Geometria epipolarna

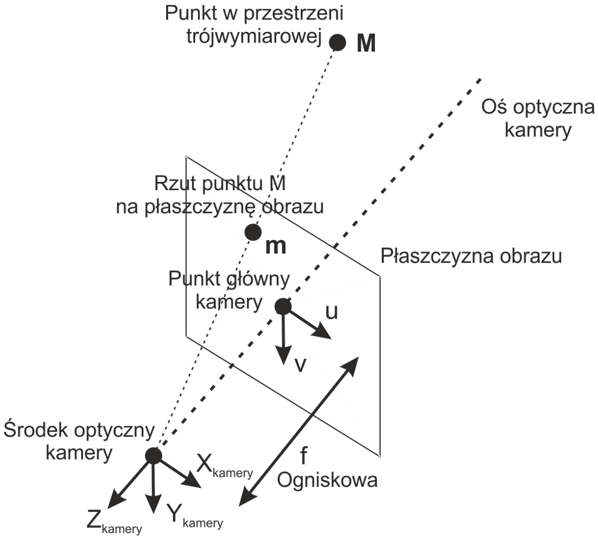
Krzysztof Wegner

Politechnika Poznańska
Katedra Telekomunikacji Multimedialnej i Mikroelektroniki

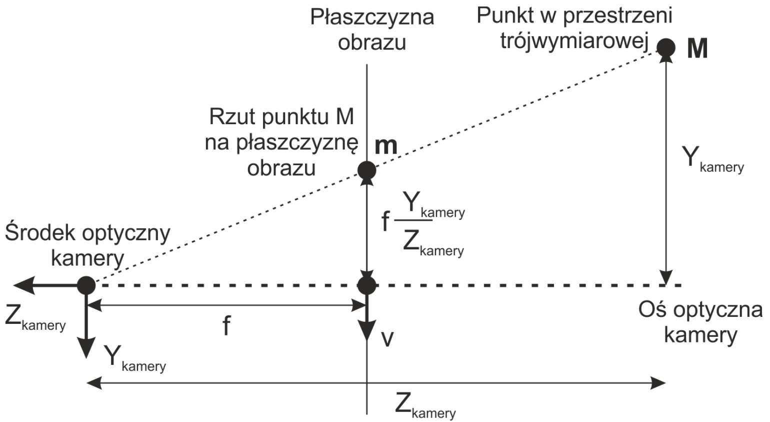
15 grudnia 2014

Skalary z
Macierze $\mathbf{A}$
Położenie punktu w przestrzeni trójwymiarowej $\mathbf{M} = [X, Y, Z]^T$
Położenie punktu na płaszczyźnie obrazu $\mathbf{m} = [u, v, 1]^T$

Model kamery otworkowej



Parametry wewnętrzne kamery



Parametry wewnętrzne kamery

$$\mathbf{m} = [u, v, 1]^T \qquad \mathbf{M} = [X_{kamery}, Y_{kamery}, Z_{kamery}]^T$$

Parametry wewnętrzne kamery

$$\mathbf{m} = [u, v, 1]^T \qquad \mathbf{M} = [X_{kamery}, Y_{kamery}, Z_{kamery}]^T$$

$$u = f\frac{X_{kamery}}{Z_{kamery}}$$
$$v = f\frac{Y_{kamery}}{Z_{kamery}}$$

$$\mathbf{m} = \left[f\frac{X_{kamery}}{Z_{kamery}}, f\frac{Y_{kamery}}{Z_{kamery}}, 1 \right]^T$$

Parametry wewnętrzne kamery

$$\mathbf{m} = [u, v, 1]^T \qquad \mathbf{M} = [X_{kamery}, Y_{kamery}, Z_{kamery}]^T$$

$$u = f\frac{X_{kamery}}{Z_{kamery}}$$
$$v = f\frac{Y_{kamery}}{Z_{kamery}}$$

$$\mathbf{m} = \left[f\frac{X_{kamery}}{Z_{kamery}}, f\frac{Y_{kamery}}{Z_{kamery}}, 1\right]^T / \cdot Z_{kamery}$$

Parametry wewnętrzne kamery

$$\mathbf{m} = [u, v, 1]^T \qquad \mathbf{M} = [X_{kamery}, Y_{kamery}, Z_{kamery}]^T$$

$$u = f\frac{X_{kamery}}{Z_{kamery}}$$

$$v = f\frac{Y_{kamery}}{Z_{kamery}}$$

$$Z_{kamery}\mathbf{m} = [f\,X_{kamery}, f\,Y_{kamery}, Z_{kamery}]^T$$

Parametry wewnętrzne kamery

$$\mathbf{m} = [u, v, 1]^T \qquad \mathbf{M} = [X_{kamery}, Y_{kamery}, Z_{kamery}]^T$$

$$u = f\frac{X_{kamery}}{Z_{kamery}}$$
$$v = f\frac{Y_{kamery}}{Z_{kamery}}$$

$$Z_{kamery}\mathbf{m} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} [X_{kamery}, Y_{kamery}, Z_{kamery}]^T$$

Parametry wewnętrzne kamery

$$\mathbf{m} = [u, v, 1]^T \qquad \mathbf{M} = [X_{kamery}, Y_{kamery}, Z_{kamery}]^T$$

$$u = f\frac{X_{kamery}}{Z_{kamery}}$$
$$v = f\frac{Y_{kamery}}{Z_{kamery}}$$

$$Z_{kamery}\mathbf{m} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{kamery} \\ Y_{kamery} \\ Z_{kamery} \end{bmatrix}$$

Parametry wewnętrzne kamery

$$\mathbf{m} = [u, v, 1]^T \qquad \mathbf{M} = [X_{kamery}, Y_{kamery}, Z_{kamery}]^T$$

$$u = f\frac{X_{kamery}}{Z_{kamery}}$$
$$v = f\frac{Y_{kamery}}{Z_{kamery}}$$

$$Z_{kamery}\mathbf{m} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}\mathbf{M}$$

Parametry wewnętrzne kamery

$$\mathbf{m} = [u, v, 1]^T \qquad \mathbf{M} = [X_{kamery}, Y_{kamery}, Z_{kamery}]^T$$

$$u = f\frac{X_{kamery}}{Z_{kamery}}$$
$$v = f\frac{Y_{kamery}}{Z_{kamery}}$$

$$Z_{kamery}\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{M}$$

Parametry wewnętrzne kamery

$$\mathbf{m} = [u, v, 1]^T \qquad \mathbf{M} = [X_{kamery}, Y_{kamery}, Z_{kamery}]^T$$

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Z_{kamery}\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{M}$$

Parametry wewnętrzne kamery

$$\mathbf{m} = [u, v, 1]^T \qquad \mathbf{M} = [X_{kamery}, Y_{kamery}, Z_{kamery}]^T$$

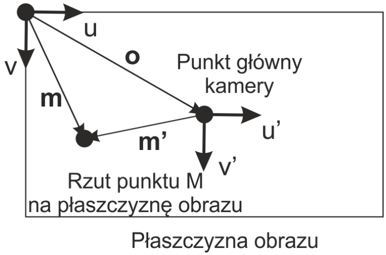
$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Z_{kamery}\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{M}$$

K - macierz parametrów wewnętrznych kamery.

Punkt główny kamery

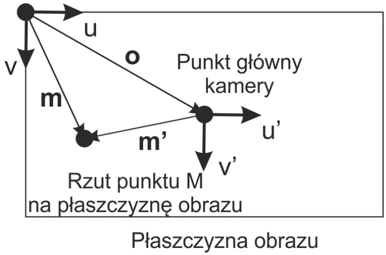
Punkt główny kamery $o = [o_u, o_v, 0]^T$
Rzut punktu M na płaszczyznę obrazu $Z_{kamery}\, \mathbf{m}' = \mathbf{K}'\, \mathbf{M}$



$$\mathbf{m} = \mathbf{m}' + \mathbf{o}$$

Punkt główny kamery

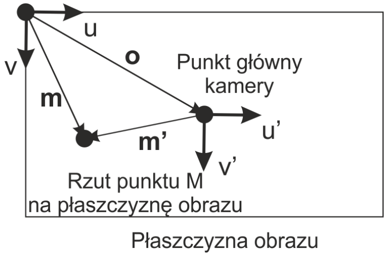
Punkt główny kamery $o = [o_u, o_v, 0]^T$
Rzut punktu M na płaszczyznę obrazu $Z_{kamery}\,\mathbf{m}' = \mathbf{K}'\,\mathbf{M}$



$$\mathbf{m} = \mathbf{m}' + \mathbf{o} / \cdot Z_{kamery}$$

Punkt główny kamery

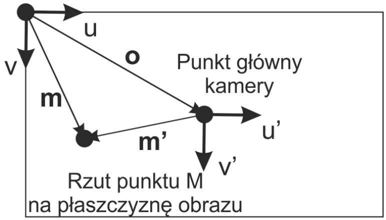
Punkt główny kamery $o = [o_u, o_v, 0]^T$
Rzut punktu M na płaszczyznę obrazu $Z_{kamery}\,\mathbf{m}' = \mathbf{K}'\,\mathbf{M}$



$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = Z_{kamery}\,\mathbf{m}' + Z_{kamery}\,\mathbf{o}$$

Punkt główny kamery

Punkt główny kamery $o = [o_u, o_v, 0]^T$
Rzut punktu M na płaszczyznę obrazu $Z_{kamery}\,\mathbf{m}' = \mathbf{K}'\,\mathbf{M}$

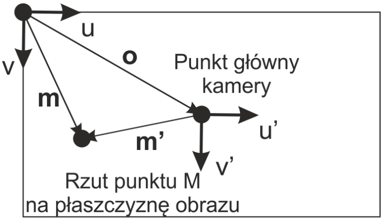


Płaszczyzna obrazu

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}'\mathbf{M} + Z_{kamery}\,\mathbf{o}$$

Punkt główny kamery

Punkt główny kamery $o = [o_u, o_v, 0]^T$
Rzut punktu M na płaszczyznę obrazu $Z_{kamery}\,\mathbf{m}' = \mathbf{K}'\,\mathbf{M}$

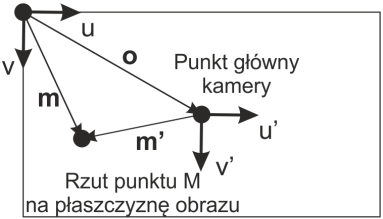


Płaszczyzna obrazu

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}'\mathbf{M} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & o_u \\ 0 & 0 & o_v \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{kamery} \\ Y_{kamery} \\ Z_{kamery} \end{bmatrix}$$

Punkt główny kamery

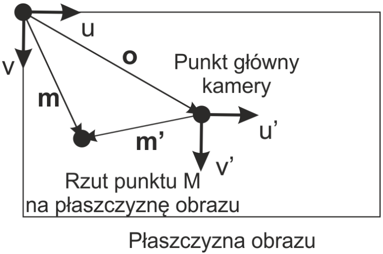
Punkt główny kamery $o = [o_u, o_v, 0]^T$
Rzut punktu M na płaszczyznę obrazu $Z_{kamery}\,\mathbf{m}' = \mathbf{K}'\,\mathbf{M}$



Płaszczyzna obrazu

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \begin{bmatrix} f & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{M} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & o_u \\ 0 & 0 & o_v \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \mathbf{M}$$

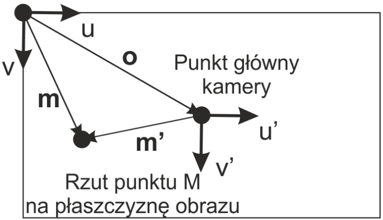
Punkt główny kamery $o = [o_u, o_v, 0]^T$
Rzut punktu M na płaszczyznę obrazu $Z_{kamery}\,\mathbf{m}' = \mathbf{K}'\,\mathbf{M}$



$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \left(\begin{bmatrix} f & 0 & 0 \\ 0 & f & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 & 0 & o_u \\ 0 & 0 & o_v \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \right) \mathbf{M}$$

Punkt główny kamery

Punkt główny kamery $o = [o_u, o_v, 0]^T$
Rzut punktu M na płaszczyznę obrazu $Z_{kamery}\,\mathbf{m}' = \mathbf{K}'\,\mathbf{M}$

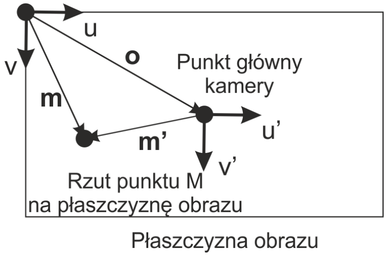


Płaszczyzna obrazu

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \begin{bmatrix} f & 0 & o_u \\ 0 & f & o_v \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{M}$$

Punkt główny kamery

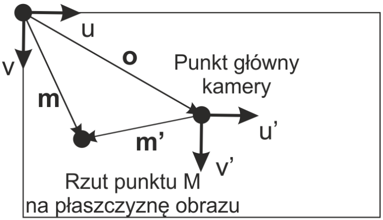
Punkt główny kamery $o = [o_u, o_v, 0]^T$
Rzut punktu M na płaszczyznę obrazu $Z_{kamery}\,\mathbf{m}' = \mathbf{K}'\,\mathbf{M}$



$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{M}$$

Punkt główny kamery

Punkt główny kamery $o = [o_u, o_v, 0]^T$
Rzut punktu M na płaszczyznę obrazu $Z_{kamery}\,\mathbf{m}' = \mathbf{K}'\,\mathbf{M}$



Płaszczyzna obrazu

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{M} \qquad \mathbf{K} = \begin{bmatrix} f & 0 & o_u \\ 0 & f & o_v \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Punkty obrazu - pixele

Położenie punktu $\mathbf{m}$ w obrazie podawane jest jako wielokrotność okresu próbkowania.

Punkty obrazu - pixele

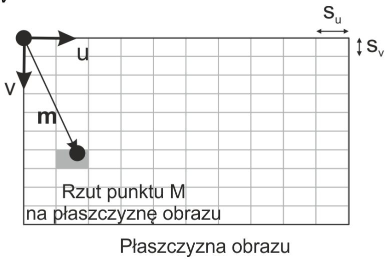
Położenie punktu **m** w obrazie podawane jest jako wielokrotność okresu próbkowania.

Okres próbkowania obrazu związany jest z wielkością elementu światłoczułego $s_u \times s_v$

Punkty obrazu - pixele

Położenie punktu **m** w obrazie podawane jest jako wielokrotność okresu próbkowania.

Okres próbkowania obrazu związany jest z wielkością elementu światłoczułego $s_u \times s_v$



Punkty obrazu - pixele

Położenie punktu **m** w obrazie podawane jest jako wielokrotność okresu próbkowania.

Okres próbkowania obrazu związany jest z wielkością elementu światłoczułego $s_u \times s_v$

Płaszczyzna obrazu

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{u'}{s_u} \\ \frac{v'}{s_v} \\ 1 \end{bmatrix}$$

Punkty obrazu - pixele

Położenie punktu **m** w obrazie podawane jest jako wielokrotność okresu próbkowania.

Okres próbkowania obrazu związany jest z wielkością elementu światłoczułego $s_u \times s_v$

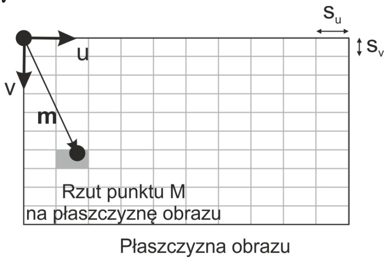
Płaszczyzna obrazu

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{s_u} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{s_v} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u' \\ v' \\ 1 \end{bmatrix}$$

Punkty obrazu - pixele

Położenie punktu **m** w obrazie podawane jest jako wielokrotność okresu próbkowania.

Okres próbkowania obrazu związany jest z wielkością elementu światłoczułego $s_u \times s_v$



$$\mathbf{m} = \begin{bmatrix} \frac{1}{s_u} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{s_v} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{m}'$$

Punkty obrazu - pixele

Położenie punktu **m** w obrazie podawane jest jako wielokrotność okresu próbkowania.

Okres próbkowania obrazu związany jest z wielkością elementu światłoczułego $s_u \times s_v$

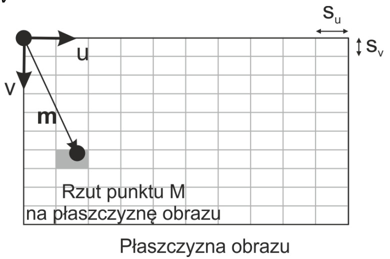
Płaszczyzna obrazu

$$\mathbf{m} = \begin{bmatrix} \frac{1}{s_u} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{s_v} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{m}' / \cdot Z_{kamery}$$

Punkty obrazu - pixele

Położenie punktu **m** w obrazie podawane jest jako wielokrotność okresu próbkowania.

Okres próbkowania obrazu związany jest z wielkością elementu światłoczułego $s_u \times s_v$

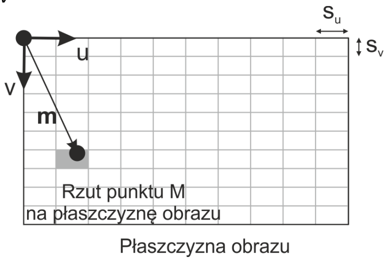


$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \begin{bmatrix} \frac{1}{s_u} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{s_v} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} Z_{kamery}\,\mathbf{m}'$$

Punkty obrazu - pixele

Położenie punktu **m** w obrazie podawane jest jako wielokrotność okresu próbkowania.

Okres próbkowania obrazu związany jest z wielkością elementu światłoczułego $s_u \times s_v$



$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \begin{bmatrix} \frac{1}{s_u} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{s_v} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{K}'\,\mathbf{M}$$

Punkty obrazu - pixele

Położenie punktu **m** w obrazie podawane jest jako wielokrotność okresu próbkowania.

Okres próbkowania obrazu związany jest z wielkością elementu światłoczułego $s_u \times s_v$

Płaszczyzna obrazu

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \begin{bmatrix} \frac{1}{s_u} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{s_v} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f & 0 & o'_u \\ 0 & f & o'_v \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{M}$$

Punkty obrazu - pixele

Położenie punktu **m** w obrazie podawane jest jako wielokrotność okresu próbkowania.

Okres próbkowania obrazu związany jest z wielkością elementu światłoczułego $s_u \times s_v$

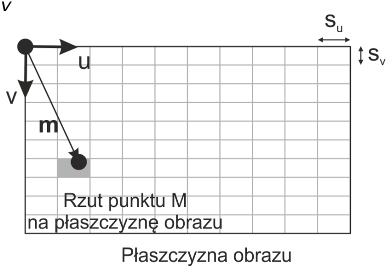
Płaszczyzna obrazu

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \begin{bmatrix} \frac{f}{s_u} & 0 & \frac{o'_u}{s_u} \\ 0 & \frac{f}{s_v} & \frac{o'_v}{s_v} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \mathbf{M}$$

Punkty obrazu - pixele

Położenie punktu **m** w obrazie podawane jest jako wielokrotność okresu próbkowania.

Okres próbkowania obrazu związany jest z wielkością elementu światłoczułego $s_u \times s_v$



$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{M}$$

Macierz parametrów wewnętrznych

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} \frac{f}{s_u} & 0 & \frac{o'_u}{s_u} \\ 0 & \frac{f}{s_v} & \frac{o'_v}{s_v} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Macierz parametrów wewnętrznych

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} \frac{f}{s_u} & 0 & \frac{o'_u}{s_u} \\ 0 & \frac{f}{s_v} & \frac{o'_v}{s_v} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$\frac{f}{s_u} = f_u$ długość ogniskowej jako wielokrotność okresu próbkowania wzdłuż osi u

Macierz parametrów wewnętrznych

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} \frac{f}{s_u} & 0 & \frac{o'_u}{s_u} \\ 0 & \frac{f}{s_v} & \frac{o'_v}{s_v} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$\frac{f}{s_u} = f_u$ długość ogniskowej jako wielokrotność okresu próbkowania wzdłuż osi u
$\frac{f}{s_v} = f_v$ długość ogniskowej jako wielokrotność okresu próbkowania wzdłuż osi v

Macierz parametrów wewnętrznych

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} \frac{f}{s_u} & 0 & \frac{o'_u}{s_u} \\ 0 & \frac{f}{s_v} & \frac{o'_v}{s_v} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$\frac{f}{s_u} = f_u$ długość ogniskowej jako wielokrotność okresu próbkowania wzdłuż osi u
$\frac{f}{s_v} = f_v$ długość ogniskowej jako wielokrotność okresu próbkowania wzdłuż osi v
$\frac{o'_u}{s_u} = o_u$ położenie punktu głównego obrazu jako wielokrotność okresu próbkowania wzdłuż osi u

Macierz parametrów wewnętrznych

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} \frac{f}{s_u} & 0 & \frac{o'_u}{s_u} \\ 0 & \frac{f}{s_v} & \frac{o'_v}{s_v} \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$\frac{f}{s_u} = f_u$ długość ogniskowej jako wielokrotność okresu próbkowania wzdłuż osi u
$\frac{f}{s_v} = f_v$ długość ogniskowej jako wielokrotność okresu próbkowania wzdłuż osi v
$\frac{o'_u}{s_u} = o_u$ położenie punktu głównego obrazu jako wielokrotność okresu próbkowania wzdłuż osi u
$\frac{o'_v}{s_v} = o_v$ położenie punktu głównego obrazu jako wielokrotność okresu próbkowania wzdłuż osi v

Macierz parametrów wewnętrznych

$$\mathbf{K} = \begin{bmatrix} f_u & 0 & o_u \\ 0 & f_v & o_v \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

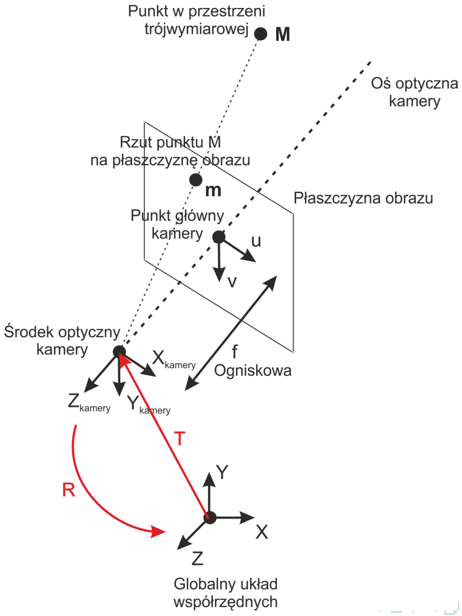
$\frac{f}{s_u} = f_u$ długość ogniskowej jako wielokrotność okresu próbkowania wzdłuż osi u

$\frac{f}{s_v} = f_v$ długość ogniskowej jako wielokrotność okresu próbkowania wzdłuż osi v

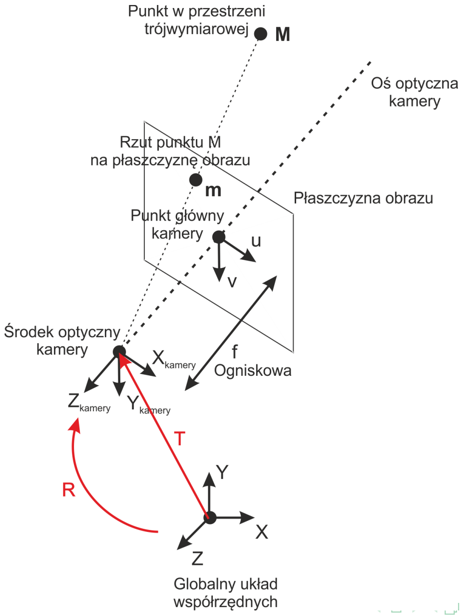
$\frac{o'_u}{s_u} = o_u$ położenie punktu głównego obrazu jako wielokrotność okresu próbkowania wzdłuż osi u

$\frac{o'_v}{s_v} = o_v$ położenie punktu głównego obrazu jako wielokrotność okresu próbkowania wzdłuż osi v

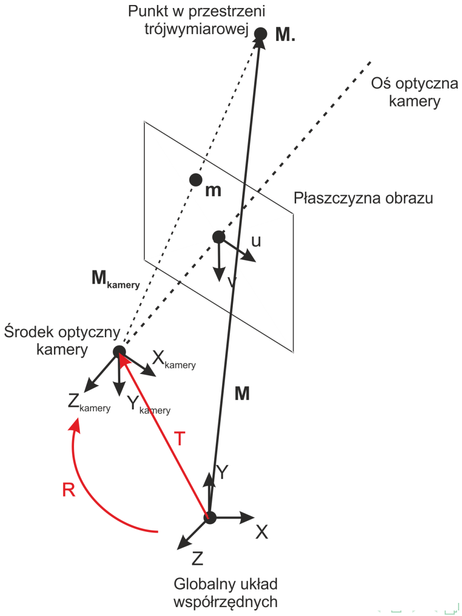
Położenie kamery w przestrzeni trójwymiarowej



Położenie kamery w przestrzeni trójwymiarowej

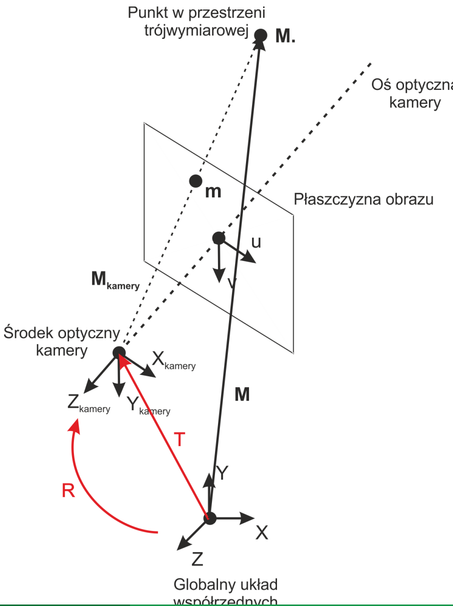


Położenie kamery w przestrzeni trójwymiarowej



Położenie kamery w przestrzeni trójwymiarowej

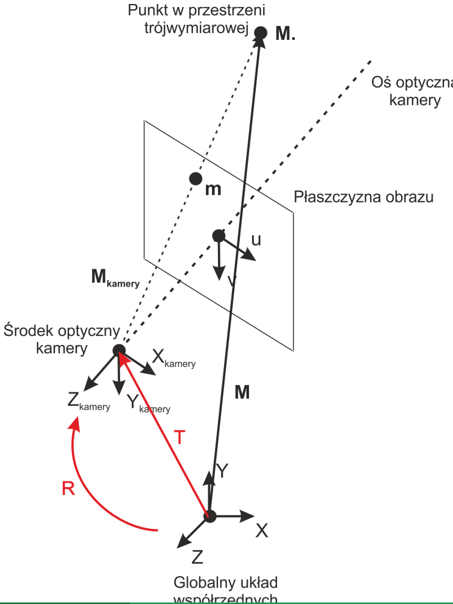
$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{M}_{\mathbf{kamery}}$$



Położenie kamery w przestrzeni trójwymiarowej

$$Z_{kamery}\, \mathbf{m} = \mathbf{K}\, \mathbf{M}_{\mathbf{kamery}}$$

$$\mathbf{T} = [t_x, t_y, t_z]^T$$

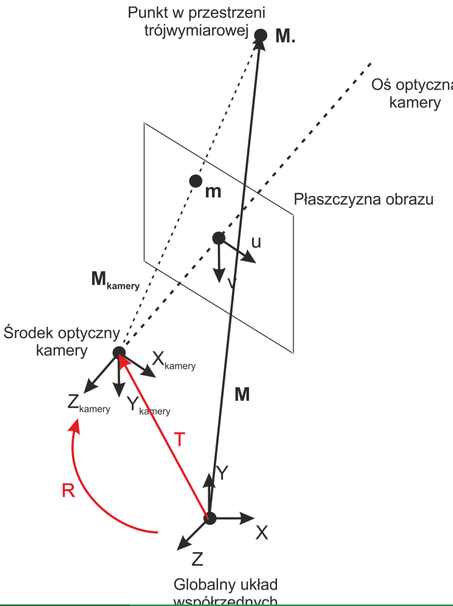


Położenie kamery w przestrzeni trójwymiarowej

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{M}_{\mathbf{kamery}}$$

$$\mathbf{T} = [t_x, t_y, t_z]^T$$

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}$$



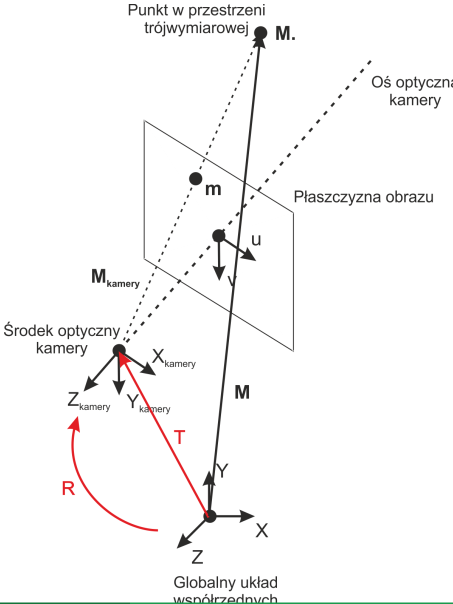
Położenie kamery w przestrzeni trójwymiarowej

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{M}_{\mathbf{kamery}}$$

$$\mathbf{T} = [t_x, t_y, t_z]^T$$

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{M} = \mathbf{T} + \mathbf{R}^{-1}\,\mathbf{M}_{\mathbf{kamery}}$$



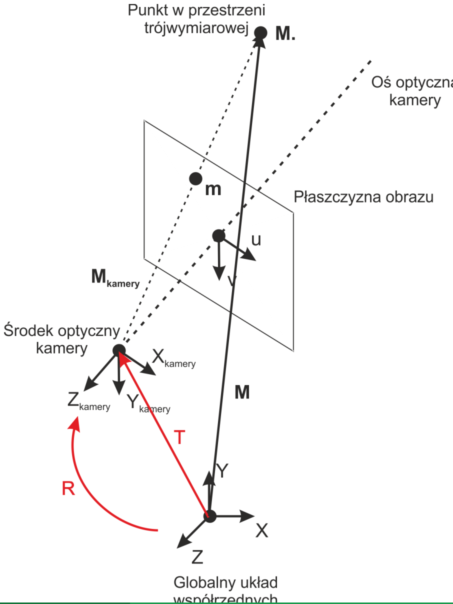
Położenie kamery w przestrzeni trójwymiarowej

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{M_{kamery}}$$

$$\mathbf{T} = [t_x, t_y, t_z]^T$$

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{M} = \mathbf{T} + \mathbf{R}^{-1}\,\mathbf{M_{kamery}} / - \mathbf{T}$$



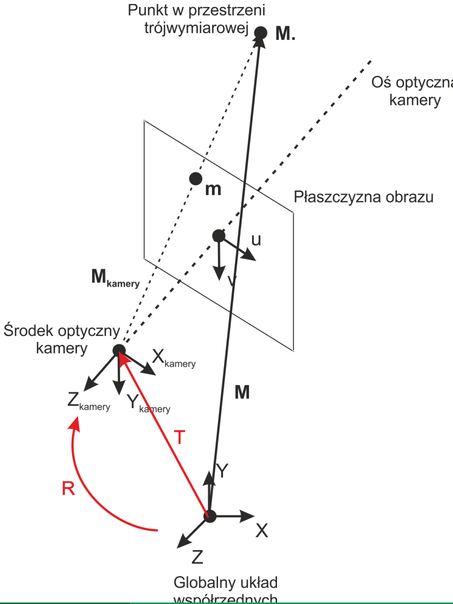
Położenie kamery w przestrzeni trójwymiarowej

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{M}_{\mathbf{kamery}}$$

$$\mathbf{T} = [t_x, t_y, t_z]^T$$

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{M} - \mathbf{T} = \mathbf{R}^{-1}\,\mathbf{M}_{\mathbf{kamery}}$$



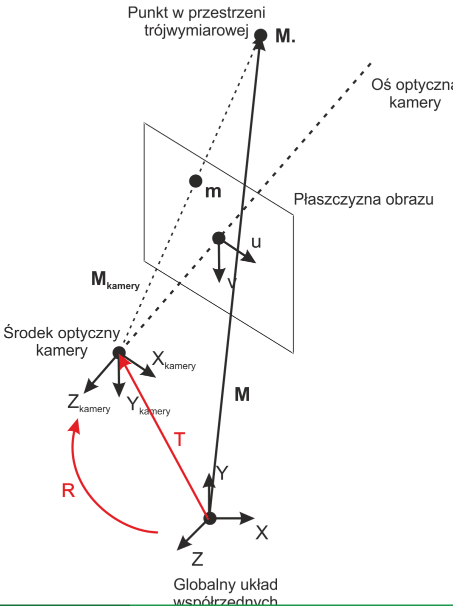
Położenie kamery w przestrzeni trójwymiarowej

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{M_{kamery}}$$

$$\mathbf{T} = [t_x, t_y, t_z]^T$$

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{M} - \mathbf{T} = \mathbf{R}^{-1}\,\mathbf{M_{kamery}}/\mathbf{R}\cdot$$



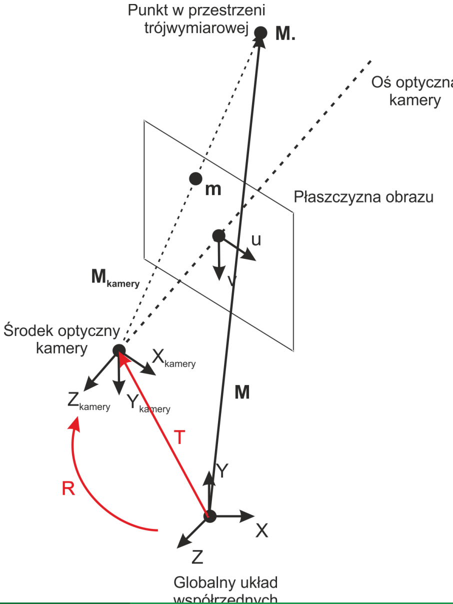
Położenie kamery w przestrzeni trójwymiarowej

$$Z_{kamery}\, \mathbf{m} = \mathbf{K}\, \mathbf{M_{kamery}}$$

$$\mathbf{T} = [t_x, t_y, t_z]^T$$

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{R}\,(\mathbf{M} - \mathbf{T}) = \mathbf{R}\mathbf{R}^{-1}\, \mathbf{M_{kamery}}$$



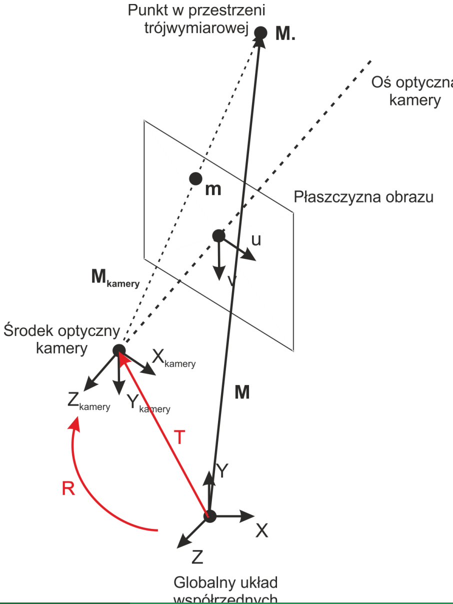
Położenie kamery w przestrzeni trójwymiarowej

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{M}_{\mathbf{kamery}}$$

$$\mathbf{T} = [t_x, t_y, t_z]^T$$

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{R}\,(\mathbf{M} - \mathbf{T}) = \mathbf{M}_{\mathbf{kamery}}$$



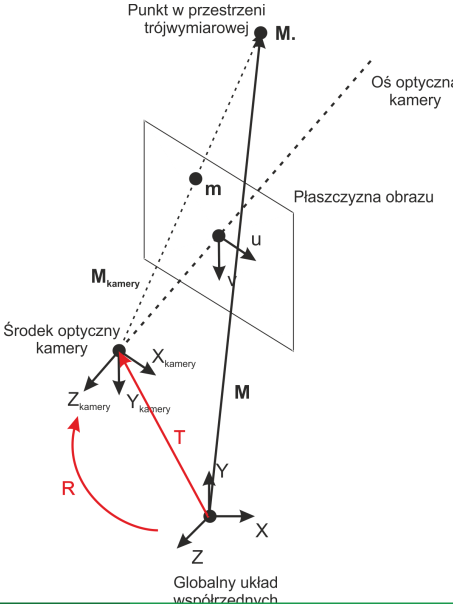
Położenie kamery w przestrzeni trójwymiarowej

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{M}_{\mathbf{kamery}}$$

$$\mathbf{T} = [t_x, t_y, t_z]^T$$

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{R}\begin{bmatrix}\mathbf{I} & -\mathbf{T}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\mathbf{M} \\ 1\end{bmatrix} = \mathbf{M}_{\mathbf{kamery}}$$



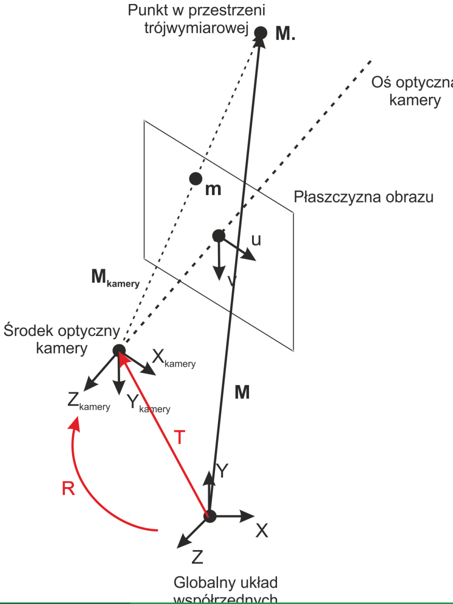
Położenie kamery w przestrzeni trójwymiarowej

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{M}_{\mathbf{kamery}}$$

$$\mathbf{T} = [t_x, t_y, t_z]^T$$

$$\mathbf{R} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{R} & -\mathbf{R}\,\mathbf{T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{M}_{\mathbf{kamery}}$$



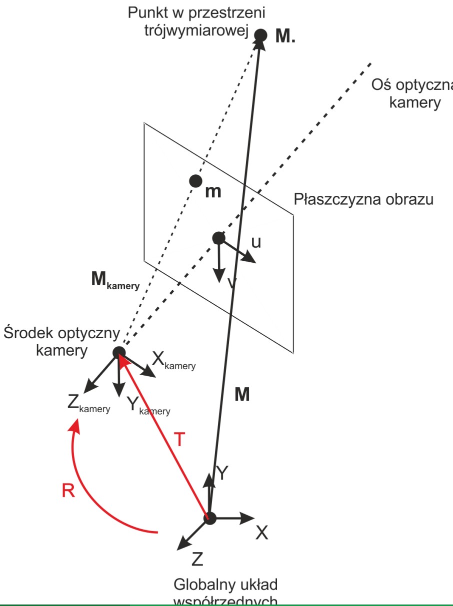
Położenie kamery w przestrzeni trójwymiarowej

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{M_{kamery}}$$

$$\mathbf{Rt} = \begin{bmatrix}\mathbf{R} & -\mathbf{R}\,\mathbf{T}\end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Rt} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t'_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t'_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t'_z \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Rt}\begin{bmatrix}\mathbf{M} \\ 1\end{bmatrix} = \mathbf{M_{kamery}}$$



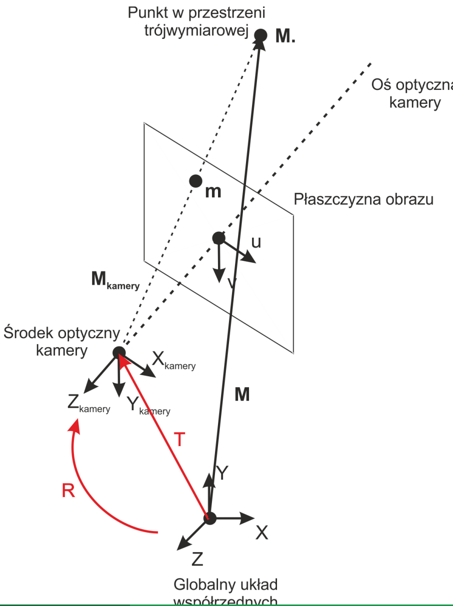
Położenie kamery w przestrzeni trójwymiarowej

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{Rt}\begin{bmatrix}\mathbf{M}\\1\end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Rt} = \begin{bmatrix}\mathbf{R} & -\mathbf{R}\,\mathbf{T}\end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Rt} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t'_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t'_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t'_z \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Rt}\begin{bmatrix}\mathbf{M}\\1\end{bmatrix} = \mathbf{M}_{\mathbf{kamery}}$$



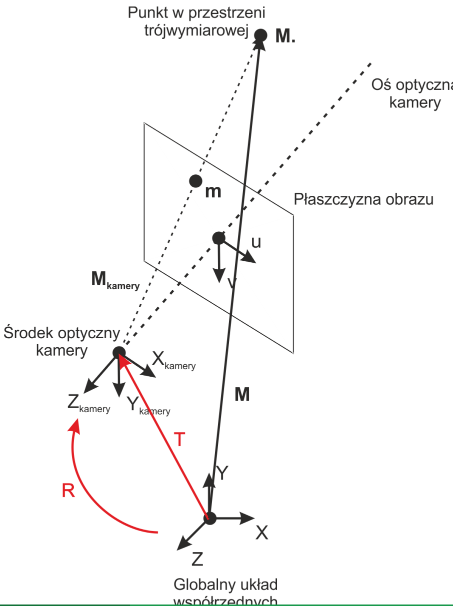
Parametry zewnętrzne kamery

$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{Rt}\begin{bmatrix}\mathbf{M}\\1\end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Rt} = \begin{bmatrix}\mathbf{R} & -\mathbf{R}\,\mathbf{T}\end{bmatrix}$$

$$\mathbf{Rt} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t'_x \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t'_y \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & t'_z \end{bmatrix}$$

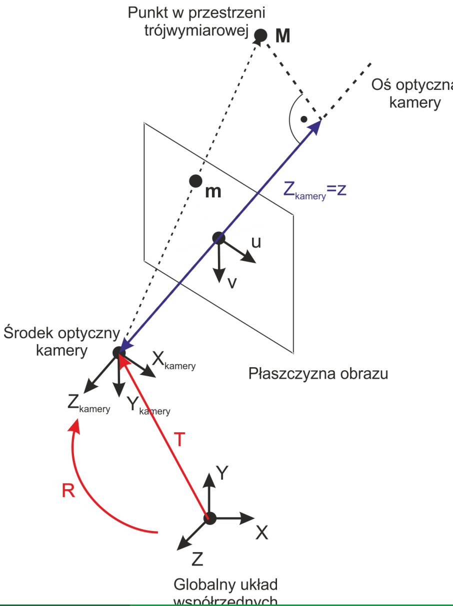
Macierz **Rt** nazywamy macierzą parametrów zewnętrznych kamery.



Głębia punktu M

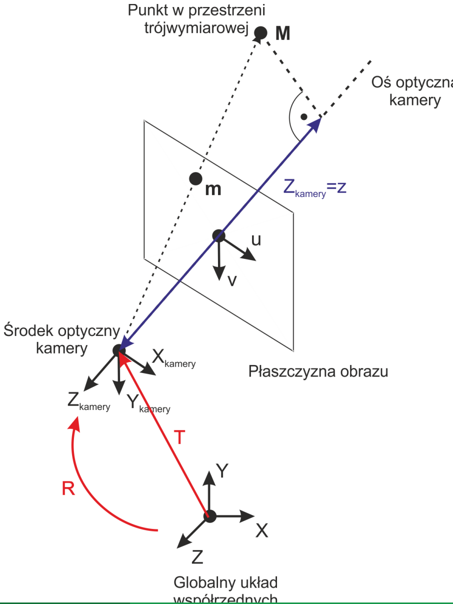
$$Z_{kamery}\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{Rt}\begin{bmatrix}\mathbf{M}\\1\end{bmatrix}$$

Odległość Z_{kamery} nazywa się głębią punktu M i oznacza z.



$$z\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{Rt}\begin{bmatrix}\mathbf{M}\\1\end{bmatrix}$$

Odległość Z_{kamery} nazywa się głębią punktu M i oznacza z.

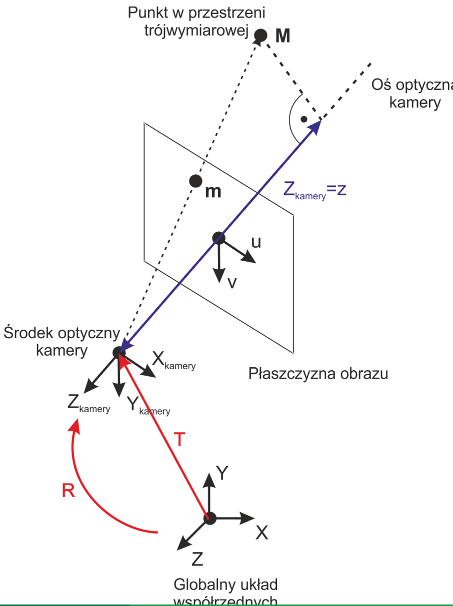


Głębia punktu M

$$z\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{Rt}\begin{bmatrix}\mathbf{M}\\1\end{bmatrix}$$

Odległość Z_{kamery} nazywa się głębią punktu M i oznacza z.

Informacja o głębi punktu M jest bezpowrotnie tracona w wyniku rzutowania.



Macierz projekcji

Równanie modelujące proces rejestracji obrazu przez kamerę

$$z\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{Rt}\begin{bmatrix}\mathbf{M}\\1\end{bmatrix}$$

Macierz projekcji

Równanie modelujące proces rejestracji obrazu przez kamerę

$$z\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{Rt}\begin{bmatrix}\mathbf{M}\\1\end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P} = \mathbf{K}\,\mathbf{Rt}$$

Macierz projekcji

Równanie modelujące proces rejestracji obrazu przez kamerę

$$z\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{Rt}\begin{bmatrix}\mathbf{M}\\1\end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P} = \mathbf{K}\,\mathbf{Rt}$$

Macierz **P** nazywamy macierzą projekcji kamery.

Macierz projekcji

Równanie modelujące proces rejestracji obrazu przez kamerę

$$z\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{Rt}\begin{bmatrix}\mathbf{M}\\ 1\end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P} = \mathbf{K}\,\mathbf{Rt}$$

Macierz **P** nazywamy macierzą projekcji kamery.
Macierz **K** nazywamy macierzą parametrów wewnętrznych kamery.

Macierz projekcji

Równanie modelujące proces rejestracji obrazu przez kamerę

$$z\,\mathbf{m} = \mathbf{K}\,\mathbf{Rt}\begin{bmatrix}\mathbf{M}\\1\end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P} = \mathbf{K}\,\mathbf{Rt}$$

Macierz **P** nazywamy macierzą projekcji kamery.
Macierz **K** nazywamy macierzą parametrów wewnętrznych kamery.
Macierz **Rt** nazywamy macierzą parametrów zewnętrznych kamery.

Macierz projekcji

Równanie modelujące proces rejestracji obrazu przez kamerę

$$z\,\mathbf{m} = \mathbf{P}\begin{bmatrix}\mathbf{M}\\1\end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P} = \mathbf{K}\,\mathbf{Rt}$$

Macierz **P** nazywamy macierzą projekcji kamery.
Macierz **K** nazywamy macierzą parametrów wewnętrznych kamery.
Macierz **Rt** nazywamy macierzą parametrów zewnętrznych kamery.

Macierz projekcji

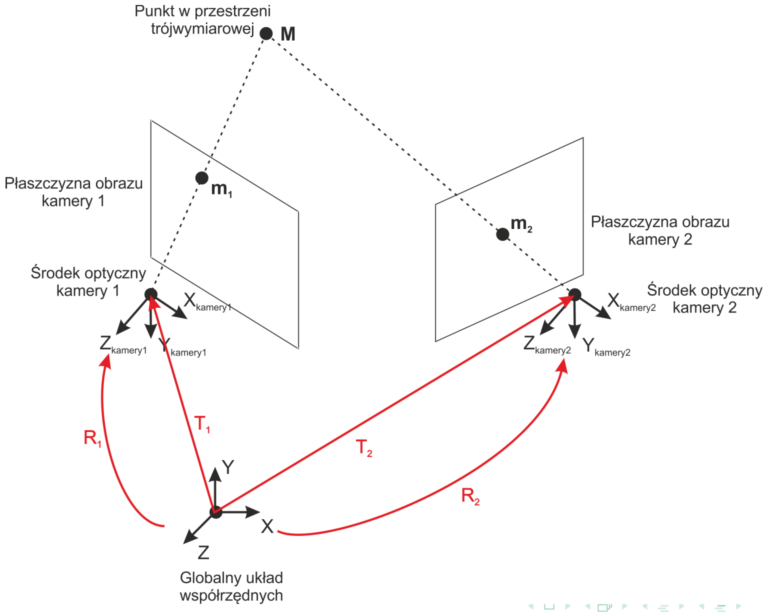
Równanie modelujące proces rejestracji obrazu przez kamerę

$$z\,\mathbf{m} = \mathbf{P}\begin{bmatrix}\mathbf{M} \\ 1\end{bmatrix}$$

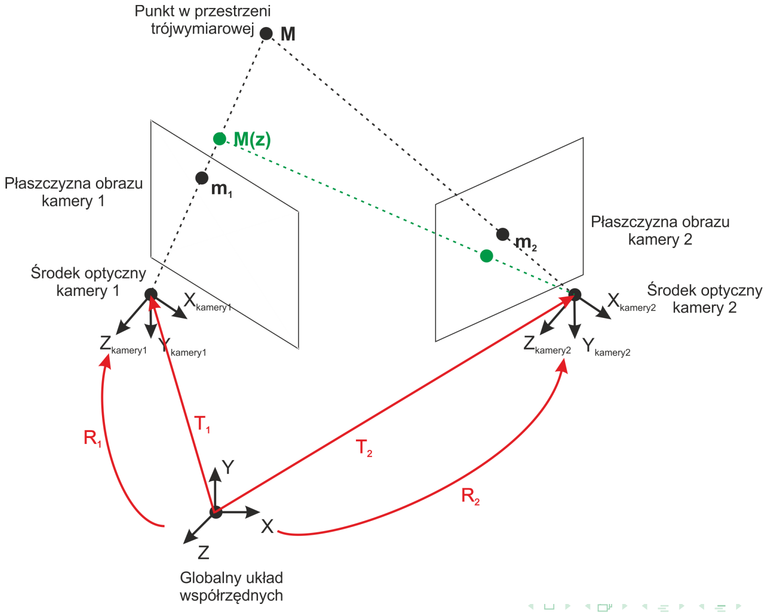
$$\mathbf{P} = \mathbf{K}\begin{bmatrix}\mathbf{R} & -\mathbf{R}\,\mathbf{T}\end{bmatrix}$$

Macierz **P** nazywamy macierzą projekcji kamery.
Macierz **K** nazywamy macierzą parametrów wewnętrznych kamery.
Macierz **R** i wektor **T** określa położenie kamery w globalnych układzie współrzędnych.

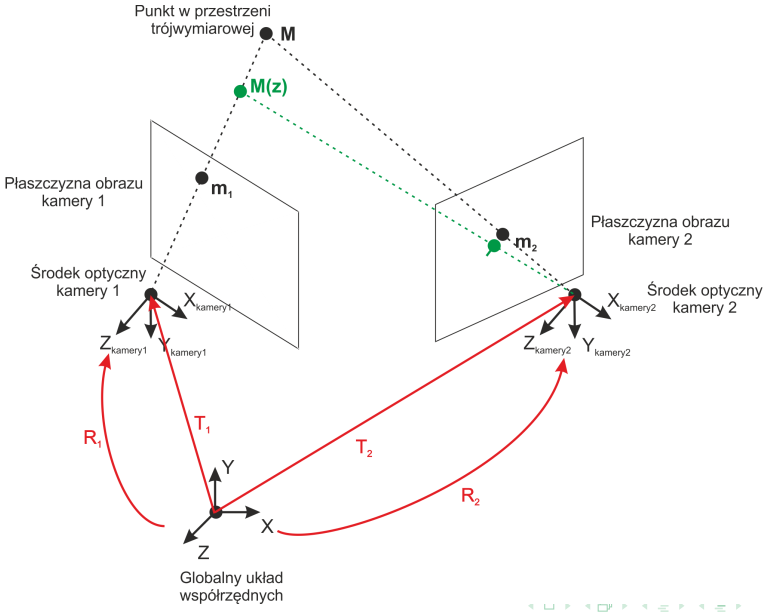
Geometria Epipolarna



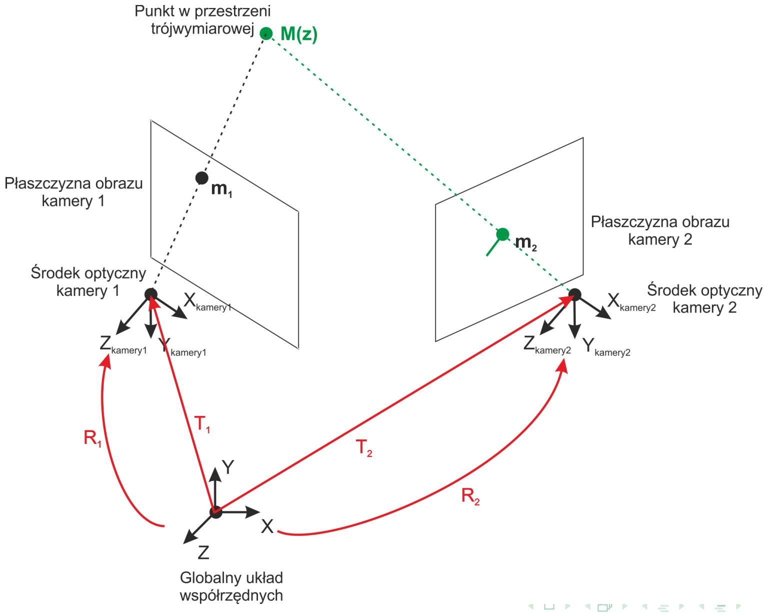
Linia Epipolarna



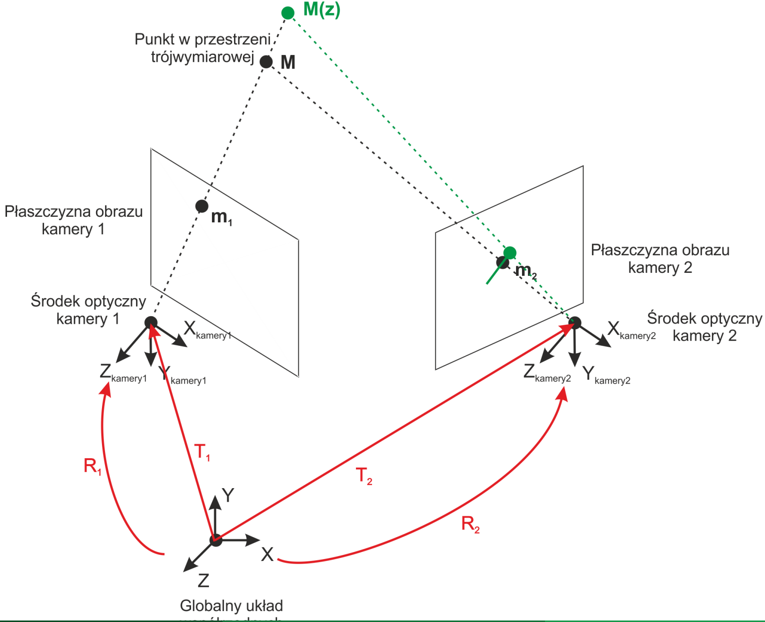
Linia Epipolarna



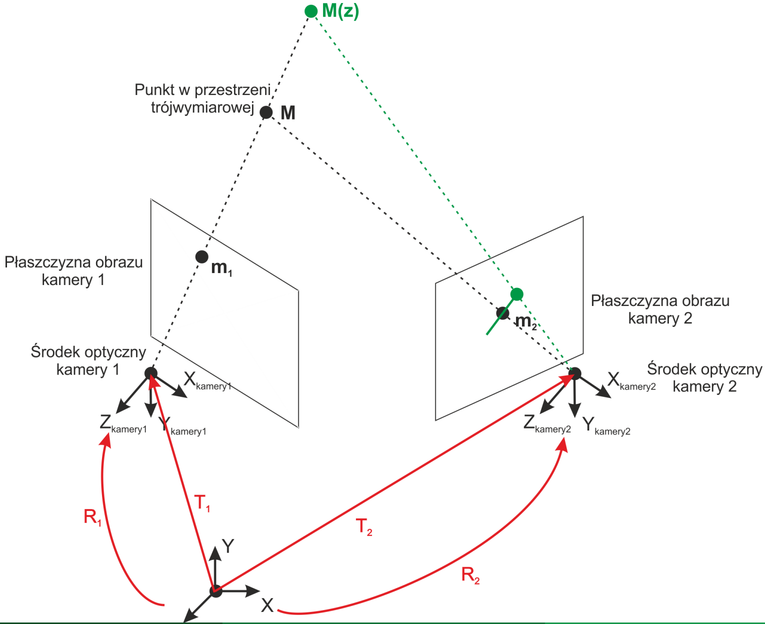
Linia Epipolarna



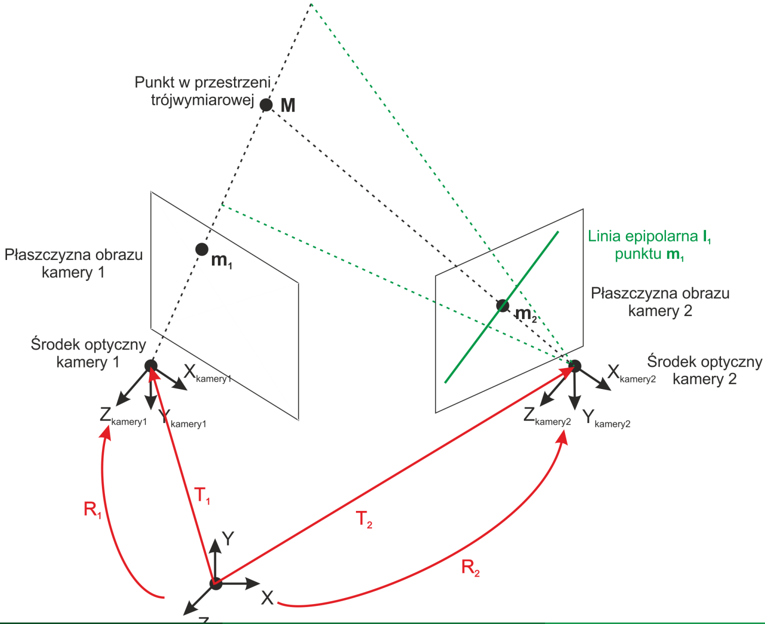
Linia Epipolarna



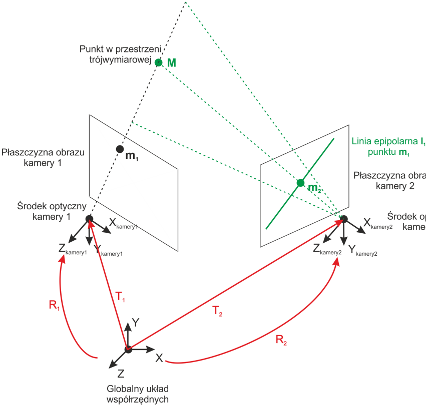
Linia Epipolarna



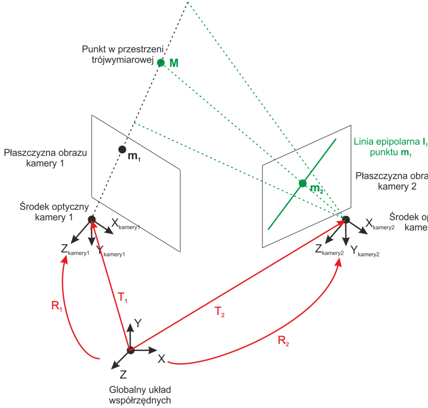
Linia Epipolarna



Linia Epipolarna

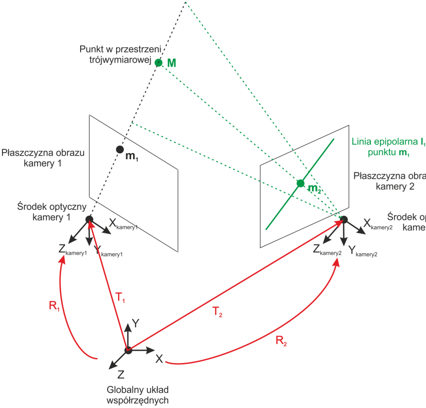


Dysponujemy tylko położeniem $\mathbf{m_1}$.



Dysponujemy tylko położeniem $\mathbf{m_1}$.

Chcemy znaleźć potencjalne położenie punktu $\mathbf{m_2}$.

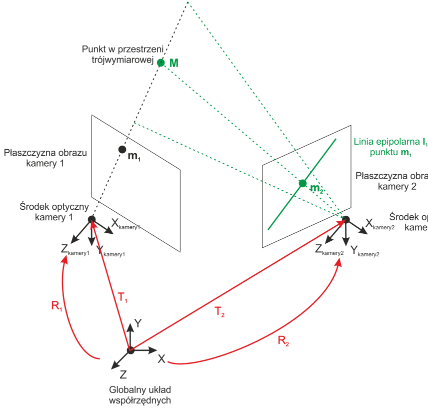


Linia Epipolarna

Dysponujemy tylko położeniem $\mathbf{m_1}$.

Chcemy znaleźć potencjalne położenie punktu $\mathbf{m_2}$.

$$z_1\,\mathbf{m_1} = \mathbf{P_1}\begin{bmatrix}\mathbf{M}\\1\end{bmatrix}$$

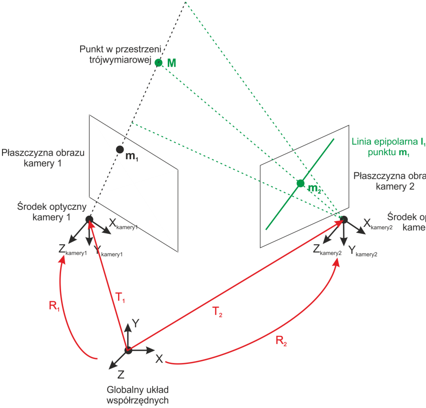


Dysponujemy tylko położeniem $\mathbf{m_1}$.

Chcemy znaleźć potencjalne położenie punktu $\mathbf{m_2}$.

$$z_1\,\mathbf{m_1} = \mathbf{P_1}\begin{bmatrix}\mathbf{M}\\1\end{bmatrix}$$

Macierz projekcji $\mathbf{P_1}$ nie odwracalna.



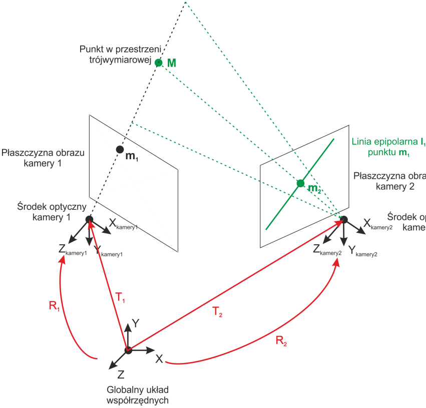
Dysponujemy tylko położeniem $\mathbf{m_1}$.

Chcemy znaleźć potencjalne położenie punktu $\mathbf{m_2}$.

$$z_1\,\mathbf{m_1} = \mathbf{P_1} \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

Macierz projekcji $\mathbf{P_1}$ nie odwracalna.

Rozszerzamy macierz projekcji.



$$z_1\,\mathbf{m_1} = \mathbf{P_1}\begin{bmatrix}\mathbf{M}\\1\end{bmatrix}$$

Macierz projekcji

$$\begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{P_1} \\ \hat{w}^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

Macierz projekcji

$$\begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{P_1} \\ \hat{w}^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\hat{w} = [0, 0, 0, 1]^T$$

Macierz projekcji

$$\begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{P_1} \\ \hat{w}^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\hat{w} = [0, 0, 0, 1]^T$$

$$\hat{w} = \begin{bmatrix} \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}^T$$

Macierz projekcji

$$\begin{bmatrix} z_1 \, \mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}'_\mathbf{1} \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P}'_\mathbf{1} = \begin{bmatrix} \mathbf{P_1} \\ \hat{w}^T \end{bmatrix}$$

Macierz projekcji

$$\begin{bmatrix} z_1 \, \mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P_1'} \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P_1'} = \begin{bmatrix} \mathbf{P_1} \\ \hat{w}^T \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P_1} = \mathbf{K_1} \begin{bmatrix} \mathbf{R_1} & -\mathbf{R_1} \, \mathbf{T_1} \end{bmatrix}$$

Macierz projekcji

$$\begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}'_1 \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P}'_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{P_1} \\ \hat{w}^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{K_1} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{R_1} & -\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P_1} = \mathbf{K_1} \begin{bmatrix} \mathbf{R_1} & -\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} \end{bmatrix}$$

Macierz projekcji

$$\begin{bmatrix} z_1 \, \mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}'_1 \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

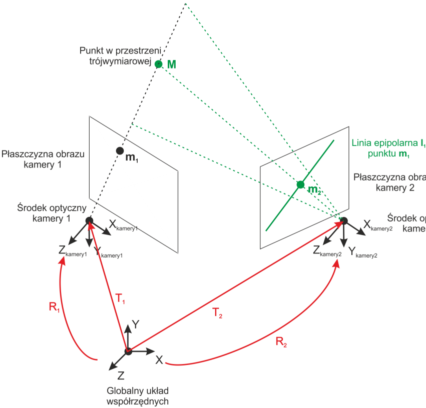
$$\mathbf{P}'_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{P_1} \\ \hat{w}^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{K_1} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{R_1} & -\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1} & -\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P_1} = \mathbf{K_1} \begin{bmatrix} \mathbf{R_1} & -\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} \end{bmatrix}$$

Dysponujemy tylko położeniem $\mathbf{m_1}$.

Chcemy znaleźć potencjalne położenie punktu $\mathbf{m_2}$.

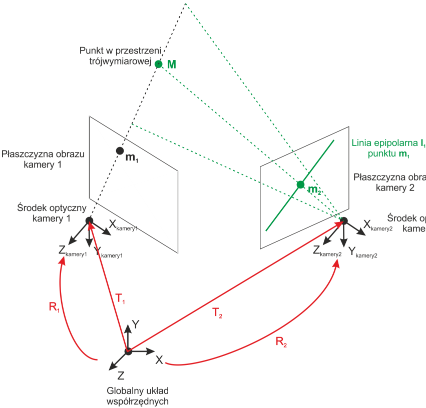
$$\begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}'_1 \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$



Dysponujemy tylko położeniem $\mathbf{m_1}$.

Chcemy znaleźć potencjalne położenie punktu $\mathbf{m_2}$.

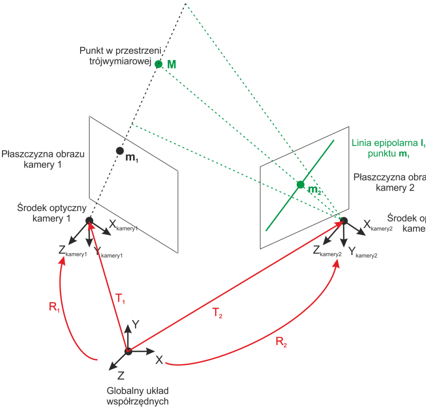
$$\begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P'_1} \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix} / \mathbf{P'_1}^{-1}.$$



Dysponujemy tylko położeniem $\mathbf{m_1}$.

Chcemy znaleźć potencjalne położenie punktu $\mathbf{m_2}$.

$$\mathbf{P}_1'^{-1} \begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$



Linia Epipolarna

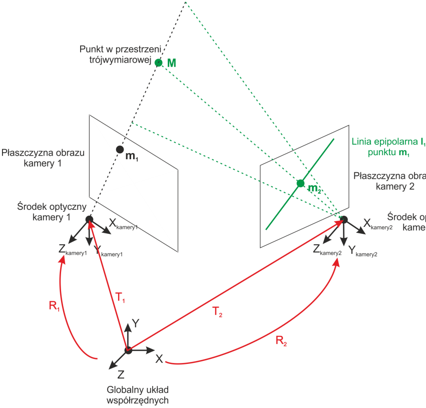
Dysponujemy tylko położeniem $\mathbf{m_1}$.

Chcemy znaleźć potencjalne położenie punktu $\mathbf{m_2}$.

$$\mathbf{P}_1'^{-1} \begin{bmatrix} z_1 \, \mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

Punkt $\mathbf{m_2}$ jest obrazem punktu M na płaszczyźnie obrazu kamery 2.

$$\begin{bmatrix} z_2 \, \mathbf{m_2} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}_2' \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$



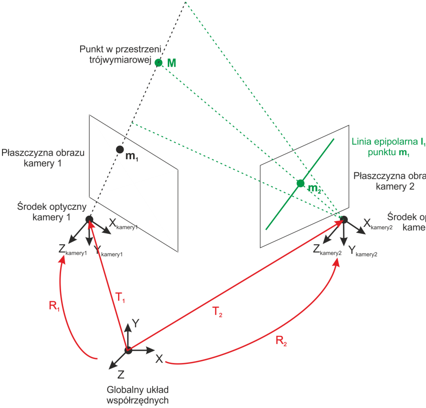
Dysponujemy tylko położeniem $\mathbf{m_1}$.

Chcemy znaleźć potencjalne położenie punktu $\mathbf{m_2}$.

$$\mathbf{P}_1'^{\,-1} \begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

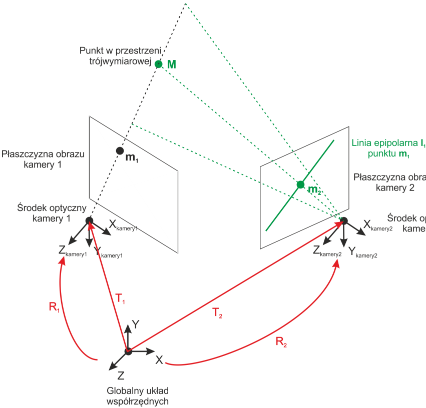
Punkt $\mathbf{m_2}$ jest obrazem punktu M na płaszczyźnie obrazu kamery 2.

$$\begin{bmatrix} z_2\,\mathbf{m_2} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}_2'\,\mathbf{P}_1'^{\,-1} \begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix}$$



$$\begin{bmatrix} z_2\,\mathbf{m_2} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}_2'\,\mathbf{P}_1'^{\,-1} \begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix}$$

Parametryczny opis linii epipolarnej $\mathbf{l_1}$.



Odwrotność macierzy projekcji

$$\mathbf{P}_1' = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_1 \mathbf{R}_1 & -\mathbf{K}_1 \mathbf{R}_1 \mathbf{T}_1 \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P}_1'^{-1} = \begin{bmatrix} \mathbf{R}_1^{-1} \mathbf{K}_1^{-1} & \mathbf{T}_1 \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{I} = \mathbf{P}_1' \mathbf{P}_1'^{-1}$$

Odwrotność macierzy projekcji

$$\mathbf{P}_1' = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_1 \mathbf{R}_1 & -\mathbf{K}_1 \mathbf{R}_1 \mathbf{T}_1 \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P}_1'^{\,-1} = \begin{bmatrix} \mathbf{R}_1^{\,-1} \mathbf{K}_1^{\,-1} & \mathbf{T}_1 \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{I} = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_1 \mathbf{R}_1 & -\mathbf{K}_1 \mathbf{R}_1 \mathbf{T}_1 \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{R}_1^{\,-1} \mathbf{K}_1^{\,-1} & \mathbf{T}_1 \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

Odwrotność macierzy projekcji

$$\begin{bmatrix} \mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1} & -\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1} & \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} \square & \square \\ \square & \square \end{bmatrix}$$

Odwrotność macierzy projekcji

$$
\begin{array}{cc}
 & \begin{bmatrix} \mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1} & -\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1} & \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1} & \square \\ \square & \square \end{bmatrix}
\end{array}
$$

Odwrotność macierzy projekcji

$$\begin{array}{cc} & \begin{bmatrix} \mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1} & -\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1} & \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1} & -\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} + \mathbf{T_1} \\ \square & \square \end{bmatrix} \end{array}$$

Odwrotność macierzy projekcji

$$\begin{bmatrix} \mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1} & -\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1} & \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1} & -\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} + \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & \square \end{bmatrix}$$

Odwrotność macierzy projekcji

$$\begin{array}{cc} & \begin{bmatrix} \mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1} & -\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1} & \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1} & -\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} + \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

Odwrotność macierzy projekcji

$$\begin{bmatrix} \mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1} & -\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1} & \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \quad \begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{I}\,\mathbf{R_1} & -\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{I}\,\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} + \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

Odwrotność macierzy projekcji

$$\begin{array}{cc} & \begin{bmatrix} \mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1} & -\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1} & \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{R_1} & -\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} + \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \end{array}$$

$$
\begin{array}{cc}
 & \begin{bmatrix} \mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1} & -\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \\
\begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1} & \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} & \begin{bmatrix} \mathbf{I} & -\mathbf{T_1} + \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}
\end{array}
$$

Odwrotność macierzy projekcji

$$\begin{bmatrix} \mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1} & -\mathbf{K_1}\,\mathbf{R_1}\,\mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1} & \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} \mathbf{I} & \mathbf{0} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

Linia epipolarna

$$\mathbf{P}_1'^{-1} = \begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1} & \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P}_2' = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_2\,\mathbf{R}_2 & -\mathbf{K}_2\,\mathbf{R}_2\,\mathbf{T}_2 \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} z_2\,\mathbf{m_2} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}_2'\,\mathbf{P}_1'^{-1} \begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix}$$

Linia epipolarna

$$\mathbf{P}_1'^{\,-1} = \begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1} & \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P}_2' = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_2\,\mathbf{R}_2 & -\mathbf{K}_2\,\mathbf{R}_2\,\mathbf{T}_2 \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} z_2\,\mathbf{m_2} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_2\,\mathbf{R}_2 & -\mathbf{K}_2\,\mathbf{R}_2\,\mathbf{T}_2 \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1} & \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix}$$

Linia epipolarna

$$\mathbf{P}_1'^{-1} = \begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1} & \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P}_2' = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_2\,\mathbf{R}_2 & -\mathbf{K}_2\,\mathbf{R}_2\,\mathbf{T}_2 \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} z_2\,\mathbf{m_2} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_2\,\mathbf{R}_2\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1} & \mathbf{K}_2\,\mathbf{R}_2\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T}_2) \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P}_1'^{\,-1} = \begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1} & \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P}_2' = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_2\,\mathbf{R}_2 & -\mathbf{K}_2\,\mathbf{R}_2\,\mathbf{T}_2 \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} z_2\,\mathbf{m_2} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_2\,\mathbf{R}_2\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,z_1\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K}_2\,\mathbf{R}_2\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T}_2) \\ 1 \end{bmatrix}$$

Linia epipolarna

$$\mathbf{P}_1'^{-1} = \begin{bmatrix} \mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1} & \mathbf{T_1} \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{P}_2' = \begin{bmatrix} \mathbf{K}_2\,\mathbf{R}_2 & -\mathbf{K}_2\,\mathbf{R}_2\,\mathbf{T}_2 \\ \mathbf{0}^T & 1 \end{bmatrix}$$

$$z_2\,\mathbf{m_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,z_1\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

Linia epipolarna

$$z_2\,\mathbf{m_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,z_1\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

Linia epipolarna

$$z_2\,\mathbf{m_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,z_1\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

Aby przeprowadzić prostą potrzeba 2 punktów.

Linia epipolarna

$$z_2\,\mathbf{m_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,z_1\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

Aby przeprowadzić prostą potrzeba 2 punktów.

- $z_2'\,\mathbf{m_2}'$ dla $z_1 = 0$
- $z_2''\,\mathbf{m_2}''$ dla $z_1 = 1$

Linia epipolarna

$$z_2\,\mathbf{m_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,z_1\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

Aby przeprowadzić prostą potrzeba 2 punktów.

- $z_2'\,\mathbf{m_2}'$ dla $z_1 = 0$ mamy
  $z_2'\,\mathbf{m_2}' = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$
- $z_2''\,\mathbf{m_2}''$ dla $z_1 = 1$

Linia epipolarna

$$z_2 \mathbf{m_2} = \mathbf{K_2} \mathbf{R_2} \mathbf{R_1}^{-1} \mathbf{K_1}^{-1} z_1 \mathbf{m_1} + \mathbf{K_2} \mathbf{R_2} (\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

Aby przeprowadzić prostą potrzeba 2 punktów.

- $z_2' \mathbf{m_2}'$ dla $z_1 = 0$ mamy
  $z_2' \mathbf{m_2}' = \mathbf{K_2} \mathbf{R_2} (\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$
- $z_2'' \mathbf{m_2}''$ dla $z_1 = 1$ mamy
  $z_2'' \mathbf{m_2}'' = \mathbf{K_2} \mathbf{R_2} \mathbf{R_1}^{-1} \mathbf{K_1}^{-1} \mathbf{m_1} + \mathbf{K_2} \mathbf{R_2} (\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$

Linia epipolarna

$$z_2\,\mathbf{m_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,z_1\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

Aby przeprowadzić prostą potrzeba 2 punktów.

- $z_2'\,\mathbf{m_2}'$ dla $z_1 = 0$ mamy
  $z_2'\,\mathbf{m_2}' = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$
- $z_2''\,\mathbf{m_2}''$ dla $z_1 = 1$ mamy
  $z_2''\,\mathbf{m_2}'' = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$

$$\mathbf{l_1} = (z_2'\,\mathbf{m_2}') \times (z_2''\,\mathbf{m_2}'')$$

Linia epipolarna

$$z_2\,\mathbf{m_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,z_1\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

Aby przeprowadzić prostą potrzeba 2 punktów.

- $z_2'\,\mathbf{m_2}'$ dla $z_1 = 0$ mamy
  $z_2'\,\mathbf{m_2}' = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$
- $z_2''\,\mathbf{m_2}''$ dla $z_1 = 1$ mamy
  $z_2''\,\mathbf{m_2}'' = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$

$$\mathbf{l_1} = (\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})) \times (\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2}))$$

Linia epipolarna

$$\mathbf{l_1} = (\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})) \times (\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2}))$$

Linia epipolarna

$$\mathbf{l_1} = (\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})) \times (\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{m_1})$$
$$+ (\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})) \times (\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2}))$$

Linia epipolarna

$$\mathbf{l_1} = (\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})) \times (\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{m_1})$$

Iloczyn wektorowy

Macierzą $[a]_\times$ nazywamy macierz

$$[a]_\times = \begin{bmatrix} 0 & -a_3 & a_2 \\ a_3 & 0 & -a_1 \\ -a_2 & a_1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$a \times b = [a]_\times b$$

Linia epipolarna

$$\mathbf{l_1} = (\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})) \times (\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{m_1})$$

Linia epipolarna

$$\mathbf{l_1} = \left[\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})\right]_{\times}\,\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{m_1}$$

Macierz fundametalna

$$\mathbf{l_1} = [\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T}_1 - \mathbf{T}_2)]_{\times}\,\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{m_1}$$

Macierz fundametalna

$$\mathbf{l_1} = [\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})]_\times\,\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,\mathbf{m_1}$$

$$\mathbf{F} = [\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})]_\times\,\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}$$

Macierz fundametalna

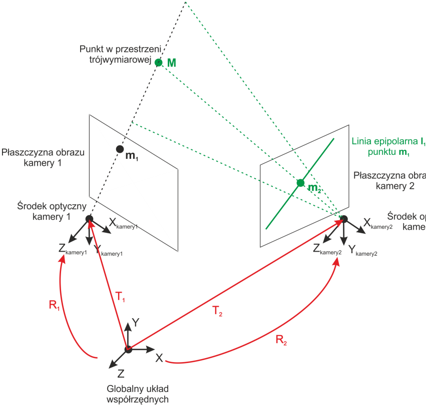
$$\mathbf{l_1} = \mathbf{F}\,\mathbf{m_1}$$

$$\mathbf{F} = [\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})]_\times\,\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}$$

Linia Epipolarna

Linia epipolarna punktu $\mathbf{m_1}$

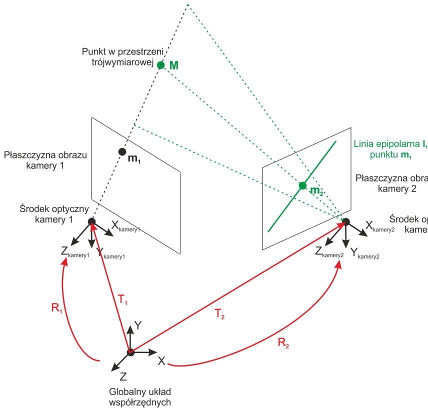
$$\mathbf{l_1} = \mathbf{F}\,\mathbf{m_1}$$



Linia epipolarna punktu $\mathbf{m_1}$

$$\mathbf{l_1} = \mathbf{F}\,\mathbf{m_1}$$

Dla dowolnego punktu $\mathbf{m}$ leżącego na prostej $\mathbf{l_1}$ prawdziwe jest

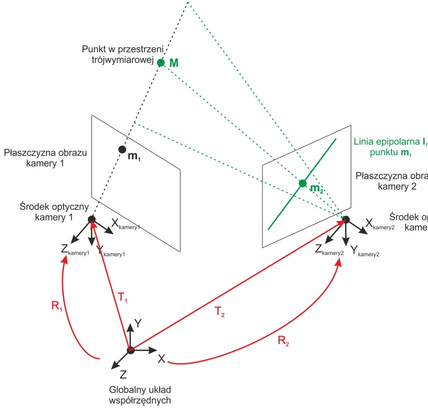


Linia epipolarna punktu $\mathbf{m_1}$

$$\mathbf{l_1} = \mathbf{F}\,\mathbf{m_1}$$

Dla dowolnego punktu $\mathbf{m}$ leżącego na prostej $\mathbf{l_1}$ prawdziwe jest

$$\mathbf{m}^T\,\mathbf{l_1} = 0$$



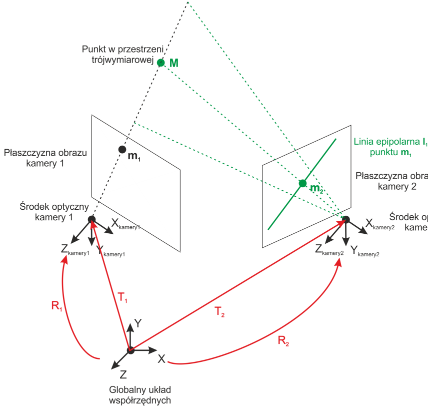
Linia epipolarna punktu $\mathbf{m_1}$

$$\mathbf{l_1} = \mathbf{F}\,\mathbf{m_1}$$

Dla dowolnego punktu $\mathbf{m}$ leżącego na prostej $\mathbf{l_1}$ prawdziwe jest

$$\mathbf{m}^T\,\mathbf{l_1} = 0$$

W szczególności wiec



Linia Epipolarna

Linia epipolarna punktu $\mathbf{m_1}$

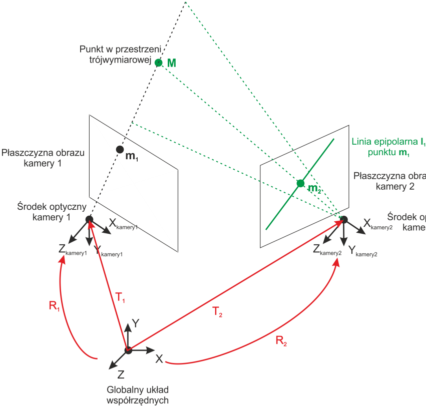
$$\mathbf{l_1} = \mathbf{F}\,\mathbf{m_1}$$

Dla dowolnego punktu $\mathbf{m}$ leżącego na prostej $\mathbf{l_1}$ prawdziwe jest

$$\mathbf{m}^T\,\mathbf{l_1} = 0$$

W szczególności wiec

$$\mathbf{m_2}^T\,\mathbf{l_1} = 0$$



Linia Epipolarna

Linia epipolarna punktu $\mathbf{m_1}$

$$\mathbf{l_1} = \mathbf{F}\,\mathbf{m_1}$$

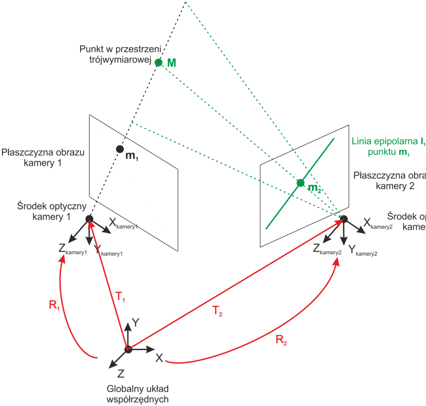
Dla dowolnego punktu $\mathbf{m}$ leżącego na prostej $\mathbf{l_1}$ prawdziwe jest

$$\mathbf{m}^T\,\mathbf{l_1} = 0$$

W szczególności wiec

$$\mathbf{m_2}^T\,\mathbf{l_1} = 0$$

$$\mathbf{m_2}^T\,\mathbf{F}\,\mathbf{m_1} = 0$$



Macierz fundametalna

$$\mathbf{m_2}^T \, \mathbf{F} \, \mathbf{m_1} = 0$$

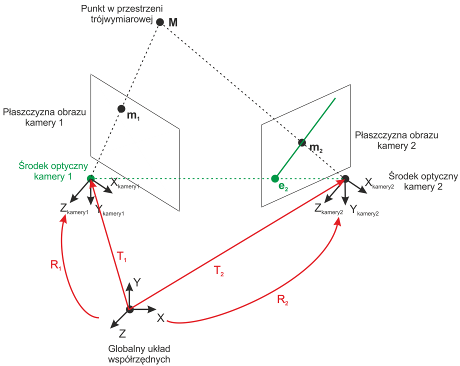
$$\mathbf{F} = [\mathbf{K_2} \, \mathbf{R_2} \, (\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})]_\times \, \mathbf{K_2} \, \mathbf{R_2} \, \mathbf{R_1}^{-1} \, \mathbf{K_1}^{-1}$$

Wyraża związek pomiędzy położeniem obrazu punktu M w obrazie z kamery 1 i 2.

Definiuje linie epipolarne dla dowolnego punktu obrazu

Linia epipolarna punktu $\mathbf{m_1}$

$$z_2\,\mathbf{m_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,z_1\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

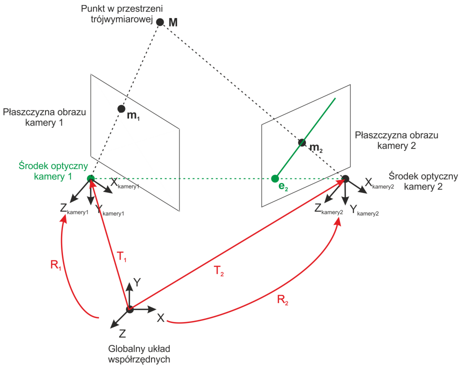


Epipole

Linia epipolarna punktu $\mathbf{m_1}$

$$z_2\,\mathbf{m_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,z_1\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

Dla $z_1 = 0$ punkt M odpowiada środkowi optycznemu kamery 1



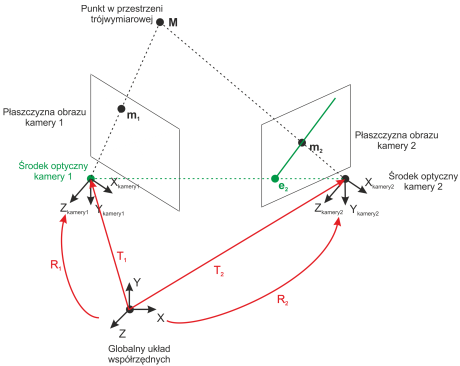
Epipole

Linia epipolarna punktu $\mathbf{m_1}$

$$z_2\,\mathbf{m_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,z_1\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

Dla $z_1 = 0$ punkt M odpowiada środkowi optycznemu kamery 1

$$z_2\,\mathbf{m_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$



Epipole

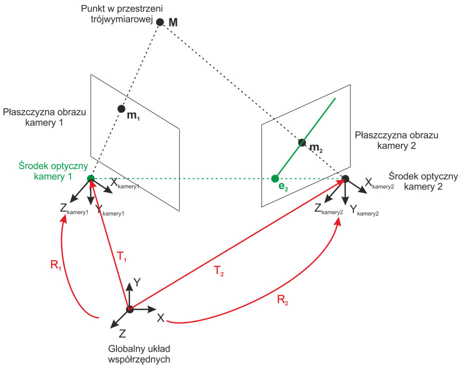
Linia epipolarna punktu $\mathbf{m_1}$

$$z_2\,\mathbf{m_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,z_1\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

Dla $z_1 = 0$ punkt M odpowiada środkowi optycznemu kamery 1

$$z_2\,\mathbf{m_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

Położenie obrazu środka optycznego kamery 1 na płaszczyźnie obrazu kamery 2 nazywamy epipolem



Epipole

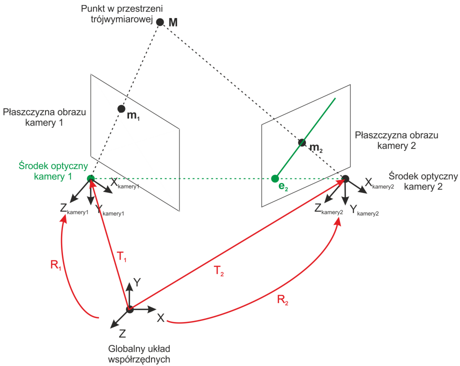
Linia epipolarna punktu $\mathbf{m_1}$

$$z_2\,\mathbf{m_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,z_1\,\mathbf{m_1} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

Dla $z_1 = 0$ punkt M odpowiada środkowi optycznemu kamery 1

$$z_2\,\mathbf{m_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

Położenie obrazu środka optycznego kamery 1 na płaszczyźnie obrazu kamery 2 nazywamy epipolem

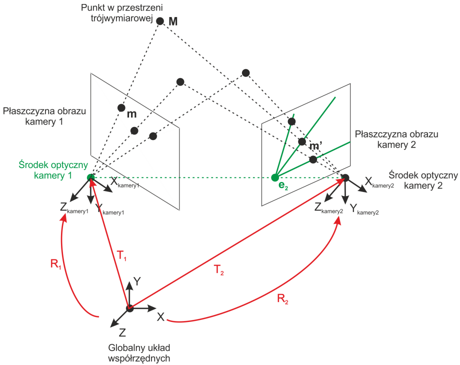


$$\mathbf{e_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

Epipole

Linia epipolarna dowolnego punktu **m**

$$z' \, \mathbf{m}' = \mathbf{K_2} \, \mathbf{R_2} \, \mathbf{R_1}^{-1} \, \mathbf{K_1}^{-1} \, z \, \mathbf{m} + \mathbf{K_2} \, \mathbf{R_2} \, (\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$



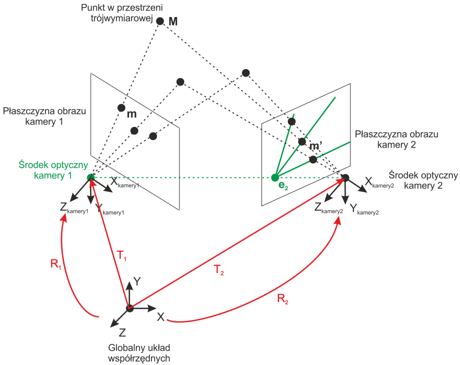
Epipole

Linia epipolarna dowolnego punktu **m**

$$z'\,\mathbf{m}' = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}\,z\,\mathbf{m} + \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

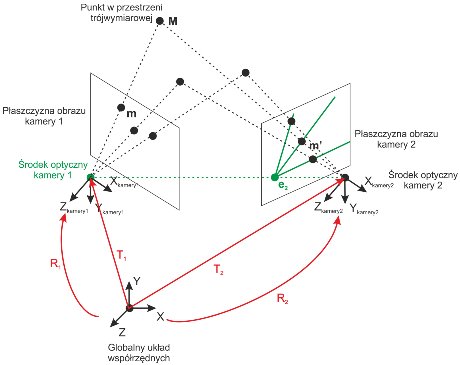
Wszystkie linie epipolarne przecinają się w punkcie epipola.

$$\mathbf{e_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$



Macierz fundamentalna

$$\mathbf{F} = [\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})]_\times\,\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}$$



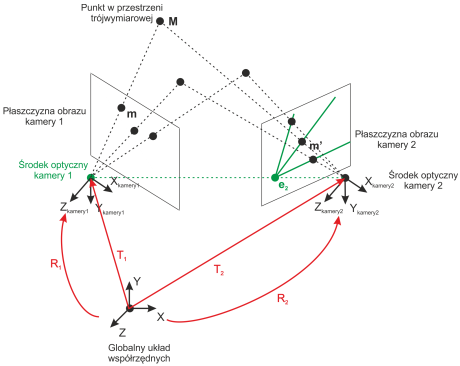
Macierz fundamentalna

$$\mathbf{F} = [\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})]_\times\,\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}$$

Korzystając z położenia epipola

$$\mathbf{e_2} = \mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,(\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})$$

$$\mathbf{F} = [\mathbf{e_2}]_\times\,\mathbf{K_2}\,\mathbf{R_2}\,\mathbf{R_1}^{-1}\,\mathbf{K_1}^{-1}$$



Wyznaczanie macierzy projekcji kamer

Na podstawie obrazu i podpowiadających sobie par punktów

$$\mathbf{m_2}^T \, \mathbf{F} \, \mathbf{m_1} = 0$$

można wyznaczyć macierz fundamentalną algorytmem 8-punktowym.

Dysonując macierz fundamentalna

$$\mathbf{F} = [\mathbf{K_2} \, \mathbf{R_2} \, (\mathbf{T_1} - \mathbf{T_2})]_\times \, \mathbf{K_2} \, \mathbf{R_2} \, \mathbf{R_1}^{-1} \, \mathbf{K_1}^{-1}$$

Możemy dokonać jej rozkładu na macierze $\mathbf{P_1}$ i $\mathbf{P_2}$

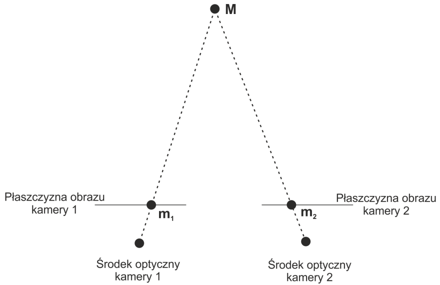
Nieoznaczoność wyznaczania macierzy projekcji kamer

$$\begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P'_1} \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} z_2\,\mathbf{m_2} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P'_2} \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

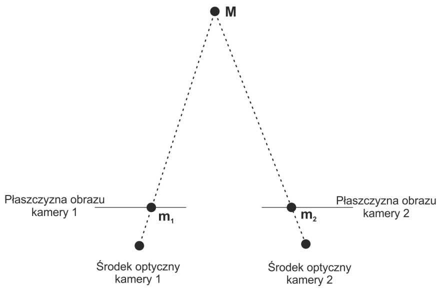
$$\begin{bmatrix} z_2\,\mathbf{m_2} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P'_2}\,\mathbf{P'_1}^{-1} \begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix}$$

Co prowadzi do wyznaczenia macierzy fundamentalnej $\mathbf{F}$
$\mathbf{m_2}^T\,\mathbf{F}\,\mathbf{m_1} = 0$



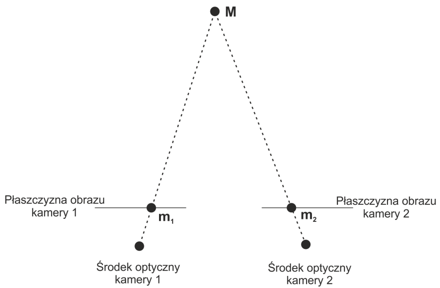
Nieoznaczoność wyznaczania macierzy projekcji kamer

Przekształćmy przestrzeń za pomocą homografii **H** w taki sposób aby punkty obrazy punktu M na płszczyźnie obrazu kamer pozostały nie zmienione

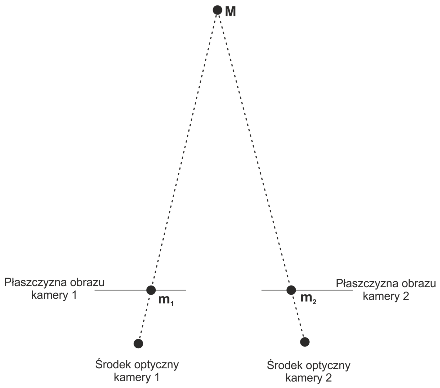


Nieoznaczoność wyznaczania macierzy projekcji kamer

Przekształćmy przestrzeń za pomocą homografii **H** w taki sposób aby punkty obrazy punktu M na płszczyźnie obrazu kamer pozostały nie zmienione
np. Przeskalujmy cały układ wzdłuż osi Z.

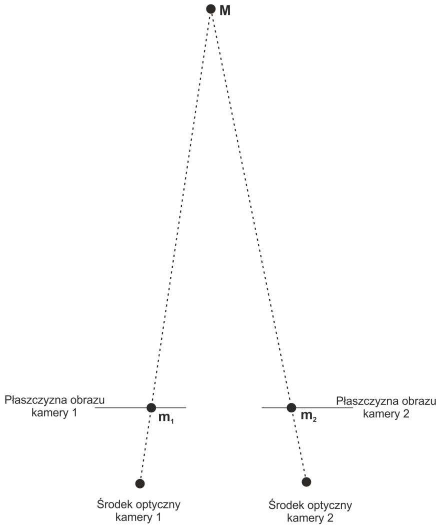


Przekształćmy przestrzeń za pomocą homografii **H** w taki sposób aby punkty obrazy punktu M na płszczyźnie obrazu kamer pozostały nie zmienione
np. Przeskalujmy cały układ wzdłuż osi Z.



Nieoznaczoność wyznaczania macierzy projekcji kamer

Przekształćmy przestrzeń za pomocą homografii **H** w taki sposób aby punkty obrazy punktu M na płszczyźnie obrazu kamer pozostały nie zmienione
np. Przeskalujmy cały układ wzdłuż osi Z.

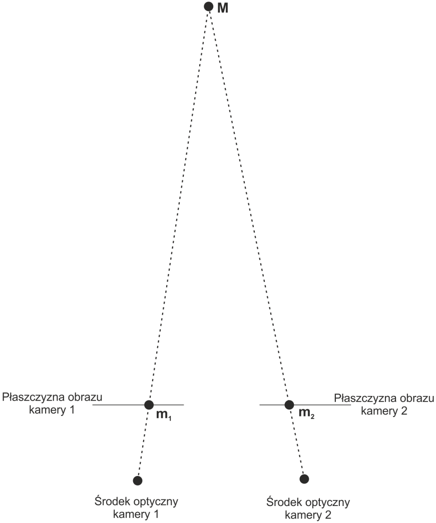


Nieoznaczoność wyznaczania macierzy projekcji kamer

$$\begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}'_1\,\mathbf{H}^{-1}\,\mathbf{H} \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} z_2\,\mathbf{m_2} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}'_2\,\mathbf{H}^{-1}\,\mathbf{H} \begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} z_2\,\mathbf{m_2} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}'_2\,\mathbf{H}^{-1}\,\mathbf{H}\,\mathbf{P}'^{\,-1}_1 \begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix}$$

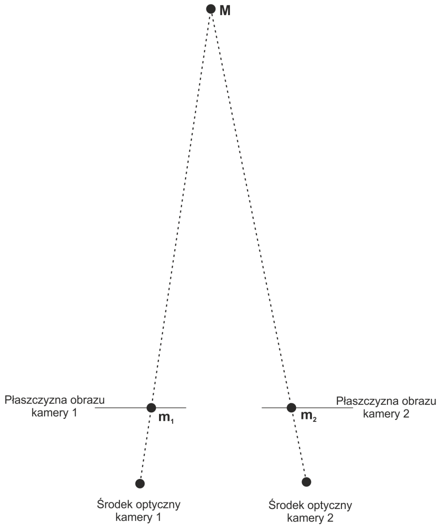


Nieoznaczoność wyznaczania macierzy projekcji kamer

$$\begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}_1'\,\mathbf{H}^{-1}\,\mathbf{H}\begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} z_2\,\mathbf{m_2} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}_2'\,\mathbf{H}^{-1}\,\mathbf{H}\begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} z_2\,\mathbf{m_2} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}_2'\,\mathbf{P}_1'^{\,-1}\begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix}$$



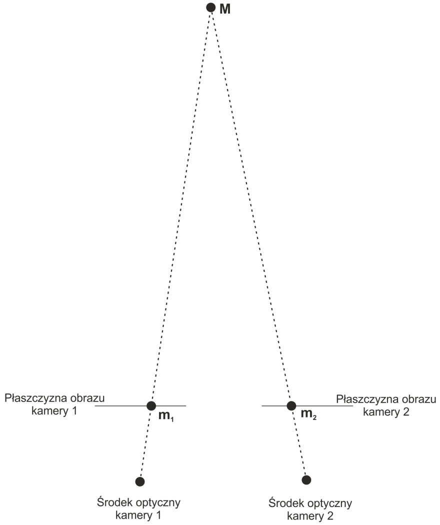
Nieoznaczoność wyznaczania macierzy projekcji kamer

$$\begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}_1'\,\mathbf{H}^{-1}\,\mathbf{H}\begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} z_2\,\mathbf{m_2} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}_2'\,\mathbf{H}^{-1}\,\mathbf{H}\begin{bmatrix} \mathbf{M} \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} z_2\,\mathbf{m_2} \\ 1 \end{bmatrix} = \mathbf{P}_2'\,\mathbf{P}_1'^{\,-1}\begin{bmatrix} z_1\,\mathbf{m_1} \\ 1 \end{bmatrix}$$

Co prowadzi do takiej samej macierzy fundamentalnej **F** i identycznych obrazów rejestrowanych przez kamery.



Nieoznaczoność wyznaczania macierzy projekcji kamer

Macierz projekcji $\mathbf{P_1}'$ jest nie rozróżnialna jedynie na podstawia analizy obrazu od macierzy $\mathbf{P_1}'\mathbf{H}^{-1}$

Nieoznaczoność wyznaczania macierzy projekcji kamer

Macierz projekcji $\mathbf{P_1}'$ jest nie rozróżnialna jedynie na podstawia analizy obrazu od macierzy $\mathbf{P_1}'\mathbf{H}^{-1}$

Macierz projekcji $\mathbf{P_1}'$ może zostać wyznaczona tylko z dokładnością do homografii

Dziękuje za uwagę