

Paweł Strumiłło

Reconstruction of 3D scenes

Zadanie nr 13 – Studia podyplomowe: „Przetwarzanie i analiza obrazów biomedycznych”



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna
współfinansowana przez Unię Europejską
w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego
w projekcie

*„Innowacyjna dydaktyka bez ograniczeń
– zintegrowany rozwój Politechniki Łódzkiej –
zarządzanie Uczelnią,
nowoczesna oferta edukacyjna
i wzmacniania zdolności do zatrudniania
osób niepełnosprawnych”*



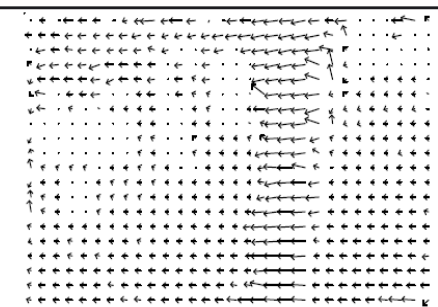
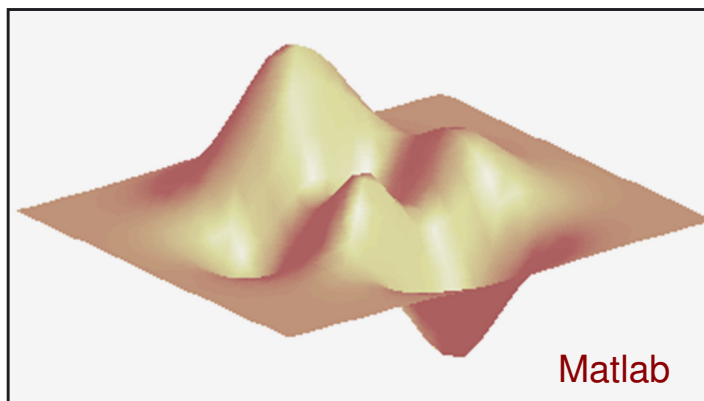
Politechnika Łódźka
Instytut Elektroniki

90-924 Łódź, ul. Żeromskiego 116,
tel. 042 631 28 83
www.kapitalludzki.p.lodz.pl



3D scene reconstruction methods

- *Stereo image pair matching*
- *Structure from motion camera image sequence*
- *Shape reconstruction from shading*
- *Projection of structured light*
- *Laser scanning*





Applications

- *Robotics*
- *Medicine*
- *Electronic travel aid for the blind*
- *Product design*
- *Virtual reality*
- *Computer games*





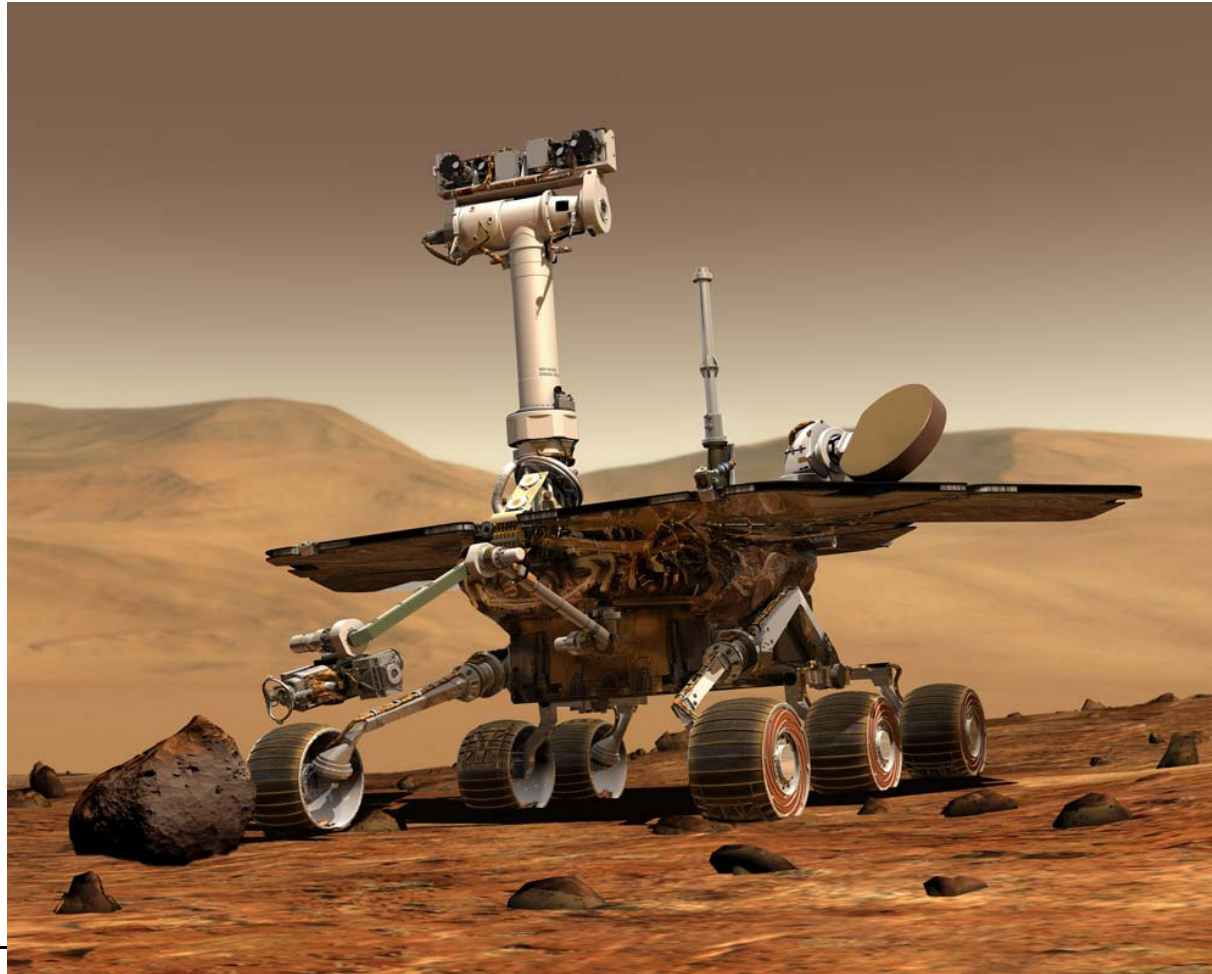
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Robotics - robot vision



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

Image copied from : <http://marsrovers.jpl.nasa.gov>



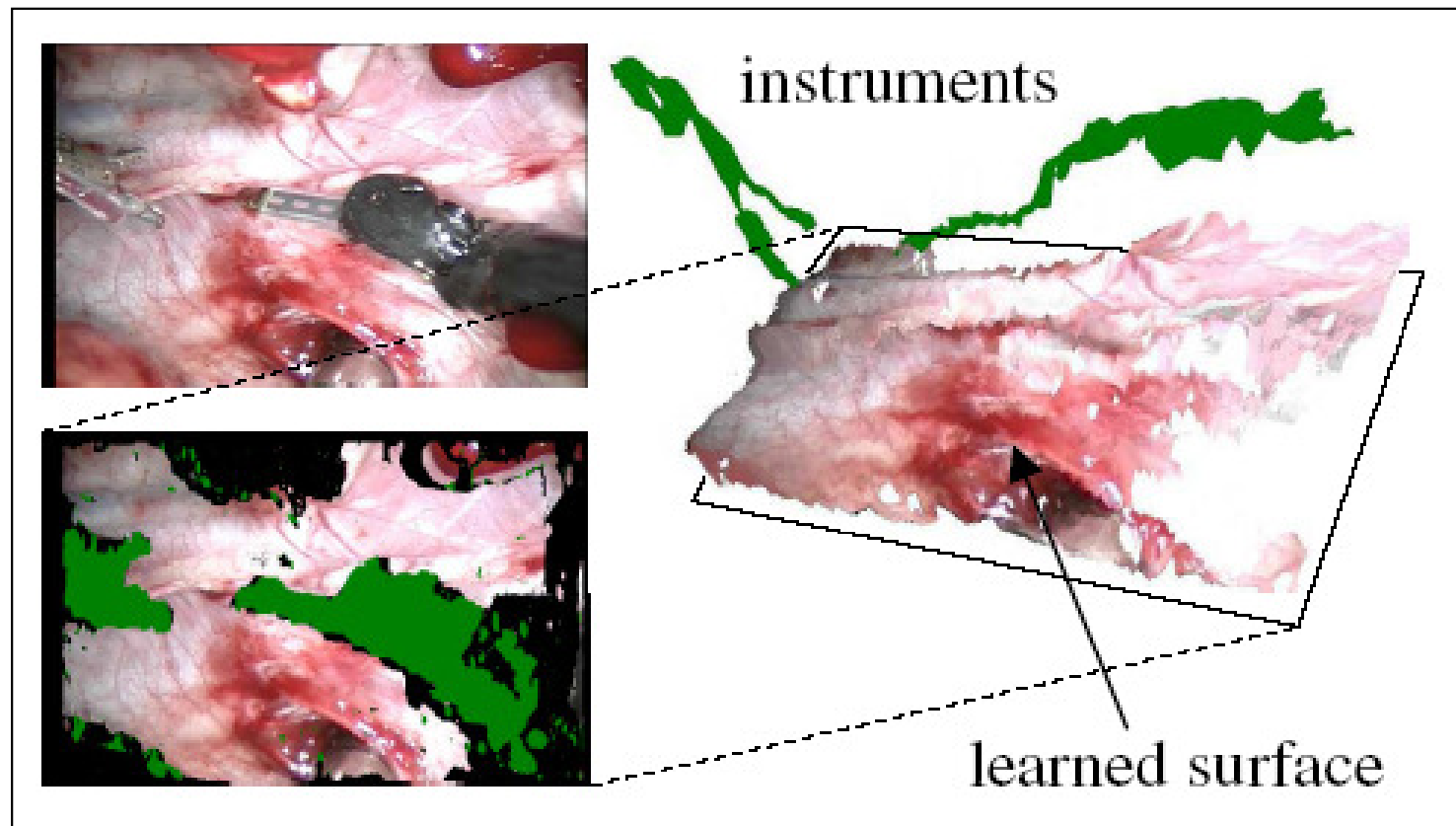
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Medical imaging: 3D endoscopic surgery



*From: “3D Reconstruction of the operating field for image overlay in 3D-endoscopic surgery”
by F. Mourgues, F. Devernay and E. Coste-Maniere*



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki



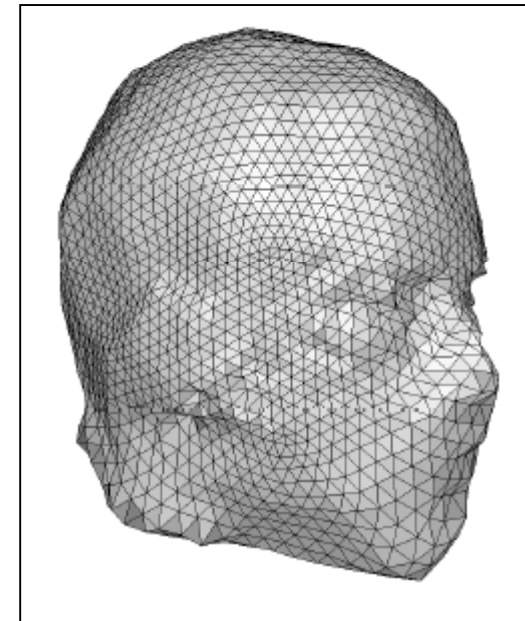
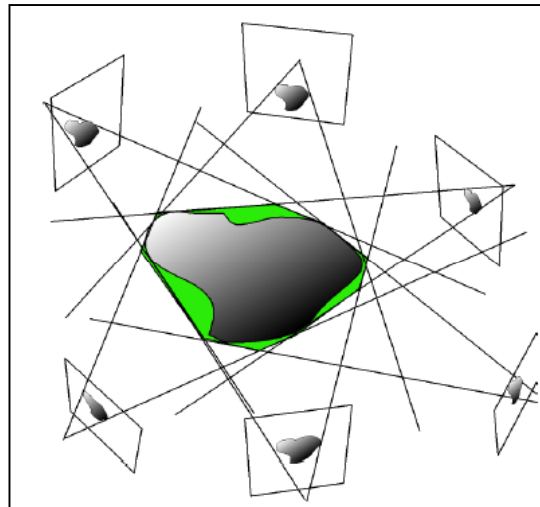
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

3D object modelling



Copied from the article: *"Spatio-Temporal Stereo using Multi-Resolution Subdivision Surfaces"* by J. Neumann and Y. Aloimonos



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

Perspective Transformations

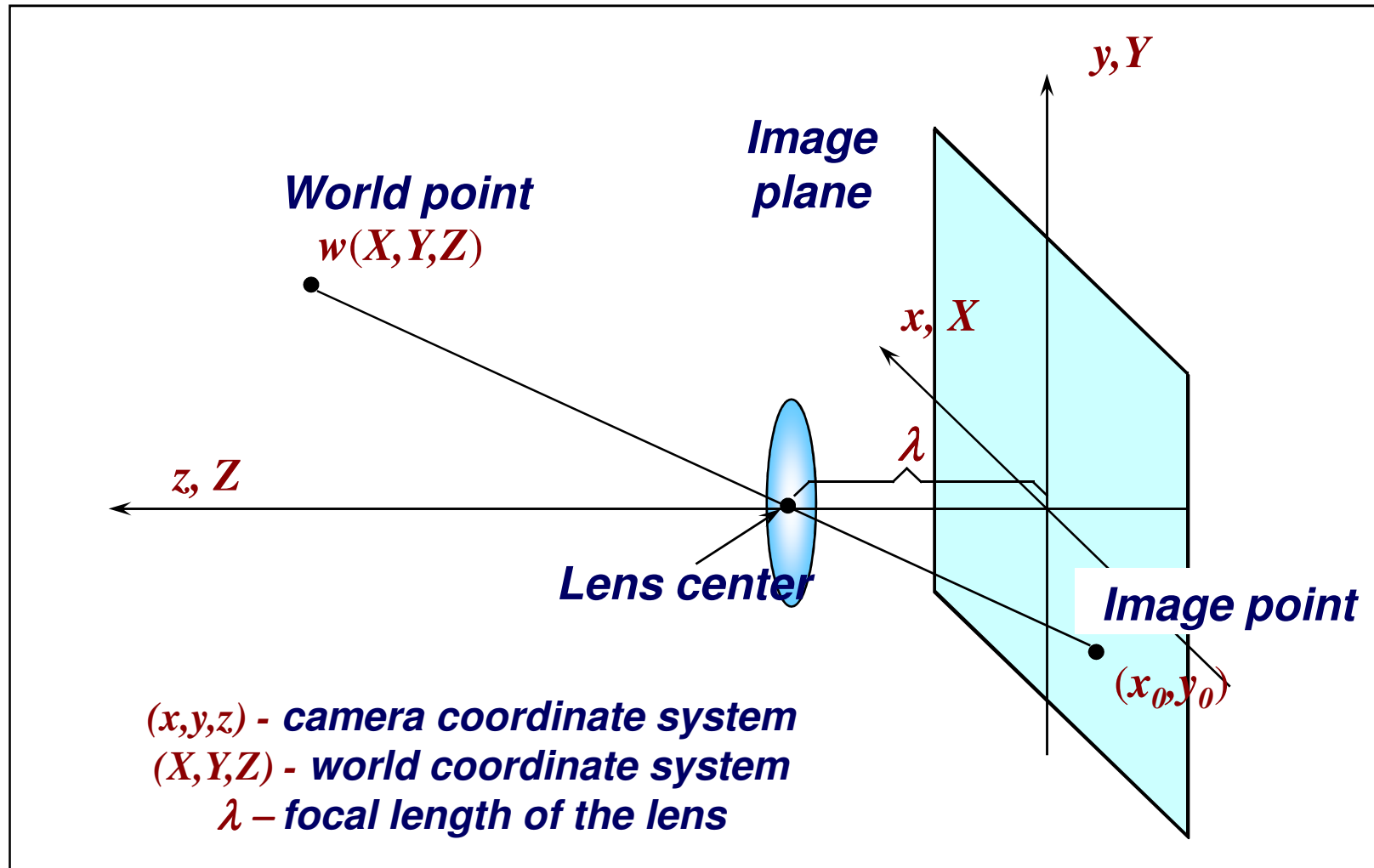


KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



**Basic model of the image formation process
assumed "pin-hole" camera model**



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki



Perspective Transformation

Projection of the world point onto the image plane

$$\frac{x_0}{\lambda} = -\frac{X}{Z - \lambda} = \frac{X}{\lambda - Z}$$

$$\frac{y_0}{\lambda} = -\frac{Y}{Z - \lambda} = \frac{Y}{\lambda - Z}$$



$$x_0 = \frac{\lambda X}{\lambda - Z}$$

$$y_0 = \frac{\lambda Y}{\lambda - Z}$$



Nonlinear versus Z



Inverse Perspective Transformation

Projection of the image point onto the world point

$$X = \frac{x_0}{\lambda} (\lambda - Z)$$

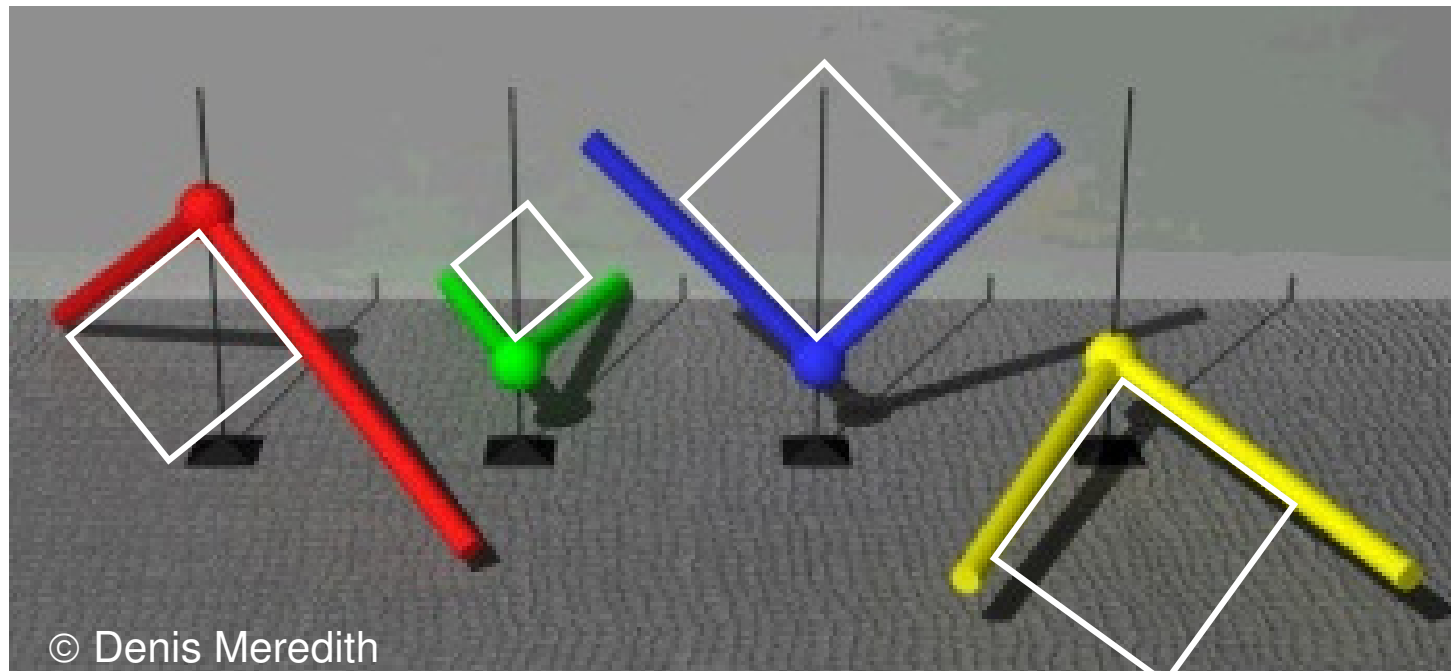
$$Y = \frac{y_0}{\lambda} (\lambda - Z)$$



Two equations three unknowns



Other cues about distance from a monocular view



© Denis Meredith

„Precoded” perception of perspective

Binocular vision

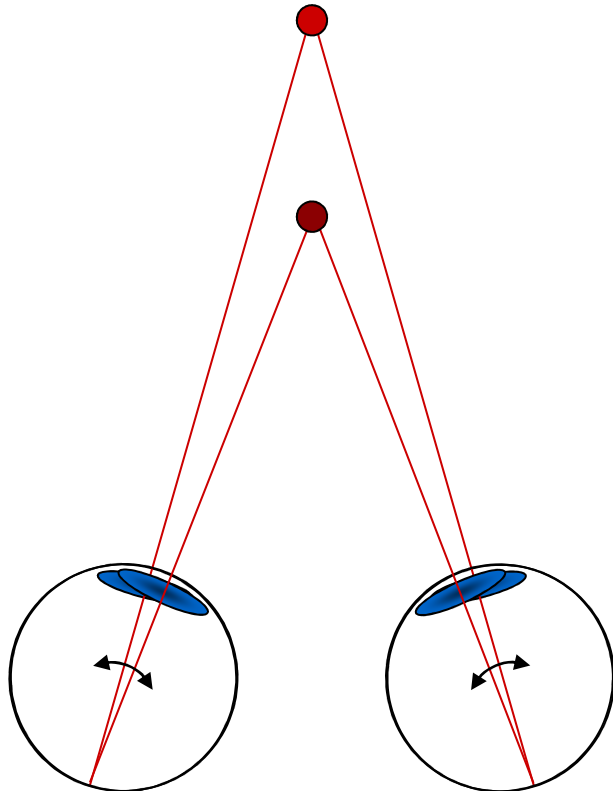


KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

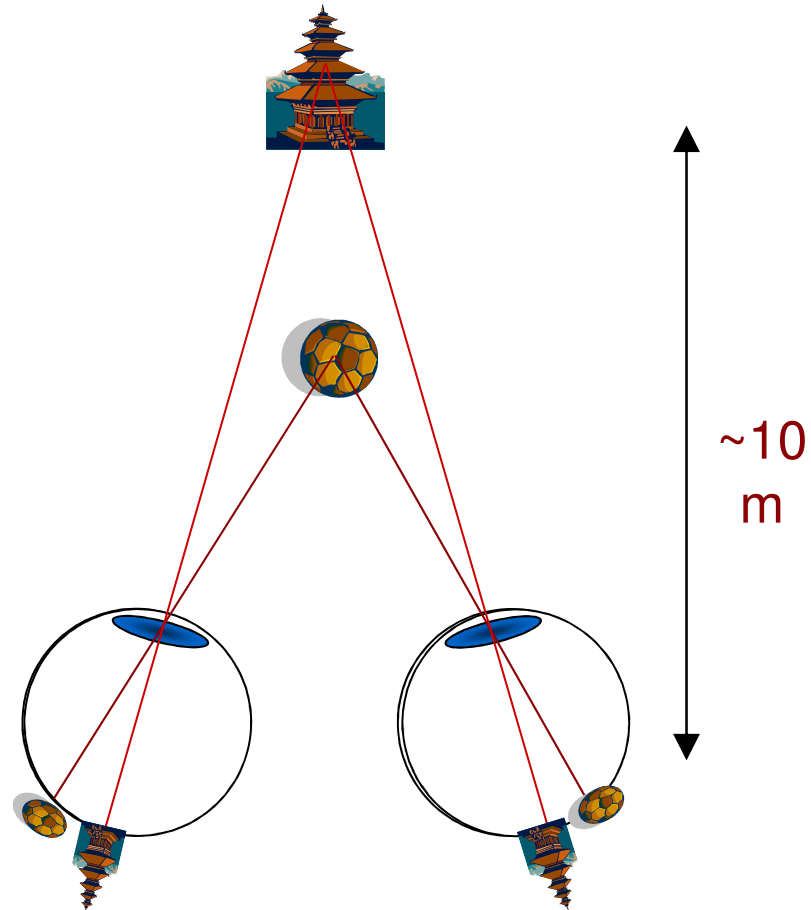
UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego



*Convergence of eyes
optical axis*



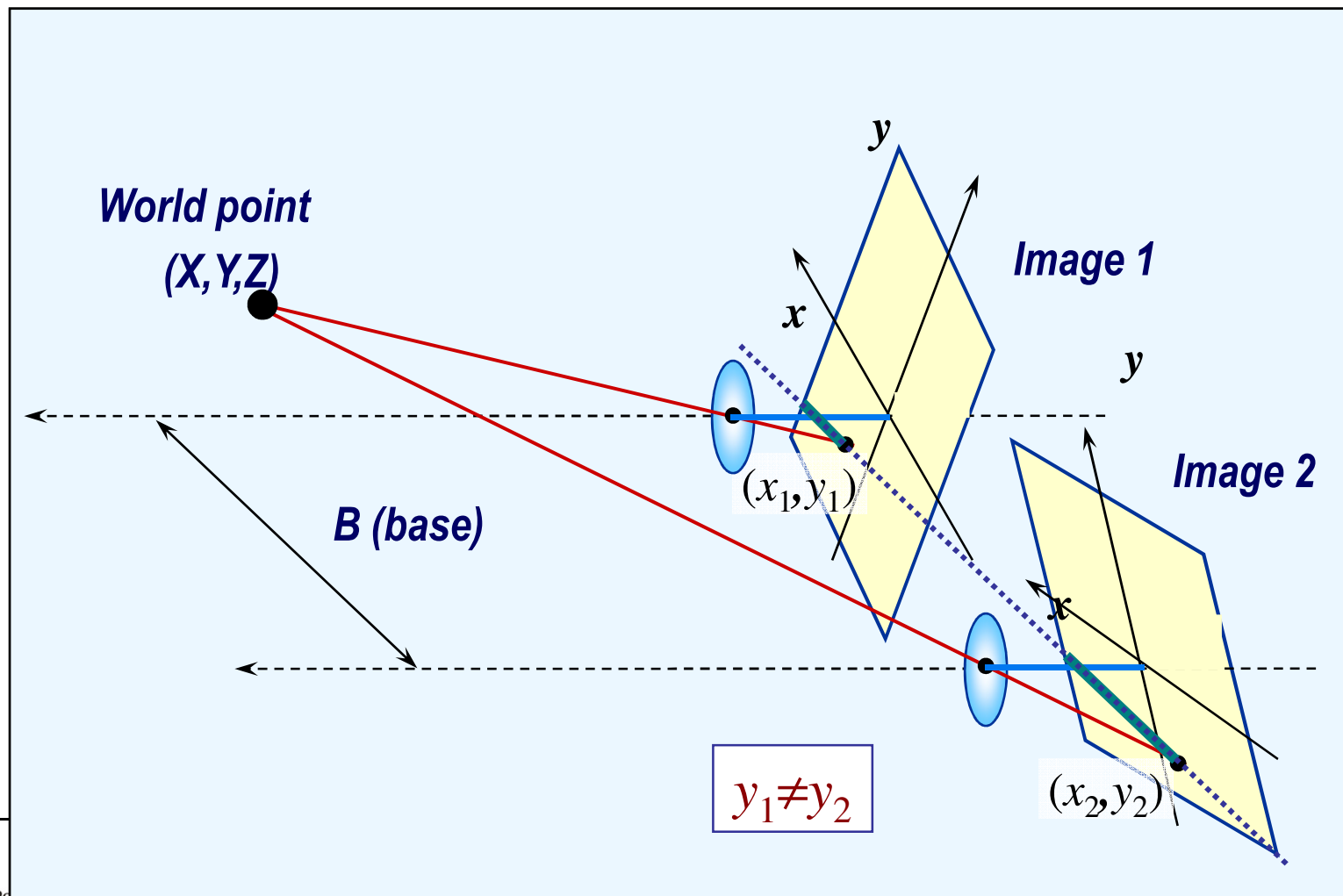
Binocular disparity



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki

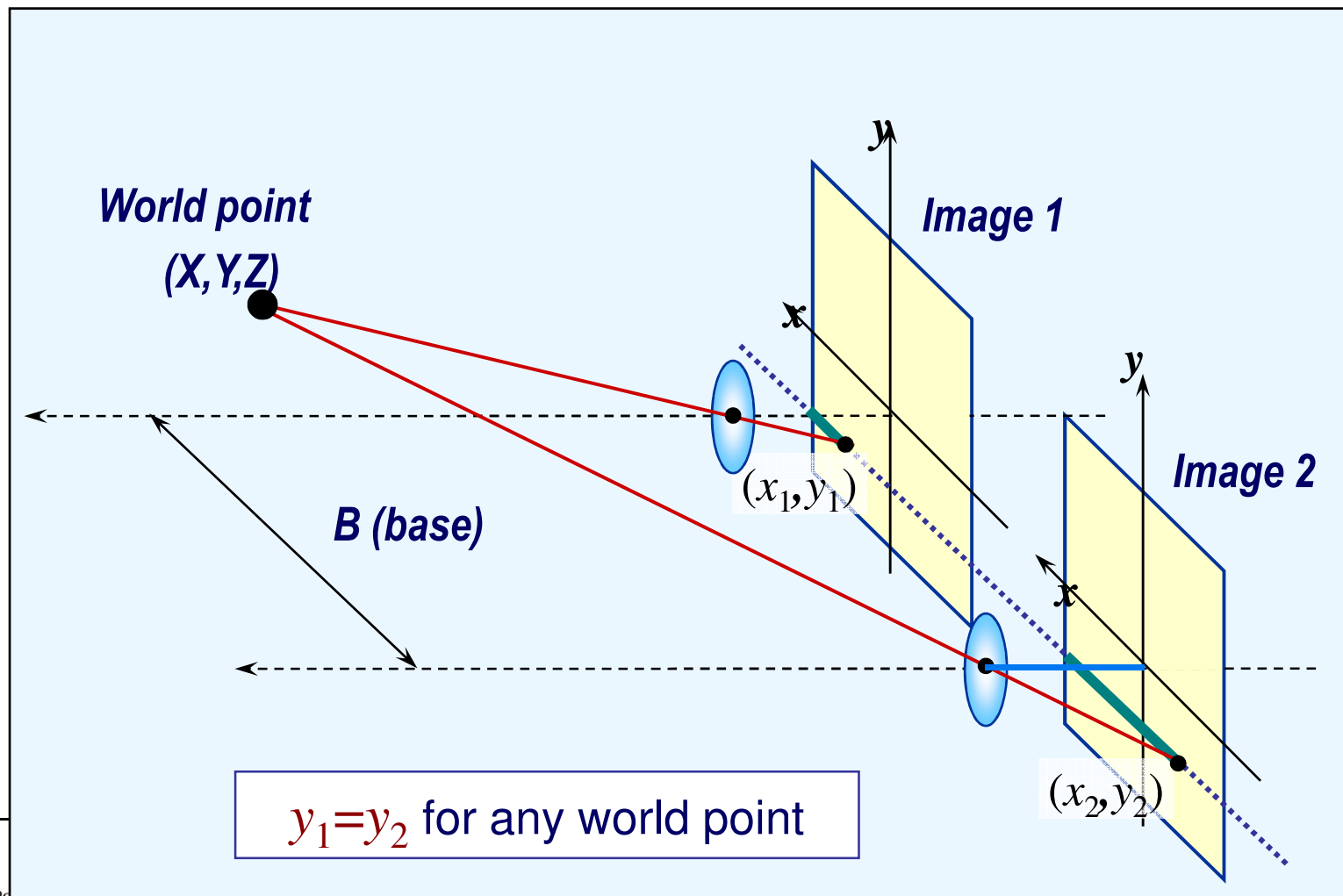


Stereo image acquisition: (non-epipolar case)



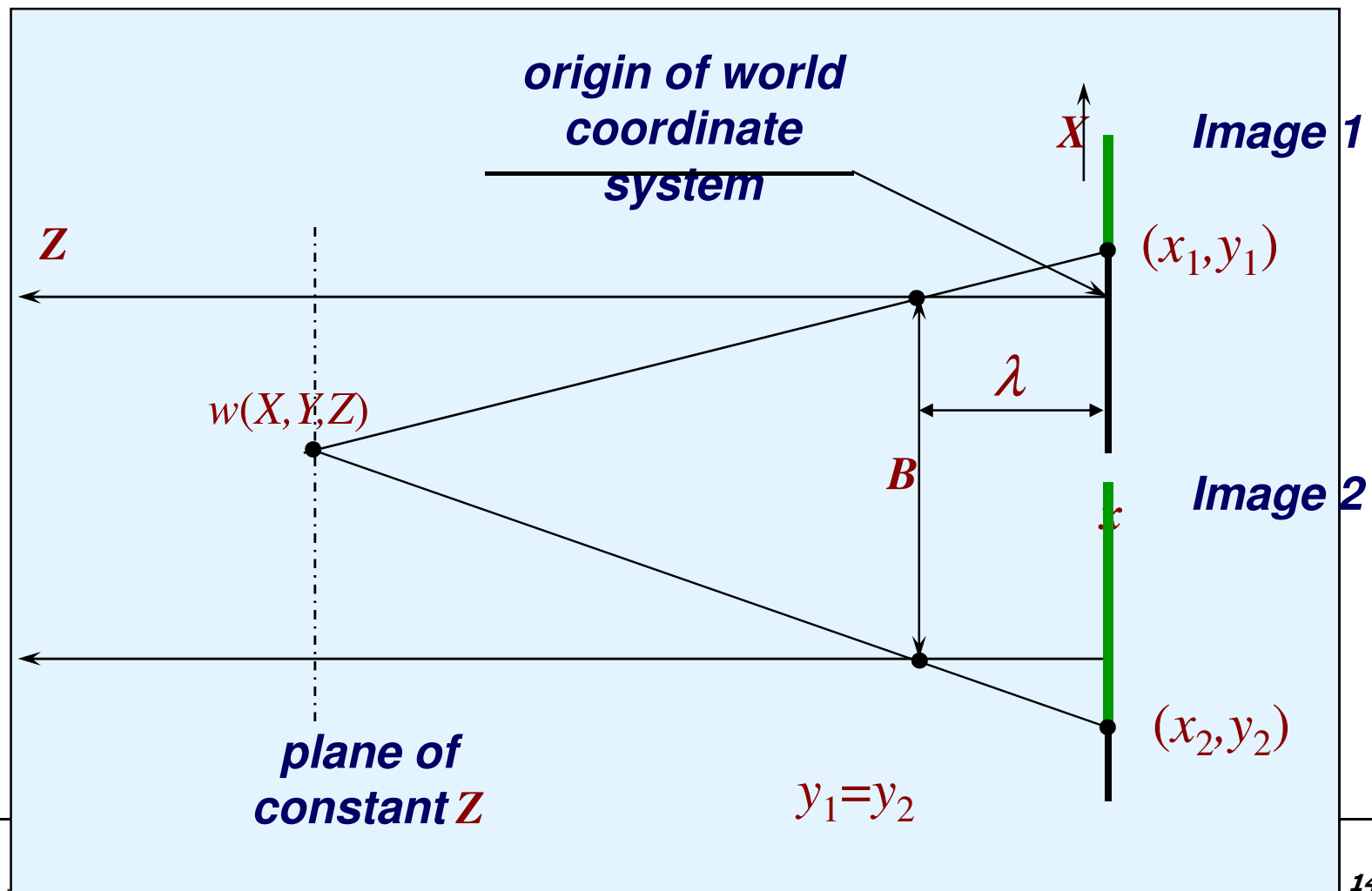


Stereo image acquisition: (non-epipolar case)





Stereo image acquisition - top view





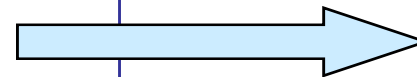
3D point reconstruction in stereoscopy: Inverse Perspective Transformation

$$X = \frac{x_1}{\lambda} (\lambda - Z)$$

$$Y = \frac{y_1}{\lambda} (\lambda - Z)$$

$$Z = \lambda - \frac{\lambda B}{x_2 - x_1}$$

disparity



$$Z \cong \frac{\lambda B}{x_2 - x_1}$$

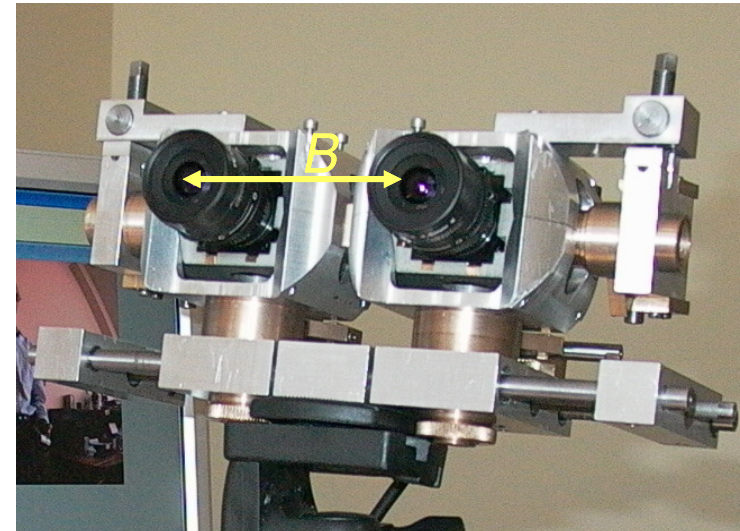
Three equations - three unknowns





3D point reconstruction in stereoscopy: Inverse Perspective Transformation

$$Z \cong \frac{\lambda B}{x_2 - x_1} = \frac{\lambda B}{\Delta_p n}$$



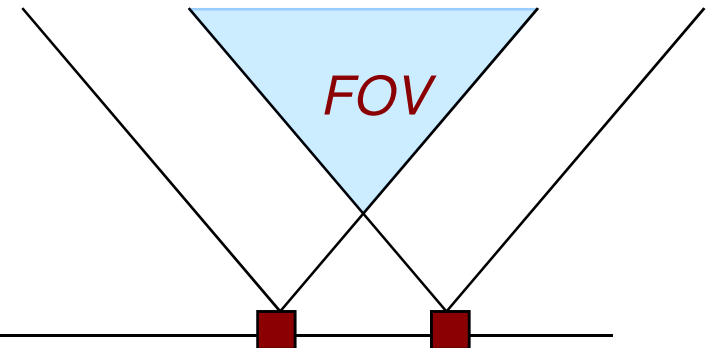
Example:

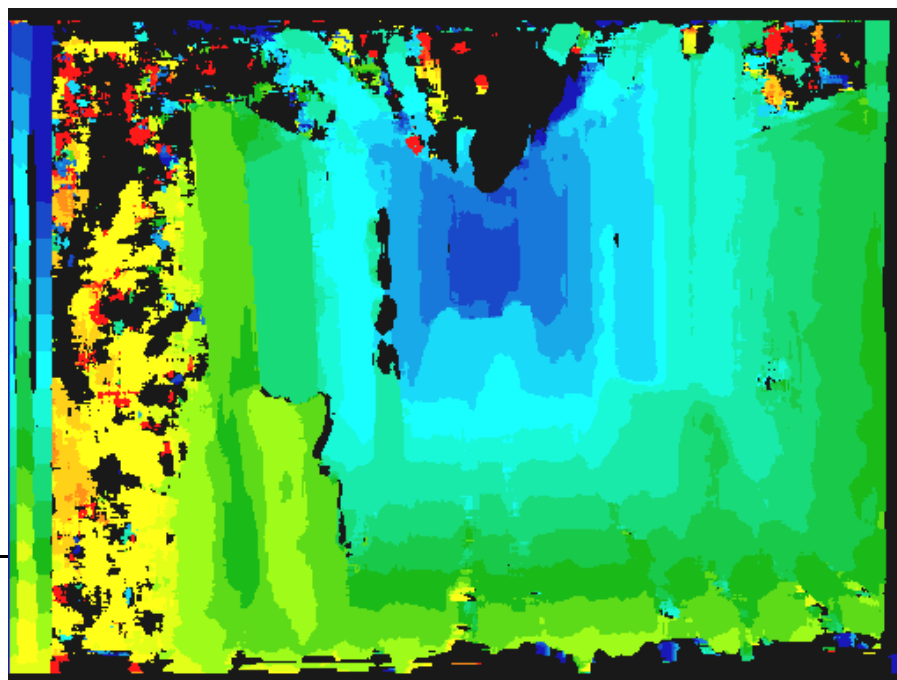
$B = 8cm$ – base of the stereovision system

$\lambda = 5mm$ – lens focal length

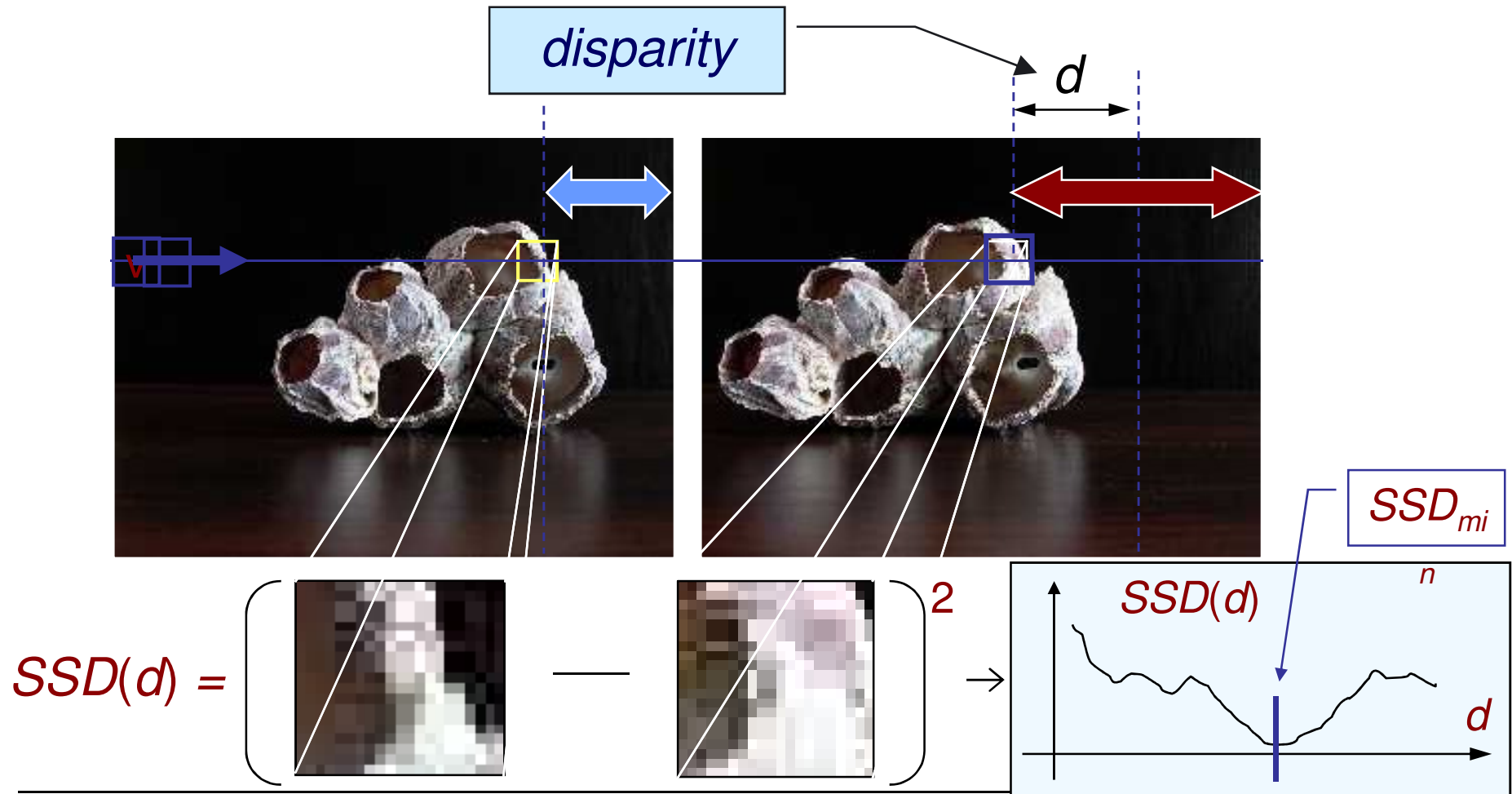
$\Delta_p = 7\mu m$ – pixel size

n – integer number $n \geq 1$





Digital image matching- the concept of disparity





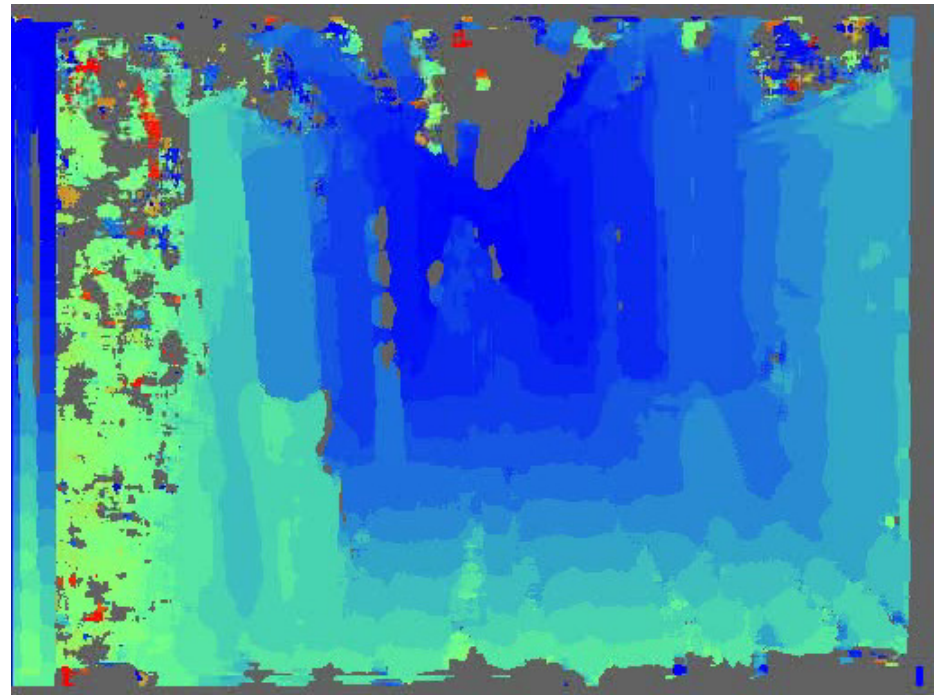
KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI

UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY

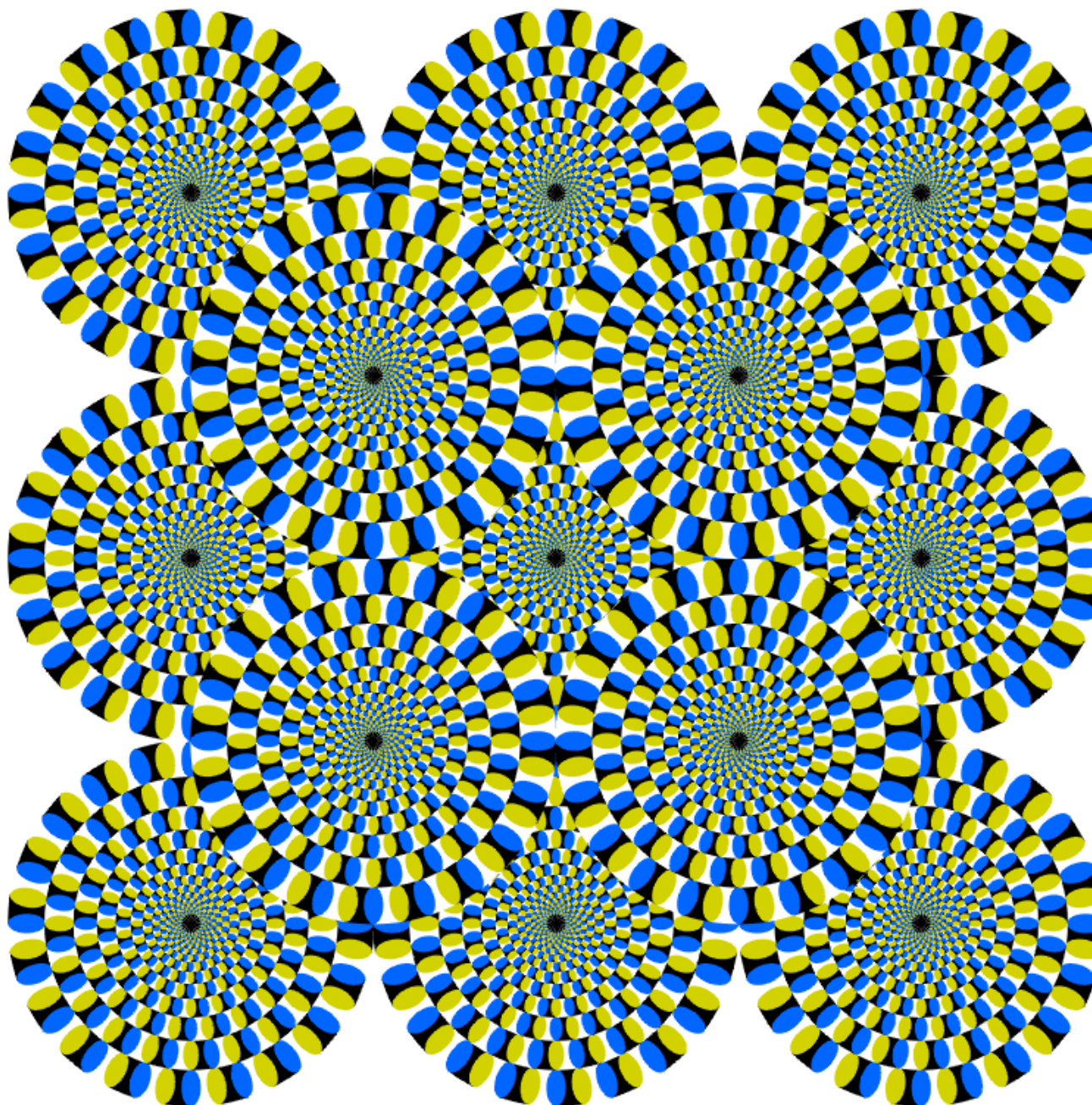


Prezentacja multimedialna współfinansowana przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego

Stereovision -> depth map



Politechnika Łódzka
Instytut Elektroniki



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



ęskiego Funduszu Społecznego

