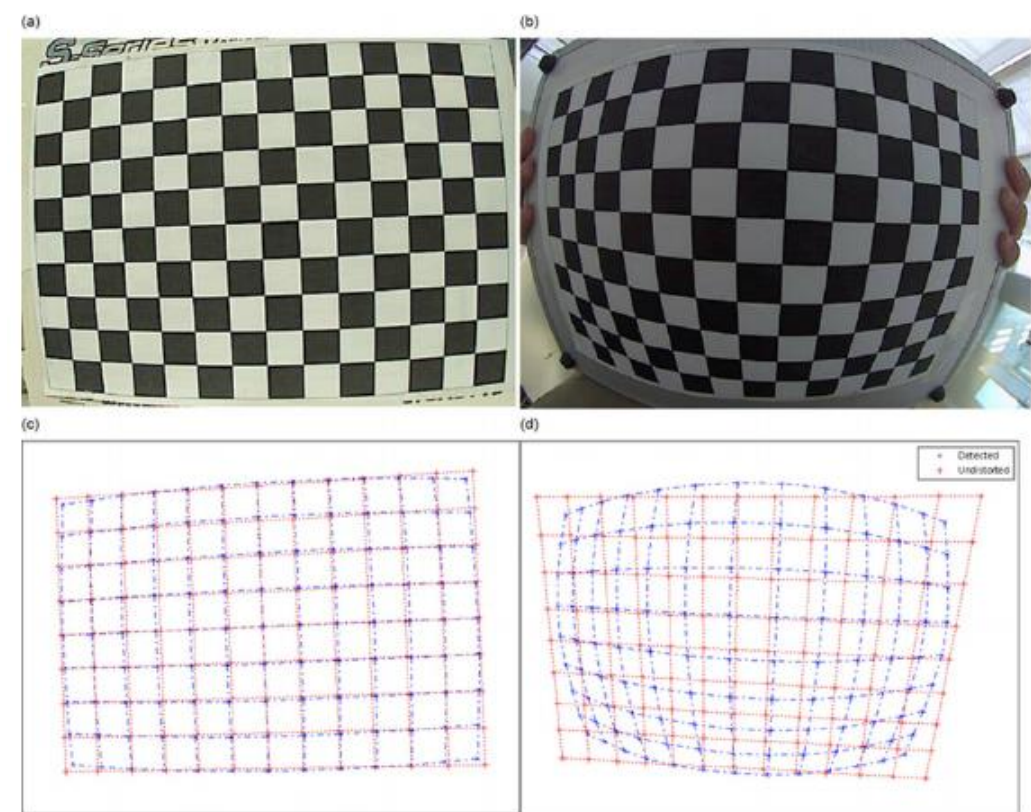


Fotogrammetria és lézerszkennelés

17. előadás: Kalibráció

Kamera kalibráció

- Lyukkamera – pinhole camera
 - Ideális, kollinearitási egyenletek csak erre igazak
- Belső tájékozási adatok
- Objektív elrajzolás
- Érzékelő szerelési hibái
- (Sztereo kalibráció: relatív és abszolút tájékozás)
- Egy beállításra érvényes!!!
 - Fókusz, zoom, iris, képstabilizátor
- Sakktábla fényképezése – vagy sok kapcsolópont
- Kiértékelő szoftver – torzítási modell



Brown-féle torzítási modell

$$x_d = x_u(1 + K_1 r^2 + K_2 r^4 + \dots) + (P_2(r^2 + 2x_u^2) + 2P_1 x_u y_u)(1 + P_3 r^2 + P_4 r^4 + \dots)$$

$$y_d = y_u(1 + K_1 r^2 + K_2 r^4 + \dots) + (P_1(r^2 + 2y_u^2) + 2P_2 x_u y_u)(1 + P_3 r^2 + P_4 r^4 + \dots)$$

where:

(x_d, y_d) = distorted image point as projected on image plane using specified lens,

(x_u, y_u) = undistorted image point as projected by an ideal pin-hole camera,

(x_c, y_c) = distortion center (assumed to be the [principal point](#)),

$K_n = n^{\text{th}}$ radial distortion coefficient,

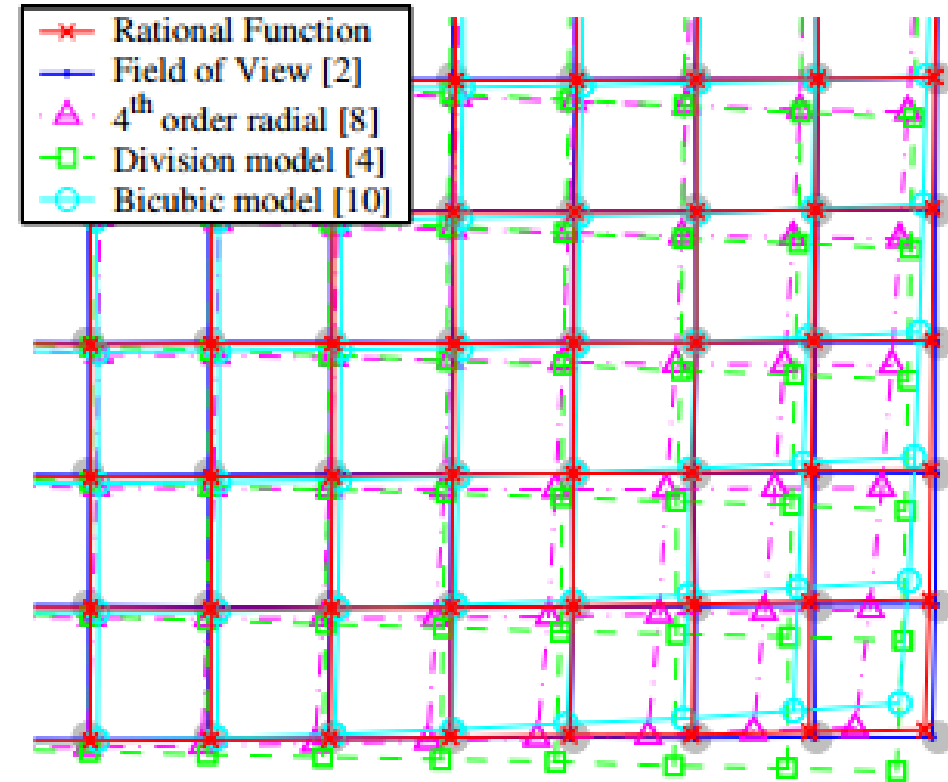
$P_n = n^{\text{th}}$ tangential distortion coefficient [note that Brown's original definition has P_1 and P_2 interchanged],

$r = \sqrt{(x_u - x_c)^2 + (y_u - y_c)^2}$, and

\dots = an infinite series.

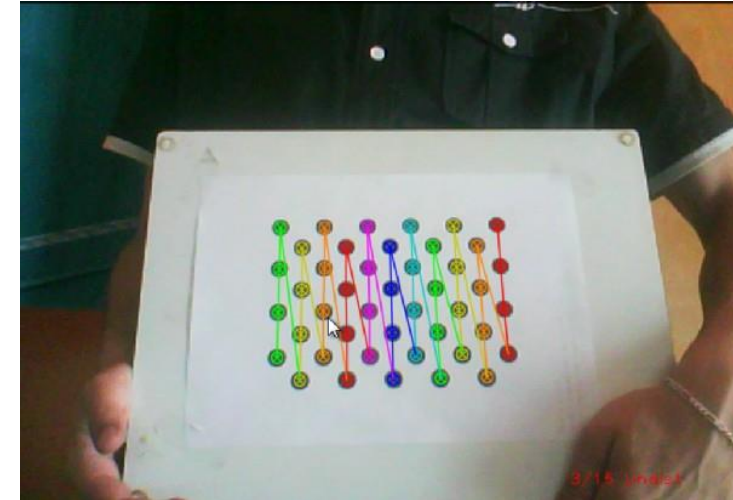
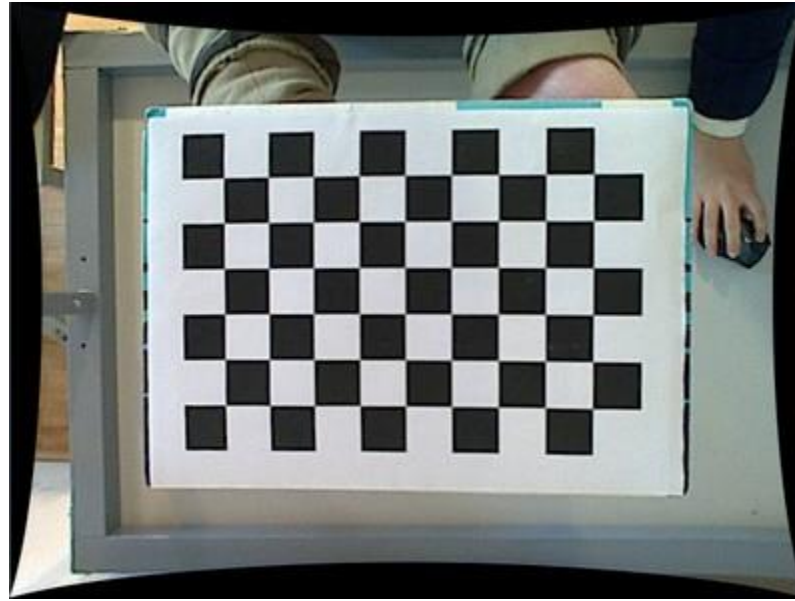
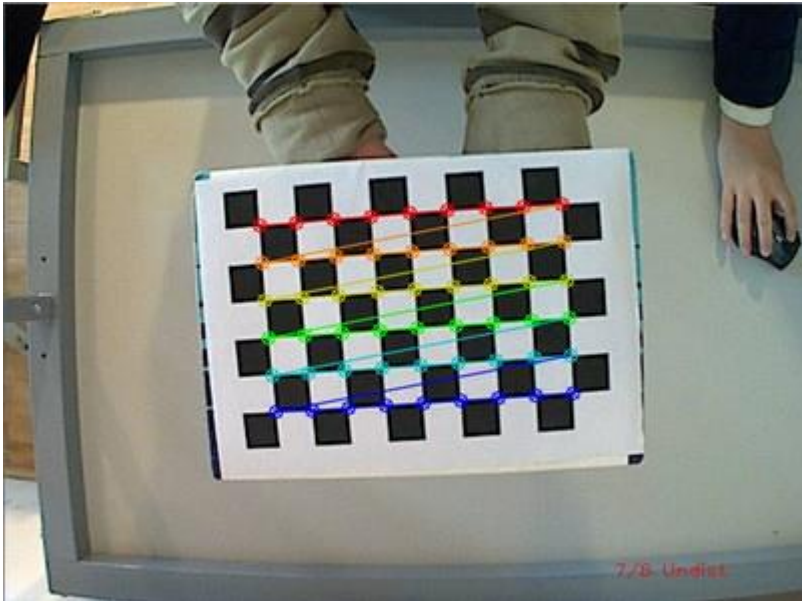
Több modell létezik

- Logarithmic fish eye lenses distortion model
- Polynomial fish-eye distortion model
- Field of view distortion model
- Division model
- Rational function distortion model

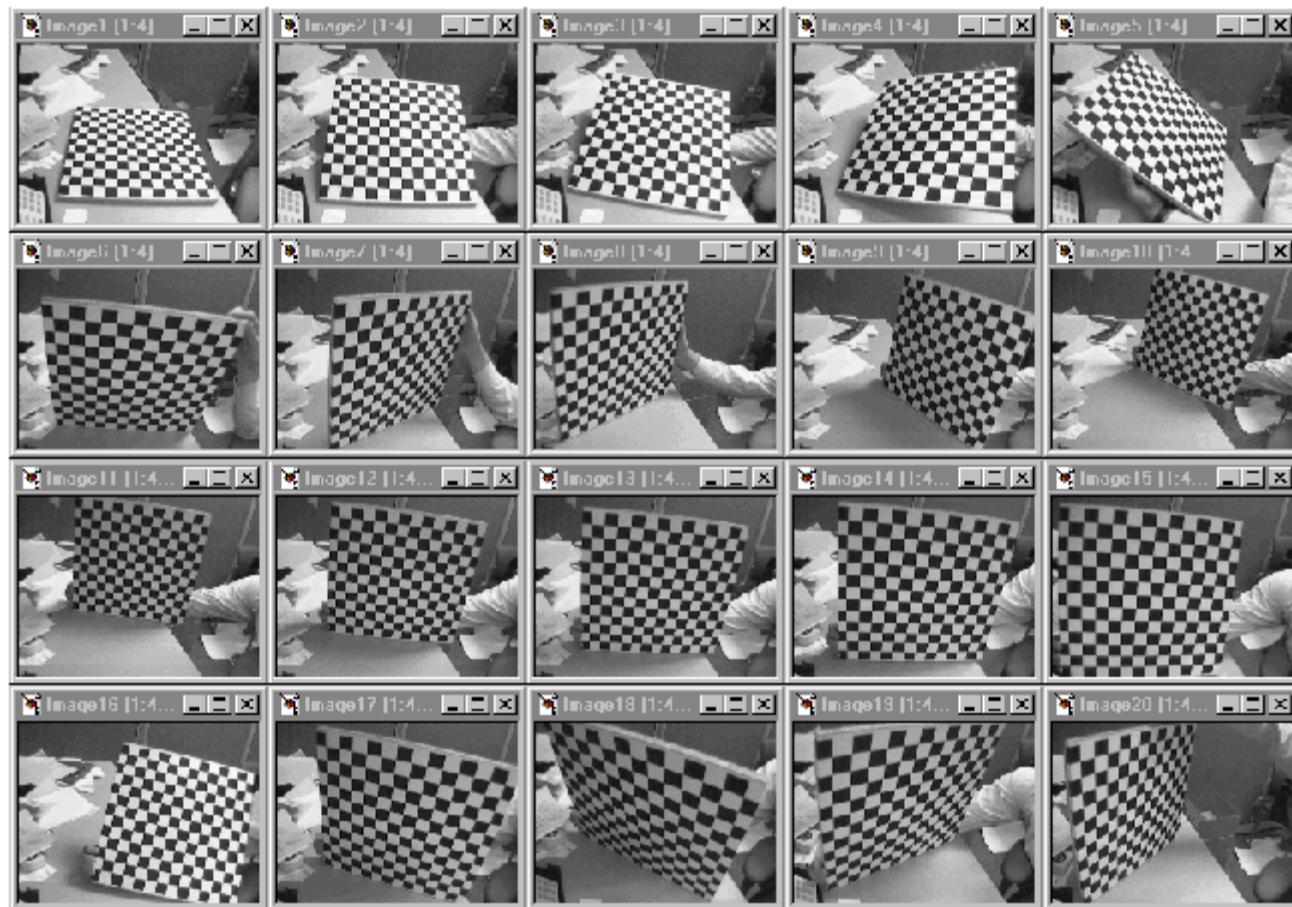


- <https://www.researchgate.net/publication/47510646> Lens Distortion Models Evaluation

Folyamat



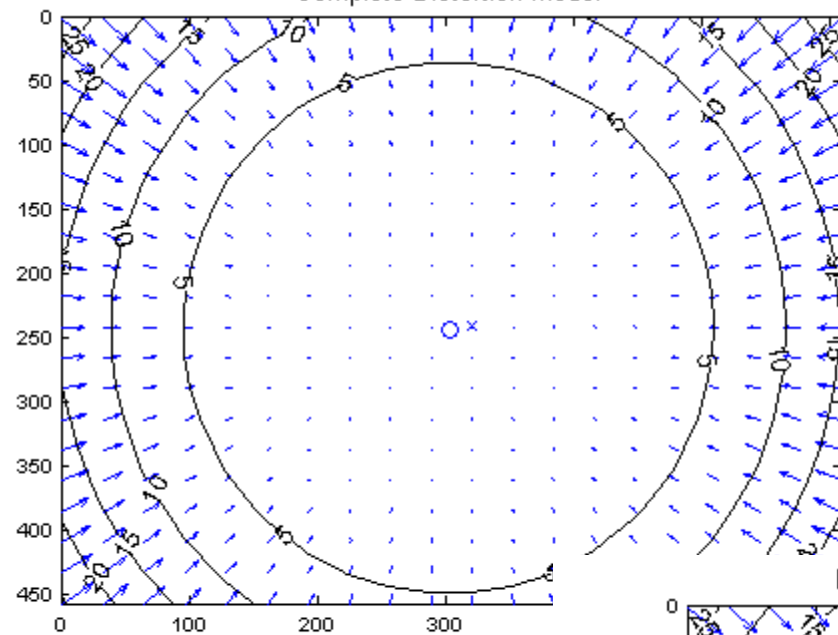
- <https://www.mathworks.com/videos/camera-calibration-with-matlab-81233.html>
- <https://www.youtube.com/watch?v=ViPN810E0SU>



Kalibráló szoftverek

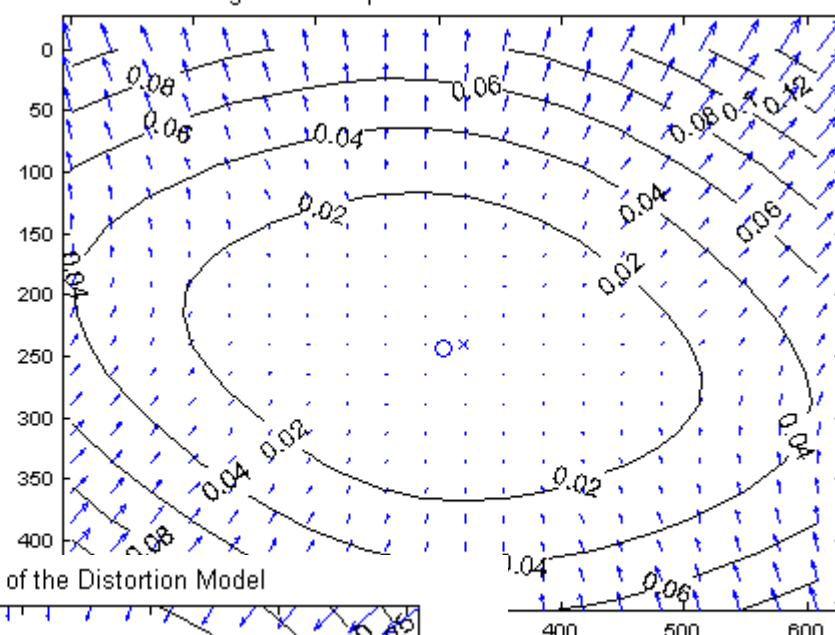
- Agisoft Metashape
 - Matlab
 - <http://mathworks.com/help/vision/ug/single-camera-calibrator-app.html>
 - https://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc/htmls/example.html
 - GML C++ Camera Calibration Toolbox
 - <http://graphics.cs.msu.ru/en/node/909>
 - Bingo
- Kalibrációs eredmények szoftverenként eltérőek, nem kompatibilisek!

Complete Distortion Model



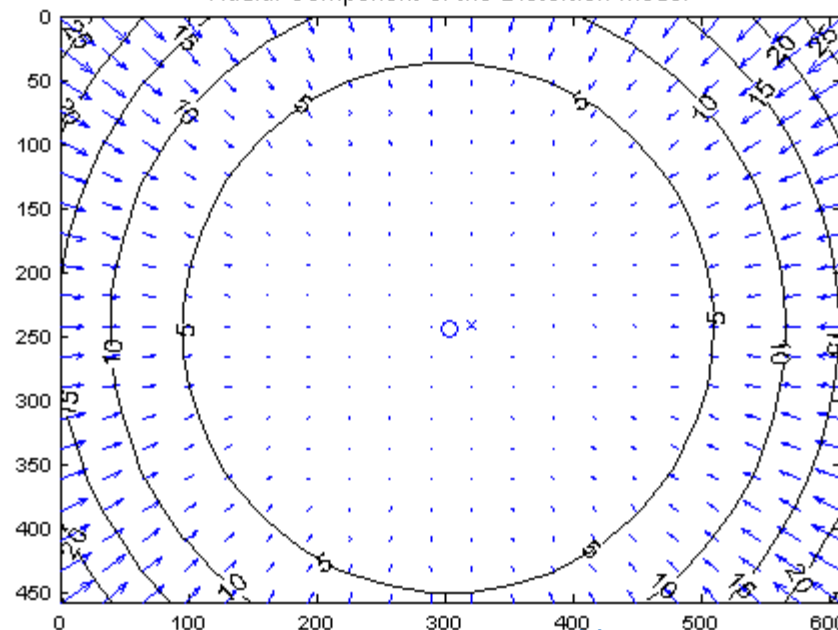
Pixel error = [0.1174, 0.1159]
 Focal Length = (657.303, 657.744)
 Principal Point = (302.717, 242.334)
 Skew = 0.0004198
 Radial coefficients = (-0.2535, 0.1187, 0)
 Tangential coefficients = (-0.0002789, 5.174e-005)

Tangential Component of the Distortion Model



+/- [0.2849, 0.2894]
 +/- [0.5912, 0.5571]
 +/- 0.0001905
 +/- [0.00231, 0.009418, 0]
 +/- [0.0001217, 0.0001208]

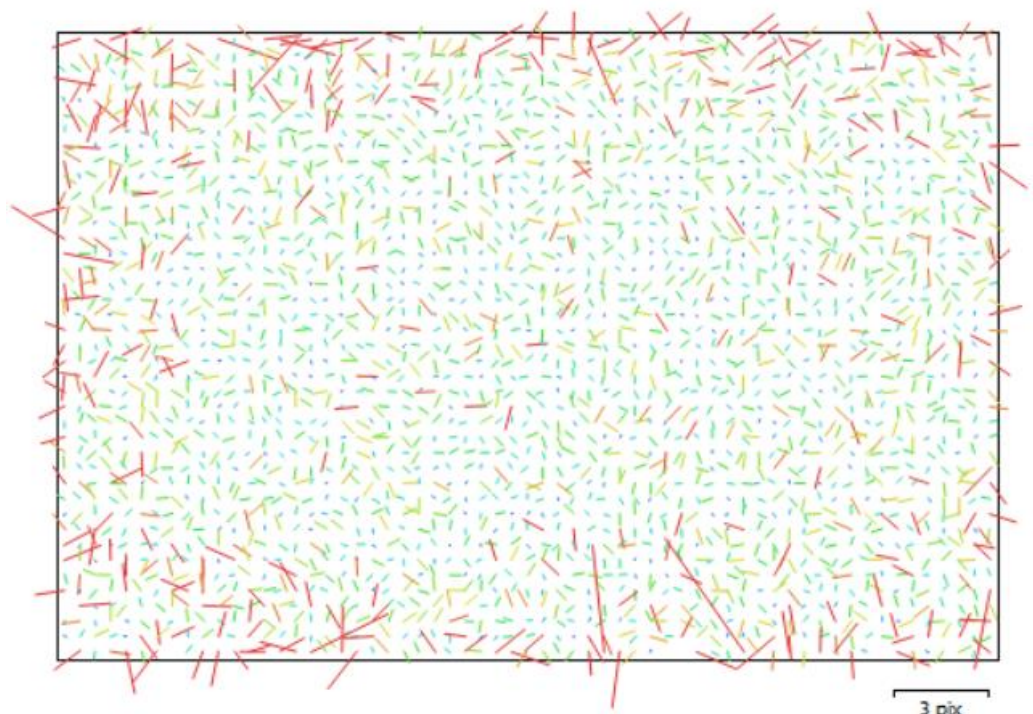
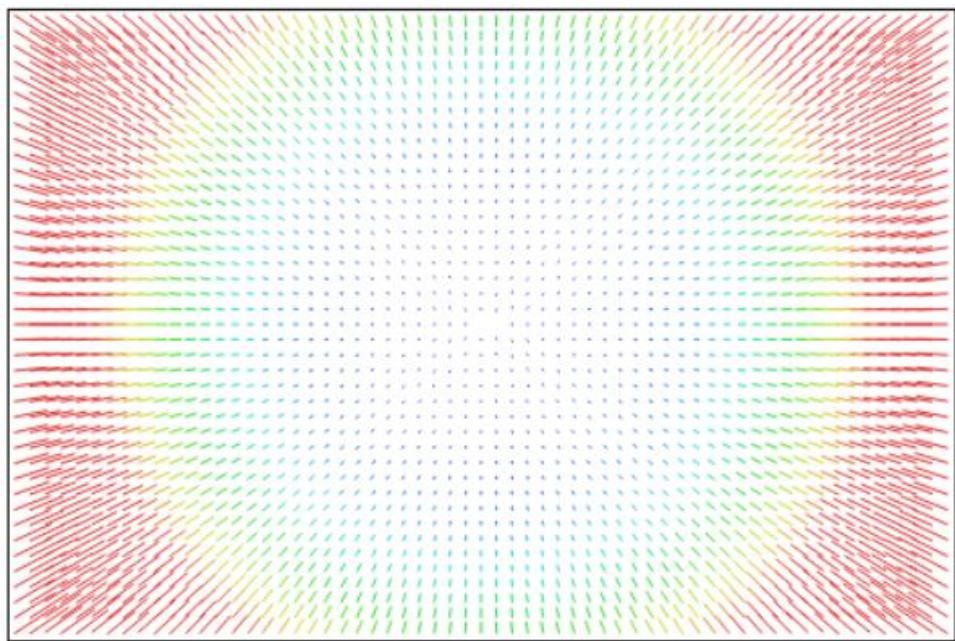
Radial Component of the Distortion Model



Pixel error = [0.1174, 0.1159]
 Focal Length = (657.303, 657.744)
 Principal Point = (302.717, 242.334)
 Skew = 0.0004198
 Radial coefficients = (-0.2535, 0.1187, 0)
 Tangential coefficients = (-0.0002789, 5.174e-005)

http://www.vision.caltech.edu/bouguetj/calib_doc/htmls/example.html

+/- [0.2849, 0.2894]
 +/- [0.5912, 0.5571]
 +/- 0.0001905
 +/- [0.00231, 0.009418, 0]
 +/- [0.0001217, 0.0001208]



Képsorozat készítése

- Alapelvek
 - Változó szög
 - Változó távolság -> Élesség?
 - Lehető legnagyobb kitöltés
 - Kilógás elkerülése
- Rács méret
- Akár több sakktábla, eltérő síkokban

- Lényeg: ismert koordinátájú pontok elméleti vetítése és összehasonlítása a fényképezett (torzult) képkoordinátákkal

Köszönöm a figyelmet!