

# Produkcja materiałów stereoskopowych

dr inż. Piotr Ody

1

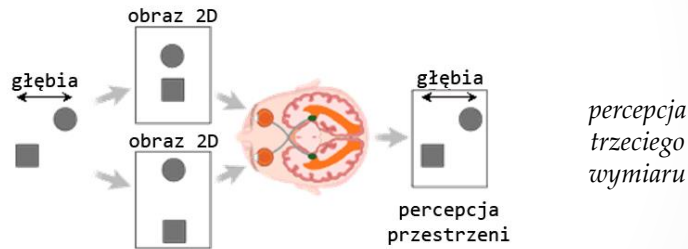
## Plan wykładu

- widzenie stereoskopowe
- specyfika realizacji zdjęć
  - sprzęt
  - kompozycja kadru
- montaż
- authoring

2

# Widzenie stereoskopowe

- Analizując położenie obiektów obserwowanych przez jedno i drugie oko, mózg dostarcza informacji o odległości obiektów między nimi i odległości, jaka dzieli je od obserwatora



- Ze względu na sposób łączenia obrazów stereopary i metody ich oglądania, wyróżnia się wiele technik obrazowania stereoskopowego

3

# Paralaksa stereoskopowa

- Paralaksa to efekt niezgodności obrazów tej samej sceny obserwowanej z różnych punktów widzenia
  - w dużej mierze decyduje o postrzeganiu głębi (lewe oko widzi świat trochę inaczej niż prawe)
  - rodzaj paralaksy wpływa na rozsuniecie lewej składowej obrazu stereoskopowego względem prawej składowej
    - **paralaksa zerowa** – obraz 2D
    - **paralaksa pozytywna** – wrażenie głębi „za ekranem”
    - **paralaksa negatywna** – wrażenie głębi „przed ekranem” – efekt *pop-out*
- Na paralaksę wpływają:
  - szerokość stereobazy (odległość między środkami obiektywów)
  - relacje geometryczne (położenie) filmowanych/fotografowanych obiektów

4

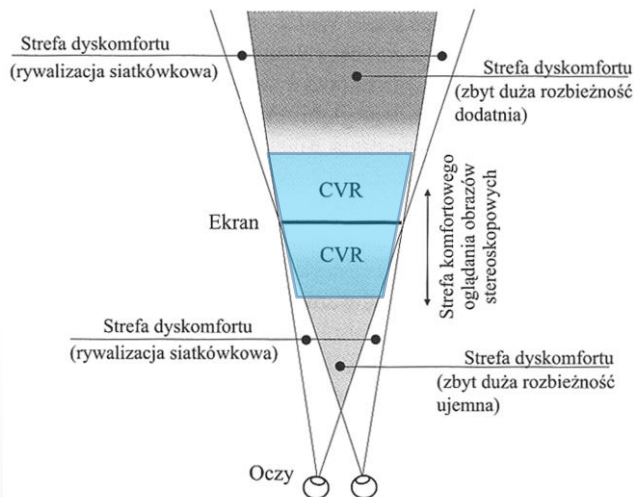
# Paralaksa – perspektywa widza



5

## Strefa komfortowego oglądania

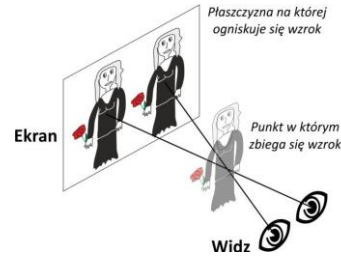
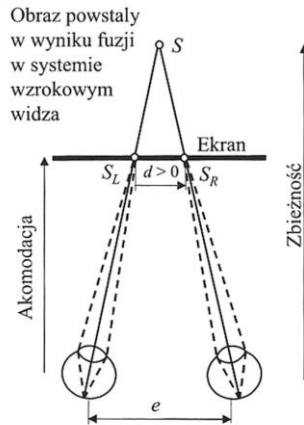
- ang. *comfort zone* (na rysunku – CVR)



6

# Akomodacja a zbieżność

- W przypadku obrazu 3D (negatywna lub pozytywna paralaksa) mamy do czynienia z niezgodnością akomodacji i zbieżności wzroku



- niezgodność akomodacji i zbieżności wzroku nie jest naturalna dla ludzkiego wzroku, więc mózg musi podjąć się dodatkowego wysiłku – męczące dla widza

7

# Podział technik stereoskopowych

- Techniki stereoskopowe można podzielić w zależności od stosowanego filtra
  - o kolor (technika anaglifowa, Dolby 3D),
  - o polaryzacja (techniki polaryzacyjne)
  - o czas (techniki migawkowe)
  - o przestrzeń (kaski wirtualne, wyświetlacze autostereoskopowe)

8

## Porównanie technik

Technika stereoskopowa	Zalety	Wady
Technika anaglifowa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- obraz anaglifowy łatwo można uzyskać,</li> <li>- łatwość wyświetlania - dowolny wyświetlacz,</li> <li>- tanie, łatwo dostępne okulary</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- utrata części kolorów,</li> <li>- stosunkowo słaby efekt 3D,</li> <li>- szybko męczy wzrok</li> </ul>
Technika polaryzacyjna	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wyświetla wszystkie kolory,</li> <li>- efekt 3d zdecydowanie lepszy niż w technice anaglifowej</li> <li>- tanie okulary</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- problemy z wyświetlaniem:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2 rzutniki z filtrami + ekran dobrze odbijający światło,</li> <li>- specjalny telewizor,</li> <li>- męczy wzrok</li> </ul> </li> </ul>

9

## Porównanie technik

Technika stereoskopowa	Zalety	Wady
Technika migawkowa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dobry efekt 3D,</li> <li>- stosowana w domowych warunkach (gry komputerowych, telewizory 3D)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- okulary aktywne,</li> <li>- częstotliwość odświeżania wyświetlacza – co najmniej 100 Hz,</li> <li>- męczy wzrok przy dłuższym oglądaniu</li> </ul>
Technika autostereoskopowa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nie wymaga okularów</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bardzo drogi ekran,</li> <li>- wymagany komputer do przeliczania danych,</li> <li>- efekt 3D obarczony błędami,</li> <li>- efekt 3D widoczny tylko w określonych warunkach</li> </ul>

10

# Sposoby transmisji/prezentacji

- anaglif
- Side-by-Side (SBS)
- Over-Under
- Line alternate
- zwielokrotnienie liczby ramek na sekundę

11

# Sposoby transmisji/prezentacji

- anaglif
  - najwygodniejsza do edycji materiału
  - bez okularów widać wzajemne położenie obrazów



12

# Sposoby transmisji/prezentacji

- Side-by-Side (SBS)
  - najpopularniejsza metoda
  - używana m.in. w DVB i na YouTube
  - problem z wyświetlaniem na ekranach polaryzacyjnych



13

## Problem z SBS

- Problem z rozdzielczością w TV



Obraz dla każdego oka ma rozdzielczość 1920x1080



Transmisja odbywa się w trybie SBS (Side-by-Side), obraz ma 1920x1080, ale dla jednego oka jest 960x1080



Linie w telewizorze są spolaryzowane naprzemiennie, co ogranicza maksymalną rozdzielczość do 1920x540. Ale dla materiału SBS otrzymuje się 960x540!

- Rozwiązanie: telewizor 4k – ma rozdzielczość 3840x1080 dla każdego z oczu

14

# Sposoby transmisji/prezentacji

- Over-Under
  - nie ma dodatkowej utraty rozdzielczości na ekranach polaryzacyjnych
  - niektórzy twierdzą, że wygląda lepiej niż SBS
  - używana na YT dla materiałów 360 stopni



15

# Sposoby transmisji/prezentacji

- Over-Under
  - nie ma dodatkowej utraty rozdzielczości na ekranach polaryzacyjnych
  - niektórzy twierdzą, że wygląda lepiej niż SBS
  - używana na YT dla materiałów 360 stopni



16



# Sposoby transmisji/prezentacji

- Line alternate
  - teoretycznie możliwe bezpośrednie wyświetlenie na ekranie polaryzacyjnym
  - mniej wydajna kompresja tego typu obrazu



17

# Sposoby transmisji/prezentacji

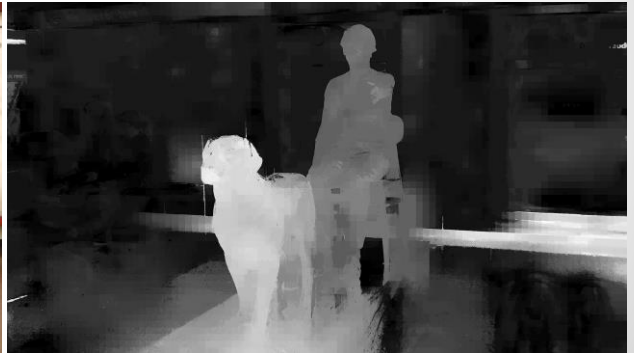
- Zwiększenie liczby ramek na sekundę
  - przesyłanie naprzemiennie ramki dla każdego z oczu
  - rośnie przepływność sygnału
  - rozwiązanie stosowane w przypadku użycia okularów aktywnych
  - teoretycznie najwyższa jakość transmisji
  - w pewnym sensie stosowane dla danych z płyty Blu-ray 3D



18

# Sposoby transmisji/prezentacji

- Zdjęcie 2D + mapa głębi
  - używane m.in. do konwersji filmów kinowych, przez monitory autostereoskopowe czy na Facebooku
  - można przygotować w programie StereoPhoto Maker dysponując lewym i prawym zdjęciem



19

# Sposoby transmisji/prezentacji

- Zdjęcie 2D + mapa głębi
  - używane m.in. do konwersji filmów kinowych, przez monitory autostereoskopowe czy na Facebooku
  - można przygotować z pojedynczego zdjęcia z wykorzystaniem algorytmów AI



20

# Rejestracja obrazu stereoskopowego

- Podstawowy problem przy rejestracji obrazu stereoskopowego:

## SYNCHRONIZACJA OBU STRUMIENI

- Opcje:
  - synchronizacja „ręczna” – np. klaps lub klaśnięcie
    - używana gdy np. dysponujemy dwoma niezależnymi kamerami
  - synchronizacja elektroniczna: kod czasowy lub przesyłanie sygnałów sterujących pracą kamery



21

# Rejestracja obrazu stereoskopowego

- rozstaw obiektywów ma wpływ na to, jak oddalone od kamery obiekty będzie można sfilmować w 3D
  - im mniejsza odległość między obiektywami, tym
    - dla bliżej znajdujących się obiektów uzyska się obraz 3D
    - trudniej będzie uzyskać efekt 3D dla obiektów położonych dalej
- typowa odległość – ok. 6 cm
  - sprawdza się w zakresie od pojedynczych metrów do kilkunastu metrów
- dla odległych obiektów trzeba zwiększać rozstaw

22

# Rejestracja odległych obiektów

- konieczne zwiększenie odległości między „oczami” - obiektywami
- przykład: nagranie zorzy polarnej przez Ikuo Nakamurę
  - dwie kamery w odległości 5-10 km
  - obie kamery uruchamiane równocześnie w jednym punkcie
  - druga kamera przewożona do drugiej lokalizacji - przy trwającym zapisie
  - problem z temperaturami w okolicach  $-40^{\circ}\text{C}$
  - więcej informacji:
    - <https://mubi.com/notebook/posts/3d-in-the-21st-century-holography-artist-ikuo-nakamura-on-aurora-borealis>
    - <http://www.hololab.com>



23

# Rejestracja obrazu stereoskopowego

- Rejestracja obrazu w większości technik stereoskopowych polega na zastosowaniu:
  - 2 identycznych kamer
    - kamery umieszczone na specjalnym rigu
    - metoda najczęściej stosowana
  - problem z synchronizacją
  - konieczność zastosowania dokładnie takich samych nastaw na obu kamerach
  - brak możliwości transfokacji
  - kłopotliwe ustawianie kamer na rigu
- + dowolne ustawienie odległości między kamerami
- + można użyć sprzętu wysokiej jakości



24

# Rejestracja obrazu stereoskopowego

- Rejestracja obrazu w większości technik stereoskopowych polega na zastosowaniu:

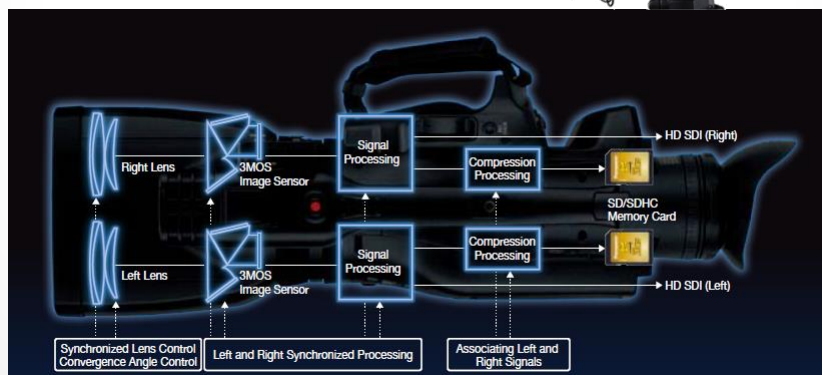
- kamery dwuobiektywowej
  - stosowane w profesjonalnych produkcjach
  - wygoda korzystania
- specjalnego adaptera (nasadki na obiektyw)
  - rozwiązanie głównie amatorskie
  - słaba jakość



25

# Posiadany sprzęt

- kamera Panasonic AG-3DA1
  - odległość między obiektywami: ok. 5,8 cm
  - minimalna odległość od obiektów: ok. 2m
  - zapis materiału na dwóch kartach pamięci



29

## Posiadany sprzęt

- kamera Panasonic AG-3DA1
  - zalety
    - kamera profesjonalna (ręczne nastawy wielu parametrów)
    - zoom
    - regulacja zbieżności (konwergencji)
      - ustawianie z użyciem trybu MIX wyświetlacza
      - informacja o zakresie odległości od obiektów dla prawidłowego obrazu 3D
  - wady
    - brak możliwości podglądu obrazu 3D na wizjerze kamery
    - brak stabilizacji
    - szumy przy słabym oświetleniu
    - brak Auto Focusa
  - parametry rejestracji:
    - 1080/60i, 1080/30p (w postaci 60i), 1080/24p, 720/60p,
    - 1080/50i, 1080/25p (w postaci 50i), 720/50p,
    - kodek: MPEG-4 AVC,
    - przepływność: 21 Mbit/s

30

## Posiadany sprzęt

- kamery GoPro HERO 6 Black na specjalnym uchwycie
  - brak synchronizacji między kamerami
  - odległość między obiektywami kamer wynosząca ok. 7,5 cm



31

## Posiadany sprzęt

- kamery GoPro HERO 6 Black lub LAMAX X10 na specjalnym uchwycie
  - zalety
    - odporność na czynniki zewnętrzne
    - łatwość edycji w oprogramowaniu firmy GoPro
  - problemy
    - „ręczna” synchronizacja
    - brak stabilizacji (\*)
    - można przypadkiem ustawić różne parametry zapisu dla obu kamer
    - stała ogniskowa
  - parametry rejestracji (GoPro)
    - do 4k/60p, 1080/240p, 720/480p
    - kodek: MPEG-4 AVC, HEVC
    - przepływność: powyżej 60 Mbit/s dla 4k

32

## Parametry rejestracji

- jeżeli materiał ma być umieszczony na płycie Blu-ray 3D, trzeba zwrócić uwagę na dopuszczalny klatkaż:
  - 1920x1080 przy 23,976 kl./s
  - 1280x720 przy 59,94 kl./s
  - 1280x720 przy 50 kl./s
- nie jest dopuszczalny np. tryb 1920x1080 przy 25/30 kl./s (ani 50i)
  - może to wynikać z ograniczeń standardu HDMI 1.4
- można rejestrować obraz z wielokrotnościami dopuszczalnych prędkości
  - ew. problem (motion blur) przy zmianie klatkażu

33

# Zdjęcia

- musi być widocznych wiele planów
  - najlepiej ze trzy, cztery plany – jakieś „przeszkadzajki” na pierwszym planie, postaci na planie „głównym”, tło
  - uważać przy komponowaniu planu, żeby nie wejść w strefę dyskomfortu
  - ostrożnie z ustawianiem zbieżności – efekt pop-up
- uważać, by nie pojawiły się obiekty widoczne tylko w jednym obiektywie
- na zdjęciach stereoskopowych potrafią przeszkadzać pyłki, owady, odbicia, refleksy itp.
  - elementy, które zupełnie pomijamy na tradycyjnych zdjęciach 2D
- im ostrzejszy obraz, tym efekt 3D jest bardziej widoczny

34

# Przykłady



35



# Przykłady



36

# Przykłady



37

# Przykłady



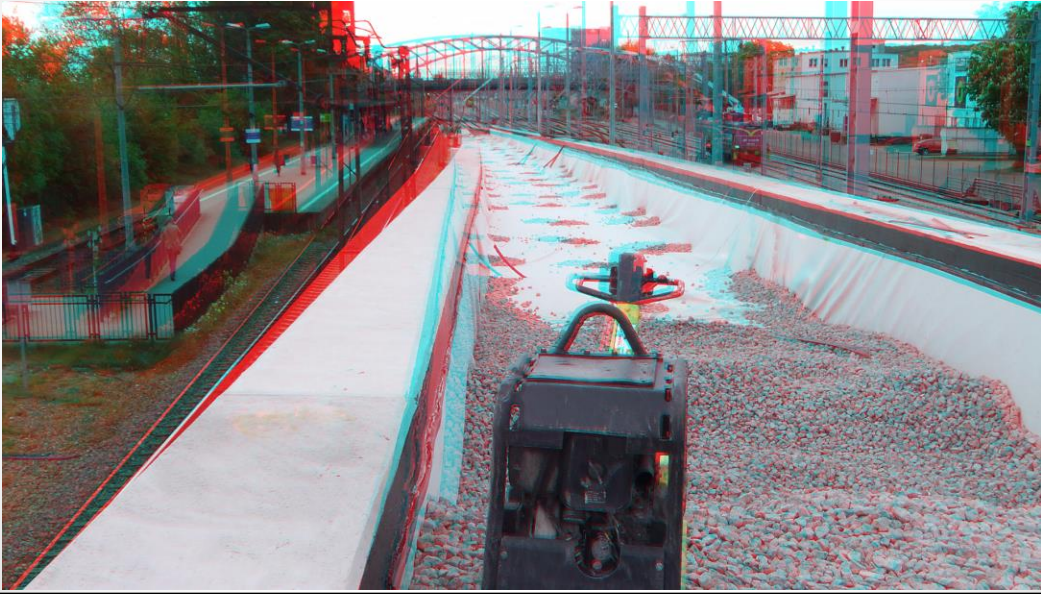
38

# Przykłady



39

## Przykłady



40

## Obiekt w jednym obiektywie



41

## Odbicia światła, refleksy



42

## Owady



43

## Ruchy kamerą

- przód-tył – wychodzą bardzo dobrze
- jazda lewo-prawo – bez większych problemów
- panoramy – w zależności od sytuacji i ułożenia obiektów
- transfokacja – unikać
  - zmienia się zbieżność obrazów

44

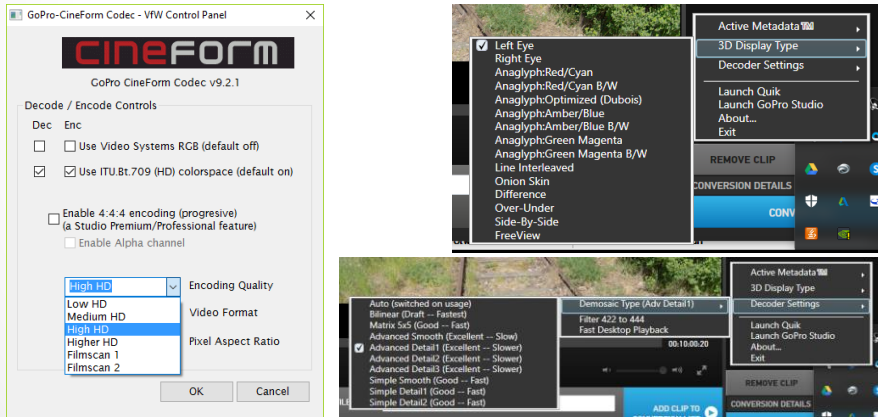
## Stabilizacja

- **problem** – stabilizacja musi być identyczna dla obu strumieni
  - w przeciwnym wypadku straci się efekt 3D
  - większość programów nie daje dostępu do danych dot. sposobu stabilizacji
- **sprawdzone rozwiązanie:** Deshaker
  - <http://www.guthspot.se/video/deshaker.htm>
  - plugin do VirtualDub-a
  - działa na plikach AVI ☺
  - ogromne możliwości konfiguracji
  - stabilizacja przebiega w dwóch etapach
    1. sprawdzenie wektorów ruchu
    2. faktyczna stabilizacja
  - parametry stabilizacji zapisywane do pliku log
    - można wczytać plik AVI dla drugiego oka i użyć poprzedniego pliku log

45

# Kodek Cineform

- kompresja falkowa
- utrzymywana stała jakość
- widoczny w systemie, można go używać w dowolnym oprogramowaniu
- konfiguracja dekodera z poziomu traya



46

# Przed edycją

- warto zadbać o odpowiednie nazewnictwo plików
  - 3D\_L0100.MP4
  - 3D\_R0100.MP4
- ułatwi automatyczne parowanie plików 3D
- pozwoli lepiej zapanować nad plikami

48

# Edycja materiału

- GoPro Studio
- Vegas Movie Studio Platinum
- Vegas Pro
- DaVinci Resolve

49

# Problem z kolorami



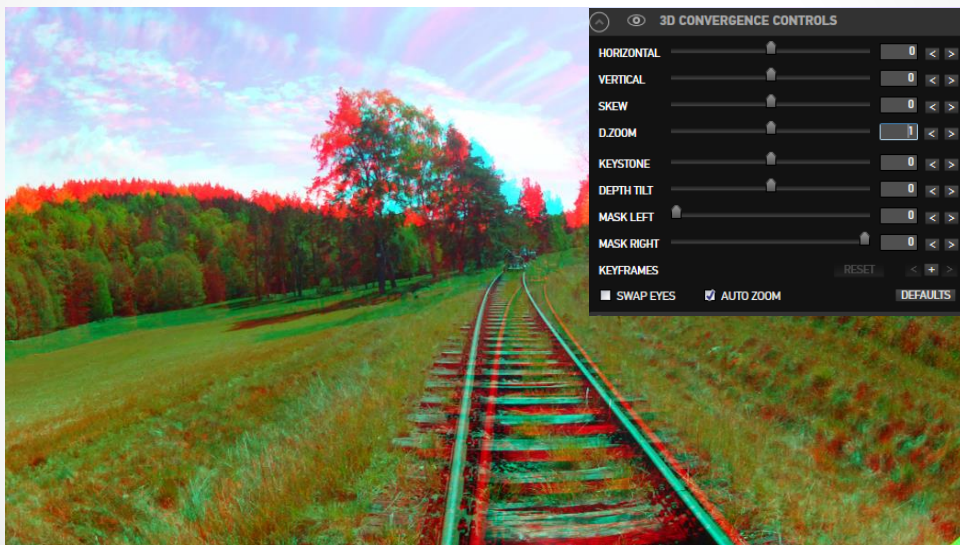
50

## Problem z kolorami



51

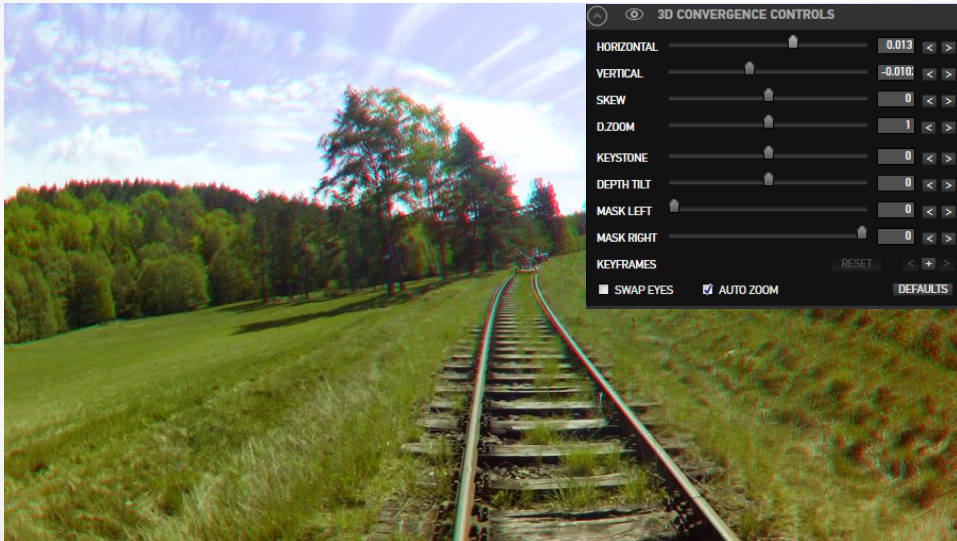
## Korekcja obrazu stereoskopowego



55



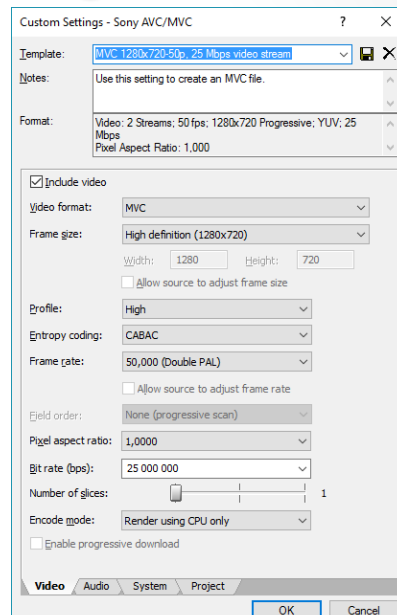
# Korekcja obrazu stereoskopowego



56

# Edycja w Vegasie

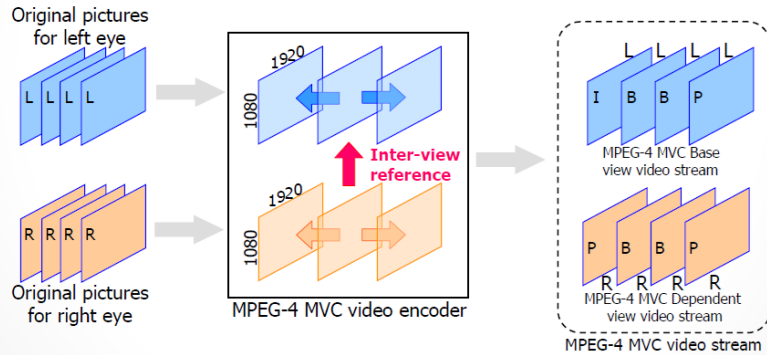
- eksport plików
- dostępnych wiele formatów kompresji i plików
  - presety dla różnych rozdzielczości i innych parametrów
  - możliwość renderowania z wykorzystaniem karty graficznej
- eksport do plików MVC/AVC niezbędnych do stworzenia płyty Blu-ray 3D



63

# Authoring Blu-ray 3D

- na płycie Blu-ray można zapisać materiał 3D bez strat wynikających z przyjęcia konkretnej metody prezentacji
  - obrazy dla obu oczu są zapisywane w pełnej rozdzielczości (!)



64

# Authoring Blu-ray 3D

- oprogramowanie do authoringu
  - darmowy TsMuxer (bez menu)
  - Vegas Movie Studio Platinum (bez menu)
  - Vegas Pro (bez menu)
  - DVD Architect (z menu 2D)
- trzeba dysponować plikami MVC/AVC
  - do wygenerowania w Vegas-ie
  - problem - jedyna dostępna przepływność to 25Mbit/s

3. Render your clip using the Sony AVC/MVC plug-in with one of the following templates:

- MVC 1280x720-60p, 25 Mbps video stream
- MVC 1280x720-50p, 25 Mbps video stream
- MVC 1920x1080-24p, 25 Mbps video stream

Rendering using these templates creates BD-compliant video streams that will be burned to disc with no recompression.

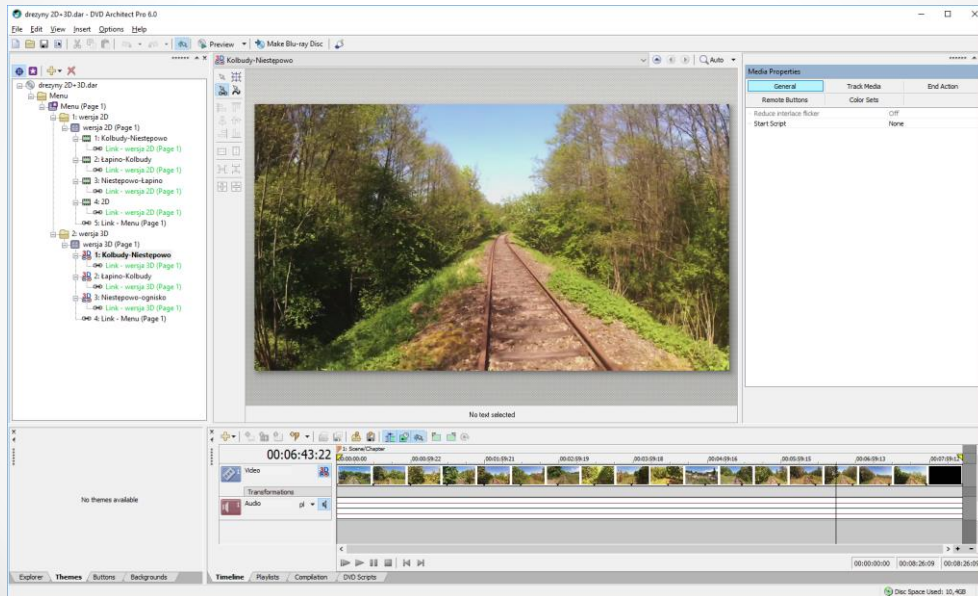
Two files will be created when you render your stereoscopic 3D video. The base stream is a full-resolution 2D AVC video, and the dependent stream is an MVC video that contains video data for the other eye.

4. When rendering is complete, add your base (.avc) stream to your DVD Architect project as you would add standard 2D media. DVD Architect will automatically detect the dependent (.mvc) stream.

You can mix 2D and 3D media in a single project, but menus are displayed only in 2D.

65

# Authoring Blu-ray 3D



66

## Umieszczanie na YT

- obsługa 3D przez YT bywała niestabilna
  - częste problemy z możliwością odtwarzania materiałów 3D
- sytuacja aktualna
  - można załadować jedynie pliki SBS z dodanymi metadanymi 3D (<https://support.google.com/youtube/answer/7278886?hl=pl>)
  - przy odtwarzaniu można wybrać jedynie 2D lub anaglif



- na telewizorze 3D (polaryzacyjnym) automatycznie uruchamia się tryb 3D

67

Dziękuję za uwagę  
...