

## KAPITOLA 7

# VEKTOROVÁ KVANTIZÁCIA (VQ)

Nech  $\bar{\mathbf{x}} = (x_1, x_2, \dots, x_N)^T$  je  $N$ -rozmerný vektor, obsahujúci  $N$  reálnych skalárov  $x_i$ . Vo vektorevej kvantizácii ide o mapovanie (napodobenie) vektora  $\bar{\mathbf{x}}$   $N$ -rozmerným vektorom  $\bar{\mathbf{r}}_j = (r_1, r_2, \dots, r_N)^T$ . Vektor  $\bar{\mathbf{r}}_j$  je vybraný z  $L$  rekonštrukčných, či kvantizačných úrovní. Teda kvantovanie vektora  $\bar{\mathbf{x}}$  vektorovým kvantizátorom je výber takého vektora  $\bar{\mathbf{r}}_j$  z množiny vektorov kvantizátora, ktorý je vektoru  $\bar{\mathbf{x}}$  najpodobnejší. Môžeme to zapísať [40], [71]:

$$\hat{\mathbf{x}} = VQ(\bar{\mathbf{x}}) = \bar{\mathbf{r}}_j \quad \bar{\mathbf{x}} \text{ je z množiny } Z_j, \quad (7.1)$$

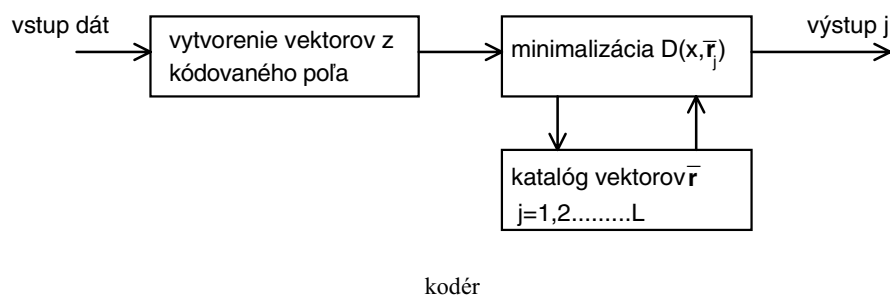
kde  $VQ$  predstavuje operáciu výberu  $\bar{\mathbf{r}}_j$  pre  $1 \leq j \leq L$ . Pri neúplnom katalógu vektorov  $\bar{\mathbf{r}}$ , čo je obvyčajne pri kódovaní pochopiteľné, dochádza, tak ako pri skalárnom kvantovaní, ku kvantizačnému šumu, ktorý predstavuje vyjadrenie vzdialenosti vektora  $\bar{\mathbf{r}}_j$  od kvantovaného vektora  $\bar{\mathbf{x}}$ :

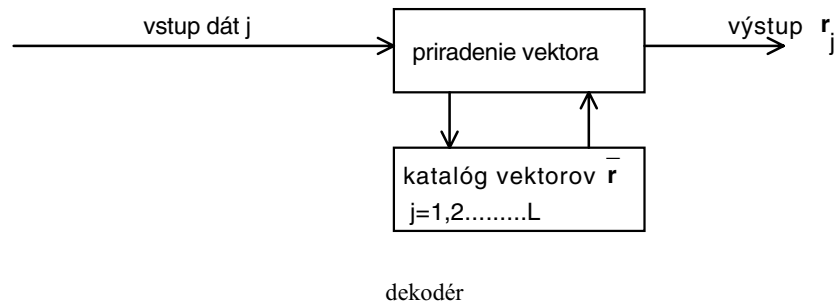
$$\bar{\mathbf{e}}_Q = \hat{\mathbf{x}} - \bar{\mathbf{x}} = VQ(\bar{\mathbf{x}}) - \bar{\mathbf{x}}. \quad (7.2)$$

Pri tvorbe katalógu kvantizačných vektorov ide teda o minimalizáciu kvantizačného šumu, pri dosiahnutí čo najmenšieho počtu vektorov kvantizátora, samozrejme pri splnení požiadaviek na kvalitu kódovaného poľa po rekonštrukcii (dekódovaní). Minimalizujeme teda strednú hodnotu

$$m_d = E\{d(\bar{\mathbf{x}}, \hat{\mathbf{x}})\} = E\{\bar{\mathbf{e}}_Q^T \cdot \bar{\mathbf{e}}_Q\}. \quad (7.3)$$

Princíp kódovania je potom tento





Obr. 7.1 Bloková schéma kodéra a dekodéra pracujúcich na princípe vektorovej kvantizácie

Bitová náročnosť je potom závislá už len od veľkosti knižnice vektorov a pre binárne kódovanie potom je [40], [71]

$$b = \frac{\log_2(L)}{N} \text{ bitov na prvok poľa.} \quad (7.4)$$

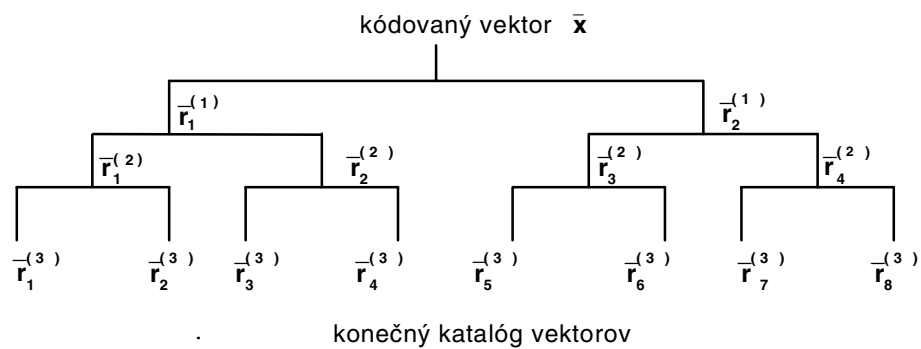
Vektorové kvantizátory sa od seba líšia:

1. spôsobom tvorby optimálnej knižnice (katalógu vektorov), čo má vplyv na kvalitu dekódovaného poľa a stupeň kompresie,
2. spôsobom pohybu po knižnici, čo predovšetkým skracuje čas kódovania,
3. geometrickým tvarom kódovaných vektorov.

Je jasné, že za vektor budeme považovať všetky rovnako dlhé postupnosti čísel zozbieraných z blokov poľa do vektora nezávisle od spôsobu rozdelenia poľa na bloky s rovnakým počtom prvkov. Bloky s iným počtom prvkov budú vstupovať do vektorového kvantizátora s katalógom pre príslušný počet prvkov vektora. Najjednoduchším spôsobom vytvoríme katalóg kvantizátora pomocou štatistiky, tzn. najčastejšieho výskytu vektorov v dátach, ktorých charakter je podobný charakteru predpokladaných budúcich najviac komprimovaných dát. Výsledná bitová náročnosť je potom závislá od počtu prvkov v katalógu a veľkosti takto kódovaných vektorov. Takýto spôsob konštrukcie katalógu sa však obyčajne nepoužíva. Používajú sa konštrukcie na základe štatistiky výskytu, podmienenej stupňom podobnosti vektorov. Obvykle je postupnosť, ktorá je vytvorená kódovaním (vyjadruje len poradie vektorov v katalógu), ďalej ešte komprimovaná niektorým entropickým kódrom alebo iným druhom bezstratového kódovania.

Pri kódovaní môžeme postupovať dvomi základnými spôsobmi: buď v katalógu vyhľadáваме postupne od vektora k vektoru podľa nejakého kritéria hľadania minimálnej vzdialenosti kódovaného vektora od katalógového (napr. stredná kvadratická odchýlka prvkov vektora), alebo postupujeme hierarchicky, keď je katalóg vytvorený zo skupín a podskupín vektorov, ktoré sú postupným upresnením ich veľkosti. Aj keď druhý spôsob má síce väčší katalóg, vyhľadávanie v ňom je oveľa rýchlejšie, pretože každým krokom sa po skupinách znižuje počet ďalších prehľadávaných vektorov. Veľkosť vektora porovnávame po dvojiciach, pričom nevhodný vektor je vždy hlavičkou ďalšej skupiny vektorov, ktorú už potom neprehľadáваме. Ide teda o istý spôsob iterácie v stromovej štruktúre (obr.7.2) [40], [53], [71].

Vektorové kvantovanie sa používa buď pri priamom kódovaní postupnosti v časovej alebo v spektrálnej oblasti [9]. Vektorová kvantizácia spektrálnych zložiek dáva obyčajne lepšie výsledky, pretože spektrálny charakter rozblokovaných dát býva obyčajne jednotný pre celé kódované polia, preto aj pri rovnako veľkom katalógu ako pre časové postupnosti je možné dosiahnuť oveľa lepšie výsledky. Pretože výskyt niektorých vektorov je pri spektrálnych zložkách veľmi častý, je možné práve niektorým zo skupiny entropických kódov ďalej znižovať ich nadbytočnosť a dosiahnuť tak ďalšiu výraznú kompresiu. Vektorová kvantizácia sa veľmi často používa i pri BTC [69], [71], ale napríklad i v kombinácii s neurónovými sieťami.



**Obr. 7.2** Strom hierarchického vektorového kvantizátora veľkosti  $L = 8$