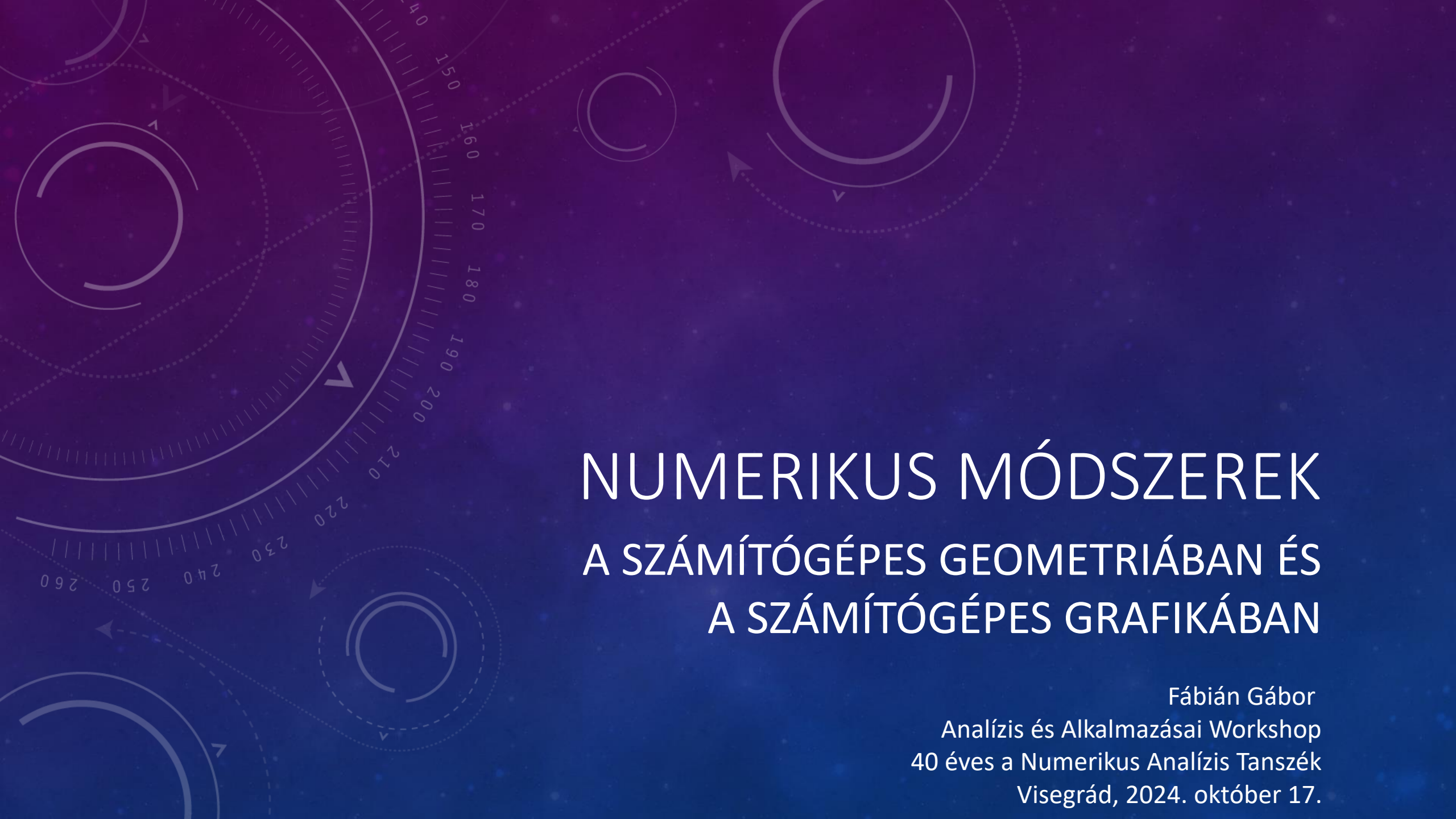




NUMERIKUS MÓDSZEREK A SZÁMÍTÓGÉPES GEOMETRIÁBAN ÉS A SZÁMÍTÓGÉPES GRAFIKÁBAN

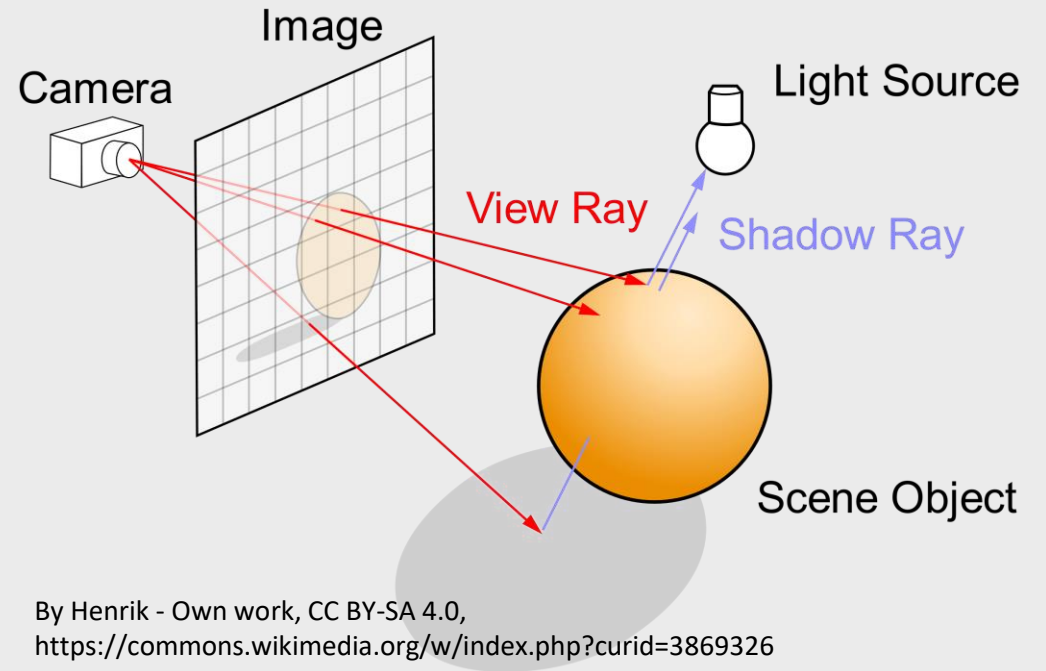
Fábián Gábor
Analízis és Alkalmazásai Workshop
40 éves a Numerikus Analízis Tanszék
Visegrád, 2024. október 17.

RAY TRACING

- Sugárkövetés = Ray tracing
- Sugár – implicit felület metszés

$$\begin{array}{ccc} \mathbf{a} + t\mathbf{v} & & f(\mathbf{x}) = 0 \\ \searrow & & \searrow \\ f(\mathbf{a} + t\mathbf{v}) = 0 & & \end{array}$$

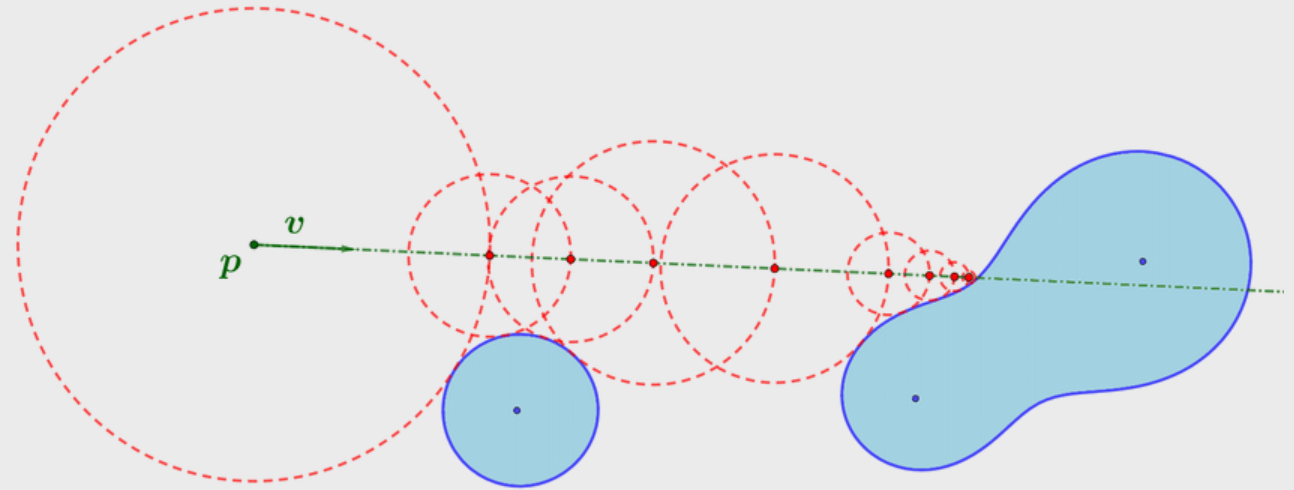
- **Nemlineáris egyenletek**
- Bonyolult problémák + gyors közelítő megoldás



SPHERE TRACING

- Gömb követés = Sphere tracing
- Adaptív lépéshossz választás
- Előjeles távolságfüggvény (SDF)
- **Peremérték probléma**

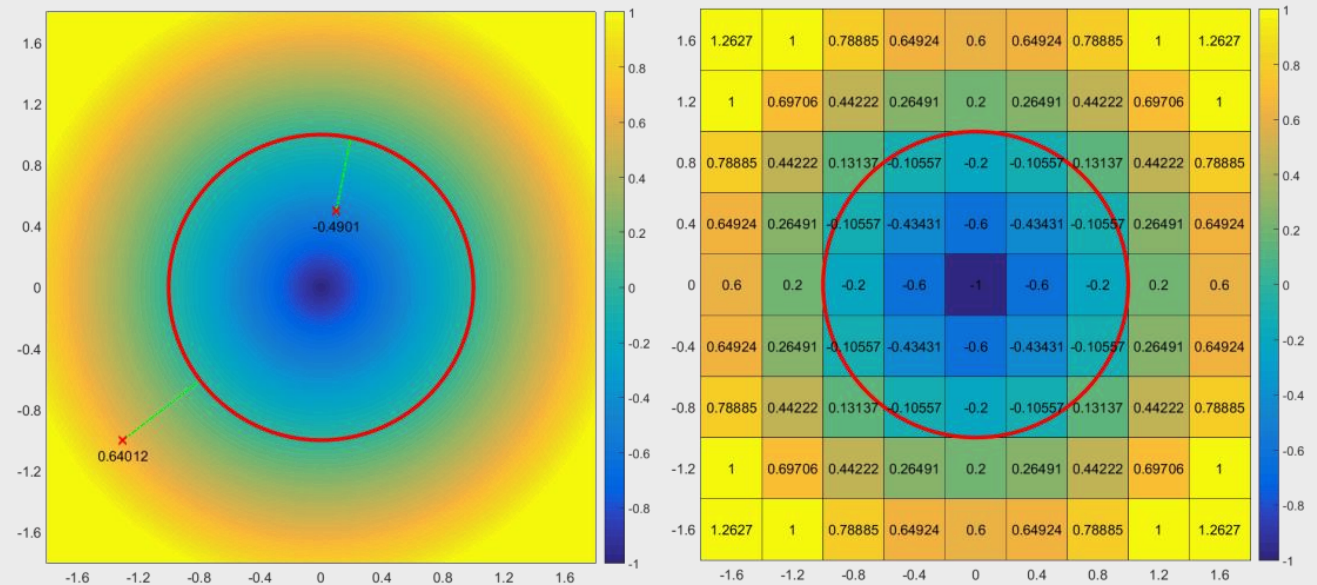
$$\begin{aligned} \|\nabla f(\mathbf{x})\| &= 1 & (\mathbf{x} \in \Omega) \\ \nabla f(\mathbf{x}) &= N(\mathbf{x}) & (\mathbf{x} \in \partial\Omega) \end{aligned}$$



Bálint, Csaba & Valasek, Gábor & Gergő, Lajos. (2019). Operations on Signed Distance Functions. Acta Cybernetica. 24. 17-28. 10.14232/actacyb.24.1.2019.3.

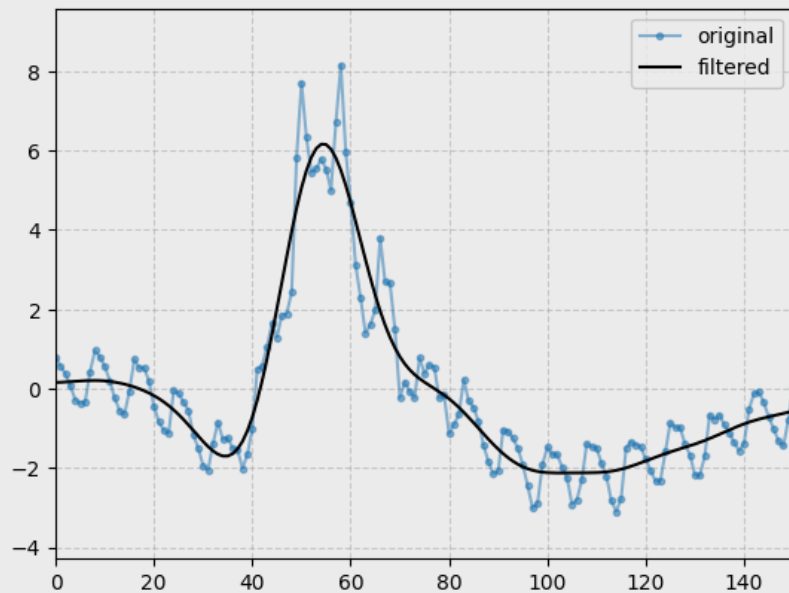
TÁVOLSÁGMEZŐK

- Előjeles távolságmezők
- Algebrai mezők
(**Taylor-polinom** együttthatók)
- Hermite-mezők
(Többdimenziós **Hermite-interpoláció**)
- Geometriai mezők
(Geometriai primitív **illesztés**)



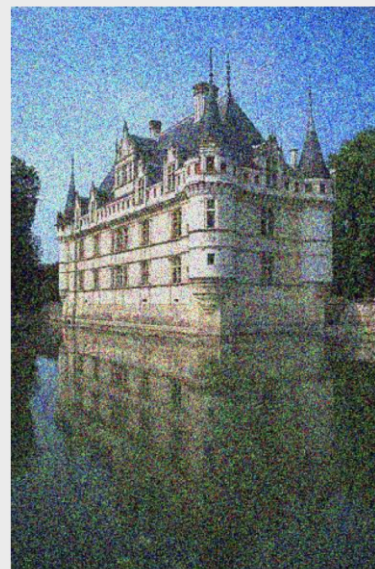
Bán, R.; Valasek, G.: Geometric distance fields of plane curves. Acta Cybernetica, 25(2), 187–203, 2021. <http://doi.org/10.14232/actacyb.289248>

GEOMETRIAI FELDOLGOZÁS – SZŰRÉS



<https://swharden.com/blog/2020-09-23-signal-filtering-in-python/>

$$f \in \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$$

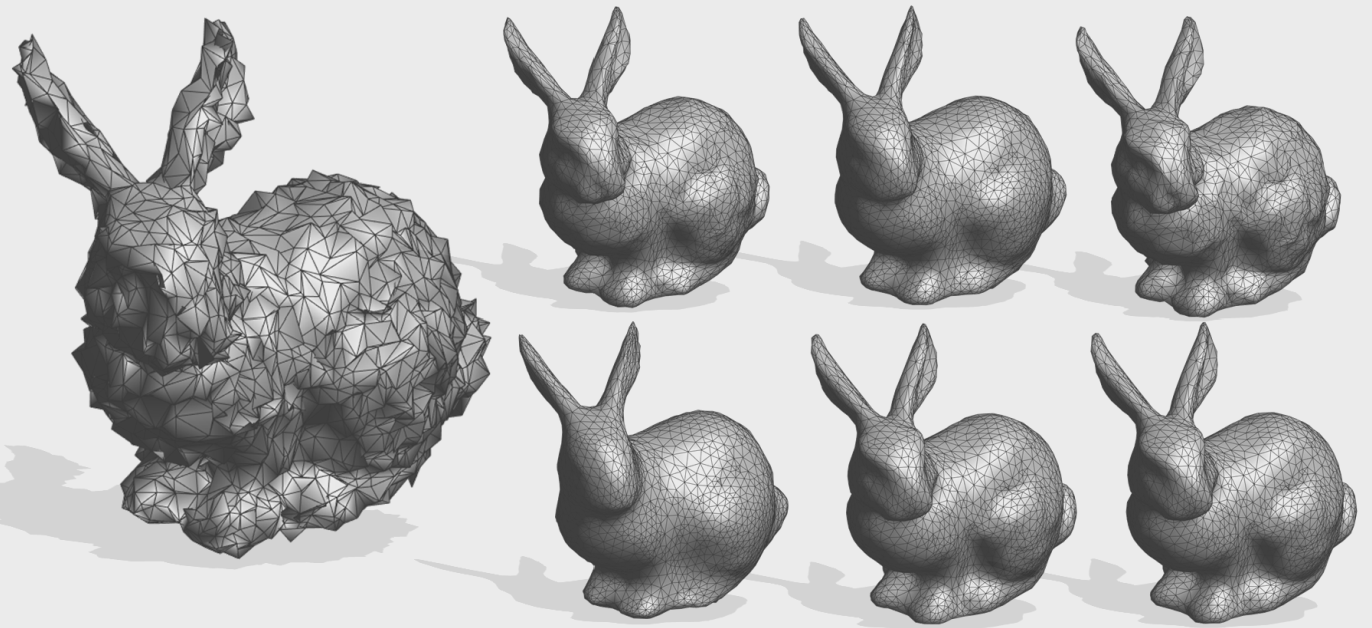


<https://varundagar.github.io/Image-Denoising/>

$$f \in \mathbb{N}^2 \rightarrow \mathbb{R}^d$$

GEOMETRIAI FELDOLGOZÁS – SZŰRÉS

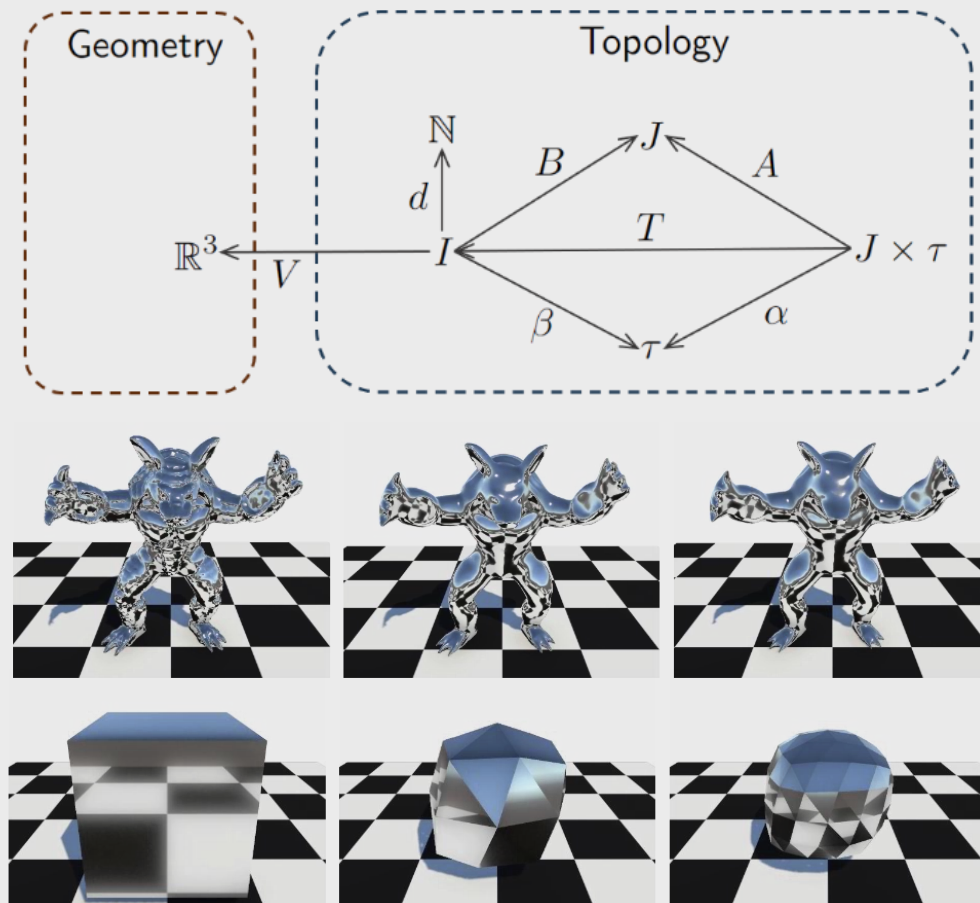
- Savitzky—Golay szűrő
háromszöghálókra
- Háló paraméterezésének
meghatározása
(**Lineáris egyenletrendszer**)
- 2D→3D polinom illesztés
(**Legkisebb négyzetek** módszere)



$$f \in \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^3$$

ADATSZERKEZET HÁROMSZÖGHÁLÓK GLOBÁLIS MŰVELETEIHEZ

- Matematikai tárgyalás **függvényekkel**
- Összehasonlítás a fél-él adatszerkezettel
 - Létrehozás: kb. ugyanannyi idő
 - Képszintézis: ~10-15x gyorsabb
 - Laplace-simítás: ~3-5x gyorsabb
 - Loop-felosztás: ~7x gyorsabb



KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

- 5 probléma: 5+ numerikus módszer
 - Sugárkövetés: nemlineáris egyenlet megoldás
 - Távolságfüggvények: differenciálegyenletek numerikus módszerei
 - Távolságmezők: interpolációs és approximációs módszerek
 - Háló szűrés: lineáris egyenletrendszerek megoldási módszerei
 - Felületek számítógépes reprezentációja