.prc, .mobi)
- ☐ Open Electronic Package (.opf)
- ☐ Plain Text (.txt)

- Portable Document Format (.pdf) – Suportă DRM.
- PostScript (.ps)
- TealDoc (.pdb) – Suportă DRM.

3. Imagini

3.1. Imagine și animație

De la început trebuie spus că imaginile sunt reprezentabile sub formă vectorială (în engleză sunt denumite *graphics*) sau sub formă *bitmap* (*images*). Reprezentarea *bitmap* este utilizată pentru imagini fotorealiste și imagini complexe care necesită detalii fine. Obiectele vectoriale sunt utilizate pentru linii, cercuri, poligoane și alte forme grafice care pot fi exprimate matematic prin unghiuri, coordonate și distanțe. Un astfel de obiect vectorial poate fi umplut cu diferite culori sau modele (*pattern*).

Ca și o concluzie, putem spune că imaginile vectoriale sunt documente care mențin informațiile structurale prin intermediul obiectelor. Imaginile *bitmap* ignoră conținutul semantic, fiind descrise prin intermediul pixelilor, fiecare pixel fiind codificat cu un număr fix de biți.

Imaginile în format *bitmap* rezultă prin captarea aspectelor vizuale ale lumii reale sau prin generarea de către calculator. Practic, există numeroase căi prin care se pot produce imagini digitizate ale lumii reale. Dintre acestea, scanarea paginilor tipărite și capta cu ajutorul unei camere foto digitale sunt cele mai utilizate. Deoarece toate aceste imagini rezultă printr-un fel de scanare a lumii reale ele se numesc imagini scanate.

Atunci când se utilizează calculatorul pentru generarea lor avem de-a face cu imagini sintetizate. Tehnicile utilizate pentru producerea imaginilor sintetizate includ:

- crearea sau prelucrarea cu ajutorul unui program specializat (de exemplu Adobe Photoshop, Corel Photopaint, GIMP etc.);
- captarea imaginii afișate la un moment dat pe ecran; □
conversia unei imagini vectoriale într-o imagine *bitmap*; □
generarea unei imagini de către un program.

De multe ori, atunci când discutăm despre imagini, ne gândim la formate grafice. În ceea ce privește formatele imaginilor *bitmap*, acestea sunt de fapt matrice bidimensionale alcătuite din elemente individuale numite pixeli. Un pixel reprezintă cel mai mic element al rezoluției imaginii. Fiecare pixel este reprezentat printr-o valoare numerică, numită și amplitudine. Numărul de biți disponibili pentru codificarea unui pixel (practic a culorii asociate acestuia) se numește adâncime. Exemple de adâncimi tipice sunt 1 (pentru imagini alb-negru), 2, 4, 8, 16, 24. JPEG, BMP, TIFF sau GIF sunt exemple de standarde pentru codificarea imaginilor.

Formatele *bitmap* necesită un spațiu de stocare mult mai mare decât imaginile vectoriale. Datorită faptului că imaginile *bitmap* ignoră semantica, două imagini de aceeași mărime (adică aceeași înălțime și aceeași lățime) necesită exact același spațiu de stocare indiferent cât de complexă este una dintre ele și cât de simplă este cealaltă. Totuși, pentru ca spațiul ocupat să fie cât mai mic, se apelează la diferite tehnici de compresie care, în plus, micșorează traficul

de rețea atunci când este nevoie de transmiterea acestor imagini - de exemplu, în cazul unei videoconferințe.

Uneori este nevoie de conversia imaginilor bitmap în imagini vectoriale. În acest caz vorbim despre domeniul numit *pattern recognition* – recunoașterea formelor. OCR (Optical Character Recognition) este un exemplu de conversie bitmap-text. Unele programe încearcă să detecteze granițele formelor din cadrul imaginilor bitmap și să găsească o reprezentare geometrică a obiectului respectiv. Acest proces, care rezultă într-o conversie bitmap – obiect, este numit, în general, *autotracing*.

Ambele tipuri de imagini (bitmap și vectoriale) pot fi afișate pe ecranul calculatorului ca o succesiune de vederi care creează impresia de mișcare. În cazul bitmap-urilor, spunem că avem de-a face cu mișcarea imaginilor (moving bitmap images) iar în cazul imaginilor vectoriale avem de-a face cu animație pe calculator. Indiferent despre ce tip de imagine este vorba, fiecare vedere afișată pe ecran poartă numele de cadru. Întârzierea dintre apariția a două cadre succesive este în general constantă. Numărul de cadre afișate pe secundă este denumit și *rata cadrelor* (cel mai adesea 24 sau 30 de cadre pe secundă).

În cazul mișcării imaginilor, secvențele sunt înregistrate ca o succesiune de cadre individuale reprezentând imagini bitmap. În cazul imaginilor vectoriale, succesiunea de cadre se reprezintă prin interpretarea unei descrieri abstracte a obiectelor, în timpul afișării. Altfel spus, în acest caz nu este nevoie de înregistrarea unei serii de bitmap-uri reprezentând cadre individuale. Avantajul major în cazul animației imaginilor vectoriale constă în formatul compact. Acest lucru se întâmplă ca urmare a descrierii secvenței animate ca un set de obiecte și o serie de directive dependente de timp – executate la redare. Totuși, un dezavantaj îl poate reprezenta faptul că la redare, în cazul în care animația este complexă și calculele extensive, este necesară o putere mai mare de procesare.

3.2. Video

În cazul acestui tip de informație, este vorba despre integrarea sunetului și a imaginii. Practic, video digital este unul dintre cele mai angajante domenii multimedia fiind una dintre uneltele foarte puternice care apropie utilizatorul de lumea reală. Astăzi, video-ul este întâlnit în multe domenii, cum ar fi sistemele educaționale – de exemplu, învățarea limbilor străine.

Dintre toate elementele multimedia, video-ul impune cele mai înalte cerințe de performanță asupra calculatorului. Dacă vom considera că fiecare cadru de imagine necesită 720x486 pixeli, la o rată de 30 cadre pe secundă și o adâncime de culoare de 16 biți este nevoie să se proceseze 21 MB/secundă pentru încadrarea în timp real.

Există un soi de confuzie atunci când se discută despre video în contextul televiziunii și al calculatorului. Video, în cazul televiziunii clasice este o informație de natură analogică. Video pe calculator se bazează pe tehnologia digitală. Integrarea celor două tehnologii a avut loc o dată cu introducerea HDTV - High Definition Television. Mariajul între calculator și video a început atunci când sistemele de calcul au fost utilizate pentru controlul imaginilor video analogice stocate pe benzi și afișate pe ecranul televizorului. Pentru a afișa imaginile video

analogice pe ecranul calculatorului, semnalul video trebuie întâi să fie convertit din forma analogică în forma digitală (utilizând un convertor A/D).

Unul dintre standardele utilizate în lume pentru redare video analogic este NTSC. Denumirea provine de la comitetul National Television Standards Comitee (uneori, în glumă, se face aluzie la calitate prin expresia Never The Same Color). Acest standard definește o metodă de codificare a informației în cadrul semnalului electronic care, în final, creează o imagine TV. Un cadru este format din 525 linii orizontale, desenate la fiecare 1/30 secunde de către un spot. "Pictarea" ecranului are loc atât de repede încât ochiul percepe imaginea ca fiind stabilă. Spotul execută două treceri pentru desenarea unui cadru, la prima trecere desenându-se liniile de ordin impar, iar la a doua trecere desenându-se liniile de ordin par. Spunem că fiecare dintre cele două treceri desenează un câmp. Procesul construirii fiecărui cadru prin intermediul a două câmpuri este numit întrețesere (interlacing), o tehnică ce ajută la prevenirea pâlpâirii imaginii (efectul flicker).

În ultimul timp sunt utilizate tot mai multe protocoale de timp real care permit transmiterea secvențelor video pe rețea. Practic, este nevoie de un server video care să permită rularea anumitor secvențe la comanda utilizatorului. Altfel spus, avem de-a face cu aplicații-multimedia, calate pe modelul clientserver. Calculele efectuate la începutul secțiunii au arătat rata de transfer mare de care este nevoie pentru a satisface această cerință. Comprimarea informației poate rezolva o parte a problemei.

3.2.1. Dispozitive hardware pentru reprezentare video – placa video

O placă video (accelerator grafic, placă grafică, display adapter) reprezintă o placă de expansiune ce poate fi introdusă în placa de bază a calculatorului, a cărei funcție de bază este aceea de a produce la ieșire imagine în vederea afișării acesteia pe un monitor (sau alt dispozitiv pentru afișare). Unele plăci video oferă funcții suplimentare, precum captură video, adaptor pentru tuner TV, decodare MPEG-2 și MPEG4, FireWire, creion optic, ieșire TV sau facilitatea conectării mai multor monitoare.

O idee greșită legată de plăcile video este aceea că ele sunt utilizate strict pentru jocuri video. Plăcile video suportă însă o gamă mult mai largă de aplicații. De exemplu, ele joacă un rol foarte important în aplicațiile de design grafic și animații 3D.

Hardware-ul video poate fi integrat direct pe placa de bază, așa cum se întâmpla adesea în cazul primelor calculatoare, în această configurație fiind uneori referit ca controler video sau controler grafic.

Prima placă video IBM PC a fost lansată odată cu primul calculator de tip IBM PC și a fost dezvoltată de IBM în anul 1981. Adaptorul grafic MDA (Monochrome Display Adapter) avea 4KB memorie video și putea să afișeze monocrom pe ecran maxim 25x80 caractere.

Începând cu MDA (1981), au fost scoase pe piață alte plăci video (vezi Tabelul 3.1).

Placă video	An	Mod text	Mod grafic	Culori	Memorie
MDA	1981	80*25	-	2	4 KB
CGA	1981	80*25	640*200	4	16 KB
HGC	1982	80*25	720*348	2	64 KB
EGA	1984	80*25	640*350	16	256 KB
IBM 8514	1987	80*25	1024*768	256	-
MCGA	1987	80*25	320*200	256	-
VGA	1987	80*25	640*480	256	256 KB
SVGA	1989	80*25	800*600	256	512 KB
XGA	1990	80*25	1024*768	65536	2 MB

Tabelul 3.1. O comparație între primele tipuri de plăci video

Modul VGA a fost acceptat pe scară largă, fapt care a dus la preluarea și îmbunătățirea acestuia (rezoluție, număr de culori) de către companii precum ATI, Cirrus Logic sau S3. Astfel, pornind de la VGA a fost dezvoltat standardul SVGA (Super VGA), care a extins memoria video la 4 MB, o rezoluție de 1024x768 pixeli și 256 culori.

Primele plăci care aveau incorporate funcții 3D au apărut în 1995, fiind bazate pe standardul SVGA. În 1997 3dfx Interactive a scos pe piață chip-ul grafic Voodoo, mai puternic decât cele existente în acel moment, introducând o serie de efecte 3D precum MIP mapping, Z-buffering sau anti-aliasing. După această placă, au fost lansate o serie de plăci video 3D precum Voodoo2 de la 3dfx, TNT și TNT2 de la NVIDIA. Între 1999 și 2000 NVIDIA a controlat piața plăcilor video cu familia GeForce. Îmbunătățirile efectuate la acel moment s-au axat pe extinderea capabilităților 3D, algoritmi de grafică și creșterea frecvenței procesoarelor grafice. De asemenea dimensiunea și viteza memoriilor video au început să crească, fiind adoptată tehnologia DDR, capacitatea memoriei video crescând de la 128 MB (GeForce) la 512 MB (GeForce4). În 2006, supremația pe piața plăcilor video era disputată între NVIDIA și ATI, respectiv între modelele GeForce și Radeon.

3.2.1.1. Componente

O placă video constă dintr-un circuit imprimat pe care sunt montate componentele. Acestea includ:

Unitatea de procesare grafică (GPU – Graphics Processing Unit)

Un GPU este un procesor optimizat pentru accelerare grafică. Funcția lui de bază este aceea de a efectua calcule în virgulă mobilă, care sunt fundamentale în reprezentarea grafică 3D. Un GPU convertește o imagine 3D vectorială într-una 2D formată din pixeli.

BIOS Video

BIOS-ul video sau firmware (program de control și comandă) conține programul de bază care conduce operațiile plăcii video și furnizează instrucțiunile care permit calculatorului și programelor software să interacționeze cu aceasta.

Memoria video

Memoria video este o memorie de mare viteză. Capacitatea memoriei la plăcile video actuale poate atinge între 128 MB și 4 GB, iar frecvența de ceas între 400 MHz și 3,8 GHz. În Tabelul 2.2 puteți observa o comparație între diversele tipuri de memorii video:

Tip	Frecvența de ceas (MHz)	Lățime de bandă (GB/s)
DDR	166 - 950	1.2 - 30.4
DDR2	533 - 1000	8.5 - 16
GDDR3	700 - 2400	5.6 - 156.6
GDDR4	2000 - 3600	128 - 200
GDDR5	3400 - 5600	130 - 230

Tabelul 2.2. Tipuri de memorii video

RAMDAC

RAMDAC (Random Access Memory Digital-to-Analog Converter) convertește semnalul digital în semnal analogic pentru a putea fi utilizat de monitoare care folosesc intrare analogică. În funcție de numărul de biți utilizat și de rata de transfer a datelor a RAMDAC, convertorul va fi capabil să suporte diverse rate de refresh ale monitorului. În cazul monitorelor CRT, este bine ca acestea să afișeze imaginea la o frecvență de 75Hz, însă niciodată sub 60 Hz, pentru a minimiza efectul de flicker. În cazul monitorelor LCD aceasta nu mai este o problemă. Datorită răspândirii tot mai largi a monitorelor digitale, componenta RAMDAC a început să dispară.

Ieșiri

Cele mai utilizate sisteme de conectare între plăcile video și monitoare sunt:

- **VGA** (Video Graphics Array – Figura 2.1). Acest standard analogic a fost adoptat în anii 80, fiind destinat monitorelor CRT. Se mai numește conector VGA. În cazul utilizării acestuia pot apărea unele probleme, cum ar fi: zgomotul electric și distorsionarea imaginii.

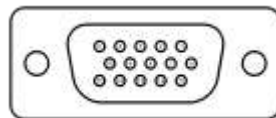


Figura 2.1. Conector VGA (DB-15)

- **DVI** (Digital Visual Interface – Figura 2.2) reprezintă un standard digital destinat afișării pe (unele) monitoare LCD, ecrane cu plasmă, HD-TV sau proiectoare video. Aceasta evită distorsionarea imaginii și zgomotul electric, trimițând informație fiecărui pixel de pe ecran.



Figura 2.2. Conector DVI

Interfaţa cu placa de bază

Sistemele de conectare a plăcii video cu placa de bază sunt prezentate în Tabelul 2.2:

Bus	Frecvenţă de ceas (MHz)	Lăţime de bandă (MB/s)	Stil
ISA XT	4,77	8	Paralel
ISA AT	8,33	16	Paralel
MCA	10	20	Paralel
EISA	8,33	32	Paralel
VESA	40	160	Paralel
PCI	33 - 100	132 - 800	Paralel
AGP 1x	66	264	Paralel
AGP 2x	66	528	Paralel
AGP 4x	66	1000	Paralel
AGP 8x	66	2000	Paralel
PCIe x1	2500 / 5000	250 / 500	Serial
PCIe x4	2500 / 5000	1000 / 2000	Serial
PCIe x8	2500 / 5000	2000 / 4000	Serial
PCIe x16	2500 / 5000	4000 / 8000	Serial
PCIe x16 2.0	5000 / 10000	8000 / 16000	Serial

Tabelul 2.3. Diverse tipuri de sisteme de conectare ale plăcii video la placa de bază

Dispozitive de răcire

Plăcile video se încălzesc datorită consumului mare de curent electric care este convertit în căldură. Dacă această căldură nu este disipată, placa video se poate supraîncălzi şi strica. Toate plăcile video actuale au incorporate dispozitive care transferă căldura în exteriorul plăcii. Cele mai frecvent utilizate astfel de dispozitive pe plăcile video sunt:

- Radiatoare: dispozitive de răcire pasive, construite din metal (aluminiu sau cupru) care conduc căldura provenită de la procesorul grafic sau memoria video în exteriorul plăcii grafice. Pot fi utiliza în combinaţie cu ventilatoare.
- Ventilatoare: componente active pentru răcire care sunt adesea utilizate împreună cu radiatoare.
- Blocuri de răcire cu apă: fac parte din categoria radiatoarelor, însă folosesc pentru răcire apă în loc de aer. Se montează pe procesorul grafic. Apa este pompată prin blocul de răcire transferându-se astfel căldura de la procesorul grafic în apă, care este apoi răcită într-un radiator. Reprezintă cea mai eficientă soluţie de răcire.

3.2.1.2. API-uri grafice (Application Programming Interface)

Datorită dificultăţii operării cu plăcile grafice la nivel de programare, au apărut o serie de interfeţe care abstractizează complexitatea şi diversitatea primitivelor suportate de placa grafice. Dintre cele mai importante API-uri grafice amintim:

- Direct3D: este dezvoltat de Microsoft și reprezintă o componentă a DirectX. Deși a fost conceput pentru a fi utilizat exclusiv de către Windows, în prezent este utilizat de majoritatea jocurilor video Windows, fiind la baza API-ului XBOX.
- OpenGL: a fost dezvoltat de Silicon Graphics în anii 90 și reprezintă un API gratuit multi-limbaj și multi-platformă. Este utilizat pe scară largă în CAD, realitate virtuală, vizualizări științifice, simulatoare de zbor și unele jocuri video, în special pe Linux.
- QuickDraw: reprezintă un API grafic utilizat de calculatoarele Macintosh.
- Protocolul de bază a sistemului X Window: reprezintă baza Sistemului X Window utilizat pe sistemele Unix și Linux.
- Glide: reprezintă un API grafic proprietar dezvoltat de 3dfx care este implementat pe plăcile grafice Voodoo.

3.3. Considerații privind culorile

În artele vizuale teoria culorilor se referă la modalitățile de combinare a culorilor și impactul vizual a anumitor combinații de culori. Bazele teoriei culorilor dinaintea de secolul XX au fost construite în jurul ideii de culori pure sau ideale, caracterizate mai degrabă de experiențe senzoriale decât de atribute ale lumii fizice. Aceasta a condus la o serie de nepotriviri în principiile teoriei tradiționale a culorii.

Cea mai importantă problemă a fost aceea a confuziei dintre comportamentul amestecurilor de lumină, denumite *culori aditive*, și comportamentul amestecurilor de vopsele, pigmenți sau cerneluri, numite *culori substructive*. Problema aceasta apare din cauza faptului că absorbția luminii de către diverse materiale se supune unor legi diferite față de percepția luminii de către ochiul uman.

Mulți din cei care au studiat de-a lungul timpului teoria culorilor au presupus că, pornind de la trei culori primare „pure”, prin combinarea acestora, pot fi obținute toate culorile posibile, iar orice abatere de culoare se datorează imperfecțiunii pigmenților folosiți. În realitate culori aditive sau substructive pot defini numai o gamă limitată de culori, mai restrânsă decât gama de culori pe care ochiul uman o poate percepe.

3.3.1. Înțelegerea culorilor

Știind cum sunt create culorile și cum interacționează acestea puteți lucra mai eficient în aplicații de grafică vectorială sau prelucrări de imagini (de exemplu, Corel Draw și Adobe Photoshop). În loc să obțineți un efect din întâmplare, veți obține rezultate consistente, mulțumită înțelegerii teoriei culorilor de bază.

3.3.1.1. Culori primare

Culorile primare aditive sunt cele trei culori ale luminii (RGB - roșu, verde și albastru) care produc toate culorile din spectrul vizibil dacă sunt luate împreună în diverse combinații (Figura 3.1). Sistemul de culori aditive pornește de la negru (absența luminii). Prin combinarea unei culori primare aditive cu alta în cantități egale se obțin culorile secundare aditive CMY (cyan, magenta and yellow – turcoaz, purpuriu și galben). Prin combinarea tuturor celor trei culori primare aditive în intensități egale (intensitate maximă) veți obține alb. Combinarea celor trei culori primare în intensități egale, situate între cea minimă și cea maximă, va avea ca efect obținerea unor tonuri de gri. Absența completă a luminii roșii, albastre și verzi, va genera negru. Variația luminozității fiecărei culori vă permite descoperirea întregii game de culori aditive.

Monitoarele calculatoarelor sunt dispozitive care utilizează culorile primare aditive pentru a crea culoarea.

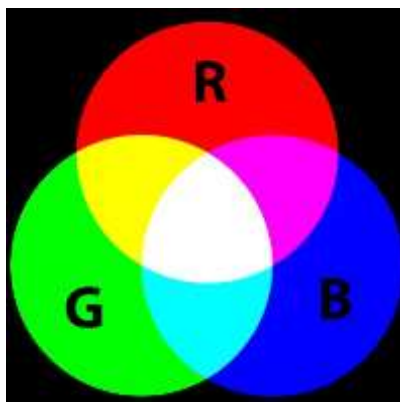


Figura 3.1. Culori aditive (RGB)

Culorile primare substructive sunt pigmenți care creează un spectru de culori în diverse combinații (Figura 3.2). În cazul modelul culorilor substructive o culoare este cauzată de absorbția de către un amestec de culori primare substructive a unor lungimi de undă ale luminii și reflectarea altora. Astfel, culoarea unui obiect opac este dată de acea parte din spectrul electromagnetic care este reflectată, sau, altfel spus, de partea care nu este absorbită. Sistemul de culori substructive pornește de la lumina albă. Pigmenții situați între observator și sursa de lumină sau suprafața reflectivă (de regulă, hârtie albă) extrag lungimile de undă din acest alb producând culoarea.

Spre deosebire de monitoare, imprimantele utilizează culori primare substructive (pigmenți CMYK: cyan (turcoaz), magenta (purpuriu), yellow (galben) și key (negru)) pentru a produce culori prin amestec substractiv. De exemplu, portocaliul este creat prin amestecul substractiv dintre magenta și galben.

În majoritatea tiparelor color, culorile primare utilizate sunt CMY. Cyan este culoarea complementară culorii roșii, aceasta însemnând că cyan acționează ca un filtru care absoarbe roșul. Deși, la nivel teoretic, cele trei culori primare substructive (CMY) ar fi suficiente, tipărirea numai cu ajutorul acestora nu este posibilă deoarece prin combinarea celor 3 culori nu poate fi reprodus un negru pur, ci un cenușiu închis. Pentru economisirea cernelurilor și

pentru obținerea unor tonuri de negru profund, culorile închise și cele nesaturate sunt obținute prin substituirea combinației dintre cyan, magenta și galben cu cerneală neagră (K).

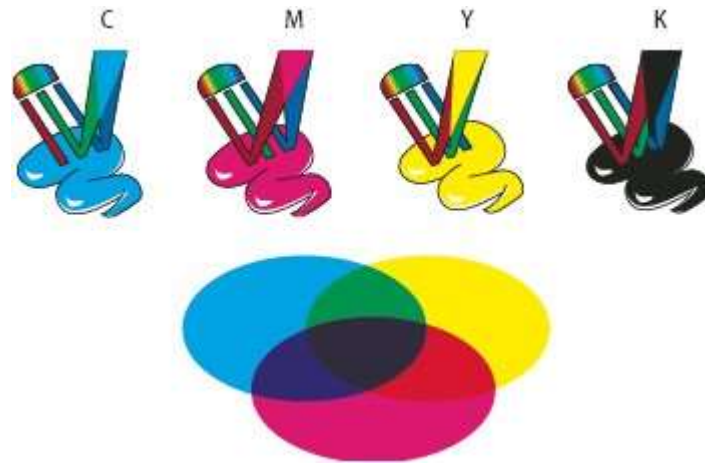


Figura 3.2. Culori substructive (CMYK)

3.3.1.2. Ajustarea nuanței, a saturației și a luminozității culorilor

Pe baza percepției culorilor de către om, modelul HSB (Hue, Saturation, Brightness) sau HSL (Hue, Saturation, Lightness) descrie caracteristicile fundamentale ale culorii (Figura 3.3):

- *Nuanță*. Culoarea reflectată de un obiect sau transmisă printr-un obiect. Aceasta este măsurată ca o locație pe cercul de culori standard, exprimată în grade, cu o valoare între 0° și 360°. În cazul utilizării obișnuite, nuanța este identificată de numele culorii, ca de exemplu roșu, portocaliu sau verde.
- *Saturație*. Intensitatea și puritatea culorii (denumite uneori *cromaticitate*). Saturația reprezintă volumul de gri proporțional cu nuanța, măsurat ca procentaj cuprins între 0% (gri) și 100% (saturat complet). Pe cercul culorilor standard, saturația crește din centru către margine.
- *Luminozitate*. Luminozitatea sau întunecimea culorii, măsurate de obicei ca procentaj cuprins între 0% (negru) și 100% (alb)

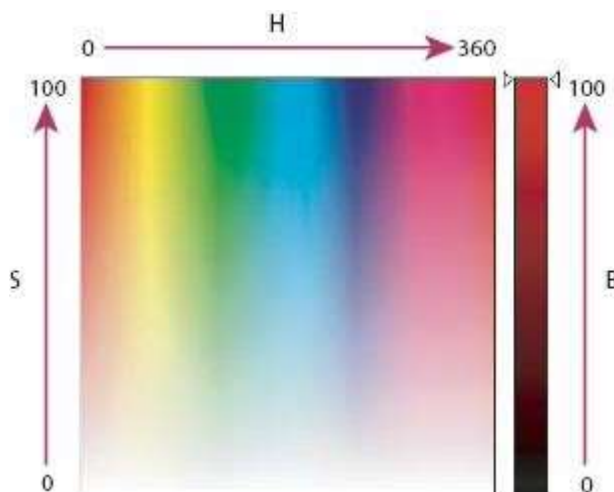


Figura 3.3. Modelul de culoare HSL

3.3.1.3. Culori complementare

Atunci când vine vorba despre amestecarea culorilor, adeseori se face referire la roata culorilor a lui Newton pentru descrierea culorilor complementare, culori care își anulează reciproc nuanța pentru a produce un amestec acromatic (alb, gri sau negru).

Conform teoriei tradiționale a culorilor (Figura 3.4), derivată din practica combinării de vopsele, galben amestecat cu violet, roșcat amestecat cu albastru sau magenta (roșu-purpuriu) amestecat cu verde produc un gri echivalent și reprezintă culori complementare ale pictorilor. Aceste contraste formează bazele legii contrastului culorilor a lui Chevreul. Astfel, dacă puneți o bucată de material de culoare galbenă pe un fundal albastru, aceasta va părea a avea tentă de portocaliu. Deoarece portocaliu și albastru sunt culori complementare.

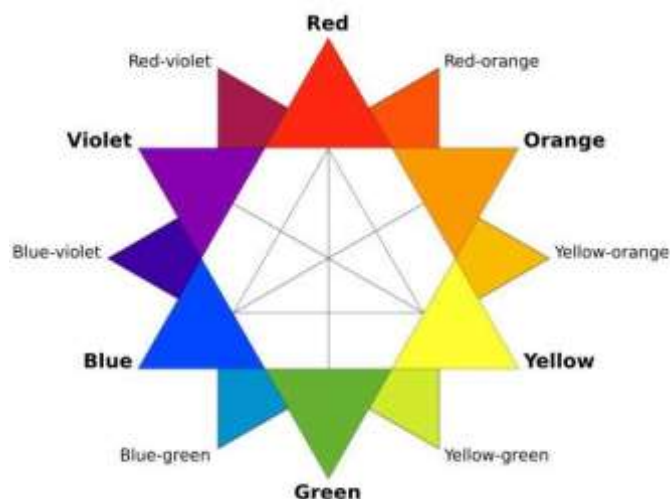


Figura 3.4. Teoria celor trei culori primare

Din nefericire, culorile primare utilizate de către artiștii plastici nu sunt aceleași cu culorile complementare definite prin amestecuri de lumină (culori aditive), denumite culori complementare vizuale. În acest caz, complementul lui violet este verde și complementul lui galben este albastru. Această discrepanță devine importantă atunci când teoria culorilor este aplicată în multimedia. În gestionarea culorilor digitale se folosește un cerc de nuanțe definite

în jurul culorilor aditive primare RGB, deoarece acestea sunt nuanțele fosforului sau diodelor electro-luminiscente (LED) care creează pixelii de pe ecranul monitorului, iar aceste culori sunt amestecuri aditive ale luminii, iar nu amestecuri substructive ale vopselelor.

3.3.1.4. Culori calde și culori reci

Deosebirea dintre culori calde și reci a devenit importantă din secolul al XVIII-lea. Acest contrast pare să fie legat de contrastul observat în lumina din mediul înconjurător dintre culorile „calde” asociate cu lumina zilei sau răsăritul de soare și culorile „reci” asociate cu vremea înnorată. Culorile calde sunt considerate a fi nuanțele de la roșu la galben, incluzând aici maro și roșcat, iar culorile reci includ nuanțe de la albastru-verde la albastru-violet și majoritatea gri-urilor. Acest concept este în legătură cu temperatura culorii luminii vizibile, o considerație importantă în fotografie, televiziune și publicații electronice (Figura 3.5).

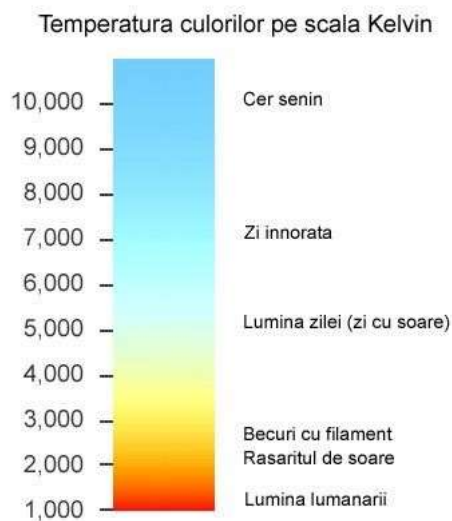


Figura 3.5. Temperatura culorilor

Termenul de temperatură a culorii provine din faptul că cele mai fierbinți corpuri (de exemplu, stelele) emit o culoare rece, pe când corpurile mai puțin fierbinți emit o culoare caldă.

Există două tipuri diferite de temperaturi a culorilor:

1. Temperatura fizică a culorii (PCT – Physical Color Temperature): se aplică surselor de lumină incandescente (Soarele, becurile incandescente, lumânările) care prezintă fizic aceeași temperatură cu cea a luminii emise. De exemplu, Soarele are la suprafață o temperatură de aproximativ 5500 K și emite lumină care are aceeași temperatură.
2. Temperatură corelată a culorii (CCT - Correlated Color Temperature): se aplică surselor de lumină reci (becuri fluorescente, LED) reprezintă o măsurătoare comparativă care indică modul în care ochiul percepe acea lumină. Astfel lumina având CCT de 2700 K îi va apărea ochiului la fel ca o sursă incandescentă cu PCT de 2700 K.

În realitate, chiar dacă pare identică cu lumina PCT, lumina CCT nu are un nivel uniform de radiație pe toate lungimile de undă din spectrul vizibil, de aceea poate să prezinte niveluri disproporționate la reprezentarea anumitor culori (Figura 3.6).

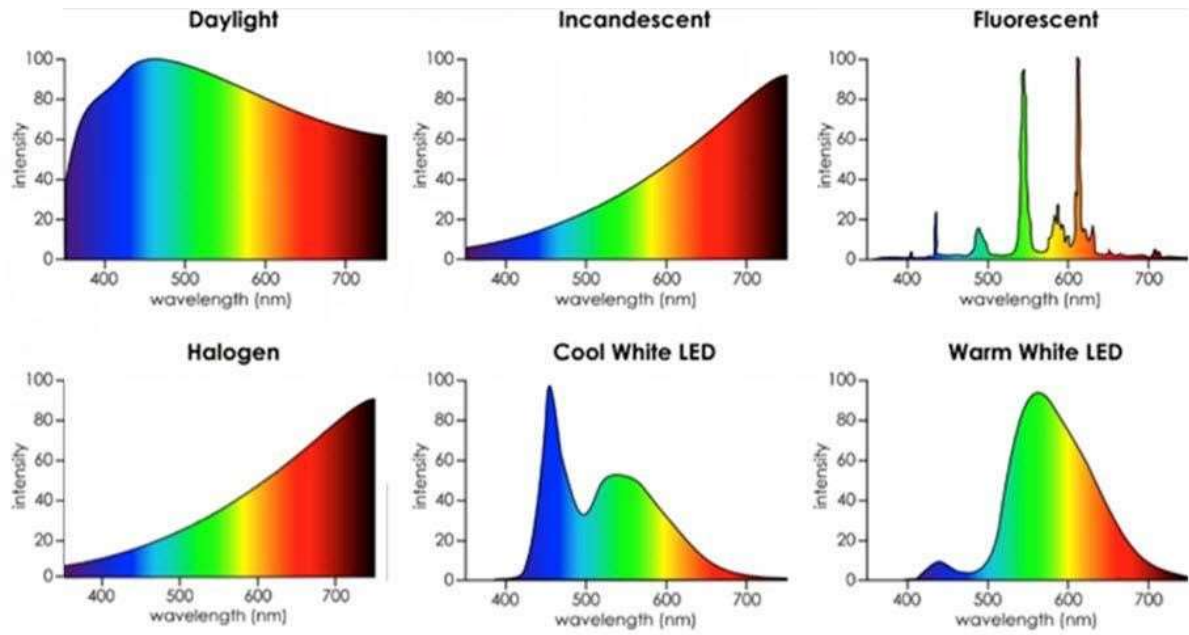


Figura 3.6. Nivelurile de radiație din spectrul vizibil pentru diferite surse de lumină [sursa www.mercola.com]

4. Captarea imaginilor bitmap

Conform DEX, o imagine (provine din latinescul „*imago*”) reprezintă reproducerea unui obiect obținută cu ajutorul unui sistem optic sau reprezentarea plastică a înfățișării unei ființe, a unui lucru, a unei scene din viață, a unui tablou din natură etc., obținută prin desen, pictură, sculptură etc. Imaginile pot fi bidimensionale (fotografii, tablouri etc.) sau tridimensionale (de exemplu, o sculptură).

Sistemele optice prin care se pot obține imagini pot fi naturale (ochiul uman sau al altor vietăți, suprafața unei ape etc.) sau artificiale (camere foto, oglinzi, lentile, telescoape, microscopie etc.). Imaginile pot fi statice (fotografii, tablouri etc.) sau în mișcare (filme), persistente (de exemplu, fotografii, tablouri etc.) sau nepersistente (de exemplu, reflexii în oglindă ale unei scene).

Vom analiza în continuare camerele fotografice, ca fiind cele mai răspândite dispozitive prin intermediul cărora omul poate capta imagini statice persistente.

4.1. Camere fotografice

A fotografia înseamnă a scrie cu lumină (în limba greacă: phos = lumină, graphein = a scrie). Principala sursă de lumină este soarele deși sursele artificiale de lumină au devenit la fel de necesare.

Camera fotografică (cameră foto sau aparat foto) este dispozitivul cu care se poate înregistra o imagine statică din mediul înconjurător, imaginea obținută numindu-se fotografie.

Camerele foto pot capta lumina din spectrul vizibil sau alte frecvențe din spectrul electromagnetic (infraroșu, ultraviolet etc.).

Obiectivele prezintă la capătul dinspre camera foto o deschidere, adesea controlată de un mecanism de diafragmă, însă există și unele camere foto care au o deschidere fixă. În fotografie, această deschidere se numește diafragmă sau iris.

Camera foto se compune dintr-o carcasă închisă (camera obscură), pe care se află montate componentele principale ale aparatului fotografic. Camera obscură reprezintă un instrument care constă dintr-o cameră sau cutie întunecată în care intră lumina printr-o lentilă convexă, formând astfel o imagine a obiectelor exterioare pe o suprafață plasată în locul în care se focalizează lumina.

4.1.1. Istoric

Principiul de funcționare al aparatului de fotografiat a fost descoperit de pe vremea artistului și inventatorului Leonardo da Vinci, care a arătat că pentru a proiecta o imagine este suficient

un mic orificiu prin care să treacă lumina. Cu cât este mai mic orificiul, cu atât imaginea este mai clară. Acest aparat simplu, numit "camera obscură", exista de la începutul sec. al XVII-lea. Mai mult a durat până a fost găsit un material fotosensibil pentru a înregistra imaginea respectivă. Această problemă a fost rezolvată abia în 1826 când Joseph Nicéphore Niépce a descoperit că pentru a produce un bitum sensibil la lumină poate fi folosită clorura de argint. Prima fotografie permanentă (Figura 4.1) a fost realizată de el în 1826 utilizând o cameră fabricată de Charles și Vincent Chevalier în Paris.



Figura 4.1. Prima fotografie realizată în 1826. Din cauza expunerii de 9h30m, soarele luminează clădirile pe două laturi.

În timp, datorită emulsiilor fotosensibile create, timpii de expunere au scăzut dramatic. Prima fotografie color a fost realizată de fizicianul scoțian James Clerk Maxwell, cu ajutorul inventatorului și fotografului englez Thomas Sutton, în 1861 (Figura 4.2).



Figura 4.2. Prima fotografie permanentă color realizată de James Clerk Maxwell în anul 1861.

4.1.2. Elemente ale camerelor fotografice

4.1.2.1. Captatorul de imagine

Camerele fotografice tradiționale captau lumina pe filme sau pe plăci fotografice. Camerele foto/video digitale utilizează un senzor de imagine electronic (de regulă, senzor CCD sau CMOS) care captează imaginile, acestea fiind stocate apoi pe un card de memorie sau DVD (în cazul unor camere video).

Camerele care captează secvențe de imagini multiple (de regulă pe peliculă foto) sunt cunoscute sub numele de camere de filmat. O cameră video este un tip de cameră de filmat care însă captează imaginile în format electronic. În mod uzual, o cameră video captează 24 sau 30 de cadre pe secundă. Există însă camere speciale, foarte performante, utilizate în cinematografie sau în transmisii sportive live care pot capta mai mult de 10000 de cadre pe secundă (Phantom camera).

Senzorul de imagine este un circuit complex format dintr-o matrice de fotodiode. La intersecția fiecărei coloane cu un rând se află un element receptor. Fiecare receptor captează lumina incidentă și o transformă într-un semnal electric. Semnalul furnizat de fiecare receptor este apoi descărcat, prelucrat și cuantificat; în acest fel, fiecare element al matricei va fi caracterizat printr-un anumit nivel de semnal.

Fiecare receptor determină caracteristicile unui pixel din imagine. Din considerente de ordin electric și mecanic, între doi fotoreceptori vecini există un spațiu care nu este fotosensibil. Raportul dintre suprafața fotosensibilă și suprafața totală poartă numele de *factor de umplere*. Cu cât factorul de umplere este mai mare, cu atât randamentul este mai bun. Pentru a spori randamentul optic al captatorilor, unii producători plasează deasupra fiecărui fotoreceptor câte o microlentilă care concentrează lumina pe elementul fotosensibil.

Cu toate că majoritatea celor care doresc achiziționarea unei camere foto digitale caută în primul rând o cameră cu un număr cât mai mare de pixeli, acesta nu spune totul. Dimensiunea unui fotoreceptor este, de asemenea, un factor important în determinarea calității imaginii obținute. Cu cât suprafața unui fotoreceptor este mai mică, cu atât sensibilitatea la lumină a captatorului este mai redusă, adică este nevoie de mai multă lumină pentru a obține o imagine convenabilă. Fotoreceptorii de mici dimensiuni oferă semnale electrice slabe (din cauza suprafeței mici și energia captată este redusă), ceea ce duce la un raport semnal/zgomot mic. Pentru a compensa acest lucru, producătorii utilizează diverse mecanisme de reducere a zgomotului, unele mergând până la însumarea semnalelor a 4 fotoreceptori vecini pentru a calcula un pixel în imaginea finală. De asemenea, un raport semnal/zgomot redus determină o diminuare a intervalului de expunere și o reducere a sensibilității [22].

Un senzor de imagine este caracterizat, pe lângă numărul de pixeli, și de raportul dintre numărul de pixeli de pe fiecare latură a acestuia. În majoritatea cazurilor raportul dintre laturile unui senzor digital este de 4:3, 3:2 sau 16:9.

4.1.2.2. Componenta optică (obiectivul)

Partea optică – obiectivul (aflat la exterior) reprezintă un ansamblu de lentile cu ajutorul cărora se obține o imagine reală, fără aberație pe o placă fotografică, peliculă sau hârtie (toate tratate cu o emulsie fotosensibilă), sau pe un senzor digital.

Obiectivul camerei foto captează imaginea de la subiect și o focalizează pe filmul foto sau senzorul digital. Modul în care este construit obiectivul este de importanță capitală pentru calitatea fotografiilor obținute. Lentilele pot fi construite din diverse materiale: sticlă, cuarț, germaniu, cristal de fluorit, plexiglas etc. La camerele fotografice semi-profesionale cel mai frecvent întâlnite sunt cele de sticlă (proprietăți optice bune, rezistență la zgârieturi). Camerele mai ieftine au obiective cu lentile din plexiglas (proprietăți optice modeste, însă au preț redus).

Atunci când vorbim despre proprietăți ale obiectivelor camerelor fotografice ne referim adesea la caracteristici optice sau mecanice ale acestora, care împreună concură la obținerea unor imagini specifice.

Distanță focală

Distanța focală a unei lentile (sau obiectiv fotografic) se referă la distanța față de lentilă (măsurată în mm) la care fasciculul de raze care străbate lentila este focalizat. Obiectivele fotografice cu distanță focală mare (unghiul de cuprindere este mai mic de cca. 45°) se mai numesc teleobiective, iar cele cu distanță focală mică obiective superangulare. De exemplu, un obiectiv cu distanță focală de 200 mm trebuie plasat la circa 200 mm de planul focal, pentru a realiza o imagine clară.

Focus

Din cauza proprietăților optice ale obiectivelor fotografice, numai obiectele aflate la anumite distanțe față de cameră vor fi reproduse cu claritate. Procesul de ajustare a acestei distanțe este cunoscut sub numele de ajustare a focalizării. Majoritatea camerelor fotografice moderne oferă funcție de autofocus, care permite focalizarea automată prin diverse metode.

Diafragmă

Unul din capătul obiectivelor prezintă o deschidere variabilă, care permite ajustarea cantității de lumină care pătrunde în interiorul camerei foto (Figura 4.3). Deschiderea aceasta se numește diafragmă și poate fi controlată manual sau automat. Deschiderea diafragmei este exprimată printr-un număr f (f-number). Cu cât acesta este mai mic, cu atât deschiderea diafragmei este mai mare.

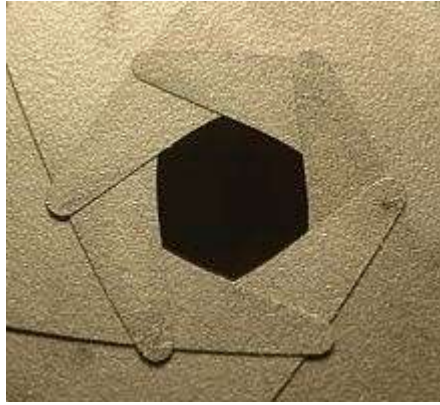


Figura 4.3. Diafragmă de tip iris cu 6 lamele.

Deschiderile uzuale ale diafragmei, exprimate în ordine crescătoare a numerelor f , în incremente de o treaptă, sunt: $f/1$, $f/1.4$, $f/2$, $f/2.8$, $f/4$, $f/5.6$, $f/8$, $f/11$, $f/16$, $f/22$, $f/32$, $f/45$, $f/64$, $f/90$, $f/128$. Fiecare deschidere permite pătrunderea a jumătate din cantitatea de lumină care pătrunde prin deschiderea anterioară. Dimensiunea reală a diafragmei depinde de distanța focală a obiectivului.

Profundzime de câmp

Deschiderea diafragmei împreună cu luminozitatea scenei controlează cantitatea de lumină care pătrunde în interiorul camerei foto într-o perioadă de timp, iar declanșatorul controlează intervalul de timp în care lumina ia contact cu filmul foto sau cu senzorul digital. Pot fi realizate expuneri echivalente utilizând o diafragmă deschisă (pătrunde mai multă lumină) și un timp de expunere mic (cazul A) sau o diafragmă închisă (pătrunde mai puțină lumină) și un timp de expunere mai lung (cazul B). Deși expunerile în cele două cazuri pot fi socotite a fi echivalente, există, totuși, o diferență între cele două cazuri (Figura 4.4).



Figura 4.4. Cazul A. Diafragmă $f/32$.



Figura 4.4. Cazul B. Diafragmă $f5$.

Diferența constă în intervalul distanțelor față de camera foto la care subiectul poate fi vizualizat clar. Porțiunea din scenă care este reprezentată cu o claritate acceptabilă poartă denumirea de profunzime de câmp (DOF – Depth Of Field). O diafragmă deschisă (număr f mic) va produce o profunzime de câmp mică, pe când o diafragmă închisă va produce o profunzime de câmp mare. O profunzime mare de câmp permite vizualizarea cu claritate atât a obiectelor apropiate cât și a celor îndepărtate.

Profunzimea de câmp nu depinde numai de deschiderea diafragmei, ci și de distanța focală a obiectivului și de distanța până la subiect. Un obiectiv cu distanță focală mare (teleobiectiv) va produce cu ușurință o profunzime mică de câmp chiar și la o deschidere nu foarte mare a diafragmei. În schema de mai jos (Fig. 4.5), lentila a fost ajustată să realizeze o imagine clară, punctiformă, a subiectului $s1$ în planul de focalizare. Un subiect $s2$, aflat mai departe de lentilă, produce o imagine punctiformă, clară, puțin în fața planului actual de focalizare, după care razele de lumină diverg și ajung să formeze o pată, $i2$, pe planul de focalizare.

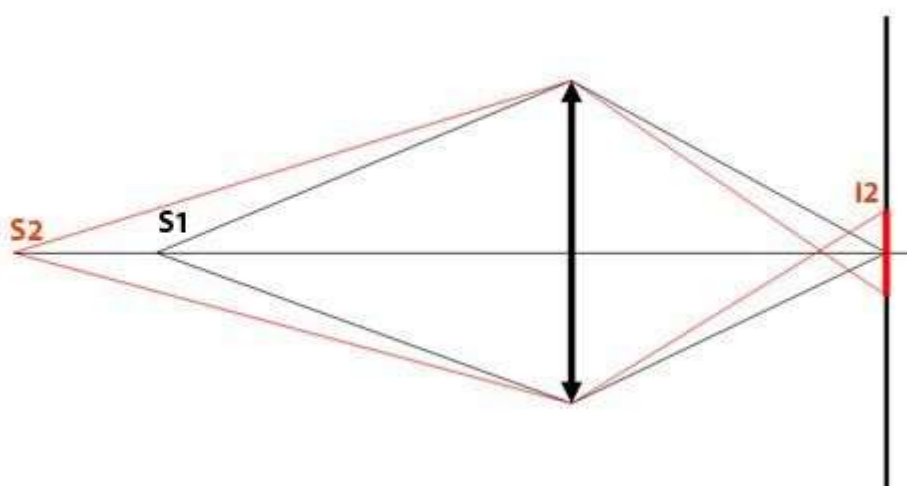


Figura 4.5. Distanța focală a unei lentile [sursa www.foto-magazin.ro]

Profunzimea de câmp depinde de câțiva factori, dintre care amintim:

- Distanța focală a obiectivului: se află în relație invers proporțională cu profunzimea de câmp.
- Distanța de fotografiere: se află în relație direct proporțională cu profunzimea de câmp.
- Diafragmă: numărul f se află în relație direct proporțională cu profunzimea de câmp (la deschideri mari ale diafragmei, profunzimea de câmp este redusă) [23].

Nu întotdeauna este de preferat o profunzime mare de câmp. Spre deosebire de fotografia de peisaj, unde o profunzime mare de câmp este de preferat în majoritatea cazurilor, în fotografia macro sau cea de portret este utilizată profunzimea mică de câmp, deoarece aceasta va produce separarea subiectului fotografiat de fundal, lucru care împiedică distragerea atenției privitorului de la subiectul vizat.

4.1.3. Senzori de imagine

Un senzor de imagine este un dispozitiv care convertește o imagine optică în semnal electric și este utilizat de multe dispozitive optice, dar mai ales de camerele foto digitale. Senzorii de imagine din camerele moderne sunt de regulă CCD (Charge-Coupled Device) sau CMOS (Complementary Metal–Oxide– Semiconductor). Ambele tipuri de senzori fac același lucru: captează lumina și o convertesc în semnale electrice.

4.1.3.1. Senzorul CCD

CCD este un registru cu deplasare analogic ce permite transportul semnalelor analogice (sarcinilor electrice) prin mai multe etape succesive, sub controlul unui semnal de ceas. Un senzor CCD este format dintr-un tablou de diode fotosensibile care achiziționează datele și un tablou de memorare, care preia datele atunci când este cuplat la tabloul de diode.

Senzorul CCD este primul senzor de acest tip apărut pe piață. Mai scump decât mai recentul CMOS, acesta este produs în lume doar de câțiva mari producători întrucât procesul tehnologic de construcție este foarte costisitor. Senzorii CMOS pot fi fabricați pe liniile tehnologice care fabrică și alte circuite realizate pe cip-uri de siliciu, pe când senzorii CCD necesită o linie de producție dedicată.

Caracteristica acestui senzor este că informația luminoasă transformată în impulsuri electrice este transferată pe suprafața senzorului și citită la colțul cel mai apropiat. Un dispozitiv CAN (convertor analog-numeric) transformă apoi informația analogică a fiecărui pixel într-o valoare digitală prin măsurarea intensității sarcinii electrice. Rezultatul acestui proces este o imagine foarte precisă cu un nivel scăzut de zgomot și o rezoluție care crește direct proporțional cu mărimea senzorului.

Marea majoritate a aparatelor digitale este echipată cu senzori CCD. Tehnologia CCD a fost implementată prima dată în telescoapele astronomice și în scannere. Numele, Charge-Coupled Devices, vine de la modul în care este transmisă sarcina electrică după expunere: odată ce expunerea s-a încheiat fiecare fotodetector este încărcat cu o anumită sarcină electrică, primul rând de pixeli își transferă sarcinile într-o zonă în care sarcinile sunt amplificate și

trecute printr-un convertor analog-numeric. După ce sarcinile electrice de pe prima linie au fost transferate, pixelii de pe prima linie nu mai au sarcină electrică (fiecare linie este cuplată cu cea de deasupra, pixel cu pixel). În continuare, a doua linie își transferă sarcina electrică pixel cu pixel pe prima linie, care o transferă mai departe în acea zonă în care sarcina electrică este amplificată și convertită în date. Astfel, sarcinile electrice ale pixelilor de pe senzor sunt transferate linie cu linie apoi convertite în date.

4.1.3.2. Senzorul CMOS

Senzorul CMOS a apărut mai recent decât senzorul CCD. La început el s-a dorit a fi doar un senzor ieftin, iar cu ajutorul lui se obțineau imagini mult mai slabe calitativ. Ulterior el a devenit un concurent serios al senzorului CCD. Spre deosebire de acesta, senzorul CMOS are pentru fiecare pixel (fotodiodă) câțiva tranzistori miniaturizați care amplifică și convertesc semnalul din analog în numeric și transferă informația prin legături mult mai convenționale (conductori). Semnalul generat de senzorul CMOS este digital, deci nu are nevoie de convertoare analog-numerice. Marele dezavantaj vine din faptul ca fotonii din care este alcătuită lumina care ajunge pe senzor lovesc nu doar fotodiodele ci și tranzistorii încorporați (care sunt opaci și absorb lumină), fapt care scade sensibilitatea luminoasă a senzorului. Procentul dintrun pixel care captează efectiv lumina se numește „factor de umplere”. Cu cât acest factor este mai mare, cu atât punctele fotografice primesc mai multă lumină și astfel senzorul este mai sensibil. Sensorii CCD au un factor de umplere de 100%.

Un avantaj al senzorului CMOS ar fi că are un consum de energie aproximativ de 100 de ori mai mic decât al unui senzor CCD ceea ce îl face ideal pentru camerele foto digitale compacte.

În urma rezolvării multor neajunsuri ale senzorilor CMOS, aceștia au început să fie utilizați pe scară tot mai largă, în ultimii ani tot mai multe camere foto DSLR performante (ex. Nikon D3s și Canon EOS-1D Mark IV) utilizând senzori CMOS care oferă atât viteză cât și calitate a imaginii.

4.1.4. Senzori de imagine color

Poate suna surprinzător, dar fotodetectorii de pe senzorul ce captează imaginea pot înregistra doar strălucirea luminii, nu și culoarea acesteia. Ei înregistrează pe o scară de tonuri neutre (griuri), o serie de 256 de tonuri (sau mai mult) de la alb pur până la negru pur. Este interesant de văzut cum reușește aparatul digital să creeze o imagine color pornind numai de la tonurile neutre.

La început fotografia a fost doar alb negru, și procesul de descoperire a fotografiei color a fost un proces destul de lung. Una din marile inovații în acest domeniu a fost făcută în 1860 când James Clerk Maxwell a descoperit ca poate crea o fotografie color folosind film alb negru și filtre de roșu, albastru și verde (RGB). Astfel, pentru o fotografie color el făcea 3 fotografii separate ale aceluiași subiect folosind film alb negru și de fiecare dată alt filtru pe obiectiv: roșu, verde, respectiv albastru. Cele 3 imagini alb negru obținute erau proiectate suprapus pe un ecran, folosind trei proiectoare, fiecare fiind echipat cu un filtru de aceeași culoare cu cel care a fost folosit la fotografiere. Cele trei imagini formează o imagine color. La un secol și

jumătate mai târziu majoritatea camerelor digitale funcționează aproximativ în același mod. Astfel, dacă peste fotodetectori se plasează filtre roșii, albastre și verzi, prin combinație se obțin imagini color. Se pot distinge mai multe tipuri de senzori color în funcție de modul de separare al culorilor.

4.1.4.1. Șablonul Bayer

Cei mai mulți producători de senzori folosesc șablonul Bayer (Bayer pattern) care folosește de două ori mai multe filtre verzi decât albastre și roșii, deoarece ochiul uman este mult mai sensibil la culoarea verde (culoare ce se află la mijlocul spectrului vizibil) decât la celelalte două culori. Un aparat de 1 Mp (megapixel) va avea aproximativ 540.000 de pixeli cu filtru verde, 270.000 pixeli cu filtru roșu și 270.000 de pixeli cu filtru albastru (vezi Figura 4.6). Unii producători folosesc alt șablon ce utilizează patru culori sistem numit CYGM (Cyan, Yellow, Green, Magenta), dispuse în număr egal.

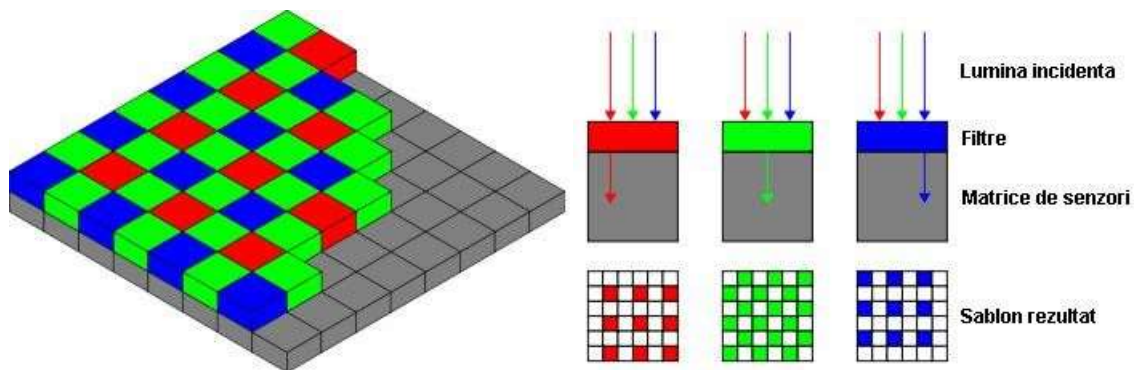


Figura 4.6. Șablon Bayer

Folosind câte un filtru colorat, fiecare pixel înregistrează strălucirea luminii care trece prin filtru, adică a culorii filtrului, celelalte două culori fiind blocate de filtru. Pentru a obține culoarea fiecărui pixel din imagine, se folosește un algoritm de interpolare care folosește culorile pixelilor vecini pentru a calcula celelalte două culori pe care pixelul nu le-a înregistrat direct. Combinând aceste două culori interpolate cu cea măsurată de fotodetector se obține culoarea pixelului din fotografie (Figurile 4.7 și 4.8). Deci, dacă un pixel înregistrează culoarea albastru intens, iar cei din jur înregistrează culori roșu și verde intens (toate cele trei culori au aceeași strălucire) atunci culoarea pixelului din imagine este albă. Acest proces de calculare a fiecărui pixel folosind culorile din jur are nevoie de o anumită putere de calcul. Fiecare aparat digital este prevăzut cu un microprocesor ce rezolvă milioane de calcule în doar câteva fracțiuni de secundă ori de câte ori faceți o fotografie.

Informația dată de fotodetectori este citită linie cu linie, fiecare linie este transmisă individual la memoria internă a aparatului dar până să intre în memoria aparatului fiecare linie trece printr-o serie de filtre digitale cum ar fi balansul culorii alb și mici corecții de culoare. Apoi imaginea este construită linie cu linie în memoria internă a aparatului, în format comprimat (JPEG) sau necomprimat (format brut – RAW).

După ce toate aceste procese au loc, imaginea este transferată din memoria internă (buffer) a aparatului pe cardul de memorie al camerei digitale.



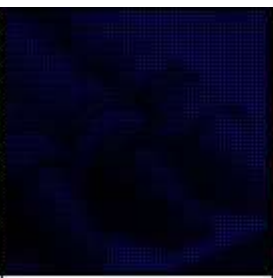

			
R	G	B	iesire
4.225 fotodetectori	8.450 fotodetectori	4.225 fotodetectori	16.900 pixeli

Figura 4.7. Modul în care este formată o imagine color folosind şablonul Bayer



Figura 4.8. Ceea ce se obţine înainte de aplicarea algoritmului de interpolare, ieşirea efectivă a senzorului

4.1.4.2. Senzorul Foveon X3

Senzorul Foveon X3 este un senzor digital de imagine CMOS dezvoltat de Foveon Inc. (acum parte a companiei Sigma). Senzorul Foveon X3 se deosebeşte de ceilalţi senzori prin faptul că nu are nu unul, ci trei fotodetectori pentru fiecare pixel. Fiecare pixel are o construcţie multistrat, lucru echivalent cu prezenţa a trei fotodetectori distincţi (R, G, B) pentru fiecare pixel. Aceasta înseamnă că culoarea pentru fiecare pixel nu este calculată prin interpolare (culoare aproximată), ci senzorul „vede” culoarea reală la nivelul fiecărui pixel. Principiul este asemănător celui folosit la filmele color, adică există trei straturi suprapuse care înregistrează lumina. Cele trei straturi de fotodiode sunt înglobate în siliciu şi se bazează pe faptul că lumina albastră, verde sau roşie se absoarbe la adâncimi diferite.

Speculând faptul că un senzor obişnuit care utilizează şablonul Bayer nu utilizează decât o treime din lumina incidentă, senzorul Foveon X3 prezintă la nivelul fiecărui fotodetector trei straturi suprapuse de semiconductori, fiecare strat fiind sensibil la o anumită lungime de undă: primul strat (cel superficial) absoarbe şi răspunde la lumina albastră, al doilea la lumina verde, iar al treilea la lumina roşie, sau cu alte cuvinte, fotodetectorul arată cât de adânc pătrund fotonii (vezi Figura 4.9). În acest fel, este exploatată în întregime lumina incidentă, adică 100% din informaţia pe culoarea verde, 100% pe culoarea roşie şi 100% pe culoarea albastră, şi nu 50 % din culoarea verde, 25% din culoarea roşie şi 25% din culoarea albastră, ca în cazul senzorilor bazaţi pe şablonul Bayer.

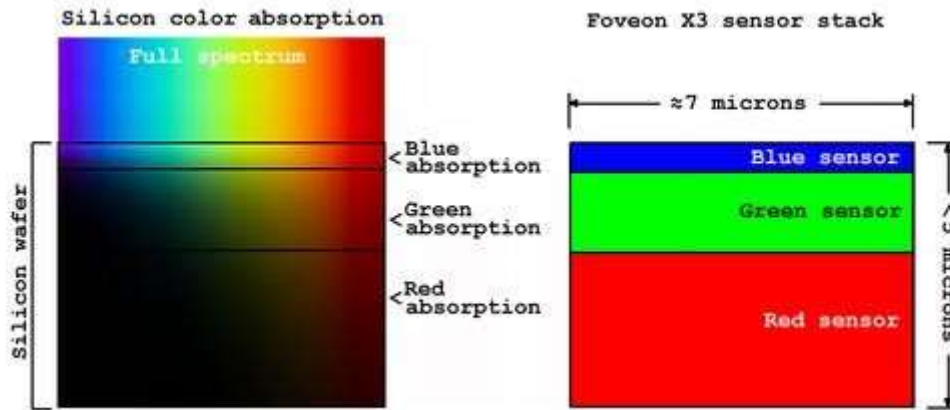


Figura 4.9. Captarea luminii la nivelul senzorului Foveon

Foveon X3 are o rezoluție de două ori mai bună decât un senzor CCD cu același număr de fotodetectori. Dacă am despărți informația transmisă de lumina incidentă în patru părți (nu neapărat egale): luminanță, crominanță roșu, crominanță verde și crominanță albastru, un fotodetector CCD cu șablon Bayer exploatează doar două din cele patru părți, pe când Foveon X3 le captează pe toate patru. Putând capta simultan cele trei culori de bază pe fiecare fotodetector, Foveon X3 oferă o mai bună reproducere a culorilor, nu are nevoie circuitele de interpolare - obligatorii la senzorii clasici - și oferă performanță mai bună în reproducerea detaliilor. Detaliile constructive ale acestui senzor permit obținerea de imagini extrem de clare (vezi Figura 4.10).

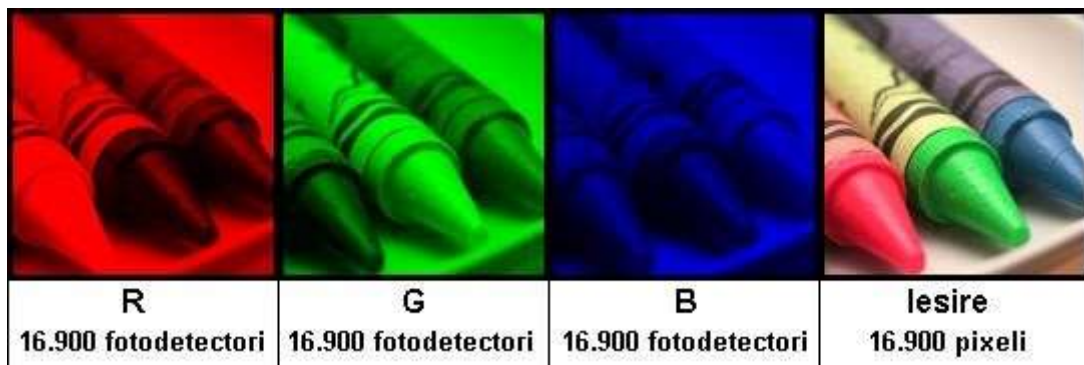


Figura 4.10. Modul în care este formată o imagine color folosind senzorul Foveon

Teoretic senzorul Foveon este net superior senzorului bazat pe șablon Bayer în privința culorilor, clarității și a intervalului dinamic. Totuși, în practică se constată că tehnologia, încă în stadiu incipient, nu a putut rezolva pe deplin problema contaminării dintre straturi. Această contaminare este responsabilă de apariția unui puternic zgomot de imagine și a unor culori șterse la valori mari ale ISO, datorat migrării electronilor din stratul superior (albastru) spre celelalte straturi. Acest lucru face ca, cel puțin deocamdată, senzorii bazați pe șablon Bayer să fie de preferat în majoritatea situațiilor.

4.1.4.3. Senzori 3CCD

Senzorii 3CCD utilizează trei senzori de imagine (CCD) distincti, separarea culorilor fiind realizată de prisme dichroice (vezi Figura 4.11).

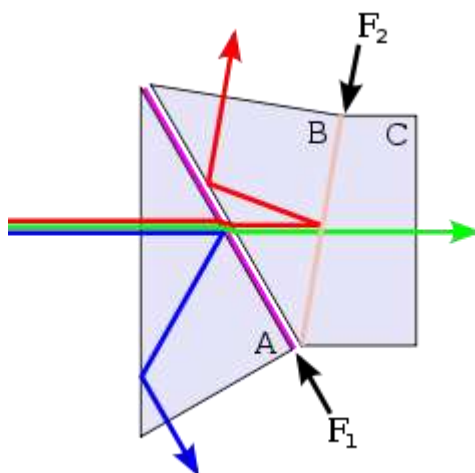


Figura 4.11. Dispozitiv trichroic care împarte lumina în componente R, G și B.

O prismă dichroică este o prismă care împarte lumina în două raze având lungimi de undă diferite (culori diferite). Acestea sunt construite dintr-una sau mai multe prisme din sticlă care au straturi optice dichroice care reflectă selectiv sau transmit mai departe lumina în funcție de lungimea de culoarea acestuia. Aceasta înseamnă că anumite suprafețe din prismă acționează ca filtre dichroice. Prismele dichroice sunt utilizate de multe instrumente optice.

Senzorii 3CCD sunt considerați cei mai calitativi senzori de imagine, evident, fiind mai costisitori decât un singur senzor CCD și sunt utilizați în camerele video performante.

4.1.5. Tipuri de camere foto

Vizorul este un subansamblu al aparatului fotografic prin care utilizatorul vizualizează și încadrează subiectul care urmează a fi fotografiat. În mod ideal, vizorul trebuie să fie: luminos, ușor de folosit, să cuprindă același câmp vizual ca și suprafața fotosensibilă, să ofere o imagine dreaptă și detaliată și să permită vizarea permanentă. În cazul vizoarelor cuplate cu telemetru, punerea la punct trebuie să fie cât mai precisă. Opțional, în vizor pot fi afișate informații despre parametrii de funcționare ai camerei foto [21].

În funcție de vizorul de care dispun camerele foto, acestea pot fi împărțite în cinci categorii:

- ☐ Camere fără vizor
- ☐ Camere cu vizare directă
- ☐ Camere cu telemetru
- ☐ Camere reflex mono-obiectiv (single-lens reflex)
- ☐ Camere reflex cu două obiective (twin-lens reflex).

4.1.5.1. Camere fără vizor

Primele camere fotografice nu aveau vizor. Încadrarea și punerea la punct se realiza prin glisarea unui geam mat în locul plăcii fotografice. Fotografii privea o imagine răsturnată și inversată și realiza punerea la punct adăpostindu-se de lumina ambientală sub o bucată neagră de pânză, caracteristică aproape universală în primele decenii de fotografie. Când totul era pus la punct, geamul mat era înlocuit de caseta în care se afla deja montată placa foto. Deoarece aceste camere erau mari și grele, vizarea și punerea la punct se făcea de pe trepied.

Există și azi camere fotografice care utilizează acest principiu de vizare și punere la punct (vezi Fig. 4.12) și se folosesc în special în fotografia de arhitectură, dar nu numai.

Acest tip de camere foto prezintă avantajul unor imagini foarte clare, luminoase și perfect încadrate. Dezavantajele întâlnite la utilizarea lor (se obține o imagine răsturnată și necesită timpi intermediari până la declanșare) fac ca aceste camere să nu fie potrivite pentru fotografierea subiectelor în mișcare [21].



Figura 4.12. Cameră foto fără vizor Lihof [sursa www.foto-magazin.ro]

4.1.5.2. Camere cu vizare directă

Vizarea directă se realizează independent de obiectivul camerei foto. Cel mai simplu vizor, care dă în trecut primele camere foto populare, este vizorul cadru sau iconometrul. Acesta constă dintr-o ramă de sârmă și o lamă metalică cu un mic orificiu, numită dioptru. Fotografii privea prin dioptru și stabilea încadrarea cu ajutorul cadrului de sârmă. Vizorul era mare și imprecis. Pentru micșorarea dimensiunilor, în locul cadrului de sârmă al iconometrului s-a pus o lentilă divergentă, iar în locul dioptrului o mică lentilă convergentă, fiind realizat astfel un vizor de tip Newton (Figura 4.13).

Zeiss-Ikon a realizat un vizor direct ce cuprindea un câmp mai mare decât cadrul negativului, dar avea trasat un cadru cu vopsea pe prima lentilă; în acest fel fotografii putea urmări un

subiect în mișcare chiar și înainte ca acesta să intre în cadru, lucru util, de exemplu, pentru fotografia sportivă.

Simplitatea constructivă și prețul foarte mic al vizorului cu vizare directă l-au făcut foarte popular; chiar și camerele foto de unică folosință au vizor cu vizare directă.

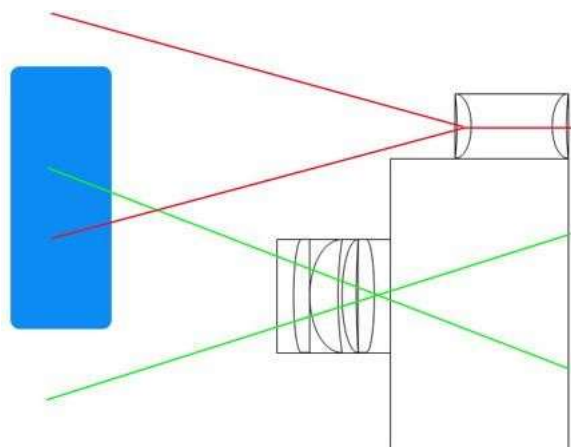


Figura 4.13. Vizorul cu vizare directă duce la apariția erorii de paralaxă spațială

4.1.5.3. Camere cu telemetru (rangefinder camera)

Pe măsură ce tehnologiile foto s-au dezvoltat, iar obiectivele cu deschideri mari ale diafragmei au devenit tot mai răspândite, au apărut camerele fotografice cu telemetru, care permit o focalizare mai precisă (Figura 4.14). O astfel de cameră foto este înzestrată cu un telemetru care permite fotografului să măsoare distanța până la subiectul care urmează a fi fotografiat, astfel încât acesta să fie perfect focalizat.



Figura 4.14. Cameră foto cu telemetru Leica M7 [sursa www.wikipedia.org]

Într-una dintre variantele constructive ale camerelor cu telemetru vizorul telemetric include, între ocular și lentila frontală, o oglindă fixă, semitransparentă, așezată la 45° care primește lumina de la o oglindă mobilă așezată la 4-5 cm în lateralul axei optice a vizorului, și care realizează pentru observator o imagine secundară mai mică a subiectului. Oglinda mobilă se poate roti în jurul unui ax vertical (Fig. 4.15).

Telemetrul acestor camere are două ferestre vizor, una fixă și alta mobilă, legată la mecanismul de focalizare, aceasta din urmă fiind deplasată în stânga sau dreapta odată cu rotirea inelului de focalizare de pe obiectivul camerei. Cele două imagini separate sunt suprapuse, iar atunci când, în imaginea combinată, liniile verticale ale obiectului care urmează a fi fotografiat apar ca linii continue (perfect suprapuse), obiectul este focalizat corect (Figura 4.16).

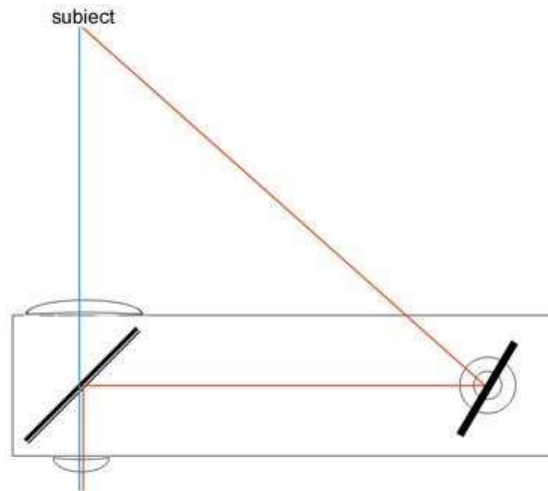


Figura 4.15. Principiul de determinare a distanței până la subiect în cazul camerelor foto cu telemetru [sursa www.fotomagazin.ro]



Figura 4.16. Exemplu de imagine defocalizată și focalizată în fereastra telemetrului [sursa www.wikipedia.org]

Deoarece determinarea distanței dintre observator și subiect se realizează prin suprapunerea a două imagini, telemetrul se mai numește "cu coincidență". Cu cât baza telemetrului este mai mare, cu atât precizia sa este mai bună.

Avantajele majore ale camerelor cu telemetru constau în prețul mic al acestora, greutatea redusă și în faptul că permit vizarea permanentă a subiectului, chiar și în timpul declanșării. Datorită construcției mai simple nu este nevoie de oglinda rabatabilă din fața suprafeței fotosensibile, ceea ce face ca declanșarea să fie mai rapidă decât în cazul camerelor de tip SLR, iar imaginea obținută să fie mai clară datorită lipsei mișcărilor suplimentare din interiorul camerei în timpul declanșării.

Ca și dezavantaje amintim că pentru încadrare este nevoie de piese mai scumpe, lucrate cu mare precizie. Axa optică a vizorului nu coincide cu cea a obiectivului, așadar apare eroare de

paralaxă spațială. Cu cât obiectivul este mai lung, cu atât riscul de a obtura din câmpul vizorului este mai mare [21].

4.1.5.4. Camere single-lens reflex (SLR)

În cazul camerelor SLR fotograful vede scena prin obiectivul camerei foto. Aceste camere se mai numesc și camere cu vizare prin obiectiv. Imaginea furnizată de obiectiv este răsturnată și inversată. Oglinda o răstoarnă din nou și o proiectează către pentaprizmă sau pentaoglină fiind inversată stânga-dreapta, pentru a fi apoi observată printr-un ocular (Figura 4.17).

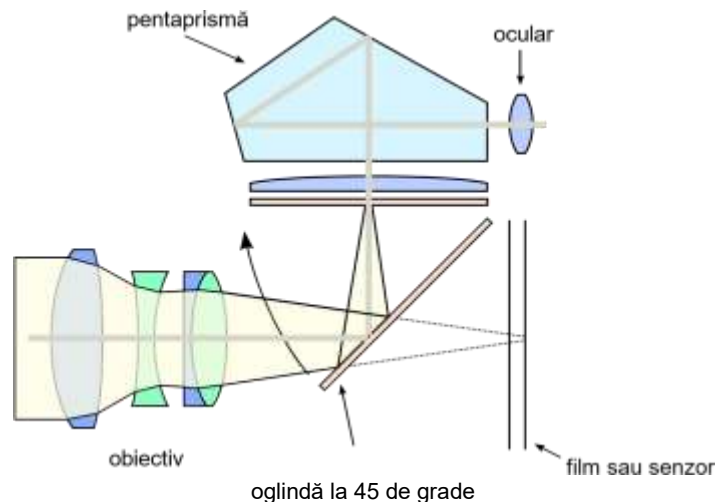


Figura 4.17. Secțiune prin partea optică a unei camere SLR

La momentul declanșării expunerii oglinda se retrage în poziție orizontală, permițând fasciculului luminos să ajungă pe suprafața filmului foto sau a senzorului camerei. Vizoarele camerelor foto moderne pot afișa în vizor un set de informații utile fotografului (parametri de expunere, puncte de focalizare, starea bateriei, starea memoriei etc.). Camerele SLR digitale se numesc camere DSLR (vezi un astfel de exemplu în Figura 4.18).



Figura 4.18. Camera foto DSLR Nikon D90 [sursa www.dpreview.com]

Cel mai important atribut al modelelor SLR este capacitatea de a schimba obiectivele, în conformitate cu subiectul de fotografiat (există pe piață zeci de tipuri de obiective pentru fiecare model). Aceste camere permit încadrarea și focalizarea ușoară a subiectului fotografiat. Modelele DSLR recente dispun de senzori suficient de mari și procesoare suficient de puternice pentru a putea realiza imagini de calitate, în marea majoritate a cazurilor, chiar și la sensibilitate ISO ridicată.

În cazul acestor camere există o serie de dezavantaje de ordin tehnic, care însă nu sunt resimțite de majoritatea utilizatorilor. Deoarece imaginea este furnizată de un singur obiectiv, imaginea este trimisă fie către geamul mat, fie către stratul fotosensibil, nu către ambele simultan. După declanșare, în timpul expunerii, scena nu mai este vizibilă prin ocular. Necesitatea utilizării unei pentaprisme, realizată din sticlă masivă, face aparatul mai greu și mult mai scump. În încercarea de a reduce prețul, producătorii montează o prismă mai mică, ceea ce duce la acoperiri incomplete a câmpului care va fi reprodus în imagine (cel mai frecvent 90 - 95 %). În prezent, aparatele foto SLR sunt cele mai versatile, permițând obținerea de imagini de calitate, însă la prețuri de achiziție ridicate. [21].

4.1.5.5. Camere twin-lens reflex (TLR)

Camerele TLR utilizează o pereche de obiective similare, unul pentru formarea imaginii pe suprafața fotosensibilă (film sau senzor), iar celălalt ca vizor. Cele două obiective sunt așezate unul deasupra celuilalt, obiectivul vizor proiectând imaginea pe un ecran care poate fi văzut de fotograf de deasupra camerei (vezi Figura 4.19).



Figura 4.19. Cameră TLR Rolleiflex cu obiectiv Carl Zeiss Jena Tessar f/3.8 [sursa www.wikipedia.org]

Dintre avantajele camerelor foto TLR amintim faptul că permit focalizare ușoară a imaginii folosind ecranul vizor și că în majoritatea cazurilor imaginea de pe ecranul vizor este luminoasă și identică cu cea înregistrată pe film. Imaginea rămâne vizibilă chiar și în momentul în care obturatorul este deschis (după momentul declanșării, pentru ca lumina să pătrundă pe suprafața fotosensibilă).

Cu toate acestea, acest tip de camere foto prezintă și unele dezavantaje, cum ar fi că, la distanțe scurte, din cauza distanței dintre cele două obiective, apar erori de paralaxă (unele camere au inclus un indicator care arată părțile din compoziție care vor fi excluse). Principiul constructiv al aparatului face foarte dificilă modificarea distanței focale a obiectivului (aceasta trebuie modificată astfel încât să fie identică pentru ambele obiective). Un alt dezavantaj este acela că vizarea și încadrarea impune ca aparatul să fie la înălțimea pieptului, deci oferă un punct de vizare coborât [21].

4.1.5.6. Camere compacte (point-and-shot)

O cameră compactă (de tip „ochește și trage”) reprezintă o cameră foto creată în principal pentru operații simple. Camerele compacte pot fi camere pe film sau camere digitale (vezi Figura 4.20). Obiectivele acestora nu pot fi schimbate. În funcție de model, camerele compacte utilizează obiective care nu permit focalizare (utilizează obiective superangulare cu deschidere mai mică a diafragmei, fapt care duce la crearea unei profunzimi mari de câmp, deci claritate aproximativ bună pentru subiectele situate atât la distanțe mici cât și la distanțe mari) sau care focalizează automat (nu permit focalizare manuală). Cele mai multe dintre camerele compacte au obiective zoom (a căror distanță focală poate fi ajustată de la distanță focală mică până la distanță focală mare), setează automat parametrii de expunere și au unități flash încorporate.

Comparativ cu camerele SLR, camerele foto compacte au dimensiuni mai reduse și greutate mai mică. Obiectivele acestor camere nu pot fi schimbate.



Figura 4.20. Cameră compactă digitală Canon PowerShot A570 IS

Camerele compacte se disting față de camerele SLR în principal prin faptul că imaginea pe care fotograful o vede prin vizorul unei camere compacte nu este aceeași cu imaginea care traversează obiectivul camerei, deoarece aceasta trece printr-un vizor separat.

Camerele compacte digitale înlătură această nevoie prin faptul că ele oferă o previzualizare a imaginii pe un ecran LCD, imaginea aceasta fiind proiectată chiar prin obiectivul camerei. Multe dintre camerele compacte de producție recentă nu includ și vizor optic. Dezavantajul major al acestora este că imaginea de pe afișaj este dificil de observat în condiții de lumină puternică.

4.1.5.7. Camere bridge

Camerele foto bridge sunt camerele foto de nișă, care fac trecerea între modelele compacte și cele DSLR și permit, în general, controlul detaliat al modului de funcționare, alături de diferite moduri automate sau semiautomate. Camerele bridge nu permit schimbarea obiectivelor, însă utilizatorii acestora nici nu simt nevoia acestui lucru, deoarece obiectivele cu care sunt echipate aceste camere acoperă un interval foarte mare de distanțe focale. Spre exemplu, camera bridge Fujifilm X-S1 (vezi Fig. 4.21) vine echipată cu un obiectiv care oferă un factor de mărire 26x (24-624 mm), iar camera Nikon Coolpix P500 oferă un factor de mărire de 36x (23-810 mm).



Figura 4.21. Cameră foto bridge Fujifilm X-S1 cu zoom 26x

Fiecare tip de cameră digitală (DSLR sau bridge) are adepți în rândul fotografilor amatori, prezentând atât avantaje cât și dezavantaje. Astfel, o cameră DSLR oferă:

- fotografii de foarte bună calitate, reactivitate mare, practic instantanee, comportament bun la ISO ridicat, gamă foarte largă de obiective și accesorii.
- greutate mare, volum mare, preț ridicat.

În schimb, o cameră bridge oferă:

- dimensiuni mai reduse, greutate mai mică, portabilitate, comoditate în utilizare, nu trebuie schimbat obiectivul.
- imagine de calitate mai redusă, reactivitate mai slabă, zgomot deranjant la ISO mai ridicat [24].

În prezent există o serie de modele de camere foto digitale care încearcă să combine avantajele camerelor DSLR (obiective interschimbabile, senzori de dimensiuni mari) cu cele ale camerelor foto compacte (dimensiuni și preț redus):

- *Large sensor compact*: camere compacte care beneficiază de senzori de imagine de dimensiuni mai mari, care se apropie de dimensiunile senzorilor camerelor DSLR.
- *SLR-Style mirrorless*: camere foto cu design similar camerelor SLR și care permit schimbarea obiectivelor.
- *Rangefinder-Style mirrorless*: camere foto cu design similar camerelor cu telemetru și care permit schimbarea obiectivelor (vezi Fig. 4.22).



Figura 4.22. Modele intermediare de camere foto digitale

4.1.6. Parametri de control ai camerelor foto

În vederea expunerii camerele foto pot fi ajustate printr-o serie de parametri de control, enumerați în continuare.

4.1.6.1. Focus

Ajustarea focalizării (focus-ului) se referă la focalizarea manuală sau automată a subiectului vizat.

4.1.6.2. Diafragmă

Ajustarea diafragmei (automată sau manuală) se referă la setarea numărul f care determină deschiderea diafragmei.

4.1.6.3. Timp de expunere

Ajustarea timpului de expunere se referă la ajustarea vitezei declanșatorului în vederea controlării intervalului de timp pentru care suprafața fotosensibilă este expusă luminii. Ajustarea acestui timp duce la ajustarea cantității de lumină care ajunge la suprafața fotosensibilă; vitezele mari ale declanșatorului (timpii mici de expunere) reduc atât cantitatea de lumină cât și efectele de neclaritate produse de mișcările involuntare ale mâinii de susținere a camerei foto și cele produse de deplasarea subiectului urmărit. Timpii reduși de expunere se folosesc în special în fotografiile sportive (curse auto, fotbal, atletism etc.).

4.1.6.4. Balans de alb

Se cunoaște din fizică faptul că obiectele încălzite radiază căldura. Căldura este o formă de radiație luminoasă, cu lungime de undă atât de mare, încât nu poate fi percepută de ochiul uman, dar poate fi detectată cu instrumente speciale. S-a observat că, dacă un obiect negru

este încălzit puternic, acesta începe să emită lumină în spectrul vizibil. Prin încălzire, electronii de pe ultimul strat al atomilor din structura materialului trec pe o orbită mai îndepărtată de nucleu. Revenirea electronului la nivelul de bază se face prin emisia excesului de energie sub forma unui foton. Încălzirea foarte puternică duce la emisia de lumină predominant albăstrui, încălzirea la temperaturi mai scăzute, la lumina albă, iar încălzirea la temperaturi și mai scăzute, la lumină sau roșatică. Această corelație a condus la introducerea noțiunii de temperatură de culoare care se referă la temperatura la care trebuie încălzit un corp negru pentru a emite lumină de o anumită culoare [25].

Camerele foto digitale pot compensa electronic temperatura culorilor unei scene în anumite condiții de iluminare (cer înnorat, zi însorită, lumină produsă de becuri cu filament etc.) asigurând astfel reprezentarea corectă, naturală a culorilor (alb – culoarea de referință) în fotografie. Camerele foto mecanice nu sunt capabile să facă automat astfel de corecții, decât dacă fotograficul aplică pe obiectivul foto anumite filtre corectoare (de exemplu, se poate aplica un filtru de culoare albastră pentru a obține culori naturale în condiții de iluminare cu becuri cu filament).

4.1.6.5. Sensibilitate ISO

În cazul filmului fotografic, stratul fotosensibil al acestuia conține cristale de bromură de argint dispersate într-o masă gelatinoasă. Cu cât un cristal are volum mai mare, cu atât cresc șansele ca, în timpul expunerii la lumină, să fie lovit de un foton. Un film fotografic în care se află granule de mari dimensiuni va fi impresionat mai rapid decât filmul în a cărui structură se află cristale de dimensiuni mai mici. Așadar, filmul cu cristale mai mari va avea nevoie de un timp de expunere la lumină mai mic, adică va avea sensibilitate mai mare decât unul cu cristale mai mici.

Filmele cu sensibilitate mică, după dezvoltare, produc granule fine de argint metalic. Se spune despre ele că sunt filme de granulație fină și rezoluție ridicată. Negativele cu granulație fină pot fi mărite mult. Din contră, filmele cu sensibilitate ridicată, după dezvoltare produc granule mari de argint metalic și au deci o rezoluție mai scăzută. La mărire granulația acestora devine vizibilă cu ochiul liber.

Măsurarea sensibilității filmelor fotografice se face în conformitate cu normele ISO (International Organization for Standardization ISO 5800:1987) astfel că a intrat în vocabularul curent sintagma „sensibilitate ISO”. Standardul ISO are în prezent acceptate două scale:

- una liniară, în care dublarea sensibilității filmului este marcată prin dublarea valorii ISO;
- una logaritmică: în care dublarea sensibilității filmului este marcată prin creșterea cu 3 unități ISO.

Sensibilitatea ISO este marcată pe ambalajul filmelor fotografice, de exemplu: ISO 100/21. Pentru un film de două ori mai sensibil la lumină, marcajul va fi: ISO 200/24.

Senzorii digitali au o sensibilitate fixă, dependentă de tipul constructiv și de procesul tehnologic. Pentru a veni în sprijinul fotografiilor, producătorii au inclus proceduri speciale prin care să poată fi amplificat semnalul brut, furnizat de fiecare fotocelulă din senzor. Spre deosebire de filme, unde creșterea sensibilității se asocia cu o granulație mărită, la camerele

foto digitale, creșterea sensibilității este însoțită de o creștere a zgomotului din imagine, cu pierderea detaliilor fine. Determinarea sensibilității camerelor digitale se face conform normelor International Organization for Standardization ISO 12232:1998 [26].

În linii mari, sensibilitatea ISO a camerele foto digitale corespunde cu cea a filmelor echivalente (vezi Figurile 4.23 și 4.24). O combinație corectă a sensibilității ISO cu deschiderea diafragmei și cu timpul de expunere duce la obținerea unor imagini nici prea întunecate, nici prea luminoase, adică expuse corect.



Figura 4.23. ISO 1600 pe film foto



Figura 4.24. ISO 1600 pe senzor digital

4.1.6.6. Măsurarea expunerii conform preferințelor fotografului

Măsurarea expunerii conform preferințelor fotografului se referă la măsurarea expunerii astfel încât zonele întunecate și cele luminoase dintr-o scenă să fie expuse conform dorinței fotografului, în funcție de zona de interes din fotografie. Majoritatea camerelor foto de astăzi oferă expunere automată, adică setează automat parametrii de expunere (timp de expunere, diafragmă, eventual ISO). Dacă, de exemplu, zona de interes se află în bătaia luminii soarelui, iar în scenă sunt și zone aflate în umbră, fotograful va reduce timpul de expunere calculat de exonometru (va subexpune) pentru a obține o imagine clară a subiectului vizat.

De asemenea, în funcție de simțul artistic al fotografului, acesta poate expune o anumită scenă cu un timp mult mai mare decât cel normal (ajustând în consecință și ceilalți parametri de expunere), obținându-se astfel efecte spectaculoase (vezi Figura 4.25).

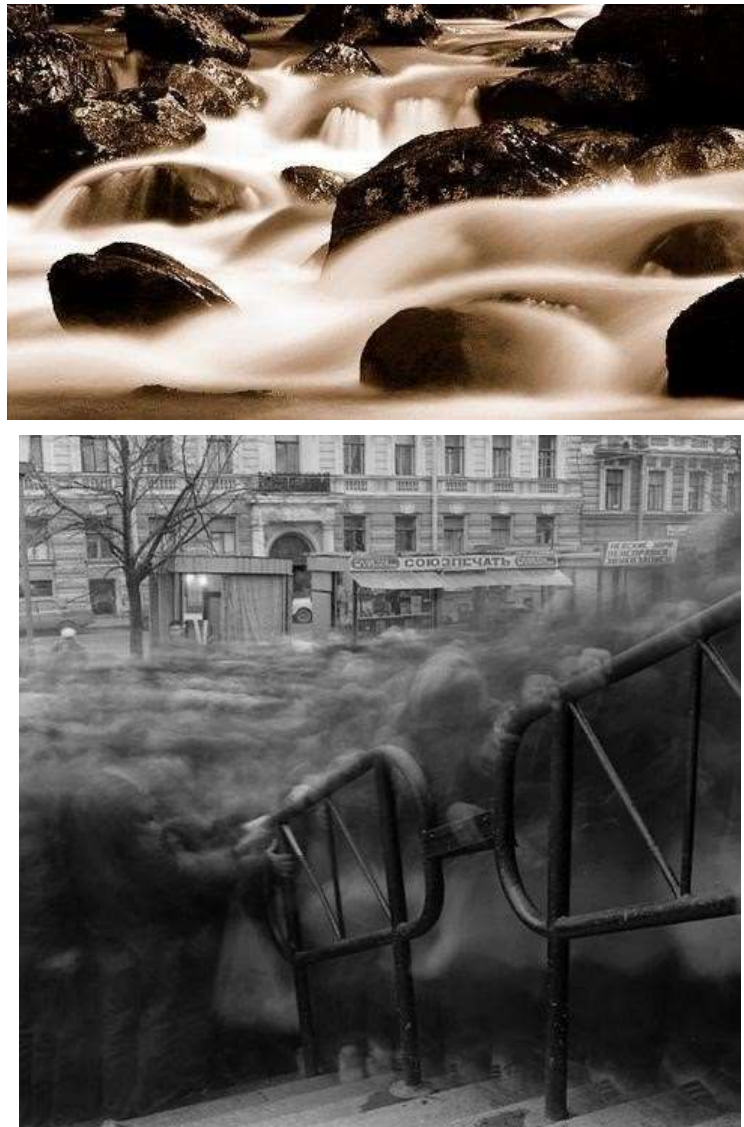


Figura 4.25. Două exemple de fotografii cu timp lung de expunere

4.1.6.7. Punct de focus

Unele camere foto permit selectarea manuală/automată a unui punct din imaginea încadrată în care sistemul de auto-focus va încerca să focalizeze. Majoritatea camerelor SLR permit selectarea mai multor puncte de focus (3 până la 51 de puncte, vezi Figura 4.26).



Figura 4.26. Previzualizare a imaginii prin vizorul camerei foto Nikon D3s cu 51 de puncte de focus.

4.1.7. Intervalul dinamic

În fotografie, intervalul dinamic se referă la raportul dintre luminanța celei mai strălucitoare zone și luminanța celei mai întunecate zone dintr-un cadru. Între aceste limite se află zone cu luminanțe intermediare. Intervalul dinamic se exprimă pe scară logaritmică, în baza 10 sau în baza 2. Intervalul dinamic, fiind un raport, nu are unități de măsură în Sistemul Internațional de Măsură și Greutăți, totuși, se acceptă unele atribute pentru a preciza domeniul de utilizare. De exemplu, în fotografie se acceptă denominarea în stopuri sau în indici de expunere.

Intervalul dinamic din spațiul vizibil îl depășește pe cel perceput de ochiul uman și pe cel al imaginilor afișate pe un monitor sau tipărite pe hârtie. Cu toate acestea, în timp ce ochiul uman se adaptează la niveluri diferite de luminozitate, majoritatea camerelor și a monitoarelor de calculator pot capta și reproduce doar un interval dinamic fix. Fotografii trebuie adesea să facă selecții în legătură cu elementele importante dintr-un cadru, deoarece lucrează cu o gamă dinamică limitată [27].

Imaginile cu interval dinamic ridicat (High Dynamic Range – HDR) deschid un orizont întreg de posibilități, deoarece pot reprezenta întregul interval dinamic al spațiului vizibil. Deoarece toate valorile de luminanță dintr-o scenă reală sunt reprezentate proporțional și stocate într-o imagine HDR, reglarea expunerii imaginii HDR este similară cu reglarea expunerii în momentul fotografierii unei scene reale. Această caracteristică permite crearea de efecte de iluminare care par reale. În prezent, imaginile HDR sunt utilizate mai ales în filmele de lung metraj, în efecte speciale și în tehnologia fotografică de ultimă oră. În general imaginile HDR sunt obținute prin combinarea într-o singură imagine, cu ajutorul unei aplicații software specializate (de exemplu: Photomatix, Adobe Photoshop, Corel Paint Shop Pro), a mai multor fotografii făcute cu expuneri diferite (vezi Figura 4.27).



-4 trepte de expunere



-2 trepte de expunere



+2 trepte de expunere



+4 trepte de expunere



Figura 4.27. Imagine HDR obținută prin combinarea celor patru fotografii cu expunere diferită [sursa www.wikipedia.org]

Este nevoie de minim trei expuneri diferite ale aceluiași cadru. Prima expunere este, de regulă, cea stabilită de exponometrul camerei și prezintă luminile și umbrele într-un mod echilibrat. O a doua expunere, mai bogată, cuprinde detaliat umbrele și tonurile mijlocii, în timp ce luminile sunt „arse”. O a treia expunere, mai scurtă, cuprinde detaliile din lumini și tonurile

mijlocii luminoase, lăsând umbrele într-un negru adânc, fără detalii. Există, desigur posibilitatea de a realiza și expuneri intermediare, pentru a obține un total de 5, 7 sau chiar mai multe cadre [28].

Ideea utilizării mai multor expuneri pentru compensarea intervalului prea mare a luminanțelor dintr-un cadru a fost utilizată pentru prima dată în 1850 de către Gustave Le Gray pentru a putea surprinde într-o fotografie atât cerul (foarte luminos) cât și marea (mai întunecată). Le Gray a utilizat un negativ cu expunere scurtă pentru cer și un altul cu expunere mai lungă pentru mare, combinându-le ulterior pe amândouă într-un singur cadru pozitiv [1] (Fig. 4.28).



Figura 4.28. Prima fotografie cu interval dinamic ridicat (HDR), realizată în 1850 [sursa www.wikipedia.org]

5. Sunet

Când ceva vibrează în aer, mișcându-se înainte și înapoi (ca și în cazul membranei unui difuzor), se creează unde de presiune. Aceste unde se propagă venind în contact cu timpanul, moment în care simțim schimbarea de presiune, sau vibrația, ca sunet. Sunetele sau undele sonore variază în intensitate și în frecvență. Intensitatea undelor sonore se măsoară în decibeli (dB – unitate de măsură logaritmică a intensității sunetului), iar frecvența acestora se măsoară în Hertz (Hz – numărul de vibrații dintr-o secundă). În Tabelul 5.1 puteți observa câteva surse de sunet și intensitățile sunetelor emise de acestea. Compunerea mai multor unde sonore conduce la o imensă plajă audio cuprinzând muzica simfonică, vorbirea sau simple zgomote.

Urechea umană este sensibilă la vibrații ale aerului cu frecvențe cuprinse între aproximativ 20 Hz și 20 kHz, cu un maxim de sensibilitate acustică în jurul frecvenței de 3500 Hz. Acest interval depinde de mai mulți factori, cum ar fi amplitudinea vibrației, vârsta persoanei și starea de sănătate a acesteia. Sub amplitudinea de 20 μ Pa vibrațiile nu mai pot fi percepute. Odată cu înaintarea în vârstă a omului intervalul de sensibilitate se micșorează, frecvențele înalte devenind imperceptibile.

Sursa sunetului	Intensitate (dB)
Grenadă paralizantă	172-180
Motor cu reacție (la 30 m)	150
Pragul fizic al durerii	130
Vuvuzela (la 1 m)	120
Pragul la care auzul poate fi afectat	\approx 120
Pickhammer (la 1 m)	100
Trafic pe o șosea aglomerată (la 10 m)	80-90
Autoturism (la 10 m)	60-80
Televizor (volum normal, la 1 m)	\approx 60
Mașină de spălat	\approx 50
Conversație normală (la 1 m)	40-60
Cameră liniștită	20-30
Respirație liniștită	10

Tabelul 5.1. Exemple de sunete și intensități ale acestora

Din punct de vedere fizic, sunetul are o definiție mai largă, el nefiind legat de senzația auditivă: orice perturbație (energie mecanică) propagată printr-un mediu material sub forma unei unde se numește sunet. În această definiție se cuprind și vibrații la frecvențe din afara domeniului de sensibilitate al urechii: infrasunete (sub 20 Hz) și ultrasunete (peste 20 kHz).

Viteza cu care se propagă undele sonore depinde de caracteristicile mediului de propagare. Astfel, conform ecuației Newton-Laplace, viteza sunetului (c) este proporțională cu rădăcina pătrată a raportului dintre constanta de elasticitate a materialului (C) și densitatea acestuia (ρ):

$$c = \sqrt{\frac{C}{\rho}}$$

Exemple de viteze de propagare a undelor sonore în diferite medii:

- aer: 343,2 m/s (20 °C, la nivelul mării);
- apă dulce: 1484 m/s; □ oțel: 5950 m/s.

Din punct de vedere al interfeței om-calculator, există două tipuri de sunete: sunete rezultate din vorbire și alte sunete decât cele vorbite. Vorbirea este forma dominantă de comunicare a ființelor umane. Vorbirea implică limbile vorbite și are un conținut semantic. Limbile vorbite sunt printre cele mai complexe limbaje. Faptul că vorbirea prezintă un conținut semantic are două consecințe imediate atunci când luăm în considerare utilizarea calculatorului în acest domeniu:

- conținutul semantic poate fi recunoscut, parțial, de către calculator. Componentele individuale ale vorbirii - foneme, grupuri de foneme (care sunt de fapt cuvintele) - pot fi recunoscute. Aici avem de-a face cu *recunoașterea vorbirii* – *speech recognition*, un domeniu în care s-au făcut progrese substanțiale în ultimul timp. Interpretarea succesiunii de cuvinte în scopul înțelegerii sensului limbii vorbite, este un obiectiv mult mai dificil de atins. Acest domeniu este numit *înțelegerea vorbirii* – *speech understanding*.
- este posibilă traducerea de către calculator a unei descrieri codificate a mesajelor, în vorbire. În acest caz avem de-a face cu *sinteza vorbirii*, un tip particular al acestei sinteze fiind cea care privește conversia textului în vorbire.

Domeniul ce studiază vorbirea digitizată este numit *digital speech processing*. El cuprinde:

- codificarea vorbirii – se referă în general la compresia reprezentării digitale a vorbirii (forma nativă, necomprimată) într-una exprimată printr-o rată de biți mai redusă;
- sinteza vorbirii - atunci mașinile vorbesc oamenilor;
- recunoașterea și înțelegerea vorbirii pentru oamenii care vorbesc mașinilor.

Nu mai puțin importante sunt sunetele diferite de cele specifice vorbirii umane. În forma lor naturală, sunetele sunt semnale analogice cu variație continuă. Pentru a le prelucra cu ajutorul calculatorului, avem nevoie de aceste sunete în forma lor digitală - cu variație discretă. Sunetele pot fi digitizate cu ajutorul microfonului sau a sintetizatorului (acestea sunt doar două exemple). Practic, sunetele pot fi digitizate utilizând orice sursă.

Sunetele digitizate se mai numesc și *sunete eșantionate*. În fiecare a n -a fracțiune dintr-o secundă, este preluat un eșantion de sunet și stocat ca informație digitală în octeți. Frecvența cu care sunt înregistrate eșantioanele de sunet, reprezintă *rata de eșantionare*, iar cantitatea de informație stocată în legătură cu un eșantion reprezintă *mărimea eșantionului*. Cu cât se citesc mai des informații despre sunet, cu atât se stochează mai multă informație despre respectivul eșantion, totul rezultând într-o mai fină rezoluție și respectiv o calitate mai bună a sunetului la redare.

Pentru digitizarea sunetelor (Figura 5.1) se utilizează, mai des, trei rate de eșantionare: calitatea unui CD audio se obține prin eșantionare la 44,1 kHz, iar în alte scopuri avem 22,05 kHz și respectiv 11,025 kHz. Mărimea eșantioanelor este de 8 biți, 16 biți sau 32 biți. Cu cât dimensiunea eșantionului este mai mare, cu atât este mai bună descrierea sunetului înregistrat. Un sunet înregistrat pe 8 biți oferă 256 nivele în scopul descrierii amplitudinii – nivelul (volumul) sunetului la un moment dat, iar un eșantion înregistrat pe 16 biți oferă o scară de 65.536 nivele pentru descrierea intervalului dinamic.

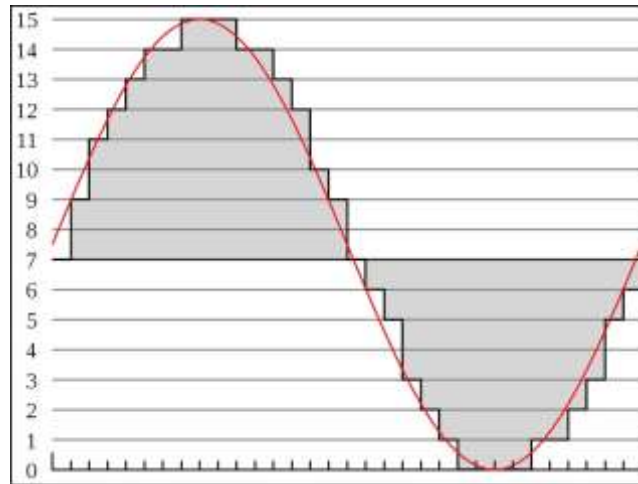


Figura. 5.1. Reprezentarea grafică a unei unde sonore în format analogic (roșu) și digital pe 4 biți (negru).

Valoarea fiecărui eșantion este rotunjită până la cel mai apropiat întreg (cuantificare) iar dacă amplitudinea depășește intervalul disponibil, atunci are loc decuparea undelor (clipping). Cuantificarea poate produce un sunet de fond nedorit (din cauză că se face o aproximare) iar decupajul poate distorsiona foarte puternic sunetul.

O caracteristică a modului de reprezentare digital al sunetelor este că nu păstrează descrierea semantică a sunetului. Până când nu se utilizează tehnici complexe de recunoaștere, calculatorul nu poate ști dacă secvența de biți reprezintă secvențe de vorbire umană sau muzică, iar dacă este muzică, sistemul nu știe ce note sunt utilizate și ce instrumente.

Sunetele se pot reprezenta și sub altă formă decât prin eșantioane, și anume utilizând reprezentarea simbolică sau, altfel spus, utilizând standardul MIDI. Pe hârtie se utilizează din plin reprezentarea simbolică făcându-se apel la portative. Calculatoarele și instrumentele muzicale electronice utilizează o tehnică similară, multe dintre ele făcând apel la MIDI (Musical Instrument Digital Device), un standard de comunicație definit în anul 1982. Acest standard definește cum anume trebuie codificate elementele portativelor muzicale: secvența notelor, durata acestora și instrumentul care va emite respectivele note. Prin intermediul MIDI s-a definit un număr (de la 0 la 127) pentru fiecare notă posibilă (C, C#, D etc.), și de o serie de instrumente diferite, printre care șapte tipuri de pian, opt tipuri de chitare, corn francez sau flaut, ciripit de păsărele, sonerie de telefon, elicopter sau chiar popularele aplauze din cadrul show-urilor TV.

Avantajele și dezavantajele MIDI față de reprezentarea digitală sunt similare cu cele întâlnite în comparația dintre reprezentarea vectorială și reprezentarea bitmap. MIDI este o tehnică de codificare mult mai compactă decât digitizarea. Atributele sunetelor, stocate în fișiere, cum sunt tempo-ul sau instrumentele, pot fi modificate foarte ușor.

5.1. Dispozitive de interfaţare audio

Capacitatea de producere a sunetelor de către un PC merge de la beep-uri din difuzorul intern la sunete surround de cea mai înaltă calitate. PC-urile pot genera, manipula, înregistra şi reda sunete de toate tipurile, pot chiar controla dispozitive generatoare de sunete, cum ar fi sintetizoarele de muzică. Calitatea deosebit de înaltă a sunetului diferenţiază calculatoarele multimedia de cele ordinare.

Cele mai multe interacţiuni cu calculatorul implică vederea: ceea ce se vede pe monitor şi câte o privire asupra tastaturii. Pentru a vedea toată puterea unui PC e necesară adăugarea unei noi dimensiuni – sunetul. De fapt sunetul face diferenţa între un PC ordinar şi o maşină multimedia. Cele mai multe PC-uri sunt limitate la interacţiunea vizuală. Un PC multimedia extinde capacitatea de interacţiune cu lumea inclusiv la sunete. El poate genera sunete, lucrând ca un sintetizor de muzică sau generator de zgomote, sau poate comanda dispozitive externe care fac acelaşi lucru, prin intermediul unei interfeţe MIDI. Poate înregistra sau eşantiona sunete pe orice mediu standard (se preferă discul hard) cu acurateţe sonoră uneori mai bună decât echipamentele CD comerciale. Toate sunetele pe care le face şi le stochează pot fi editate şi manipulate: tonurile pot fi alungite, vocea poate fi alterată, zgomotele combinate, muzica mixată. Poate reda toate sunetele pe care le creează sau le înregistrează cu aceeaşi fidelitate, depăşind chiar limitele celor mai bune sisteme stereo.

Din păcate, dotarea nativă a celor mai multe PC-uri este o imitaţie de difuzor, care „maltratează” sunetele. Proiectanţii primelor PC-uri au gândit că sunetul nu este necesar. Tot ce s-a crezut necesar au fost sunete de avertizare, aşa că atât poate oricare PC.

Omisiunea proiectanţilor PC-urilor în domeniul audibil poate fi corectată prin adăugarea unei plăci de sunet (sound board). Cerinţa de bază pentru un PC multimedia, placa de sunet dă PC-ului capacitatea de a sintetiza şi a capta o varietate de sunete, de a le reda şi de a comanda dispozitive muzicale/audio externe.

5.1.1. Elemente de fizica sunetului

Sunetul e un fenomen fizic ce poate fi înţeles ca o schimbare rapidă în presiunea aerului. Când un obiect fizic se mişcă, el forţează şi aerul să se mişte. Aerul e împins din locul unde ajunge obiectul şi se plasează în locul în care a fost obiectul. Dar aerul nu se poate deplasa instantaneu. Viteza sa depinde de densitate; cu cât presiunea e mai mare, rezultă o forţă mai mare de împingere a aerului. Mişcarea obiectului creează o zonă de presiune mare în faţa sa şi o zonă de presiune mică în spate. Din zona de presiune mare aerul se va deplasa în toate direcţiile, producând apoi scăderea presiunii şi revenirea ei la valoarea normală.

Sunetele se produc când obiectul se mişcă rapid, vibrând. În timpul vibraţiei se produce un tren staţionar de unde de presiune ce pleacă de la obiect.

Principiile de bază ale sunetului rezultă din descrierea simplă de mai sus. Sunetul necesită un mediu pentru transmitere. Viteza sunetului depinde nu de obiectul în mişcare, ci de densitatea aerului. Intensitatea sunetului scade cu distanţa, intervenind în proces mase tot mai mari de

aer. Descreșterea intensității sunetului este proporțională cu pătratul distanței. Prin conducerea curentului de aer se poate schimba gradientul de descreștere a intensității.

Ființele umane detectează modificările presiunii aerului prin intermediul urechii. Urechea este, în esență, un dispozitiv mecanic acordat pentru a reacționa la schimbări de presiune într-un domeniu cuprins între aproximativ 20 și 20.000 Hz.

Sarcina circuitelor audio din calculator este de a pune aerul în mișcare, producând sunete pe care omul le poate auzi pentru a fi prevenit sau alarmat, pentru a crea plăcere sau mirare.

5.1.2. Difuzoare

Sunetul fiind produs de către acțiuni mecanice, calculatorul întâmpină oarecare dificultăți în tratarea lui. Pentru a produce un sunet audibil, calculatorul trebuie să întreprindă acțiuni ce țin de mecanică. El are nevoie de un *transductor*³, un dispozitiv care transmite energia dintr-un sistem în altul – din PC-ul electric în lumea cinetică a sunetului.

Calculatoarele nu sunt singure în necesitatea lor de a converti semnale electrice în semnale mecanice (sunete). Aproape fiecare dispozitiv casnic audio are aceeași necesitate, de exemplu, telefoanele. Tehnologia necesară este disponibilă de la Alexander Graham Bell (1876) încoace. Cel mai comun transductor audio, *difuzorul dinamic*, a fost inventat de Keillog Rice. În difuzor, un curent electric parcurge o înfășurare (bobina) atașată unei *membrane* (conul difuzorului) care vibrează, punând în mișcare aerul. Fiecare PC este dotat cu un fel de difuzor. Cel mai comun tip e minimal, cu diametrul de cca. 50 mm. Cu toate că acest diametru e suficient pentru a produce zgomote, suferă din punct de vedere al calității și intensității.

Există un număr de factori care influențează timbrul sunetului generat. Cele mai importante sunt dimensiunea difuzorului și modul de montare.

Intensitatea unui sunet depinde de volumul aerului pus în mișcare. Pentru a mișca mai mult aer, membrana trebuie să fie mai mare, sau să se miște cu o amplitudine mai mare. Din motive fizice, la frecvențe joase trebuie mișcat mai mult aer pentru a obține aceleași modificări de presiune, deci aceeași intensitate sonoră, astfel că difuzoarele mai mari sunt mai bune pentru a genera frecvențe joase.

Și modul de montare a difuzorului influențează reproducerea frecvențelor joase. La frecvențe joase, undele de presiune create de difuzor pot parcurge distanțe substanțiale pe durata unei perioade a oscilației membranei. De fapt, când frecvențele sunt suficient de joase, aerul are timp să se miște din zona de presiune înaltă din fața membranei, în zona de presiune joasă din spatele ei. Aerul în mișcare anulează modificările de presiune și, deci, sunetul. La frecvențe joase (tipic sub 150 Hz) un difuzor în aer liber are un randament foarte slab.

Această atenuare la frecvențe joase poate fi eliminată sau redusă prin blocarea fluxului de aer ce curge din fața în spatele membranei. Punerea difuzorului într-o incintă realizează exact acest lucru. Cu toate că incintele acustice aduc problemele lor - absorb energie sonoră și au rezonanțe care reduc calitatea sunetului - în general ele îmbunătățesc calitatea sunetului.

³ Transductor - dispozitiv care primește energie de o anumită formă și o convertește într-o altă formă de energie (cf. DEX '98).

Difuzoarele interne ale calculatoarelor PC nu au incinte acustice, astfel că ele vor suferi în redarea frecvențelor joase (chiar dacă difuzoarele sunt în interiorul carcasei calculatorului, ele sunt de fapt suspendate în aer). Pentru a obține reproducerea realistă a sunetelor, un PC are nevoie de difuzoare externe în incinte acustice.

Este nevoie doar de curent electric pentru punerea în mișcare a difuzorului. Din păcate, inginerii proiectează circuitele calculatorului pentru a funcționa la curenți minimi. Multe calculatoare PC au adăugate circuite integrate speciale amplificatoare de curent (driver), pentru a genera semnale de putere suficientă, pentru comanda difuzorului intern (unele chiar pe placa de bază).

Pentru că difuzoarele în incinte au randament mai mic decât cele în aer liber (dar câștigă în calitatea sunetului), puterea necesară difuzorului intern (la limită) ar fi insuficientă pentru un difuzor extern în incintă. Pentru a obține putere suficientă pentru difuzoare externe, nivelul semnalului audio din PC trebuie crescut cu ajutorul unui amplificator.

Soluția standard pentru PC-uri prevede un filtru trece jos și o rezistență de limitare de curent între driver și difuzor. Filtrul trece jos elimină frecvențele superioare domeniului audibil normal. PC-urile deseori utilizează frecvențe înalte pentru a genera sunete în domeniul audibil.

Un rezistor (tipic 33 ohm) în serie cu difuzorul limitează curentul absorbit, prevenind distrugerea circuitului driver. Rezistorul reduce intensitatea sunetului generat, absorbind o parte din putere în procesul de limitare a curentului.

Calitatea sunetului generat de sistemul standard din PC-uri este slabă nu numai din cauza difuzorului. De fapt, difuzorul din cele mai multe PC-uri este bine adaptat capacităților rudimentare de generare de sunet ale sistemului audio de bază. Concepția originală a calculatoarelor PC nu prevede generarea de sunete deosebite. În loc de a prevedea circuite dedicate pentru sinteza sunetului, proiectanții calculatoarelor s-au bazat pe oscilatoarele deja existente în logica digitală a plăcii de bază.

Într-un calculator PC, semnalul digital al procesorului este condus prin driver direct la difuzor. Mai exact, driverul e conectat la unul din canalele circuitului integrat counter / timer 8253 sau 8254-2 (sau echivalent). Baza de timp stabilită pentru oscilator determină frecvența semnalului sonor emis de difuzor. În plus, intrarea în driver mai sunează două semnale pentru a adăuga un grad de complexitate semnalului de ieșire.

Caracterul digital al semnalului limitează dinamica sa. Sunetele sunt caracterizate, în general, de intensitate. Semnalul digital livrat difuzorului calculatorului este la nivel standard – nivelul standard al semnalelor digitale, astfel încât nivelul sonor al sunetului produs de difuzor nu variază. Toate sunetele produse de placa de bază a PC-ului au același nivel. Unele zgomote produse de calculator sună mai puternic decât altele în primul rând pentru că sunt mai iritante. Ele sunt generate printr-o combinație exactă de frecvențe pentru a acționa asupra părților sensibile estetic ale creierului uman. Rezultatul depășește cu mult cele mai optimiste previziuni ale proiectanților.

5.1.3. Plăci de sunet

Singura cale de a obține sunete mai bune de la un PC este adăugarea unui sistem audio complet nou, proiectat de la zero pentru a crea sunete care să producă plăcere, nu să irite. Completarea necesară pentru un PC este placa de sunet (sound board) - o placă cu circuite audio necesare, ce se introduce într-unul din conectorii pentru extensii din PC.

Pentru a corespunde cerințelor programelor multimedia și particularităților urechii umane, plăcile de sunet realizează mai multe funcții legate de prelucrările audio. Ele fac conversia sunetelor din forma digitală de stocare în forma analogică, astfel încât pot fi auzite; înregistrează sunete pentru redare ulterioară; creează sunete proprii cu sintetizoare interne; mixează rezultatele; amplifică produsul astfel încât să poată fi auzit.

Diferențele importante între plăcile de sunet sunt în două direcții: calitatea sunetului trimis la difuzor și compatibilitatea cu alte programe. Din cele două, ultima este mai importantă, pentru că dacă aplicația nu poate comunica cu placa de sunet, nu se va genera nimic, indiferent cât de perfecționate sunt circuitele audio.

Plăcile de sunet au trei sarcini principale: crearea sunetelor conform unor instrucțiuni trimise lor de către diverse programe; redarea sunetelor create cu alte surse și comanda altor dispozitive generatoare de sunete. Crearea sunetelor poartă numele de sinteză și poate produce rezultate de calitate foarte bună. Sunetele redate pot proveni din gama largă de surse, de la conținutul unui CD audio obișnuit, până la reproducerea sunetelor captate pe hard disk, eventual digitizate chiar de placa de sunet. Comanda altor dispozitive producătoare de sunete necesită o conectare electrică specială. În sistemele multimedia, controlul este efectuat prin intermediul unei interfețe MIDI (Musical Instrument Device Interface). Cu toate că este o interfață mai convențională, placa de sunet poate comanda funcționarea unui echipament CD-ROM. Interfața pentru CD-ROM este deseori parte a plăcii de sunet (nu necesar).

5.1.4. Sinteza sunetului

A produce sunete pe cale electronică este ușor. Orice semnal de curent alternativ cu frecvența în domeniul audio produce un zgomot când este trimis la un difuzor. A face un semnal electronic să sune ca ceva recognoscibil este ceva mai dificil. Este nevoie de o formă de undă potrivită. Circuitul de bază generator de frecvență, oscilatorul, produce un ton pur, atât de pur încât sună nerealist - electronic. Sunetele naturale nu sunt monofrecvență, ci o colecție de semnale de diferite frecvențe, corelate sau nu, de diferite intensități relative. De exemplu, un ton de la un instrument muzical conține o singură frecvență caracteristică (ce corespunde notei produse), numită fundamentală, și o mulțime de alte frecvențe, fiecare un multiplu al fundamentalei, numite armonici. Relațiile dintre intensitățile armonicilor dau sunetului generat de instrument identitate, constituind timbrul, și fac ca sunetul produs de vioară să sune diferit de cel produs de flaut. Timbrul este produsul rezonanțelor instrumentului muzical, ce tind să accentueze unele armonici și să atenueze altele. Zgomotul diferă de tonurile muzicale din cauză că cuprind foarte multe frecvențe, necorelate. De exemplu, zgomotul alb conține un amestec aleator din toate frecvențele, fiecare având aceeași intensitate.

Un rezultat fericit al faptului că toate sunetele sunt combinații de elemente de diferite frecvențe (Fourier, sec. XVIII), este că crearea oricărui sunet necesită doar însumarea mai multor semnale de frecvență potrivită în proporție potrivită. Astfel, sinteza sunetelor ar trebui să fie simplă - tot ce trebuie să ști este compoziția corectă. Aici, sinteza devine problematică. Experimentarea prin încercări și corectări pentru a afla combinațiile corecte este înfricoșătoare, pentru că numărul frecvențelor și intensitățile posibile ale fiecărei frecvențe sunt ambele infinite, astfel încât rezultă un număr de încercări inabordabil. Dacă în plus se ține cont de faptul că sunetul natural își modifică caracteristicile de la un moment la altul, adică în fiecare moment există o alta combinație de frecvențe, rezultând încă o infinitate de posibilități, rezultă că sinteza sunetelor e un proces în zona îndepărtată a imposibilului.

În realitate, numerele sunt mult mai abordabile decât în situația disperată prezentată mai sus. De exemplu, sunetele muzicale implică doar câteva frecvențe - fundamentala și armonici în domeniul audibil (uman), atât ca frecvență, cât și ca intensitate. Totuși, sinteza sunetului pornind de la zero este o activitate îndrăznească.

Proiectanții de dispozitive electronice au definit câteva strategii pentru sinteza sunetului cu diferite grade de succes. Două tehnici sunt mai populare în sintetizoarele actuale: modularea în frecvență și sinteza cu tabel de unde.

Compatibilitatea este elementul cel mai important când se apelează la o placă de sunet pentru a genera sunete prin instrucțiuni de program. Dacă o placă de sunet dată nu este complet compatibilă cu aplicația care o solicită, nu poate produce sunetele pe care le-a prevăzut inițial programatorul.

5.1.4.1. Sinteza substractivă

Sinteza substractivă reprezintă o metodă de creare a sunetelor prin îndepărtarea armonicilor, utilizând un filtru asupra semnalului audio.

Primele sintetizatoare de muzică adevărate (în opoziție cu instrumentele muzicale electronice, care încearcă să reproducă nu să sintetizeze sunetele) foloseau tehnologie analogică. Primele mașini de acest fel au fost create la sfârșitul anilor 50 și se bazau pe principiul sintezei subtractive. Aceste sintetizoare timpurii generau tonuri cu oscilatoare speciale numite generatoare de formă de undă care produceau tonuri bogate în armonici. În locul tonurilor pure din unde sinusoidale, ele generau unde dreptunghiulare, în dinte de fierăstrău și alte forme intermediare deosebite. În sine, fiecare din aceste oscilatoare genera o undă complexă bogată în armonici ce avea sunetul propriu distinctiv. Aceste forme de undă inițiale erau mixate împreună și formate utilizând filtre care accentuau anumite domenii de frecvență și atenuau altele. Uneori un ton era utilizat pentru a modula un altul pentru a crea forme de undă atât de ciudate că sunau de parcă erau create într-un univers străin.

Sinteza analogică s-a născut în era experimentărilor, când s-au explorat cele mai îndepărtate domenii ale muzicii noi. Sintetizoarele analogice nu încercau să sune ca instrumentele convenționale - în definitiv asta puteau deja face instrumentele convenționale și avangarda dorea ceva mult mai departe de aceasta. Scopul sintezei analogice era să creeze noi sunete, sunete ce nu se găseau în natură; sunete nemaiauzite până atunci; sunete ca sistemul digestiv al unui dinozaur gigant dispeptic. Sintetizoarele analogice sunau inconfundabil electronic.

Când adâncurile muzicii noi au fost sigilate, tehnologia digitală a apărut ca o alternativă la soluțiile analogice. Primele sintetizoare digitale încercau mai degrabă să reproducă funcțiile unităților analogice utilizând o tehnologie alternativă care permitea un control mai bun. De fapt, sinteza digitală a permis un atât de mare control al sunetelor încât a fost posibil nu numai să se creeze noi sunete, dar chiar să se creeze (sau măcar să se aproximeze) orice sunet. Scopul sintezei s-a mutat și spre mimarea instrumentelor convenționale - adică a instrumentelor scumpe, produse manual - cu înlocuitori ieftini, ce produceau sunete asemănătoare. Cu o cutie muzicală produsă în cantități de masă - sintetizorul digital - un muzician ar putea avea o întreagă orchestră la vârfurile degetelor sale.

5.1.4.2. Sinteza aditivă

Re-crearea sunetelor instrumentelor adevărate cerea tehnologii cu totul noi față de cele utilizate în sintetizoarele de sunete noi. Opusul unui sintetizor substractiv este sintetizorul aditiv. În loc de a pleca de la unde complexe și a filtra părțile nedorite, sintetizorul aditiv construiește sunetele în cel mai logic mod - adunând toate componentele de frecvențe necesare pentru a construi un sunet muzical. Acest lucru era imposibil cu tehnica analogică, dar precizia tehnicii digitale a făcut din sinteza aditivă o realitate. Sintetizatorul digital aditiv a creat matematic forma de undă ce ar fi fost generată prin mixare de tonuri. Semnalul digital rezultat este apoi convertit într-un semnal analogic (cu un convertor digital-analogic) care acționează difuzorul sau sistemul de înregistrare.

Sintetizatorul aditiv a avut de făcut față unei mari probleme în încercarea de a crea sunete realiste: amestecul frecvențelor fiecărei note a unui instrument se face diferit. De fapt, amestecarea frecvențelor se modifică de la atacul inițial, când începe o notă (de exemplu când un ciocănel lovește coarda unui pian) până la stingerea sunetului (*envelope*). Pentru a produce sunete care să se apropie de realitate, sintetizorul a necesitat o descriere completă a fiecărei note pe care ar trebui să o creeze pe toată perioada generării. Ca rezultat, un sintetizor digital aditiv adevărat este un dispozitiv complex și scump.

Sinteza practică a sunetului pentru calculatoare PC este bazată pe tehnologii mult mai modeste decât sinteza aditivă pură. Două alternative primare au devenit populare comercial în sintetizoarele incorporate în plăcile de sunet pentru PC-uri. Acestea sunt sinteza prin modulare în frecvență (*FM synthesis*) și sinteza cu tabel de unde (*wavetable synthesis*).

5.1.4.3. Sinteza prin modulare în frecvență

În 1973, John Chowning a descoperit că două tonuri sinusoidale pure pot fi combinate pentru a genera sunete interesante utilizând modulația în frecvență. Cu toate că principiul nu corespunde unui fenomen natural, poate fi utilizat pentru a crea sunete cu atacuri și stingeri (creșteri și descreșteri) aproape naturale.

Sinteza FM rezultantă lucrează prin pornirea cu o frecvență, numită purtătoare și alterând acest semnal cu o a doua frecvență, numită modulatorie. Când modulatoria este o frecvență joasă, de câțiva Hertz, frecvența purtătoare crește și scade asemănător unei sirene. Când purtătoarea și modulatoria sunt de frecvențe apropiate, rezultatul este o undă complexă. Modificarea intensității modulatoriei modifică amestecul frecvențelor în unda rezultantă,

alterând timbrul (modificarea intensității purtătoarei modifică intensitatea sunetului). Schimbând raportul între purtătoare și modulator, timbrul se modifică într-un mod natural.

Un sistem simplu pentru sinteza FM are nevoie doar de două oscilatoare ce produc unde sinusoidale. Totuși, un sintetizor cu o combinație mai bogată de purtătoare și modulatori poate crea o varietate și mai mare de forme de undă și de sunete. Fiecare undă sinusoidală produsă de sintetizor se cheamă operator. Sintetizoarele obișnuite au patru până la șase operatori.

Punctul forte al sintezei FM este că implementarea este ieftină; este nevoie doar de un circuit integrat. Pe de altă parte, sinteza FM nu poate chiar duplica sunetele din lumea reală. Sunetele create prin sinteza FM sunt recognoscibile - atât ca și efect dorit cât și ca sunete sintetizate.

5.1.4.4. Sinteza cu tabel de unde

O tehnică alternativă pentru crearea sunetelor este sinteza cu tabel de unde. Cunoscută și sub numele de eșantionare (*sampling*), sinteza cu tabel de unde nu pornește de la tonuri pure, ci cu forme de undă reprezentative pentru sunete particulare. Reprezentările sunt în forma exactă a undelor sunetelor respective, toate formele de undă ce pot fi generate fiind stocate într-un tabel electronic, de unde și numele metodei. Formele de undă pentru un anumit instrument sau sunet sunt doar șabloane pe care sintetizorul le manipulează pentru a produce muzică sau ceea ce ar trebui să fie muzică. De exemplu, tabelul de unde poate cuprinde un scurt fragment din sunetul unui flaut cântând o anumită notă. Sintetizorul poate modifica frecvența notei respective pentru a cânta întreaga gamă și poate modifica durata, pentru a genera ritmul potrivit.

Cu toate că sinteza cu tabel de unde produce sunete mai naturale decât sinteza FM, ele nu sunt integral realiste pentru că nu reproduc transformarea completă a sunetelor muzicale de la atac la stingere, nici variația subtilă a timbrului produsă de anumite instrumente sintetizate. Unele sintetizoare cu tabel de unde au modele specifice pentru atac, palier și stingerea notelor, dar calculează matematic tranzițiile între ele. Acestea se apropie mai mult de realitate, dar încă sunt departe de perfecțiune. În general, notele sintetizate cu tabel de unde au toate același mixaj de frecvențe și în consecință au o monotonie subtilă dar nereală.

5.1.6. Digitizare și eșantionare

Realitatea încă nu poate fi sintetizată. Chiar cele mai bune sintetizatoare doar se apropie de sunetele lumii reale. Sunetul de cea mai bună calitate produs de o placă de sunet nu este sintetizat, ci este înregistrat. Ca și discurile compact, plăcile de sunet utilizează sisteme de înregistrare digitală a sunetului cu tehnologii înalte, de foarte bună calitate, de mare fidelitate.

Înregistrarea digitală a sunetului transformă sunetele în numere. Adică, o placă de sunet analizează undele audio de mii de ori pe secundă și asignează valori numerice pentru intensitatea sunetului la fiecare analiză; numerele sunt apoi memorate. Pentru a reproduce sunetele sau zgomotul, placa de sunet lucrează invers. Preia numerele înregistrate și regenerează intensități corespunzătoare de semnal la intervale ce corespund exact cu cele de la înregistrarea sunetului. Rezultatul este o reproducere aproape exactă a sunetului original.

Procesul de înregistrare digitală implică câteva variabile arbitrare. Cele doua mai importante sunt frecvența cu care se face examinarea semnalului audio original - numita frecvența de eșantionare - și combinația de cod numeric atribuită fiecărei valori eșantionate. Codul este digital și este definit pe un anumit număr de biți, rezoluția sistemului. Calitatea reproducerii sunetului este determinată în primul rând de valorile alese pentru aceste variabile.

Frecvența de eșantionare limitează răspunsul în frecvență al sistemului digital de înregistrare. Cea mai înaltă frecvență ce poate fi înregistrată și reprodusă digital este jumătate din frecvența de eșantionare. Această frecvență superioară este numită deseori frecvența Nyquist. Semnalele de frecvență mai mare se înregistrează în mod ambiguu, putând fi confundate cu semnale de frecvențe mai joase, rezultând distorsiuni. Pentru a preveni apariția problemelor, semnalele de frecvențe mai mari decât jumătate din frecvența de eșantionare trebuie eliminate (filtrate) înainte de a fi eșantionate digital. Pentru că niciun filtru audio nu este perfect, multe sisteme audio digitale au frecvența de tăiere mai mică decât frecvența Nyquist. Sistemul digital audio Compact Disc este proiectat pentru înregistrarea sunetelor cu frecvențe până la 15kHz și utilizează o frecvență de eșantionare de cca. 44kHz.

Numărul de biți dintr-o codare digitală determină numărul de valori discrete diferite pe care le poate înregistra. De exemplu, un sistem pe opt biți poate reprezenta 256 de obiecte distincte. Un sistem de înregistrare care lucrează pe opt biți va putea înregistra 256 valori diferite ale nivelelor semnalului sonor. Din păcate, muzica și sunetele, în general, au o variație continuă, nu în trepte. Diferența între treptele digitale și sunetul continuu generează distorsiuni. Aceste distorsiuni se adaugă la zgomotul din sistemul de înregistrare. Reducerea zgomotului și a distorsiunilor presupune micșorarea mărimii treptelor, deci creșterea numărului de trepte. Sistemele de calitate înaltă calitate CD - necesită codificare pe cel puțin 16 biți.

Frecvența de eșantionare și rezoluția determină cantitatea de date care trebuie înregistrate. În plus, înregistrarea stereofonică dublează cantitatea de date necesare (două canale). Frecvența de eșantionare de 44.1 kHz și rezoluția de 16 biți a sistemelor audio stereo CD fac necesară prelucrarea a cca. 150.000 biți pe secundă.

Pentru compatibilitate completă cu sistemele CD, cele mai multe plăci de sunet noi au capacitatea de digitizare la nivelul CD. Pentru a economisi spațiu pe disc și timp de calculator, cele mai multe oferă opțiuni de lucru la parametri reduși. Mai mult, multe plăci de sunet mai vechi nu erau suficient de puternice pentru calitatea CD. În consecință, se găsesc plăci de sunet ce lucrează la frecvențe mai mici de eșantionare și cu rezoluții mai slabe. De asemenea, multe plăci vechi se limitează la lucrul în mod monofonic. Specificația MPC pretinde doar lucrul pe opt biți. Cele mai multe plăci de sunet suportă frecvențe de eșantionare de 22 și de 11 kHz, altele au și valori intermediare: 8, 16 sau 32 kHz.

Dacă se dorește realizarea de înregistrări originale, în general se va pretinde folosirea unei frecvențe de eșantionare cât mai înalte, la limita posibilităților calculatorului PC. Dacă se dorește redarea unor sunete înregistrate pe un alt PC, se alege o placă de sunet care suporte formatul original. Nu este de așteptat o calitate a sunetului ca de studio de înregistrări de la o placă de sunet chiar dacă lucrează la nivel CD. În operare, zgomotul electronic ce bântuie în PC se va scurge și în placa de sunet și în semnalele din ea, degradând înregistrările.

Circuitele de prelucrare digitală a semnalelor din cele mai multe echipamente CD sunt mai sofisticate decât cele de pe plăcile de sunet. Se obține o calitate mai bună de la sistemele audio

stereofonice decât de la plăcile de sunet. De fapt, multe plăci de sunet au intrări analogice care fac posibilă trimiterea unui semnal analogic de la un echipament CD audio, convertit din digital la forma analogică, prin sistemul de sunet al PC-ului. Multe plăci analogice permit digitizarea sau eşantionarea acestui semnal, înregistrarea lui în forma digitală sau mixarea lui cu alte sunete şi reproducerea lui prin difuzoarele conectate la PC. Din cauză că semnalele analogice introduse în placa de sunet în forma analogică nu necesită nicio prelucrare digitală, redarea lor nu încarcă PC-ul.

5.1.7. Comanda instrumentelor muzicale electronice

O altă modalitate de a crea muzică minunată cu calculatorul este de a comanda instrumente muzicale electronice externe. În loc de a genera sunete, PC-ul devine un secvenţiator, un surogat de dirijor electronic, capabil de a conduce o mare orchestră de instrumente electronice în creaţia originală a utilizatorului. Un secvenţiator nu e altceva decât un sistem de memorare şi generare de mesaje, cu posibilităţi de editare. Memoria necesară pentru secvenţiator este pusă la dispoziţie de discul hard al PC-ului. Editorul este programul de făcut muzică.

5.1.8. MIDI

Interfaţa MIDI reprezintă sistemul de mesaje pentru instrumente electronice. MIDI este modul de conectare standard a instrumentelor şi accesoriilor electronice. În esenţă, MIDI reprezintă şi o componentă hardware (un port serial special) şi una software (un protocol pentru transferarea comenzilor prin port). Este unul din puţinele elemente standard ale plăcilor de sunet care lucrează cu aproape orice se pretinde a fi compatibil MIDI. MIDI face posibilă interconectarea de sintetizatoare, secvenţiatoare, calculatoare, maşini de ritm, şi altele printr-o interfaţă standard.

Cu toate că MIDI este folosit pentru legarea instrumentelor muzicale electronice, conexiunea MIDI nu transferă muzică. Conductoarele MIDI sunt folosite doar pentru semnale de comandă. Asemenea unei telecomenzi pentru televizor, el pune în funcţiune şi deconectează echipamente.

5.1.8.1. Hardware

Hardware-ul interfeţei MIDI este simplu din punct de vedere logic şi electronic. Este doar un alt tip de port serial proiectat pentru a asigura un port de viteză medie pentru transferul comenzilor la interfeţe muzicale. Fiecare dispozitiv conectat are circuite de recepţie şi de emisie, cu toate că unele pot avea doar unul din tipuri. Un emiţător MIDI împachetează semnalele în format standard MIDI şi le trimite pe linie. Un receptor MIDI ascultă comenzile de pe magistrala MIDI şi le execută pe acelea care îi sunt destinate.

Fiecare port MIDI are la bază un circuit UART (*Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*) care converteşte datele din forma paralelă în serială. Emiţătoarele MIDI se leagă de magistrala MIDI prin driver de linie, care amplifică semnalul de la UART pentru a putea duce o buclă de

curent de 5 mA. Driverul izolează UART de eventualele probleme ale liniei. Semnalul emis este dimensionat pentru a acționa exact un receptor MIDI.

Fiecare receptor MIDI se leagă de magistrală printr-un optocuplor (izolat electric), un dispozitiv ce utilizează semnalul electric recepționat pentru a alimenta un LED. Un fotoelement sesizează modificările luminozității LED-ului și creează un semnal electric corespunzător. Fasciculul luminos intermediar izolează semnalul electric recepționat de dispozitivele MIDI, prevenind necazurile de genul șocurilor electrice (care dăunează utilizatorului) și buclilor la masă (care dăunează integrității semnalului MIDI). Concretizarea emițătorului MIDI se face prin conectorul *Out* al dispozitivului MIDI. Conectorul *In* face legătura cu un receptor MIDI. Conectorul *Thru*, dacă este prezent, este un al doilea emițător, conectat direct la receptor utilizând conectorul *In*.

Conectoarele MIDI sunt standard, tip DIN cu cinci pini (Figura 5.2). Doar trei pini sunt utilizați: pinul 2 este masă (referința), pinul 4 este sensul pozitiv al semnalului diferențial, pinul 5 este sensul negativ. Pinii 1 și 3 nu sunt utilizați și nu sunt conectați. Spre deosebire de porturile seriale obișnuite, nu este necesară inversarea conductoarelor între conectoarele de la capetele cablului; toate cele trei conexiuni sunt identice la ambele capete.



Figura 5.2. Conectori MIDI

Cablurile MIDI au conectoare DIN atât de 5 pini la ambele capete. Utilizează cabluri ecranate cu perechi răsucite și pot avea până la 15 metri. Ecranul este conectat la pinul 2 la ambele capete.

Circuitele UART din sistemul MIDI realizează o conectare serială asincronă ce operează la viteza fixă de 31.250 biți pe secundă. Deoarece fiecare octet transferat e încadrat de un bit de start și unul de stop, informația se transmite cu viteza de 3125 octeți pe secundă. Logica semnalelor este negativă, adică un 0 logic pe magistrala MIDI se transmite prin prezența curentului.

Interfețele MIDI se comportă față de PC la fel ca alte porturi. Ele comunică cu sistemul prin schimb de octeți printr-un port de intrare - ieșire. Cele mai multe adaptoare MIDI utilizează ca adresă de intrare - ieșire 330H. Ca alternativă, multe plăci de sunet utilizează adresa 220H, care este o alegere mai bună, pentru că multe adaptoare SCSI preferă ca adresa de bază pentru comunicații 330H. În orice caz trebuie verificat dacă aplicația MIDI cunoaște adresa portului aleasă pentru adaptorul MIDI.

Interconectarea chiar a celui mai complex sistem MIDI este foarte simplă. Toate dispozitivele sunt legate în lanț, adică se conectează ieșirea (conectorul *Out*) unui dispozitiv cu intrarea (conectorul *In*) următorului. Semnalele vor circula de la primul emițător prin toate dispozitivele, până la ultimul receptor. În mod obișnuit, primul emițător este claviatura sau

secvențiatorul operatorului; restul dispozitivelor din lanț sunt sintetizoare sau instrumente electronice.

Conectoarele *Thru* aduc sistemului grade de libertate suplimentare și sofisticare. Deoarece semnalul de la conectorul *Thru* este o replică a celui de la conectorul *In*, informația pe care dispozitivul respectiv o adaugă nu apare la conectorul *Thru*. În mod normal acest lucru nu dă probleme, pentru că cele mai multe dispozitive MIDI sunt instrumente muzicale ce se comportă doar ca receptoare. Totuși, dacă există, de exemplu, o claviatură conectată la un secvențiator, orice dispozitiv legat la conectorul *Thru* al secvențiatorului va primi doar semnalele generate de tastatură, nu și cele produse de secvențiator.

5.1.8.2. Protocol

Cea mai complexă parte a unui sistem MIDI este protocolul de comunicații, semnalele transmise pe cabluri. Dispozitivele MIDI comunică între ele prin conexiunile MIDI, trimițând mesaje, care nu sunt altceva decât secvențe de octeți. Fiecare mesaj începe cu un octet de stare ce identifică tipul mesajului; de exemplu, de a cupla sau decupla o notă muzicală. Octetul de stare este, uzual, urmat de octeții de date în grupuri de câte unul sau doi (funcție de comandă), care poartă informația despre ce trebuie făcut; de exemplu, care notă să fie generată. Octeții de stare sunt identificați fără ambiguitate pentru că totdeauna bitul lor cel mai semnificativ este unu logic. Octeții de date au totdeauna bitul cel mai semnificativ egal cu zero.

Fiecare sistem MIDI are 16 canale ce pot fi adresate individual. Sunetele generate de sintetizatoare sau de instrumente în sistemul midi sunt numite voci. Cum sună o anumită voce depinde de sintetizatorul ce o generează. O voce comandă un program în sintetizator, programul fiind o proprietate a sintetizatorului. Același mesaj MIDI poate produce sunete diferite din diferite sintetizatoare.

Fabricanții de instrumente muzicale au definit 128 de programe, asignând o valoare numerică și un nume fiecăruia. Rezultatul se cheamă *General MIDI*.

Un sistem MIDI are două clase de canale: canale de voce și canale de bază. Un canal de voce comandă o voce individuală. Un canal de bază fixează modul fiecărui receptor MIDI pentru recepția vocilor și mesajelor de comandă.

5.1.9. Conexiuni de ieșire

Cele mai multe plăci de sunet au amplificatoare audio integrate, proiectate pentru a lucra cu difuzoare externe. Din cauza constrângerilor impuse de PC, aceste amplificatoare sunt rudimentare. Tipic, ele produc o putere mică, uzual între 100mW și 1 W. Mai rău, ele taie frecvențele sub 100 Hz, cele care au cel mai mare impact în efectele sonore produse de plăcile de sunet. Cu toate că se poate conecta un amplificator suplimentar și un sistem de difuzoare la placa de sunet pentru a evita dezavantajele puterii mici, nu se poate elimina dezavantajul tăierii frecvențelor joase.

Multe ieșiri audio ale plăcilor de sunet sunt de nivel înalt, gândite pentru conectarea directă a difuzoarelor. Utilizând circuite amplificatoare de putere, ele pot lucra pe sarcini de impedanță mică precum cele ale difuzoarelor; tipic de la patru la șaisprezece ohmi. Cu toate că aceste

conexiuni sunt proiectate pentru difuzoare, ele se potrivesc și cu intrările de nivel înalt ale celor mai multe amplificatoare sau sisteme audio, putând fi conectate direct (prin cablu).

Puterea de 1 W a plăcii de sunet nu creează probleme la intrarea unui echipament audio la care este conectată. Circuitele de intrare au o impedanță corespunzătoare, fiind sensibile la nivelele de tensiune ale semnalului de intrare și nu la puterea sa. Pentru că intrările amplificatoarelor au de regulă impedanțe înalte –cel puțin 2000 ohm, dar și peste 100,000 ohm curentul absorbit din sursă de către circuitele de intrare este foarte mic. Nivelele de tensiune se potrivesc destul de bine pentru că semnalele să fie compatibile. Cu toate că s-ar putea să fie necesară ajustarea nivelului semnalului de ieșire de la reglajul de volum în cazul plăcilor de sunet ce furnizează putere mare, pentru a preveni supratensiuni în circuitele de intrare.

O placă de sunet cu ieșire de putere 1 W pe sarcina de 4 ohmi produce un semnal de ieșire cu tensiunea de 2 V. La o putere de ieșire de 100 mW, tensiunea este de 0,62 V. Cele mai multe amplificatoare și sisteme audio admit pe intrarea de nivel înalt (AUX) semnale în domeniul 0,1...1 V. Nu se cuplează ieșirile plăcii de sunet la intrări de microfon, pentru că acestea sunt proiectate pentru a lucra la semnale mici.

Dacă se dorește realizarea unei legături directe la un amplificator sau un sistem audio extern, se va ajusta volumul la minim la ambele echipamente (placa de sunet și amplificatorul extern) înainte de interconectare. Se generează sunete cu placa de sunet și se reglează încet controlul de volum la amplificator până la poziția pentru o audiție normală. După aceasta, se crește nivelul cu reglajul de pe placa de sunet până când se atinge o intensitate sonoră convenabilă de la difuzoarele amplificatorului.

Dacă se dorește putere mai mare decât poate furniza placa de sunet dar nu se dorește folosirea unui amplificator extern suplimentar, se pot folosi sistemele de difuzoare cu amplificator încorporat.

5.1.10. Procesoare digitale de semnal

În anii următori, sistemele audio bazate pe calculatoare PC vor suferi schimbări esențiale, așa cum s-a întâmplat cu sistemele video. Nucleul acestor schimbări este *Procesorul de Semnale Numerice (DSP)*, echivalentul audio al coprocesorului grafic. DSP aduce plăcilor de sunet programabilitatea, astfel încât procesările tradiționale cum ar fi filtrarea (pentru atenuarea sau accentuarea anumitor frecvențe), sinteza, sau chiar conversia digital-analogic sunt controlate prin software, modificabile foarte ușor.

Drumul semnalelor în DSP nu este simplu. Semnalele analogice de la intrare sunt transformate în combinații de cod numeric pe care DSP le prelucerează matematic, făcând transformările semnalelor sub controlul unor algoritmi specificați de către un program; apoi semnalele sunt convertite înapoi în forma analogică (Figura 5.3). Un DSP nu trebuie să fie decât un microprocesor optimizat pentru prelucrarea semnalelor audio (eventual video).

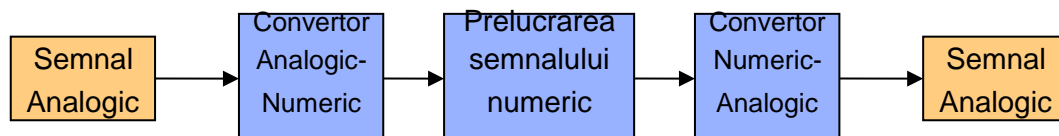


Figura 5.3. Un sistem simplu de procesare digitală

La fel cum coprocesorul grafic este proiectat să lucreze cu date reprezentând imagini. DSP este optimizat să lucreze cu sunete și alte semnale asemănătoare. Cerințele prelucrării sunetelor sunt mult diferite de cele generale pentru un microprocesor obișnuit. DSP nu trebuie să fie la fel de puternic precum microprocesorul principal al calculatorului, dar trebuie să fie mai rapid. DSP este ca o porțiune de conductor, deci semnalele care intră trebuie să iasă cu aceeași viteză, fără a fi încetinite. Nu trebuie să apară întârziere între intrare și ieșire. DSP trebuie să lucreze în timp real. Dacă ar trebui să facă pauză pentru a realiza calculele necesare, rezultatul ar fi o pauză în sunetul generat. Aceste pauze ar fi recepționate ca distorsiuni.

În același timp, DSP nu are nevoie de prelucrare pe 32 biți. Șaisprezece biți sunt suficienți pentru a codifica sunetul fără urme de distorsiuni audibile (cel puțin pentru cele mai multe urechi). Cele mai multe DSP sunt proiectate pe 16 biți (chiar dacă au și registre pe 32 biți pentru rezultatele înmulțirilor).

Multiplicarea este cea care dă diferența majoră între cerințele de prelucrare ale DSP și ale unui microprocesor de uz general. Cele mai multe manipulări, cum ar fi filtrarea, necesită înmulțirea semnalelor cu funcții trigonometrice. DSP necesită capacități matematice la nivelul unui coprocesor matematic. Multe procesoare RISC excelează, și ele, în partea de matematică, astfel încât multe DSP sunt bazate pe procesoare RISC. De fapt, unii proiectanți consideră adecvată utilizarea directă a unor procesoare RISC normale pe post de DSP, cu toate că procesoare DSP specifice aplicației pot fi substanțial mai ieftin.

Aceste circuite DSP pot fi diferențiate de procesoarele RISC prin circuitele interne specializate care facilitează utilizarea lor în cadrul unui PC. De exemplu, cele mai populare DSP-uri utilizate în PC-uri, Texas Instruments TM5320M500 și TM5320M520, încorporează circuite pentru a se lega la magistrala ISA, la linii telefonice, la microfoane și la difuzoare. Această concepție permite DSP să facă toate prelucrările audio pe care le necesită un PC. Poate fi sintetizor, modem, sau inima unui sistem de recunoaștere a vorbirii.

Deoarece definitoriu pentru DSP sunt programele, nu hardware, un modem DSP poate comuta între standardele de comunicații la fel de ușor ca încărcarea unui fișier de configurare. Se poate dezvolta un modem DSP pentru a se adapta unui nou standard de comunicații fără a fi necesară o modificare hard. Similar. DSP poate duplica funcția circuitelor audio sau ale unei plăci grafice - sintezele aditivă, FM, cu tabel de unde sunt sarcini simple pentru DSP.

Care sunt dezavantajele? De ce nu există DSP pe fiecare placă de sunet, modem sau PC? Un motiv ar fi noutatea: tehnologia DSP este nouă și multor proiectanți le lipsește experiența în utilizarea ei. Construirea cu DSP cere un alt mod de gândire decât crearea cu hardware audio convențional. De asemenea, nu există un standard în industria DSP. În condițiile în care piața de microprocesoare e dominată de Intel, nu există un DSP care să domine piața. De fapt, nu există nicio concepție unică. Fiecare fabricant produce după specificații proprii, cu arhitectura internă proprie.

Primele aplicații în care au apărut DSP sunt dispozitive hardware care ascund DSP de circuitele PC-ului. Proiectantul produsului și nu calculatorul PC comandă ce să facă DSP. De obicei, DSP realizează o funcție specifică, precum comanda unui modem. Adevărata

flexibilitate a DSP nu va fi pusă în evidență până când calculatorul PC nu va avea complet sub control DSP și îi va trimite programe direct.

Ceea ce stă în cale este lipsa unui standard comun. Fiecare tip de DSP acceptă doar software scris special pentru el. Fabricanții de DSP au creat, fiecare, standarde proprii în speranța că creația lor va fi acceptată ca specificație standard de către industria de PC-uri.

În prezent există patru standarde cu prezență majoră în industrie: arhitectura Windows DSP (Microsoft), MWave (Texas Instruments - IBM), VCOS (AT&T) și arhitectura Signal Computing (Analog Devices).

partea a II-a: Formate Multimedia

6. Formate document

6.1 Limbajul PostScript

PostScript (PS) este un limbaj de descriere a paginilor și un limbaj de programare cu puternice facilități grafice folosit în principal în *desktop publishing* (crearea asistată de calculator a documentelor pentru tipărit). A fost creat de către John Warnock și Charles Geschke în 1982 pentru comanda unor imprimante laser. În același an, cei doi au înființat compania Adobe Systems.

O secvență PostScript este rulată de un interpretor pentru generarea unei imagini. Acest proces de interpretare a unor secvențe de cod PostScript poate să necesite multe resurse.

Limbajul PostScript presupune că imaginea grafică a paginii este mai întâi creată într-o memorie specială („pagina curentă”) apoi conținutul acestei memorii este redat pe o foaie de hârtie de către imprimantă.

Descrierile în limbajul PostScript sunt de fapt fișiere de comenzi care pot fi citite și analizate de interpretorul PostScript și executate. În fiecare moment al funcționării sale, interpretorul presupune că există o stare grafică curentă, formată din 15 parametri:

1. current transformation matrix,
2. color,
3. halftone screen,
4. transfer,
5. path,
6. line width,
7. position,
8. flatness,
9. line cap,
10. line join,
11. miter limit,

12. dash pattern,
 13. font,
 14. clipping path,
 15. device, având următoarele semnificații:
- [Current transformation matrix] Utilizatorul desenează în „spațiul utilizatorului”. Transpunerea desenului în pagina curentă poate fi realizată prin deformare, prin transformări de coordonate (translații, rotații, simetrii) realizate de o matrice de transformare.
 - [Color] Culoarea pentru umplerea interiorului formelor (halftone screen) în vederea „traducerii” culorilor în nuanțe de gri și a reprezentării cât mai eficiente din punct de vedere optic.
 - [Path] Cuantumurile sunt realizate inițializând și completând succesiv drumul de o anumită grosime (line width) cu ajutorul punctului curent (position).
 - [Flatness] Finețea aproximării redării arcelor de cerc și a curbelor prin segmente de dreaptă.
 - [Line cap] Controlează modul de redare a extremităților segmentelor (Figura 6.1 – capetele liniilor sunt retezate sau rotunjite).



Figura 6.1. Terminații ale liniilor

- [Line join] Controlează modul de cuplare a doua segmente adiacente (Figura 6.2) la care, pentru cuplare „retezată”, se adăuga limita de retezare (miter limit).



Figura 6.2. Moduri de îmbinare ale liniilor

- [Dash pattern] Modul de redare a liniilor întrerupte.
- [Font] Fontul curent pentru redarea textelor.
- [Clipping path] Conturul de încadrare care determină zona paginii curente ce va fi efectiv desenată (construcțiile grafice care ies în afara acestui contur vor fi neglijate).
- [Device] Stabilește formatul și dimensiunea foii de hârtie, orientarea, rezoluția. Acestea sunt legate intrinsec de imprimantă și nu ar trebui să fie modificate de utilizator – ceilalți parametri pot fi modificați, interpretorul putând salva (pentru folosire alternativă) un număr de cel mult 16 stări grafice distincte.

Descrierea drumurilor (paths) se face prin comenzile:

- **newpath** – începe drum nou.
- **x y moveto** – salt în punctul de coordonate (x,y).
- **x y lineto** – descrie un segment din punctul curent (x₀,y₀) până la coordonata (x,y) – care devine noul punct curent.
- **dx dy rmoveto** – salt relativ de la punctul curent (x₀, y₀) la (x₀+dx, y₀+dy);
- **dx dy rlineto** – segment descris relativ;
- **x y r α β arc** – trasează un arc de cerc de la unghiul α la unghiul β, având centrul la coordonata (x, y) și raza r.
- **x1 y1 x2 y2 x3 y3 curveto** – descrie o curbă Bézier cubică având ca noduri punctul curent (x₀, y₀) și punctul de coordonate (x₃, y₃), iar ca puncte de control (x₁, y₁) și (x₂, y₂). În urma acestei comenzi (x₃, y₃) devine noul punct curent.

6.1.1 Curbe Bézier

Curbele Bézier reprezintă curbe parametrice și sunt utilizate frecvent în domeniul graficii computerizate. Curbele Bézier pot fi generalizate pentru un număr mai mare de dimensiuni spațiale, astfel încât pentru spații tridimensionale avem de a face cu suprafețe Bézier.

O curbă plană poate fi reprezentată parametric astfel:

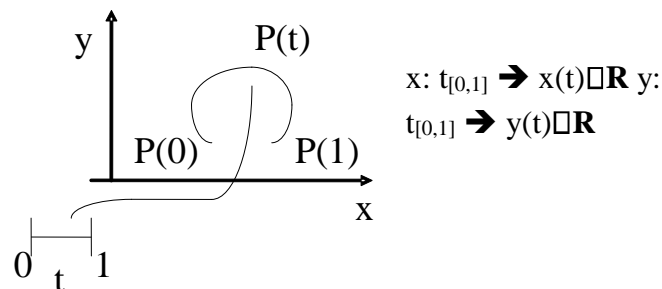


Figura 6.3. Reprezentarea unei curbe plane

Să presupunem că ambele funcții sunt polinomiale de grad

$$\square 3: x(t) \square a_0 t^3 \square a_1 t^2 \square a_2 t \square a_3$$

$$y(t) \square b_0 t^3 \square b_1 t^2 \square b_2 t \square b_3$$

Aceste funcții pot fi rescrise exploatând simetria [0,1] astfel:

$$\begin{aligned} x(t) \square A_1 \square t^3 \square 3 B_1 \square t^2(1 \square t) \square 3 B_0 \square t(1 \square t)^2 \square A_0 \square (1 \square t)^3 & \quad P(0) \square (A_0 \square, A_0 \square \square) \\ & \quad \rightarrow \\ y(t) \square A_1 \square \square t^3 \square 3 B_1 \square \square t^2(1 \square t) \square 3 B_0 \square \square t(1 \square t)^2 \square A_0 \square \square (1 \square t)^3 & \quad P(1) \square (A_1 \square, A_1 \square \square) \end{aligned}$$

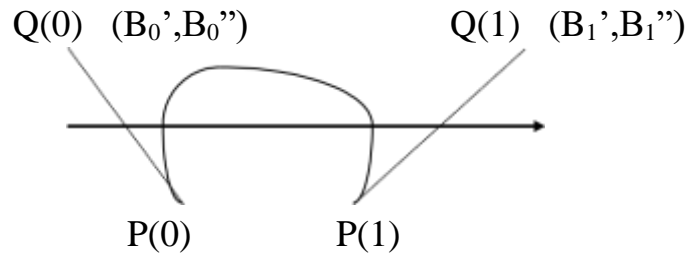


Figura 6.4. Curbă Bézier cubică

Astfel, avem de-a face cu o curbă Bézier cubică în care $P(0)$ și $P(1)$ sunt *noduri fixe*, iar $Q(0)$ și $Q(1)$ reprezintă *puncte de control*.

O curbă Bézier de gradul n poate fi exprimată sub forma:

$$B(t) = \sum_{i=0}^n \binom{n}{i} (1-t)^{n-i} t^i P_i,$$

unde $\binom{n}{i}$ este coeficientul binomial.

În funcție de gradul polinomului putem distinge mai multe tipuri de curbe Bézier. Astfel:

- pentru $n=1$ avem curbe Bézier liniare. Practic, în acest caz curba Bézier reprezintă o linie care unește două puncte P_0 și P_1 .

$$B(t) = (1-t)P_0 + tP_1, t \in [0,1]$$

- Pentru $n=2$ avem curbe Bézier cuadratice. În acest caz curba Bézier pornește din punctul P_0 în direcția punctului P_1 , apoi cotește pentru a ajunge în punctul P_2 din direcția punctului P_1 . Altfel spus, tangentele punctelor P_0 și P_2 se intersectează în punctul P_1 .

$$B(t) = (1-t)^2 P_0 + 2(1-t)t P_1 + t^2 P_2, t \in [0,1]$$

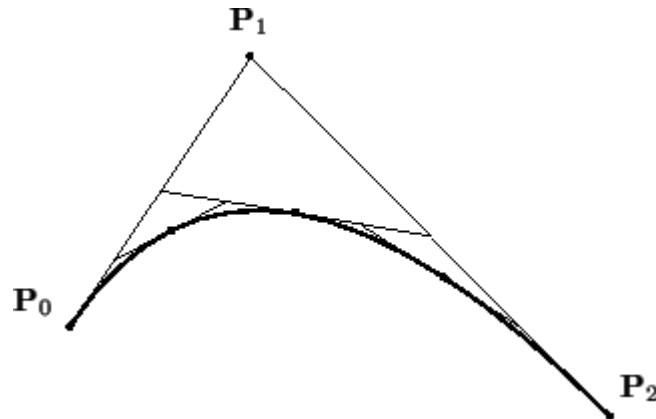


Figura 6.5. Curbă Bézier cuadratică

- Pentru $n=3$ avem curbe Bézier cubice. În acest caz curba pornește din punctul P_0 în direcția punctului P_1 și ajunge în punctul P_3 din direcția punctului P_2 . Punctele P_1 și P_2 au rolul de a oferi informații privitoare la direcția curbei.

$$B(t) = (1-t)^3 P_0 + 3(1-t)^2 t P_1 + 3(1-t)t^2 P_2 + t^3 P_3, t \in [0,1]$$

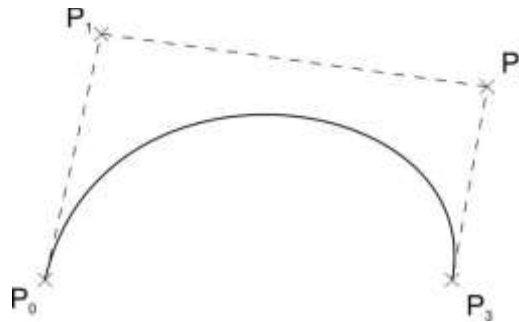


Figura 6.6. Curbă Bézier cubică

6.1.2. Definirea drumurilor în PostScript

În PostScript, orice drum începe cu un punct inițial, deci prima operație în descrierea unui drum este obligatoriu o poziționare $x_0 y_0$ **moveto**.

Se presupune că fiecare punct în care se ajunge ca urmare a unei comenzi **moveto** sau **rmoveto** este punctul inițial al unui subdomeniu, care este astfel definit până la execuția unei comenzi similare.

Alte comenzi:

- **closepath** – completarea ultimului subdrum cu un segment ce leagă punctul curent de punctul inițial al subdrumului;
- **fill** – umple interiorul unei forme;
- **stroke** – transpunerea în pagina curentă (ținând cont de atribuțiile stării grafice): după stroke, drumul trasat este inițializat.

Observație: Dacă se dorește păstrarea drumului după transpunerea în pagină și continuarea cu alte subdrumuri, se execută **gsave stroke grestore**.

- **g setlinewidth** – modificarea grosimii unui drum ($g > 0$);
- **r g b setrgbcolor** – modificarea culorii (roșu, verde, albastru: numere între 0 și 1)
- **h s b sethsbcolor** – modificarea componentelor HSB: nuanță, saturație, luminozitate;
- **z setgray** – indicarea unei nuanțe de gri (0 – negru, 1 – alb);
- **i setlinecap**, **i setlinejoin**, □ **setmiterlimit** – modifică valorile modului de redare și cuplare a segmentelor ($i = 0, 1, 2$, □=unghi) (modifică valorile *line cap*, *line join*, *miter limit* ale stării grafice curente)

Deformarea globală a spațiului utilizatorului:

- **[a b c d e f] concat** – punctele își modifică coordonatele după regula:
 $(x, y) \rightarrow (ax + cy + e, bx + dy + f)$
- **a d scale** – scalare având același efect cu **[a 0 0 d 0 0] concat**
 $(x, y) \rightarrow (ax, dy)$

- **e f translate** – același efect cu **[1 0 0 1 e f] concat**:
 $(x, y) \rightarrow (x + e, y + f)$ – translație.
- **rotate** – același efect cu **[cos sin -sin cos 0 0] concat**.

Exemplu:

gsave

-1 1 scale răsturnare $x \rightarrow -x$ (flip

orizontal) **w 0 translate** w este lățimea

paginii **grestore**

Rezultatul este obținerea imaginii în oglindă a paginii.

6.2. PDF

PDF (Portable Document Format) reprezintă un format de fișier creat de compania Adobe Systems în anul 1993 pentru schimbul de documente. PDF este utilizat pentru reprezentarea documentelor bidimensionale într-o manieră independentă de aplicația software, de hardware sau de sistemul de operare.

Fiecare fișier PDF încapsulează o descriere completă a unui document bidimensional care include textul, fonturile, și imaginile care compun documentul.

Deși inițial era un format proprietar, în 1 iulie 2008 PDF a fost lansat oficial ca standard deschis (open standard) și publicat de ISO ca ISO 32000-1:2008.

La început, adoptarea PDF a fost un proces lent. Suita de aplicații Adobe Acrobat pentru crearea și citirea de documente PDF nu era gratuită. În plus, primele versiuni ale PDF nu aveau suport pentru hyperlinkuri externe, astfel utilitatea acestuia pe WWW fiind redusă. De asemenea, dimensiunile suplimentare ale documentelor PDF comparativ cu textul simplu implicau timpi mult mai mari de download pe modemurile de la acea vreme și putere sporită de calcul pentru randarea (interpretarea) conținutului documentului. La acea vreme PDF era popular mai degrabă în desktop publishing.

La scurt timp, Adobe a început să distribuie gratuit aplicația Acrobat Reader (în prezent Adobe Reader), continuând să suporte formatul original PDF, care a început să devină standardul de facto pentru documente web.

Formatul fișierelor PDF a fost modificat de mai multe ori în decursul timpului, continuând și în prezent să evolueze, în paralel cu lansarea unor noi versiuni ale aplicației Adobe Acrobat (aplicație pentru crearea de documente PDF). Versiunea PDF 1.0 (asociată cu lansarea Adobe Acrobat 1.0) a fost lansată în 1993. În 2008 a fost lansată versiunea PDF 1.7, în paralel cu lansarea pachetului de aplicații Acrobat 9.0, iar în ianuarie 2011 a fost lansată versiunea PDF 2.0 odată cu lansarea pachetului Adobe Acrobat X.

6.2.1. Aspecte tehnice ale documentelor PDF

Deși Adobe deține brevetul pentru PDF, oricine poate să creeze aplicații care să citească și să scrie fișiere PDF fără a fi obligat să plătească drepturi de folosire companiei Adobe Systems.

PDF combină trei tehnologii:

- Un subset a limbajului de programare pentru descrierea paginilor PostScript, pentru generarea aspectului paginii și a elementelor grafice.
- Un sistem de înglobare/înlocuire a fonturilor pentru a permite acestora să fie incluse în document indiferent de sistemul pe care acesta este citit.
- Un sistem de stocare structurată pentru gruparea acestor elemente și a oricărui conținut asociat într-un singur fișier, eventual cu comprimarea datelor, acolo unde acest lucru este posibil.

6.2.1.1. PDF și PostScript

PDF este un format de fișier, nu un limbaj de programare, ceea ce înseamnă că comenzile pentru controlul fluxului de instrucțiuni (if, loop etc.) sunt îndepărtate, pe când comenzile grafice (lineto, arc etc.) rămân.

Adesea, codul PDF este generat pornind de la un fișier sursă PostScript. Comenzile grafice de ieșire ale codului PostScript sunt colectate și marcate (tokenized); orice fișiere, grafică sau fonturi la care se referă documentul sunt colectate de asemenea, urmând ca mai apoi totul să fie comprimat într-un singur fișier. Ca format de document, PDF are câteva avantaje asupra PostScript:

- PDF conține rezultate marcate și interpretate ale codului sursă PostScript, pentru corespondență directă între modificările asupra elementelor din descrierea paginii PDF și modificările asupra aspectului paginii rezultate.
- PDF (începând cu versiunea 1.4) suportă transparență, pe când PostScript nu.
- PostScript este un limbaj de programare imperativ cu o stare globală implicită, astfel că instrucțiunile asociate descrierii unei pagini pot afecta înfățișarea oricărei din paginile următoare. Așadar, toate paginile anterioare dintr-un document PostScript trebuie să fie procesate pentru ca o anumită pagină să fie afișată corect, pe când într-un document PDF o pagină nu este afectată de celelalte. Ca o consecință, aplicațiile de vizualizare ale documentelor PDF permit utilizatorilor efectuarea rapidă de salturi la paginile finale ale unui document lung, însă o aplicație de vizualizare PostScript trebuie să proceseze secvențial toate paginile înainte de a putea afișa pagina destinație.

6.2.1.2. Structura unui fișier PDF

Un fișier PDF este alcătuit în principal din *obiecte*, care pot fi de opt tipuri:

- Valori Booleene,
- Numere,

- String-uri,
- Nume,
- Vectori, colecții ordonate de obiecte,
- Dicționare, colecții de obiecte indexate după Nume, □ Stream-uri, de obicei conținând volume mari de date, □ Obiectul Null.

Obiectele pot fi *directe* (încorporate în alte obiecte) sau *indirecte*. Obiectele indirecte sunt numerotate cu câte un *număr de obiect* și un *număr de generare*. Un tabel de indexare (xref table) furnizează relativ față de începutul fișierului un offset-ul la nivel de octet pentru fiecare obiect indirect. Acest lucru permite un acces aleatoriu eficient asupra obiectelor din fișier și, de asemenea, permite efectuarea de modificări minore fără a fi nevoie de refacerea întregului fișier (*update incremental*). Începând cu versiunea 1.5 a PDF, obiectele indirecte pot fi de asemenea localizate în stream-uri speciale cunoscute și ca *stream-uri de obiecte*. Această tehnică reduce dimensiunea fișierelor care conțin un număr mare de obiecte indirecte mici și este utilă în special pentru *Tagged PDF*.

Există două tipuri de fișiere PDF: neliniare (neoptimizate) și liniare (optimizate). Fișierele PDF neliniare consumă mai puțin spațiu pe disc decât cele liniare, deși sunt mai lente la accesare din cauza faptului că porțiuni de date necesare pentru asamblarea paginilor unui document sunt împrăștiate în cadrul fișierului PDF. Fișierele PDF liniare (optimizate sau optimizate web) sunt alcătuite într-o manieră care permite citirea acestora într-un plug-in pentru browser web, deoarece datele componente sunt scrise pe disc într-un mod liniar (în ordinea în care apar în pagini).

Fișierele PDF pot fi optimizate cu ajutorul aplicației Adobe Acrobat (Windows) sau pdftop (Linux).

6.2.1.3. Modelul de reprezentare a imaginilor

Modul de reprezentare a elementelor grafice în documentele PDF este similar celui abordat de PostScript, cu excepția transparenței, care a fost adăugată în documentele PDF începând cu versiunea 1.4.

Grafica PDF utilizează un sistem de coordonate Cartezian, independent de dispozitiv, pentru a descrie suprafața unei pagini. O descriere de pagină PDF poate utiliza o matrice pentru scalarea, rotirea sau deformarea elementelor grafice. Un concept cheie în PDF este acela de *stare grafică* – o colecție de parametri grafici care pot fi modificați, salvați și restaurați de către o descriere de pagină. PDF are (conform versiunii 1.6) 24 proprietăți de stare grafică, dintre care cele mai importante sunt:

- *Matricea de transformare curentă* (CTM – current transformation matrix), care determină sistemul de coordonate
- *Calea de decupare* (clipping path)
- *Spațiul de culori*
- *Constanta alfa*, care este o componentă de bază în transparență.

Grafica vectorială

În PDF grafica vectorială, la fel ca în PostScript, este construită cu ajutorul căilor (paths). Căile sunt de regulă compuse din linii și curbe Bézier cubice, însă pot fi construite de asemenea din contururi de text. Spre deosebire de PostScript, PDF nu permite unei singure căi să combine contur de text împreună cu linii și curbe. Căile pot fi trasate, umplute sau folosite la decupare. Contururile și umplerile pot utiliza orice set de culori din starea grafică, incluzând șabloane (patterns).

PDF suportă câteva tipuri de șabloane. Cel mai simplu este șablonul repetitiv (tiling pattern) în care se specifică ca o secvență grafică să fie desenată în mod repetat. Acesta poate fi un șablon colorat, având culorile specificate în obiectul șablon, sau necolorat, care utilizează culorile curente. Începând cu versiunea 1.3 există de asemenea un șablon de tip gradient. Există șapte tipuri de șabloane gradient dintre care radial (tipul 2) și axial (tipul 3).

Imagini raster

Imaginile raster sau bitmap (numite Image XObjects) sunt reprezentate în PDF cu ajutorul dicționarilor și a unui stream asociat. Dicționarul descrie proprietățile imaginii, iar stream-ul conține datele imaginii. Imaginile sunt de obicei filtrate în scopul comprimării. PDF suportă mai multe tipuri de filtre (pentru decompimare ZIP, JPG, LZW etc.). În mod normal toate imaginile dintr-un document PDF sunt înglobate în fișier, însă PDF permite ca datele asociate imaginilor să fie stocate în fișiere externe.

Text

În PDF, textul este reprezentat de către elemente text cuprinse în stream-uri. Un element text indică poziția la care trebuie desenate caracterele. Caracterele sunt specificate folosind codificarea unei resurse de tip font selectate.

Fonturi

În PDF, un obiect font este o descriere a unui typeface digital. Acesta poate fie să descrie caracteristicile unui typeface, fie să includă un fișier font înglobat. Primul caz este denumit font neînglobat (unembedded font), iar al doilea – font înglobat (embedded font). Fișierele font care pot fi înglobate sunt bazate pe formate standard: Type1, TrueType, OpenType sau Type3 (în care componentele fontului sunt descrise prin operatori grafici PDF).

Codificări

În cadrul șirurilor, caracterele sunt afișate folosind codurile caracterelor (numere întregi) care mapează simboluri din fontul curent folosind o anumită codificare. Există un număr mare de codificări integrate, printre care WinAnsi, MacRoman, și multe alte codificări pentru limbi asiatice.

Pentru fonturi mari, sau fonturi care conțin simboluri non-standard, sunt utilizate codificări speciale, cum ar fi Identity-H (pentru scris orizontal) și Identity-V (pentru scris vertical).

Împreună cu aceste fonturi este necesară furnizarea unui tabel *ToUnicode*, în cazul în care trebuie păstrate informațiile semantice ale caracterelor.

Transparență

La început, modelul PDF de reprezentare a imaginilor a fost, ca în cazul PostScript opac: fiecare obiect desenat pe pagină înlocuia complet orice obiect care ocupa anterior acea regiune. Începând cu PDF 1.4, modelul de reprezentare a imaginilor a fost extins pentru a permite transparență. În cazul în care este utilizată transparența, obiectele noi interacționează cu obiectele existente pentru a produce efecte de combinare. Ca rezultat, fișierele care utilizează din abundență transparența pot să fie vizualizate complet eronat în programele mai vechi pentru vizualizarea documentelor PDF. Transparența este bazată pe concepte cheie precum: grupuri de transparență, moduri de combinare sau alfa.

6.2.1.4. Securitate și semnături

Din motive de securitate un fișier PDF poate fi criptat sau semnat digital pentru autentificare.

Securitatea standard oferită de Acrobat PDF constă din două metode diferite și două parole diferite, "parola utilizator" și "parola proprietar". Un document PDF poate fi protejat prin parolă împotriva deschiderii (parola utilizator), însă documentul poate să indice operațiile care ar trebui restricționate chiar și atunci când documentul este decriptat: tipărire, copierea elementelor de tip text și grafică, modificarea documentului, adăugarea sau modificarea notelor și a câmpurilor (parola proprietar). Aceste modalități de protejare nu sunt însă foarte eficiente din cauza existenței a numeroase aplicații de tip "pdf cracking". Utilizatorul este avertizat asupra acestor aspecte atunci când aplică aceste restricții cu ajutorul aplicației Adobe Acrobat.

6.2.1.5. Atașarea de fișiere

Fișierele PDF pot avea atașate fișiere la nivel de document sau de pagină, pe care aplicațiile pentru citirea documentelor PDF le pot deschide și salva local. Aplicația Adobe Reader oferă suport pentru atașarea de fișiere, iar Evince (Linux) oferă suport pentru atașarea de fișiere la nivel de document.

6.2.2. Conținutul unui fișier PDF

Un fișier PDF este adesea o combinație de grafică vectorială, text și imagini bitmap (raster graphics). Tipurile de bază conținute într-un document PDF sunt:

- text stocat ca atare
- grafică vectorială pentru diagrame sau alte desene care constau din forme de bază și linii □ grafică bitmap (raster) pentru fotografii sau alte tipuri de imagini.

În versiunile mai noi, documentele PDF pot să suporte link-uri (legături în cadrul documentului sau la o pagină web), formulare, JavaScript sau alte tipuri de conținut înglobat care poate fi manevrat prin intermediul unor plugin-uri. PDF 1.6 suportă chiar înglobarea de documente 3D interactive.

Două fișiere PDF care pe ecranul unui calculator au conținut similar pot avea dimensiuni diferite. De exemplu, o imagine bitmap de mare rezoluție ocupă mai mult spațiu decât una cu rezoluție mică. Rezoluțiile mari sunt necesare mai degrabă pentru tipărirea documentelor decât pentru afișarea lor pe ecran. Alte aspecte care pot duce la creșterea dimensiunii unui fișier PDF sunt: fonturile înglobate, în special cele pentru limbi asiatice și stocarea unor elemente text ca grafică vectorială.

6.2.3. Aplicații pentru lucrul cu documente PDF

Aplicațiile software pentru vizualizarea documentelor PDF sunt în general gratuite. Cea mai răspândită aplicație pentru vizualizat documente PDF este *Adobe Reader* (Figura 6.7). Alte aplicații similare sunt *Sumatra PDF*, *Foxit*, *PDF-XChange Viewer* sau *Okular* (aplicație pentru KDE 4). Există astfel de aplicații pentru majoritatea sistemelor de operare, chiar și pentru sistemele de operare destinate dispozitivelor mobile (PDA, telefoane mobile).

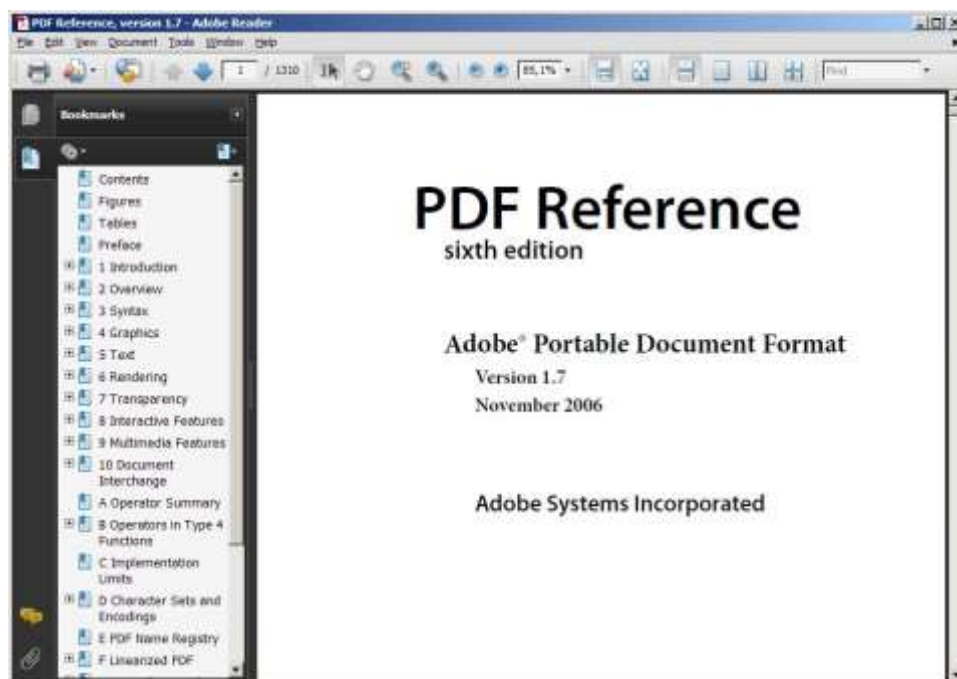


Figura 6.7. Captură de ecran din aplicația Adobe Reader 9

Există de asemenea numeroase aplicații pentru crearea de documente PDF. Pe lângă aplicația *Adobe Acrobat* (Figura 6.8) putem include aici pachetul multi-platformă *OpenOffice.org*, pachetul *Microsoft Office 2007*, *Wordperfect*, numeroase drivere de imprimante PDF virtuale pentru Microsoft Windows (*PDFCreator*) sau *pdfTeX* (o extensie a sistemului de culegere a documentelor TeX). Suita office online *Google Docs*, permite de asemenea încărcarea apoi salvarea documentelor în format PDF.

Există de asemenea software specializat pentru editarea documentelor PDF, deși opțiunile sunt uneori limitate și adeseori costisitoare. *Adobe Acrobat Professional* este numai un exemplu de aplicație care permite utilizatorilor adnotări pe marginea documentelor PDF existente (subliniere, marcare, adăugarea de notițe). O altă aplicație de acest gen este *PDFedit* (aplicația este gratuită).

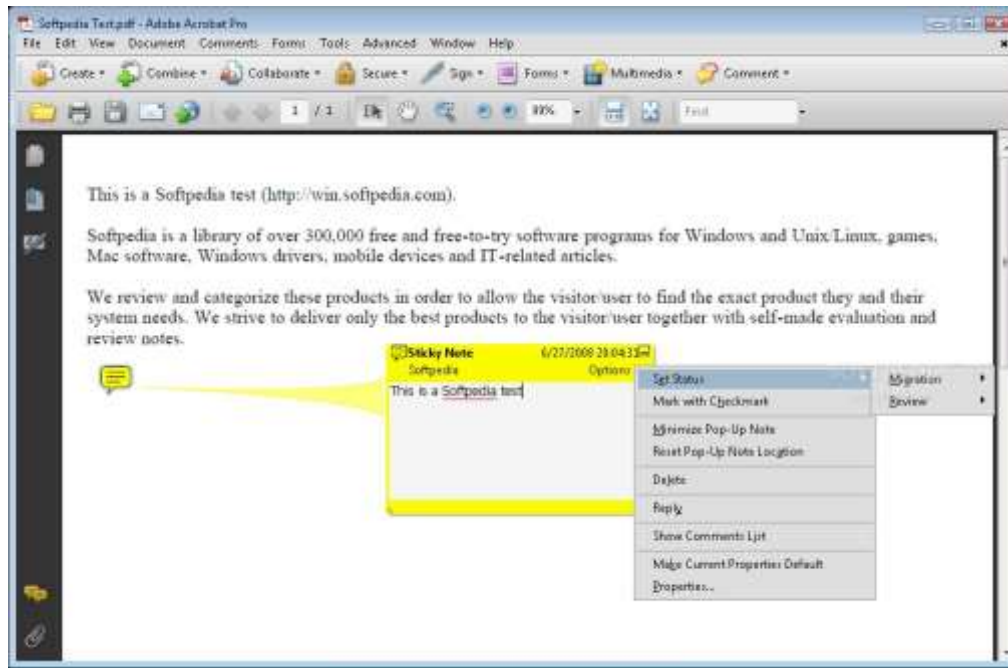


Figura 6.8. Captură de ecran din aplicația Adobe Acrobat 9 Professional [sursa www.softpedia.com]

Unele aplicații care suportă standardul PDF sunt disponibile sub formă de servicii online (*Scribd* pentru vizualizare și stocare, *PDFvue* pentru editare online sau *Zamzar* pentru conversia documentelor).

7. Formate imagine

Când vorbim despre imagini digitale trebuie să știm că există două categorii de grafică pe calculator: grafică raster (sau imagine bitmap) și grafică vectorială. În cazul imaginilor bitmap fiecare pixel care alcătuiește imaginea este definit separat, pe când în cazul graficii vectoriale sunt utilizate formule matematice pentru desenarea de primitive geometrice (puncte, linii, curbe, poligoane etc), care trebuie interpretate în vederea afișării pe ecranul calculatorului. Utilizarea graficii vectoriale duce la obținerea de imagini clare și, în general, la fișiere de dimensiuni reduse, însă, în cazul unor imagini complexe, acestea necesită un timp mai îndelungat pentru interpretare (rendering) și pot avea dimensiuni mai mari decât o imagine bitmap echivalentă.

Nu există o rețetă universală prin care să se poată recomanda pentru fiecare situație particulară lucrul cu un anumit tip de grafică. Există situații în care este mai indicat lucrul cu aplicații de grafică vectorială și situații în care, dimpotrivă, se recomandă lucrul cu aplicații de grafică bitmap. De asemenea sunt numeroase situațiile în care sunt întâlnite în cadrul aceluiași fișier ambele tipuri de grafică: vectorială și bitmap.

Cu cât rezoluția unei imagini bitmap este mai mare, cu atât calitatea ei este mai mare, însă este nevoie de un fișier mai mare pentru a o stoca pe disc. În cazul măririi, o astfel de imagine va fi afișată ca având o granularitate mărită, detaliile devenind neclare. Nu același lucru se întâmplă cu imaginile vectoriale. Conținutul acestora este calculat cu ajutorul formulelor matematice apoi interpretat și afișat pe ecran. Calitatea imaginii nu are de suferit, indiferent dacă imaginea este mărită sau nu.

Formatele vectoriale prezintă o serie de avantaje asupra formatelor bitmap:

- Conținutul minim de informație se traduce printr-o dimensiune relativ mică a fișierelor comparativ cu imaginile bitmap.
- Posibilitatea practic infinită de zoom, fără afectarea calității imaginii.
- Calitatea mai bună a imaginilor tipărite.
- În general, la mărirea acestora, liniile și curbele nu au voie să fie afișate cu grosime egală cu factorul de zoom. De exemplu, mărirea de 10 ori a unei linii de grosime 1 pixel nu înseamnă afișarea acesteia cu o grosime de 10 pixeli. Eventual se poate prevedea o creștere a grosimii desenelor direct proporțională cu factorul de zoom: $n_{grosime} \propto n_{zoom}$ /10 .
- Parametrii obiectelor grafice sunt memorate, putând să fie modificate ulterior. Acest lucru înseamnă că operații de transformare (translatare, scalare, rotire etc.) nu afectează calitatea desenului.

Evident, există și o serie de dezavantaje ale imaginilor vectoriale comparativ cu cele bitmap:

- Utilizarea imaginilor vectoriale se rezumă la memorarea de imagini simple, care pot fi traduse în primitive grafice. Imaginile fotorealiste sunt aproape imposibil de reprezentat în format vectorial.
- La mărirea unui poligon care reprezintă o curbă, se vor observa colțurile poligonului, curba pierzându-și astfel din netezime.

Sunt posibile operații de trecere a imaginilor bitmap în format vectorial și invers. Trecerea unei imagini din format vectorial în format bitmap este posibilă printr-o operație numită *rasterizare*. Operațiile de rasterizare sunt suportate de majoritatea aplicațiilor de grafică vectorială.

Trecerea inversă, din format bitmap în format vectorial se numește *vectorizare*. Dintre aplicațiile care suportă operații de vectorizare amintim doar câteva: Adobe Illustrator, Inkscape sau AutoTrace (ultimele două sunt aplicații gratuite).

7.1. Formate pentru grafică vectorială

Fișierele vectoriale memorează informațiile necesare reconstituirii imaginii pe orice alt sistem. De exemplu, să luăm cazul unui cerc având raza r . Principalele informații de care un program va avea nevoie pentru desenarea cercului sunt:

- indicație cu privire la ceea ce urmează a fi desenat (în cazul de față, un cerc),
- raza r ,
- coordonatele centrului cercului,
- stilul liniei și culoarea (eventual informații privitoare la transparență),
- stilul de umplere și culoarea (eventuale informații privitoare la transparență).

Imaginile vectoriale memorează informația sub formă de primitive grafice. Iată care sunt primitivele grafice cele mai utilizate:

- linii și secvențe de linii (polylines),
- poligoane,
- elipse,
- dreptunghiuri,
- curbe Bézier,
- secvențe de curbe Bézier (Bezignons),
- alte categorii de curbe (spline cubic, NURBS - NonUniform Rational B-S pline etc.),
- Text (în formate de tip font în care fiecare literă este compusă din curbe Bézier),
- Bitmap (majoritatea aplicațiilor de grafică vectorială consideră bitmap ca primitivă grafică, fiind tratat de acestea ca un dreptunghi).

7.1.1. Formatul SVG

SVG (Scalable Vector Graphics – grafică vectorială scalabilă) este un format de fișier bazat pe XML, utilizat pentru descrierea de imagini 2D, statice sau dinamice. SVG poate fi considerat un limbaj de programare pentru reprezentarea imaginilor vectoriale. SVG este un standard deschis al organizației W3C (World Wide Web Consortium) a cărui proiectare a început în anul 1999. Acesta s-a aflat în competiție cu alte două formate: PGML și VML. PGML și VML au fuzionat mai apoi, fiind îmbunătățite și rezultând standardul SVG. În anul 2001 a fost lansat standardul SVG 1.1. În prezent este în lucru versiunea 1.2 a standardului.

Atât imaginile SVG cât și comportamentul lor este definit în fișiere XML. Acest lucru înseamnă că aceste elemente pot fi căutate, indexate sau, la nevoie, comprimate.

Deși există aplicații specializate pentru crearea și editarea de SVG-uri, în acest scop poate fi folosit orice editor text. Vizualizarea unei imagini SVG poate fi realizată cu majoritatea browser-elor web actuale.

7.1.1.1. Aspecte tehnice ale SVG

Formatul SVG permite definirea imaginilor prin trei tipuri de obiecte grafice: grafică vectorială, grafică bitmap și text.

Obiectele grafice pot fi grupate, transformate și compuse în cadrul altor obiecte randate anterior. SVG nu suportă în mod direct z-index⁴, fiind însă posibilă simularea acestei funcții cu ajutorul celor existente. Alte limbaje de programare pentru formate vectoriale (cum ar fi VML) suportă această facilități.

Între facilitățile suportate de SVG se numără: transformări încuibate, decuparea căilor, măști alpha, filtre, obiecte șablon și extensibilitate (este luată în calcul compatibilitatea cu versiunile viitoare).

Tipărire

Fiind dezvoltat ca limbaj de marcare pentru grafică vectorială (VGML – Vector Graphics Markup Language), specificațiile SVG sunt implementate în așa fel încât să conțină caracteristici de bază ale unui limbaj pentru descriere a paginilor (precum PostScript sau PDF). În prezent este în lucru la W3C un subset al SVG, mult mai specializat pentru operații de tipărire – SVG Print, autorizat de Canon, HP, Adobe și Corel.

Scripting și animație

Grafica SVG poate fi dinamică și interactivă. Modificările în timp a elementelor pot fi descrise în SMIL sau pot fi programate într-un limbaj de scripting. W3C recomandă explicit utilizarea SMIL ca standard pentru animație în SVG. Oricărui obiect grafic de tip SVG îi pot fi asociate o serie de handler-e precum *onmouseover* sau *onclick*.

⁴ z-index se referă la precizarea pentru obiectele grafice a ordinii de desenare, separat de ordinea obiectelor în cadrul documentului.

Compresie

Imaginile SVG, fiind descrise în format XML, conțin o serie de fragmente de text care se repetă, fiind astfel potrivite pentru a fi comprimate cu gzip, deși pot fi utilizați și alți algoritmi de compresie. Odată comprimată prin algoritmul gzip, o imagine SVG poate fi referită ca imagine SVGZ, modificându-se în consecință și extensia fișierului. Fișierul rezultat în urma compresiei poate avea până la 20% din dimensiunea fișierului original.

SVG pentru dispozitive mobile

Datorită cererilor din industrie, odată cu standardul SVG 1.1 au fost introduse două profile mobile: SVG Tiny (SVGT) și SVG Basic (SVGB). Acestea reprezintă subset-uri ale standardului SVG, fiind destinate cu precădere sistemelor cu posibilități limitate. În particular, SVG Tiny a fost definit pentru dispozitive mobile a căror posibilități grafice sunt puternic restrictive (de exemplu telefoane mobile), iar SVG Basic pentru dispozitive mobile de nivel mai înalt (PDA-uri).

În 2003, 3GPP a adoptat SVG Tiny ca format grafic necesar pentru viitoarea generație de telefoane și MMS (Multimedia Messaging Services).

7.1.1.2. Funcționalitate

Specificațiile SVG 1.1 definesc 14 domenii funcționale importante sau seturi de caracteristici:

1. Paths.
2. Basic Shapes.
3. Text. Sunt posibile numeroase efecte vizuale: text bidirecțional, vertical sau de-a lungul unei curbe definite de utilizator.
4. Painting. Se referă la moduri de umplere a figurilor cu culoare, gradient. Sunt permise efecte de transparență.
5. Color. Sunt specificate în zecimal (0-255 pentru fiecare componentă a culorii), hexazecimal (00-FF pentru fiecare componentă a culorii), procente (0-100% pentru fiecare componentă a culorii) sau prin numele culorilor (blue, red etc.)
6. Gradients and Patterns (pot fi animate sau manipulate prin script)
7. Clipping, Masking and Compositing.
8. Filter Effects. Sunt suportate următoarele tipuri de filtre: Blend, Color matrix, Component transfer, Composite, Convolve matrix, Diffuse lighting, Displacement map, Flood, Gaussian blur, Image, Merge, Morphology, Offset, Specular lighting, Tile, Turbulence.
9. Interactivity. Pot fi asociate secvențe de cod unor handler-e de evenimente, răspunzând astfel acțiunilor utilizatorilor.
10. Linking. Figurile pot avea asociate link-uri (la fel ca la HTML).
11. Scripting.

12.Animation.

13.Fonts.

14.Metadata.

7.1.1.3. Aplicații pentru lucrul cu fișiere SVG

Există o serie de aplicații software care permit lucrul cu fișiere în format SVG. Dintre acestea le vom aminti numai pe cele mai cunoscute:

- *Adobe Illustrator* suportă atât importarea cât și exportarea imaginilor SVG. Arunci când scrie un fișier SVG, Illustrator include o copie a imaginii în format proprietar (AI) pentru editarea ulterioară.
- *CorelDRAW* are de asemenea un filtru pentru importarea și exportarea imaginilor SVG.
- *Inkscape* este un software pentru desenare în format SVG disponibil pentru Linux, Microsoft Windows și Mac OS X.
- *Microsoft Visio* poate salva fișiere în format SVG și SVGZ.
- *OpenOffice.org Draw* poate exporta desene în format SVG. Sunt disponibile extensii pentru importul de imagini SVG în program.
- *Xara Xtreme* are un filtru pentru importarea/exportarea imaginilor SVG.
- *The GIMP* permite importarea de imagini SVG ca imagini bitmap.
- *Cairo* este o bibliotecă pentru grafică vectorială care poate genera imagini SVG.

7.1.2. Formatul VML

VML (Vector Markup Language) este un limbaj XML utilizat pentru producerea de imagini vectoriale (2D and 3D) pe pagini web. VML a fost înaintat ca propunere de standard către W3C în anul 1998 de către Microsoft, Macromedia și alte firme. A fost în competiție cu standardul PGML propus de Adobe Systems, Sun Microsystems și alții. Ca rezultat a acestor înaintări, a fost creat un nou grup de lucru W3C, care a produs standardul SVG.

Deși neglijat de către W3C și insuficient cunoscut de către dezvoltatori, Microsoft a continuat să îl perfecționeze. VML este implementat în Internet Explorer și Microsoft Office. VML are calități indiscutabile, cum ar fi includerea directă în cod HTML, performanțe sporite, dimensiune mică a fișierelor și flexibilitate în utilizare. VML pare să revină în actualitate datorită unor adepți fervenți, convinși de superioritatea acestuia. Google Maps utilizează VML pentru randarea vectorilor la rularea pe Internet Explorer, iar SVG pe alte browsere. În prezent există multe site-uri web care conțin grafică VML.

7.1.3. Formatul PGML

PGML (Precision Graphics Markup Language) este un limbaj bazat pe XML utilizat pentru reprezentarea graficii vectoriale. Standardul PGML a fost înaintat către W3C de Adobe Systems, IBM, Netscape și Sun Microsystems, însă nu a fost adoptat ca standard recomandat.

7.1.4. Formate proprietar

Dintre formatele proprietar amintim numai formatele utilizate de companiile Corel și Adobe în aplicațiile lor pentru grafică vectorială: CDR pentru imaginile salvate cu aplicația CorelDRAW, respectiv AI pentru imaginile salvate cu aplicația Adobe Illustrator.

7.2. Formate pentru grafică bitmap

În grafica pe computerizată, o imagine raster sau bitmap, este o structură de date care reprezintă în general un carouaj dreptunghiular de pixeli colorați, vizibilă pe ecranul monitorului, hârtie, sau alt mediu de afișare. Imaginile raster sunt stocate în fișiere de diverse formate.

Din punct de vedere tehnic, un bitmap este caracterizat prin lățime și înălțime (măsurate în pixeli) și de numărul de biți per pixel (adâncimea de culoare, care determină numărul de culori care poate fi reprezentat).

În contrast cu grafica vectorială, grafica raster este dependentă de rezoluție. Aceasta nu poate fi scalată la orice rezoluție fără pierderea calității.

În prezent, monitoarele calculatoarelor afișează circa 72 până la 130 pixeli per inch (PPI), pe când unele imprimante pot tipări 2400 puncte per inch (dots per inch – DPI) sau chiar mai mult. Determinarea celei mai potrivite rezoluții pe ecran pentru o rezoluție dată la nivel de imprimantă poate fi o sarcină dificilă, deoarece o imagine tipărită poate avea un nivel de reprezentare a detaliilor mai mare decât ar putea un utilizator să perceapă pe ecranul unui monitor. De obicei, o rezoluție de 150–300 PPI se pretează bine procesului de tipărire cu 4 culori de bază (CMYK).

Pentru a putea transmite și/sau stoca imagini este necesar ca acestea să fie comprimate. Această compresie trebuie făcută astfel încât să păstrăm o calitate bună a imaginilor. Algoritmii de compresie încearcă să exploateze atât caracteristicile vizuale cât și proprietățile statistice ale imaginilor. Caracteristicile statistice ce vor fi exploatate sunt *corelația spațială* (legătura dintre informația unui pixel și informația pixelilor vecini), cât și *corelația temporală* (imagini succesive în timp în cazul aplicațiilor multimedia). O metodă de folosire a corelației spațiale constă în a utiliza o *transformare* matematică având scopul concentrării informației imaginii într-un număr redus de elemente. Dacă transformarea e bine aleasă, informația este concentrată într-un număr mic de elemente, restul fiind nule și pot fi eliminate. În continuare, elementele sunt *cuantizate*. În cadrul acestui proces, se poate ține cont de caracteristicile ochiului uman, pentru a realiza o “compresie spațială”. În următoarea etapă de codare se realizează *codarea entropică*,

care atribuie cuvinte de cod scurte valorilor pixelilor, cele mai probabile, și cuvinte de cod lungi pentru valorile mai puțin probabile.

Astfel, conform celor spuse anterior, procesul codării / decodării poate fi reprezentat astfel (Figura 7.1):

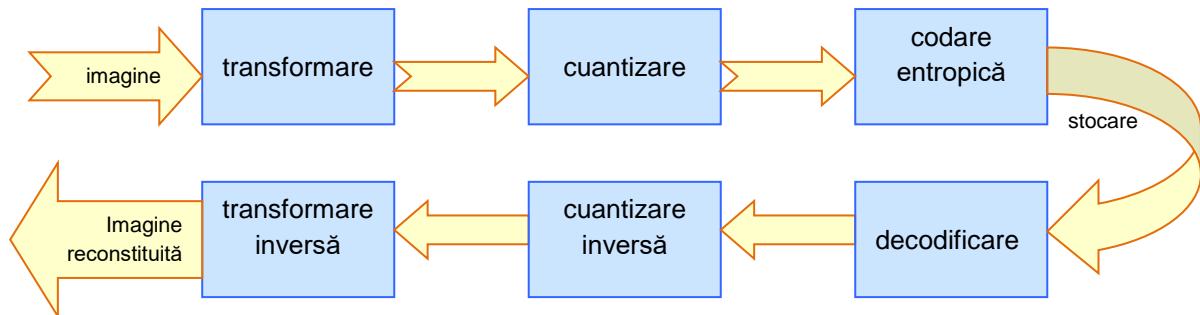


Figura 7.1. Procesul codării și al decodării imaginilor

Observații:

- dacă se folosesc 24 biți, sau mai mult este nevoie de paletă decolori.
- poate apare o inițializare în poziția corespunzătoare markerului de paletă VGA.
- secțiunea de date conține codificarea imaginii propriu zise pornind de la BITMAP și aplicând algoritmul de comprimare Run – Length Encoding (RLE) care are ca scop reducerea lungimii șirurilor de caractere care se repetă. Acest șir se numește RUN și este comprimat pe 2 octeți. Primul octet conține un contor de repetare, iar al doilea octet conține valoarea octetului care se repetă.

Exemplu:

11111 → 51

Cei doi octeți formează un pachet comprimat al unui șir. Dacă se identifică mai mulți octeți diferiți, rezultatul comprimării va conține mai multe pachete.

Exemplu:

11111BBB2223 → 513B3213

Comprimarea imaginilor se realizează astfel:

- run devine o linie ecran
- octeții sunt schimbați cu valori ale culorilor
- pentru a nu fi necesară codificarea pe 2 octeți pentru valorile care nu se repetă:
- primii doi biți = 11 rezultă contor pe 6 biți; □ primii doi biți = 00 rezultă pixel pe 1 octet.

Algoritmul de codificare arată astfel (Figura 7.2):

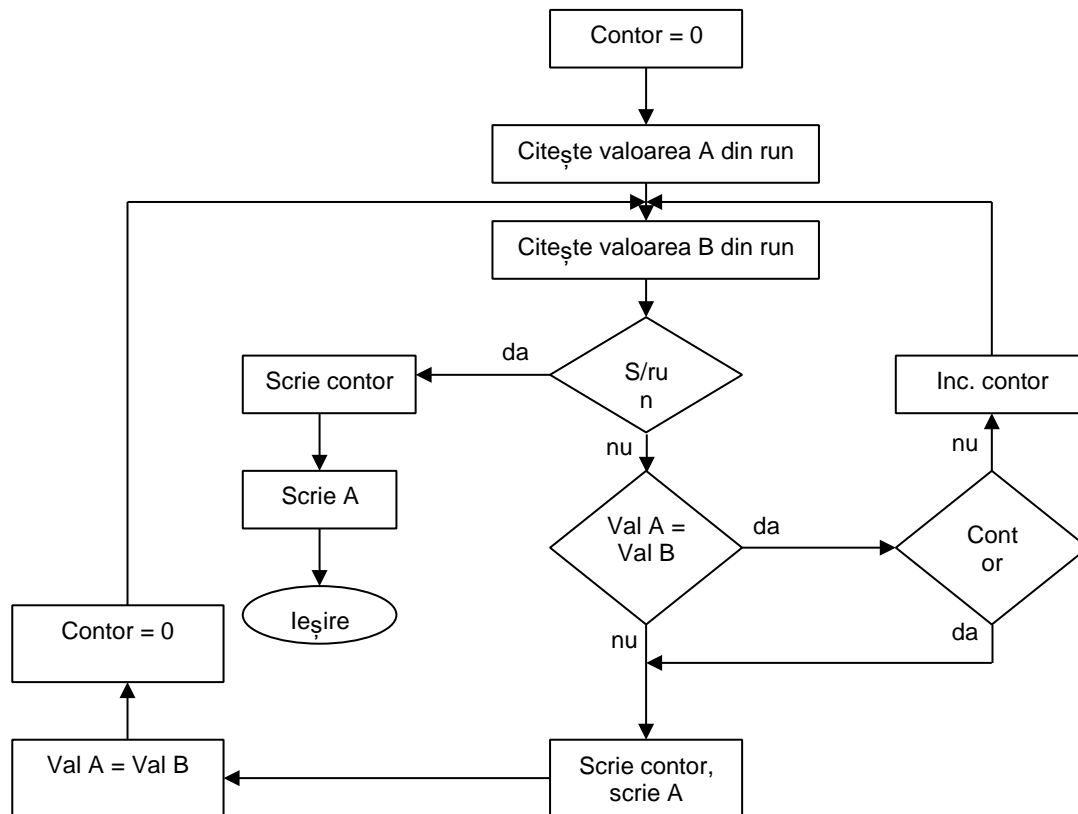


Figura 7.2. Algoritmul de codificare RLE

Decodificarea decurge astfel:

- citește octet
- ultimii doi biți (b7 b6) = 11 → inițializare contor
- citește octet
- scrie octet de câte ori este în contor
- ultimii doi biți (b7 b6) = 00 → scrie octet o singură dată □ repetă pana la terminarea liniei.

În realitate, structura datelor este mai complexă deoarece există mai multe plane și număr de biți/pixel/plan diferit.

O linie este stocată în fișier în două feluri: orientată pixel sau orientată plan. Imaginile pe 4 plane (RGBA – Red, Green, Blue, Alpha) sunt codificate prin descompunerea fiecărei linii de imagine în 4 linii, fiecare linie corespunzând unui plan.

Există și fișiere DCX care grupează mai multe imagini PCX.

7.2.1. Tehnologii de comprimare

7.2.1.1. Transformări

Nicio transformare nu dă rezultate la fel de bune pentru tipuri diferite de imagini (ex: peisaje, imagini din satelit etc.). Criteriile de alegere a unei transformări sunt: entropia imaginii (conținutul de informații), raportul de compresie, complexitatea algoritmului.

Exemple de transformări:

- **Transformarea Karhunen-Loeve:** cele mai bune rezultate, dar foarte complexă, necesită cunoașterea apriorică a caracteristicilor statistice ale imaginilor. Este folosită ca element de referință.
- **Transformarea Fourier Discretă (DFT):** folosită în analiza spectrală, puțin folosită în compresia imaginilor
- **Transformarea Cosinus Discretă (DCT):** folosită la JPEG, MPEG. Algoritmul este simplu și s-a impus pentru MPEG2 (sub presiunea firmelor, deși există algoritmi mai simpli și mai buni). Există cipuri care realizează hard DCT. Dezavantaje: apar unele erori mari în cazul imaginilor cu contrast mare, de ex. tabla de șah.
- **Transformarea în „undășoare” discrete (DWT – Discrete Wavelet Transform):** utilizează reprezentarea multi-rezoluție a unei imagini (un exemplu este prezentat în Figura 7.3).

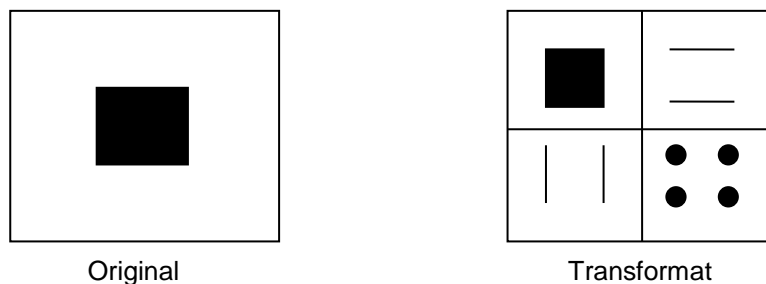


Figura 7.3. Exemplu de transformare DWT

Astfel, imaginea este reprezentată printr-o imagine mai mică și cu o rezoluție mai scăzută (pierzând din detalii) și prin alte imagini care conțin informații doar despre detalii, după anumite direcții. Astfel, există o legătură directă între imaginea originală și cea transformată.

7.2.1.2. Cuantizări

- *Cuantizarea scalară:*
 - uniformă – presupune împărțirea intervalului de variație a mărimii de intrare (X_{\min} , X_{\max}) în $N = 2$ la puterea n intervale egale (nr. de biți/pixel) și asocierea fiecărei valori cu un număr între 0 și $N-1$. Cuantizarea inversă atribuie valorilor întregi, valoarea originală.
 - adaptivă – în realitate valorile de intrare nu sunt distribuite uniform între X_{\min} și X_{\max} ; intervalul de valori de intrare se împarte în N intervale inegale, corespunzător

probabilităților de apariție (cu cât probabilitatea e mai mare, cu atât intervalul alocat e mai mic). Metoda presupune cunoscută densitatea de probabilitate a imaginii.

- *predictivă* – are ca principiu cuantificarea diferenței dintre valoarea semnalului curent și valoarea unui semnal prezis, obținut printr-o predicție liniară a pixelilor vecini. Se obțin rezoluții bune dar se consumă timp de calcul.

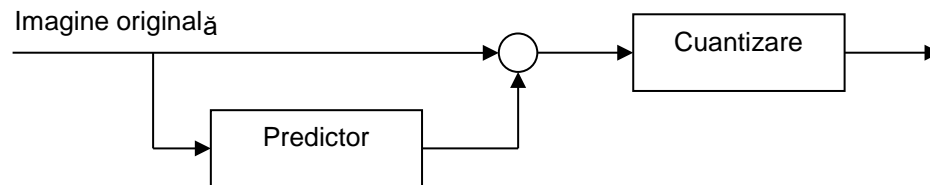


Figura 7.4. Cuantizarea scalară predictivă

- *Cuantizarea vectorială* se bazează pe reprezentarea vectorială a valorilor pixelilor. Funcționarea se bazează pe un dicționar alcătuit dintr-o mulțime de vectori de aceeași dimensiune ca și vectori de intrare. Cuantizarea presupune găsirea, pentru fiecare pixel, a vectorului cel mai apropiat din dicționar. Valoarea cuantizată este indexul vectorului găsit. Este dificil de căutat (trebuie căutare), dar permite definirea oricărei metrici (funcții pentru găsirea „celui mai apropiat” vector din dicționar).

7.2.1.3. Codarea entropică

Codarea entropică folosește proprietățile statistice ale semnalului și se bazează pe faptul că unele valori ale pixelilor au frecvențe mai mari de apariție, alocându-li-se în consecință cuvinte de cod mai scurte. Acestea nu trebuie să constituie începutul (prefixul) unui alt cuvânt de cod, pentru a putea fi distinse fără ambiguitate. Cel mai folosit este codul **Huffman**.

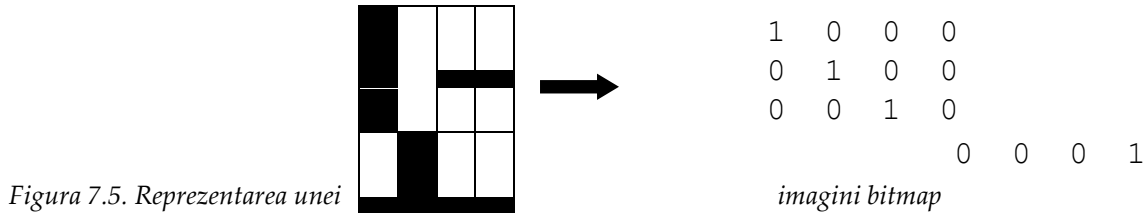
Procedura de codare este:

- Aranjarea cuvintelor de cod în ordine crescătoare a probabilității de apariție.
- Gruparea succesivă a cuvintelor de cod cu probabilitatea cea mai scăzută, atribuindu-se fiecărei grupe valoarea 0 sau 1.
- Se continuă până nu rămân decât 2 grupe.
- Atribuirea pentru fiecare cuvânt de cod a unui cuvânt obținut prin parcurgerea listei în sens invers.

Un cod derivat din Huffman este Shannon-Fano. Un alt cod este UVLC (Universal Variable Length Code). Acesta este eficient în secvențe lungi de 0 sau 1. Dezavantajul este acela că o eroare se propagă, afectând multe cuvinte, de aceea se asociază cu coduri corectoare de erori.

7.2.2. Formatele BMP și PCX

Formatul cel mai „natural” de reprezentare a imaginilor este formatul BITMAP care presupune memorarea valorilor tuturor pixelilor unei imagini. Imaginea este compusă dintr-o matrice de puncte (pixeli), și memorată ca atare (Figura 7.5):



Pentru un bitmap necomprimat, mărimea aproximativă (în octeți) a unui bitmap cu n biți per pixel (2^n culori) poate fi calculată ca:

$$\text{mărimea} \approx \frac{\text{latime} \times \text{înălțime} \times n}{8}$$

unde lățimea și înălțimea sunt exprimate în pixeli.

Formatul PCX (PC paintbrush eXchange) folosește informații Bitmap codificate cu algoritmul RLE. Formatul este utilizat de Paintbrush și de multe FAX-uri. Formatul este dependent de hardware (și de adaptorul grafic). În funcție de numărul de culori și complexitatea imaginii, PCX va avea un grad de comprimare mai mare sau mai mic.

Exemplu:

- pentru 16 culori, reducere cu 40 – 70 %
- pentru 256 culori, reducere cu 10 – 30 %. Există chiar probabilitatea obținerii unor fișiere mai mari.

Un fișier PCX este organizat astfel:

- Antet – primii 128 octeți (PCX Header) □ Identificatorul – 10H (specific pentru PCX) □ Versiune:
 - 0 – versiune 2.5 pentru paleta EGA fixată
 - 2 – versiune 2.8 cu EGA modificabilă
 - 3 – versiune 2.8 fără informația de paletă
 - 4 – PC Paintbrush for Windows

- 5 – versiune 3.0, PC Paintbrush, Publisher's Paintbrush și imagini cu culori pe 24 biți (de versiune depinde structura secțiunii datelor, funcție de vechimea programului care a creat imaginea).
- Formatul spune dacă imaginea este codificată sau nu (1 = codificare RLE, 0 = fără compresie).
- Nr. biți/pixel/plan – Biți/Pixel/Plan = 1, 2, 4, 8 corespunzând 2, 4, 16, 256 culori.
- Mărimea imaginii: X_{min} , Y_{min} , X_{max} , Y_{max} (X_{min} , Y_{min} reprezintă colțul stânga sus, X_{max} , Y_{max} reprezintă colțul dreapta jos). Mărimea maximă pentru un fișier PCX este 65535 x 65535 pixeli. Colțul stânga sus al ecranului are valoarea (0, 0).
- Rezoluția – orizontal și vertical (depinde de monitor și de rezoluția programată).
- Ega Palette – este un tablou cu 48 de elemente pe 8 biți care specifică nuanțele culorilor pentru adaptoare EGA.
- Rezervat – trebuie să conțină 0 (unele programe verifică acest octet).
- Număr de plane – nr. plane folosite la afișarea imaginii = 1, 3 sau 4. Pentru mai multe plane (ex. 4 – albastru, verde, roșu, intensitate).

Combinatii (exemple):

Nr. de plane	Biți/Pixel/Plan	Nr. culori	Mod video
3	1	8	EGA
4	1	16	EGA, VGA
1	8	256	VGA extins
3	8	16.777.216	VGA și XGA extins

Deoarece paleta VGA este alcătuită din 256 culori, sunt necesari $256 \times 3 = 768$ octeți, deci nu încapă în antet, fiind mutată la sfârșitul fișierului PCX. Atunci octetul de la poziția cu 769 octeți înainte de sfârșitul fișierului are valoarea C0h (valabil oricum doar pentru număr de culori ≥ 256).

7.2.3. Formatul JPEG

Un format foarte răspândit pentru puterea mare de comprimare a imaginilor este JPEG (Joint Photographic Experts Group). Algoritmul a fost creat în 1987 de o echipă PEG a ISO. Spre deosebire de alți algoritmi de compresie grafică, JPEG înregistrează pierderi de informație, între original și imaginea restaurată existând mici diferențe, uneori insesizabile cu ochiul liber.

Specificațiile JPEG definesc patru moduri de comprimare a imaginilor:

- Modelul stânga – dreapta, sus – jos, folosit și la PCX.
 - Tehnica întrețeserii, folosită și la GIF.
 - Arhivarea fără pierdere de informație – lossless (mai puțin folosită)
 - Arhivarea mai multor copii de rezoluții diferite în același fișier (afișarea pe monitoare a căror rezoluție este sau prea mare sau prea mică pentru un anumit format)
- Algoritmul JPEG funcționează după următoarea schemă:

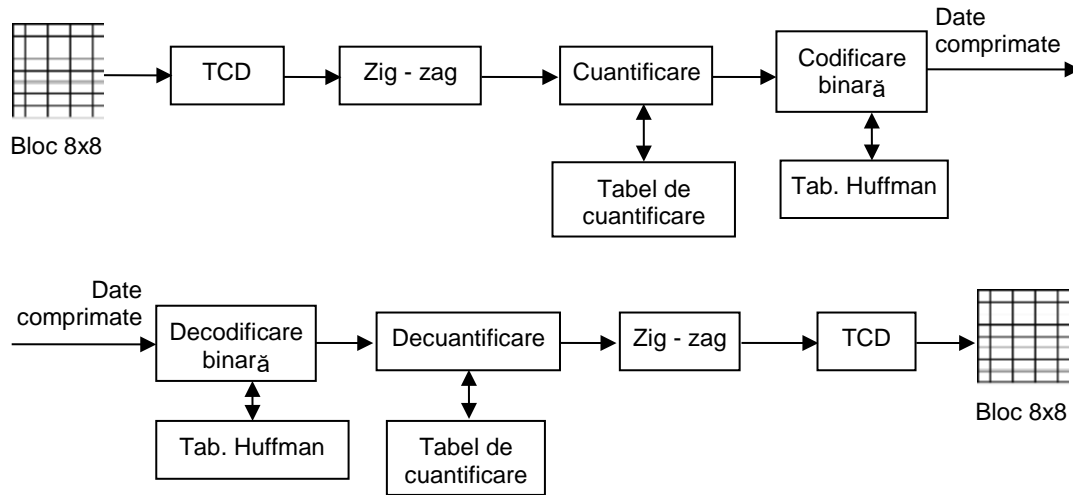


Figura 7.6. Algoritmul JPEG

În prima fază, imaginea este descompusă în pătrate de 8x8 pixeli, și bucățile sunt analizate de la stânga la dreapta și de sus în jos.

În continuare, valorile punctelor sunt transformate în frecvențe, prin relația TCD (transformare cosinus discretă):

$$F(u,v) = \frac{1}{4} C(u)C(v) \sum_{x=0}^7 \sum_{y=0}^7 f(x,y) \cos\left[\frac{\pi}{16} (2x+1)u\right] \cos\left[\frac{\pi}{16} (2y+1)v\right]$$

Transformarea cosinus discretă inversă este:

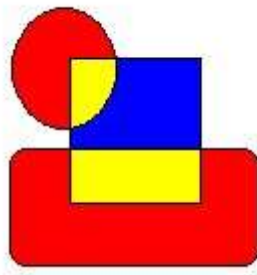
$$F(x,y) = \frac{1}{4} \sum_{u=0}^7 \sum_{v=0}^7 C(u)C(v) F(u,v) \cos\left[\frac{\pi}{16} (2x+1)u\right] \cos\left[\frac{\pi}{16} (2y+1)v\right]$$

$$C(u), C(v) = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \text{pt. } u,v = 0 \quad \text{și } C(u), C(v) = 1$$

Astfel, valorile intensității punctelor sunt împărțite pe 64 frecvențe, care reflectă schimbarea nuanței de la un punct la altul. Spre exemplu, prima frecvență este media valorilor punctelor blocului, următoarele frecvențe dând "spectrul" blocului. Multe frecvențe obținute prin calcul sunt apropiate de zero, deoarece trecerea de la o nuanță la alta nu este bruscă.

Iată un exemplu de imagine JPEG codificată la calitate maximă, respectiv minimă:

Imagine JPEG, calitate maximă (8,68 KB)



Imagine JPEG, calitate minimă (2,57 KB)

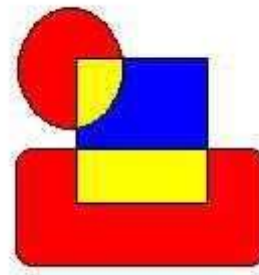


Figura 7.7. Diferența dintre două imagini JPEG la calitate diferită

7.2.4. Formatul GIF

GIF (Graphics Interchange Format) este un format de imagine bitmap introdus de CompuServe în 1987, și a devenit foarte utilizat pe World Wide Web datorită suportului și portabilității extinse.

Formatul GIF suportă până la 8 biți per pixel, permițând unei singure imagini să refere o paletă de până la 256 de culori distincte alese din spațiul de culori RGB pe 24 biți. Suportă de asemenea transparență (două niveluri de transparență) și animație, permițând o paletă separată de 256 culori pentru fiecare cadru. Limitările de culoare fac ca formatul GIF să fie nepotrivit pentru reproducerea fotografiilor color și a altor imagini cu culori continue (de exemplu gradient de culoare), însă este potrivit pentru reprezentarea de imagini simple (grafică vectorială sau logo-uri care au porțiuni colorate uniforme).

Imaginile GIF sunt comprimate prin tehnica de compresie a datelor Lempel-Ziv-Welch (LZW lossless) pentru a reduce dimensiunea fișierelor fără pierderea calității vizuale.

7.2.5. Formatul PNG

Portable Network Graphics (PNG) este un format de imagine bitmap care utilizează un algoritm de compresie a datelor fără pierderea calității imaginii (lossless). PNG a fost creat pentru îmbunătățirea și înlocuirea formatului GIF, ca format de imagine care nu necesită brevet de licență.

PNG suportă paletă de culori RGB pe 24 biți sau nuanțe de gri. PNG a fost dezvoltat pentru transfer de imagini prin Internet, iar nu pentru grafică profesională, astfel că nu suportă alte spații de culoare (de exemplu CMYK).

PNG utilizează o metodă de compresie a datelor ne brevetată, cunoscută ca DEFLATE. Această metodă este combinată cu un algoritm de predicție, unde pentru fiecare rând de pixeli din imagine este aleasă o metodă de filtrare pentru predicția culorii fiecărui pixel, bazată pe culorile pixelilor anteriori, culoarea prezisă a pixelului fiind apoi scăzută din culoarea actuală.

7.2.6. Editoare de imagini bitmap

Editoare de imagini raster (bitmap), precum *Adobe Photoshop*, *Corel PhotoPaint* și *GIMP*, au la bază ideea de editare a pixelilor, spre deosebire de editoarele de imagini vectoriale, cum ar fi *CorelDRAW*, *Adobe Illustrator* sau *Inkscape*, care au la bază ideea de editare a liniilor sau altor primitive grafice (vectori).

Atunci când o imagine este randată în cadrul unui editor de imagini bitmap, imaginea este compusă din mii sau milioane de pixeli. La nivelul de bază, un editor de imagini bitmap manipulează fiecare pixel în parte. Majoritatea editoarelor de imagini bazate pe pixeli utilizează modelul RGB, însă altele permit utilizarea și a altor modele de reprezentare a culorilor (cum ar fi CMYK, Lab, HSB).

8. Formate audio

Un format de fișier audio reprezintă un format container pentru stocarea datelor audio. Datele din fișierele audio sunt codate, respectiv decodate folosind un codec. Un codec poate fi reprezentat de un echipament hardware sau de o aplicație software.

În general, calitatea sunetului stocat într-un format de fișier audio depinde de perioada de eșantionare a amplitudinii semnalului audio și de numărul de biți pe care este memorat fiecare eșantion de date. Aceste date pot fi stocate necomprimate, sau comprimate, pentru reducerea dimensiunii fișierelor.

Formatele audio pot fi împărțite în trei categorii:

- *Formate audio necomprimate*, cum ar fi WAV, AIFF și AU. În cazul acestor formate audio, un fișier care conține un minut de muzică simfonică ar ocupa același spațiu ca un fișier care ar conține un minut de „liniște”.
- *Formate cu compresie lossless* (fără pierdere de date), cum ar fi FLAC, Monkey's Audio (*.APE), WavPack (*.WV), Shorten, TTA, ATRAC Advanced Lossless, Apple Lossless și Windows Media Audio (WMA) lossless. În general, formatele cu compresie lossless oferă o rată de compresie de aproximativ 2:1.
- *Formate cu compresie lossy* (pierdere a calității), cum ar fi MP3, Vorbis, Musepack, ATRAC, Windows Media Audio (WMA) lossy sau AAC.

8.1. Formatul WAVE

WAV (sau WAVE, prescurtarea de la Waveform audio format), reprezintă un standard de format audio propus de Microsoft și IBM pentru stocarea în fișiere a secvențelor audio. Acesta reprezintă o punere în practică a metodei de formatare a fluxului de biți (bitstream) RIFF pentru stocare a datelor în „bucăți” (din RIFF derivă formatele IFF – utilizat pe sistemele Amiga și AIFF – utilizat pe sistemele Macintosh). WAV este formatul principal utilizat pe sistemele Windows pentru date audio brute (RAW) și, de obicei, necomprimate.

Fișierele WAV pot fi codate cu a varietate de codec-uri pentru reducerea dimensiunii fișierelor (de exemplu codec-urile GSM sau MP3). Codarea tipică a fluxului de biți este în format PCM (Pulse Code Modulation), mai precis LPCM (Linear PCM).

8.1.2. Descriere

Deși un fișier WAV poate stoca informație audio comprimată, majoritatea formatelor WAV conțin informație necomprimate în format LPCM. De exemplu, formatul de fișiere audio standard pentru CD-uri este codat LPCM, și conține două canale de câte 44.100 eșantioane pe

secundă, 16 biți per eșantion. Deoarece LPCM utilizează o metodă de stocare fără comprimare și fără pierderi de calitate, profesioniștii utilizează formatul WAV pentru a obține maximum de calitate audio.

Începând cu Windows 2000, a fost definit un header WAVE_FORMAT_EXTENSIBLE care specifică date referitoare la canale audio multiple, împreună cu poziția difuzoarelor și elimină unele ambiguități referitoare la tipul eșantioanelor și dimensiunea containerelor.

8.1.3. Popularitatea formatului WAV

Fișierele WAV necomprimate au dimensiuni mari, astfel că, odată cu popularizarea aplicațiilor partajării fișierelor prin Internet, formatului WAV i-a scăzut dramatic popularitatea. Oricum ar fi, acesta reprezintă încă un tip de fișier încă destul de utilizat, potrivit pentru conținut audio de înaltă calitate în special pe sisteme pe care nu există restricții privitoare la spațiul de pe disc.

Cel mai adesea, datorită dimensiunii reduse a fișierelor utilizate, pentru stocare și transfer de conținut audio sunt utilizate formatele cu compresie și pierderi de calitate (lossy), cum ar fi MP3, AAC, (Ogg)Vorbis și WMA. Dimensiunea redusă a fișierelor asociate acestor formate permite o transmitere mai rapidă a acestora prin Internet și mai puțin spațiu consumat pentru stocare. Totuși, se pare că acest avantaj primează în fața dezavantajului generat de pierderile de calitate. Există totuși o serie de codec-uri lossless disponibile (FLAC, Shorten, ATRAC Advanced Lossless, Apple Lossless, WMA Lossless, TTA sau WavPack), însă nici unul dintre acestea nu a devenit un standard utilizat pe scară largă atât de profesioniști cât și de simplii utilizatori.

Utilizarea pe scară largă a formatului WAV provine în mare parte din familiarizarea cu acesta și structura simplă a fișierelor. Datorită acestor aspecte, el continuă să se răspândească, fiind utilizat de numeroase aplicații software, WAV funcționând ca „cel mai mic numitor comun” atunci când vine vorba de schimb de fișiere audio între diverse programe.

8.1.3. Limitări ale formatului WAV

Formatul WAV este limitat la fișiere mai mici de 4 GB, deoarece folosește un întreg fără semn pe 32 biți pentru memorarea în header a dimensiunii fișierului (unele aplicații limitează dimensiunea fișierelor WAV la 2–4 GB). Deși este echivalentul a aproximativ 6 ore și jumătate de conținut audio la calitate de CD (44,1 KHz, 16 biți stereo), este uneori nevoie ca această limită să fie depășită, în special atunci când, spre exemplu, este nevoie de rate de eșantionare mai mari. Ca răspuns la acest neajuns, a fost creat formatul W64 pentru a fi utilizat de aplicația Sound Forge. Acesta stochează în header dimensiunea fișierului ca întreg fără semn pe 64 de biți, permițând timpi mult mai mari de înregistrare. Un alt formatul, RF64, specificat de către European Broadcasting Union a fost creat de asemenea pentru a rezolva această problemă legată de formatul WAV.

8.1.4. Formatul WAV și CD-urile audio

CD-urile audio nu utilizează WAV ca format de sunet, utilizând în schimb standardul audio Red Book. Partea comună a celor două standarde este aceea că atât CD-urile audio cât și fișierele WAV au codate datele audio în PCM (Pulse Code Modulation). WAV reprezintă un format de fișier destinat utilizării acestora de către calculatoare, astfel că player-ele CD nu le pot interpreta în mod direct. Pentru a înregistra fișiere WAV pe un CD audio, header-ele fișierelor trebuie golite, iar datele PCM care rămân să fie scrise direct pe disc ca piste individuale.

Fișierele WAV pot fi codate folosind o mare varietate de codec-uri care au ca efect reducerea dimensiunii fișierelor (de exemplu codec-urile GSM sau MP3). Iată în continuare o comparație a codec-urilor utilizate la compresia WAV (semnal audio monofonic): PCM, ADPCM, GSM, CELP, SBC, TrueSpeech and MPEG Layer-3

Format	Bitrate	1 Minut =
11.025 Hz 16 bit PCM	176,4 kbit/s	1292 KiB
8.000 Hz 16 bit PCM	128 kbit/s	938 KiB
11.025 Hz 8 bit PCM	88,2 kbit/s	646 KiB
11.025 Hz μ -Law	88,2 kbit/s	646 KiB
8.000 Hz 8 bit PCM	64 kbit/s	469 KiB
8.000 Hz μ -Law	64 kbit/s	469 KiB
11.025 Hz 4 bit ADPCM	44,1 kbit/s	323 KiB
8.000 Hz 4 bit ADPCM	32 kbit/s	234 KiB
11.025 Hz GSM 6.10	18 kbit/s	132 KiB
8.000 Hz MP3 16 kbit/s	16 kbit/s	117 KiB
8.000 Hz GSM 6.10	13 kbit/s	103 KiB
8.000 Hz Lernout & Hauspie SBC 12 kbit/s	12 kbit/s	88 KiB
8.000 Hz DSP Group Truespeech	9 kbit/s	66 KiB
8.000 Hz Mp3 8 kbit/s	8 kbit/s	60 KiB
8.000 Hz Lernout & Hauspie CELP	4,8 kbit/s	35 KiB

Tabelul 8.1. Comparație a codec-urilor utilizate la codarea fișierelor WAV.

8.2. Formatul MP3

MP3 (sau mai precis, MPEG-1/2 Audio Layer 3) reprezintă un algoritm pentru compresie audio capabil să reducă masiv volumul de date necesar pentru reproducerea secvențelor audio, simultan cu reproducerea fidelă a sunetului original, necomprimat.

În mare, compresia audio poate fi comparată cu formatul JPEG destinat fotografiilor: prin pierderea unui oarecare grad de calitate, de multe ori foarte greu de sesizat, se obține un fișier audio de dimensiune foarte mică, ce poate fi transferat relativ ușor prin conexiuni de internet sau încărcat pe medii de stocare portabile. Problema este însă că, spre deosebire de JPEG, care

este un standard adoptat pe scara largă, compresia audio este un concept mai nou pentru care încă se lupta mai multe formate care propun proprii algoritmi de codare și decodare.

8.2.1. Istoric

Codificarea MPEG-1/2 Layer 2 și-a început existența sub forma proiectului Digital Audio Broadcast (DAB), inițiat de către Societatea Fraunhofer. Proiectul a fost finanțat de Uniunea Europeană, ca parte a programului de cercetare EUREKA, cunoscut ca EU-147.

EU-147 s-a desfășurat între 1987 și 1994. În 1994 existau două propuneri disponibile: *Musicam* (cunoscut ca Layer II) și *ASPEC* (Adaptive Spectral Perceptual Entropy Coding) (prezentând similarități cu MP3).

Musicam a fost ales datorită simplității și rezistenței sale la erori.

Un grup de lucru format în jurul lui Karlheinz Brandenburg și Jurgen Herre au preluat unele idei de la *Musicam* și *ASPEC*, au adăugat idei proprii și au creat MP3, care a fost dezvoltat pentru atingerea aceleiași calități a sunetului la 128 kbps ca și MP2 la 192 kbps.

Ambii algoritmi au fost finalizați în 1992 ca parte a MPEG-1, prima fază a lucrului la MPEG, care a rezultat standardul internațional ISO/International Electrotechnical Commission 11172-3, publicat în 1993. Lucrul în continuare la MPEG Audio a fost finalizat în 1994 ca parte a celei de a doua faze, MPEG-2, care a rezultat standardul internațional ISO/IEC 13818-3, publicat în original în anul 1995.

Eficiența compresiei cu pierdere de calitate (lossy) este de regulă dată de către bitrate, deoarece rata de compresie depinde de adâncimea biților și perioada de eșantionare a semnalului de intrare. Cel mai adesea sunt afișate rate de compresie care folosesc parametrii specifici pentru CD audio (44,1 kHz, 2x16 bit).

Karlheinz Brandenburg a folosit o înregistrare CD a piesei „Tom’s Dinner” a cântăreței Suzanne Vega ca și model pentru algoritmul de compresie MP3. Această piesă a fost aleasă datorită simplității acesteia, făcând mai ușoară detectarea sonoră a imperfecțiunilor folosind diverse formate de compresie.

FhG (Fraunhofer-Gesellschaft) publică pe pagina lor oficială de web următoarele rate de compresie și bitrate-uri pentru MPEG-1 Layer 1, 2 și 3, pentru a putea face o comparație între acestea:

- Layer 1: 384 kbit/s, compresie 4:1
- Layer 2: 192...256 kbit/s, compresie 6:1...8:1
- Layer 3: 112...128 kbit/s, compresie 10:1...12:1

Aceste valori sunt exagerat de optimiste, deoarece calitatea depinde nu numai de formatul fișierului comprimat, ci și de calitatea algoritmilor psiho-acustici⁵ utilizați de către codificator. Codificatoarele Layer 1 obișnuite folosesc psiho-acustici foarte simple care au ca rezultat un bitrate mai mare necesar pentru o codificare transparentă (în compresia de date, transparența reprezintă rezultatul ideal al unei compresii lossy).

⁵ Psiho-acustica reprezintă percepția subiectivă a sunetului de către urechea umană.

- Codificarea Layer 1 la 384 kbit/s, chiar cu aceste psiho-acustici simple, este mai bună decât Layer 2 la 192...256 kbit/s
- Codificarea Layer 3 la 112...128 kbit/s este mai slabă decât Layer 2 la 192...256 kbit/s.

Iată astfel, câteva date mai realiste privitoare la bitrate:

- Layer 1: calitate excelentă la 384 kbit/s
- Layer 2: calitate excelentă la 256...384 kbit/s, foarte bună la 224...256 kbit/s, bună la 192...224 kbit/s
- Layer 3: calitate excelentă la 224...320 kbit/s, foarte bună la 192...224 kbit/s, bună la 128...192 kbit/s.

De regulă, compararea unui nou format de fișier se face prin compararea unui codificator de calitate medie pentru formatul vechi cu un codificator bine configurat pentru noul format.

Formatul MP3 are la baza sa o transformare hibridă pentru transformarea unui semnal din domeniul timp într-un semnal în domeniul frecvență:

- PQF (Polyphase Quadrature Filter) – împarte un semnal de intrare în 32 sub-benzi echidistante
- MDCT (Modified Discrete Cosine Transform) – transformare cosinusoidală discretă modificată
- Post-procesarea reducerii alias-urilor.

În Figura 8.1 se poate observa schema unui codificator MP3.

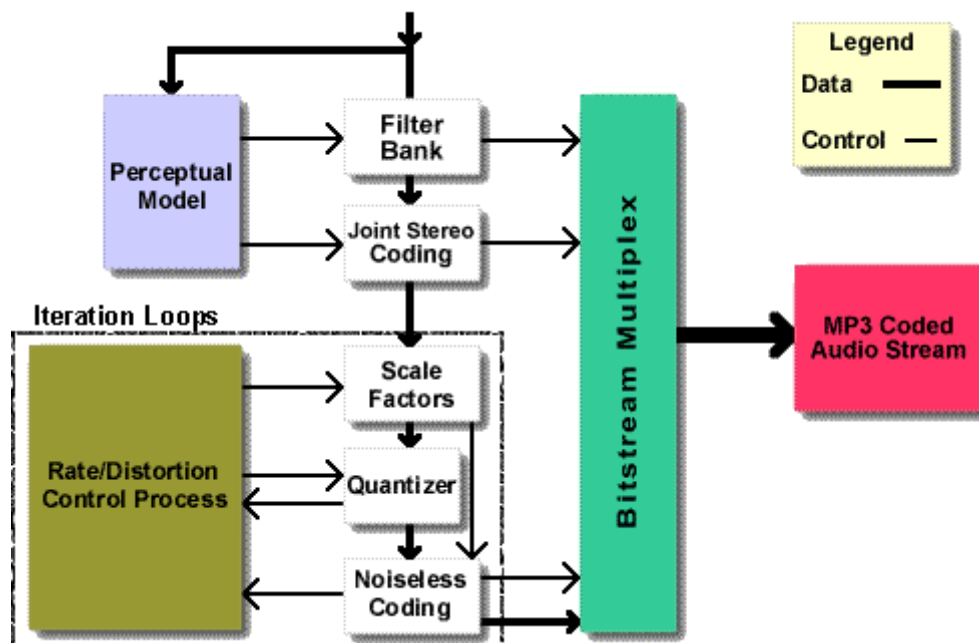


Figura 8.1. Schema unui codificator MP3

În termenii specificațiilor MPEG, formatul AAC (MPEG-4) pare să fie succesorul formatului MP3, chiar dacă a avut loc o mișcare importantă pentru crearea și popularizarea altor formate audio. Totuși, o asemenea „succesiune” nu este prea probabil să aibă loc curând. Formatul MP3 se bucură de o popularitate extrem de largă și suport semnificativ, nu numai din partea

utilizatorilor finali și a aplicațiilor software ci și din partea echipamentelor hardware, precum player-ele DVD.

În ultima vreme, standardul MP3 a evoluat printr-o versiune mai nouă, denumită MP3PRO. Aceasta este derivată din tehnologia MPEG1 Layer 2. Deși oferă o calitate mai bună, acest format nu dă rezultate bune la codarea cu bitrate mic. În plus, acesta este un format proprietar, pentru a cărei implementare se vor cere taxe de licențiere.

8.2.2. MP2, MP3 și Internetul

În octombrie 1993, fișierele MP2 au apărut pe Internet, iar din prima jumătate a anului 1995 fișierele MP3 au început să fie populare pe Internet. Această popularitate s-a datorat în special succeselor unor companii și pachete software precum *Winamp* de la Nullsoft, *mpg123* și *Napster*. Începând cu anul 2003 a explodat numărul de pagini web care conțineau fișiere MP3.

Controversele legate de rețelele de file sharing peer-to-peer, în mare parte datorate fișierelor MP3 (datorită compresiei care permite schimbul de fișiere, care altfel, ar fi de dimensiuni prea mari pentru a se mai încumeta cineva să facă acest lucru) au luat amploare în ultima perioadă.

Motivul pentru care MP3 a devenit standardul audio pe web s-a datorat faptului că deținătorii patentului pentru MP3 au permis, tuturor celor interesați să creeze un decodor sau un player, în mod gratuit, pentru el.

8.

2.3. Calitatea fișierelor MP3

Mulți ascultători acceptă o calitate de 128 kbit/s ca fiind destul de apropiată de calitatea unui CD. Aceasta asigură o rată de compresie de aproximativ 11:1.

Câteva codificatoare MP3:

- L.A.M.E (creat pentru prima dată de Mike Cheng la începutul anului 1998): asigură o calitate și o viteză excelentă.
- Fraunhofer Gesellschaft (FhG): nu este gratuit, asigură o calitate bună.
- Xing Mpeg: asigură o viteză mare, însă în detrimentul calității.

Calitatea unui MP3 depinde de calitatea codicatorului și de dificultatea semnalului care trebuie codificat. Codificatoarele bune obțin o calitate acceptabilă la 128-120 kbit/s. O calitate apropiată de transparență este obținută la 160-192 kbit/s. Codificatoarele slabe pot să nu atingă o calitate apropiată de modul transparent nici chiar la 320 kbit/s. În consecință, este de prisos a vorbi de calitate de 128 kbit/s sau 192 kbit/s. Un MP3 la 128 kbit/s obținut de un codificator bun poate suna mai bine decât un fișier MP3 la 192 kbit/s obținut de un codificator slab.

În domeniul compresiei audio lossy singura modalitate relevantă de stabilire a calității procesului de compresie este ascultarea rezultatului obținut.

O facilitate importantă a MP3 este faptul că acesta este cu pierdere de calitate – acest lucru însemnând că anumite informații sunt îndepărtate din semnalul de intrare în vederea salvării spațiului și a lățimii de bandă. Algoritmii de codificare MP3 lucrează cu operații complexe pentru a asigura faptul că partea de informație care va fi îndepărtată nu poate fi detectată de urechea umană, prin modelarea caracteristicilor auzului uman (mascarea zgomotului). Importanța acestui lucru este aceea că poate fi recuperat mult spațiu de stocare făcând compromisuri acceptabile privind pierderea fidelității sunetului.

8.2.4. Bitrate-ul

Bitrate-ul (numărul de biți transferați într-o secundă) este variabil pentru fișierele MP3. Regula generală este aceea că pentru un bitrate mai mare este necesar un volum mai mare de informație inclusă din fișierul original, astfel crescând calitatea sunetului fișierului MP3. La începuturile codificării MP3, bitrate-ul folosit pentru un fișier întreg era fix.

Bitrate-urile disponibile pentru MPEG-1 layer 3 sunt: 32, 40, 48, 56, 64, 80, 96, 112, 128, 160, 192, 224, 256 și 320 kbit/s (103 biți pe secundă), iar perioadele de eșantionare disponibile sunt 32, 44.1 și 48 kHz. 44.1 kHz este adesea cea mai des folosită, datorită faptului că aceasta este frecvența unui CD audio, iar 128 Kbit a devenit de facto un standard mulțumitor. MPEG-2 și (neoficial) MPEG-2.5 adaugă mai multe bitrate-uri: 8, 16, 24, 32, 40, 48, 56, 64, 80, 96, 112, 128, 144, 160 kbit/s.

8.

Sunt posibile de asemenea și bitrate-uri variabile. Sunetul în fișierele MP3 este divizat în cadre, fiecare având câte un marcaj al bitrate-ului, astfel că este posibilă modificarea dinamică bitrate-ului pe măsură ce fișierul este rulat. Această tehnică face posibilă folosirea unui număr mai mare de biți pentru porțiunile de sunet cu o dinamică ridicată și mai puțini biți pentru porțiunile cu o dinamică scăzută, crescând calitatea și scăzând spațiul de stocare necesar.

2.5. Codificarea și decodificarea fișierelor MP3

Standardul MPEG-1 nu include specificații precise pentru un codificator MP3. Algoritmul de decodificare și formatul fișierului, prin contrast, este bine definit. Cei care implementează codificatoare MP3 își dezvoltă algoritmi proprii pentru îndepărtarea anumitor informații din secvențele audio. Acesta este domeniul psiho-acusticii, care studiază modul în care funcționează percepția acustică (la nivelul urechii și a creierului).

În consecință sunt disponibile diverse codificatoare MP3, fiecare producând fișiere de calitate diferite. Sunt disponibile informații privitoare la comparațiile între aceste codificatoare, astfel că nu este greu pentru cineva să aleagă codificatorul potrivit. De regulă, un codificator care dă rezultate foarte bune la bitrate-uri mari, nu dă rezultate similare și la bitrate-uri mici (De exemplu LAME, care este folosit în special pentru codificarea la bitrate-uri mari).

Pe de altă parte, decodificarea este bine definită în acest standard. Majoritatea decodificatoarelor sunt „*bitstream compliant*”, însemnând că fiecare din ele va produce același rezultat ca urmare a rulării unui fișier MP3. Comparațiile între diversele decodificatoare MP3 se bazează aproape în exclusivitate pe eficiența lor (cantitatea de memorie și timp de procesor folosite în procesul de decodificare).

Fișierele MP3 pot conține tag-uri (etichete) care conțin metadata precum titlul piesei, albumul, autorul, numărul piesei sau alte informații privitoare la fișierul MP3.

8.3. Formatul AAC

AAC (Advanced Audio Coding) reprezintă o schemă de compresie cu pierderea calității (lossy) și codare standardizată pentru conținut audio digital. Fiind dezvoltat cu scopul de a fi succesorul formatului MP3, AAC are în general o calitate a sunetului mai bună decât MP3.

AAC a fost dezvoltat în cooperare și cu contribuția unor companii precum Fraunhofer IIS, AT&T Bell Laboratories, Dolby, Sony Corporation și Nokia, fiind declarat în mod oficial ca standard internațional de către Moving Pictures Experts Group în aprilie 1997.

AAC a fost standardizat de ISO și IEC, ca parte a specificațiilor MPEG-2 și MPEG-4. AAC este capabil să includă 48 canale audio pe întreaga lățime de bandă (până la 96 kHz) într-un singur flux, plus 16 canale pentru efecte de joasă frecvență (LFE – Low Frequency Effects) (limitate la 120 Hz), până la 16 canale „cuplate” și până la 16 fluxuri de date. Calitatea pentru audio stereo

8.

este satisfăcătoare la 96 kbit/s în mod joint stereo, însă pentru transparență hi-fi este nevoie de cel puțin 128kbit/s (bitrate variabil).

Cea mai cunoscută întrebuințare a formatului AAC este ca format audio implicit pentru dispozitivele iPhone, iPod și iTunes de la Apple. AAC este de asemenea utilizat ca format audio standard pentru PlayStation 3 de la Sony, este suportat de Playstation Portable, ultimele generații ale Sony Walkman și telefoanele Walkman de la Sony Ericsson, telefoanele Nseries de la Nokia, Nintendo's Wii, și de standardul video MPEG-4.

3.1. Îmbunătățiri ale AAC față de MP3

AAC a fost dezvoltat în scopul îmbunătățirii formatului MP3, ca succesor al acestuia, demonstrând o calitate mai bună a sunetului și transparență decât fișierele MP3 codate la același bitrate. Dintre îmbunătățiri amintim:

- Mai multe frecvențe de eșantionare (de la 8 kHz la 96 kHz) decât MP3 (de la 16 kHz la 48 kHz)
- Până la 48 canale (MP3 suportă până la două canale în mod MPEG-1 și până la 5+1 canale în mod MPEG-2)
- Bitrate-uri arbitrare și lungimi variabile ale cadrelor.
- Eficiență sporită și un filterbank mai simplu (MP3 utilizează o codare hibridă, pe când AAC utilizează o transformare cosinus discretă modificată pură – MDCT) □ Eficiență mai mare a codării pentru semnale audio staționare.
- Acuratețe mai mare a codării pentru semnale tranzitorii.
 - manipulare mai bună a frecvențelor audio peste 16 kHz □ Mod joint stereo mai flexibil.

Deși standardul AAC este mai bun decât MP3, avantajele AAC nu sunt decisive, iar specificațiile MP3, deși învechite, se dovedesc a fi surprinzător de robuste, în ciuda punctelor slabe pe care le are. AAC este mai bun decât MP3 la bitrate-uri mici (de obicei sub 128 kbps). Acest lucru este adevărat în special la rate de biți foarte mici, unde codarea stereo superioară și transformarea MDCT pură lasă în urmă formatul MP3. Totuși, odată cu creșterea bitrate-ului, avantajul AAC față de MP3 nu mai este atât de evident.

8.3.2. Modul de funcționare a AAC

AAC reprezintă un algoritm de codare audio pe bandă largă care exploatează două strategii primare de codare pentru a reduce substanțial volumul de date necesar pentru reprezentarea audio digitală de înaltă calitate:

1. Componentele semnalului care sunt irelevante din punct de vedere perceptual sunt îndepărtate;

8.

2. Redundanțele din semnalul audio codat sunt eliminate.

Procesul de codare constă din următorii pași:

- ☐ Semnalul este convertit din domeniul timp în domeniul frecvență folosind transformarea MDCT.
- ☐ Semnalul în domeniul frecvență este cuantizat pe baza modelului psihoacustic apoi codat.
- ☐ Sunt adăugate coduri interne de corecție a erorilor ☐ Semnalul este stocat sau transmis.
- ☐ În vederea prevenirii eșantioanelor corupte, este aplicată la fiecare cadru o implementare modernă a algoritmului *Luhn modulo N*.

8.3.3. Produse care suportă formatul AAC

- ☐ Standardele HDTV
- ☐ Dispozitive hardware:

- iTunes and iPod
- Creative Zen Portable
- Microsoft Zune
- SanDisk Sansa
- Sony PlayStation Portable (PSP)
- Sony Walkman
- Nintendo DSi
- Telefoane mobile: Nokia, Motorola, Samsung, Sony Ericsson, BenQ-Siemens, Philips, BlackBerry, Apple iPhone.

8.4. Aplicații software pentru editare audio

Aplicațiile software pentru editare audio digitală permit manipulare semnalului audio digital.

În general, editoarele destinate prelucrării secvențelor muzicale permit următoarele operații:

- Înregistrarea semnalului audio de la una sau mai multe intrări și stocarea lui.
- Mixarea mai multor canale audio, egalizarea sunetului, crossfading.
- Aplicarea de diverse efecte audio și filtre, reducerea zgomotului de fond etc.
- Conversii între diverse formate audio sau între diverse nivele de calitate a sunetului

Iată câteva aplicații software pentru editare audio:

- Sound Forge (produs de Sony)
- Audition și Soundbooth (produse de Adobe)
- WaveLab (produs de Steinberg)
- Soundscape 32 (produs de Solid State Logic)
- Goldwave (produs de Goldwave Inc.)
- Acoustica (produs de Acon Digital Media)
- Ardour, Wave Surfer, MusE (aplicații software gratuite).

9. Formate video

Video reprezintă tehnologia de captură electronică, înregistrare, procesare, stocare, transmitere și reconstruire a unei secvențe de imagini statice care reprezintă scene în mișcare. Termenul *video* (de la latinescul: "eu văd") se referă în general la formate de stocare a imaginilor în mișcare: formate video digitale și analogice. Capitolul de față prezintă câteva dintre formatele video digitale.

9.1. Standardul MPEG

Standardul MPEG (Moving Pictures Expert Group) este folosit pentru codarea video și audio. Partea I a standardului MPEG-2 definește o structura de multiplexare pentru audio și video și mijloacele de reprezentare a informației temporale necesare pentru redarea lor sincronizat în timp real. Standardul a fost dezvoltat în legătura cu tehnologii CD – I (Compact – Disc Interactive), Video CD și mai ales transmisii audio-video prin satelit (televiziunea digitală).

Astfel, la sfârșitul lui 1994 a intrat în funcțiune în SUA DirectTV cu transmisie în MPEG și antena mica de satelit, un decodor "smart-card", prevăzută cu modem care transmite automat periodic datele pentru întocmirea notei de plată. Un al doilea sistem DSS (Digital Satellite Systems) e compatibil cu DirectTV și se introduce în țări din America Latină. În Europa se lucrează la un sistem similar, DVB (Digital Video Broadcasting), operațional din 1997.

Standardul MPEG-2 a fost aplicat și în standardul DVD de companii japoneze și europene (Toshiba, Matsushita, Hitachi, Sony, Philips, SGS Thomson, etc.).

DVD (Digital Versatile Disc, sau SDD – Super Density Disk), cu aceleași dimensiuni ca și CD audio, dar cu capacitate de 4,7 GB față de 700 MB. Pentru codarea audio se folosește standardul DOLBY AC-3.

O altă aplicație MPEG-2 este HDTV dezvoltat în 1993 de ATSC (Advanced Television Systems Committee), care folosește MPEG-2 pentru video și Dolby AC – 3 pentru audio. (48 kHz eșantionare). Sistemul nu este răspândit datorită prețului ridicat.

Standardul MPEG-2 a fost dezvoltat în perioada 1990 – 1994, ca o generalizare MPEG-1. ('88 – '92).

9.1.1. Standardul ISO/IEC 13818

Standardul ISO/IEC 13818 – se referă la codarea generică a imaginilor animate și a informației audio asociate și are 10 părți:

- Partea 1 (Systems) – este mult mai elaborată pentru a putea fi folosită la transmiterea printr-o varietate mult mai mare de medii: rețele de calculatoare, cablu TV, transmisii prin satelit.

- Partea 2 (Video) – se referă la înregistrări video întreșute.
- Partea 3 (Audio) – suporta pana la 5 canale audio (surround sound).
- Partea 4 (Conformance) – se referă la verificarea decodoarelor.
- Partea 5 (Techical Report) – este decodorul de referință.
- Partea 5 (DSM – CC Digital Storage Media – Command and Control) – este un set de protocoale ce oferă funcții de control și operații specifice secvențelor codate MPEG pentru aplicații de video la cerere (video-on-demand) și multimedia interactiv. Modelul folosit este conexiune client – server pe rețele DSM – CC (serverele nu sunt neapărat tip calculator).
- Partea 7 (NBC Audio) este un algoritm de compresie audio incompatibil MPEG–1 (NBC – Non Backward Compatible) dar este mai eficient decât ce s-a publicat până în prezent.
- Partea 8 (10 bit Video) este o extensie a părții 2 pentru codarea cu 10 biți a componentei de culoare (30 biți / pixel) fata de 8 biți (24 biți / pixel). Această parte a fost abandonată datorită lipsei de interes din partea industriei multimedia.
- Partea 9 (Real Time Interface) completează partea 1 cu restricții asupra mediului de transmisie pentru a face posibila comunicarea bidirecțională în timp real.
- Partea 10 (DSM – CC Conformance) este similara cu partea 4 dar pentru DSM – CC.

9.1.2. Standardul MPEG–4.

A fost demarat în 1994 și folosește principii noi de codare. Astfel, nu mai există succesiuni de imagini și sunete, ci o colecție de obiecte audio – video naturale și sintetice. Se folosește MSDL (MPEG–4 Syntax Description Language) orientat pe obiecte, cu o structură binară, folosit pentru comunicația dintre emițător și receptor. Se dorește dezvoltarea pe viitor a unui translator MSDL -> C++.

Principial, emițătorul transmite obiecte audio-video și un “composing script” pentru compunerea și prezentarea lor. Exista posibilitatea ca emițătorul să transmită și algoritmi de decompresie necunoscuți receptorului. Acești algoritmi vor fi descriși în MSDL și sunt interpretați de receptor. Astfel rezultă o mare flexibilitate în acest standard, necesitând doar ca emițătorul și receptorul să (re)cunoască MSDL. Astfel, perfecționările algoritmilor nu vor necesita modificări la receptor. Filosofia este similara cu Java și este posibila utilizarea și pe Internet.

9.1.3. Elemente despre MPEG–2.

MPEG–2 este un standard scalabil și este extensibil. Pentru facilitarea interoperabilității codoarelor și decodoarelor sunt definite o serie de profile și nivele (profiles & levels).

Profilele sunt subseturi de sintaxa, iar nivelele sunt limitări impuse parametrilor (ex. dimensiunea imaginii, frecventa cadrelor, mărimea vectorilor de mișcare). Profilele și nivelele au fost definite pentru a satisface anumite aplicații. Astfel, MP @ ML (Main Profile at Main

Level) este pentru televiziunea digitală, iar HP @ HL (High Profile at High Level) este pentru HDTV.

În continuare se prezintă pe scurt câteva elemente MP @ ML.

TV digitală utilizează 720x480 cu 30 cadre/s pentru NTSC și 720x576 cu 25 cadre/s pentru PAL și SECAM. Pentru 24 biți/pixel rezulta 248,832 Mb/s.

Transmisiile MPEG–2 utilizează 3–9 Mb/s la o calitate superioara transmisiei TV analogice prin cablu, adică o compresie de 27–83 ori (0, 29–0, 87 biți/pixel).

9.1.3.1. Reprezentarea culorii

Folosește reprezentarea YCrCb (Luminanță, Blue-difference, Red-difference), nu RGB. Pentru că ochiul nu e sensibil la detalii fine de culoare, semnalele de crominanță⁶ sunt "decimate" atât orizontal cât și vertical, după o filtrare care diminuează suprapunerea de spectru. Astfel, cantitatea de informație se reduce cu 50%. (medie 12 biți / pixel).

9.1.3.2. Reprezentarea imaginii

Într-o secvență video există o succesiune de cadre. Dacă o secvență este întreșesută, cadrul consta în doua câmpuri: top și bottom, distanțate în timp la jumătate din perioada cadrelor. Imaginea este unitatea de compresie pentru MPEG–2. Pentru secvențele progresive imaginea este întotdeauna un cadru, iar pentru secvențele întreșesute imaginea poate fi atât cadru, cât și câmp. Dacă imaginea este câmp, codarea se face pe perechi. Alegerea cadru/câmp este făcută de codor în funcție de conținutul secvenței.

9.1.3.3. Redundanța temporală

Schimbările de la un cadru la altul sunt în general reduse. De aceea este mai eficientă codarea inter-cadru (inter-frame) care presupune reținerea doar a schimbărilor și nu a întregului cadru. Standardul definește 3 tipuri de cadre:

- ☐ Intra-coded frames – codate fără referință la alte cadre.
- ☐ (P) Predictive coded frames – folosesc codarea predictiva și constituie referință pentru predicții ulterioare (pleacă de la I sau P).
- ☐ (B) Bidirectionally Interpolated Frames – au nevoie de predicție anterioară și posterioară, asigurând cea mai ridicată rată de compresie.

Alegerea este făcută de codor.

Exemplu:

I0	B1	B2	B3	P4	B5	B6	B7	P8	ordinea temporală

⁶ Crominanța reprezintă o componentă a semnalului color de televiziune (alături de luminanță), definită ca diferență metrică (lungime de undă dominantă și de saturație) între o culoare oarecare și o culoare aleasă ca referință, de aceeași intensitate luminoasă. Crominanța se referă la ponderea culorilor fundamentale (RGB).

P4 folosește I0 pentru predicție, de aceea trebuie transmis înainte de B1, B2, B3, pentru că este folosit ca referință de către acesta. De aceea trebuie o memorie suficient de mare (pentru exemplu, cel puțin 4 cadre necomprimate).

Rezultă și o întârziere de la intrarea în codor până la ieșire. Pentru aplicații duplex (teleconferințe) cadrele B nu sunt folosite pentru că introduc aproximativ 0,5 secunde întârziere.

9.1.3.4. Reprezentarea mișcării în macro-blocuri.

Deoarece mișcarea nu e uniformă pe întreaga suprafață a imaginii, este mai avantajoasă descompunerea imaginii în regiuni și pentru fiecare regiune se folosește un vector de mișcare. Imaginea este descompusă în macroblocuri de 16x16 pixeli (compromis între eficiență și număr de biți pentru informația de mișcare). Fiecare macrobloc poate folosi diferite tipuri de predicție. Vectorii de mișcare sunt codați diferențial relativ la vectorii anteriori, folosind codificarea Huffman.

Macroblocurile intra-codate nu au nevoie de vectori de mișcare. Dacă folosind vectorii de mișcare al macroblocului anterior obținem o predicție cu reziduu zero, macroblocul este omis. Deci secvențele statice cu mișcare constantă se pot coda foarte bine.

Deoarece o comprimare foarte bună elimină redundanța, ceea ce face imposibilă detecția și corecția erorilor, un număr de macroblocuri consecutive sunt grupate în felii iar predicția vectorilor de mișcare se resetează la începutul fiecărei porțiuni. Primul și ultimul macrobloc trebuie codate și nu pot fi omise.

9.1.3.5. Reducerea redundanței spațiale

Următoarea etapă după descompunerea în macroblocuri și codare este descompunerea erorii reziduale a macroblocurilor în 6 blocuri 8x8, 4 pentru Y și 2 pentru Cb, Cr (din descompunerea YCbCr a imaginii color). Asupra acestora se aplică DFT (Discrete Fourier Transform). Coeficienții rezultanți sunt ponderați și cuantificați, mulți coeficienți devenind 0. Se folosește parcurgerea în zig-zag care maximizează lungimea secvenței de zero. Coeficienții sunt codați Huffman.

9.1.3.6. Sintaxa și semantica video

Definește sintaxa fluxurilor de date și modul cum trebuie acesta decodat pentru a obține secvența audiovideo. Astfel, putem avea în fluxurile de date următoarele elemente și reguli:

- Coduri de start – alcătuite dintr-un prefix din 23 zerouri și un 1, urmat de un octet care identifică tipul codului de start, astfel:
 - 00: picture_start_code
 - 01 – AF: slice_start_code
 - B0, B1, B6: rezervat
 - B2: user_data_start_code
 - B3: sequence_header_code

- B4: sequence_error_code
- B5: extension_start_code
- B7: sequence_end_code
- B8: group_start_code
- B9 – FF: system_start_codes

□ Organizarea elementelor sintactice în flux.

Structura sintactică cea mai înaltă este secvența video, care începe cu un “sequence handler”, urmat de mai multe cache comprimate. Ordinea cadrelor constă în ordinea în care decodorul le procesează și nu ordinea afișării. Secvența video se termină cu “sequence_end_cache”. Un cadru poate fi precedat în diferite puncte ale secvenței de un “sequence_header”. Acesta conține informații referitoare la dimensiunea orizontală și verticală a cadrelor, raportul de aspect (3/4, 9/16, etc.), frecvența cadrelor (24, 25, 30), eventual matricele de decuantizare etc.

Dacă un flux (bitstream) are extensie, este flux MPEG-2. Informația din extensie, “sequence_extension”, conține, printre altele: profilul și nivelul (Profile & Level), dacă e secvența progresivă sau întreșută, dacă bitstream-ul conține sau nu cadre B (low delay – întârziere mică, dacă nu există astfel de cadre), etc.

Sequence display extension indică formatul video (NTSC, PAL, SECAM), matricele de coeficienți pentru calculul cromaticității și luminanței, etc.

Group of Pictures Header – conține printre altele informație de timp.

Picture Header – conține tipul de codare (I, P, B), întârzierea introdusă de memoria tampon, dimensiunea maximă a vectorului de mișcare, etc.

Picture Coding Extension – este specific MPEG-2 și conține informații diverse: treptele de cuantizare, alegerea tabelii Huffman, dacă sursa e progresivă sau întreșută etc.

Quant Matrix Extension – specific MPEG-2, oferă posibilitatea utilizării de matrice de cuantizare diferite pentru fiecare imagine, fără a mai fi necesar un nou “sequence header”

Picture Display Extension și Copyright Extension sunt specifice MPEG-2, ultimul conținând un eventual număr de înregistrare.

Picture Data conține informația codată a imaginii, fiind compusă din porțiuni (slices). O porțiune (slice) este ultima structură sintactică care începe cu un cod de start. Toate celelalte structuri inferioare folosesc coduri Huffman iar decodarea e posibilă doar începând de la slice_start_code.

Macroblock indică eventuala existență a macroblocurilor omise și modalitatea de codare printr-o structură Macroblock mode.

Motion Vectors cuprinde, pentru fiecare macrobloc, 1, 2 sau 4 vectori de mișcare, fiecare cu componenta orizontală și verticală.

Coded Block Pattern specifică blocurile codate, dacă numai o parte din cele 6 blocuri sunt codate.

Block – este informația codată propriu-zisă, fiind constituită dintr-o înșiruire de coduri Huffman corespunzătoare coeficienților nenuli. Aici e concentrată 80 – 90 % din informație.

9.1.3.7. Estimarea mișcării

Este partea cea mai mare consumatoare de timp. În general se caută poziția unei zone 16x16 care are o corelație maximă cu macroblocul care trebuie codat. Deoarece căutarea exhaustivă necesită prea mult timp, se folosesc algoritmi rapizi. Spre exemplu, se calculează corelația cu 8 macroblocuri amplasate ca în Figura 9.1 și se continuă recursiv cu pas înjumătățit.

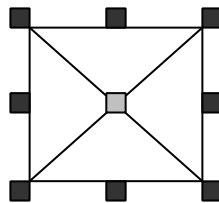


Figura 9.1. Amplasarea celor 8 macroblocuri folosite la corelația spațială

Acest algoritm poate găsi rapid un macrobloc cu corelație bună (nu neapărat cea mai bună), dar care la cadrele următoare ar putea duce la căutare mai amplă. Această problemă se rezolvă prin pre-filtrare înainte de codare.

Ținând cont de cele menționate, în continuare sunt prezentate schemele bloc ale algoritmilor de compresie (Figura 9.2) și decompresie (Figura 9.3) MPEG-2.

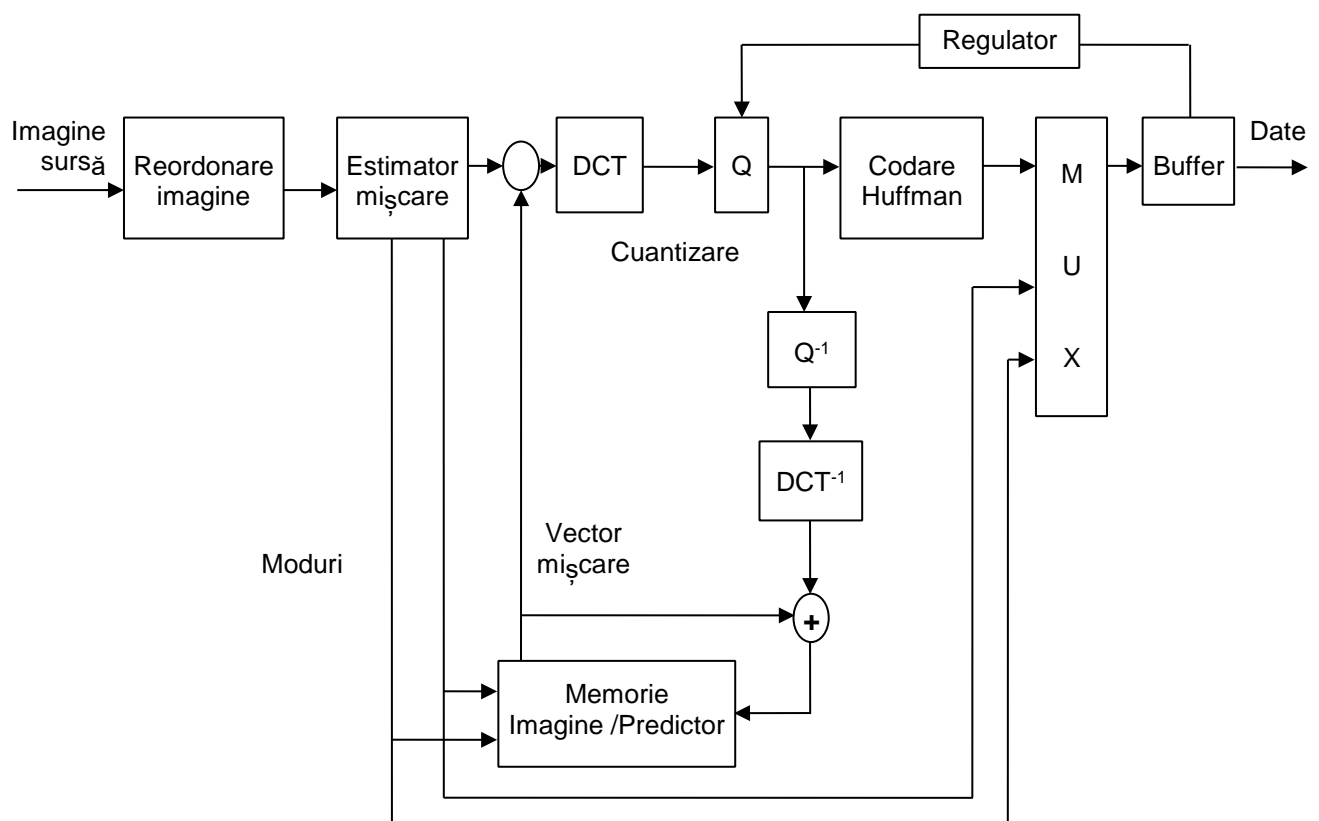


Figura 9.1. Algoritmul de compresie MPEG-2

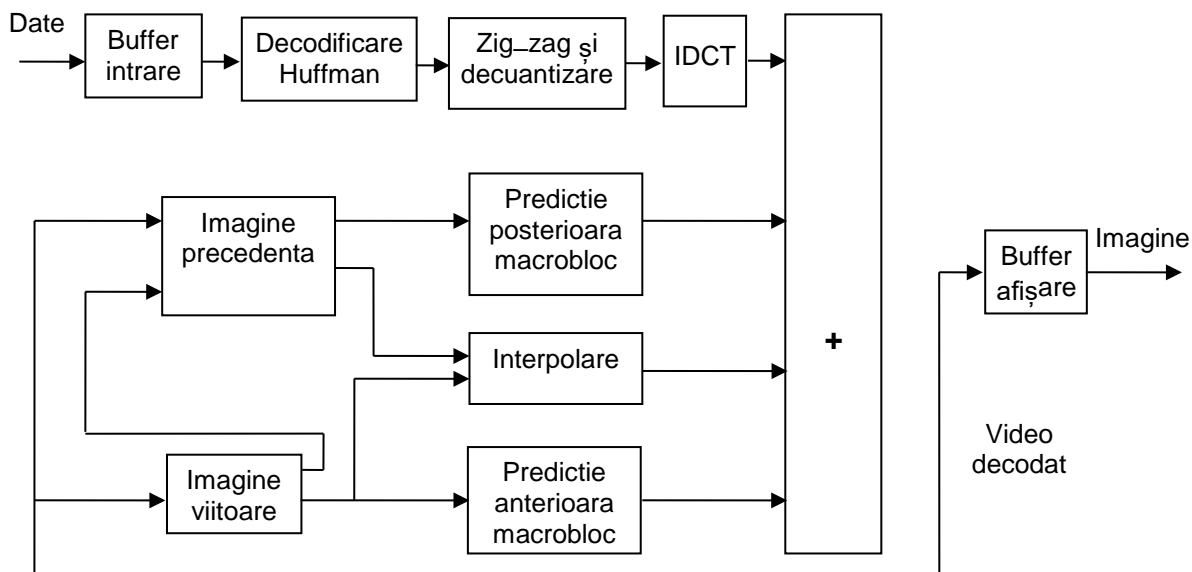


Figura 9.2. Algoritmul de decompresie MPEG-2

9.2. Formatul AVI

Formatul AVI (Audio Video Interleave) este unul dintre cele mai cunoscute formate container creat de compania Microsoft. Microsoft a prezentat acest format în noiembrie 1992, făcând parte din tehnologia video pentru Windows.

Fișierele AVI pot conține atât date audio cât și video într-un container de fișier care permite rulare sincronizată audio-video. La fel ca formatul video DVD, fișierele AVI suportă mai multe fluxuri audio și video, deși aceste facilități nu sunt prea folosite.

9.2.1. Formatul unui fișier AVI

AVI este derivat din formatul RIFF (Resource Interchange File Format), care împarte datele unui fișier în blocuri. Fiecare bloc este identificat de o etichetă (tag) FourCC. Un fișier AVI ia forma unui singur bloc în format RIFF, fiind apoi subdivizat în două blocuri obligatorii și unul opțional.

Primul sub-bloc este identificat de eticheta "hdrl". Acest sub-bloc reprezintă header-ul fișierului și conține metadate despre video, cum ar fi lățimea și înălțimea cadrelor și rata de cadre (frame rate). Al doilea subbloc este identificat de eticheta "movi". Acest bloc conține datele audio/video care alcătuiesc filmul AVI. Al treilea sub-bloc opțional este identificat de eticheta "idx1" care indexează offset-urile blocurilor de date din cadrul fișierului.

Spre deosebire de formatul RIFF, datele audio/video conținute de blocul "movi" pot fi codate sau decodate de către codec-uri software. La crearea unui fișier, codec-ul convertește datele brute în formatul de date (comprimat) utilizat în cadrul blocului. Teoretic, un fișier AVI

poate transporta date audio/video în interiorul blocurilor în orice format de compresie, incluzând aici Full Frame (necomprimat), Intel Real Time (Indeo), Cinepak, Motion JPEG, Editable MPEG, VDOWave, ClearVideo/RealVideo, QPEG și MPEG-4 Video.

9.2.2. Utilizarea AVI

Fișierele AVI nu conțin informații legate de aspectul pixelilor (*aspect ratio* – raportul între lățime și înălțime). Microsoft confirmă faptul că multe player-e, incluzând Windows Media Player, redau fișierele AVI cu pixeli pătrați. În consecință cadrul apare întinse sau comprimate orizontal la rularea fișierului. Există însă alte formate de containere video care permit pixeli cu forme neregulate.

Multe din formatele container moderne (cum ar fi QuickTime, Ogg sau MP4) oferă flexibilitate sporită.

În iunie 2005, DivX, Inc. a lansat propriul format container denumit DivX Media Format (*.divx). Acest format reprezintă de fapt un format AVI îmbunătățit (bazat pe aceeași structură RIFF, pentru compatibilitate cu player-ele și dispozitivele existente).

9.3. Aplicații pentru editare video

- *Microsoft Windows Movie Maker* – disponibil pe toate sistemele de operare Windows XP și Vista.
- *Adobe Premiere/Premiere Pro*.
- *Final Cut* – de la Apple, disponibil numai pe platforme MacOS.
- *Avid Xpress Pro* – software utilizat de profesioniștii din industria cinematografică. A fost folosit la crearea unor pelicule de succes: Matrix, Lord of the Rings, Stealth etc. □ *Corel VideoStudio* (fost Ulead VideoStudio).

Bibliografie

- [1] Wikipedia, www.wikipedia.org
- [2] Marshall McLuhan, „Understanding Media: The Extensions of Man”, Ed. McGraw Hill, NY, 1964.
- [3] Ionuț-Marcel Pop, „Fenomenul Internet. O abordare religios-morală”.
- [4] Remus Pricopie, „Introducere în Relații Publice”, București, 2003, Editura comunicare.ro.
- [5] Marian Petcu, „Sociologia mass-media”, Editura Dacia, Cluj -Napoca, 2002.
- [6] Douglas Holleley, Digital Book Designing and Publishing, Clarendon and the Cary Graphic Arts Press, 2001.
- [7] Raluca Popescu, „Vechi versus Nou. Cărți tipărite sau în format electronic?”, 11 noiembrie 2011, http://www.avocatnet.ro/content/articles/id_26834/Vechi-versus-Nou-Carti-tiparite-sau-in-formatelectronice.html
- [8] Ebooks Vs. Paper Books: The Pros and Cons, <http://coeus.hubpages.com/hub/Ebooks-Versus-PaperBooks-The-Pros-and-Cons>.
- [9] How green is my iPad? Analyzing the iPad’s environmental report (Part 3 - materials), <http://ecolibris.blogspot.com/2010/06/how-green-is-my-ipad-analyzing-ipads.html>.
- [10] eBooks vs. Paper books, <http://www.ecolibris.net/ebooks.asp>.
- [11] Book Buzz - e-reader vs. paper books, <http://www.ecolibris.net/bookbuzz.asp>.
- [12] Barbara Westlake-Kenny, From Paints to Prints: The Impact of Photography on Portraiture, UAB Magazine, Winter 2002 (Volume 22, Number 1), <http://main.uab.edu/show.asp?durki=48203>.
- [13] E Ink announces color ePaper, http://www.eink.com/Triton_Press_Release_Final.pdf.
- [14] eBook Reader 2012 | Compare Best eReaders | eBook Reader Reviews – TopTenREVIEWS, <http://ebook-reader-review.toptenreviews.com>.
- [15] Dan Simmons, Colour e-readers with video shown off, BBC Click, April 9, 2010, http://news.bbc.co.uk/2/hi/programmes/click_online/8610962.stm
- [16] Jesse Emspak, Flexible E-Reader Goes Unplugged, Discovery News nov 3 2011, <http://news.discovery.com/tech/flexible-e-reader-goes-unplugged-111103.html>.
- [17] Eric A. Taub, Color comes to E Ink Screens, NY Times, Nov 10, 2010, http://www.nytimes.com/2010/11/08/technology/08ink.html?_r=1
- [18] Roland Zengerle, Claudio Cupelli, „Droplet Based Microfluidics. Electrowetting Driven Devices”, <http://www.imtek.de/anwendungen/content/upload/vorlesung/2006/electrowetting.pdf>.
- [19] Johan Feenstra, Rob Hayes, „Electrowetting Displays”, may 2009, <http://www.liquavista.com/files/LQV0905291LL5-15.pdf>.

- [20]Dag G., „Electrofluidic Display technology – visual brilliance as in conventional printed media”, <http://www.robaid.com/tech/electrofluidic-display-technology-visual-brilliance-as-in-conventionalprinted-media.htm>.
- [21]Călin-Ștefan Răgălie, „Despre vizoare”, Revista Foto-magazin, decembrie 2009, http://www.fotomagazin.ro/tutorial_open.php?art=ftm20/archives/2009/12/despre_vizoare.html
- [22]Călin-Ștefan Răgălie, „Captatori digitali”, Revista Foto-magazin, martie 2003, http://www.fotomagazin.ro/tutorial_open.php?art=tutorial_captori.php
- [23]Călin-Ștefan Răgălie, „Despre profunzimea de câmp”, Revista Foto-magazin, iunie 2010, http://www.fotomagazin.ro/tutorial_open.php?art=ftm20/archives/2010/06/profunzimea_de_camp.html
- [24]Florin Angelescu, „Camera foto digitala bridge sau D-SLR?”, Revista Foto-magazin, aprilie 2011, http://www.fotomagazin.ro/tutorial_open.php?art=ftm20/archives/2011/04/camera_foto_bridge_dslr.html
- [25]Călin-Ștefan Răgălie, „Despre balansul de alb”, Revista Foto-magazin, aprilie 2008, http://www.fotomagazin.ro/tutorial_open.php?art=ftm20/archives/2008/04/despre_balansul.html
- [26]Călin-Ștefan Răgălie, „Despre sensibilitatea ISO”, Revista Foto-magazin, mai 2007, http://www.fotomagazin.ro/tutorial_open.php?art=ftm20/archives/2007/05/despre_sensibil.html
- [27]Călin-Ștefan Răgălie, „Despre intervalul dinamic”, Revista Foto-magazin, martie 2010, http://www.fotomagazin.ro/tutorial_open.php?art=ftm20/archives/2010/03/despre_interval.html
- [28]Călin-Ștefan Răgălie, „O introducere în fotografia HDR”, Revista Foto-magazin, august 2011, http://www.fotomagazin.ro/tutorial_open.php?art=ftm20/archives/2011/08/High_Dynamic_Range_1.html