

Capitolul 2

INFORMATIЯ

2.1. Cantitatea de informație

Sensul ușual al cuvântului **informație** „știre, comunicare verbală, scrisă sau transmisă prin alte metode despre anumite fapte, evenimente, activități etc.” se concretizează într-un compartiment special al matematicii, denumit **teoria informației**. Conform acestei teorii, **sursa de informație** se descrie printr-o variabilă S care poate lua valori dintr-o mulțime finită de elemente distincte $\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$. Se consideră că valorile curente ale variabilei S nu sunt cunoscute din timp. E cunoscută numai mulțimea $\{s_1, s_2, \dots, s_n\}$, **denumită mulțimea mesajelor posibile**.

De exemplu, semaforul de circulație poate fi reprezentat ca o sursă de informație, mulțimea de mesaje posibile ale căruia este $\{\text{verde}, \text{galben}, \text{roșu}\}$. Aparatul de telegrafiat reprezintă o sursă de informație, mulțimea de mesaje posibile ale căruia include literele A, B, C, \dots, Z , cifrele $0, 1, 2, \dots, 9$ și semnele de punctuație. Mesajele posibile ale tastaturii sunt: „Este acționată tasta A”, „Este acționată tasta B”, ..., „Este acționată tasta F1”, „Este acționată tasta F2”, ..., „Sunt acționate concomitent tastele CTRL și BREAK” etc.

Mesajele se transmit de la sursă către destinatar printr-un mediu fizic, numit **canal de transmisie** (fig. 2.1). De exemplu, mesajele telegrafice se transmit prin fir, mesajele radio prin eter, mesajele tastaturii printr-un set de conductori. **Perturbațiile** (zgomotele) din mediul fizic amintit pot altera mesajele transmise.

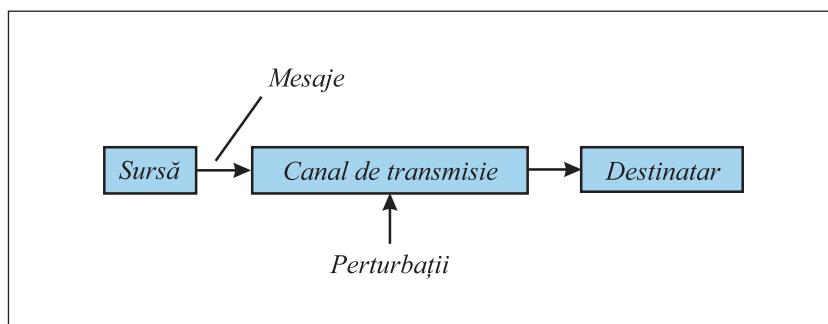


Fig. 2.1. Schema generală a unui sistem de transmisie a informației

Evident, valoarea curentă a variabilei S devine cunoscută destinatarului numai după recepționarea mesajului respectiv.

Cantitatea de informație I ce este conținută într-un mesaj emis de sursă se determină din relația:

$$I = \log_a n,$$

unde n este numărul de mesaje posibile ale sursei. Valoarea concretă a constantei a se stabilește prin alegerea **unității de măsură a cantității de informație**. De obicei, ca unitate de măsură se utilizează **bitul**.

Un bit este cantitatea de informație din mesajul unei surse cu numai două mesaje posibile.

Prin urmare, ca și în cazul altor mărimi (lungimea, masa, temperatura etc.), cantitatea de informație se măsoară prin compararea cu **etalonul**. Întrucât pentru sursa-etalon $n = 2$, din ecuația:

$$\log_a 2 = 1 \text{ (bit)}$$

obținem $a = 2$. În consecință, cantitatea de informație I , măsurată în biți, se determină din relația:

$$I = \log_2 n \text{ (bit).}$$

În tabelul 2.1 sunt prezentate valorile frecvent utilizate ale funcției $\log_2 n$.

Tabelul 2.1

Valorile funcției $\log_2 n$

n	$\log_2 n$	n	$\log_2 n$
1	0,000	21	4,392
2	1,000	22	4,459
3	1,585	23	4,524
4	2,000	24	4,585
5	2,322	25	4,644
6	2,585	26	4,700
7	2,807	27	4,755
8	3,000	28	4,807
9	3,170	29	4,858
10	3,322	30	4,907
11	3,459	31	4,954
12	3,585	32	5,000
13	3,700	33	5,044
14	3,807	34	5,087
15	3,907	35	5,129
16	4,000	36	5,170
17	4,087	37	5,209
18	4,170	38	5,248
19	4,248	39	5,285
20	4,322	40	5,322

Să analizăm câteva exemple. Cantitatea de informație a unui mesaj de semafor este de

$$I = \log_2 3 \approx 1,585 \text{ bîți.}$$

Cantitatea de informație a unei litere a alfabetului latin $\{A, B, C, \dots, Z\}$, $n = 26$, este de

$$I = \log_2 26 \approx 4,700 \text{ bîți.}$$

Cantitatea de informație a unei litere a alfabetului grec $\{A, B, \Gamma, \Delta, \dots, \Omega\}$, $n = 24$, este de

$$I = \log_2 24 \approx 4,585 \text{ bîți.}$$

Dacă se cunoaște cantitatea de informație I ce este conținută într-un mesaj, cantitatea totală de **informație emisă** de sursă se determină din relația:

$$V = N I,$$

unde N este numărul de mesaje transmise.

Cantitățile mari de informație se exprimă prin multiplii unui bit:

$$1 \text{ Kilobit (Kbit)} = 2^{10} = 1\,024 \text{ bîți } (\approx 10^3 \text{ bîți});$$

$$1 \text{ Megabit (Mbit)} = 2^{20} = 1\,048\,576 \text{ bîți } (\approx 10^6 \text{ bîți});$$

$$1 \text{ Gigabit (Gbit)} = 2^{30} \approx 10^9 \text{ bîți};$$

$$1 \text{ Terabit (Tbit)} = 2^{40} \approx 10^{12} \text{ bîți};$$

$$1 \text{ Petabit (Pbit)} = 2^{50} \approx 10^{15} \text{ bîți.}$$

Întrebări și exerciții

- ① Cum se definește o sursă de informație? Dați câteva exemple.
- ② Care este destinația canalului de transmisie?
- ③ Cum se determină cantitatea de informație dintr-un mesaj? Dar din N mesaje?
- ④ Care este unitatea de măsură a informației și ce semnificație are ea?
- ⑤ Determinați cantitatea de informație într-un mesaj al surselor cu următoarele mesaje posibile:
 - a) literele mari și mici ale alfabetului latin;
 - b) literele mari și mici ale alfabetului grec;
 - c) literele mari și mici ale alfabetului român;
 - d) cifrele zecimale 0, 1, 2, ..., 9;
 - e) cifrele 0, 1, 2, ..., 9, semnele +, -, ×, / și parantezele ();
 - f) indicațiile numerice de forma $hh:mm$ (hh – ora, mm – minutele) ale unui ceas electronic;
 - g) indicațiile numerice de forma $hh:mm:ss$ (ss – secundele) ale unui ceas electronic;
 - h) indicațiile numerice de forma $zz.ll.aa$ (zz – ziua, ll – luna, aa – anul) ale unui calendar electronic.
- ⑥ Pentru fiecare dintre sursele indicate în exercițiul 5 determinați cantitatea de informație ce este conținută în 1 000 de mesaje emise de sursă.
- ⑦ Elaborați un program care calculează cantitatea de informație din N mesaje emise de o sursă cu n mesaje posibile.

2.2. Codificarea și decodificarea informației

Se numește **semn** un element al unei mulțimi finite de obiecte ce se pot distinge. O mulțime de semne ordonate liniar se numește **alfabet**.

Prezentăm în continuare unele dintre nenumăratele alfabele folosite de oameni:

- a) alfabetul cifrelor zecimale: 0, 1, 2, ..., 9;
- b) alfabetul literelor latine mari: A, B, C, ..., Z;
- c) mulțimea semnelor zodiacului;
- d) mulțimea fazelor lunii.

O importanță deosebită o au alfabetele de numai două semne. Aceste alfabele se numesc **alfabete binare**, iar semnele respective – **semne binare**.

Prezentăm câteva exemple de alfabele binare:

- a) cifrele {0, 1};
- b) perechea de culori {roșu, galben};
- c) perechea de stări {închis, deschis};
- d) perechea de răspunsuri {da, nu};
- e) perechea de tensiuni {0V, 2V};
- f) perechea de stări {magnetizat, nemagnetizat};
- g) perechea de semne {+, -} etc.

S-a convenit ca semnele unui alfabet binar să fie reprezentate prin cifrele {0, 1}, denumite **cifre binare** (*binary digit*).

Un sir finit din m semne, dintre care unele se pot repeta, formează un **cuvânt**, m reprezentând **lungimea cuvântului**. Cuvintele formate din semne binare se numesc **cuvinte binare**. Evident, cuvintele pot avea lungime variabilă sau constantă. În ultimul caz ele se numesc **cuvinte m -poziționale**. În continuare prezentăm unele mulțimi de cuvinte cu lungime constantă:

- 1-poziționale: {0, 1};
- 2-poziționale: {00, 01, 10, 11};
- 3-poziționale: {000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111};
- 4-poziționale: {0000, 0001, ..., 1110, 1111}.

Se observă că cuvintele $(m + 1)$ -poziționale se formează câte două din cuvintele m -poziționale prin adăugarea cifrelor binare 0 și 1. Prin urmare, mulțimea cuvintelor m -poziționale include 2^m cuvinte distincte.

Cuvintele binare se utilizează pentru reprezentarea, transmiterea, păstrarea și prelucrarea mesajelor s_1, s_2, \dots, s_n ale sursei de informație (fig. 2.2).

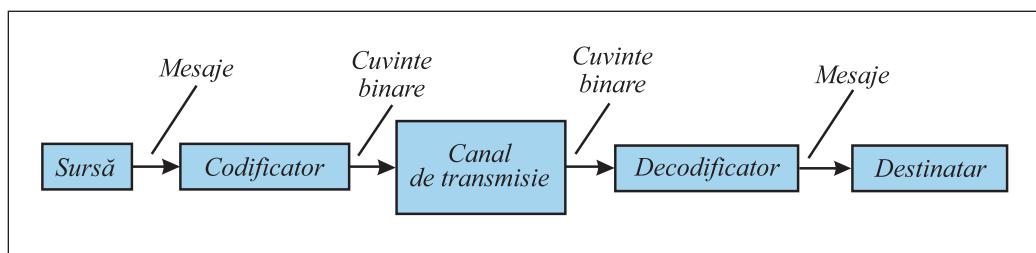


Fig. 2.2. Codificarea și decodificarea mesajelor
în sistemele de transmisie a informației

Regula de transformare a mesajelor în cuvinte se numește cod, iar operația respectivă – codificare. Operația inversă codificării se numește decodificare. Dispozitivele tehnice care realizează operațiile în cauză se numesc, respectiv, codificator și decodificator.

Cel mai simplu este codul în care mesajelor posibile s_1, s_2, \dots, s_n le corespund cuvinte binare de lungime constantă m . Acest cod denumit **cod m -pozițional** poate fi definit cu ajutorul unui tabel. În figura 2.3 sunt prezentate tabelele respective pentru surse cu $n = 2, 3, 4, \dots, 8$ mesaje posibile.

$n=2, m=1$	$n=3, m=2$	$n=4, m=2$	$n=5, m=3$	$n=6, m=3$	$n=7, m=3$	$n=8, m=3$
$s_1 0$	$s_1 00$	$s_1 00$	$s_1 000$	$s_1 000$	$s_1 000$	$s_1 000$
$s_2 1$	$s_2 01$	$s_2 01$	$s_2 001$	$s_2 001$	$s_2 001$	$s_2 001$
	$s_3 10$		$s_3 010$	$s_3 010$	$s_3 010$	$s_3 010$
			$s_4 011$	$s_4 011$	$s_4 011$	$s_4 011$
			$s_5 100$	$s_5 100$	$s_5 100$	$s_5 100$
			$s_6 101$	$s_6 101$	$s_6 101$	$s_6 101$
					$s_7 110$	$s_7 110$
						$s_8 111$

Fig. 2.3. Coduri de cuvinte cu lungime constantă (coduri m -poziționale)

Operațiile de codificare și decodificare constau în extragerea datelor necesare din tabel. Evident, decodificarea va fi univocă numai atunci când cuvintele binare incluse în tabel sunt distincte. Acest lucru este posibil dacă lungimea m a cuvintelor de cod satisface inegalitatea

$$2^m \geq n.$$

După logaritmare obținem:

$$m \geq \log_2 n.$$

Întrucât expresia $\log_2 n$ exprimă cantitatea de informație, se poate afirma:

Lungimea cuvintelor unui cod pozițional trebuie să fie mai mare sau egală cu cantitatea de informație a unui mesaj.

De exemplu, lungimea cuvintelor pentru codificarea literelor mari ale alfabetului latin $\{A, B, C, \dots, Z\}$, $n = 26$, se determină din relația

$$m \geq \log_2 26 \approx 4,700.$$

Stabilind $m = 5$, putem forma cuvintele binare ale codului 5-pozițional:

$$A - 00000$$

$$B - 00001$$

$$C - 00010$$

D – 00011

E – 00100

...

Z – 11001.

Un astfel de cod a fost propus de filosoful și omul de stat englez Francis Bacon încă în anul 1580.

Algoritmii de elaborare a **codurilor cu cuvinte de lungime variabilă** sunt mult mai complicați și se studiază în cursurile avansate de informatică.

Întrebări și exerciții

- ① Ce este un alfabet? Dați exemple de alfabeze binare.
- ② Cum se reprezintă semnele oricărui alfabet binar?
- ③ Explicați cum pot fi formate cuvintele binare $(m+1)$ -poziționale. Care este numărul cuvintelor binare m -poziționale distințe?
- ④ Care este destinația unui cod? Cum se definește codul m -pozițional?
- ⑤ Cum se efectuează codificarea și decodificarea mesajelor în cazurile când codul este definit printr-un tabel?
- ⑥ Codificați mesajele s_3 , s_4 și s_6 ale unei surse cu 7 mesaje posibile. Utilizați codul 3-pozițional din *figura 2.3*.
- ⑦ Decodificați mesajele 100, 000 și 010, reprezentate în codul 3-pozițional din *figura 2.3*, $n = 5$.
- ⑧ Cum se determină numărul de semne binare necesare pentru formarea cuvintelor de lungime constantă ale unui cod?
- ⑨ Utilizând codul 3-pozițional din *figura 2.3*, $n = 6$, codificați sirul de mesaje $s_1, s_2, s_6, s_5, s_3, s_6, s_3, s_2, s_1$.
- ⑩ Cum influențează cantitatea de informație a unui mesaj asupra lungimii cuvintelor de cod?
- ⑪ Explicați sensul termenilor **cantitate de informație** și **informație**.
- ⑫ Elaborați un program care codifică și decodifică literele alfabetului latin. Se va utiliza codul propus de Francis Bacon.
- ⑬ Elaborați un program care alcătuiește tabelul unui cod m -pozițional pentru o sursă cu n mesaje posibile.

2.3. Coduri frecvent utilizate

Orice cod, utilizat pentru reprezentarea, transmiterea, păstrarea și prelucrarea informației, trebuie să fie econom și insensibil la perturbații, iar echipamentele respective de codificare și decodificare – să fie simple. Pe parcursul dezvoltării tehnicii de calcul au fost elaborate mai multe coduri. Aceste coduri se clasifică în coduri numerice și coduri alfanumerice.

Codurile numerice oferă posibilitatea reprezentării cifrelor {0, 1, 2, ..., 9} prin cuvinte binare 4-poziționale. Exemple de coduri numerice sunt prezentate în *tabelul 2.2*, p. 98.

Tabelul 2.2

Coduri numerice

Cifra	Denumirea codului			
	Direct	Gray	Aiken	Exces 3
0	0000	0000	0000	0011
1	0001	0001	0001	0100
2	0010	0011	0010	0101
3	0011	0010	0011	0110
4	0100	0110	0100	0111
5	0101	0111	1011	1000
6	0110	0101	1100	1001
7	0111	0100	1101	1010
8	1000	1100	1110	1011
9	1001	1101	1111	1100

Codurile alfanumerice reprezintă prin cuvinte binare cifrele 0, 1, 2, ..., 9, literele mari și mici ale alfabetului, semnele de punctuație, semnele operațiilor aritmetice etc. În tabelul 2.3 este prezentat codul **ASCII** (*American Standard Code for Information Interchange*), inventat în anul 1968.

Tabelul 2.3

Codul ASCII

Simbol	Cuvânt binar	Echivalent zecimal	Simbol	Cuvânt binar	Echivalent zecimal
Spațiu	0100000	32	P	1010000	80
!	0100001	33	Q	1010001	81
"	0100010	34	R	1010010	82
#	0100011	35	S	1010011	83
\$	0100100	36	T	1010100	84
%	0100101	37	U	1010101	85
&	0100110	38	V	1010110	86
'	0100111	39	W	1010111	87
(0101000	40	X	1011000	88
)	0101001	41	Y	1011001	89
*	0101010	42	Z	1011010	90
+	0101011	43	[1011011	91
,	0101100	44	\	1011100	92
-	0101101	45]	1011101	93
.	0101110	46	^	1011110	94

Cuvintele binare 0100000, 0100001, 0100010, ..., 1111110 reprezintă caracterele imprimabile din texte în limba engleză. Cuvântul 1111111 reprezintă caracterul neimprimabil *Delete* (Anulare).

Codificarea mesajelor se realizează prin înlocuirea simbolurilor cu cuvintele binare respective. De exemplu, cuvântul START se reprezintă în codul ASCII prin următoarea secvență de cuvinte binare:

1010011 1010100 1000001 1010010 1010100.

Evident, decodificarea se va realiza în ordine inversă. De exemplu, secvența de cuvinte binare

1010011 1010100 1001111 1010000

reprezintă în codul ASCII cuvântul STOP.

De regulă, limbajele de programare operează nu cu cuvintele binare propriu-zise, dar cu echivalentele lor zecimale. În programele PASCAL echivalentele zecimale ale caracterelor pot fi aflate cu ajutorul funcției predefinite `ord`. De exemplu:

`ord('S')=83; ord('T')=84; ord('A')=65; ord('R')=82`

etc. Funcția predefinită `chr` returnează caracterul care corespunde echivalentului zecimal indicat. Astfel,

`chr(83)='S'; chr(84)='T'; chr(65)='A'; chr(82)='R' .`

Într-un mod similar, în programele C++ scriem:

`int('S')=83; int('T')=84; int('A')=65; int('R')=82
char(83)='S'; char(84)='T'; char(65)='A'; char(82)='R' .`

Orientat la texte engleze, codul ASCII nu include literele cu semne diacritice și caracterele grafice speciale întâlnite în diferite limbi europene și în lucrările științifice. De aceea pentru calculatoarele moderne s-au elaborat versiuni dedicate ale codului ASCII, denumite **coduri ASCII extinse**. Codurile extinse sunt 8-poziționale și includ $2^8 = 256$ de simboluri. Structura codurilor respective este prezentată în *tabelul 2.4*.

Tabelul 2.4

Structura codurilor ASCII extinse

Simbol	Cuvânt binar	Echivalent zecimal	Observații
Spațiu	00100000	32	Partea 1: – simbolurile codului ASCII
!	00100001	33	
"	00100010	34	
#	00100011	35	
...	
}	01111101	125	
~	01111110	126	
Del	01111111	127	

Simbol	Cuvânt binar	Echivalent zecimal	Observații
A	10000000	128	
B	10000001	129	
B	10000010	130	
...	
≡	11110000	240	
Ă	11110001	241	
ă	11110010	242	
Â	11110011	243	
â	11110100	244	
Î	11110101	245	
î	11110110	246	
Ș	11110111	247	
ș	11111000	248	
,	11111001	249	
-	11111010	250	
√	11111011	251	
Ț	11111100	252	
ț	11111101	253	
□	11111110	254	
	11111111	255	

Partea 2:

- simboluri specifice limbilor naționale;
- caractere grafice;
- caractere științifice

Partea 1 a fiecărui cod extins include simbolurile de la 0 la 127 oferite de codul ASCII. **Partea a 2-a** este specifică fiecărei țări și include simbolurile de la 128 la 255. Aceste simboluri sunt utilizate pentru reprezentarea literelor alfabetelor naționale, precum și a caracterelor științifice frecvent utilizate. Pentru exemplificare, în *tabelul 2.4* sunt prezentate codurile literelor Ӑ, ӑ, Â, â, Î, î, Ș, ș, Ț, ț din alfabetul limbii române propuse în anul 1992 de firma *TISH* (Chișinău). Este firesc ca utilizarea codurilor extinse să asigure prelucrarea informațiilor prezentate în diferite limbi.

Un alt exemplu de cod alfanumeric este codul binar 8-pozițional **EBCDIC** (*Extended Binary Coded Data Interchange Code*), care se utilizează pe calculatoarele mari.

Menționăm că extinderea domeniului de aplicare a codurilor 8-poziționale a favorizat utilizarea octetului și a multiplilor lui pentru măsurarea cantității de informație:

$$1 \text{ octet} = 2^3 = 8 \text{ biți};$$

$$1 \text{ Kiloocet} = 2^{10} \approx 10^3 \text{ octeți};$$

$$1 \text{ Megaocet} = 2^{20} \approx 10^6 \text{ octeți};$$

$$1 \text{ Gigaocet} = 2^{30} \approx 10^9 \text{ octeți};$$

$$1 \text{ Teraocet} = 2^{40} \approx 10^{12} \text{ octeți};$$

$$1 \text{ Petaocet} = 2^{50} \approx 10^{15} \text{ octeți}.$$

- ⑤ Cum influențează valorile perioadei de eșantionare și ale pasului de cuantificare cantitatea de informație extrasă dintr-un mesaj continuu?
- ⑥ Altimetru cu impulsuri al unui avion poate măsura înălțimi de la 100 m până la 20 km. Eroarea de măsurare nu depășește 1 m. Pentru a efectua o măsurare sunt necesare 10^{-3} s. Determinați cantitatea de informație furnizată de altimetru timp de 5 ore de zbor.
- ⑦ Temperatura din interiorul unui reactor chimic se înregistrează pe o bandă de hârtie milimetrică. Pe axa absciselor se indică timpul (1 mm reprezintă o oră), iar pe axa ordonatelor – temperatura (1 mm reprezintă 10°C). Câtă informație conține o înregistrare efectuată timp de 30 de zile, dacă temperatura poate varia de la 80 până la 1000°C ?
- ⑧ Pentru înregistrarea sunetului se utilizează microfoane, tensiunea de ieșire a căror variație de la 0 până la $100 \mu\text{V}$. Aparatul de înregistrare nu distinge tensiunile valorile căror diferență este mai puțin de $0,1 \mu\text{V}$. Pentru a asigura o reproducere fidelă, în fiecare secundă se iau 40 000 de eșantioane. Câtă informație va furniza microfonul dat timp de 3 ore?
- ⑨ Care este destinația convertoarelor analog-numerice și numeric-analogice?
- ⑩ Elaborați un program care introduce de la tastatură valorile curente ale eșantioanelor și afișează pe ecran codurile cuantelor corespunzătoare.
- ⑪ Elaborați un program care simulează funcționarea unui convertor numeric-analog.
- ⑫ CERCETEAZĂ! Utilizând un motor de căutare, găsiți pe Internet descrierea aparatelor de înregistrare digitală a sunetelor. Aflați perioada de eșantionare și pasul de cuantificare utilizate în digitalizarea mesajelor sonore, realizată de fiecare dintre aparatelor respective.
- ⑬ STUDIU DE CAZ. Cu ajutorul unui motor de căutare, găsiți pe Internet descrierile aparatelor de înregistrare digitală a sunetelor, propuse de unitățile de comerț. Comparați aceste apariții din perspectiva modului de digitalizare a mesajelor sonore. Aflați cum parametrii de discretizare influențează costurile aparatelor de înregistrare a sunetelor, care sunt avantajele, neajunsurile și domeniile de utilizare a acestora.

2.5. Cuantizarea imaginilor

Imagine se numește reprezentarea unui obiect, executată pe o suprafață prin acțiunea directă a utilizatorului sau prin intermediul unui echipament. Cu titlul de exemplu amintim desenele, fotografii, imaginile formate de diverse sisteme optice, optico-mecanice sau optico-electronice: microscopul, telescopul, aparatul cinematografic, televiziunea etc.

Pentru a evalua cantitatea de informație, imaginea este împărțită în **microzoane**, numite de cele mai multe ori **puncte** sau **pixeli**. Descompunerea imaginii în puncte se realizează cu ajutorul unui **rastru** (de la cuvântul latin *raster* „greblă”). Rastru reprezintă o suprafață plană, în general dreptunghiulară, pe care sunt trase două seturi de linii paralele, perpendicularare între ele (fig. 2.5). Densitatea

liniilor și, respectiv, densitatea punctelor caracterizează puterea de rezoluție a echipamentelor pentru reproducerea sau formarea imaginilor.

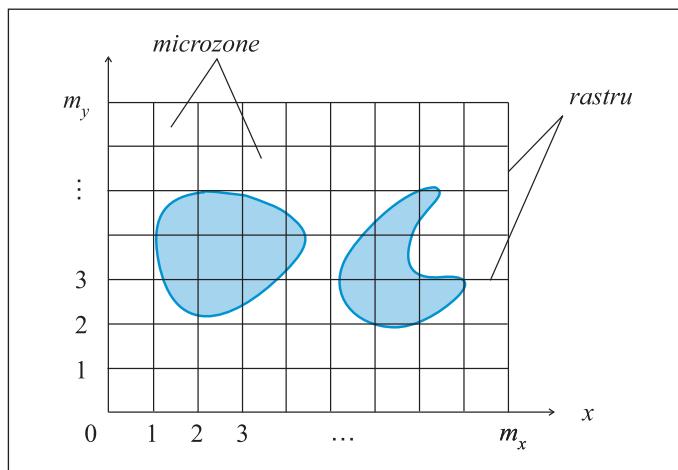


Fig. 2.5. Descompunerea imaginii în microzone

De exemplu, pentru ilustrațiile de gazetă se folosesc rastre cu rezoluția 24-30 linii/cm (576-900 de puncte pe 1 cm^2), iar pentru reproducerea tablourilor – rastre cu 54-60 linii/cm. Rastrul vizualizatorului, adică desenul pe care-l formează fasciculul de electroni pe ecranul tubului catodic, poate include 640×480 , 800×600 , 720×400 , ..., 1024×1024 de puncte.

Descompunerea imaginii în puncte (microzone) reprezintă o procedură de discretizare în spațiu.

În cazul imaginilor monocrome (alb-negru), fiecare microzonă se descrie prin **luminanță** (strălucirea) să, care în general este o mărime continuă. Această mărime poate fi discretizată în valoare (cuantificată). Numărul cuantelor n va caracteriza puterea de rezoluție a echipamentelor pentru reproducerea sau formarea imaginilor. Prin urmare, cantitatea de informație a unei imagini monocrome:

$$I = m_x m_y \log_2 n,$$

unde m_x și m_y reprezintă numărul de microzone ale rastrului respectiv pe orizontală și verticală (fig. 2.5).

Intrucât culorile pot fi redate prin suprapunerea a trei reprezentări ale aceliei și imagini în roșu, verde și albastru, cantitatea de informație dintr-o imagine color se determină din relația:

$$I = 3 m_x m_y \log_2 n.$$

Imaginiile obiectelor în mișcare se discretizează în timp, de obicei 24 (cinematograful) sau 25 (televizorul) de cadre pe secundă. Prin urmare, cantitatea de informație a unui film cu durata T se determină din relația:

$$V = T f I,$$

unde f este frecvența cadrelor, iar I cantitatea de informație dintr-un singur cadru.

De exemplu, în televiziune $m_x \approx m_y = 625$, $n = 32$ și $f = 25$ de cadre pe secundă. Un cadru color va conține:

$$I = 3 \cdot 625 \cdot 625 \cdot \log_2 32 \approx 5,6 \text{ Mbiți.}$$

Un film color cu durata de 1,5 ore va conține:

$$V = 1,5 \cdot 3\,600 \cdot 25 \cdot I \approx 791 \text{ Gbiți.}$$

Setul de cuvinte binare care reprezintă informația microzonelor se numește imagine numerică. Operația de transformare a imaginii într-un set de cuvinte binare se numește cuantizarea imaginii.

Imaginiile preluate de camerele video se cuantizează cu ajutorul convertoarelor analog-numerice. Imaginele de pe hârtie pot fi cuantizate cu ajutorul unui dispozitiv special, numit **scanner**. Acest dispozitiv conține celule fotosensibile, convertoare analog-numerice și mecanisme de avansare a hârtiei.

Imaginele numerice se transformă în imagini propriu-zise cu ajutorul convertoarelor numeric-analogice și al echipamentelor de formare a rastrului: tubul catodic și sistemul de baleiere în vizualizatoare, matricea de ace în imprimantele mecanice etc.

Întrebări și exerciții

- ① Numiți operațiile necesare pentru a cuantiza imaginea.
- ② Care este destinația rastrului? Din care considerente se alege densitatea liniilor unui rastru?
- ③ Cum se evaluatează cantitatea de informație dintr-o imagine monocromă?
- ④ Cum pot fi redată culorile unei imagini multicolore? Cum se evaluatează cantitatea de informație dintr-o imagine color?
- ⑤ Evaluăți cantitatea de informație dintr-o fotografie de zi cu dimensiunile 10×10 cm, redată cu ajutorul unui rastru ce conține 24 de puncte/cm. Fiecare punct poate avea următoarele nuanțe: alb, gri-deschis, gri-închis, negru.
- ⑥ Câtă informație conține o fotografie color cu dimensiunile 20×20 cm, reprodusă cu ajutorul unui rastru ce conține 60 de puncte/cm? Pot fi redată până la 256 de niveluri de luminanță ale punctelor respective.
- ⑦ Rastrul unei camere de luat vederi este format din 1024×1024 de puncte. Pot fi redată până la 64 de niveluri de luminanță ale punctelor respective. Câtă informație va conține un film video cu durata de 3 ore?
- ⑧ Imaginea numerică conține câte un cuvânt binar pentru fiecare punct al rastrului unui vizualizator. Câte niveluri de luminanță pot fi redată pe ecran dacă cuvintele imaginii numerice sunt 3-poziționale? 5-poziționale? 8-poziționale?
- ⑨ CERCETEAZĂ! Utilizând un motor de căutare, găsiți pe Internet descrierea aparatelor digitale fotografice. Aflați puterea de rezoluție realizată de fiecare dintre aparatelor respective în scopul digitalizării imaginilor statice.
- ⑩ STUDIU DE CAZ. Cu ajutorul unui motor de căutare, găsiți pe Internet descrierile aparatelor fotografice digitale, propuse de unitățile de comerț. Comparați aceste aparete din perspectiva modului de digitalizare a imaginilor statice.