

dr inż. Piotr Ody

FORMATY OBRAZU RUCHOMEGO

1

Kontener



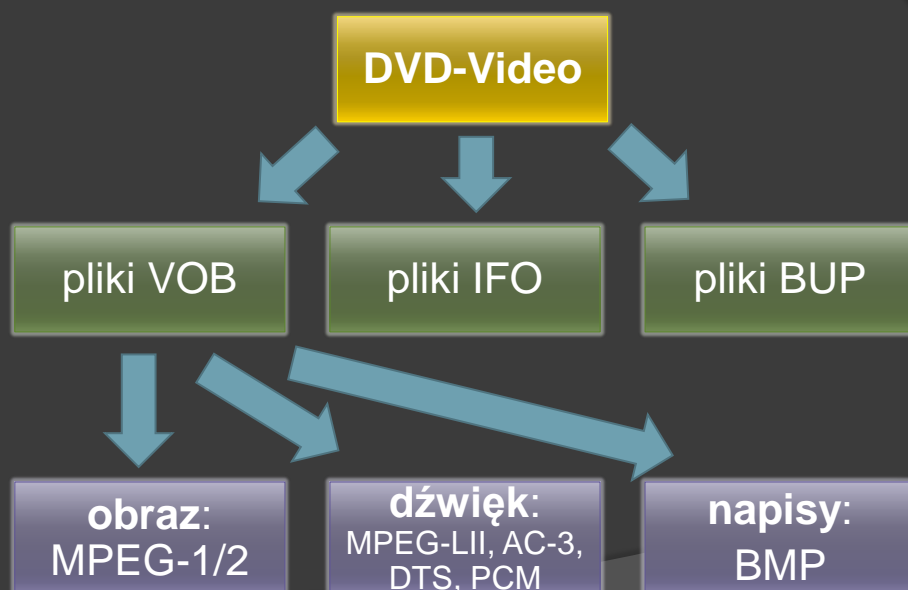
2

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, Blu-ray
 - rodzaj nośnika
 - CC, DAT, ADAT

3

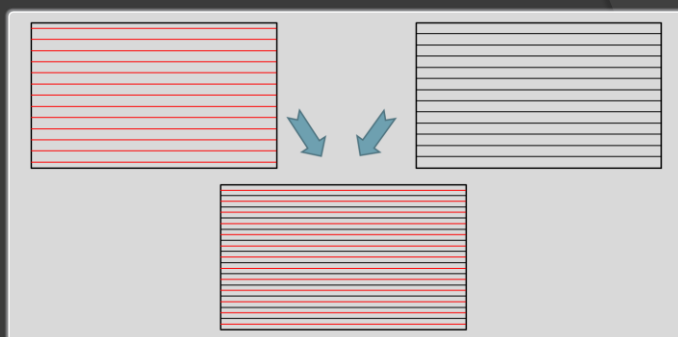
Formaty - przykład



4

HDTV – High Definition TV

- ⦿ znaczne zwiększenie rozdzielczości obrazu
 - 1920x1080 (1080)
 - 1280x720 (720)
- ⦿ skanowanie
 - progresywne - „p”
 - z przeplotem - „i”
- ⦿ dwa formaty stosowane powszechnie:
 - 1080i
 - 720p



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
 - AV1
 - VVC

Full HD	4K	5K	8K
1920 x 1080	3840 x 2160	5120 x 2160	7680 x 4320

<https://www.pcmag.com/news/what-is-8k-should-you-buy-a-new-tv-or-wait>

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
 - $1920 \times 1080 \times 25 \times 24\text{bit}$
 - przepływność $\sim 1,2\text{Gbit/s}$
 - 1 minuta $\rightarrow \sim 9\text{GB}$
- dla YUV 4:2:0
 - przepływność $\sim 0,6\text{Gbit/s}$
 - 1 minuta $\rightarrow \sim 4,5\text{GB}$
- dla formatu Blu-ray (z kompresją stratną)
 - przepływność (średnia) 25Mbit/s
 - 133 minut $\rightarrow \sim 25\text{GB}$

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.

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 compensation*).

25

Kompresja międzyramkowa



<https://youtu.be/TDXyHKvZVmU>

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

26

Kompresja międzyramkowa



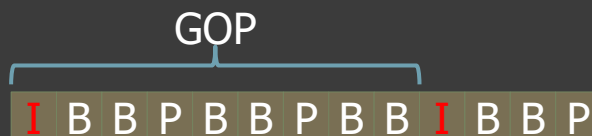
<https://youtu.be/Whqoif7hWTA>

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

27

Struktura ramek w MPEG

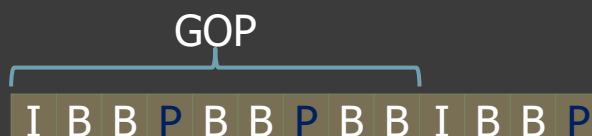
- ramki typu I (ang. *intra frames*)
 - zakodowane podobnie do JPEG, oparte na DCT
 - używane jako swobodny punkt dostępu do strumienia danych MPEG
 - rozpoczynają każdy GOP (*Group of Pictures*)
 - charakteryzują się najmniejszym współczynnikiem kompresji



28

Struktura ramek w MPEG

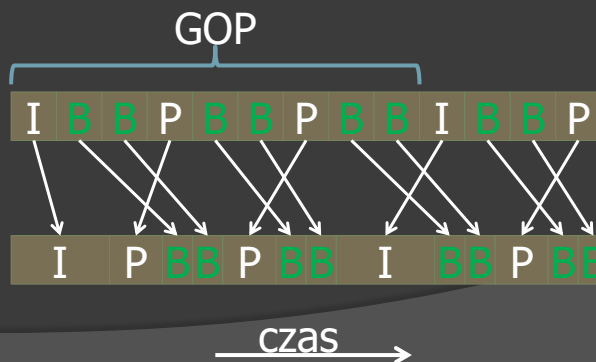
- ramki typu P (ang. *predicted frames*)
 - zakodowane przy użyciu kodowania predykcyjnego w przód
 - ramka odniesienia (I lub P) nie musi bezpośrednio poprzedzać danej ramki
 - współczynnik kompresji ramek typu P jest znacznie większy niż dla ramek typu I



29

Struktura ramek w MPEG

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



30

Struktura ramek



31

Zagadka

Mamy dwa strumienie wideo zakodowane w następujący sposób:

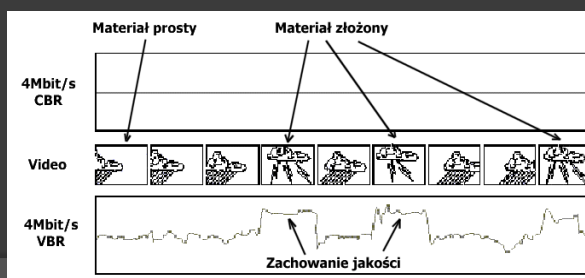
1. IBBPBBPBBIBBPBBPBBIB....
2. IPIPIPIPIPIPIPIPIPI....

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

33

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)



34

Kodeki

- ⦿ 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

35

Formaty AV – AVI (*.avi)

- ⦿ Audio Video Interleave – opracowany przez Microsoft na początku lat 90-tych
 - dane wizyjne i dźwiękowe są umieszczone naprzemiennie
 - teoretycznie możliwość umieszczenia 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

37

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)

42

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

- ⦿ przeznaczony do przechowywania i transmisji danych wideofonicznych
- ⦿ wersje
 - **program stream** - przede wszystkim DVD-Video (*.vob)
 - do użycia przy założeniu braku błędów transmisji
 - **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)

43

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



44

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

45

Koniec...