dr inż. Piotr Odya

FORMATY OBRAZU RUCHOMEGO

1

Kontener

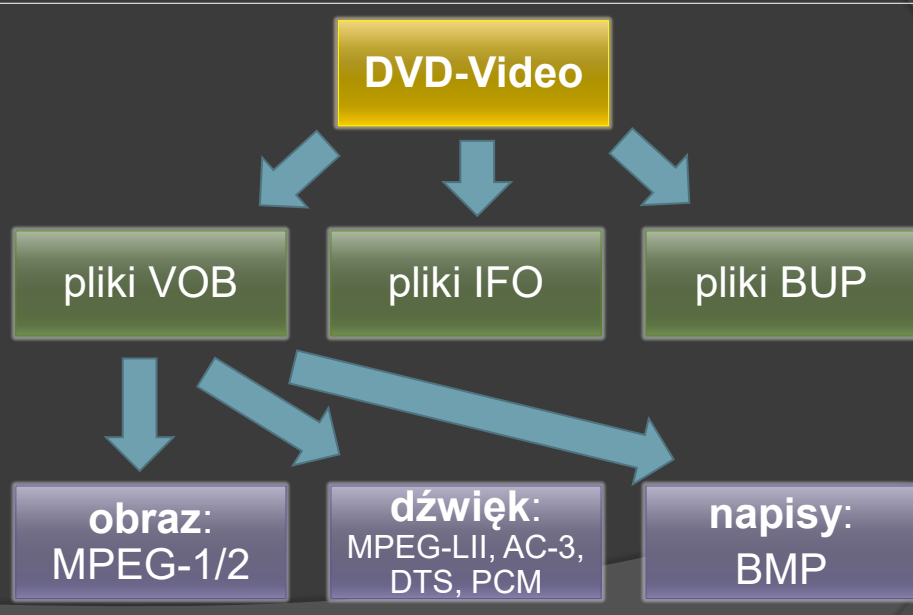
2

Formaty - podziały

- format pliku
  - kontener dla danych
  - WAV, AVI, BMP
- format kompresji (standard kompresji)
  - bezstratna/stratna
  - ADPCM, MPEG, JPEG, RLE
- format zapisu (nośnika)
  - ściśle określona struktura plików
    - CD-Audio, DVD-Video, Blu-ray
  - rodzaj nośnika
    - CC, DAT, ADAT

3

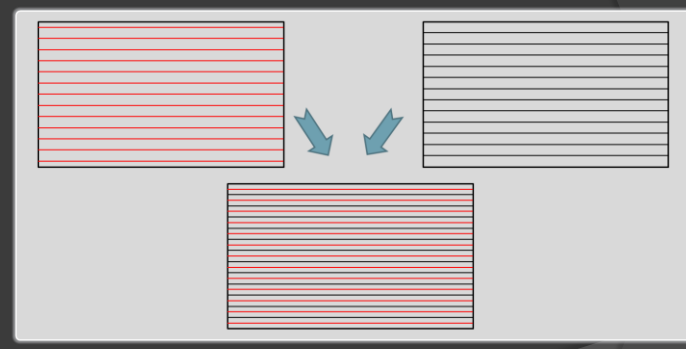
Formaty - przykład



4

HDTV – High Definition TV

- znaczne zwiększenie rozdzielczości obrazu
  - było: 720x576 lub 720x480
  - jest:
    - 1920x1080 (1080)
    - 1280x720 (720)
- skanowanie
  - progresywne - „p”
  - z przeplotem - „i”
- zwiększanie liczby klatek na sekundę:
  - 1080p50
- zwiększanie rozdzielczości bitowej składowych YUV
  - 8 -> 10 -> 12 bitów



7

Ultra HD TV - 4k/8k

- 4k - 4-krotnie większa rozdzielczość niż w HD: **3840x2160**
  - wciąż niewiele kanałów nadających w 4k
  - 4k najczęściej pojawia się w streamingu
- 8k: 7680x4320
  - dostępne telewizory
  - smartfony z zapisem wideo 8k
- konieczne wykorzystanie kodeków wydajniejszych niż MPEG-4 AVC
  - HEVC
  - AV1
  - VVC

8

Kompresja perceptualna

- można wyeliminować z sygnału część informacji, nie powodując jednocześnie pogorszenia jego subiektywnej jakości, bo oko nie jest doskonałym przetwornikiem
  - oko jest bardziej wrażliwe na zmiany luminancji niż chrominancji
  - przy gwałtownych zmianach obrazu, oko nie dostrzega wszystkich detali

9

Parametry a wielkość pliku (HD)

- dla RGB lub YUV 4:4:4
  - 1920 x 1080 x 25 x 24bit
  - przepływność ~1,2Gbit/s
  - 1 minuta -> ~9GB
- dla YUV 4:2:0
  - przepływność ~0,6Gbit/s
  - 1 minuta -> ~4,5GB
- dla formatu Blu-ray (z kompresją stratną -> H.264/AVC)
  - przepływność (średnia) 25Mbit/s
  - 133 minut -> ~25GB

15

Kompresja obrazu ruchomego

- obraz ruchomy (animacja, wideo) powstaje z sekwencji obrazów statycznych
- w procesie kompresji wykorzystuje się
  - metody kompresji obrazów statycznych -> **kompresja wewnątrzramkowa**
  - metody kompresji wykorzystujące właściwości ruchu obiektów w kolejnych ramkach obrazu ruchomego -> **kompresja międzyramkowa**

18

Kompresja wewnątrzramkowa

- polega na redukcji nadmiaru informacji przestrzennej w obrębie jednej ramki (ang. *spatial redundancy reduction*);
- służy głównie do kompresji pojedynczych obrazów nieruchomych;
- może służyć do kodowania pojedynczych ramek w sekwencji sygnału wizyjnego;
- **opiera się na analogicznych algorytmach jak w przypadku obrazów nieruchomych.**

19

Kompresja międzyramkowa

- kolejne obrazy w sekwencji niewiele się od siebie różnią – możliwa jest redukcja nadmiaru informacji czasowej między kolejnymi ramkami sygnału wizyjnego

kadr z filmu „Mumia" („The Mummy", 1999)

20

Kompresja międzyramkowa

- kolejne obrazy w sekwencji niewiele się od siebie różnią – możliwa jest redukcja nadmiaru informacji czasowej między kolejnymi ramkami sygnału wizyjnego

kadr z filmu „Mumia" („The Mummy", 1999)

21

Kompresja międzyramkowa

- kolejne obrazy w sekwencji niewiele się od siebie różnią – możliwa jest redukcja nadmiaru informacji czasowej między kolejnymi ramkami sygnału wizyjnego

kadr z filmu „Mumia" („The Mummy", 1999)

22

Kompresja międzyramkowa

- kolejne obrazy w sekwencji niewiele się od siebie różnią – możliwa jest redukcja nadmiaru informacji czasowej między kolejnymi ramkami sygnału wizyjnego

kadr z filmu „Mumia" („The Mummy", 1999)

23

Kompresja międzyramkowa

- kolejne obrazy w sekwencji niewiele się od siebie różnią – możliwa jest redukcja nadmiaru informacji czasowej między kolejnymi ramkami sygnału wizyjnego

kadr z filmu „Mumia" („The Mummy", 1999)

24

Kompresja międzyramkowa

- redukcja nadmiaru informacji czasowej polega na wyszukaniu różnic między kolejnymi ramkami i odpowiednim ich kodowaniu

- metody kompresji międzyramkowej:
  - kodowanie różnicowe (ang. *difference coding*),
  - blokowe kodowanie różnicowe (ang. *block based difference coding*),
  - kompensacja ruchu (ang. *motion compesation*).

25

Kompresja międzyramkowa

https://youtu.be/TDXyHKvZVmU fragment filmu „Osaczeni" („Entrapment", 1999)

26

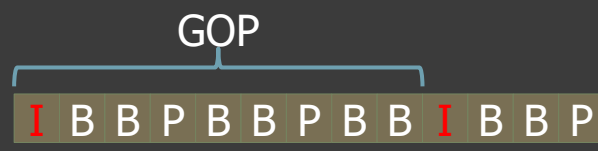
Kompresja międzyramkowa

https://youtu.be/Whqoif7hWTA fragment filmu „Mumia" („The Mummy", 1999)

27

Struktura ramek w MPEG

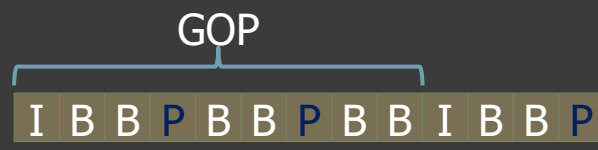
- ramki typu I (ang. *intra frames*)
  - zakodowane podobnie do JPEG, oparte na DCT
  - używane jako swobodny punkt dostępu do strumienia danych MPEG
  - rozpoczynają każdy GOP (*Group of Pictures*)
  - charakteryzują się najmniejszym współczynnikiem kompresji



28

Struktura ramek w MPEG

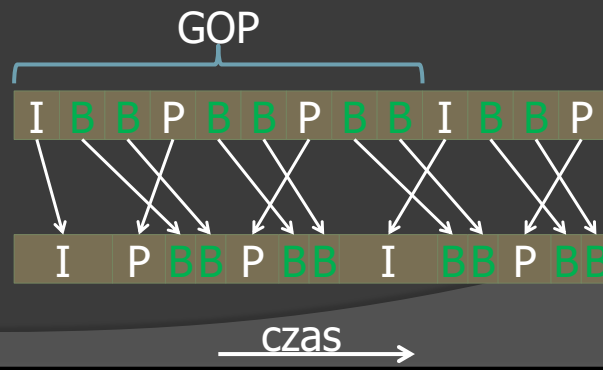
- ramki typu P (ang. *predicted frames*)
  - zakodowane przy użyciu kodowania predykcyjnego w przód
  - ramka odniesienia (I lub P) nie musi bezpośrednio poprzedzać danej ramki
  - współczynnik kompresji ramek typu P jest znacznie większy niż dla ramek typu I



29

Struktura ramek w MPEG

- ramki typu B (ang. *bidirectional frames*)
  - zakodowane przy użyciu dwóch ramek referencyjnych: byłej i przyszłej (I lub P)
  - współczynnik kompresji dla ramek typu B osiąga największe wartości
  - konieczna zmiana kolejności transmisji obrazów (najpierw ramki odniesienia)



30

Struktura ramek

31

Zagadka

Mamy dwa strumienie wideo zakodowane w następujący sposób:

1. IBBPBBPBBIBBPBBPBBIB….
2. IPIPIPIPIPIPIPIPIP….

Zależy nam, żeby stopień kompresji plików był możliwie duży.

Zakładając, że oba strumienie mają być **wizualnie (jakościowo) identyczne**, który ze strumieni wymagać będzie większej przepływności?

33

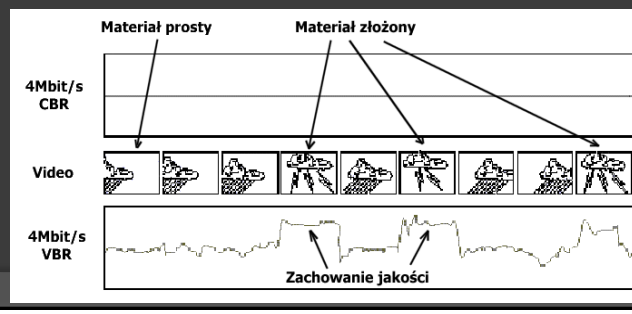
Zagadka - przykład

- czas trwania: 30 s
- wsp. kompresji: ~91:1
- VMAF:
  - z ramkami B: 96,28
  - bez ramek B: 95,17
- PSNR
  - z ramkami B: 41,27 dB
  - bez ramek B: 40,46 dB
- SSIM
  - z ramkami B: 0,9737
  - bez ramek B: 0,9693

34

Przepływność

- CBR (*Constant Bit Rate*) - utrzymywana jest stała przepływność niezależnie od materiału wejściowego
- VBR (*Variable Bit Rate*) - chwilowa przepływność dostosowywana jest do sygnału wejściowego
  - parametrem może być jakość sygnału po kompresji, wielkość pliku lub średnia przepływność (ABR)



35

Standardy kompresji

- MJPEG
- MPEG-1
- MPEG-2
- MPEG-4 ASP
- MPEG-4 AVC (H.264)
- HEVC (H.265, MPEG-H Part 2)
- MPEG-5 Essential Video Coding
- VVC (H.266)

- VP8
- VP9

- AV1

36

Standardy kompresji

- MPEG-2 - 1996 r.
  - zoptymalizowany dla przepływności 4Mbit/s (@720x576 pikseli)
- MPEG-4 AVC (H.264) - 2003 r.
  - rozbudowana kompensacja ruchu
  - filtr wygładzający obraz w celu uniknięcia pojawienia artefaktów
  - nawet dwa razy efektywniejsza kompresja w porównaniu z MPEG-2 (przy tej samej jakości)
- HEVC (H.265) - 2013 r.
  - projektowany z myślą o 4k
  - działania na blokach obrazu o różnych rozmiarach (DCT nawet 32x32 px)
  - podwojony stosunek kompresji danych w stosunku do swojego poprzednika (H.264)
- AV1 - 2018 r.
  - wyewoluował z VP10
  - zapewnia o 20% wyższą kompresję niż HEVC

37

Formaty AV – AVI (*.avi)

- Audio Video Interleave – opracowany przez Microsoft na początku lat 90-tych
  - dane wizyjne i fonic[illegible] są umieszczone naprzemiennie
  - teoretycznie możliwość umieszczania większej liczby ścieżek audio (a także napisów)
- możliwość stosowania praktycznie nieograniczonej liczby formatów kompresji
  - do identyfikacji użytego kodeka służy kod FourCC
  - problemy z synchronizacją A/V w przypadku fonii w MP3 VBR i AAC

PRZESTARZAŁY

39

Formaty AV – QuickTime (*.mov/*.qt)

- standard Apple-owski
- odpowiednik Windowsowego AVI
- kiedyś ściśle powiązany z odtwarzaczem QuickTime
- używany także w sprzęcie profesjonalnym (np. kamery)
- możliwość użycia wiele kodeków (obrazu i dźwięku)

44

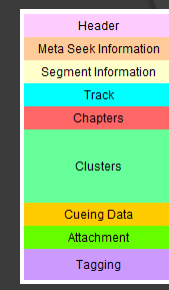
Formaty AV – MPEG-2 PS/TS (*.mpg/*.ts/*.m2ts)

- przeznaczony do przechowywania i transmisji danych wideofonicznych
- wersje
  - **program stream** - przede wszystkim DVD-Video (*.vob)
  - **transport stream** - DVB, Blu-ray, kamery
    - główna różnica: częste powtarzania nagłówka
- pozwala na użyciu wielu kodeków
  - wizja: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 ASP, H.264, VC-1, HEVC
  - fonia: AC-3, DTS, MPEG, AAC
  - napisy: BMP (4 bity)

45

Formaty AV – Matroska (*.mkv)

- Open Source
  - jeden z najpopularniejszych kontenerów
  - uproszczona wersja: *.webm (YouTube)
- brak ograniczenia wielkości plików
- bezproblemowe łączenie obrazu, dźwięku i napisów (w różnych formatach kompresji)
  - dźwięk VBR
  - obraz VFR (*Variable Frame Rate*)
- obsługa menu i dodatkowych danych sterujących (np. menu, rozdziały)
- dane AV zapisywane w klastrach
- obecny także w telewizorach i stacjonarnych odtwarzaczach



46

Formaty AV - MPEG-4 Part 14 (*.mp4)

- powiązany z formatami kompresji opartymi na MPEG-4
  - wizja: MPEG-1, MPEG-2, H.263, MPEG-4 ASP, VC-1/WMV, H.264/MPEG-4 AVC, HEVC
  - fonia: MPEG-1 Layers I, II, III, AAC, AC-3, Vorbis, Apple Lossless, CELP (mowa)
  - napisy: MPEG-4 Timed Text
- bazuje na kontenerze QuickTime-a
- możliwość optymalizacji dla potrzeb streamingu
- obsługa materiałów 360 stopni
- obsługa menu

47

Koniec...

48