

Wprowadzenie do grafiki komputerowej

Radosław Mantiuk

Wydział Informatyki

Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie

Obraz rastrowy 2D

Obraz rastrowy - dwuwymiarowa macierz pikseli (**bitmapa**)

Piksel (ang. pixel) - punkt obrazu (próbka, nie ma wymiaru, nie zajmuje obszaru)

- położenie w rastrze
- kolor

Kolor piksela

- wektor RGB (Red, Green, Blue), każda składowa kodowana niezależnie
- "true color" - 8 bitów na składową koloru (24 bity na piksel)

Rozdzielczość obrazu (ang. spatial resolution) - liczba pikseli w poziomie i pionie

Aspekt obrazu (ang. aspect ratio) - stosunek wymiarów poziomych do pionowych

(0,0)



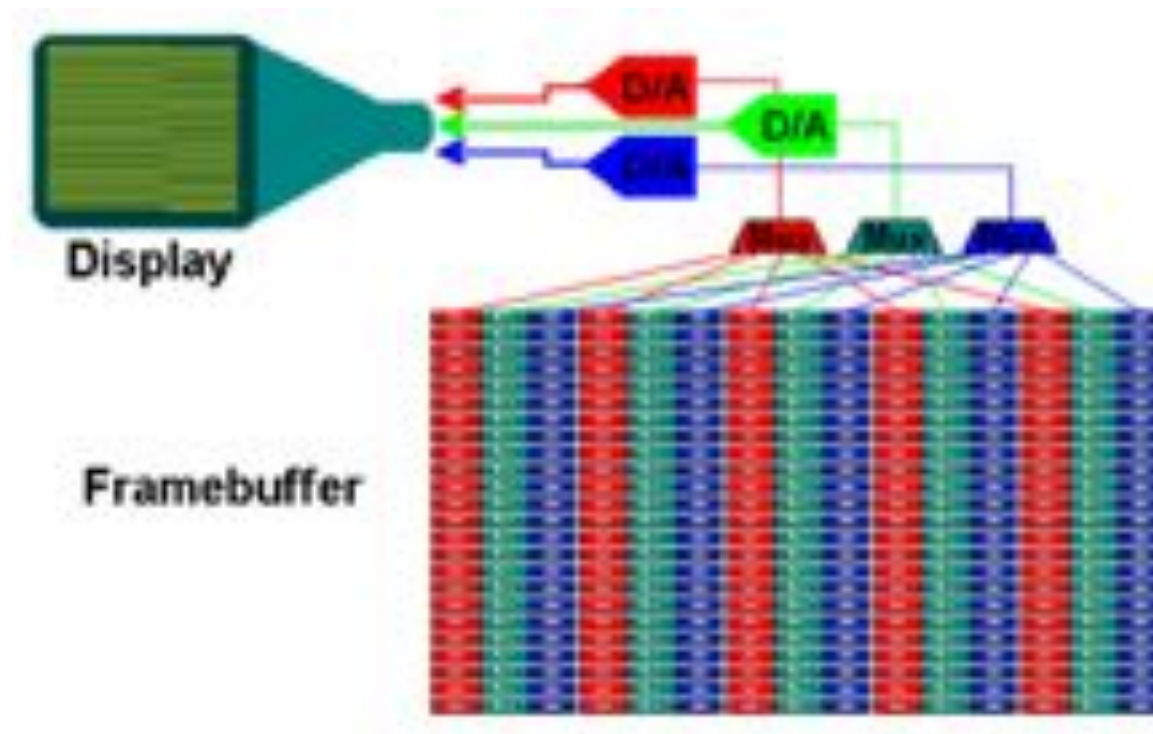
(300,200)



(0,0,255)

Kodowanie koloru: framebuffer

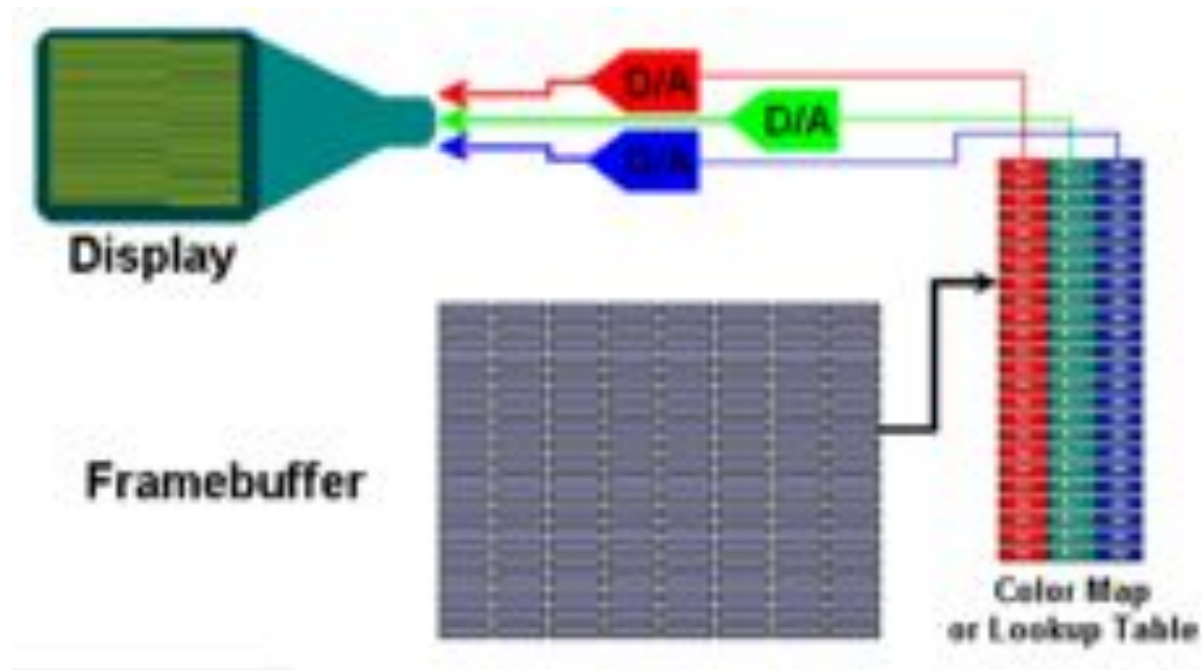
- Podanie wartości trzech składowych koloru RGB (“true color”).



Kodowanie koloru: Look-Up-Table

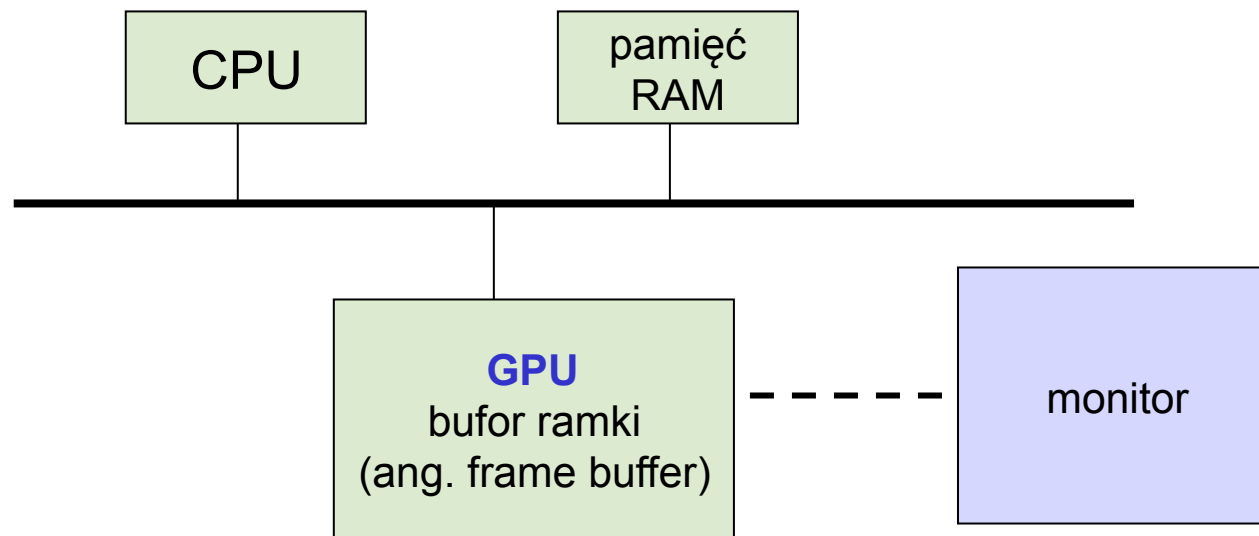
- Podanie indeksu do tabeli zawierającej trzy wartości składowych RGB (nie stosowane).

LUT - Look-Up Table



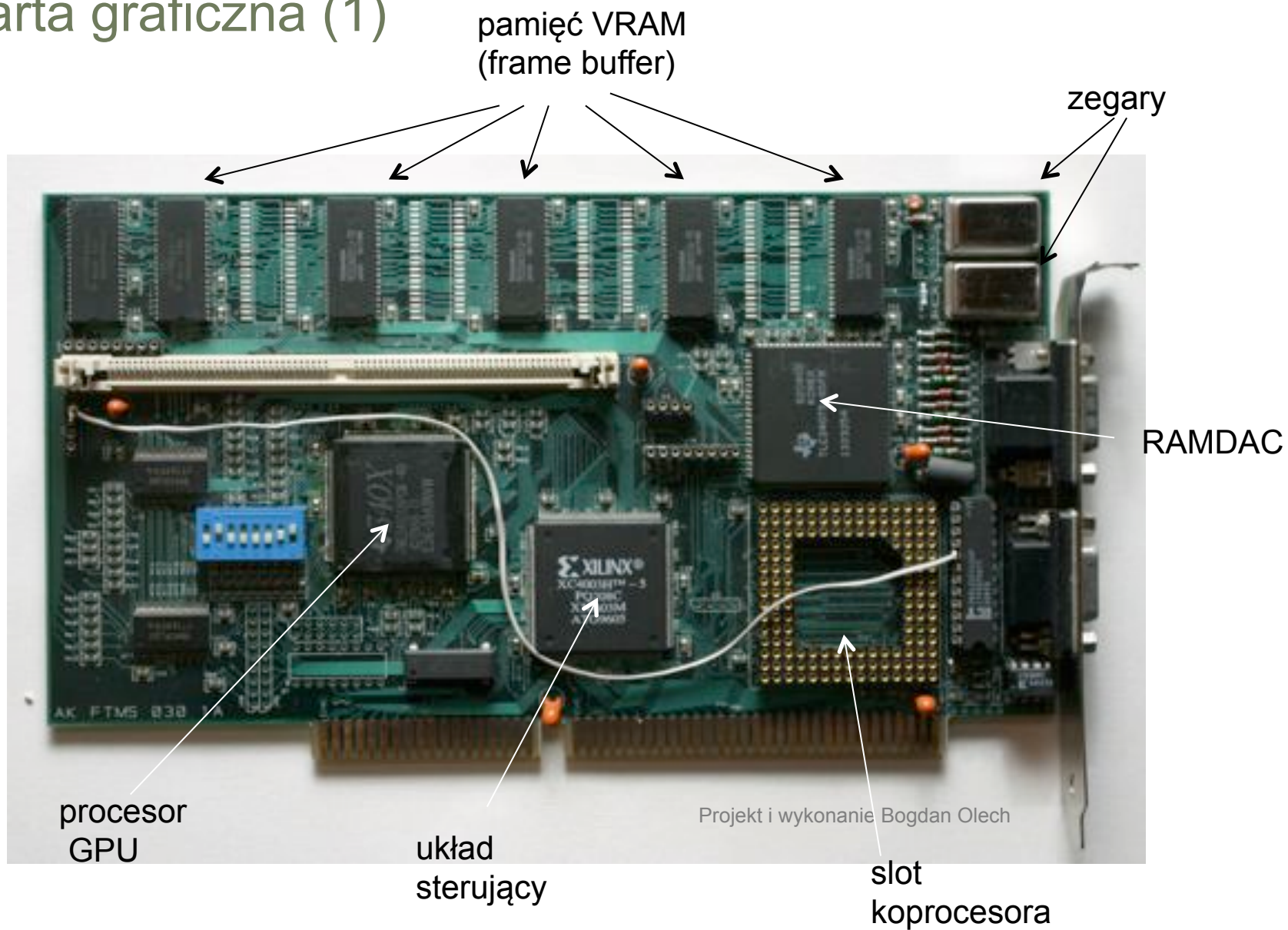
System graficzny

Wyświetlanie obrazów jest wspomagane przez specjalistyczny podsystem z własnym procesorem - **kartę graficzną**.



- **Procesor GPU** (ang. **Graphics Procesor Unit**) “rysuje” obraz poprzez wypełnianie odpowiednich komórek pamięci.
- Obraz przechowywany jest we **frame buffer’ze** znajdującym się w pamięci. Wielkość frame buffer’a zależy od rozdzielczości obrazu i sposobu kwantyzacji koloru.

Karta graficzna (1)



Karta graficzna (2)

Cechy karty graficznej:

- procesor GPU (ang. Graphics Procesor Unit) - architektura SIMD, brak skoków i pętli, bardzo duża wydajność arytmetyczna, wielopotokowość,
 - pamięć VRAM (ang. Video RAM) - bardzo szybki dostęp sekwencyjny do pamięci,
 - magistrala - bardzo duży transfer danych,
 - RAMDAC - generowanie analogowych sygnałów wideo (przetwornik DA),
 - zegary - taktowanie procesora i monitora,
 - układ sterujący - komunikacja procesora z pamięcią, komunikacja z CPU.
-
- **RAMDAC “czyta” odpowiedni obraz z pamięci VRAM, przetwarza go na sygnał analogowy i przesyła do monitora.**

Kwantyzacja koloru

Liczba bitów na składową określa dokładność kwantyzacji pewnego zakresu luminancji. Dla standardowych monitorów LDR (ang. Low Dynamic Range) wystarczy 8 bitów na składową, nie widać wtedy przejść pomiędzy odcieniami danej składowej.

5 bitów na składową

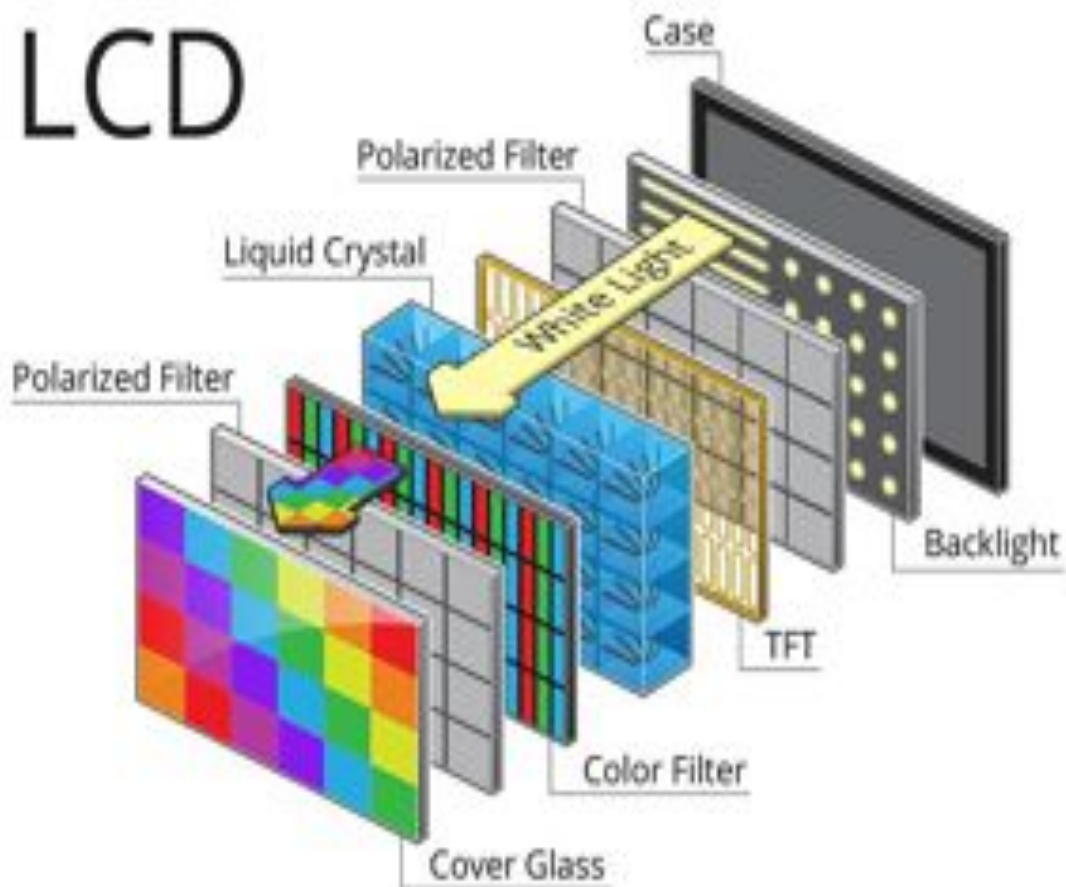


7 bitów na składową



Courtesy of MIT (Lecture Notes 6.837)

Wyświetlacz LCD (ang. Liquid Crystal Display)

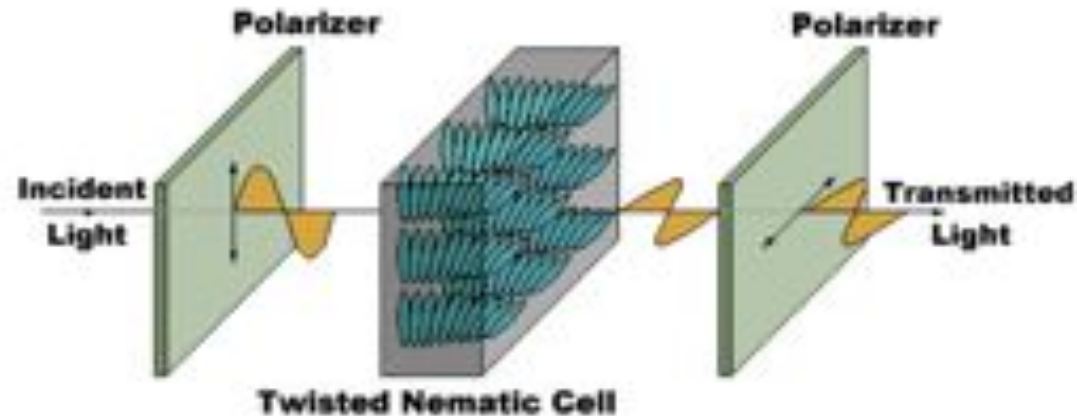


Monitory LCD (ang. Liquid Crystal Display) (1)

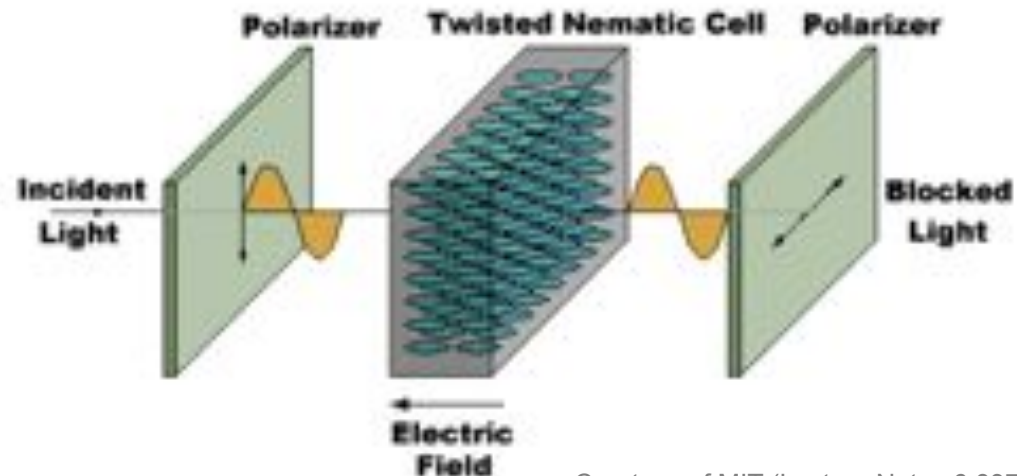
Monitor ciekłokrystaliczny (typu TN, ang. Twisted Nematic)

Ciekły kryształ powoduje zmianę polaryzacji światła w zależności od przyłożonego do niego napięcia.

backlight



backlight



Monitory LCD (ang. Liquid Crystal Display) (3)

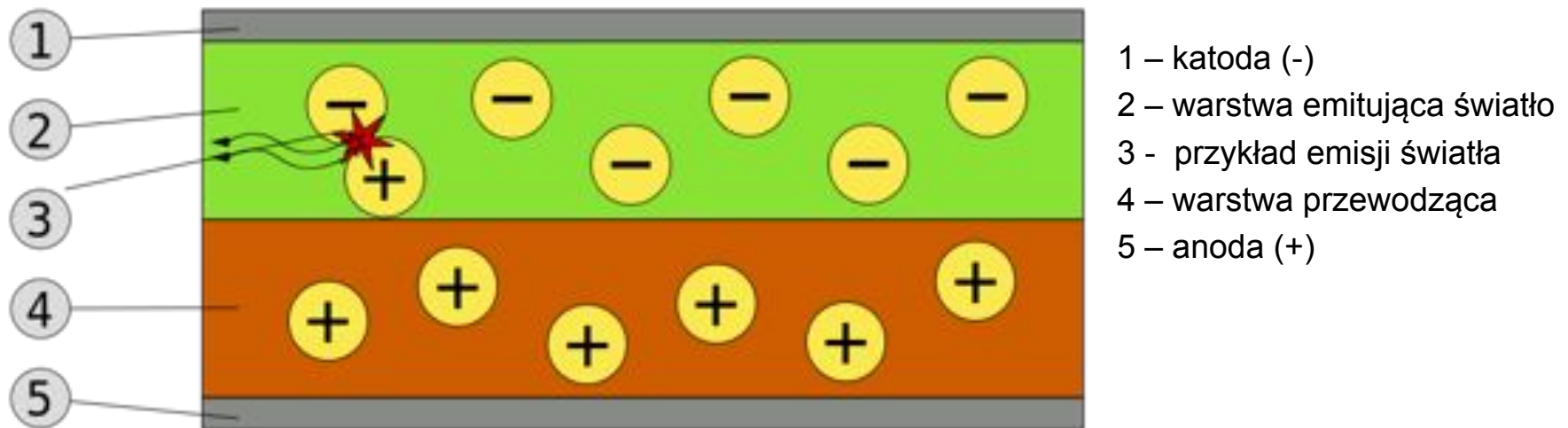
- **Sterowanie polaryzacją** ciekłego kryształu odbywa się za pomocą tranzystorów zamocowanych w matrycy (technologia **TFT - Thin Film Transistor**).
- **Prędkość odświeżania** to prędkość zmiany stanu polaryzacji ciekłego kryształu.
- **Odcienie szarości** uzyskuje się poprzez regulację napięcia (niepełne uprzadkowanie molekuł LC).
- **Barwy** uzyskuje się poprzez stosowanie filtrów RGB.
- Stosuje się **sztuczne podświetlenie matrycy** w celu zwiększenia kontrastu (ang. back-light).
- Zmiana **kąta patrzenia** powoduje zmianę własności transmisyjnych LC (obraz staje się ciemniejszy, możliwe jest odwrócenie kontrastów).

Wyświetlacz OLED (ang. Organic Light-Emitted Diode)

Półprzewodnikowy materiał organiczny emitujący światło po przyłożeniu napięcia.

AMOLED – (ang. active matrix) – aktywne adresowanie pikseli za pomocą TFT (ang. thin film transistor)

W OLED nie ma podświetlenia (wyłączone piksele są czarne)

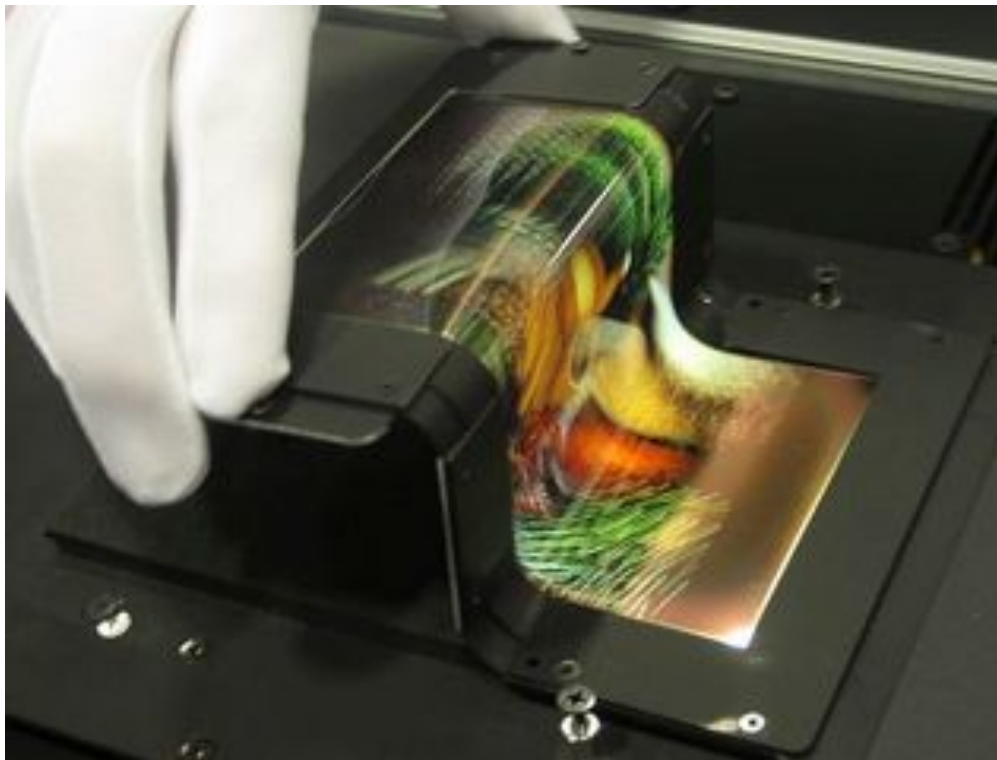


Półprzewodnikowy materiał organiczny pobudzany jest od świecenia w wyniku przepływu prądu pomiędzy anodą i katodą (jedno z ogniw może być przezroczyste). Materiałem organicznym może być przewodzący **polimer elektroluminescencyjny** (PLED, ang. polymer light-emitted diode).

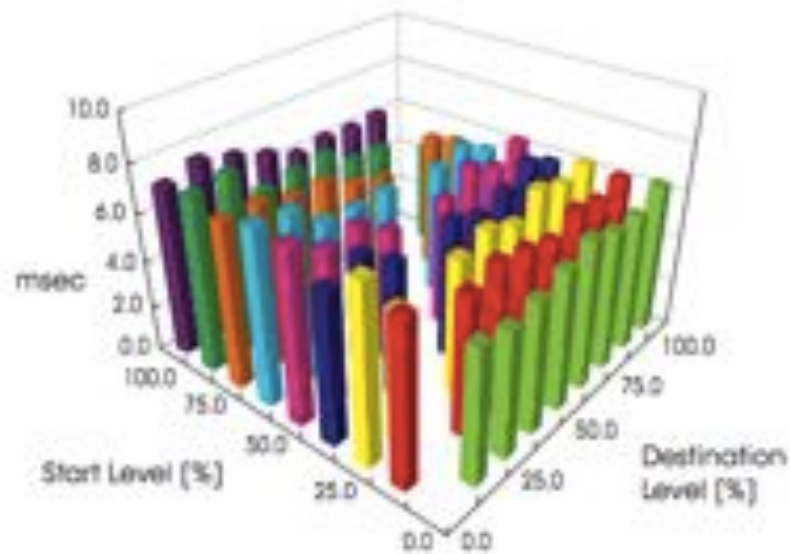
Wyświetlacz OLED (ang. Organic Light-Emitted Diode)

Parametry techniczne:

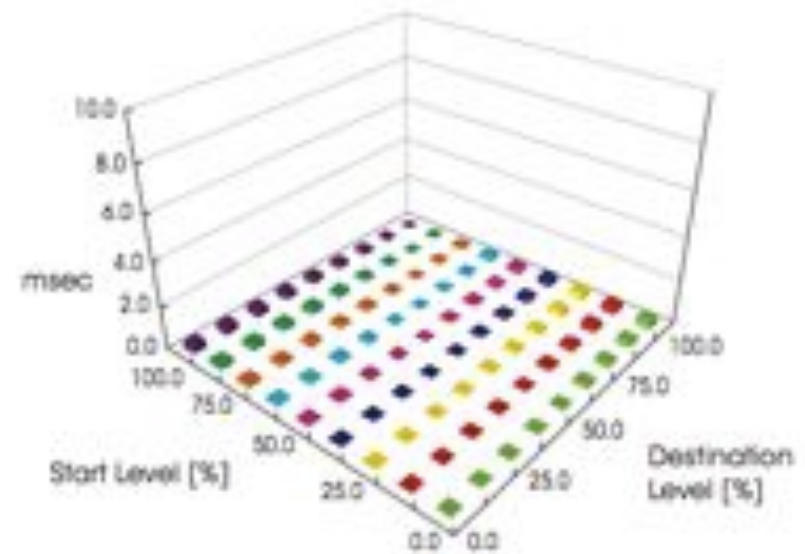
- 1000x szybszy czas reakcji niż LCD (ang. response time)
- elastyczna powierzchnia
- przezroczyste



Monitory LCD (ang. Liquid Crystal Display) (3)



LCD



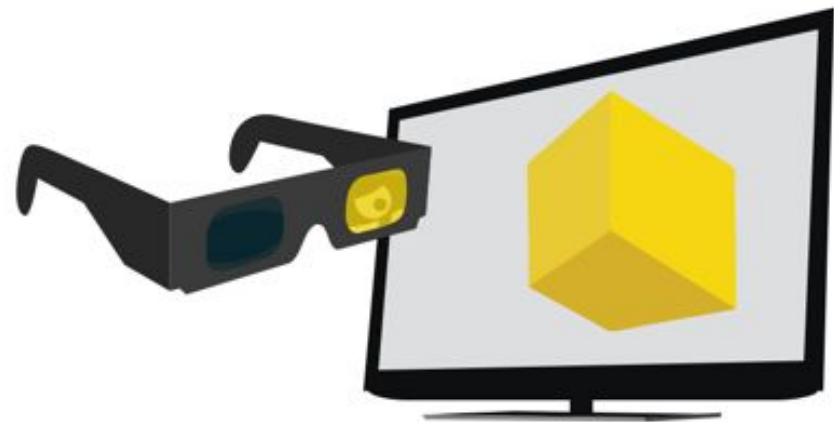
TRIMASTER EL

Wyświetlacz stereoskopowy

Wykorzystane zjawisko widzenia dwuocznego (ang. **vergence**).

konflikt z akomodacją oka

(systemy aktywne (ang. shutter glasses) i pasywne (polaryzacyjne, anaglifowe))



Wyświetlacze HMD (ang. head mounted display)

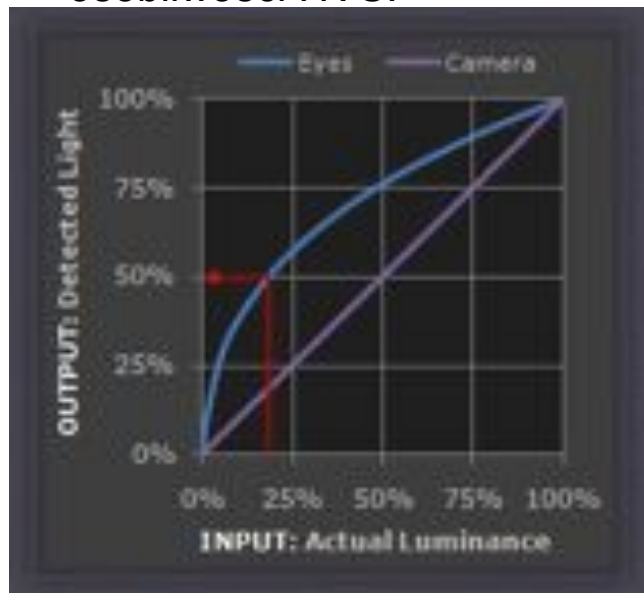
- Oculus Rift, HTC VIVE, FOVE, Google Cardboard, itp.
- podwójny wyświetlacz OLED lub LCD
- śledzenie ruchu głowy (ang. head tracker)
- **konflikt: działanie błędniaka**



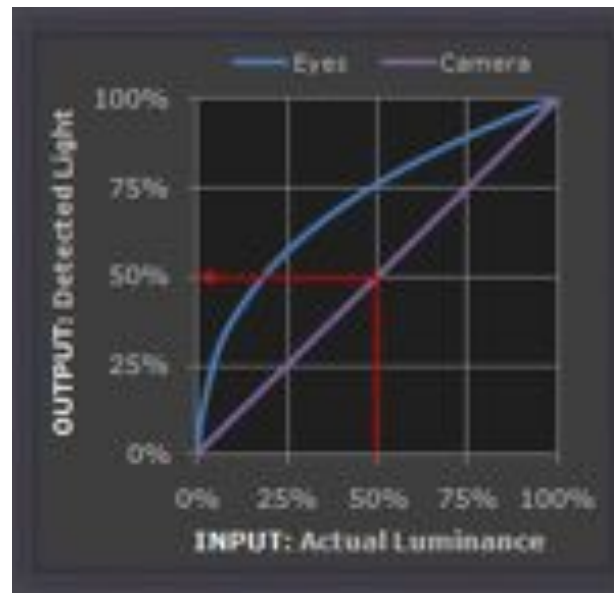
Kodowanie gamma

Kamera cyfrowa rejestruje jasność obrazu w sposób liniowy (50% wzrost liczby fotonów oznacza 50% wzrost jasności). Układ wzrokowy człowieka (HVS) odbiera jasność w sposób nieliniowy – np. tylko około 20% wzrost liczby fotonów powoduje 50% wzrost odbieranej jasności.

Obrazy z kamer cyfrowych poddawane są korekcji, aby dostosować jasność do powyższej osobiwości HVS.



50% wzrost jasności dla oczu człowieka oznacza tylko około 20% wzrost jasności dla kamery.



50% wzrost jasności dla kamery oznacza tylko około 20% wzrost jasności dla oczu człowieka.

$$output = L^{1/\gamma},$$

$$\gamma \in \langle 1.4, 2.8 \rangle$$

Korekcja gamma - zmiana wartości pikseli prowadząca do liniowej zależności pomiędzy wartościami pikseli i luminancją.

Kodowanie gamma (2)

Wartości jasności zakodowane zgodnie z nieliniową charakterystyką HVS można efektywniej kwantyzować.

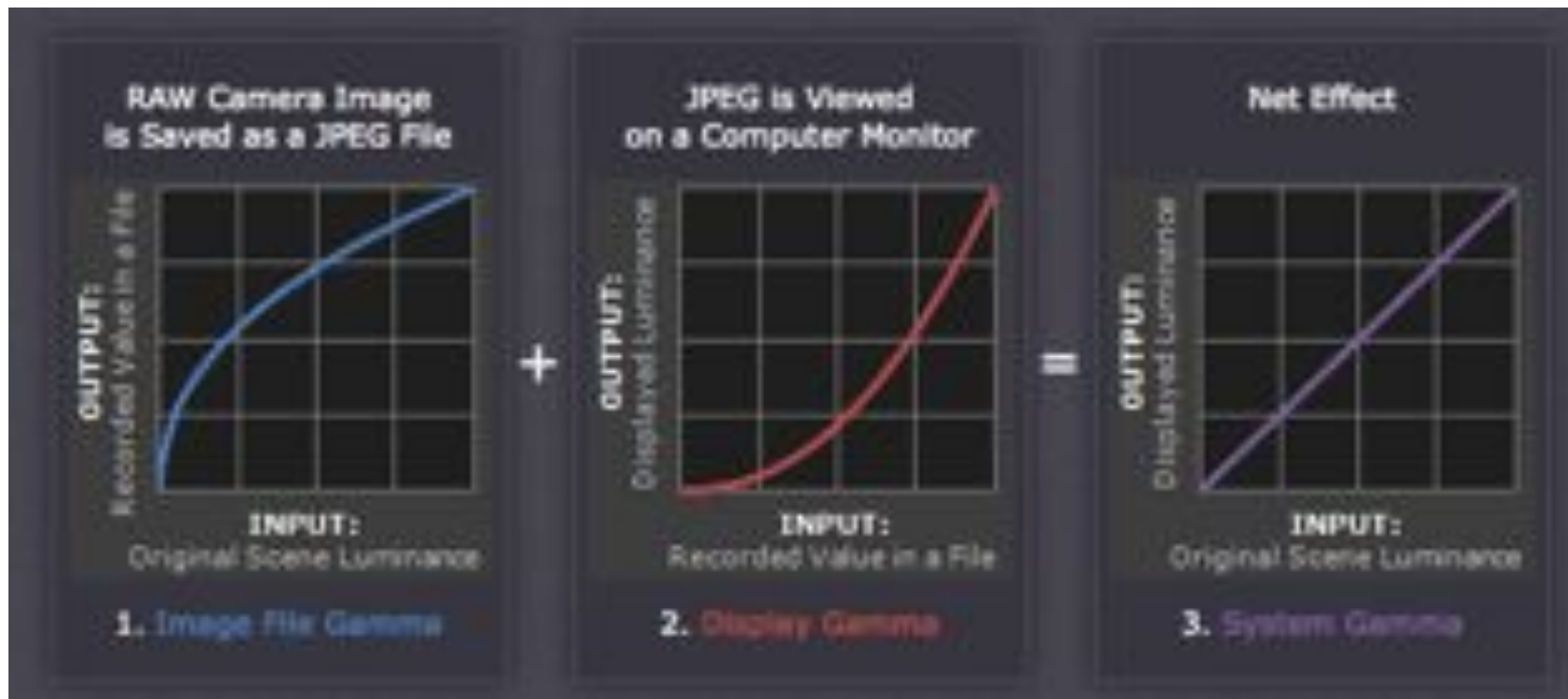


Korekcja gamma

Wyświetlacze cyfrowe mają nieliniową charakterystykę, aby "odwrócić" kodowanie gamma.

Obraz renderowany przez oprogramowanie graficzne trzeba zakodować, aby prawidłowo wyświetlił się na monitorze (podobnie jak robi to kamera z obrazem sceny):

$$\text{kolor_zakodowany} = \text{kolor_renderowany}^{1/\gamma}, \gamma \in \langle 1.4, 2.8 \rangle$$



Korekcja gamma



Wyświetlacz (ang. display)

Rastrowe urządzenie wyświetlające obraz 2D.

- **Rozdzielczość**
 - wielkość piksela obrazu (ang. pitch) $\sim 0.1-0.3$ [mm]
 - liczba pikseli na cal, np. 80 DPI (ang. Dots per Inch), zmienna dla CRT
- **Wymiary ekranu** (przekątna)
- **Odwzorowanie koloru** (składowe RGB)
- **Częstotliwość odświeżania** (pionowa i pozioma)
- **Współczynnik gamma** (nieliniowe mapowanie napięcia na luminancję)
- **Minimalna i maksymalna luminancja** (kontrast) – **zakres dynamiki monitora** (maksymalna luminancja podzielona przez minimalną luminancję)

Literatura

- J.D. Foley, A. van Dam, S.K. Feiner, J.F. Hughes, R.L. Phillips, "Wprowadzenie do grafiki komputerowej", WNT, Warszawa 1995.
- Jan Zabrodzki (pz), "Grafika komputerowa metody i narzędzia", WNT, Warszawa 1994, ISBN 83-204-1716-3.
- **Tomas Akenine-Moller, Eric Haines, Naty Hoffman, Real-Time Rendering (3rd edition), A K Peters, 2008.**
- Andrew S. Glassner, "Principles of Digital Image Synthesis", Vol. I and II, Morgan Kaufmann, 1995.