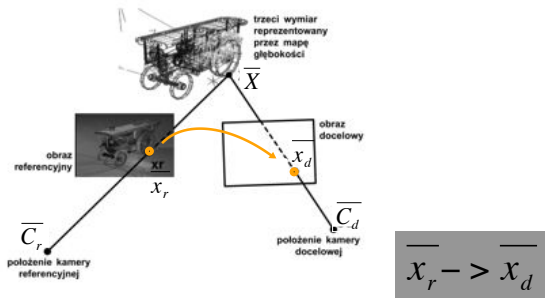


Metoda IBR (ang. Image Based Rendering)

Synteza obrazów oparta na wykorzystaniu istniejących obrazów 2D

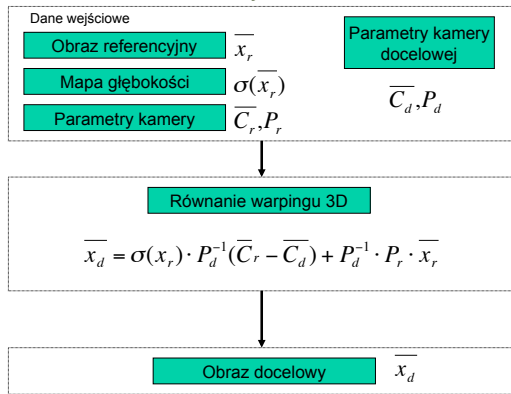
Radosław Mantiuk
radoslaw.mantiuk@gmail.com

Idea działania metody IBR



Obliczanie położenia piksela z obrazu referencyjnego na obrazie docelowym.

Schemat działania metody IBR



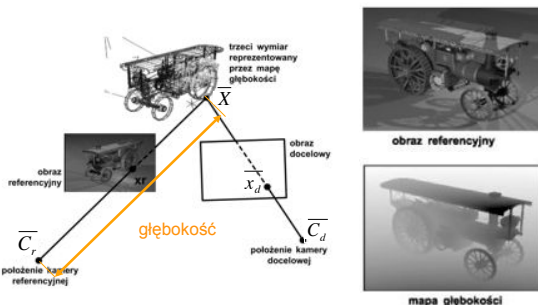
Obraz referencyjny



Dla obrazu referencyjnego znana musi być mapa głębokości i parametry kamery, dla których obraz został wykonany.

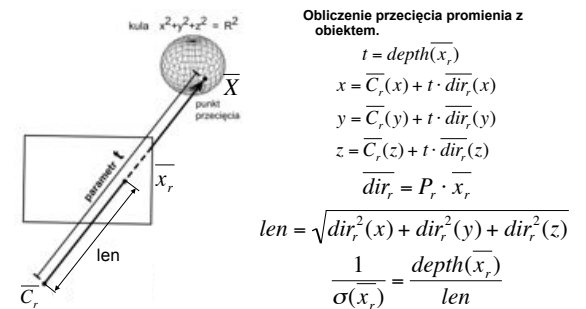
Mapa głębokości dla obrazu referencyjnego

Mapa głębokości - macierz głębokości wyznaczonych dla wszystkich pikseli obrazu referencyjnego. Sposób przechowywania danych o trzecim wymiarze.



głębokość - odległość od kamery do rzeczywistego obiektu 3D na scenie liczona wzdłuż promienia przechodzącego przez piksel obrazu

Obliczanie głębokości. Pojęcie różnicy głębokości



różnica głębokości - głębokość wyrażona w jednostce odległości od kamery do piksela obrazu (odległość liczona wzdłuż promienia)

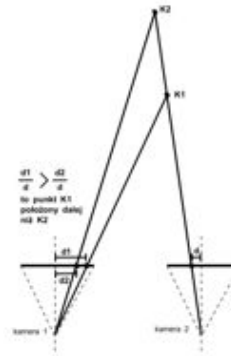
Generowanie map głębokości

Wartości głębokości wyrażane 4-bajtowymi liczbami zmiennoprzecinkowymi. Im większa dokładność tym mniej zniekształceń podczas warpięgu 3D.

- Metody syntezy obrazu (obliczenia geometryczne oparte na trójwymiarowym modelu sceny).
- Dalmierze laserowe (ang. laser range finder).
 - Zasięg 50 - 100 m
- Metody fotogrametryczne - budowa trójwymiarowego modelu geometrycznego na podstawie zestawu fotografii.
 - Mała dokładność, nie można tworzyć map dla skomplikowanych obiektów.
- Stereografia
 - Mała dokładność, kłopotliwe szukanie tych samych cech na fotografiach.
- Pomiar głębi ostrości
 - Zasięg ograniczony do 20 m.

7

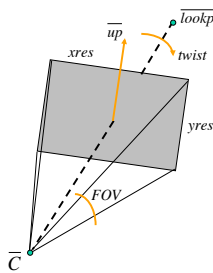
Metoda stereograficzna pomiaru odległości



Odległości d odpowiadają różne odległości $d1$ i $d2$. Im bliżej znajduje się obiekt, tym większa jest różnica pomiędzy odległościami.

8

Model kamery



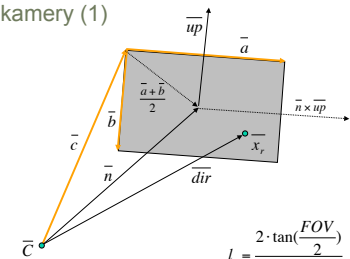
- kąt patrzenia FOV (ang. Field of View)
- punkt położenia kamery
- punkt, na który patrzy kamera
- kąt skręcenia kamery
- rozdzielczość pionowa i pozioma
- orientacja obrazu

9

Parametryzacja kamery (1)

$$\vec{dir} = P \cdot \vec{x}_r$$

$$P = \begin{bmatrix} a_x & b_x & c_x \\ a_y & b_y & c_y \\ a_z & b_z & c_z \end{bmatrix}$$



$$\vec{n} = \vec{lookp} - \vec{C}$$

$$\vec{a} = \text{normal}(\text{normal}(\vec{n}) \times \vec{up}) \cdot l_y$$

$$\vec{b} = -\vec{up} \cdot l_y$$

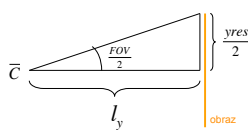
$$\vec{c} = \text{normal}(\vec{n}) - \frac{(\vec{a} \cdot \vec{xres} + \vec{b} \cdot \vec{yres})}{2}$$

$$l_y = \frac{2 \cdot \tan(\frac{FOV}{2})}{yres}$$

10

Parametryzacja kamery (2)

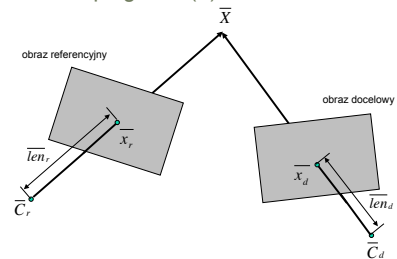
l_y - miara odległości kamery od obrazu



$$\tan\left(\frac{FOV}{2}\right) = \frac{\frac{yres}{2}}{l_y} \Rightarrow l_y = \frac{2 \cdot \tan(\frac{FOV}{2})}{yres}$$

11

Równanie warpięgu 3D (1)



$$\vec{C}_r + t_r \cdot P_r \cdot \vec{x}_r = \vec{C}_d + t_d \cdot P_d \cdot \vec{x}_d$$

Szukanie punktu przecięcia dwóch wektorów.

12

Równanie warpingu 3D (2)

$$\bar{C}_r + t_r \cdot P_r \cdot \bar{x}_r = \bar{C}_d + t_d \cdot P_d \cdot \bar{x}_d \quad / t_r$$

$$\frac{t_d}{t_r} \cdot P_d \cdot \bar{x}_d = \frac{1}{t_r} (\bar{C}_r - \bar{C}_d) + P_r \cdot \bar{x}_r \quad \text{Zmiana jednostek odległości}$$

$$P_d^{-1} \cdot P_d \cdot \bar{x}_d = \frac{1}{t_r} (\bar{C}_r - \bar{C}_d) + P_r \cdot \bar{x}_r$$

$$\bar{x}_d = \frac{1}{t_r} P_d^{-1} (\bar{C}_r - \bar{C}_d) + P_d^{-1} \cdot P_r \cdot \bar{x}_r$$

$$\bar{x}_d = \sigma(x_r) \cdot P_d^{-1} (\bar{C}_r - \bar{C}_d) + P_d^{-1} \cdot P_r \cdot \bar{x}_r$$

Musi być zapewnio właściwe przesłanie się pikseli.

Równanie warpingu 3D (3)

$$\bar{x}_r(u_r, v_r)$$

$$\bar{x}_d(u_d, v_d)$$

Postać macierzowa równania warpingu.

$$\begin{bmatrix} u_d \\ v_d \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{a}_d & \bar{b}_d & \bar{c}_d \end{bmatrix}^{-1} \cdot (C_r - C_d) + \sigma(u_r, v_r) + \begin{bmatrix} \bar{a}_d & \bar{b}_d & \bar{c}_d \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \bar{a}_r & \bar{b}_r & \bar{c}_r \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} u_r \\ v_r \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} u_d \\ v_d \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{a}_d & \bar{b}_d & \bar{c}_d \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} \bar{a}_r & \bar{b}_r & \bar{c}_r \end{bmatrix} \cdot (C_r - C_d) + \begin{bmatrix} u_r \\ v_r \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$r(u_r, v_r, \sigma(u_r, v_r)) = w_{11} \cdot u_r + w_{12} \cdot v_r + w_{13} + w_{14} \cdot \sigma(u_r, v_r)$$

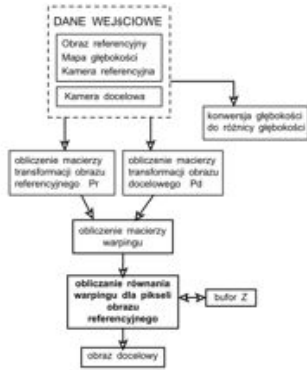
$$s(u_r, v_r, \sigma(u_r, v_r)) = w_{21} \cdot u_r + w_{22} \cdot v_r + w_{23} + w_{24} \cdot \sigma(u_r, v_r)$$

$$t(u_r, v_r, \sigma(u_r, v_r)) = w_{31} \cdot u_r + w_{32} \cdot v_r + w_{33} + w_{34} \cdot \sigma(u_r, v_r)$$

$$u_d = \frac{r(u_r, v_r, \sigma(u_r, v_r))}{t(u_r, v_r, \sigma(u_r, v_r))}$$

$$v_d = \frac{s(u_r, v_r, \sigma(u_r, v_r))}{t(u_r, v_r, \sigma(u_r, v_r))}$$

Algorytm metody IBR

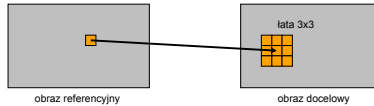
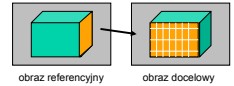


Poprawianie jakości - dziury (ang. holes)

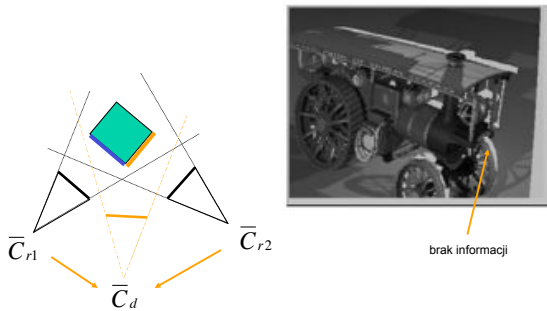


Splatting (ang. Splatting) - usuwanie dziur z obrazu

- Różne wielkości łat (3x3, 5x5, 7x7, 9x9).
- Adaptacyjny dobór wielkości łat.



Poprawianie jakości - Brak informacji



Wykorzystanie wielu obrazów referencyjnych.
= Wydłużenie czasu syntezy

Cechy metody IBR

- Obraz docelowy jest rzutem trójwymiarowej sceny uwarunkowanym parametrami kamery docelowej.
- Powierzchnie obiektów zachowują swój kolor i teksturę.
- Zachowane jest prawidłowe przesłanianie obiektów.
- Jakość obrazu docelowego zbliżona jest do obrazu referencyjnego.
- Czas syntezy jest wielokrotnie krótszy od czasu syntezy w metodach GBR (ang. Geometry Based Rendering).
- Czas syntezy nie zależy od złożoności sceny, liniowo wzrasta wraz ze wzrostem liczby pikseli obrazu referencyjnego.
- Rejestracja obrazów referencyjnych i map głębokości jest dużo prostsza niż modelowanie sceny 3D.
- Algorytm metody IBR jest prosty, łatwy do zrównoleglenia i możliwy do implementacji sprzętowej.
- Błędnie syntezowane są zjawiska zależne od położenia obserwatora (w tym powierzchnie odbijające i przezroczyste).
- W obrazie docelowym pojawiają się dziury i puste miejsca. Wynika to z rastrowego charakteru danych wejściowych - obrazu referencyjnego.
- Czas syntezy zbliżony jest do czasu rzeczywistego.

Literatura

1. Jerzy Soldek i inni, "Synteza realistycznych obrazów dynamicznych metodą IBR oparta na wspomaganiu sprzętowym", rozdz. 2, "Podstawy metody IBR", INFORMA, 2000.
2. Leonard McMillan, "An Image-Based Approach to Three-Dimensional Computer Graphics". PhD dissertation, University of North Carolina, 1997.