

Wprowadzenie teoretyczne do przestrzeni pola światła

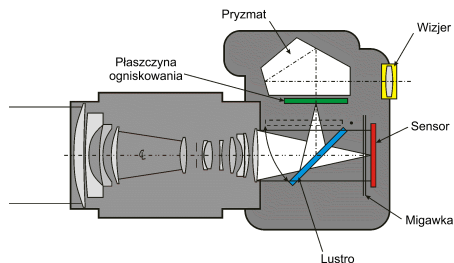
Krzysztof Wegner

Politechnika Poznańska
Katedra Telekomunikacji Multimedialnej i Mikroelektroniki

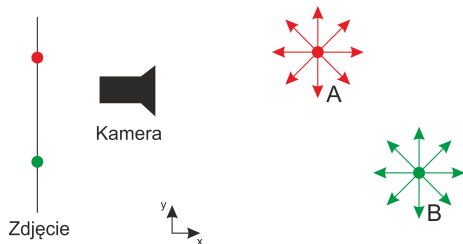
5 maja 2014

Kluczowe elementy

- 1 Układ optyczny
- 2 Matryca światłoczuła
- 3 Przesłona



- 1 Przestrzeń 2D
- 2 Obiekty punktowe
- 3 Emitują światło we wszystkich kierunkach
- 4 Zdjęcie jest obrazem 1D otaczającego dwuwymiarowego świata



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (1)$$



Układ Optyczny

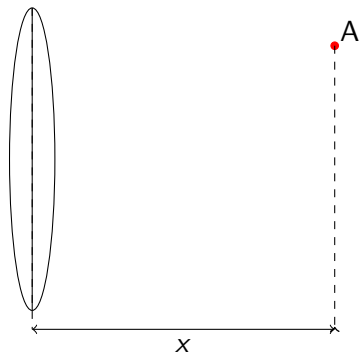
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (1)$$



Układ Optyczny

Równanie soczewki

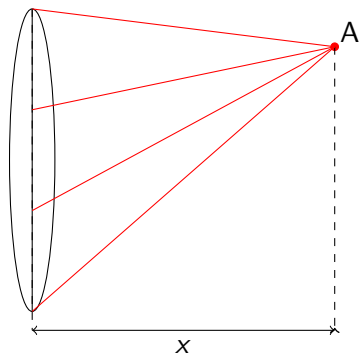
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (1)$$



Układ Optyczny

Równanie soczewki

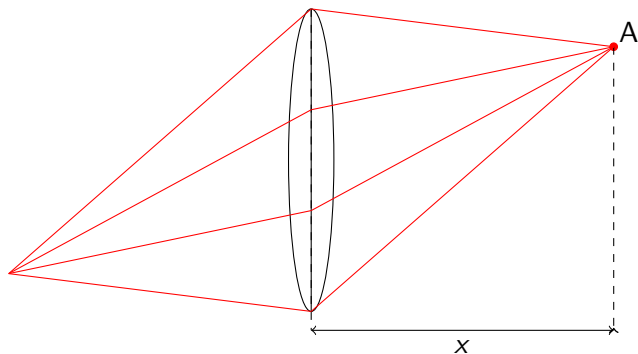
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (1)$$



Układ Optyczny

Równanie soczewki

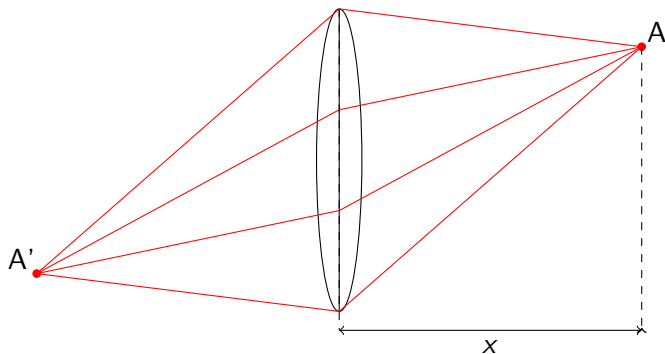
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (1)$$



Układ Optyczny

Równanie soczewki

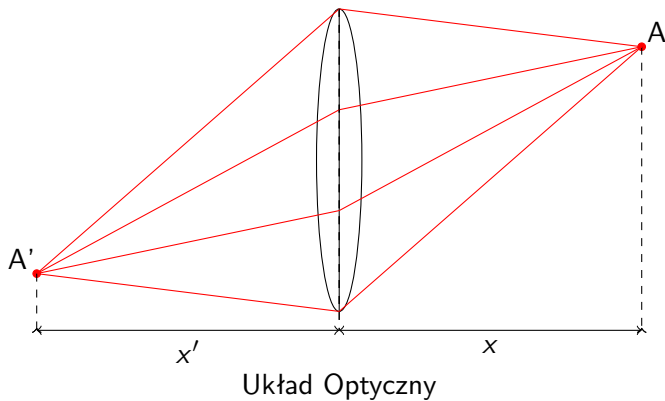
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (1)$$



Układ Optyczny

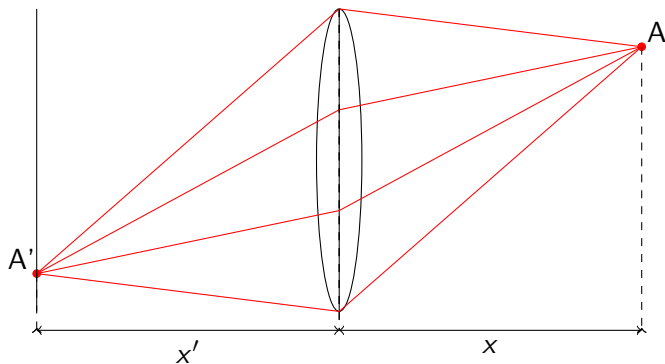
Równanie soczewki

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (1)$$



Równanie soczewki

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (1)$$

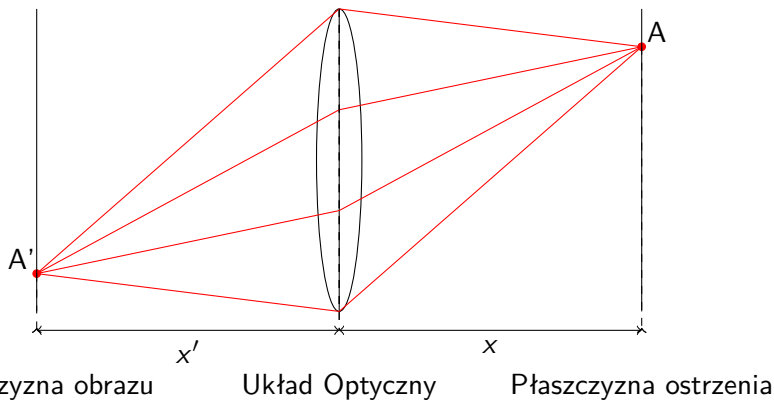


Płaszczyzna obrazu

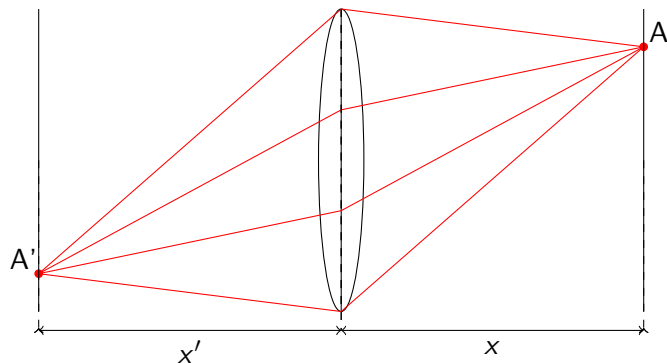
Układ Optyczny

Równanie soczewki

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (1)$$



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (2)$$

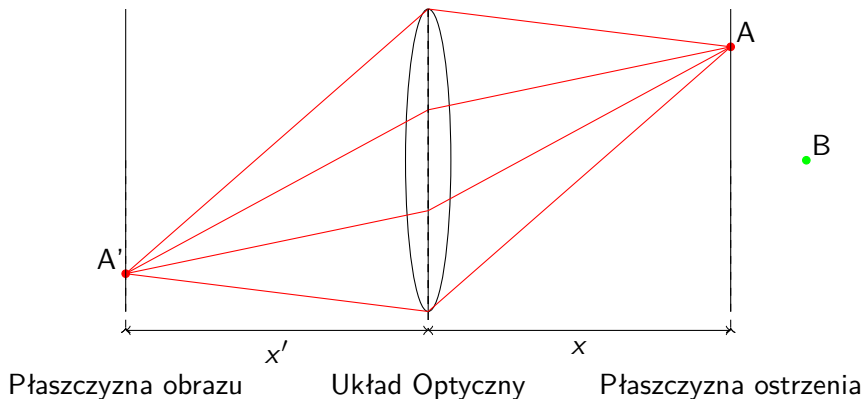


Płaszczyzna obrazu

Układ Optyczny

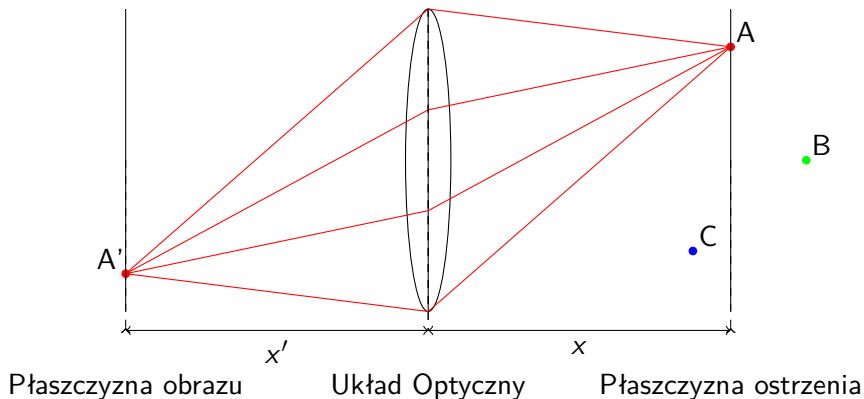
Płaszczyzna ostrzenia

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (2)$$

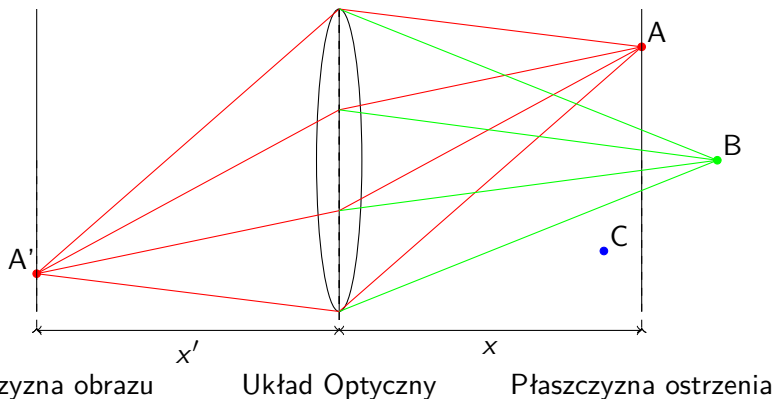


Rozmycie obrazu

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (2)$$

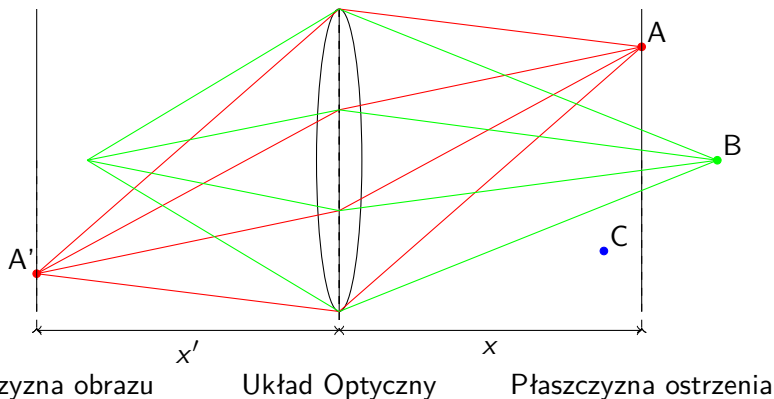


$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (2)$$

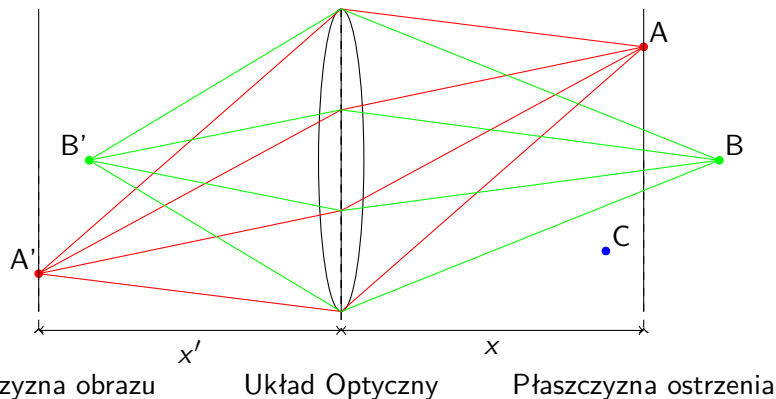


Rozmycie obrazu

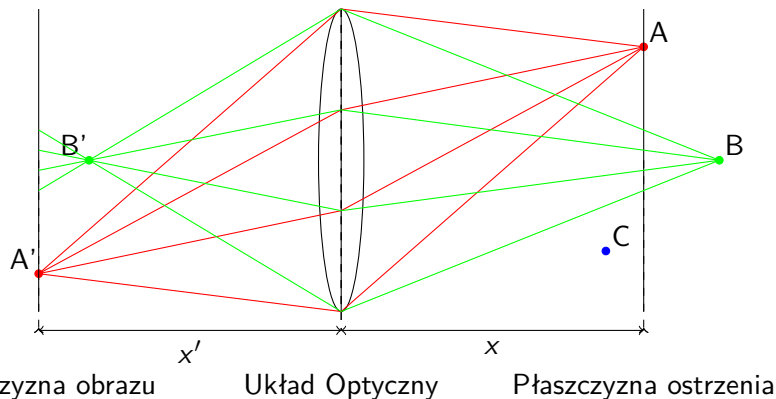
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (2)$$



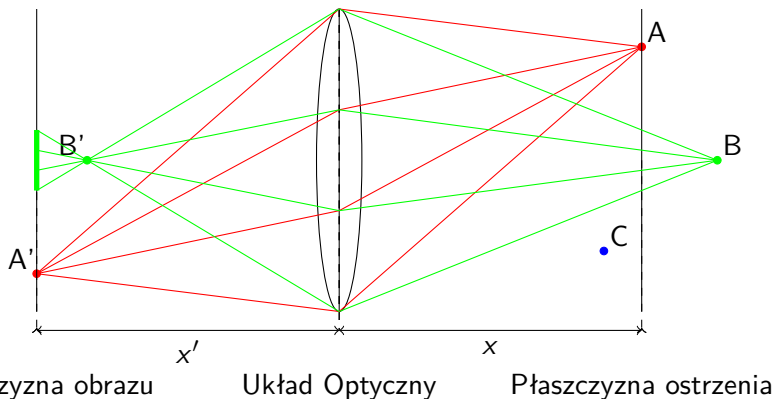
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (2)$$



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (2)$$

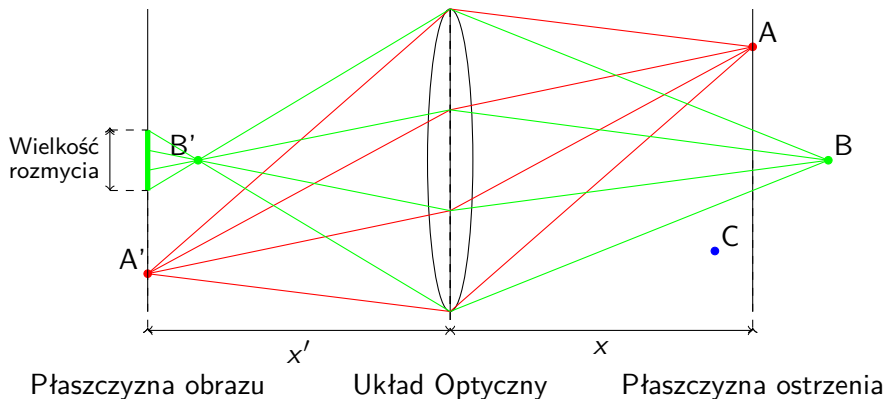


$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (2)$$



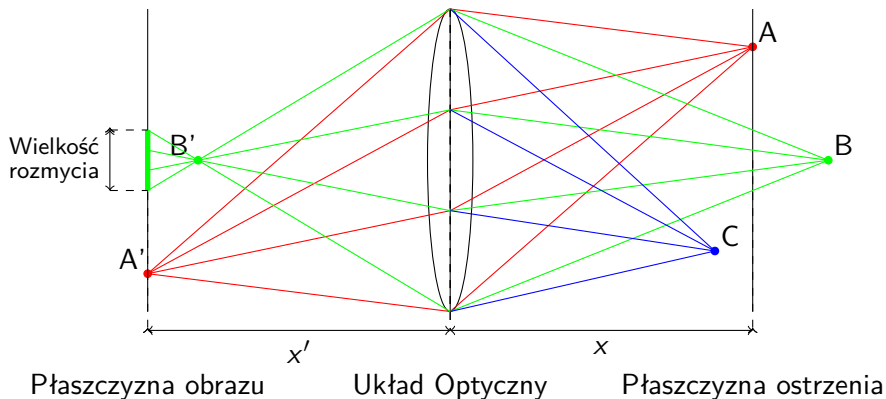
Rozmycie obrazu

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (2)$$



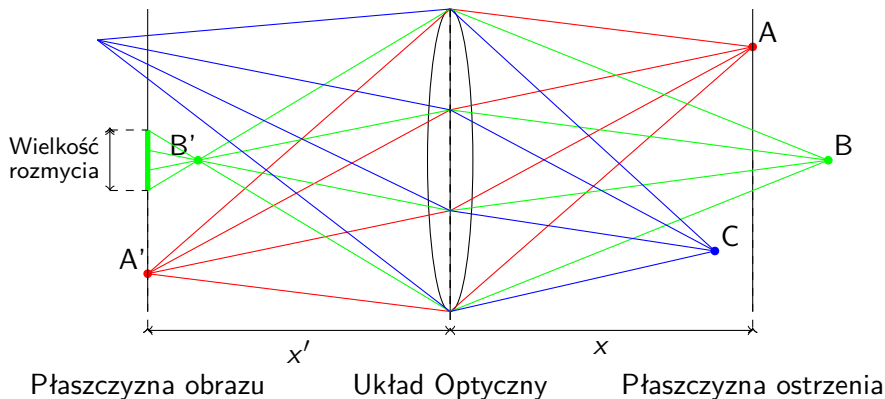
Rozmycie obrazu

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (2)$$



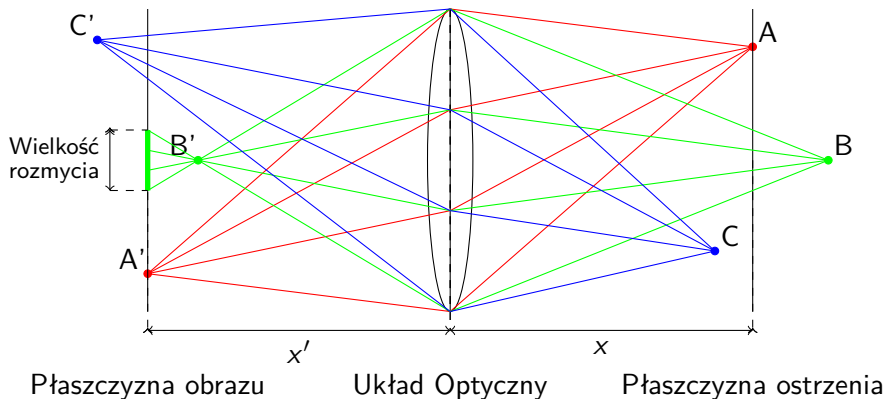
Rozmycie obrazu

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (2)$$



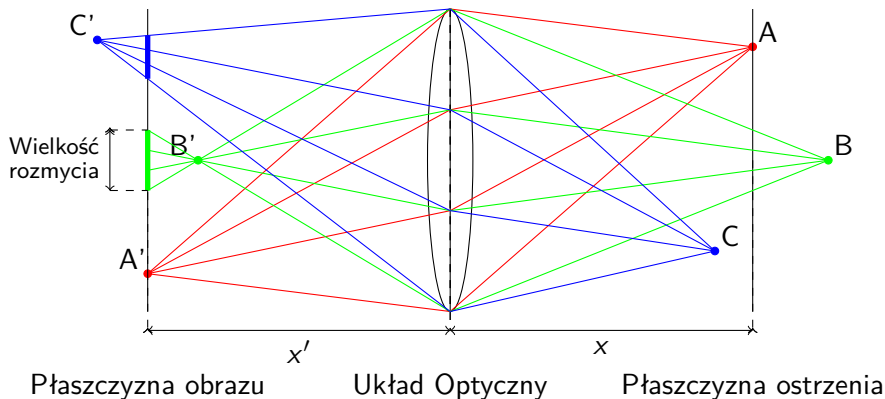
Rozmycie obrazu

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (2)$$



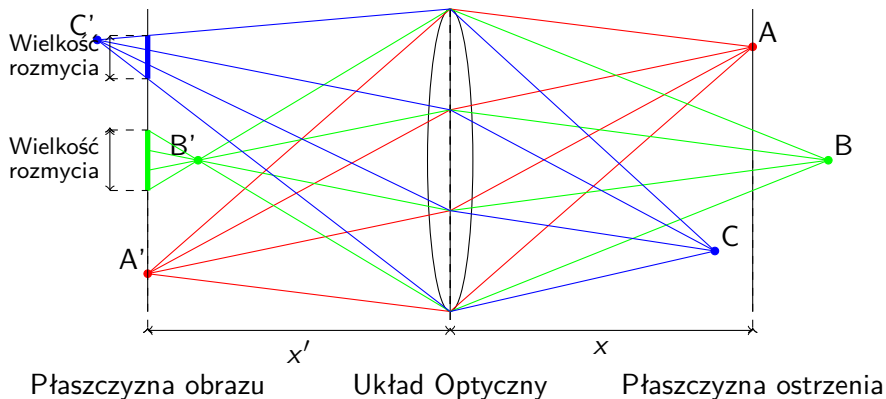
Rozmycie obrazu

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (2)$$



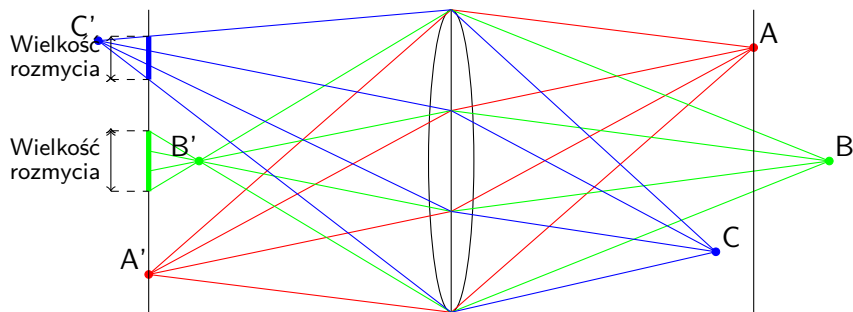
Rozmycie obrazu

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (2)$$



$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (3)$$

$$\frac{1}{\mathbf{f}} = \frac{1}{x} + \frac{1}{x'} \quad (4)$$

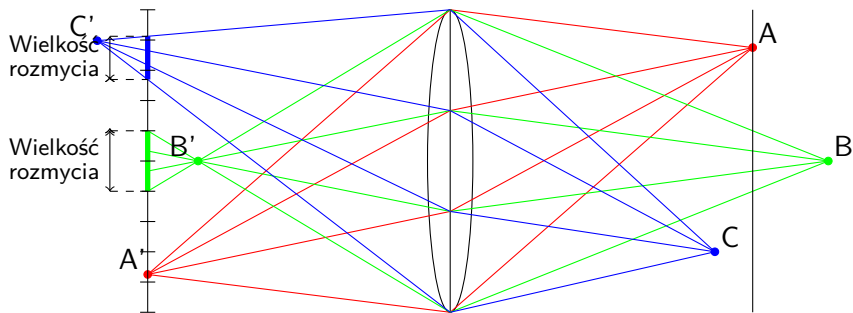


Płaszczyzna obrazu

Układ Optyczny

Płaszczyzna ostrzenia

- 1 Obraz zawsze rejestrowany jest ze skończoną rozdzielczością
- 2 Jeśli wielkość rozmycia jest mniejsza od pojedynczego punktu obraz uznajemy za ostry



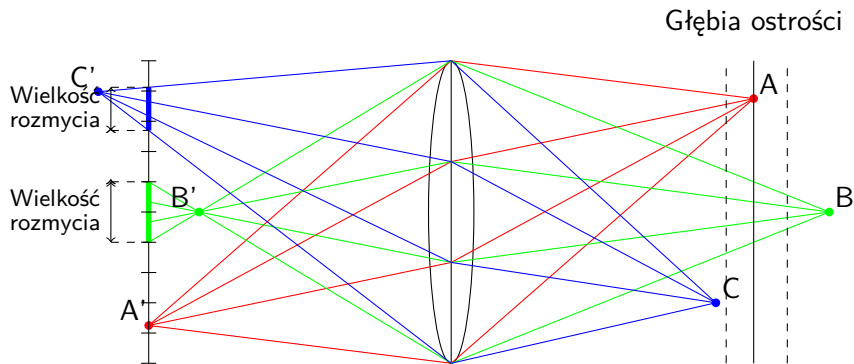
Płaszczyzna obrazu

Układ Optyczny

Płaszczyzna ostrzenia

- 1 Obraz zawsze rejestrowany jest ze skończoną rozdzielczością
- 2 Jeśli wielkość rozmycia jest mniejsza od pojedynczego punktu obraz uznajemy za ostry

Głębina ostrości



Płaszczyzna obrazu

Układ Optyczny

Płaszczyzna ostrzenia

- 1 Obraz zawsze rejestrowany jest ze skończoną rozdzielczością
- 2 Jeśli wielkość rozmycia jest mniejsza od pojedynczego punktu obraz uznajemy za ostry

$$D = \frac{2 \cdot size_{pixel}^2 \cdot f^3 \cdot x'}{(f - x')(f \cdot size_{pixel} + (f - x') \cdot size_{lens})(f \cdot size_{pixel} + (x' - f) \cdot size_{lens})} \quad (5)$$

D - głębina ostrości, f - ogniskowa układu optycznego, x' - odległość płaszczyzny obrazu od układu optycznego, $size_{pixel}$ - plamka rozmycia - wielkość punktu, $size_{lens}$ - wielkość światła układu optycznego, zależne od przysłony

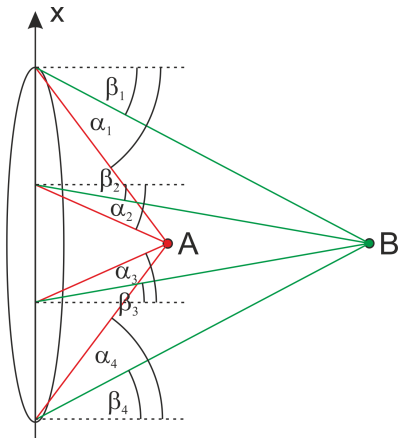
- 1 Głębina ostrości zależy od ilości rejestrowych promieni (przysłony)
- 2 Zastosowanie przysłony

Kamera z przesłoną

- 1 Głębia ostrości można zwiększyć zwiększając przesłonę
 - 2 Prowadzi to jednak do spadku ilości rejestrowanego światła, a więc pogarsza stosunek sygnału do szumu
-
- 1 S^2 - energia światła docierającego do soczewki
 - 2 N^2 - energia szumu przetwornika
 - 3 $\frac{S^2}{k}$ - energia światła rejestrowanego przez układ z k krotną przesłoną
 - 4 $\frac{S^2}{k \cdot N^2}$ - Stosunek sygnału do szumu układ z k krotną przesłoną

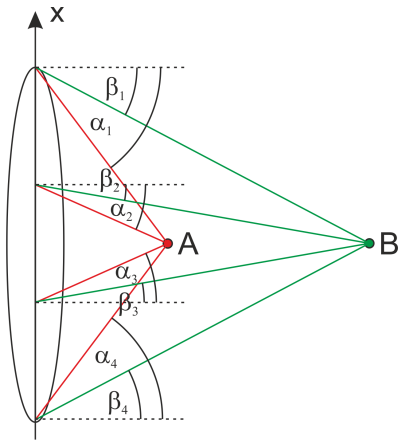
Chcieli byśmy rejestrować wszystkie promienie - całe dostępne światło
Chcielibyśmy mieć nieskończoną głębię ostrości

Przestrzeń promieni - definicja

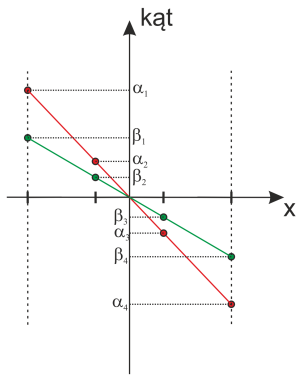


Układ optyczny

Przestrzeń promieni - definicja

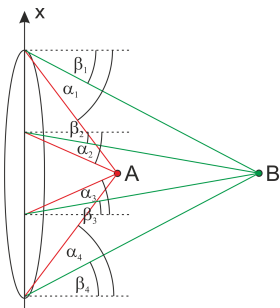


Układ optyczny

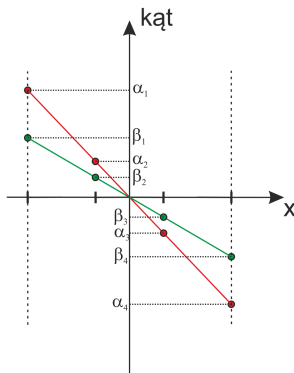


Przestrzeń promieni - właściwości

- 1 Punkt w przestrzeni - linia w przestrzeni promieni
- 2 Głębina - kąt nachylenia linii w przestrzeni promieni
- 3 Przesłanianie

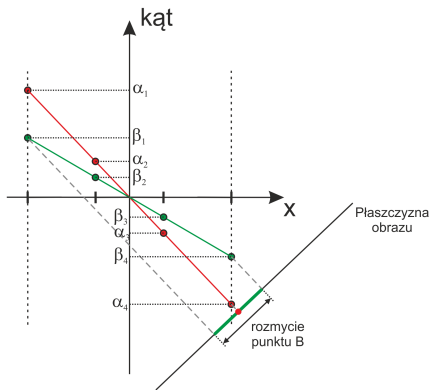
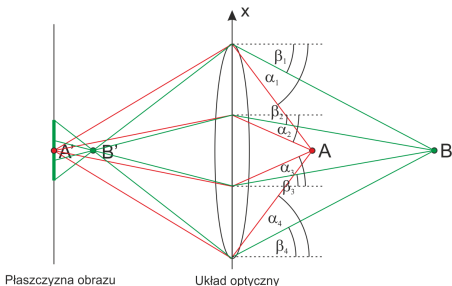


Układ optyczny



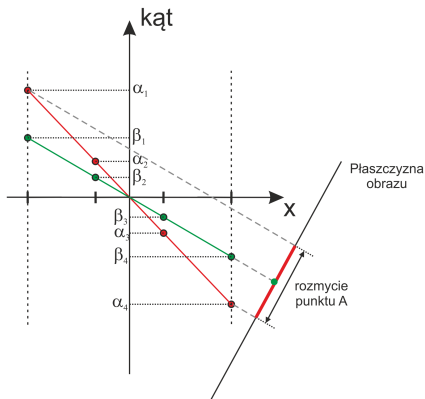
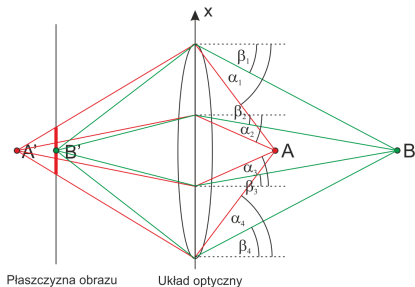
Przestrzeń promieni - rzutowanie obrazu

- 1 Kamera dokonuje rzutu promieni wzdłuż pewnego kierunku w przestrzeni promieni
- 2 O kierunku rzutu decyduje położenie płaszczyzny ostrzenia



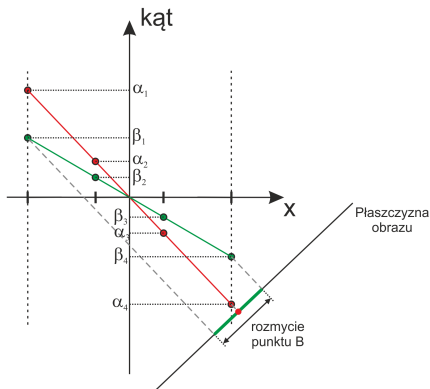
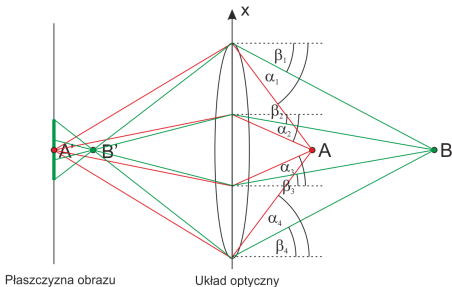
Przestrzeń promieni - rzutowanie obrazu

- 1 Kamera dokonuje rzutu promieni wzdłuż pewnego kierunku w przestrzeni promieni
- 2 O kierunku rzutu decyduje położenie płaszczyzny ostrzenia



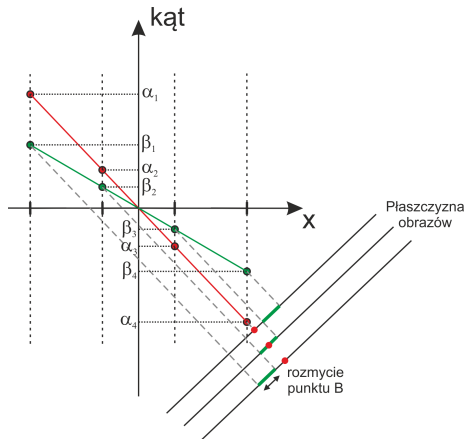
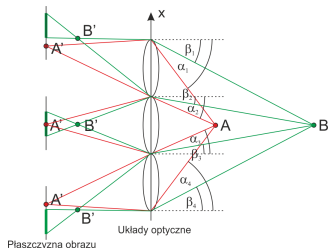
Przestrzeń promieni - zwiększenie głębi ostrości

- 1 Wielkość rozmycia decyduje o głębi ostrości
- 2 Mniej promieni większa głębia ostrości
- 3 Mniej światła większy stosunek sygnału do szumu



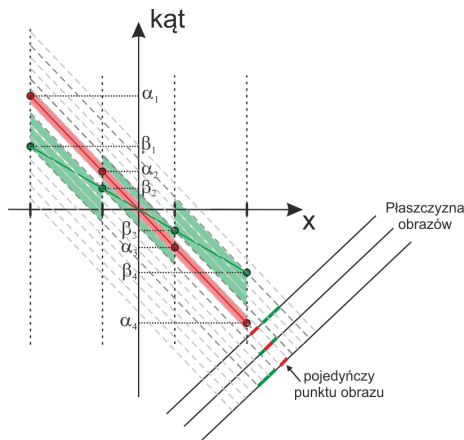
Kamera pola światła

- 1 Wiele układów optycznych - rejestracja wszystkich promieni
- 2 Każdy układ optyczny rejestruje małą liczbę promieni - większa głębokość ostrości
- 3 Identyfikny stosunek sygnału do szumu jak w tradycyjnej kamerze



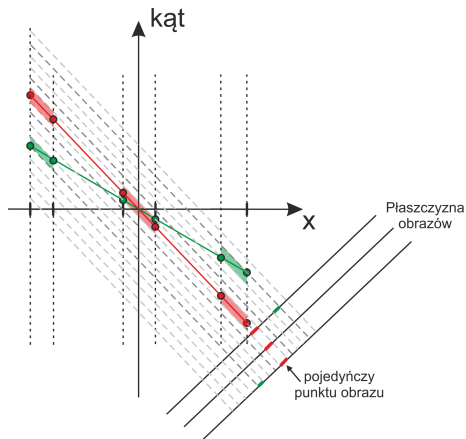
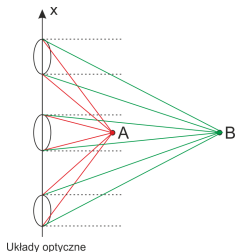
Rekonstrukcja przestrzeni promieni

- 1 Wiele obrazów efektywnie próbuje przestrzeń promieni
- 2 Możliwa rekonstrukcja przestrzeni promieni



Rekonstrukcja przestrzeni promieni

- 1 Wiele obrazów efektywnie próbuje przestrzeń promieni
- 2 Możliwa rekonstrukcja przestrzeni promieni
- 3 Nawet gdy nie cała przestrzeń promieni jest reprezentowana



- 1 Przestrzeń promieni jest *cztero-wymiarowa*
- 2 Punkt padania promienia na płaszczyznę układu optycznego - x i y
- 3 Kierunek padania promienia na płaszczyznę układu optycznego - najczęściej 2 kąty
- 4 Rzutowanie przestrzeni promieni na płaszczyznę

Dziękuję za uwagę

Pytania?