

# Zniekształcenia dźwięku i obrazu

Opracowali:  
dr inż. Piotr Suchomski  
dr inż. Piotr Ody



1

## Wprowadzenie

- nie ma urządzeń doskonałych
  - każde urządzenie wprowadza do sygnału (fonicznego bądź wizyjnego) zniekształcenia
- zniekształcenia przyjmują różne formy, w zależności od miejsca, w którym powstają
  - optyczne
  - elektryczne
  - analogowe <-> cyfrowe
  - wynikające z kompresji

2

## Zniekształcenia dźwięku

3

## Rodzaje zniekształceń dźwięku

- najczęściej obserwowane zniekształcenia to:
  - zniekształcenia liniowe,
  - zniekształcenia nieliniowe,
  - zniekształcenia fazowe.

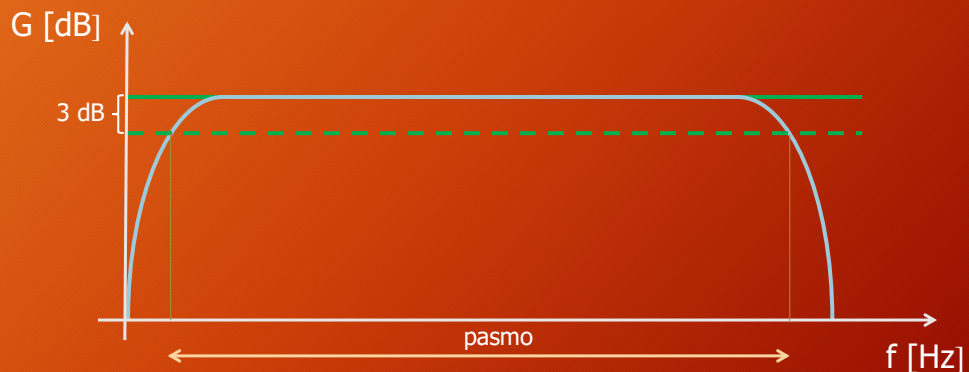
4

## Zniekształcenia liniowe dźwięku

- dotyczą charakterystyki częstotliwościowej
  - teoretycznie ch-ka powinna być płaska
  - w praktyce występują zafalowania
  - pasmo podaje się z uwzględnieniem pewnego marginesu - typowo wynosi on 3dB
- zniekształcenia liniowe
  - wpływają na amplitudę i fazę
  - nie zmieniają kształtu sinusoidy

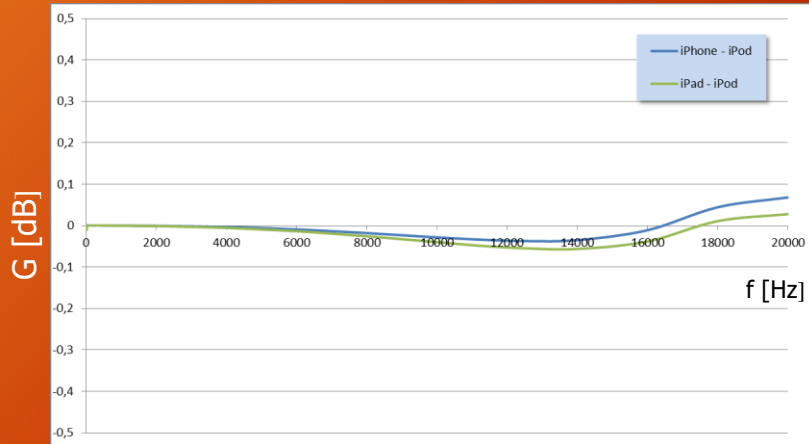
5

## Zniekształcenia liniowe



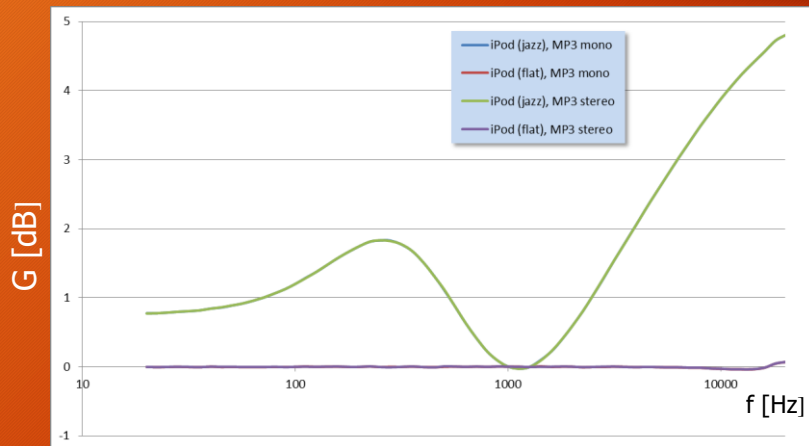
6

## Zniekształcenia liniowe



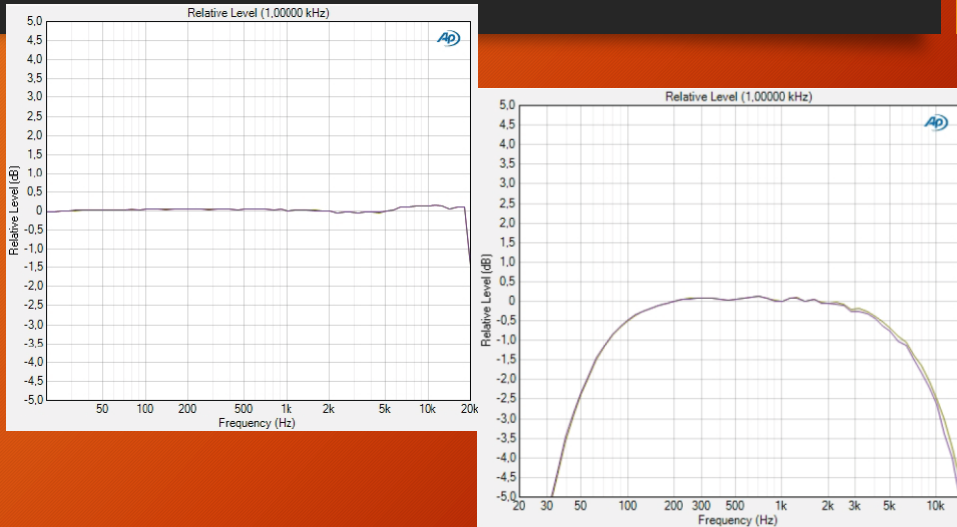
7

## Zniekształcenia liniowe



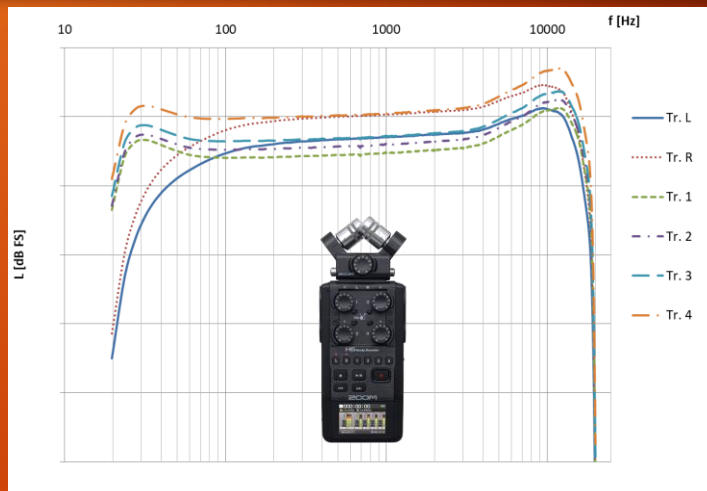
8

## Zniekształcenia liniowe



9

## Zniekształcenia liniowe



10



## Zniekształcenia nieliniowe

- zniekształcenia nieliniowe powstają wtedy, gdy właściwości urządzenia przetwarzającego dźwięk zależą od poziomu tego dźwięku.
- w wyniku zniekształceń nieliniowych sygnał sinusoidalny na wejściu urządzenia jest przez to urządzenie zniekształcony, co powoduje powstanie dodatkowych składowych harmonicznyc.

11

## Zniekształcenia nieliniowe

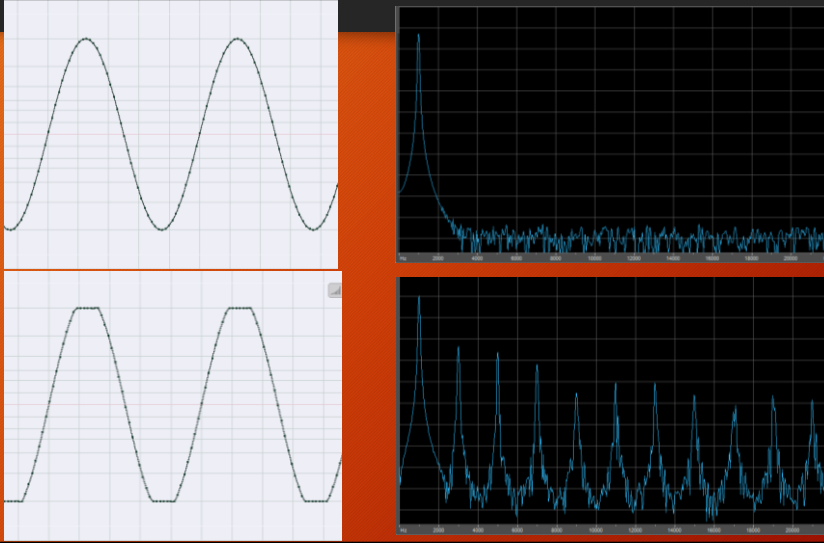
- najczęściej używaną miarą zniekształceń nieliniowych jest współczynnik zawartości harmonicznyc (*Total Harmonic Distortion*):

$$THD[\%] = \frac{\sqrt{H_2^2 + H_3^2 + H_4^2 + H_5^2 + \dots + H_N^2}}{\sqrt{H_1^2 + H_2^2 + H_3^2 + H_4^2 + \dots + H_N^2}} \times 100\%$$

- przykładem zniekształceń nieliniowych może być efekt przesterowania wzmacniacza lub głośnika.

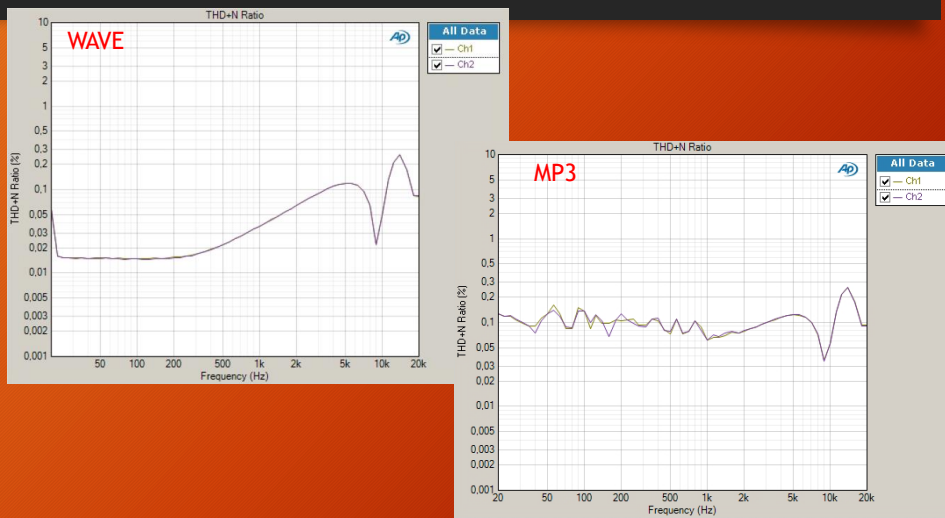
12

## Zniekształcenia nieliniowe



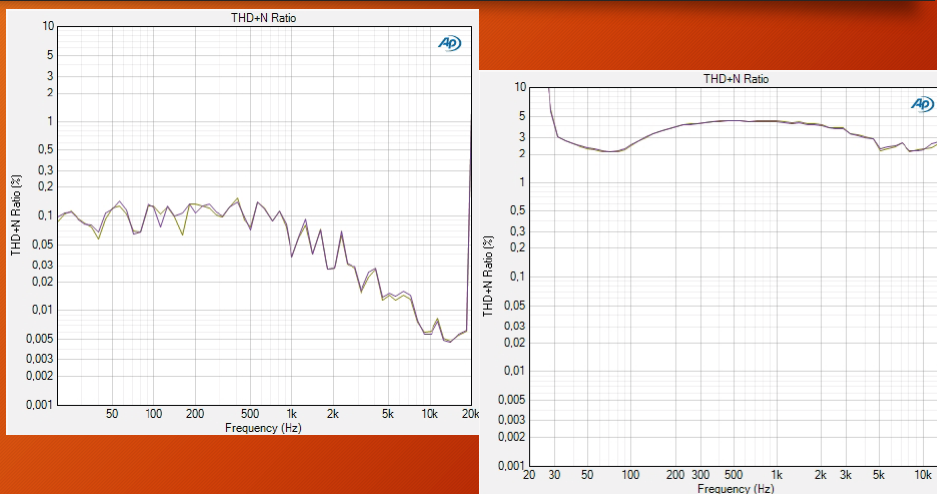
13

## Zniekształcenia nieliniowe



14

## Zniekształcenia nieliniowe



15

## Zniekształcenia fazowe dźwięku

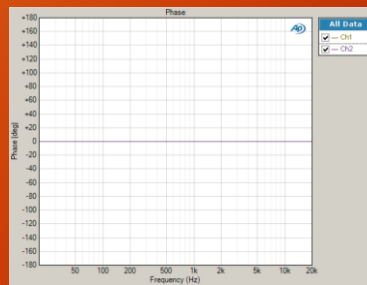
- zniekształcenia fazowe powstają na skutek różnych opóźnień poszczególnych składowych sygnału dźwiękowego
- generalnie składowe o wyższych częstotliwości mają większe opóźnienia niż składowe o niskich częstotliwościach
- głównym źródłem tych zniekształceń są filtry, korektory częstotliwości czy długie przewody sygnałowe

16



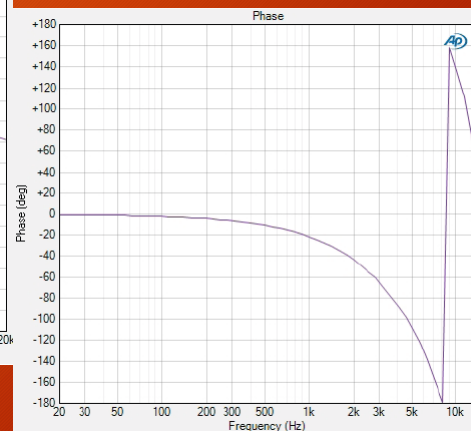
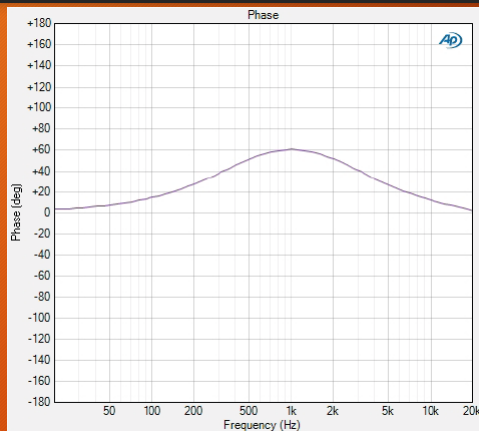
## Zniekształcenia fazowe

- zniekształcenia fazowe utrudniają lokalizację przestrzenną dźwięku.
- w skrajnym przypadku przy przesunięciu o 180 stopni (przeciwfaza) może dojść do wygaszania się dźwięków.



17

## Zniekształcenia fazowe



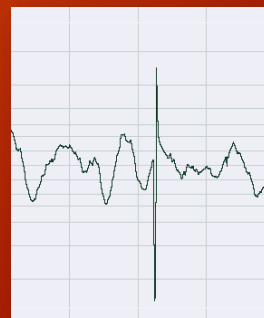
18

## Zakłócenia dźwięku

19

## Rodzaje zakłóceń dźwięku

- Zakłócenia dźwięku mogą mieć charakter:
  - chwilowy (np. trzaski, dropy itp.)
    - płyta gramofonowa
    - brak synchronizacji urządzeń cyfrowych
    - ubytki warstwy magnetycznej taśm (analogowych i cyfrowych)



20

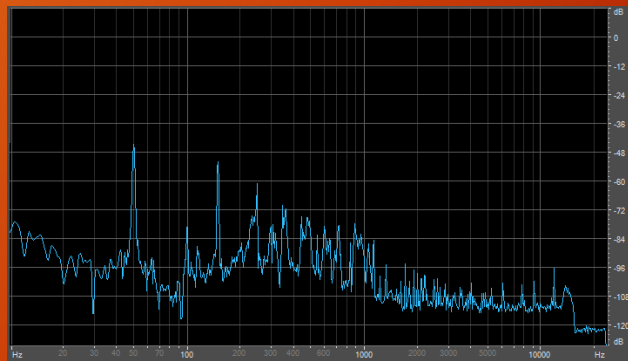
## Usuwanie zakłóceń impulsowych

- dwa podejścia do usuwania zakłóceń impulsowych:
  - wygładzanie sygnału przez filtrację dolnoprzepustową lub medianową (przetwarzanie całego sygnału, wprowadzanie dodatkowych zniekształceń)
  - dwuetapowy algorytm, który najpierw dokonuje detekcji zakłócenia w sygnale, a następnie usuwa go i rekonstruuje w tym miejscu przetwarzany sygnał dźwiękowy.

21

## Rodzaje zakłóceń dźwięku

- Zakłócenia dźwięku mogą mieć charakter:
  - ciągły (np. szумы, przydźwięk)



23

## Usuwanie szumu

- nie zawsze usuwanie szumu jest konieczne!
- metod usuwania szumu nie należy mylić z bramką szumu.
- w procesie usuwania szumu chodzi o takie przetworzenie dźwięku, aby zawarty w nim szum był jak najmniej słyszalny.
- najczęściej wykorzystywaną metodą usuwania szumu jest metoda odejmowania widmowego.
  - metoda ta może bazować wyłącznie na obliczeniach statystycznych lub może wykorzystywać model perceptualny słuchu człowieka.

25

## Odejmowanie widmowe

- sygnał zaszumiony może być opisany wzorem:

$$y[m] = x[m] + n[m]$$

gdzie  $x[m]$  to sygnał użyteczny a  $n[m]$  jest niepożądanym szumem/zakłóceniami

- w dziedzinie widma widmo sygnału ma postać:

$$X(j\omega) = Y(j\omega) - N(j\omega)$$

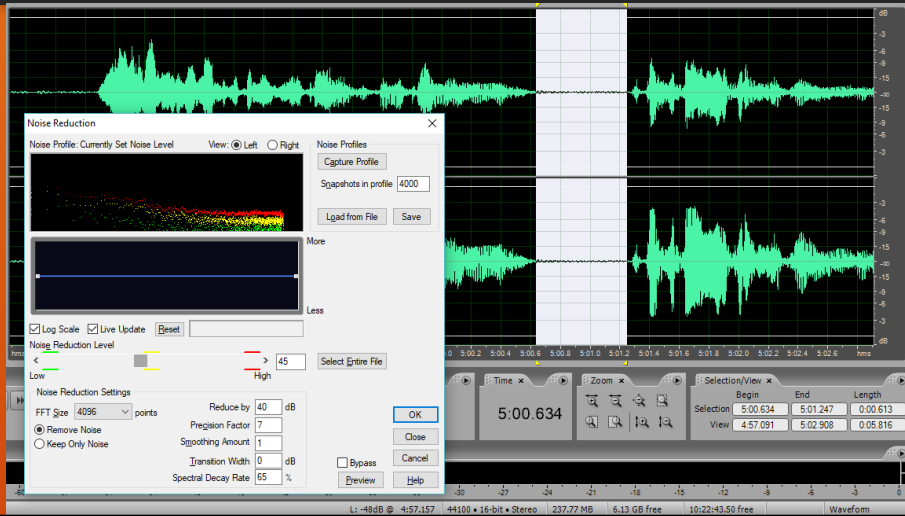
- ponieważ widmo zakłóceń  $N(j\omega)$  jest nieznane, używa się estymaty  $N_e(j\omega)$

$$|X(j\omega)|^2 = |Y(j\omega)|^2 - |N_e(j\omega)|^2$$

27



## Odejmnowanie widmowe



28

## Zniekształcenia obrazu

29



## Zniekształcenia obrazu

- mimo coraz doskonalszej techniki tworzenia obrazów cyfrowych, zwłaszcza fotografii cyfrowych, obrazy te nie są wolne od zniekształceń.
- wśród najczęściej spotykanych zniekształceń obrazów cyfrowych należy wyróżnić:
  - zniekształcenia geometryczne,
  - zniekształcenia tonalne,
  - szумы i zakłócenia.

30

## Zniekształcenia geometryczne

- najczęściej są wynikiem niedoskonałości układów optycznych aparatów lub niewłaściwym fotografowaniem.
- występują na skutek:
  - nieliniowości układów przeglądania,
  - nierównoległości płaszczyzn obrazu i elementu fotoczułego,
  - własności fizycznych toru optycznego,
  - obrotu, ruchu aparatu, kamery,
  - zmiany skali.

31

## Zniekształcenia geometryczne

- Najbardziej typowe zniekształcenia to:
  - zniekształcenie beczkowe - obraz jest lekko sferyczny, charakterystyczne dla obiektywu szerokokątnego, zbyt bliskie fotografowanie
  - zniekształcenie poduszkowe - obraz jest lekko wklęsły, ściągnięte do środka, charakterystyczne dla teleobiektywów (duży zoom)
  - zniekształcenia trapezowe

32

## Zniekształcenie beczkowe



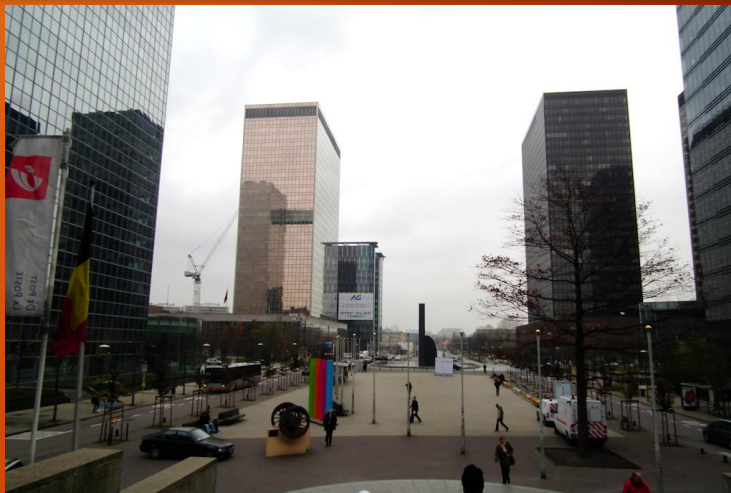
34

## Zniekształcenie poduszkowe



35

## Zniekształcenie trapezowe



36



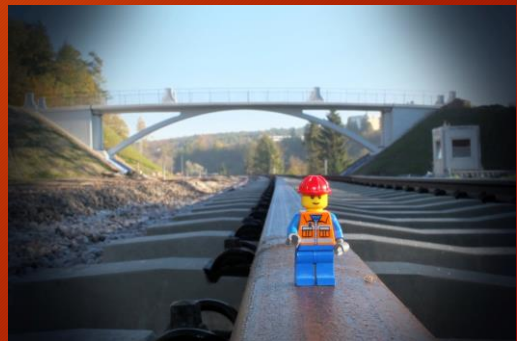
## Metody usuwania zniekształceń geometrycznych

- Funkcje korekty zniekształceń geometrycznych są wbudowane w większość popularnych narzędzi do przetwarzania obrazów cyfrowych
  - i w same aparaty cyfrowe
- Wśród metod korekcji można wyróżnić:
  - aproksymacje transformacji wielomianem,
  - przekształcenia rozciągające,
  - przekształcenia afiniczne.

37

## Winietowanie

- Objawia się niedoświetleniem brzegów kadru.
- Może być spowodowane niedoskonałością optyki lub/i niewłaściwym oświetleniem sceny



38

## Aberracja chromatyczna

- Wada układu optycznego powstała w wyniku różnych odległości ogniskowych (różna wartość współczynnika załamania) dla poszczególnych składowych światła białego.
- Objawia się pojawianiem kolorowych obwódek na krawędziach obiektów (granice kontrastowe).



40

## Aberracja chromatyczna

- Wada układu optycznego powstała w wyniku różnych odległości ogniskowych (różna wartość współczynnika załamania) dla poszczególnych składowych światła białego.
- Objawia się pojawianiem kolorowych obwódek na krawędziach obiektów (granice kontrastowe).



41

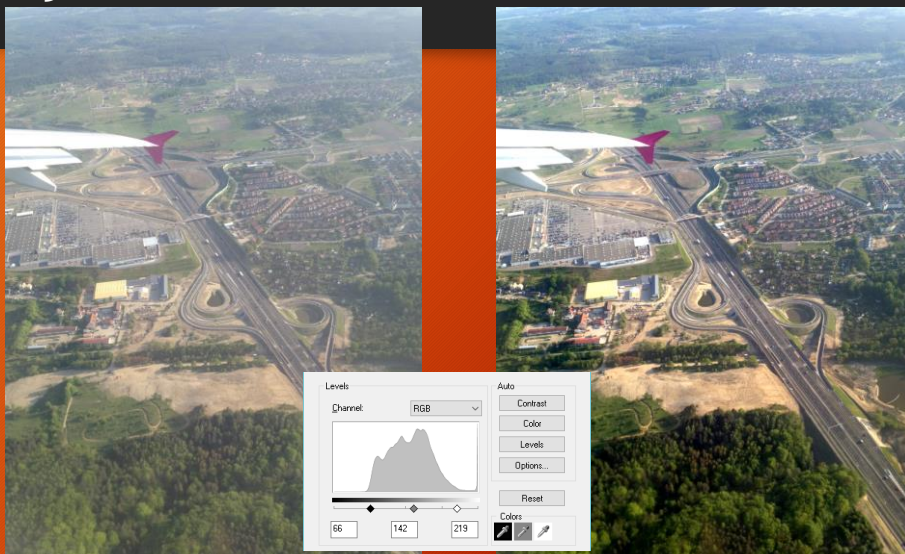


## Korekcja tonalna

- Korekcja tonalna jest wymagana w sytuacji gdy parametry ekspozycji obrazu cyfrowego były nieprawidłowe.
- Popularne narzędzia do obróbki obrazów posiadają następujące funkcje, które pozwalają dokonać korekcji tonalnej obrazu:
  - Zmiana kontrastu i jasności,
  - Korekcja za pomocą poziomów,
  - Korekcja za pomocą krzywych.

42

## Korekcja tonalna



43

## „Przepalone” zdjęcie



44

## „Przepalone zdjęcie” -> HDR



45



## Szum w obrazie

- wynika z niedoskonałości przetworników obrazu
- pojawia się przy
  - podniesieniu czułości ISO
  - zmniejszeniu oświetlenia - zwiększa się wzmocnienie
- im mniejszy piksel w matrycy, tym większe szumy
  - nie ma sensu korzystanie z matrycy 20 Mpikseli w kompakcie

46

## Szum w obrazie



47

## Usuwanie szumu z obrazu

- Usuwanie szumu z obrazu jest realizowane za pomocą między innymi takich metod jak:
  - Liniowy filtr splotowy (filtry dolnoprzepustowe),
  - Filtry statystyczne (np. filtr medianowy),
  - Operacje arytmetyczne na obrazie (odejmowanie, mnożenie i dzielenie).
  - Algorytmy AI

48

## Usuwanie szumu z obrazu

- Usuwanie szumu z obrazu jest realizowane za pomocą między innymi takich metod jak:
  - Liniowy filtr splotowy (filtry dolnoprzepustowe),
  - Filtry statystyczne (np. filtr medianowy),
  - Operacje arytmetyczne na obrazie (odejmowanie, mnożenie i dzielenie).
  - Algorytmy AI



49

## Niedoskonałości przetworników obrazu

- problem z ruchem w przypadku matryc CMOS, tzw. rolling shutter



53

## Rollingshutter



<https://www.youtube.com/watch?v=dNVtMmLInoE>

54



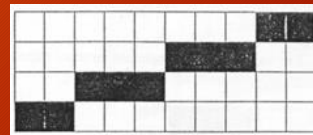
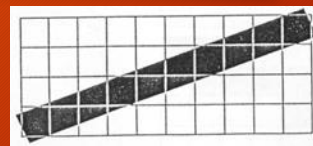
## Aliasing

- Aliasing - zbyt mała częstotliwość próbkowania - problem nakładania się widm
- Objawy:
  - obraz „poszarpany”, krawędzie obiektów mają postać „schodków”;
  - problem „obracających się kół” (w przypadku obrazu ruchomego).

55

## Wygładzanie odcinka

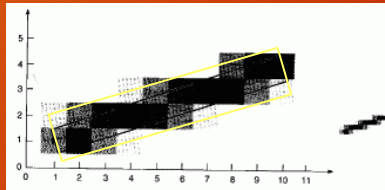
- odcinek idealny
- odcinek narysowany
- odcinek wygładzony (antialiasing)



56

# Aliasing

- Metody wygładzania odcinka:
  - bezwagowe próbkowanie powierzchni
    - jasność piksela zależy od stopnia pokrycia piksela przez idealny odcinek



- wagowe próbkowanie powierzchni
  - przypisywanie różnych wag w zależności od odległości piksela od odcinka

57

## Problem aliasingu



Wagon Wheel  
(stroboscopic)  
Effect

<https://www.youtube.com/watch?v=6XwgbHjRo30>

58

## Problem aliasingu

**WHEN A CAMERA'S FRAME RATE**



**IS SYNCED TO A HELICOPTER'S ROTOR**

59

## Problem aliasingu

**produce 24hz sine wave  
and adjust volume**

youtube.com/brusspup

[https://www.youtube.com/watch?v=uENITui5\\_jU](https://www.youtube.com/watch?v=uENITui5_jU)

60

## Zniekształcenia wynikające z kompresji

61

## Efekty kompresji stratnej dźwięku

- ograniczenie pasma
  - wyższe częstotliwości zostają usunięte
- zniekształcenia fazowe
  - prowadzą do zaburzeń bazy stereofonicznej
- zaburzenia amplitudy

NIELSEN AND LUND OVERLOAD IN SIGNAL CONVERSION

Algorithm	Mode	Datarate [kbit/s]	Avg. per ch. [kbit/s]	Max. peak re. 0.5
MPEG-1 L II	stereo	384	192	+1.3 dB
MPEG-1 L II	stereo	224	112	+1.3 dB
MPEG-1 L III	stereo HQ	320	160	+1.7 dB
MPEG-1 L III	stereo HQ	160	180	+2.3 dB
MPEG-1 L III	int-st HQ	128	64	+5.3 dB
MPEG-1 L III	int-st fast	128	64	+3.0 dB
MPEG-1 L III	int-st HQ	96	48	+4.7 dB
MPEG-2 L III	22.05 kHz, 1-st HQ	80	40	+1.7 dB
DTS	6 ch.	1234	206	+0.6 dB
Ogg Vorbis	stereo	var., Q=10	157-193	+0.3 dB
Ogg Vorbis	stereo	var., Q=5	49-64	+1.8 dB

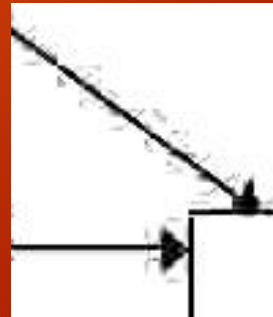
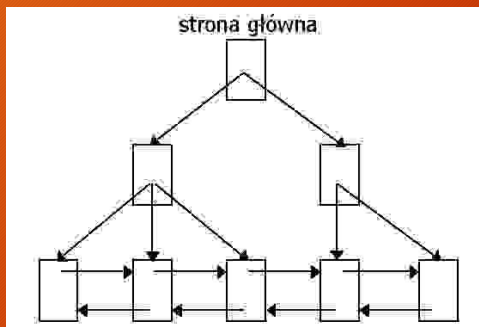
Table 4: Maximum peak values observed in 12 hot CD excerpts (length 14-33 s) perceptually coded with various algorithms, data rates and modes.

62



## Artefakty kompresji obrazu

- mosquito noise (brzęczenie komara):
  - pojawia się wokół szczegółów, często na liniach przekątnych, przy czcionce o ostrych krawędziach, gdy czarny tekst jest nakładany na jasne tło



64

## Artefakty kompresji obrazu

- quilting (pikowanie):
  - są to drobne nieciągłości przy przechodzeniu z jednej grupy pikseli do drugiej - zazwyczaj prawie niewidoczne
  - mogą pojawić się przy długich, wolnych poziomych ruchach kamerą, przy liniach skośnych, zazwyczaj długich o zakrzywieniu około  $20^\circ$



Źródło obrazków: <http://www.adamwilt.com/pix-artifacts.html>

66



## Artefakty kompresji obrazu

- blokowanie pikseli

- powstaje, gdy liczba bitów służących do opisanie obrazu jest mniejsza od liczby bitów potrzebnych do opisanie obrazu
  - zbyt mała przepływność
  - zbyt dynamiczny obraz
- w skrajnym przypadku następuje zatracenie informacji o kolorach



67

## Artefakty kompresji obrazu



69

## Pytanie

- Czy kable HDMI mogą wpływać na jakość transmitowanego sygnału?
  - Czy będą to zniekształcenia?
  - Czy będą to zakłócenia?

72

## Pytanie

- Czy kable HDMI mogą wpływać na jakość transmitowanego sygnału?
  - Czy będą to zniekształcenia?
  - Czy będą to zakłócenia?



73

Dziękuję za uwagę