

1 Komprese obrazových signálů

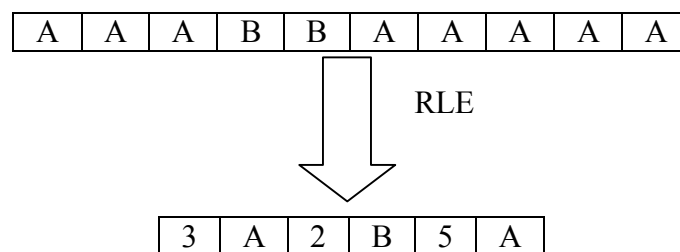
Proč je potřeba data komprimovat? Odpověď je jednoduchá, zmenšení objemu dat a tím úspora potřebné paměti pro jejich uchování nebo kapacity přenosového kanálu. V případě obrazového signálu nám možnosti komprese značně usnadní vlastnosti a nedokonalost lidského zraku. Nejpodstatnější je to, že lidské oko je citlivější na jas než na barvu. U malých detailů vnímá oko jen jas. Proto k prvotnímu zmenšení objemu dat obrazového signálu dochází již při digitalizaci, kdy jsou barvonosné signály i pro studiové použití vzorkovány poloviční vzorkovací frekvencí než signál jasový.

1.1 Bezeztrátové komprese

Komprese můžeme obecně rozdělit na bezeztrátové a ztrátové. **Bezeztrátové komprese** odstraní ze signálu pouze redundantní (nadbytečná) data. Ta nejsou pro přesnou interpretaci potřeba, dekomprimovaný signál je totožný se signálem před kompresí. U bezeztrátových kompresí dochází jen k malé redukci dat, přesto jsou součástí většiny složitějších kompresních standardů. K nejběžněji používaným metodám patří RLE, slovníkové metody, entropické kódování, vektorová kvantizace a metody založené na predikci či diferenci mezi vzorky. Tyto metody nyní rozebereme.

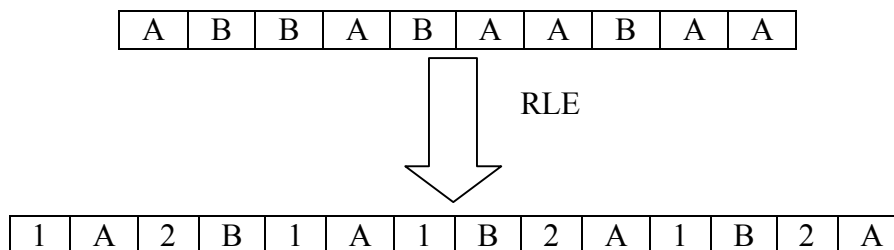
RLE

RLE neboli Run Length Encoding patří k nejjednodušším metodám bezeztrátové komprese, snadno se implementuje do systému a velmi rychle se dekóduje. Nejúčinnější je pro data, která obsahují sekvence shodných bitů či znaků.



Obr. 1 Vhodné použití RLE

Na obrázku 1 je ukázka posloupnosti, pro kterou je použití RLE kódu vhodné. Dochází zde ke kompresi na 60 % objemu původních dat, aniž by došlo ke ztrátě informací.



Obr. 2 Nevhodné použití RLE

Na obr. 2 je vidět případ, kdy je použití RLE kódu zcela nevhodné, nedochází ke kompresi, ale k expanzi dat na 130 % původního objemu.

RLE kód se používá u obrazových souborů TIFF a BMP a jako pomocná komprese u JPEG a MPEG. Nejlepších výsledků dosahuje pro černobílé obrazy, obecně pak pro data v binárním kódu, kdy se střídají pouze 2 hodnoty.

Slovníkové metody

Slovníkové metody komprese, jak samotný název napovídá, pracují se slovníkem opakujících se částí dat. Opakující se část dat je uložena vždy jen jednou, při prvním výskytu, a při jejím opakování se na ni jen odkazuje. Za všechny metody uveďme jako příklad metodu Lempel-Ziv-Welch (LZW), která nese jména svých tvůrců.

Metoda bezetržové komprese LZW je rychlá a relativně snadná, nevýhodu může být to, že komprimovaná data již nelze komprimovat další metodou k dosažení lepšího výsledku. Princip metody je následující, uvažujme abecedu se znaky X, Y, Z. Naším úkolem je přenést sekvenci XZXYXZXYX, viz vstup u 1. krok v tabulce 1.

Pořadí kroku	Vstup	Nalezená fráze	Výstup	Nová fráze	Index nové fráze
				X	0
				Y	1
				Z	2
1	XZXYXZXYX	X	0	XZ	3
2	ZXYXZXYX	Z	2	ZX	4
3	XYXZXYX	X	0	XY	5
4	YXZXYX	Y	1	YX	6
5	XZXYX	XZ	3	XZX	7
6	XYX	XY	5	XYX	8
7	X	X	0		9

Tab. 1 Příklad LZW kódování

Nejdříve se do slovníku zapíše všechny znaky abecedy. Na vstup přijde sekvence, najde se nejdelší zapsaná fráze a její index se pošle na výstup. Tato nalezená fráze se ze

vstupu odstraní a jako nová fráze se do slovníku zapíše již nalezená fráze a první znak vstupu. Takto se postupuje do té doby, než se přenesou celá vstupní sekvence. Výstupem z naší ukázky bude 0201350. Dochází tu ke kompresi na 78 % původního objemu dat, při delším vstupním slově by se kompresní poměr ještě zlepšoval.

Komprese LZW se používá u souborů TIFF a GIF a nebo pro komprimované soubory ZIP.

Entropické kódování

Metody entropického kódování mají pohyblivou délku kódového slova. Typickým představitelem je Huffmanovo kódování. U Huffmanova kódování závisí délka kódového slova na četnosti výskytu kódovaného symbolu. Symboly, které se vyskytují nejčastěji, mají přiřazen nejkratší kód a symboly, které se vyskytují méně, kód delší. Huffmanovo kódování probíhá ve dvou krocích. V prvním kroku se zjistí pravděpodobnost výskytu jednotlivých symbolů a ve druhém kroku se podle této pravděpodobnosti jednotlivým symbolům přiřazuje různě dlouhý binární kód (viz tabulka 2).

Symbol	Pravděpodobnost výskytu	Kód	
A	0,50	1 bit	0
B	0,25	2 bity	10
C	0,125	3 bity	110
D	0,125	3 bity	111

Tab. 2 Příklad Huffmanova kódování

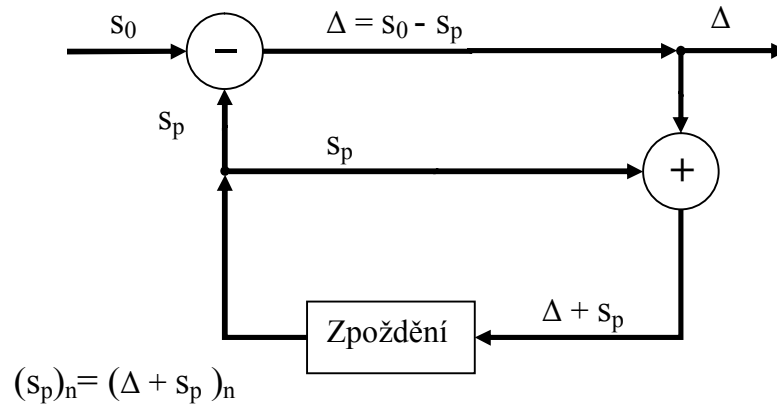
Jako u bezztrátových kompresí představených v předchozích kapitolách i u Huffmanova kódování je nejvýhodnější mít posloupnost, kde se stejný symbol bude často opakovat. Bude tak mít vysokou pravděpodobnost a díky tomu krátké kódové slovo.

Huffmanovo kódování se využívá v souborech TIFF, ale je i nedílnou součástí ztrátových kompresních standardů skupiny JPEG a MPEG, kde se spolu s RLE kódem používá v posledních krocích komprese.

DPCM

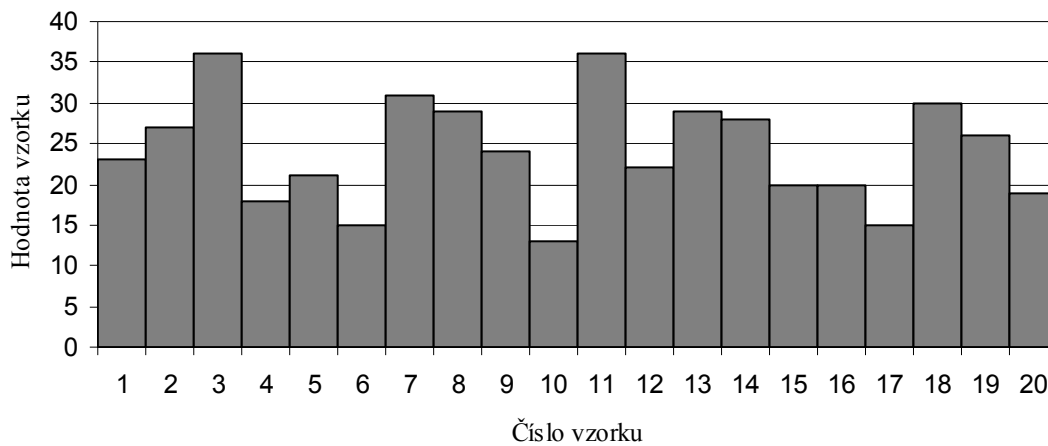
Diferenční pulzní kódová modulace vychází z pulzní kódové modulace, která slouží k reprezentaci kódového slova v binárním kódu. DPCM navíc dokáže komprimovat objem výstupních dat. U vzorkovaného a kvantovaného analogového signálu většinou nedochází

k velkým změnám v amplitudě jednotlivých vzorků. Bez použití DPCM se musí přenášet jejich plná velikost. Při použití DPCM se přenáší jen rozdíly v amplitudě mezi vzorky.

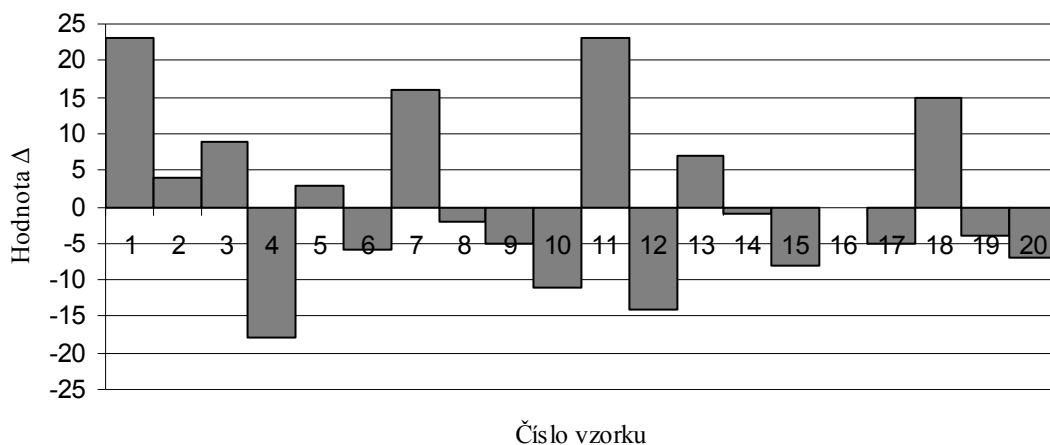


Obr. 3 Zjednodušené blokové schéma DPCM

Nejjednodušší je zpoždění jednoho vzorku, v televizní technice je možné s využitím paměti použít predikci meziřádkovou nebo mezisímkovou. Nám bude pro názornost stačit základní varianta, kterou vidíme na obrázku 3. Signál S_0 je vstupní signál, S_p je signál zpožděný o jeden vzorek.



Obr. 4 Přenášené informace bez použití DPCM



Obr. 5 Přenášené informace s použitím DPCM

Na obrázku 4 je ukázka kvantovaného signálu bez použití DPCM. Je vidět, že signál obsahuje velké množství informací. Na obrázku 5 můžeme vidět, k jaké redukci informací dojde po použití DPCM, kdy se přenáší jen rozdíly mezi vzorkem N a $N-1$.

Díky tomu, že tato modulace nezanáší do signálu žádné výrazné zkreslení, je často používána jako předstupeň složitějších aplikací.

Otázky k opakování

1. Na jakém principu fungují bezztrátové komprese? (Co z dat odstraňují a jaký to má vliv na dekomprimovaný signál)
2. Jaké metody bezztrátové komprese rozlišujeme?
3. Jaký je základní princip RLE, Huffmanova kódování a DPCM?

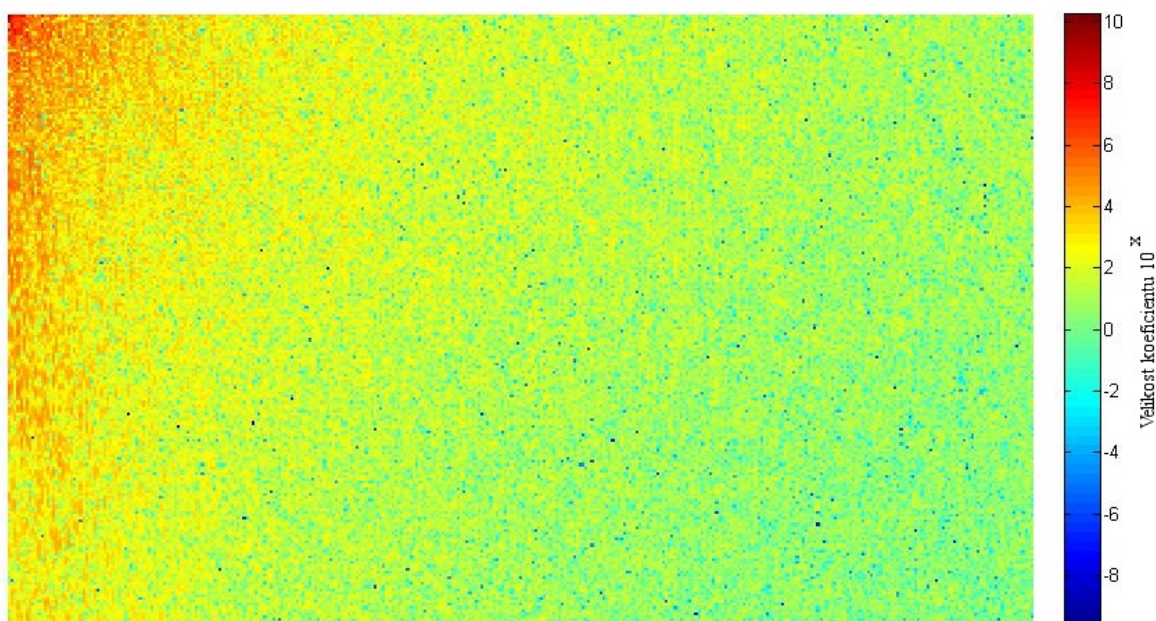
1.2 Ztrátové komprese

Druhou možností jsou komprese ztrátové, u kterých se už nikdy po dekompresi nedostanou původní data. Dochází zde k odstranění irelevantních (nedůležitých) informací. Díky tomu se dosahuje větší redukce přenášených dat. U obrazových signálů se za irelevantní informace považují ty, jejichž odstranění nevede k patrnému zhoršení zrakového vjemu. Kolik informací je možné odstranit bez přílišné degradace, tedy kompresní poměr, se zjišťuje pomocí subjektivních testů.

V oblasti komprese obrazových dat jsou nejrozšířenější metody JPEG pro statické obrazy a MPEG 2 a MPEG 4 pro video. Všechny tyto standardy mají podobný základ, protože využívají transformační kódování. To spočívá v tom, že se nepřenáší hodnoty kvantovaných vzorků digitálního signálu, ale hodnoty spektrálních koeficientů ve frekvenční oblasti.

Diskrétní kosinová transformace

Diskrétní kosinová transformace se používá u většiny kompresních kodeků pro kompresi obrazových dat. Tvoří základ standardu JPEG i MPEG 2. Principiálně vychází z Fourierovi transformace, jejím výsledkem jsou ale koeficienty jen v reálné množině čísel (FT má koeficienty reálné a imaginární). Princip DCT spočívá v oddělení nízkofrekvenčních složek od vysokofrekvenčních. Nejvyšší hodnotu u obrazových signálů má koeficient stejnosměrné složky a směrem k vyšším frekvencím se jejich hodnota snižuje (obr. 6).



Obr. 6 Koeficienty DCT

Obrázek 6 ukazuje rozložení velikosti koeficientů DCT v obraze. V levém horním rohu je stejnosměrná složka a směrem k pravému dolnímu rohu frekvence roste. Vidíme, že u obrazu je většina informace obsažená v koeficientech s nižší frekvencí. Na tomto faktu je komprese pomocí DCT založena. Po výpočtu koeficientů se pomocí kvantizační matice hodnoty jednotlivých koeficientů v závislosti na frekvenci vydělí. Kvantizační matice je vlastně tabulka, která jednotlivým koeficientům DCT přiřazuje váhu podle jejich umístění (viz tabulky 3 a 4).

946	72,6	-1,17	8,82	-0,63	-0,17	1,43	0,95
-54,5	-0,88	-1,29	0,12	-0,70	1,14	-0,76	3,61
-1,73	0,20	-1,44	-1,38	-2,60	0,12	0,91	-1,79
-8,19	0,61	-1,98	0,07	-0,08	1,76	2,97	0,62
-0,88	1,01	-1,88	-1,57	-0,37	0,23	0,36	-0,88
-0,09	-1,93	3,75	1,67	0,48	-1,95	1,09	-0,74
1,39	0,86	0,66	-0,02	-2,05	-1,86	0,91	-1,03
-0,87	0,52	-0,72	-1,72	0,68	0,96	-0,13	0,77

Tab. 3 Koeficienty DCT

1	1	1	1	2	3	4	5
1	1	1	2	2	5	5	4
1	1	1	2	3	5	6	4
1	1	2	2	4	7	6	5
1	2	3	4	5	9	8	6
2	3	4	5	6	8	9	7
4	5	6	7	8	10	10	8
6	7	8	8	9	8	8	8

Tab.4 Kvatizační matice

946	73	-1	9	0	0	0	0
-54	-1	-1	0	0	0	0	1
-2	0	-1	-1	-1	0	0	0
-8	1	-1	0	0	0	0	0
-1	1	-1	0	0	0	0	0
0	-1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

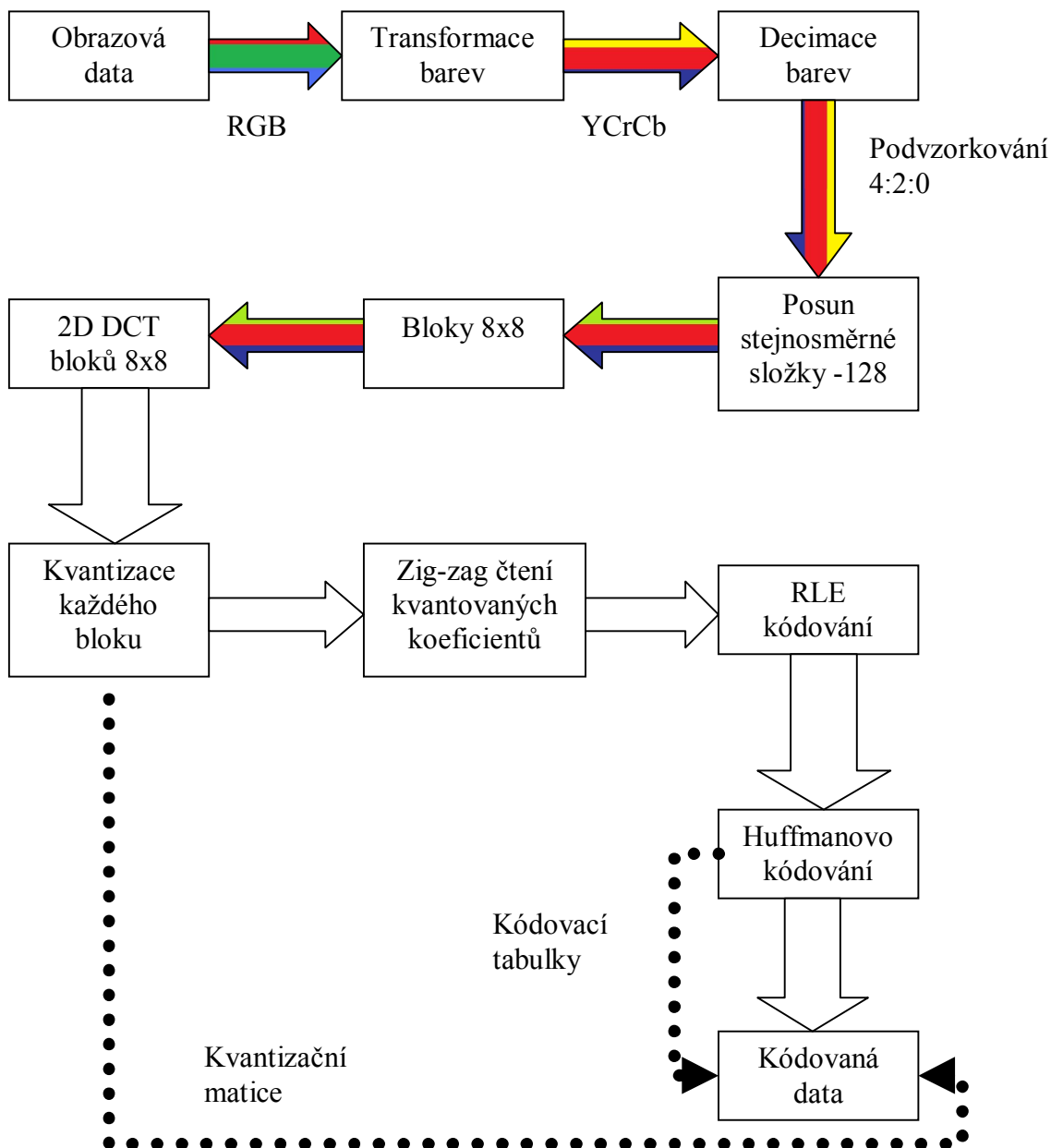
Tab. 5 Kvantované koeficienty

Koeficienty DCT se vydělí kvantizační maticí a zaokrouhlí. Výsledek operace můžeme vidět v tabulce 5. Vysokofrekvenční koeficienty, které nejsou pro zrakový vjem podstatné, se vynulovaly a není je tedy potřeba přenášet. Díky tomu dojde k velké úspoře dat.

Jak si ukážeme v dalších kapitolách, diskrétní kosinová transformace se na obraz aplikuje v blocích 8x8 bodů. Při velké kompresi jsou bloky v obraze viditelné, takže je důležité volit vhodná kompresní poměr, aby se tomuto jevu předešlo.

JPEG

Standard JPEG (Joint Photographic Expert Group) sloužící pro kompresi statických obrazů, především fotografií, začal vznikat v roce 1986. Celý standard byl dokončen v roce 1994 a v dnešní době to je nejrozšířenější formát pro komprimování statických fotografií i dalších digitálních grafických obrazů.



Obr. 7 Blokové schéma JPEG

Blokové schéma na obrázku 7 nám ukazuje základní kroky metody JPEG. Na vstupu kompresní metody jsou digitální obrazová data v barevné soustavě RGB. Ta jsou převedena do soustavy $YCrCb$ (digitální Y, R-Y, B-Y), aby bylo možné pracovat zvlášť s jasovou a barevnou složkou signálu. Barevný signál je vzorkován 4:2:2. Vzhledem k tomu, že lidské oko je citlivější na změny jasu než barvy, dochází v dalším okamžiku k decimaci (snížení vzorkovací frekvence) barevných kanálů. Výsledkem je signál vzorkovaný 4:2:0. U takto podvzorkovaného signálu dochází k potlačení stejnosměrné složky. Než se na data aplikuje diskrétní kosinová transformace, dojde k rozdělení na bloky 8x8 bodů. V těchto blocích pak

transformace probíhá. Zig-zag čtení kvantovaných koeficientů (obrázek 8) slouží k tomu, že se dále přenáší jen ty koeficienty, po kterých následuje alespoň jeden nenulový koeficient.

946	73	1	9	0	0	0	0
-54	-1	-1	0	0	0	0	1
2	0	-1	-1	-1	0	0	0
-8	1	-1	0	0	0	0	0
1	1	-1	0	0	0	0	0
0	-1	1	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 8 Čtení Zig-zag

RLE a Huffmanovo kódování zkomprimuje výsledná data do ještě menšího objemu dat. Na výstupu celého procesu máme ztrátově zkomprimovaný obrázek ve formátu JPEG.

MPEG 2

MPEG 2 je druhou generací komprimačního standardu pro digitální videa. První generace MPEG (Motion Pictures Experts Group) dosahovala veliké komprese s datovým tokem 1,5 Mb/s. Byla určena především pro videa s malým rozlišením a malým pohybem obraze jako jsou videohovory, záznam na CD-ROM a podobně. Pro použití v televizním vysílání je tento standard nevhodný, a tak stejná skupina vyvinula standard MPEG 2, který dokáže pracovat s rozlišením pro aplikace s malým datovým tokem, tak i s rozlišením pro FullHD televizi.

Základ komprese je až na detaily jako je velikost bloků totožný se standardem JPEG, proto si v této kapitole uvedeme jen rozšíření proti JPEG. Bloky 8x8 se zde skládají do makrobloků, které tvoří 4 jasové a 2 chrominanční bloky (pro vzorkování 4:2:0). Zásadním rozdílem mezi JPEG a MPEG je fakt, že MPEG je určen pro video, tedy velké množství po sobě jdoucích snímků, které jsou na sobě závislé. Závislost snímků na sobě navzájem umožňuje zavedení mezisnímkové predikce. Při predikci stačí přenášet jen změny mezi jednotlivými snímky, takže dochází k úspoře potřebného datového toku. Podmínkou pro použití predikce je to, že jednou za čas se přenese kompletní snímek. Tento snímek se označuje I (interframe) a je komprimován podobně jako statický obraz v metodě JPEG. Vzdálenost mezi I snímky se nazývá GOP (group of pictures). Pro použití v televizním vysílání se používá GOP 12. Mezi I snímky se přenáší snímky využívající mezisnímkovou

predikci. Existují 2 druhy, P snímky, které využívají k predikci předchozí a současný snímek, a B snímek, který využívá rozdíl mezi současným a minulým i současným a budoucím snímek. U snímků P dochází ke kompresi asi na polovinu původních dat, u snímků B až na 1/8 původní velikosti. V GOP jsou snímky poskládány takto: IBBPBBPBBPBBI... . Vzhledem k potřebě mít k dispozici kromě současného i předchozí a následující snímek, přenáší se P i I snímky před dvojicí B snímků. Samotný princip predikce spočívá v porovnávání každého makrobloku stávajícího snímku se všemi makrobloky snímku předchozího a v případě B snímku i snímku následujícího. Pokud se najde totožný makroblok, jsou přenášeny pouze souřadnice x, y pohybového vektoru. V případě podobného makrobloku se spočítá rozdílový makroblok, který se přenese společně s pohybovým vektorem. Když se dostatečně podobný makroblok nenajde, žádný pohybový vektor se nepřenáší a příslušný makroblok se přenese celý stejným způsobem jako u I snímku, tedy následuje DCT a další kroky (viz kapitola JPEG).

Z výše uvedeného vyplývá, že nejlepší komprese se dosahuje u videí s malými změnami mezi snímky. Naopak například sportovní přenosy, kde dochází k velkým změnám mezi snímky, spotřebují mnohem větší objem dat.

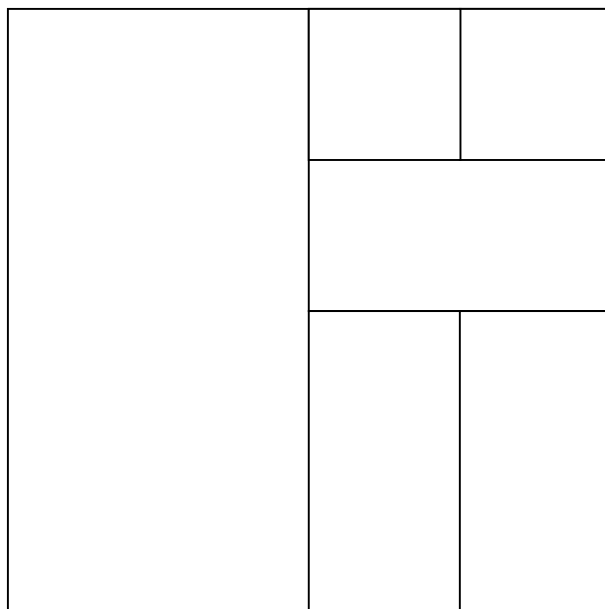
Soustava MPEG 2 je v dnešní době nejrozšířenějším kompresním standardem mezi amatérským zpracováním videa i zpracováním televizních pořadů pro přenos pomocí digitálního vysílání ve standardním rozlišení, kde dosahuje datového toku 15 Mb/s. Pro vysílání ve vysokém rozlišení se díky vysokému datovému toku téměř 80 Mb/s nepoužívá MPEG 2, ale jeho nástupce MPEG 4.

MPEG 4

S rostoucími požadavky na kvalitu i rozlišení videa obecně, ale i v televizním vysílání, vznikl požadavek na kvalitnější kompresní standard, který by dokázal HD video zkomprimovat na datový tok, který by nezahltl internetové servery nebo vysílací multiplexy. Tímto standardem se stal MPEG 4, konkrétně jeho 10. část s názvem H.264/AVC. Je to stále se rozšiřující standard pro kompresi videa, který vznikl v roce 2003. Ačkoliv navazuje na své předchůdce JPEG a MPEG 1 a 2, používá řadu odlišných metod. Cílem tohoto standardu je dosahovat mnohem větší komprese datového toku než jeho předchůdci při vyšší kvalitě výstupu. Základní kroky, jako je dělení na bloky, mezisnímková predikce, pohybové vektory, zůstávají, liší se způsob výpočtu.

Bloky nejsou pevně dané, ale v závislosti na obsahu obrazu mají proměnou velikost od 16x16 bodů pro velké jednolitě plochy až po 4x4 body pro obraz s jemnou strukturou (obr. 9).

Pro volbu velikosti bloků se používá intrapredikce. Samotné makrobloky se dají variabilně dělit na další části. V rámci makrobloků dochází ke kompenzaci pohybu s přesností $\frac{1}{4}$ obrazového bodu v jasovém makrobloku.



Obr. 9 Dělení makrobloků u MPEG 4

Pro kompenzaci pohybu může být použito až 16 různých snímků bez rozdílu zda se jedná o snímek I, P nebo nově i B. Ke třem typům snímků z MPEG 2 se přidává snímek SP, který má hrubší kvantizaci, a tedy nižší datový tok, a snímek SI se zvýšenou odolností proti chybám. Diskrétní kosinová transformace se používá v upravené podobě. Je celočíselná, aplikuje se na bloky 4x4 a pak ještě v jednom kroku dodatečně na bloky 2x2 pro 4 stejnosměrné složky chrominance. Po transformaci probíhá kvantizace s 52 kvantizéry. Po entropickém kódování je zařazen deblocking filtr, který potlačuje blokovou strukturu v obraze bez ztráty ostrosti. Vzhledem k tomu, jak variabilní je celý kompresní řetězec, nemá H.264 definovaný datový tok. Ten záleží na obsahu videa. Nejvyšší datový tok budou mít videa s jemnou strukturou v obraze a velkými rozdíly mezi snímky. Na druhém konci pak bude video, které má v obraze velké jednolité plochy, a snímky se mezi sebou liší jen málo.

V dnešní době je MPEG 4 H.264 dominantním kompresním standardem pro videa s vysokým rozlišením. Je používán pro HDTV, je nedílnou součástí formátu Blue-ray, využívají jej videoservery YouTube a Vimeo, iTunes a přehrávače jako například Adobe Flash Pleyer a Microsoft Silverlight. Dá se předpokládat, že v brzké době vytlačí standard

MPEG 2 především mimo sféru televizního vysílání, které si nemůže dovolit drastické změny a musí zachovávat kompatibilitu i se staršími systémy.

Otázky k opakování

1. Na jakém principu fungují ztrátové komprese? (Co z dat odstraňují a jaký to má vliv na signál po dekodování)
2. Vyjmenujte základní kroky Diskrétní kosinové transformace.
3. Jaké jsou základní kroky komprese metodou JPEG a co tyto kroky dělají?
4. Definujte pojmy GOP, I snímek, P snímek, B snímek, makroblok.
5. K čemu ve standardu MPEG 2 slouží pohybový vektor?
6. Čím MPEG 4 dosáhl snížení datového toku při zlepšení kvality obrazu v porovnání s MPEG 2? (Uveďte obecně a jednoduše.)

1.3 Kodeky

Standardy MPEG jsou nejrozšířenější metodou pro kompresi videa, ale existují i další metody vzniklé s určitými požadavky na kvalitu obrazu a velikost komprese. Obecně se nazývají kodeky (**kodér-dekodér**). Asi nejrozšířenější jsou kodeky DivX, Xvid, Windows Media Video a především při profesionálním zpracování videa oblíbený Apple ProRes.

DivX

DivX je založen na metodě MPEG 4 H.264. Není tak novým kompresním standardem, ale upravuje metodu H.264 především pro kompresi videí na DVD. V době svého vzniku na přelomu tisíciletí byl určen především pro kompresi filmů z DVD, které pak mohly být snadno ilegálně šířitelé. Postupně se kodek stal podporovanou součástí většiny DVD přehrávačů i rekordérů. I v dnešní době je doménou DivX především komprimování filmů stažených z DVD ať už pro vlastní potřebu, jako například pro nahrání do mobilního telefonu, nebo harddisk k HD televizi, i pro nelegální sdílení na internetu, kterému ovšem samotná společnost neví, jak zabránit.

V současné době nabízí kodek 5 různých profilů (tab. 6) s odlišnými požadavky na rozlišení a velikost datového toku.

	DivX Plus HD	DivX HD 1080p	DivX HD 720p	DivX Home Theater	DivX Mobile Theater
Maximální velikost souboru	Neomezeně	Neomezeně	4 GB	4 GB	4 GB
Maximální datový tok	30 Mb/s	30 Mb/s	13 Mb/s	10 Mb/s	10 Mb/s
Přípony souboru	.mkv, .avi, .divx	.avi, .divx	.avi, .divx	.avi, .divx	.avi, .divx
Počet řádků	1080	1080	720	576 (25 s/s) 480 (30 s/s)	480
Počet snímků za sekundu	30	30	30	25/30	30

Tab. 6 Profily DivX

Xvid

Xvid je na rozdíl od DivX kodeku open-source software. Ke kompresi nepoužívá jen MPEG 4 část 10, tedy H.264, ale i starší část 2. Stejně jako DivX nedává Xvid k dispozici zdrojové kódy, i když zde je to spíš kvůli předcházení problémů s patenty, než know-how. V zemích, kde jsou zaplacené patenty MPEG 4 část 2, by Xvid neměl být používán. Použití kodeku je shodné s DivX. Kromě toho, že je, vzhledem ke své podobnosti s konkurenčním kodekem, podporován velkou částí DVD přehrávačů, je součástí programů na kopírování DVD.

Xvid nabízí uživatelům 4 různé profily, jak uvádí tab. 7.

	Xvid Mobile	Xvid Home	Xvid HD 720	Xvid HD 1080
Maximální rozlišení	352x240 (30 s/s)	720x480	1280x720	1920x1080
	352x288 (25 s/s)	720x576		
Maximální datový tok	1,3 Mb/s	4,6 Mb/s	9,2 Mb/s	19,5 Mb/s

Tab. 7 Profily Xvid

Windows Media Video

Tento kodek je na rozdíl od předchozích dvou formátů povinnou součástí standardů HD DVD, Blue-Ray a vzhledem ke své mateřské společnosti je i nedílnou součástí herní konzole Xbox. Metoda komprese vychází z MPEG 4 část 2 a 10, stejně jako MPEG provádí predikci pohybu, dělí snímek na bloky, provádí Diskrétní kosinovou transformaci. Metoda podporuje několik režimů datového toku. Jednou z možností je konstantní datový tok, kde si uživatel před samotným začátkem kódování nastaví požadovaný průměrný datový tok výsledného videa. Další z možností je proměnný datový tok, kdy je ale potřeba větší vyrovnávací paměť. WMV může pracovat ve 3 různých profilech (tab. 8). Profily Main a Simple jsou určeny především pro videa sdílená na internetu. Podporují několik datových toků a dokáží HD videa zkomprimovat na polovinu až třetinu datového toku videa ve formátu MPEG 2. Advanced profil podporuje prokládané řádkování, data dokáže přenášet s datovým tokem menším než 1/3 toku u MPEG 2 nezávisle na typu řádkování se stejnou kvalitou výstupu.

Profil	Simple		Main		
Úroveň	Nízká	Střední	Nízká	Střední	Vysoká
Max. datový tok	96 kb/s	384 kb/s	2 Mb/s	10 Mb/s	20 Mb/s
Rozlišení	176x144 15s/s	240x176 30 s/s 352x288 15 s/s	320x240 24 s/s	480p 576p	1080p

Advanced				
L0	L1	L2	L3	L4
2 Mb/s	10 Mb/s	20 Mb/s	45 Mb/s	135 Mb/s
352x288 30 s/s	NTSC PAL	480p 720p	1080p 1080i 720p	1080p 2048x1536 24s/s

Tab. 8 Windows Media Video

Apple ProRes

Tento formát je součástí softwarů společnosti Apple, především programu pro stříh videa Final Cut Studio. Dalo by se říci, že je to nástupce Apple Intermediate Codec pro videa ve vysokém a ještě vyšším rozlišení. Jeho nejdůležitější vlastností je podat co nejkvalitnější výstup bez většího ohledu na datový tok. Tím se vymezuje především pro profesionální a poloprofesionální video-tvorbu. Pro běžné uživatele společnost Apple nabízí QuickTime se soubory ve formátu .mov, který, stejně jako konkurence, vychází ze standardů MPEG.

ProRes nabízí 6 různých režimů (tab. 9), které se liší vzorkováním (4:4:4 – 4:2:0), datovým tokem (500 Mb/s – 45 Mb/s) a tím i velikostí výsledných souborů.

	ProRes 4444 XQ	ProRes 4444
Vzorkování barev	4:4:4:4 *	4:4:4:4 *
Bitová hloubka	12 b barevná hloubka 16 b alfa kanál	12 b barevná hloubka 16 b alfa kanál
Datový tok	500 Mb/s	330 Mb/s
Použití	Extrémně náročné vizuální efekty	Grafika

	ProRes 422 HQ	ProRes 422	ProRes 422 LT	ProRes 422 Proxy
Vzorkování barev	4:2:2	4:2:2	4:2:2	4:2:2
Bitová hloubka	10 b			
Datový tok	220 Mb/s	147 Mb/s	102 Mb/s	45 Mb/s
Použití	Nejkvalitnější formát pro postprodukční zpracování obrazu	Postprodukční zpracování obrazu s potřebou vyšší rychlosti zpracování	Pro menší velikosti souborů	Offline zpracování videa s malým datovým tokem

Tab. 9 Profily Apple ProRes

Otázky k opakování

1. Co je kodek?
2. Na jakém kompresním standardu jsou většinou kodeky postaveny?
3. Vyjmenujte některé kodeky a uveďte příklady využití.

Zajímavé čtení

Odborné články i samotné standardy jsou v angličtině a obsahují podrobné informace. Kdo má zájem, může si je nastudovat například na stránkách ITU (Mezinárodní telekomunikační unie - <http://www.itu.int/rec/T-REC-H/en>), kde jsou zveřejněny standardy MPEG 2 (H.262) a MPEG 4 (H.264). Výhody kodeku ProRes představuje Apple pod záložkou Final Cut Pro. S ohledem na českou scénu je na webu České televize zajímavý článek Stanovisko České televize k volbě kódovacího systému pro digitální televizní vysílání DVB-T, kde se vysvětluje, proč se v ČR stále jako primární kompresní standard pro DVB-T používá MPEG 2 a nikoliv jeho kvalitnější nástupce MPEG 4 H.264. Pro obecné informace o kompresích, jednotlivých metodách i kodecích lze získat i na různých internetových encyklopediích, kde si je ale potřeba informace ověřit z více zdrojů.

Závěrečné shrnutí

Kompres se dělí na bezztrátové a ztrátové. **Bezeztrátové komprese** odstraňují ze signálu redundantní data, tedy ta data, která jsou v signálu navíc a na přijímači se dají zpět dopočítat. Signál před kompresí odpovídá signálu po dekompresi.

Existuje několik metod bezztrátového kódování. Mezi základní patří **RLE**, **slovníkové metody** jako je **Lempel-Ziv-Welch** kódování, **entropické kódování (Huffmannovo kódování)**, **vektorová kvantizace** a **metody založené na predikci či diferenci** mezi vzorky, jejichž typickým představitelem je **Diferenční pulzní kódová modulace**.

Ztrátové komprese odstraňují ze signálu irelevantní data, která se dopočítat zpátky nedají, ale v signálu nejsou potřeba. Například u obrazových dat to jsou ty informace, jejichž ztrátu naše oko nepostřehne. Originální signál není totožný se signálem po dekompresi. Pro zpracování obrazových dat jsou nejpodstatnější ztrátové komprese založené na transformačním principu. Nepracuje se zde tedy se signálem v časové doméně, ale v doméně frekvenční. Nejčastěji se používá **Diskrétní kosinova transformace**.

Kompresní metody pro videa vychází ze standardu **JPEG** pro kompresi statických obrazů, který využívá **DCT** aplikovanou na bloky 8x8 obrazových bodů i některé metody bezztrátových kompresí, viz schéma na obrázku 7. Standard **MPEG 2** rozšiřuje metodu JPEG o metody pro práci s videem jako je například mezisímková predikce a vektor pohybu. Nástupce pro videa s rozlišením HD a vyšší, **MPEG 4 v části H.264**, přidává složitější výpočty a predikci i uvnitř snímku samotného, čímž se získává možnost proměnného nastavování velikosti bloků a makrobloků. To vede ke značné úspoře dat, aniž by to vedlo ke ztrátě kvality obrazu.

Kodek, tedy zkratka ze slov kodér a dekodér, je souhrnné označení pro metody sloužící ke kompresi a dekompresi signálu. Většina z nejběžněji užívaných kodeků vychází z kompresního standardu MPEG 4 část 2 nebo 10. Nejrozšířenějším kodekem mezi běžnými uživateli je formát od společnosti Microsoft **Windows Media Video**, který je díky svému výrobci integrován v celé řadě zařízení. Podobně je tomu i kodeků společnosti Apple, jejichž QuickTime cílí na komerční užití a popisovaný **ProRes** patří ke špičce v postprodukčním

zpracování videa. Jako jediný z uvedených kodeků není založen na standardu MPEG 4. Další uvedené kodeky **DivX** a **Xvid** slouží především ke kompresi filmů stažených s DVD.