

Základy informatiky

9 - Video, komprese, formáty

Osnova přednášky

- Komprese videa
- Kodeky
- Formáty

Video

- Sled rychle po sobě přehraných statických obrazů



Frame rate

- Počet statických snímků zobrazených za 1 sekundu
- Obvykle 24 (film), 25 (TV PAL), 30 (TV NTSC), nebo 60 (120) snímků/sekundu
- Pro lidské oko působí plynulým pohybem animace/videa s frame rate ≥ 15 sn./s
- Jednoduchý vztah:
 - Při stejném počtu snímků
 - Vyšší frame rate = kratší trvání videa
 - Nižší frame rate = delší trvání videa
 - 200 snímků, 24 sn./s = 8.3 s dlouhé video

Typická rozlišení video obrazu

Označení	Rozlišení v pixelech	Poměr stran
16K	15360 × 8640 (132.7 Mpx)	16:9
8K, UHDTV	7680 × 4320	16:9
4K, 2160p, UHDTV	3 840 × 2160 (8.3 Mpx)	16:9
2K	2 048 x 1080	~17:10
Full HD, 1080i, 1080p, Blue Ray	1 920 × 1080 (2.1 Mpx)	16:9
HD, 720p	1 280 x 720	16:9
576p (EDTV)	720 x 576	5:4
480p (EDTV)	720 x 480	3:2
VGA	640 x 480	4:3

Komprese videa

- Zcela nutná potřeba snížit velikost video souboru pro jeho distribuci i archivování
- Nekomprimované video:
 - Rozlišení 640x480 px, 25 sn./s, RGB 8bit
 - $1 \text{ sekunda videa} = 640 * 480 * 25 * 24 \text{ bit} = 22 \text{ MB}$
 - Rozlišení 1920x1080 px, 25 sn./s, RGB 8bit
 - $1 \text{ sekunda videa} = 1920 * 1080 * 25 * 24 \text{ bit} = 148 \text{ MB}$

Druhy komprese

- Ztrátová
- V rámci snímku (intraframe)
- Mezi snímky (interframe)

Komprese v rámci snímku

- Každý samostatný snímek videa je kódován zvlášť jako obrázek a komprimován
- Typicky JPEG či JPEG2000 komprese
- Video = set obrázků
- I přes slušný kompresní poměr nedostatečné pro celé video
- Nevyužívá redundance mezi snímky

Komprese mezi snímky

- Ve filmu typicky mezi dvěma snímky nedochází k přílišným změnám – mění se pouze část(i) snímku
- Princip komprese:
 - Detekce pohybu
 - Předvídání pohybu
 - Redukce pohybu

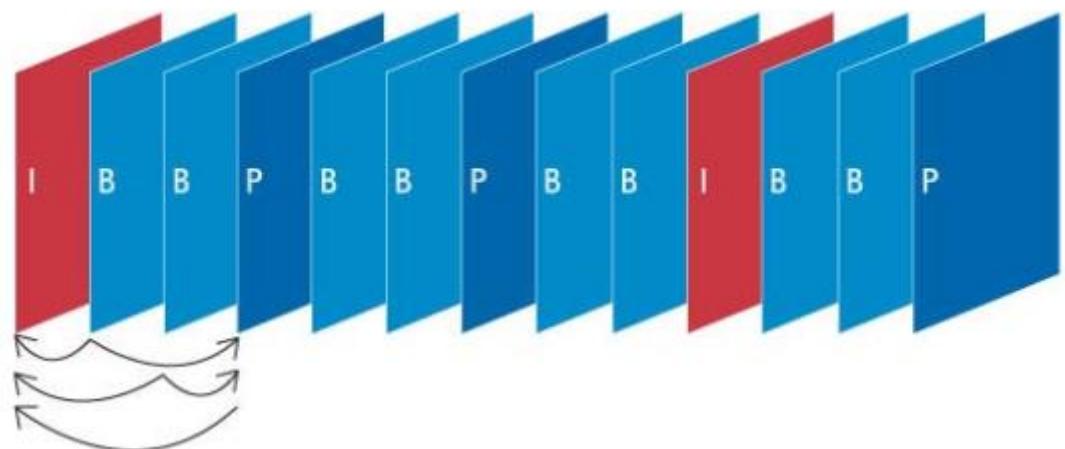


Komprese MPEG - princip

- MPEG - Motion Picture Expert Group
- Využívá sekvence obrazů, nekóduje každý snímek zvlášť
- Používá různé typy snímků

Komprese MPEG - princip

- Používá různé typy snímků
 - **I (Intra-frame)** – kompletní snímek nezávislý na svém okolí, který je obvykle komprimován JPEG kompresí
 - **P (Predictive)** – rozdílový, predikovaný snímek na základě posledního I či P snímku, jehož části může používat jako referenci
 - **B (Bi-directional)** – rozdílový, „obousměrný“ predikovaný snímek = predikovaný ze dvou referenčních snímků (jeden předchozí a jeden následující)



Komprese MPEG - princip

- Použité zařízení dekóduje video z datového toku snímek po snímku
- Dekódování musí vždy začínat I snímkem, který je nezávislý
- P/B snímky obsahují pouze informace o změnách v obrazu oproti referenčnímu snímku
- Kvůli B snímkům je potřeba, aby snímky v datovém toku byly uloženy v jiném pořadí, než jsou výsledně přehrávány

MPEG - Group of Pictures

- GOP = Group of Pictures = Group of Vide (GOV)
- Skupina snímků mezi dvěma I snímky (typicky 3 až 12)
- Například:
 - GOV = 4, e.g. IPPP IPPP ...
 - GOV = 15, e.g. IPPPPPPP PPPPPP IPPPPPPP PPPPPP ...
 - GOV = 8, e.g. IBPBPBPB IBPBPBPB ...
- Snížením frekvence I snímků můžeme redukovat bit rate videa
- Nezahrnutím B snímků může být redukována latence
(zpoždění přehrávání z důvodu náročnějšího dekódování)

MPEG - detekce a kompenzace pohybu

- Každý snímek je rozdělen na bloky (16x16 pixelů či větší), které mají svůj identifikátor v rámci snímku
- Pro každý snímek se definuje prohledávací oblast
- Pro kódování P snímku (vytvoření P snímku):
 - obsah každého makrobloku v cílovém snímku je pixel po pixelu porovnán s makrobloky platného referenčního I či P snímku
 - pokud je nalezena úplná či blízká shoda = pouze identifikátor makrobloku je uložen
 - pokud je nalezena určitá shoda = použije se prohledávácí oblast a uložen je pohybový vektor (x, y offset) + chyba predikce pohybu
 - pokud není nalezena vůbec žádná shoda = makroblok je uložen nezávisle jako v případě I snímku

MPEG-1

- První standard, publikován 1993 (první část)
- Standard formátu kódování videa
- Video + stereo zvuk
- Stejný algoritmus jako H.261
- Zaměřen na kódování videa pro CD nosiče o srovnatelné kvalitě jako VHS kazety (bit rate okolo 1.5Mbps)
- Důraz na sílu komprese více než kvalitu videa
- Redukce rozlišení videa (typicky 352x288 px a nižší)

MPEG-2

- Standard formátu kódování videa
- Video + stereo či 5.1 prostorový zvuk
- Rozvoj MPEG-1 pro vyšší rozlišení, bit rate
- Pokročilejší technika komprese umožňuje dosahovat vyšší kvality videa při zachování stejného bit rate
- Primárně používán pro video na DVD, v digitální TV (kabelová, satelitní)
- První část publikována 1996

MPEG-3

- Plánován pro HDTV přenos
- Ale práce na něm byly zastaveny a obsah dopracován do MPEG-2

MPEG-4

- Standard formátu kódování videa
- Vychází z MPEG-1 a MPEG-2, který rozšiřuje
- přidává definici titulků, 3d objektů, animaci lidského obličeje a popis jeho výrazu
- Zaměřen zejména na aplikace s malými datovými toky – mobilní zařízení s mobilním připojením (několik kb/s)
- Ale také na aplikace s téměř neomezeným datovým tokem a požadavkem na vysokou kvalitu obrazu (desítky Mb/s)
- Na rozdíl od předchozích verzí podpora libovolného frame rate

MPEG-4

- Celý standard zahrnuje 31 částí (Parts)
- Obvykle jsou v nástrojích implementovaný pouze některé
= ty, které jsou pro něj potřebné

MPEG-4 Part 2

- Základní část standardu MPEG-4
- Zahrnuje Advanced Simple Profile
- Využívají ji kodeky:
 - DivX
 - Xvid
 - FFmpeg
 - Nero Digital
 - 3ivx
 - QuickTime 6

MPEG-4 Part 10

- Označován také jako MPEG-4 AVC (Advanced Video Coding), H.264
- Dokončen 2003
- Vyhledávání podobnosti probíhá nejen mezi následujícími snímky, ale také v rámci jednoho snímku
- Flexibilní pro různé typy aplikací
- Podpora až 8K rozlišení, 120 sn./s

MPEG-H část 2

- Standard formátu kódování videa
- Označován také jako High Efficiency Video Coding (HEVC), H.265
- Dokončen 2013
- Nahrazuje H.264, oproti němu snižuje datový tok o 40 až 50 % při zachování obrazové kvality, ale je výrazně náročnější na výpočetní výkon
- Snímky jsou dle rozlišení videa děleny na bloky 16x16, 32x32 či 64x64 pixelů
- (V ČR) používán v digitálním televizním vysílání DVB-T2
- Aktuálně používán pro rozlišení až 8K
- MPEG-H je sada standardů pro kompresi videa, zvuku a streamování médií

MPEG-I část 3

- Označován také jako Versatile Video Coding (VVC), H.266, ISO/IEC 23090-3
- Standard formátu kódování videa vydaný 6. 7. 2020, pomalu se začíná prosazovat v praxi
- Při vývoji bylo cílem
 - dosáhnout 50% snížení datového toku při zachování stejné subjektivní kvality jako HEVC (H.265)
 - Zjednodušit licenční politiku pro používání oproti HEVC
- Podpora až 16K rozlišení, 360° videa pro VR

Formáty pro ukládání videa

AVI

- Audio Video Interleaved
- Multimediální kontejner (audio + video)
- Představen Microsoftem v roce 1992
- Podpora uložení videa s řadou kompresních technik
- Jistá omezení:
 - Problém s automatickým určením poměru stran videa
 - Nemožnost jednoduše uložit videa s kompresními technikami, které vyžadují přístup k budoucímu snímkůmu před přehráním toho současného
 - Nemožnost použití určitých VBR
 - Nepodporuje streamování po síti

Matroska - MKV

- Audio Video Interleaved
- Multimediální kontejner (audio + video + obraz + titulky + 3D)
- Podobný AVI, MP4, atd., ale jedná se o zcela otevřený formát
- Podpora uložení videa v podstatě s jakoukoli kompresí, streamování po síti
- Kontejner s nejširší podporou video kompresí, audio formátů, formátů uložení titulků, atd.
- Přípony souborů:
 - MKV = video (+ audio a titulky)
 - MK3D = stereoskopické video
 - MKA = pouze audio
 - MKS = pouze titulky



MP4

- Součástí MPEG-4 Part 14
- Multimediální kontejner (audio + video + obraz + titulky)
- Umožňuje streamování videa po síti (internet)
- Podpora uložení videa komprimovaného MPEG-2, MPEG-4 Část 2 (H.264), MPEG-H Část 2 (H.265) a dalšími kompresemi

QuickTime

- Proprietární kontejnerový formát vyvíjený Apple
- Uložení videa, audia, obrazu, titulků
- Podpora streamování po síti
- Přípony MOV, QT
- Široké možnosti pro uložení videa komprimovaných různými technikami (např. animovaný GIF, Motion JPEG, MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 Část 2 = H.264, MPEG-H Část 2 = H.265, ...)

MPEG

- Audio + video formát
- Umožňuje streamování videa po síti (internet)
- Podpora uložení videa komprimovaného MPEG-1 či
MPEG-2

WebM

- Zcela otevřený audio + video formát
- Určený pro distribuci videa na webu
- Přehrání videa v tomto formátu nevyžaduje žádný plugin v prohlížeči, formát je podporován nativně (HTML5)
- Podpora v prohlížečích (od verze):
 - Mozilla Firefox 4
 - Opera 10.6
 - Google Chrome 6
 - Internet Explorer 9 (vyžaduje WebM MF komponentu)
- Založen na kontejneru Matroska (MKV), video komprese VP8 (Google), audio Vorbis

Advanced System Formats (ASF)

- Sada proprietárních formátů Microsoftu využívaných v OS Windows
- Windows Media Video (WMV) – video, audio, titulky; řada kompresních technik pro video (aktuální H.264 problematické)
- Windows Media Audio (WMA)

Motion-JPEG

- Každý snímek je zvlášť kódován jako JPEG obrázek
- MJPEG
- Pro začátek zobrazování stačí nalézt identifikátor začátku nového snímku
- Používá se u stacionárních kamer (1 fps a méně)
- Streamování videa a přenos z kamer
- Lepší než nekomprimované, ale horší než kódování jako sekvence

XAVC

- Využívá H.265 nebo H.264 kompresi
- Podpora 4K rozlišení, frame rate 60 sn./s
- Uložení videa, audia, titulků, menu s navigací, atd.
- Nástupce dřívějšího AVCHD

Další formáty

- FLV
- Ogg
- DivX Media Format
- ...

[http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_container formats](http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_container_formats)

MPEG-7

- Multimedia Content Description Interface
- Standard pro popis a zápis metadat multimédií (informací o obsahu daného multimédia)
- = Neřeší způsob komprese/kódování videa!
- Využívá souborů ve formátu XML
- Navržen tak, aby umožňoval rychlé a efektivní vyhledávání multimédií s obsahem dle požadavků uživatele

MPEG-7

```
<Mpeg7>
<Description xsi:type="ContentEntityType">
<MultimediaContent xsi:type="ImageType">
<Image id="IMG1">
<SpatialDecomposition>
<StillRegion id="SR1">
<Semantic>
<Label><Name> Roosevelt </Name></Label>
</Semantic>
</StillRegion>
<StillRegion id="SR2">
<TextAnnotation>      <!-- TextAnnotationType -->
<KeywordAnnotation><Keyword> Churchill </Keyword></KeywordAnnotation>
</TextAnnotation>
</StillRegion>
<StillRegion id="SR3">
<Semantic>
<Definition>    <!-- Also TextAnnotationType -->
<StructuredAnnotation><Who><Name> Stalin </Name></Who></StructuredAnnotation>
</Definition>
</Semantic>
</StillRegion>
...

```



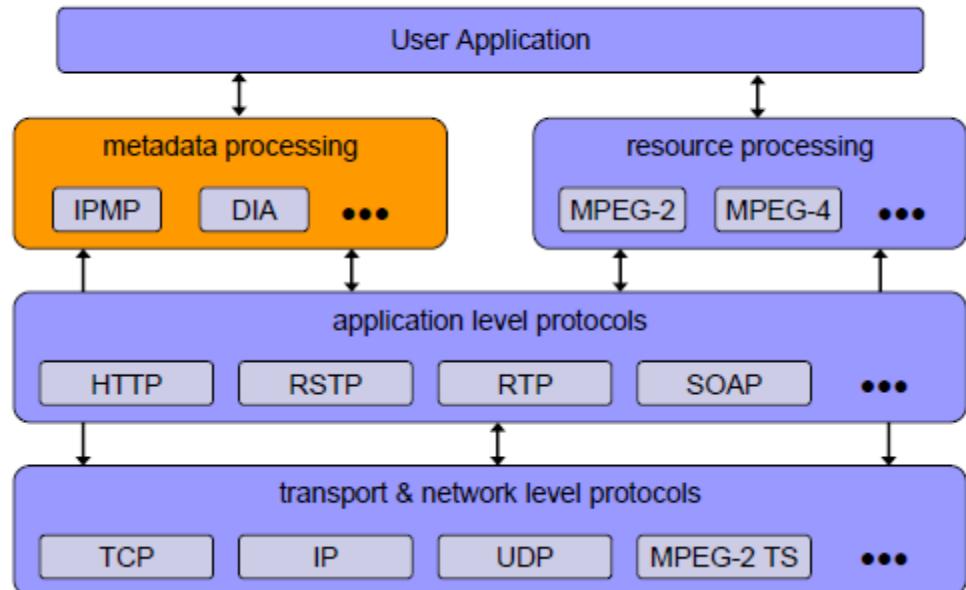
A

B

MPEG-21

- Standard – otevřený framework pro práci s multimédií
- Definuje technologie, jak přistupovat, sdílet, prohlížet, prodávat soubory s multimédií
- Řeší také zápis práv k multimédiím (povolení, restrikce)
- Založen na XML

MPEG-21 scope



MPEG-21

