



GISopen 2022

Székesfehérvár, 2022. augusztus 31. - szeptember 2.

Digitális Monoplotting megvalósítása személyi számítógépen

Dr. habil. Jancsó Tamás



ÓBUDAI EGYETEM
ALBA REGIA MŰSZAKI KAR

Témakörök

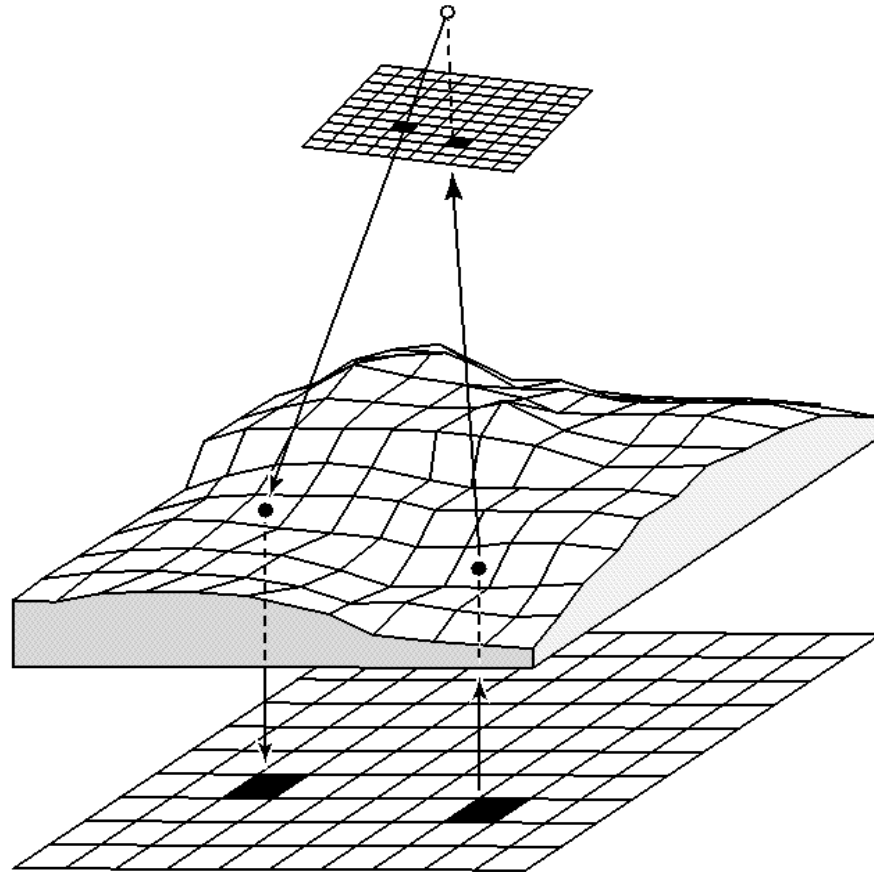
- ▶ Elméleti háttér
- ▶ Algoritmus
- ▶ Alkalmazási példa
- ▶ Tovább lépési lehetőségek
- ▶ Összefoglalás



Digitális Monoplotting célja



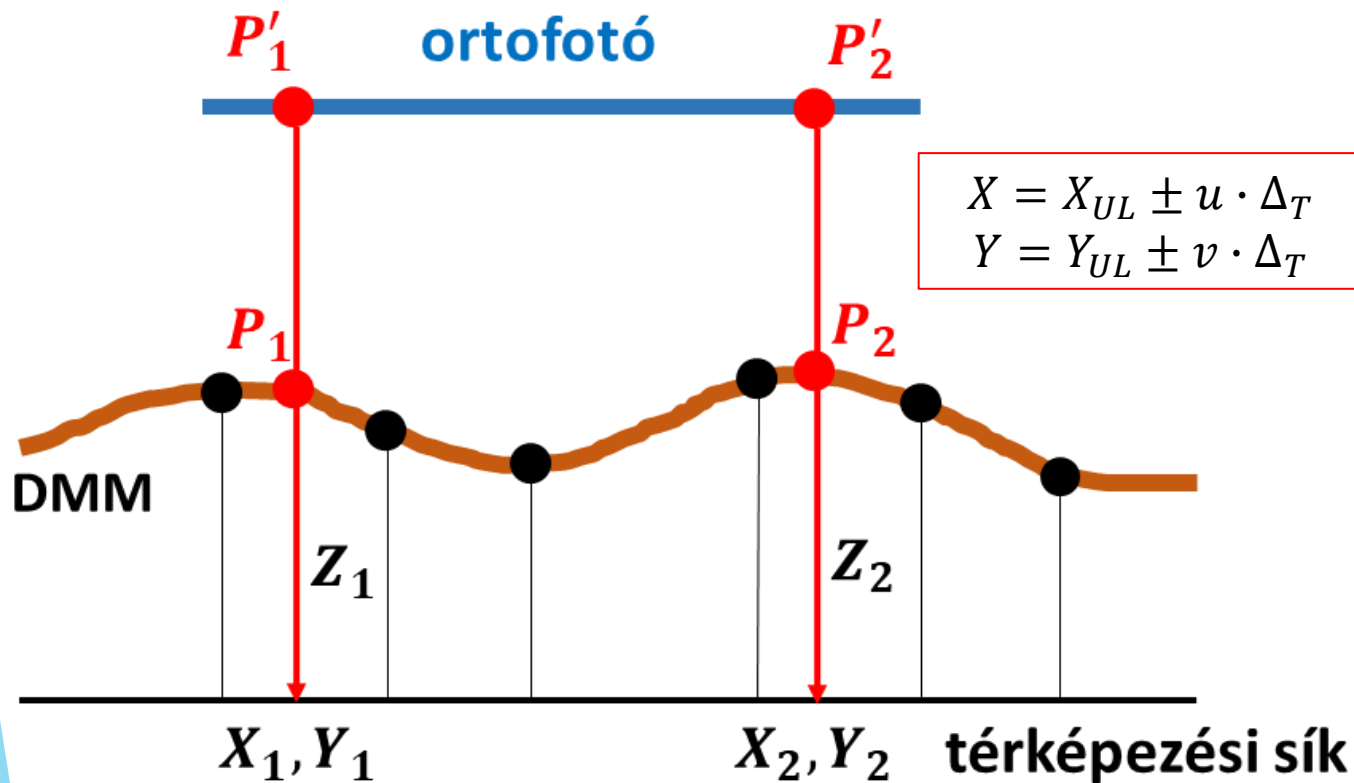
- ▶ X, Y, Z tárgykoordináták számítása a képen mért pont ξ, η koordináták alapján. Ehhez szükséges még ismernünk a kép tájékozási elemeit $(\xi_0, \eta_0, c_k, X_0, Y_0, Z_0, \varphi, \omega, \kappa)$ és a magassági modellt (DMM).





Alternatív megoldás

- ▶ A méréshez hasznát kép egy ortofotó.



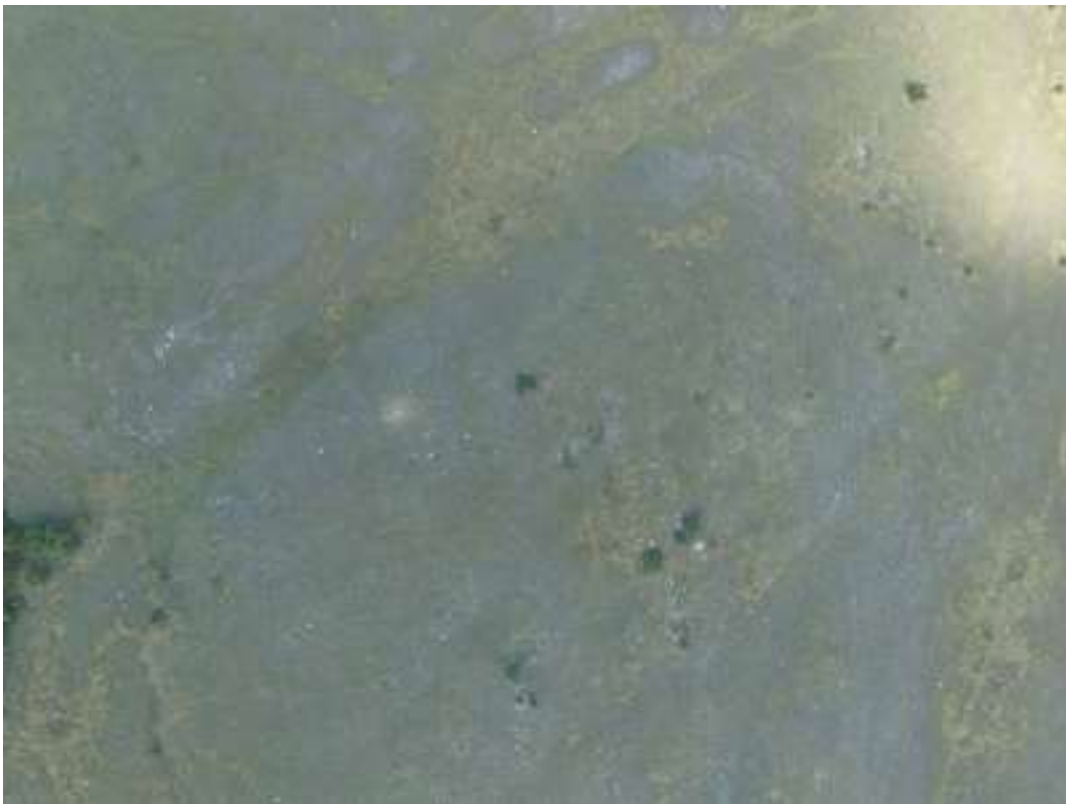
u, v
pixelkoordináták
mérése

X, Y terepi
koordináták
kiszámítása

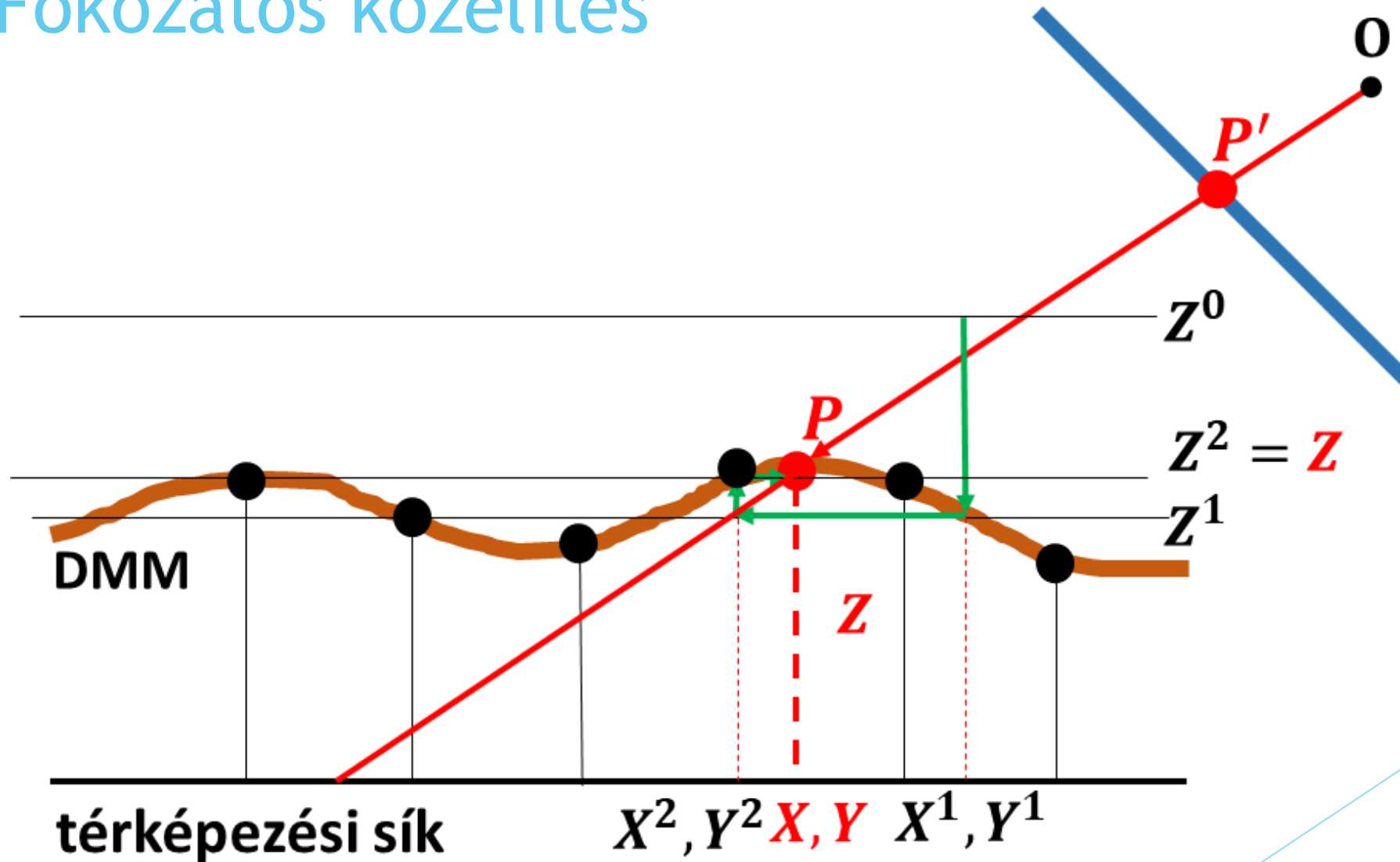
Z meghatározása
DMM-ből X, Y
helyen bilineáris
interpolációval

Kiértékelés a képen

- ▶ A méréshez hasznát kép lehet:
 - ▶ Digitális kamerával készült kép
 - ▶ Keretjelekkel rendelkező digitalizált mérőkép



Fokozatos közelítés



(forrás: Swiss Federal Institute of Technology Zurich)

Bemenő adatok

<TYPE> 1

<IMAGE> mosaic.jpg

<GSD_M> 0.1

<UL_X_M> 590830.1 +

<UL_Y_M> 209240.1 -



<TYPE> 2

<IMAGE> DJI_0019.jpg

<PIXEL_SIZE_MM> 0.001625

<CK_MM> 3.75093

<X_H_MM> 0.0277

<Y_H_MM> -0.0084

<X0_M> 590989.48764

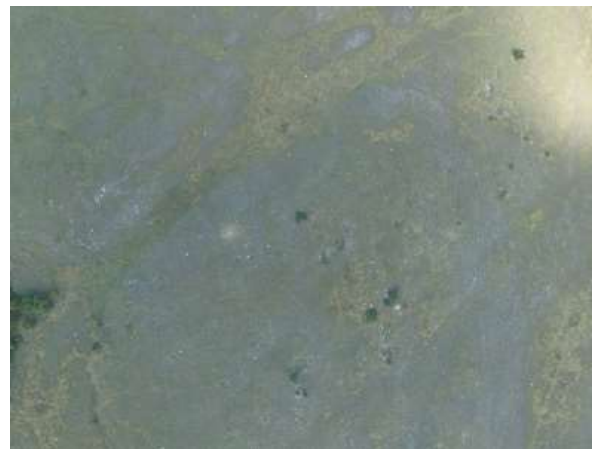
<Y0_M> 209059.39688

<Z0_M> 360.39748

<FI_DEG> -3.741581889

<OMEGA_DEG> -0.064227452

<KAPPA_DEG> -73.87624962



<TYPE> 3

<IMAGE> TC_11-03_9441.bmp

<PIXEL_SIZE_MM> 0.056

<CK_MM> 153.0000

<X_H_MM> 0.007

<Y_H_MM> 0.001

<X0_M> 607426.938

<Y0_M> 206375.878

<Z0_M> 1426.172

<FI_DEG> 0.98091

<OMEGA_DEG> 0.28566

<KAPPA_DEG> -88.72065

<A0> 116.38428652244203

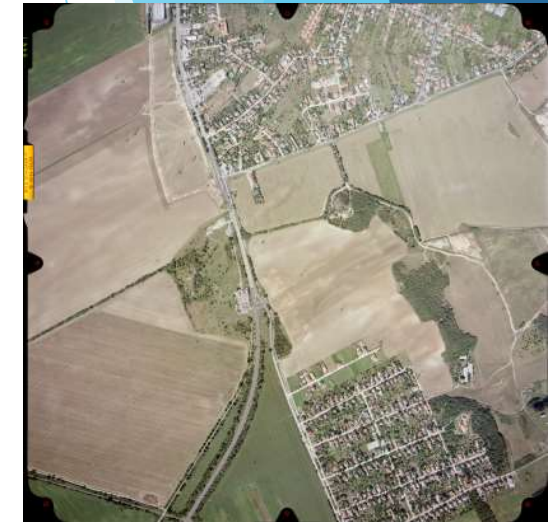
<A1> -0.056013019213622395

<A2> -0.000062362217664141672

<B0> -114.40069672150857

<B1> -0.000055886330454530025

<B2> 0.056005349700631833



Transzformációs lépések

Ortofotó

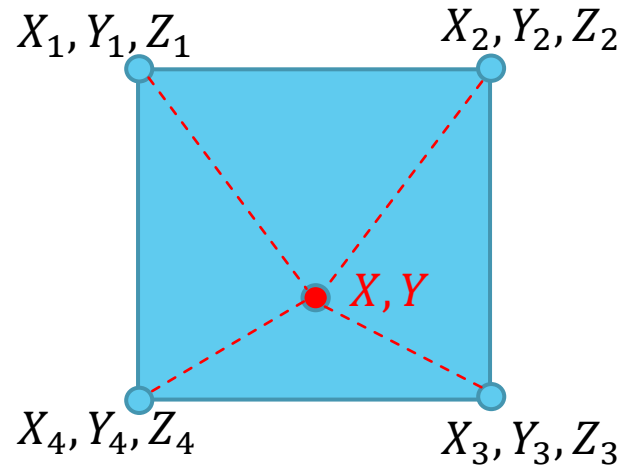
$$u, v \longrightarrow \begin{aligned} X &= X_{UL} \pm u \cdot \Delta_T \\ Y &= Y_{UL} \pm v \cdot \Delta_T \end{aligned}$$

Digitális kamerakép

$$u, v \longrightarrow \begin{aligned} \xi &= -\frac{l_{x_{sz}}}{2} + \Delta x_{sz} \cdot u \\ \eta &= \frac{l_{y_{sz}}}{2} - \Delta y_{sz} \cdot v \end{aligned}$$

Keretjeles mérőkép

$$u, v \longrightarrow \begin{aligned} \xi &= a_0 + a_1 \cdot u + a_2 \cdot v \\ \eta &= b_0 + b_1 \cdot u + b_2 \cdot v \end{aligned}$$

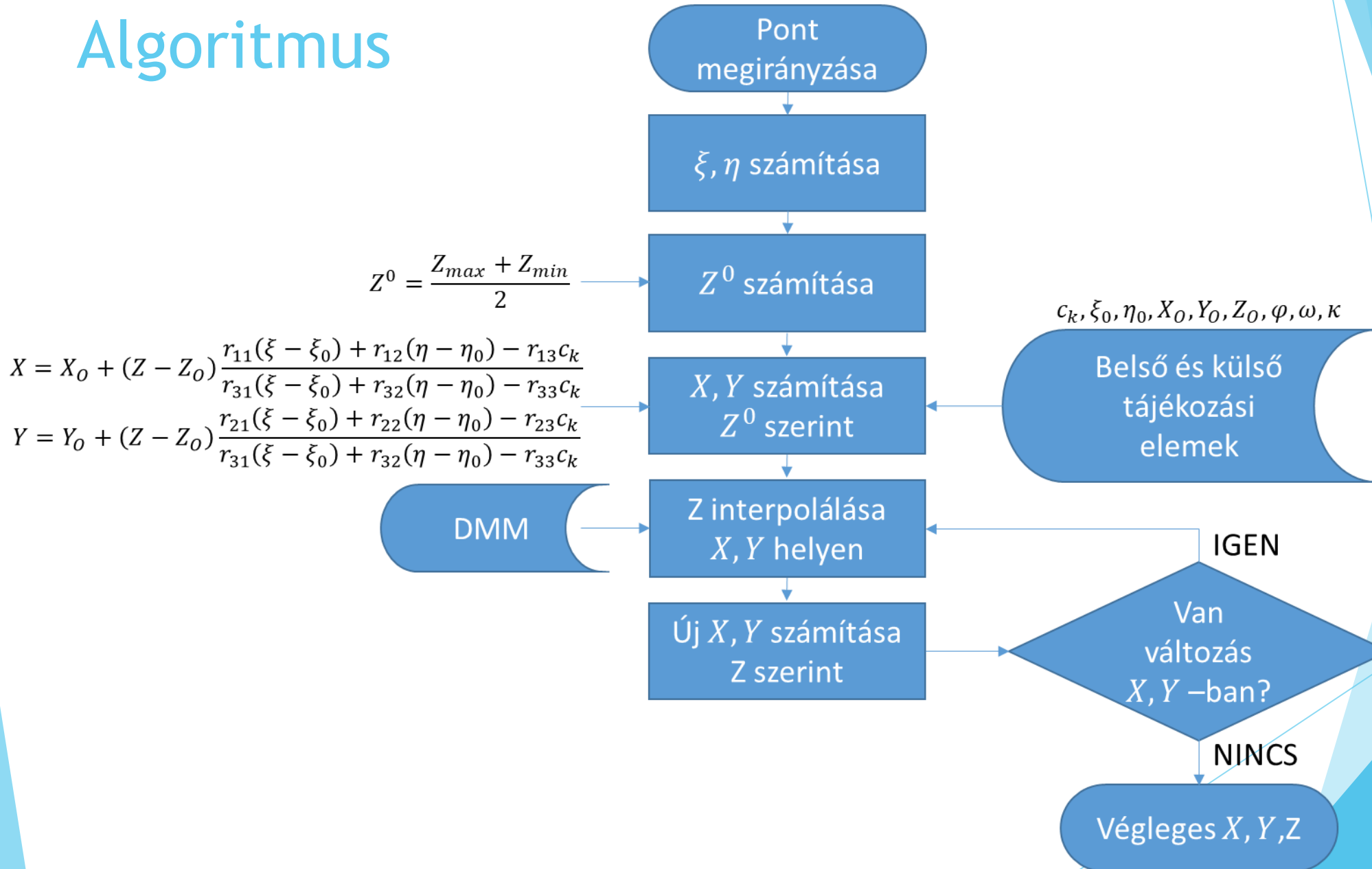


**Z meghatározása DMM-ből
bilineáris interpolációval**

$$\begin{aligned} t_1 &= |(X_3 - X) \cdot (Y_3 - Y)| \cdot Z_1 \\ t_2 &= |(X_4 - X) \cdot (Y_4 - Y)| \cdot Z_2 \\ t_3 &= |(X_1 - X) \cdot (Y_1 - Y)| \cdot Z_3 \\ t_4 &= |(X_2 - X) \cdot (Y_2 - Y)| \cdot Z_4 \\ t_5 &= |(X_1 - X_2) \cdot (Y_1 - Y_4)| \\ Z &= (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) / t_5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X &= X_0 + (Z - Z_0) \frac{r_{11}(\xi - \xi_0) + r_{12}(\eta - \eta_0) - r_{13}c_k}{r_{31}(\xi - \xi_0) + r_{32}(\eta - \eta_0) - r_{33}c_k} \\ Y &= Y_0 + (Z - Z_0) \frac{r_{21}(\xi - \xi_0) + r_{22}(\eta - \eta_0) - r_{23}c_k}{r_{31}(\xi - \xi_0) + r_{32}(\eta - \eta_0) - r_{33}c_k} \end{aligned}$$

Algoritmus



Megvalósítás

- ▶ Programozási nyelv: PureBasic
- ▶ Önállóan futtatható exe, nem igényel .NET futtató környezetet.
- ▶ Multiplatformos futtatást támogatja (Windows, Linux, OS X, Raspberry)
- ▶ Beépített képkezelő függvények. Tömör és hatékony kód írható képfeldolgozási feladatokra.
- ▶ Részletes dokumentáció.



The screenshot shows the PureBasic 5.72 IDE interface. The top window displays the source code for a program named 'digmono.pb'. The code includes several 'Declare' statements for functions like 'Mentes()', 'Rajzol()', 'Kivalaszt()', 'Frissit()', 'Megtalal()', 'Mozgat1()', 'Mozgat2()', 'Szincsele()', and 'Pontszamcsere()'. It also contains a main program section starting with 'FŐPROGRAM' and 'OpenWindow' call, followed by various 'Gadget' and 'ImageGadget' calls for creating a graphical user interface with buttons, editors, and text fields.

The bottom window is the 'HTML súgó' (HTML Help) window, showing the documentation for the 'ButtonImageGadget()' function. The documentation includes the following sections:

- Syntax:** Result = ButtonImageGadget(#Gadget, x, y, Width, Height, ImageID [, Flags])
- Description:** Create a button gadget with an image in the current GadgetList.
- Parameters:**

Parameter	Description
#Gadget	A number to identify the new gadget. #PB_Any can be used to auto-generate this number.
x, y, Width, Height	The position and dimensions of the new gadget.



Adatok betöltése

DMM betöltése

Kép típusa: keretjeles mérőkép
 Pixel mérete: 0.056 mm
 Ck: 153.0000 mm
 X_h főpont: 0.007 mm
 Y_h főpont: 0.001 mm
 Xo: 607426.938 m
 Yo: 206375.878 m
 Zo: 1426.172 m
 Fi: 0.98091 fok
 Omega: 0.28566 fok
 Kappa: -88.72065 fok
 A0: 116.3842865224 B0: -114.4006967215
 A1: -0.0560130192 B1: -0.0000558863
 A2: -0.0000623622 B2: 0.0560053497

File: 54-412.dat
 Grid size: 20 x 20 m
 Pontok száma: 30000
 Min X: 606 007.500 m
 Max X: 608 987.500 m
 Min Y: 204 007.500 m
 Max Y: 207 987.500 m
 Min Z: 3.720 m
 Max Z: 185.000 m
 Atl. Z: 94.360 m

ID Kód	X[m]	Y[m]	Z[m]	u[pix]	v[pix]	x[mm]	y[mm]	Szín
1	608075.828	206492.872	128.243	2276.617	3473.975	2276.617	3473.975	255
1	607978.970	206711.401	135.999	2747.717	3283.853	2747.717	3283.853	255
1	607875.317	206664.918	136.679	2653.497	3060.080	2653.497	3060.080	255
1	607995.966	206455.327	129.115	2200.905	3302.360	2200.905	3302.360	255
1	608075.828	206492.872	128.243	2276.617	3473.975	2276.617	3473.975	255
2	607113.570	206596.781	163.048	2551.725	1427.935	2551.725	1427.935	65535
2	607208.962	206810.435	160.901	3005.365	1644.445	3005.365	1644.445	65535
2	607322.812	206857.293	156.548	3098.155	1891.885	3098.155	1891.885	65535
2	607389.404	207098.512	162.165	3618.810	2046.535	3618.810	2046.535	65535
2	607516.254	207167.656	169.336	3773.460	2324.905	3773.460	2324.905	65535
2	607637.052	207213.354	163.763	3861.095	2587.810	3861.095	2587.810	65535
3	607205.483	206605.758	180.835	2574.213	1618.983	-27.913	-23.874	16777088

Alakzatok

 Pont Vonal Vonallánc Poligon

Kiválasztás



Törlés/Frissítés

Összes törlése

Behívás

Mentés

Kilépés



Mozgatás

Csatlakozás

Összekötés

Leválasztás

Bezárás

Színcsere

Mérési példa



További fejlesztési lehetőségek

- Magassági modell beolvasása GRID és egy formátumokból is.
- Z magasság interpolációja legközelebbi szomszéd és bikubikus interpolációval is.
- Kimeneti vektorállomány mentése DXF formátumban.
- Belső és külső tájékozás elvégzése a mérés előtt, ha nem ismertek a tájékozási elemek.
- Kamera torzulási paramétereinek bevonása.
- Vektoros szerkesztési műveleteinek bővítése (pl. vertex pont hozzáadása alakzathoz).

Összefoglalás

- ▶ Digitális Monoplotting nem igényel sztereoszemlést, így egy átlagos PC-n használható.
- ▶ A kiértékelés pontossága nagyban függ a DMM pontosságától.
- ▶ Jól használható oktatási célra és valós feladatok megoldására is.
- ▶ Jó alternatíva drónos vagy egyéb felvételek pontonkénti vagy vonalas kiértékelésére amikor 3D térkép készítése vagy kiegészítése a cél.





KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

DR. HABIL. JANCsó TAMÁS

E-MAIL: JANCso.TAMAS@AMK.UNI-OBUDA.HU