

## KAPITOLA 5

# NIEKTORÉ MODIFIKOVANÉ A HYBRIDNÉ BEZSTRATOVÉ KÓDY

## 5.1 HUFFMANOV A SHANNONOV - FANOV POSUVNÝ KÓD

Ako sme si už povedali, Huffmanov kód sa často používa ako doplnok predikčných kódov. Využíva sa tým vlastnosť predikčných kódov, upraviť histogram dát tak, že najviac hodnôt je sústredených okolo nuly a ostatné sa vyskytujú len v minimálnom množstve. Vychádza to zo samotnej konštrukcie predikčných kódov - minimalizácie chybovej zložky. Avšak celkový počet úrovní pred a po predikčnom kódovaní sa môže samozrejme zväčšiť [19]. Napr. pre prediktor

$$X(n_1, n_2) = x(n_1, n_2) - x(n_1, n_2 - 1), \quad (5.1)$$

použitý pre medicínsky 12-bitový obrázok dostaneme síce histogram úzko sústredený okolo nuly, ale s 8192 úrovňami. Ak však predikujeme aj medzi riadkami, napríklad

$$X(n_1, n_2) = x(n_1, n_2) - x(n_1, n_2 - 1) - x(n_1 - 1, n_2 - 1) + x(n_1 - 1, n_2 - 1) \quad (5.2)$$

pre ten istý obrázok už dostaneme 16384 úrovní. Pre takýto obrovský počet úrovní Huffmanov strom už zaberá v porovnaní s dátami priveľký priestor a jeho účinnosť je na úkor obsadenia veľkého pamäťového priestoru. Musíme si totiž uvedomiť, že výsledná pamäťová náročnosť je daná nielen tým, čo zakódujeme Huffmanovým kódom, ale aj priestorom pre pamätanie si kódovacej tabuľky, či stromu. Preto na základe vlastností histogramu a pre zmenšenie pamäťovej náročnosti kódovacej tabuľky bol skonštruovaný tzv. "Huffman shift code" [19], čo by sme mohli v slovenčine nazvať najvýstižnejšie Huffmanov posuvný kód.

Postup je nasledujúci:

1. Histogram sa rozdelí na intervaly po  $M$  symbolov, a to tak, aby stred hlavného intervalu ležal v mieste maxima histogramu. Vytvorí sa tak 3 oblasti: hlavný interval, intervaly s posuvom vpravo a intervaly s posuvom vľavo.

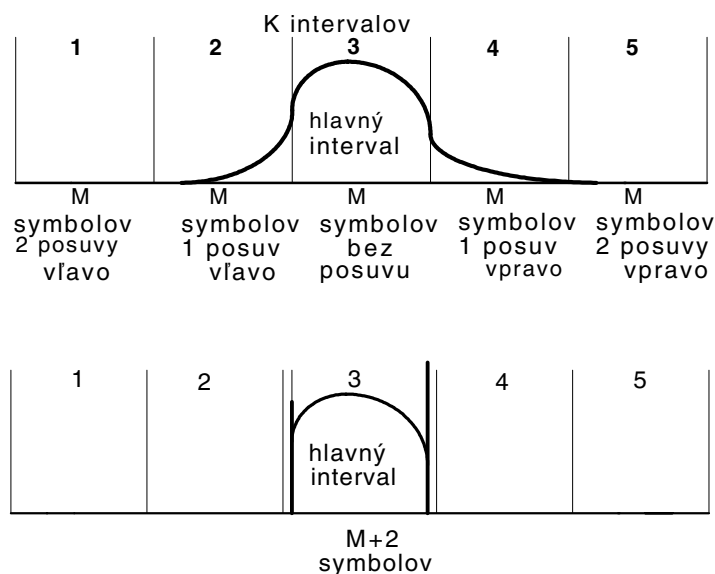
2. Histogram sa upraví tak, že sa okolo hlavného intervalu sčítajú všetky početnosti a vytvorí sa tak nové početnosti: prvá je súčtom početností pod hlavným intervalom, potom nasledujú početnosti hlavného intervalu a  $(M+2)$ -há početnosť je súčtom početností nad hlavným intervalom (obr. 5.1).

3. Pre týchto  $M+2$  početností nového histogramu sa vytvorí Huffmanov kód v štandardnom tvare; úrovně hlavného intervalu budú zakódované priamo týmto kódom,

4. Úrovně z intervalov nad hlavným intervalom budú zakódované pomocou dvoch znakov: poradie intervalu bude kódované zodpovedajúcim počtom  $(M+2)$ -hých kódových znakov Huffmanovho kódu a druhý znak bude zodpovedať znaku s rovnakým poradím v hlavnom intervale ako má kódovaný znak vo svojom intervale.

5. Úrovne z intervalov pod hlavným intervalom budú zakódované rovnako ako úrovne nad hlavným intervalom, len im bude vždy priradený príslušný počet znakov, ktoré v Huffmanovej tabuľke označujú súčet početností pod hlavným intervalom.

Je výhodné rozdeliť pôvodný histogram na také veľké intervaly, že dôjde k deleniu bez zvyšku. Inak musíme zväčšiť histogram o prvky s nulovými početnosťami.



Obr. 5.1 Úprava histogramu pre Huffmanov posuvný kód

Aby bolo jasné, ako sa mení účinnosť kódovania, uvádzame tabuľku 5.1: kodér pre medicínsky obraz 256 x 256 12-bitových obrazových bodov s použitím prediktora (5.1) [19].

Tabuľka 5.1

Porovnanie účinnosti Huffmanovho posuvného kódu a Huffmanovho kódu

Počet kódových slov v Huffmanovej tabuľke	bit / bod
Huffmanov posuvný kód 8 kódových slov	8.18
16	6.75
32	6.40
64	6.32
128	6.22
Huffmanov kód 8192	6.11
Entropia	6.09

Podobným spôsobom je možné modifikovať aj iné kódy s meniteľnou dĺžkou kódových slov, napr. Shannonov kód [75] a pod. Pre prediktor (5.1) a dĺžku posuvného kódu  $M + 2 = 16$  je posuvný Shannon-Fanov kód obrazu výrezu Leny 256 x 256 nasledovná tabuľka. Výsledné zníženie bitovej náročnosti je o 31,6 percenta.

Ďalej sú uvedené niektoré výsledky z použitia tohoto kodéra pre rôzne typy obrazov 256 x 256 s 256 úrovňami šedej a porovnanie s komerčnými kódmi. Použitý bol prediktor,  $X(n_1, n_2) = x(n_1, n_2) - x(n_1 - 1, n_2 - 1)$  a počet kódových slov  $M + 2 = 256$ . Výsledky sú v percentách zníženia bitovej náročnosti.

**Tabuľka 5.2**

Histogram a kódová tabuľka pre príklad kompresie výrezu obrazu Lena 256 x 256 Shanonnovým - Fanovým posuvným kódom s prediktorom podľa (5.1)

Znaky	počty	kódové slová
posuv vľavo	10477	00
posuv vpravo	8877	010
0	4487	100
1	4460	0110
-1	4381	1010
7	1740	111111

**Tabuľka 5.3**

Porovnanie výsledkov kompresie rôznych obrazov komerčnými kódmi a posuvným Shanonnovým-Fanovým kódom s predikciou [75], [126]

obrázok	gzip	pack	compress	posuvný S - F
pečeň	39,8	24,9	41,0	47,6
výrez - Lena	10,9	7,0	3,4	35,5
tiger	49,2	33,2	46,4	40,8

## 5.2 KOMBINOVANÉ KÓDOVANIE

Kvantované snímky môžeme rozdeliť na dve rovinné množiny v oblasti kontrastu [2]. Horný obrazový súbor (UIS) obsahuje vysokofrekvenčné informácie - hrany, obrysy alebo veľké zmeny. Dolný obrazový súbor (LIS) obsahuje jemné detaily obrazu a smeruje k náhodnejšiemu rozloženiu. Preto stochastické vlastnosti a štatistické informácie obsiahnuté oboch súboroch sú rozdielne. Účinná kompresia dát môže byť docieľená práve využitím týchto rozdielov pomocou bezstratového kombinovaného kódovania (CC) [2] a pružným použitím vhodnej schémy pre rozdelenie súboru a výber typu kódov.

Je tu veľa možností na konštrukciu schémy kodéra. Niektoré z nich sú účinné pre kódovanie obrazov s plynulým bitovým charakterom, niektoré sú účinné pre kódovanie obrazov s množstvom rýchlych prechodov. Účinnosť jednotlivých postupov kódovania obrazu je do značnej miery závislá od typu obrazu. Napríklad: kódovanie "run-length" a jeho modifikácie sú účinné na kódovanie obrazov s vysokou koreláciou alebo s komparáciou veľkoplošných blokov. Zdajú sa však neúčinné pri kódovaní obrazov s vysokonáhodným charakterom. Pre UIS Huffmanove kódovanie ignoruje medzibodovú koreláciu, a preto sa nedajú očakávať dobré výsledky. Röntgenové snímky, povedzme hrudníka, obsahujú obe vysokofrekvenčné informácie: hrany a obrysy, ktoré môžu reprezentovať informáciu o kostiach alebo nádoroch a informácie o jemných detailoch ako sú mäkké tkanivá, ktoré bývajú veľmi potrebné pre klinickú diagnostiku. Tieto dva typy rozdielnych obrazových charakteristík možno rozlíšiť a spracovať rozdielne, čím dosiahneme účinnejšie kódovanie. Príklad tohoto typu CC postupu je ukázaný v [2]: päť snímok hrudníka veľkosti 512x512x8 bitov je testovaných na vhodnosť tejto schémy jednotlivo pre Huffmanov kód, Zivov-Lempelov kód a "run-length" kód. Tieto kódy sú postupne použité pre osobitné kódovanie UIS a LIS v CC metóde. Autori práce zhodnotili, že pre túto triedu medicínskych obrazov CC poskytuje najlepší kompresný pomer bez pridania zbytočných výpočtov. Pre 8-bitové snímky sa odporúča pre UIS používať maximálne prvé 2 bitové roviny. Táto metóda však neprináša všeobecne platné výsledky. Dokonca vo väčšine prípadov dáva horšie výsledky, než komerčné kódy na znakovnej, či bitovej úrovni riešenia kódovania. Je potrebné ju však akceptovať, pretože vyhovuje najmenej jednej triede obrazových dát.