

H.264: Jeden standard pro všechna videa

Od HD filmů až po webová videa, to vše je možné komprimovat **MODERNÍM VIDEOFORMÁTEM**, jako je H.264. Je možné jej nasadit na všech platformách a poskytnout zřetelně lepší výsledky než zastaralý MPEG-2.

MARKUS MANDAU

Applé sází v případě videa pro iPod i u filmových ukázkách na Flash Player od Adobe. Také YouTube používá při kompresi flashová videa. A koneckonců i vysílání v HD, které lze u nás chytat buď přes satelit, nebo přes experimentální DVB-T multiplex, má se všemi zmíněnými jedno společné – pro jejich kódování se používá kodek H.264. Od streamovaného webového videa až po vysoké rozlišení – za vším zkrátka stojí AVC (Advanced Video Coding). Jedná se o aktuálně nejdůležitější videostandard, který nahrazuje dosluhující MPEG-2. H.264 má po technické stránce co nabídnout a skvěle se hodí jak pro nízké rychlosti, které poskytuje web, tak pro přenosné přehrávače, digitální televizní vysílání i pro nejvyšší kvalitu video ve vysokém rozlišení.

V souboji standardů o obraz ve vysokém rozlišení HD nakonec zvítězil Blu-ray. Tento disk postupem času nahradí DVD, které je dnes na hranici svých technických možností. Při přípravě modrých disků se počítalo se třemi kodeky, i zde se nakonec H.264 prosadil. Převálcoval tak microsoftský VC-1; MPEG-2 pro něj vlastně ani nebyl soupeř. Stejná situace je také u videokamer. Dlouhou dobu sázeli výrobci HD kamer na formát HDV, který používá MPEG-2, postupem času se ovšem přeorientovali na AVCHD, který už samozřejmě využívá H.264. Nyní dokonce i DivX ve verzi 7 sází na H.264 (více v infoboxu na straně ► 57). Díky takto velkému rozšíření tohoto formátu je proto možné, že se ještě během letošního roku rozšíří i na cenově dostupné DVD přehrávače s podporou H.264.

Základy: Jak pracuje kodér

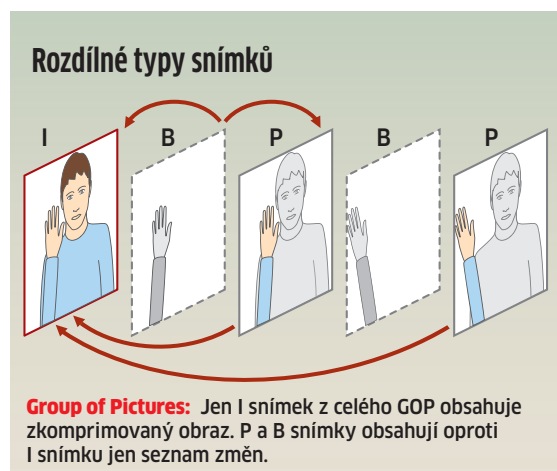
Princip H.264 jako videokodeku není nový. MPEG-2 i H.264 fungují velmi podobně – film je rozdělen na jednotlivé sním-

ky (frames). Podle použité normy je rychlost filmu mezi 24 a 30 snímky za sekundu. MPEG-2 kodér rozdělí snímky do skupin, označovaných jako GOP (Group of Picture). V GOP bývá různý počet snímků, průměrný počet je 12. První snímek z GOP (viz obrázek dole) se nazývá Intra Frame (I-Frame). Tento snímek je zkomprimován jako běžný obrázek ve formátu JPEG. Navíc je celý snímek rozdělen na makrobloky o velikosti 16 × 16 pixelů. Kodér pak každý makroblok konvertuje do barevného prostoru YCrCb (YV12) (jas, modrá složka, červená složka). Pixely jsou tak rozděleny na barevnou a jasovou složku. Jelikož je lidské oko více citlivé na změnu jasu než na změnu barvy, dostává jas více prostoru pro uložení informací. Kodér pak pracuje s celou hodnotou makrobloku, tedy s rozměrem 16 × 16. Barevné složce pak odpovídá hodnota 8 × 8. Kodér spočítá jasovou a barevnou složku a dojde ke zmenšování velikosti. V této fázi se používá kvantizace. Makrobloky se popisují co nejušporněji, takže pro celý makroblok může existovat pouze jedna hodnota barvy a jedna hodnota jasu. Jak kva-

litní takový obraz je, to ovlivňují dva faktory – obsah komprimovaných pixelů a velikost datového toku. Pokud je komprimovaný obsah téměř stejný (typicky jednobarevná plocha), není takové zjednodušení viditelné a obraz vypadá přirozeně. Horší je situace, kdy je takto zkomprimován povrchově složitý obsah – třeba tráva. Fotbalové hřiště pak vypadá jako zelené moře. Jak detailní může obraz být, to ovlivňuje prostor, který má kodér k dispozici. Je-li omezen nízkým datovým tokem, musí i složité povrchy (například zmíněný trávník) zredukovat na zelenou placku. Má-li dostatečné množství prostoru, může makrobloku věnovat dostatečné množství bajtů pro popis jednotlivých pixelů.

Tím je zkomprimován první I snímek z GOP. Další snímek, který následuje za „I“, je komprimován zcela jinak. Komprese dalších snímků se dělí na dva způsoby. Buď může být použita metoda P snímků, nebo metoda B snímků. P snímek (Predicted) se podívá na předchozí „I“ nebo „P“ snímek a ten vezme jako referenční. V P snímku jsou pak zaneseny jen změny v makroblocích. Tím, že se ukládají jen popisy změn, se ušetří velké množství datového prostoru.

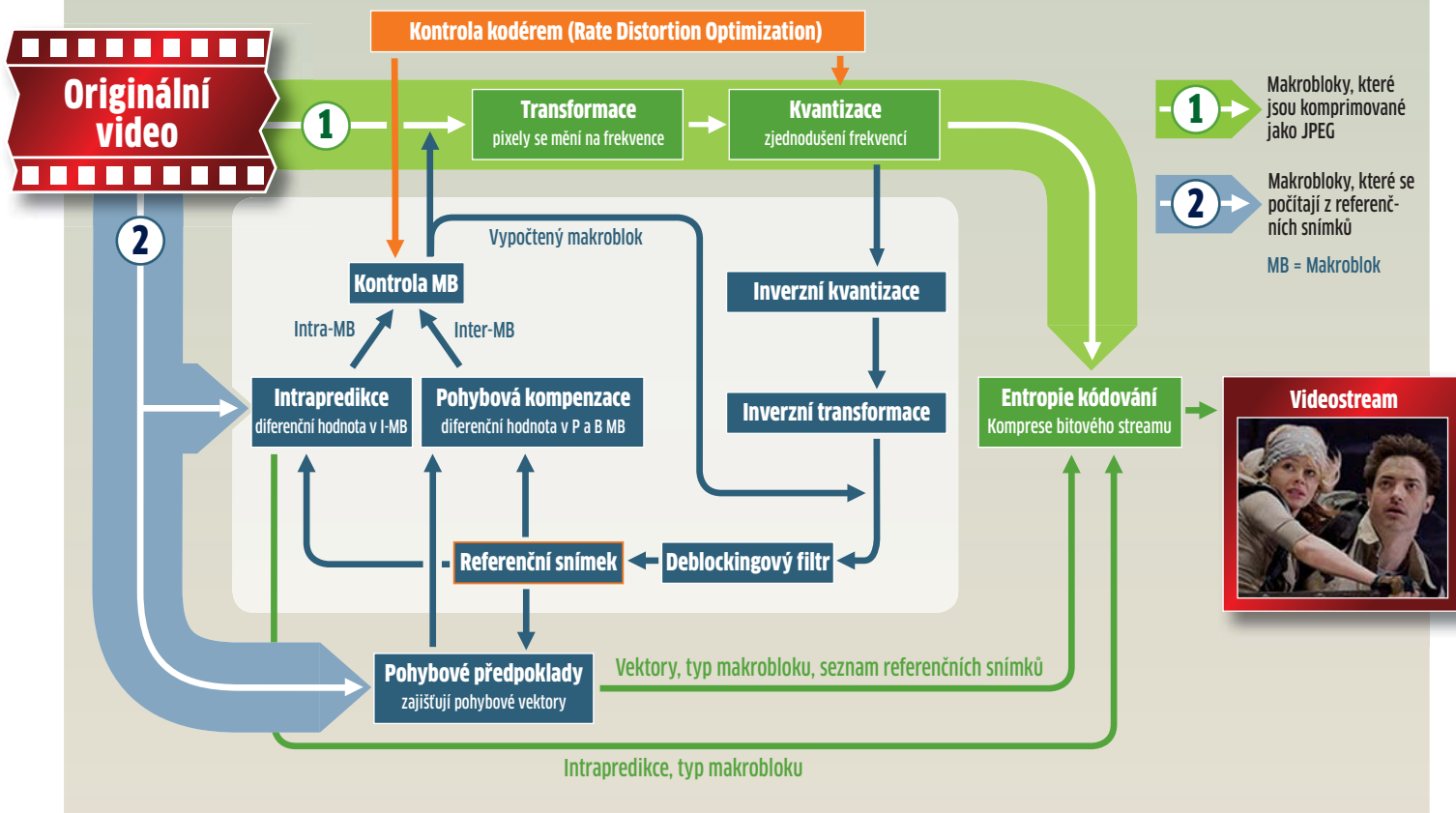
B snímky (Bidirectional Predicted) také obsahují ve svých datech rozdíly. Tyto rozdíly se však počítají buď proti předcházejícímu „I“ nebo „P“ snímku, nebo také vůči následujícím „I“ a „P“ snímkům. To je velká výhoda B snímků. Kodér si může „vybrat“ takový snímek, ze kterého vytvoří kvalitnější a přesnější obraz a tím při stejné kvalitě spotřebuje méně místa. Z toho



Podrobně: Tak funguje kodér H.264

Kodér zpracovává filmový obraz dvěma cestami. Makrobloky, které se nekódují jako snímek, jdou přímo na transformaci a kvantizaci. Bloky, které jsou odvozené z jiných bloků, musí

projit intrapredikcí, pohybovým předpokladem a kompenzací. Referenční snímek navíc musí být rozdělen na referenční bloky, tak jak je popsáno v textu.



Špičkový obraz díky chytré kompresi

vyplyvá: Čím více B snímků kodér používá, tím více lze redukovat výsledný bitrate filmového materiálu.

Transformace: Malé bloky

Již při prvním pohledu jsou viditelné rozdíly mezi kompresí provedenou pomocí MPEG-2 a H.264. MPEG-2 kodér rozdělí pomocí diskrétní kosinové transformace (DCT) makroblok na čtyři bloky o velikosti 8×8 . Tak vznikne frekvenční dělení – velké

jednotlivé plochy jsou vyjádřeny nízkými frekvencemi, nízké detaily vysokými.

Blok se po provedení transformace stává maticí. V levém horním rohu matice se nachází stejnosměrný DC koeficient (Direct Current), což je hodnota nejnižší frekvence, prakticky tedy průměrný jas bloku. Existuje značná podobnost mezi DC koeficienty vedle sebe ležících bloků. Proto kodér neukládá celou hodnotu koeficientu, ale pouze změnu koeficientu oproti předchozímu. To opět šetří prostor. Ostatní koeficienty řadí tak, že vpravo dole leží nejvyšší frekvence pro co nejvyšší počet detailů v obraze. Vzhledem k tomu, že lidské oko je obzvláště citlivé na jemné barevné a jasové nuance, i malá nepřesnost by měla za následek značně viditelné poškození obrazu.

H.264 se rozloučil s DCT a používá celočíselnou transformaci na blocích o velikosti 4×4 , případně o velikosti 8×8 u High profilu (viz infobox na straně 58). Přestup na transformaci 4×4 byl nutnos-

tí, vzhledem k tomu, že H.264 při kódování snímků na rozdíl od MPEG-2 pracuje s bloky 4×4 . Menší bloky se vyplatí především tehdy, když jsou na snímku velké rozdíly a značné detaily. Navíc i ostré kontrastní předměty v obraze jsou velmi dobře vykresleny a netrpí „chlupatou“ auroou jako v případě MPEG-2 – každý určitě již viděl kostičkovaný obraz vzniklý JPEG kompresí. Přejít má ještě jednu výhodu – celočíselná transformace má přesnější frekvenční dělení než DCT.

Kvantizace: Flexibilní velikost

Samotná úspora datového prostoru přichází až při kvantizaci. V ideálním případě přizpůsobuje kodér hodnoty frekvence lidské schopnosti vnímání. To znamená, že nízké frekvence zůstanou zachovány, zatímco ty vysoké budou potlačeny.

Kodér MPEG-2 přitom dělí frekvenční hodnoty odpovídajícím parametrem kvantizační matice. Často se tak stává, že

vysoké hodnoty spadnou až na nulu a tím se zcela ztratí hodnoty zde uložené. Naproti tomu H.264 nedělí hodnoty parametrem matice, nýbrž přichází se sčítáním a odečítáním. Díky tomu nevzniknou při kvantizaci H.264 žádné chyby při zao-krouhlování. Kvantizační parametr H.264 má 51 možných stupňů. Není to navíc lineární škála jako v případě MPEG-2, nýbrž logaritmická. To znamená, že pro nízké frekvence je stupnice mnohem jemnější než pro vysoké. To přesně odpovídá potřebám lidského oka. Protože H.264 podporuje bloky o velikosti 8×8 a 4×4 , potřebuje mít kodér kvantizační matici pro obě rozlišení.

Standardní matice H.264 produkuje i při nízkých bitrate velmi dobré výsledky. Přesto může zkušený uživatel použít svoji vlastnoručně vytvořenou matici, která se bude specializovat třeba na vysoký bitrate u Blu-ray disků. Ta bude uložena v kódovaném filmu, aby mohl dekodér při přehrávání správně upravit inverzní kvantizační matici. Při přípravě vlastní kvantizační matice je ale třeba být velmi pečlivý. Špatně nastavená hodnota se výrazně promítne do celkové kvality obrazu. Někdy lze výsledek částečně zachránit použitím filtru při přehrávání, třeba de-blocking filtru.

I snímky: Efektivnější komprese

Kodér MPEG-2 je po aplikaci DCT a kvantizaci s I snímkem hotový. H.264 ještě používá speciální prostorovou predikci, aby byl snímek lépe zkomprimován. Podobně jako DC koeficienty u MPEG-2 nebo jako v případě JPEG se všechny hodnoty zaznamenávají jen jako rozdíl oproti sousednímu bloku. Jelikož kodér začíná kódovat snímek vždy vlevo nahoře, je toto místo bráno jako referenční pro celý makroblok.

Pokud se jedná a rovnoměrnou plochu, jsou hodnoty jasu i barvy identické. V tomto případě může kodér frekvence jednoho bloku odvodit od levého nebo horního souseda. Po kvantizaci jsou hodnoty plně nul, což je optimální případ pro komprimaci. Dokonce i když nejsou hodnoty jasu a barev zcela identické, jsou si hodnoty diferencí podobné, což je mnohem příznivější pro kompresi, než když se musí komprimovat celé hodnoty. Pro prostorovou predikci používá H.264 proměnnou velikost bloku. Kodér tak může volit velikost bloku 4×4 , 8×8 nebo 16×16 .

Interkódování: Více možností

Cílem kódování je, aby se pokud možno co nejvíce makrobloků v jednom snímku posalo pohybovými vektory. Jen tak zůstane

zachována věrnost pohyblivého videa. K tomu vede ovšem jedna cesta. P a B snímky jsou stejné jako v případě MPEG-2, rozdíl je v tom, že H.264 nepoužívá pevnou GOP strukturu. Kodér může B snímek odvodit z jiného B snímku (B pyramida) a přitom pohybové vektory u makrobloku může použít z jiných snímků, ne jen z jednoho konkrétního (Multi Frame Prediction). U freewarového kodeku x264 v Blu-ray profilu je možné použít tři referenční snímky, v případě komerčního MainConcept Encoderu (viz box na pravé straně) jsou to čtyři snímky. Žádná z těchto technik není u MPEG-2 možná.

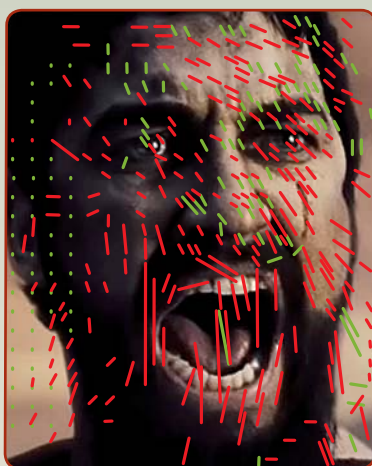
Makrobloky jednotlivých P snímků tak prakticky pocházejí jak z předchozích I snímků, tak z P snímků. Proto H.264 zavádí nový typ snímku – IDR. Jedná se vlastně o I snímek, ze kterého vychází několik následujících P a B snímků.

Open-source kodér x264 tak používá jeden IDR snímek v průměru na 250 až 300 snímků. To odpovídá zhruba 10 sekundám videa. IDR snímek se ovšem neobjevuje pravidelně. V ideálním případě se objeví vždy, když je kamerový střih nebo změna scény. Pokud střihový program importuje AVCHD stream z kamery, může dojít ke střihu právě jen u IDR snímku, protože jen ten obsahuje obrazovou informaci a další

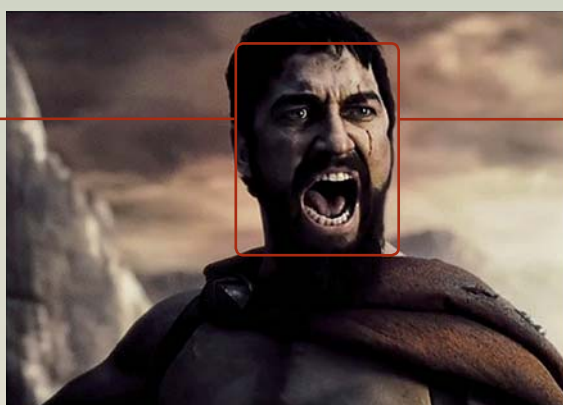
INFO

Analýza H.264 streamu

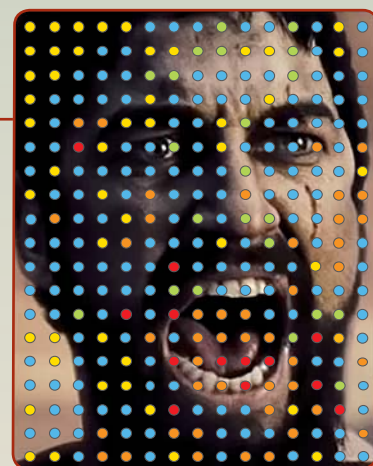
Program StreamEye (www.elecard.com) dokáže rozpitvat streamy kodeků MPEG-2 a H.264. Na obrázku vidíte jeden B snímek z filmu „300“.



Pohybové vektory: B snímek, který je vytvořen z referenčních snímků. Červené makrobloky byly vytvořeny z předchozího snímku, zelené z budoucího.

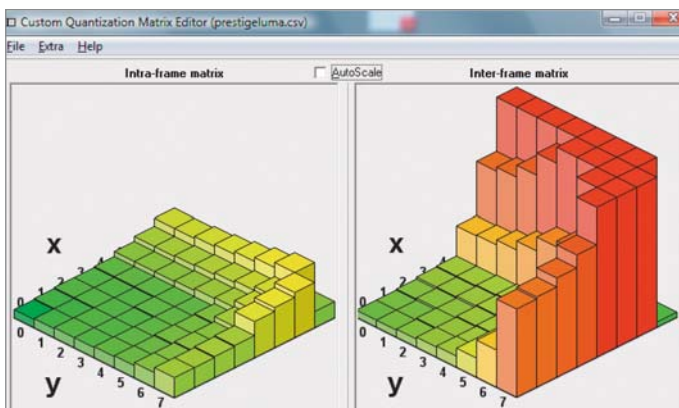


— Předchozí snímky (List0)
— Budoucí snímky (List1)



Makrobloky: V B snímku u H.264 přichází na řadu různé typy kódování.

● Vynecháno
● Interkódování
● Intrakódování (8×8)
● Intrakódování (16×16 , 4×4)
● Interkódování v přímém modu



Kvantizace: Matice bloku 8 × 8 z filmu „The Prestige“ na Blu-ray obsahuje jak silné intra- (vlevo), tak intersnímky (vpravo), které byly oříznuty.

snímky obsahují už jen změny vůči tomuto snímku. To je při střihu nepříjemné, protože nelze zcela přesně provést střih v potřebný čas.

Při kódování je rozhodující rovněž velikost bloku. H.264 mění velikost podle potřeby. Kromě samotného rozpětí, které je omezeno na 4 × 4 až 16 × 16, je možné různě kombinovat i samotné rozměry, je tedy možné použít blok o velikosti 16 × 8 nebo 8 × 4. Ke každému bloku se přiřazuje jeden pohybový vektor (u B snímků jsou možné dvě možnosti [Bidirectional]), podporovány jsou samozřejmě všechny zmíněné technologie, jako je několikanásobný referenční snímek atd. Navíc přesnost pohybového vektoru je nyní čtvrtina pixelu, u MPEG-2 je to pouze polovina.

Přímý mod: Zkopírované vektory

Pojem pohybový vektor je vlastně zavádějící. Ve skutečnosti totiž nepopisuje pohyb, ale adresy pevných bloků ve snímku. Celkem se vektor skládá ze tří složek: dvě tvoří prostorové souřadnice, třetí je číslo referenčního snímku. Kvůli vícesnímkové predikci potřebuje H.264 kodér v P snímku pro každý blok seznam možných referenčních snímků (ListO).

U B snímků je situace o něco složitější, protože pro každý blok jsou povolené dokonce dva vektory. Odpovídající kodér tak musí používat dva seznamy. ListO začíná posledním snímkem a jde v čase nazpátek, List1 začíná následujícím snímkem a v čase jde dopředu. K zobrazení vektorů v B snímku má pak kodér čtyři mody: jen jeden referenční snímek ze seznamu ListO nebo List1, Bi-prediktivní a přímý (viz grafika vlevo).

Kodér v případě Bi-prediktivního modu adresuje referenční blok snímku ze seznamů ListO a List1. Z hodnot obou bloků vezme jednoduše průměrnou hodnotu a vypočítá konečnou podobu snímku.

V přímém modu musí kodér spočítat jen číslo referenčního snímku, ale žádný pohybový vektor. V časovém přímém modu „zdedí“ blok pohybový vektor bloku, který je v referenčním snímku na odpovídajících souřadnicích. Dekodér pak musí při přehrávání pouze spočítat časový rozestup mezi snímky. V prostorovém přímém modu přejímá blok pohybový vektor vždy od sousedních bloků.

Novinkou v H.264 je váhová predikce. Každému referenčnímu bloku je přiřazen dodatečný faktor pro změnu jasu a barevné složky. To šetří místo v okamžiku, kdy je ve filmu setmívačka nebo roztmívačka. Nemění se totiž obraz, jen jas. Váhová predikce v B snímcích se hodí především při prolínání obrazů, neboť se zde nejvíce využije adresace bloků, které jsou před a za.

Ze všeho nejvíce šetří kodér prostor přeskokováním makrobloků v P a B snímcích, jejichž obsah je možné vyčíst z předchozích snímků. Takové makrobloky jsou označeny jako „Skipped“ a uplatí se u statických scén, kdy se třeba pozadí po dlouhou dobu nemění.

Deblockingové filtry: Bezchybný obraz

Obzvláště při nízkém bitrate musí kodér sáhnout po vysokém kvantizačním parametru. Díky tomu mnoho hodnot klesne na nulu, takže zůstanou zachovány jen hodnoty barev a jasu. Tím ve výsledném snímku vzniknou shodné bloky, které v původním filmu vůbec nebyly. To samozřejmě škodí nejen samotnému filmu, ale také požitku z něj.

Na rozdíl od komprese MPEG-2 lze u H.264 tento fenomén potlačit díky deblockingovým filtrům. Filtr se aktivuje při přehrávání filmu a jeho intenzita se nastavuje automaticky podle potřeby: je-li kvantizační parametr malý, účinek filtru bude také malý, nebo se zcela deaktivuje.

A čím vyšší bude kvantizační parametr, tím více bude filtr zasahovat do výsledného obrazu.

Deblockingový filtr hraje svou roli již při kódování (viz schéma): mnoho snímků slouží jako referenční snímky pro jiné snímky. Proto na ně kodér použije deblockingový filtr ještě předtím, než se z nich začnou vytvářet pohybové senzory.

Uživatelé mohou ovlivňovat dva nejdůležitější parametry filtru. Hodnota alfa určuje, jak silná bude aplikace filtru. Hodnota beta reguluje detekci bloků, tedy odkdy je detail snímku brán jako blok, a ne jako předmět na obraze. Pokud je k dispozici dostatečná šířka pásma, jako například u Blu-ray, je lepší filtr zcela deaktivovat. Detaily obrazu tím zůstanou zachovány.

RDO: Dodatečná kontrola kvality

Kodér H.264 má velké množství možností, jak video konvertovat. Musí se ovšem neustále rozhodovat, jak získat co nejlepší výsledek. Právě při volbě velikosti

INFO

Výhodné H.264 kodéry

X264: Open-source kodér je rychlý a poskytuje dobrou kvalitu obrazu. Díky přednastaveným profilům pro Blu-ray a mobilní zařízení nebudete mít potíže s kompatibilitou.

Cena: freeware

Info: www.videolan.org/developers

MAINCONCEPT: Tento kodér najdete v mnoha střihových programech, třeba i v Adobe Premieri. Jeho doménou je vysoká hardwarová kompatibilita. Kvalita obrazu je podobně vysoká jako u x264.

Cena: cca 8 500 Kč

Info: www.mainconcept.com

DIVX7: DivX u této verze rovněž vsadil na H.264. Používá kodér MainConcept, ale jen v nejvyšším profilu 4.0. Díky tomu je ovšem kompatibilní s rípy Blu-ray.

Cena: cca 400 Kč

Info: <http://labs.divx.com>

NERO: Nero používá francouzský kodér Ateame, který produkuje dobré výsledky, ale pracuje pomaleji než MainConcept.

Cena: cca 1 800 Kč

Info: www.nero.com

QUICKTIME PRO: Kodér od Applu je omezen jen na základní profily. Může tak dosáhnout nejvýše dvou B snímků za sebou a chybí mu transformace 8 × 8 v vysokého profilu.

Cena: cca 840 Kč

Info: www.apple.com

bloku B snímku stojí před volbou několika možných kombinací zaplnění makrobloku. Velikost bloku je ovlivněna celou řadou faktorů, například počtem pohybových vektorů nebo počtem referenčních snímků.

Rate-distortion optimization (RDO) pak ručí za výslednou kvalitu. Kontroluje, zda funkce, která zvyšuje kompresi, není na úkor kvality a zda je nutné ji použít, a naopak zda funkce, která zvyšuje kvalitu obrazu, nezabírá zbytečně mnoho místa. Ve většině případů má totiž kodér přísné limity, které jej omezují. V případě Blu-ray disků je to například maximální datový tok o rychlosti 40 Mb/s.

RDO se při hodnocení kvality obrazu opírá o PSNR (Peak Signal to Noise Ratio), což je matematická funkce, která popisuje, jak moc se odlišuje překódovaný snímek od originálního. Tato funkce bohužel neříká nic o tom, jak obraz subjektivně vypadá. A právě subjektivní dojem z obrazu je nejdůležitější pro dokonalý výsledek.

Proto kodér čekají ještě další korekční mechanismy, které se odlišují podle použitého standardu. Open-source kodér x264

stejně jako MainConcept sází na adaptivní kvantizaci (AQ). H.264 někdy komprimuje příliš silně, například u tmavé scény nebo u modré oblohy. Kodér zjednoduší barevnou strukturu snímku, díky čemuž se na snímku objeví několik barevných pruhů. AQ se snaží takové snímky vyhledat a odpovídající změnou kvantizačního parametru tyto pásy smazat. To ovšem také znamená vyšší bitrate.


Podobná funkce, která by měla být do x264 integrována, je PsyRDO. Jedná se o psychovizuální funkci, která se v obraze snaží najít chyby, na které je oko citlivé. Cílem je, aby obraz vypadal pro lidské oko co nejpřirozeněji a skutečně, i za cenu vzniku bloků a tím i ztráty detailů.

CABAC: Lepší entropie kódování

H.264 podporuje více metod entropie kódování při konečném vytváření souboru na konci kódovacího procesu. V základním profilu se H.264 omezuje na kódování CAVLC (Context Adaptive Variable Length Coding), což je vlastně komprese ZIP provedená nad finálním streamem. Lepší výsledek zaručí CABAC (Context based Adap-

tive Binary Arithmetic Coding), který je mnohem více náročnější na hardware a používá se u vyšších profilů.

CABAC kodér pracuje ve třech krocích: nejprve vezme hodnoty po kvantizaci a také pohybové vektory, což je binární kód, tedy posloupnost 0 a 1. Ve druhém kroku pracuje kodér s pravděpodobnostním modelem – zde má na výběr přibližně ze 400 variant. Ve třetím kroku dojde k aritmetickém kódování posloupnosti nul a jedniček, při kterém se počítá pravděpodobnost výskytu 0 nebo 1. V průměru je CABAC o 15 % účinnější než CAVLC. Efektivita se dále zvyšuje, pokud je kód tvořen dlouhými řadami 0 nebo 1.

Umění správného videokodéru spočívá v tom, aby při co nejmenším datovém toku vytvořil obraz, který je pro lidské oko co nejpřirozenější. Problém je ten, že oko se nechová jako dokonalý matematický model a jeho vlastnosti nejsou lineární. Citlivě vnímá nízké frekvence a jemné barevné odstíny. Právě oku je tedy třeba vyjít vstříc. Ze všech současných videokodeků to právě H.264 umí nejlépe. 

AUTOR@CHIP.CZ

INFO

Profily a úrovně: Komfort podle H.264

H.264 se dělí na různé profily a úrovně, které určují, jaké funkce může kodér používat a jaké ne. Pro běžné použití jsou důležité profily „Baseline“, „Main“ a „High“. Základní profil je vhodný pro webová videa a mobilní přehrávače, jako je třeba iPhone nebo PSP. Je optimalizován pro málo výkonný hardware. Zcela zde chybí důležité technologie, jako jsou třeba B snímky. Hlavní profil používá například YouTube a dokáže poskytnout až 720p rozlišení. Nejvyšší profil pak nachází uplatnění u Blu-ray disků, HD videokamer nebo u formátu AVCHD. Nabízí nejlepší kvalitu obrazu a téměř celou paletu technologií H.264.

BLU-RAY KOMPATIBILNÍ STREAMY

Vedle profilů jsou ve standardu H.264 definovány také úrovně (Levels). Úroveň určuje maximální možnou přenosovou rychlost – třeba pro úroveň 4.0 je to 25 Mb/s. Blu-ray používá úroveň 4.1 (High Profile Level), prozatím ale není k dispozici kompatibilní kodér. Kromě toho je ještě třeba počítat s vyrovnávací pamětí dekódovaných obrázků (DPB – Decoded Picture Buffer). U x264 je to 40 000 KB, Sony pro své Blu-ray přehrávače používá jen 30 000 KB. Velikost DPB musí být zvolena tak, aby do nich bylo možné uložit veškeré referenční

snímky, ze kterých dekodér počítá všechny ostatní snímky. U softwarových přehrávačů je prakticky jedno, jak velký DPB je, ovšem u hardwarových přehrávačů hraje DPB významnou roli.

PROBLÉMY S X264

Filmy vytvořené pomocí x264 ve formátu 1.080p na některých Blu-ray přehrávačích neběžely. Důvodem byla hodnota DPB, která byla nastavena příliš vysoko. Mezitím se však objevil nový profil pro Blu-ray, který funguje zcela bez problémů. Jedná se o freewarový MeGUI (<http://sourceforge.net/projects/me-gui>). x264 má nicméně stále problémy s „B-pyramidou“. To způsobuje, že někdy nelze odvodit B snímky z jiných B snímků. Problém je ale opět v DPB. Byla-li jeho velikost příliš malá, nebylo možné do paměti uložit všechny potřebné B snímky a přehrávač pak nemohl stream přehrát. Kdo chce mít 100% jistotu kompatibility s Blu-ray přehrávači, neměl by x264 používat, aspoň do té doby, než budou problémy s DPB odstraněny.

OPRAVA HDTV NAHRÁVEK

HDTV filmy bývají na síti často označovány jako 720p soubory, přitom jsou zkomprimo-

vány pomocí x264. Ty nejsou s Blu-ray kompatibilní, protože v hlavičce mají nastaven profil 5.1. Ten nastavuje x264 automaticky, když je nastavena jen výstupní kvalita. Aby Blu-ray přehrávač takový stream akceptoval, je třeba opravit záznam v hlavičce. Slouží k tomu například nástroj H264Info (<http://batchccews.sourceforge.net>), který nastaví profil 4.1. Potom nebude mít přehrávač žádný problém. B-pyramida zde nehraje žádnou roli, protože 720p snímky jsou malé, a proto není třeba mít velkou DPB.

H.264 profily	Baseline	Main	High
I-/P-/B-makrobloky	●/●/-	●/●/●	●/●/●
Více referenčních snímků	●	●	●
Deblockingový filtr	●	●	●
Entropie kódování: CAVLC/CABAC	●/-	●/●	●/●
Prokládaný obraz	-	●	●
Barevný prostor: 4:0:0/4:2:0/4:2:2	-/●/-	-/●/-	●/●/-
Barevná hloubka: 8/9/10 bitů	●/-/-	●/-/-	●/●/●
Transformační bloky: 4 x 4 / 8 x 8	●/-	●/-	●/●
Vlastní kvantizační matice	-	●	●