

dr inż. Piotr Ody

FORMATY OBRAZU RUCHOMEGO

1

Kontener



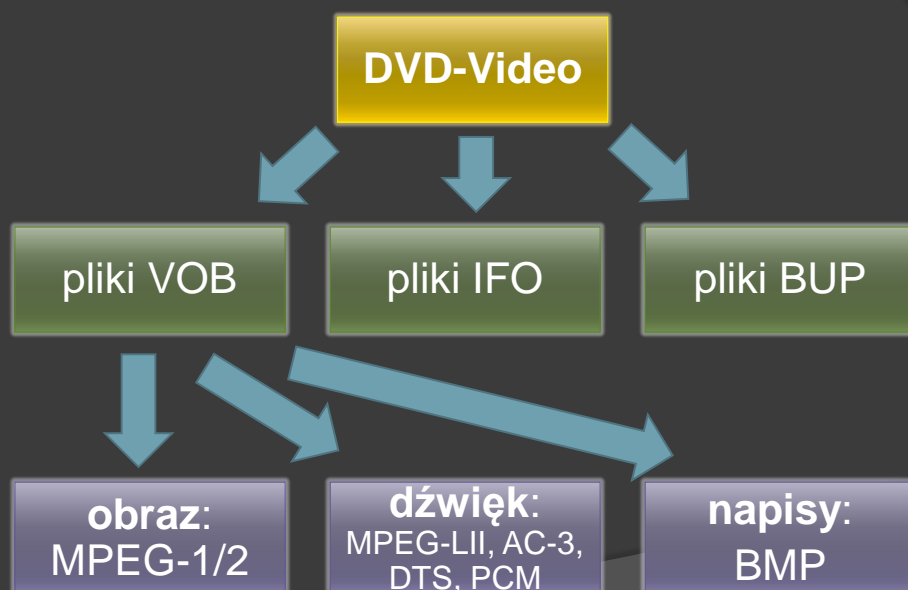
2

Formaty - podziały

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

3

Formaty - przykład



4

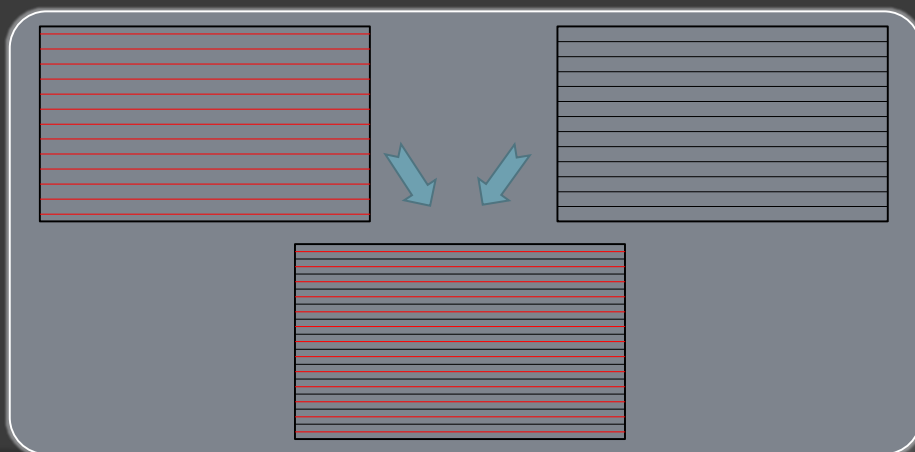
Standardy telewizji kolorowej (SD)

- Europa
 - PAL/SECAM
 - standard 625linii/50Hz
 - rozdzielczości: 768x576, 720x576, 704x576 (tzw. pełny PAL), 384x288, 352x288 (tzw. połówka PAL'u)
- Ameryka
 - NTSC
 - standard 525linii/60Hz
 - rozdzielczości: 640x480, 720x480 (tzw. pełny NTSC), 352x240, 320x240 (tzw. połówka NTSC)
- Formaty „sprzętowe”
 - Betacam SP, Digital Betacam, DV, DV-CAM, DVC-PRO

5

Przeplot

- zamiast przesyłać po kolei kolejne linie obrazu, linie nieparzyste i parzyste przysyłane są naprzemiennie



6

HDTV – High Definition TV

- ⦿ znaczne zwiększenie rozdzielczości obrazu
 - 1920x1080 (1080)
 - 1280x720 (720)
- ⦿ skanowanie
 - progresywne - „p”
 - z przeplotem - „i”
- ⦿ dwa formaty stosowane powszechnie: **1080i oraz 720p**
 - oba w wersjach 50/60
 - HDV, AVCHD, DVCPRO HD, HDCAM
 - DVB
 - Blu-ray

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 pierwsze telewizory
 - smartfon z kamerą 8k - Samsung Galaxy S20 Ultra
- ⦿ konieczne wykorzystanie kodeków wydajniejszych niż MPEG-4 AVC
 - HEVC
 - VVC



8

Parametry a wielkość pliku (SD)

- ⦿ dla RGB lub YUV 4:4:4
 - 720x576x25x24bit
 - przepływność ~250Mbit/s
 - 1 minuta -> ~2GB
- ⦿ dla YUV 4:2:0
 - przepływność ~125Mbit/s
 - 1 minuta -> ~1GB
- ⦿ dla formatu DVD (z kompresją stratną)
 - przepływność (średnia) 4Mbit/s
 - 133 minut -> ~4,7GB

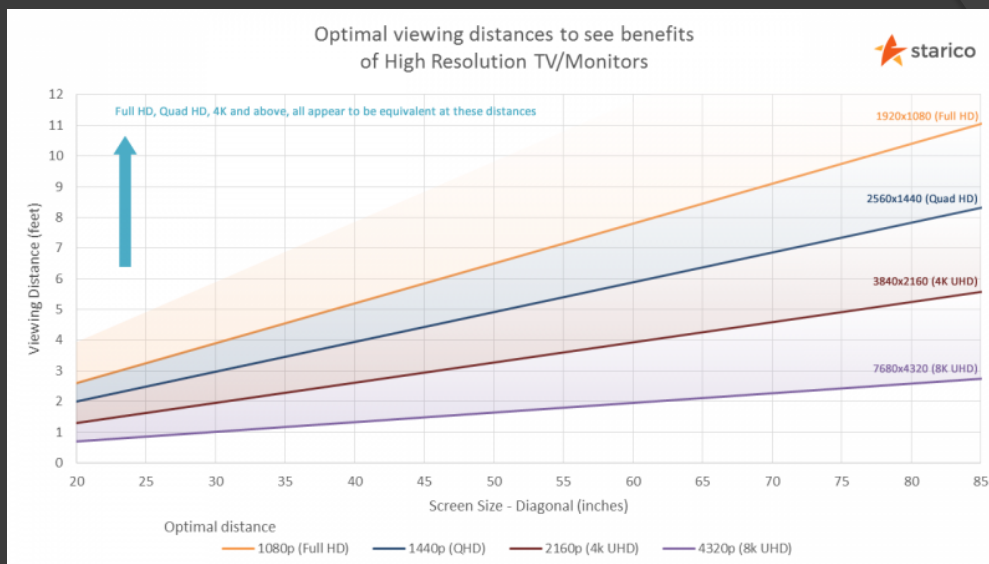
13

Parametry a wielkość pliku (HD)

- ⦿ dla RGB lub YUV 4:4:4
 - 1920x1080x25x24bit
 - 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)
 - przepływność (średnia) 25Mbit/s
 - 133 minut -> ~25GB

14

Rozdzielczość a odległość



źródło: <https://stari.co/tv-monitor-viewing-distance-calculator>

15

Kompresja obrazu ruchomego

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

17

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**

18

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)

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

- 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 compensation*).

23

Kompresja międzyramkowa



<https://youtu.be/TDXyHKvZVmU>

fragment filmu „Osaczeni” („Entrapment”, 1999)

24

Kompresja międzyramkowa



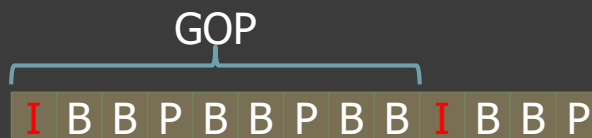
<https://youtu.be/Whqoif7hWTA>

fragment filmu „Mumia” („The Mummy”, 1999)

25

Struktura ramek w MPEG

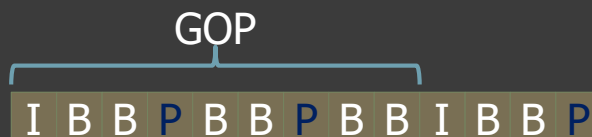
- ramki typu I (ang. *intra frames*)
 - zakodowane podobnie do JPEG, oparte na DCT
 - używane jako swobodny punkt dostępu do strumienia danych MPEG
 - rozpoczynają każdy GOP (*Group of Pictures*)
 - charakteryzują się najmniejszym współczynnikiem kompresji



26

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

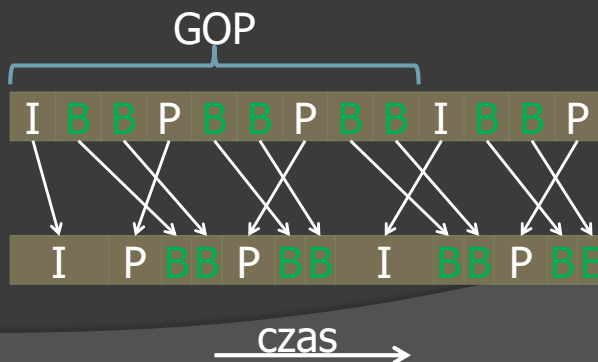


27

Struktura ramek w MPEG

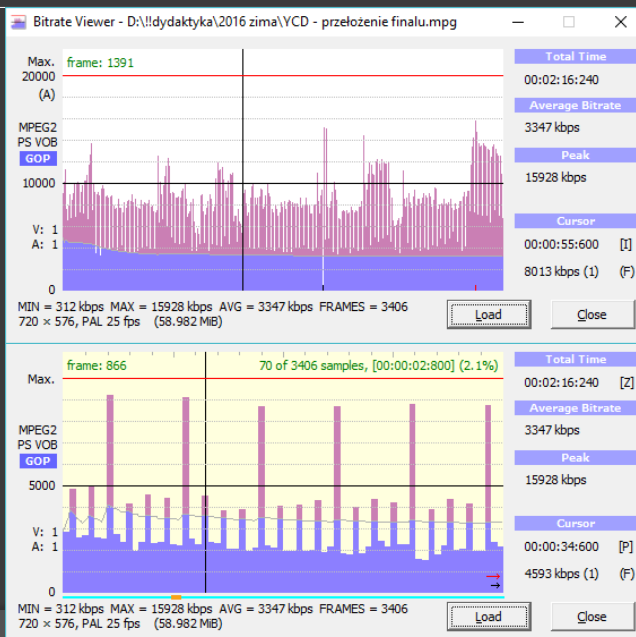
◉ ramki typu B (ang. *bidirectional frames*)

- 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)



28

Struktura ramek



29

Zagadka

Mam dwa strumienie wideo zakodowane w następujący sposób:

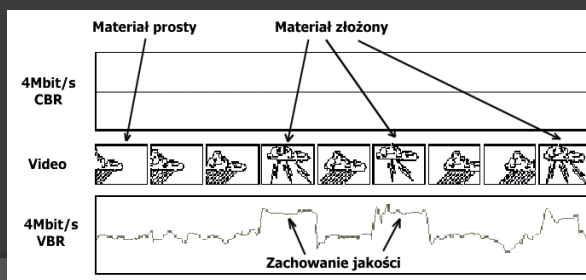
1. IBBPBBPBBIBBPBBPBBBI....
2. IPIPIPIPIP....

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

30

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)



31

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

32

Kodeki

- ⦿ MJPEG
- ⦿ MPEG-1
- ⦿ MPEG-2
- ⦿ MPEG-4 ASP
- ⦿ MPEG-4 AVC (h.264)
- ⦿ HEVC (h.265, MPEG-H Part 2)
- ⦿ VVC (h.266)

- ⦿ VP8
- ⦿ VP9

33

Formaty AV - przykłady

34

Formaty AV – AVI (*.avi)

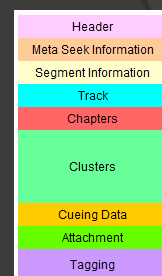
- Audio Video Interleave – opracowany przez Microsoft na początku lat 90-tych
 - dane wizyjne i foniczne są umieszczone naprzemiennie
 - teoretycznie możliwość umieszczania większej liczby ścieżek audio (a także napisów)
 - OpenDML AVI – usunięcie limitu wielkości pliku
- możliwość stosowania praktycznie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

35

Formaty AV – Matroska (*.mkv)



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



39

Formaty AV – QuickTime (*.mov/*.qt)

- ⦿ standard Apple-owski
- ⦿ odpowiednik Windowsowego AVI
 - wzbogacony o możliwość tworzenia panoram
 - obsługa streamingu
- ⦿ ściśle powiązanie z odtwarzaczem QuickTime

40

Formaty AV – Windows Media Video (*.wmv)

- ⦿ w zasadzie kontener Advanced System Format (*.asf)
 - przeznaczenie pierwotne: streaming
- ⦿ możliwość umieszczania w jednym pliku strumieni AV o zupełnie różnych parametrach
- ⦿ obsługa metadanych
- ⦿ obsługa DRM
- ⦿ możliwość stosowania kodeków przede wszystkim Microsoftowych (Windows Media)

41

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

42

Koniec...