

Volumetrikus szűrők alkalmazása GPU-alapú PET rekonstrukcióban

Varnyú Dóra

Bsc

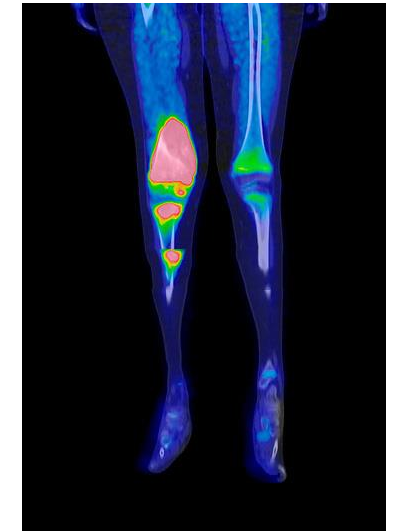
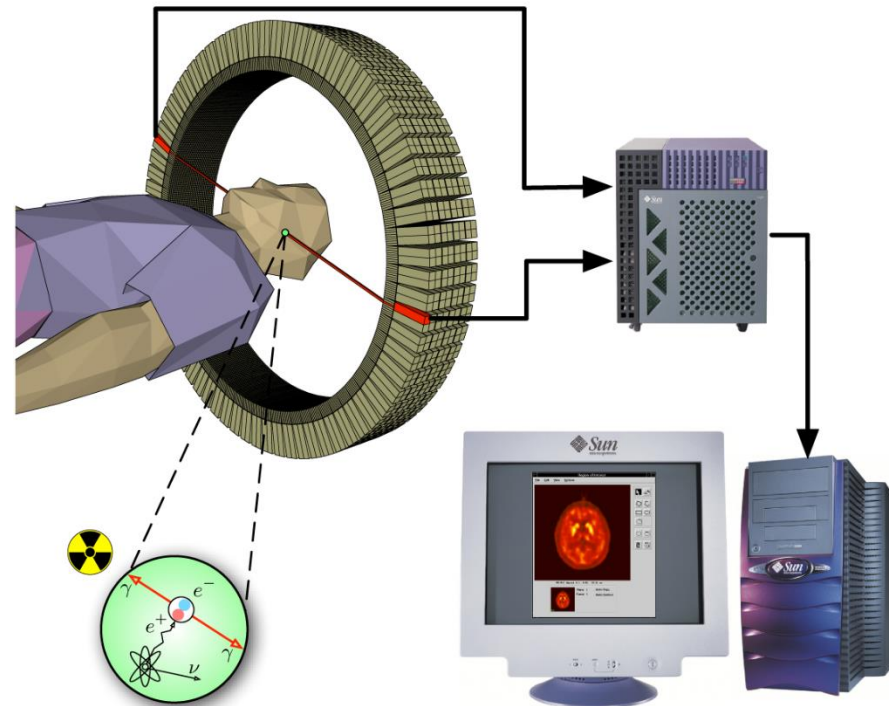
Villamosmérnöki és Informatikai Kar

ÚNKP-19-1-I-BME-318

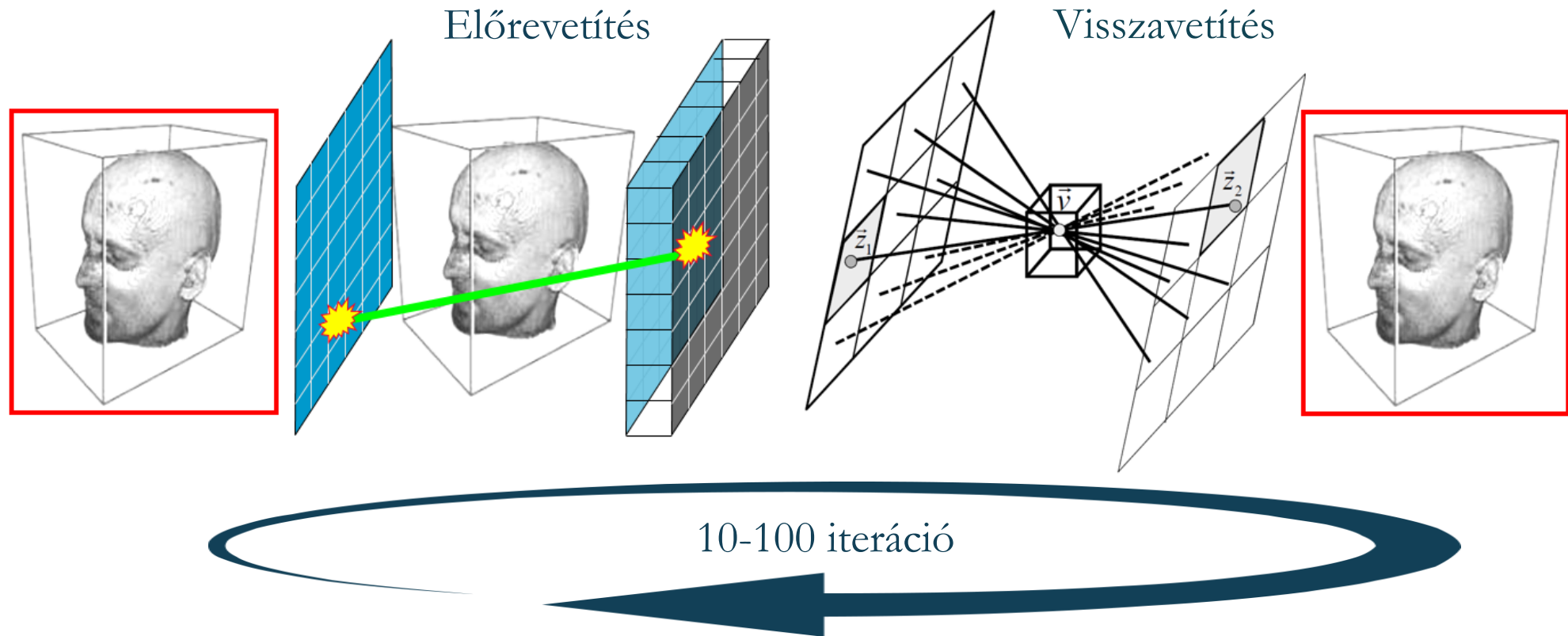
BME 2019/2020. tanévi ÚNKP Konferencia
2020. május 27.



Pozitronemissziós Tomográfia (PET)

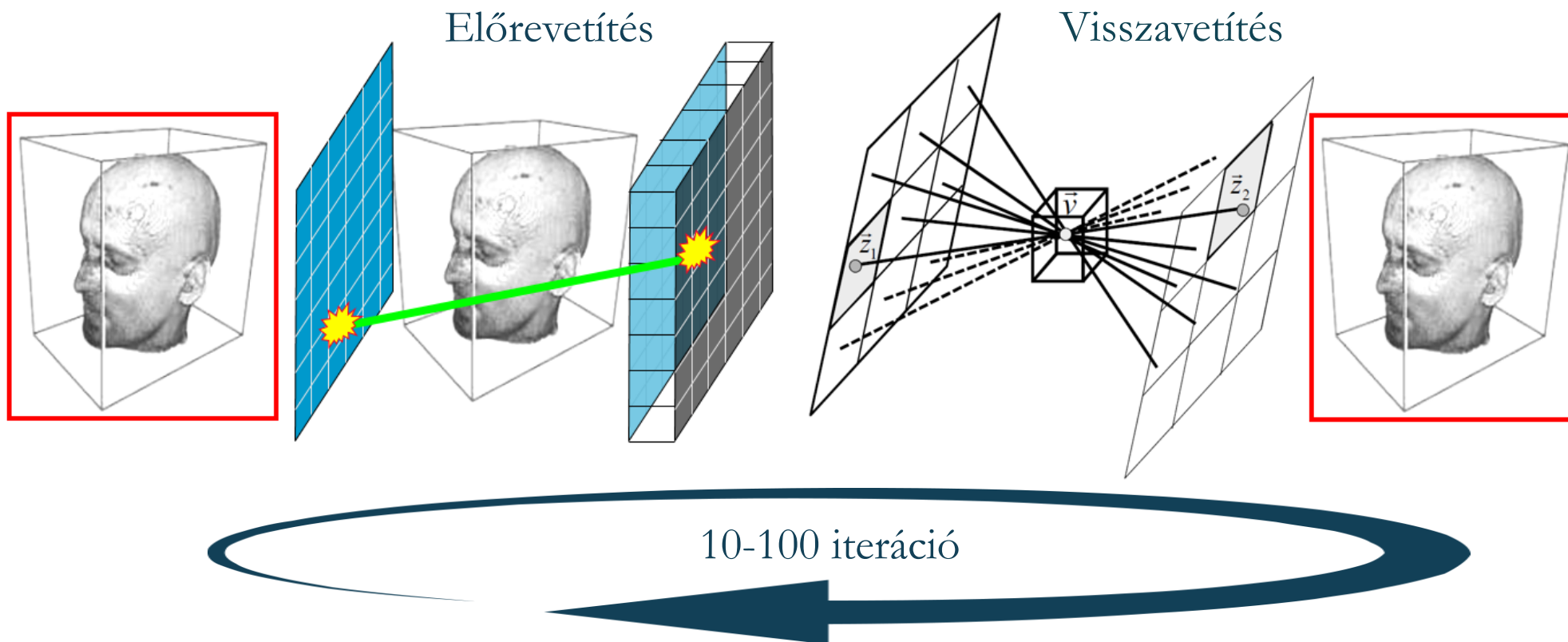


PET rekonstrukció



PET rekonstrukció

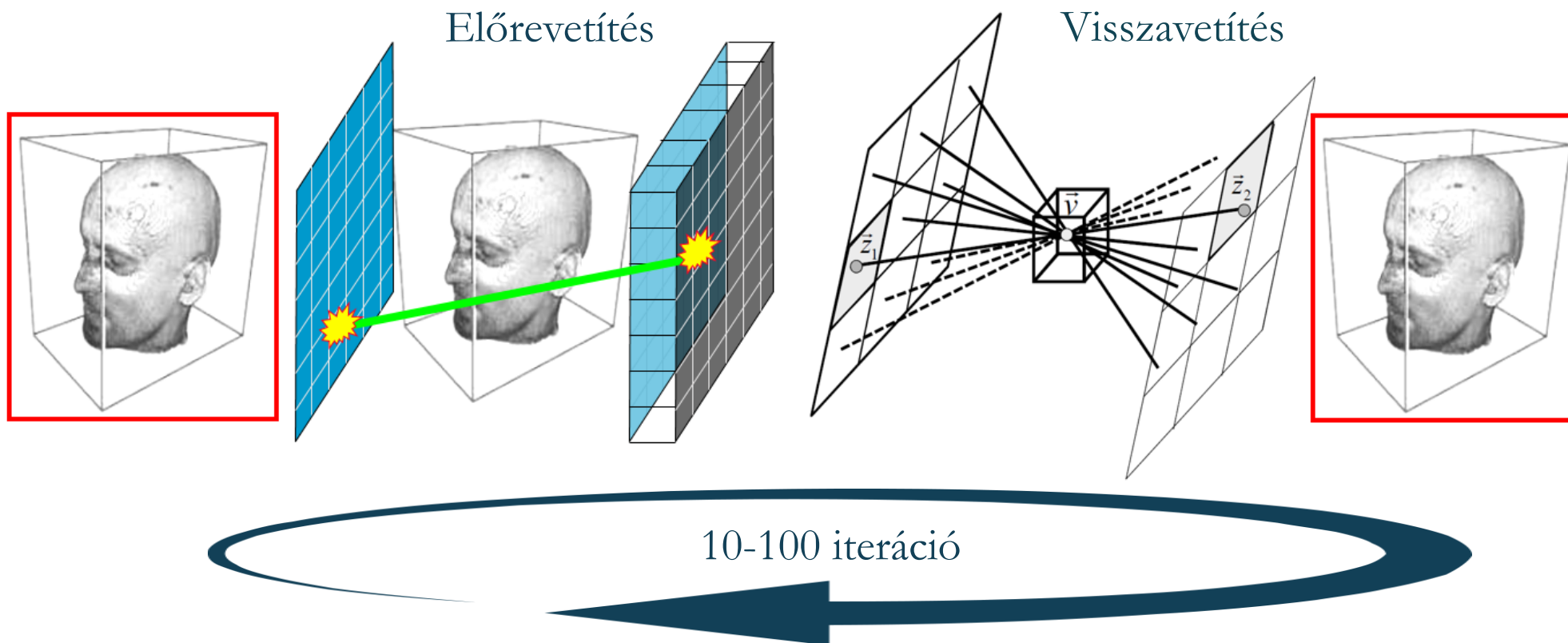
statikus ↔ dinamikus



PET rekonstrukció

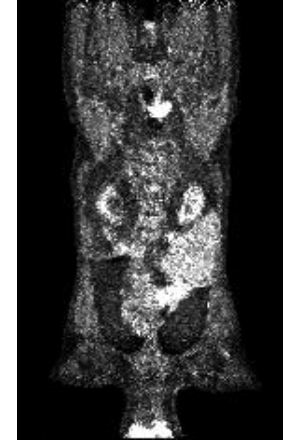
statikus ↔ dinamikus

- spektrális modell
- kétszövetes kompartment-modell



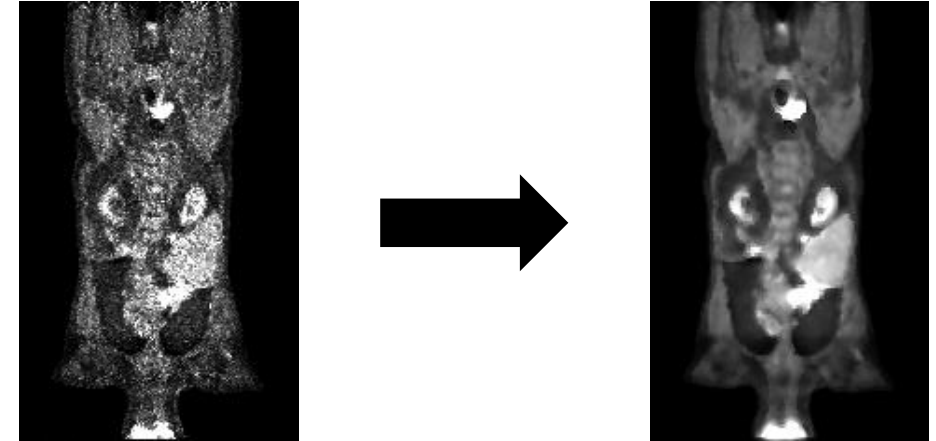
Problémafelvetés

- Magas zajszint → hibás diagnózis



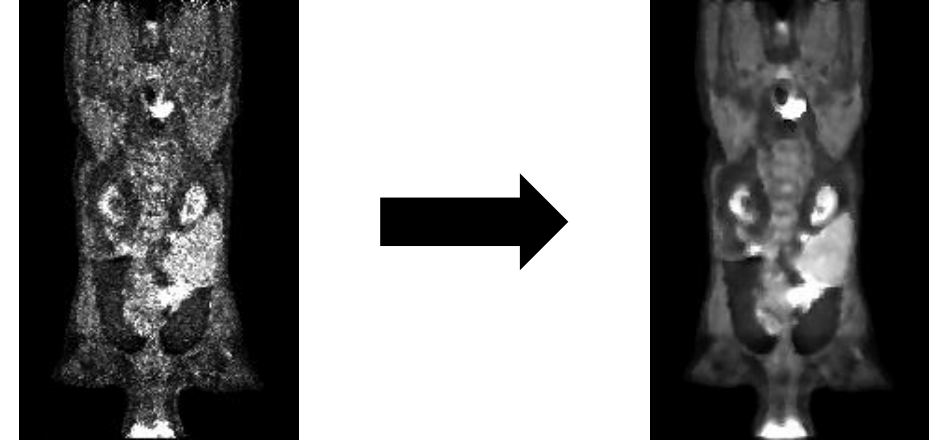
Problémafelvetés

- Magas zajszint → hibás diagnózis
- Zajsűrés!



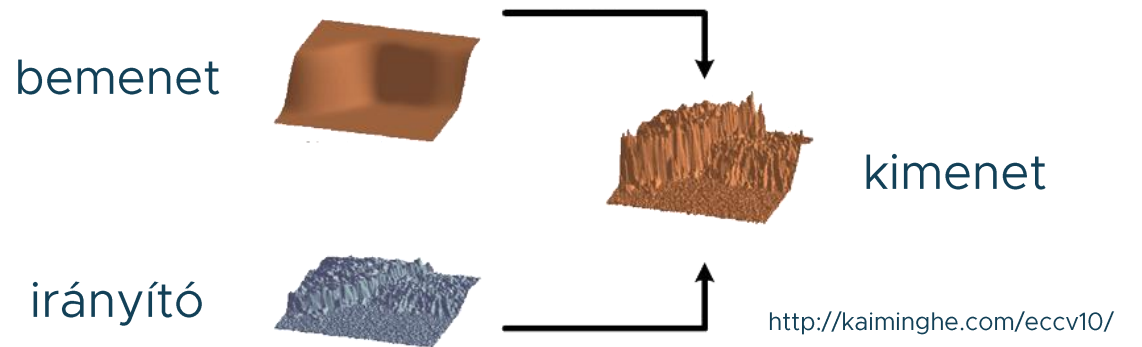
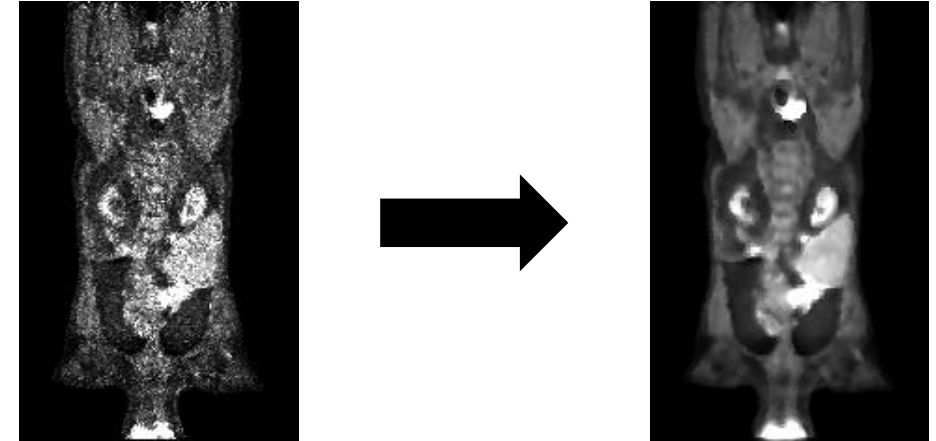
Problémafelvetés

- Magas zajszint → hibás diagnózis
- Zajszűrés!
 - sziták módszere
 - poszt-rekonstrukciós szűrés



Problémafelvetés

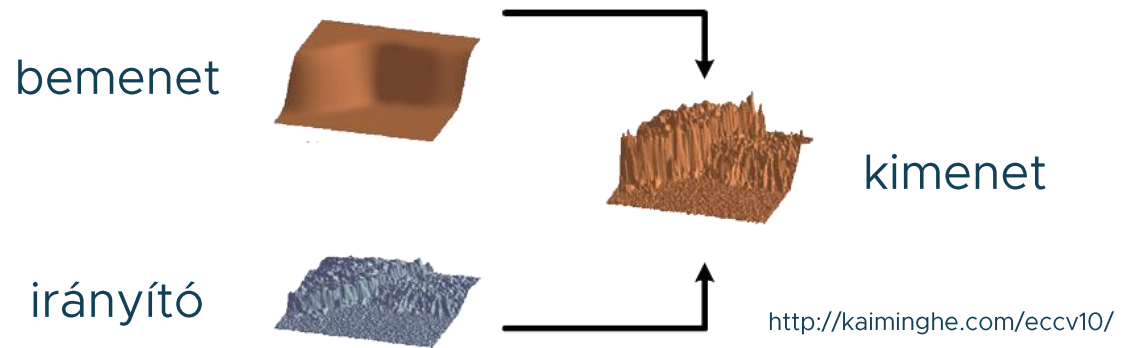
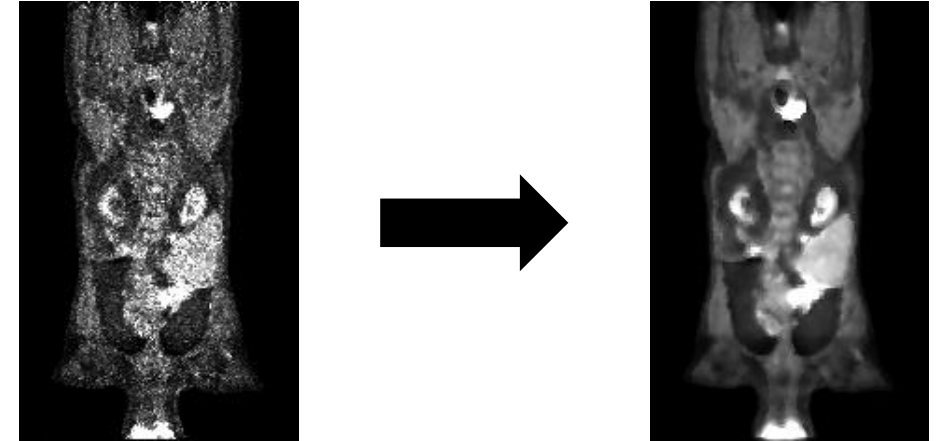
- Magas zajszint → hibás diagnózis
- Zajsűrés!
 - sziták módszere
 - poszt-rekonstrukciós szűrés
- **irányított szűrő¹**
 - gyors, éltartó simító operátor
 - élkimelés CT/MRI felvétel felhasználásával



¹ Kaiming He – Jian Sun – Xiaoou Tang: Guided image filtering. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 35. évf. (2013. 06), 1397–1409. p.

Problémafelvetés

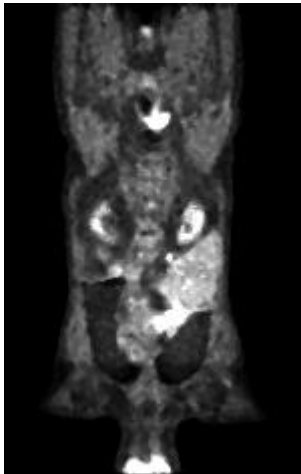
- Magas zajszint → hibás diagnózis
- Zajszűrés!
 - sziták módszere
 - poszt-rekonstrukciós szűrés
- **irányított szűrő¹**
 - gyors, éltartó simító operátor
 - élkimelés CT/MRI felvétel felhasználásával
- GPU-gyorsítás



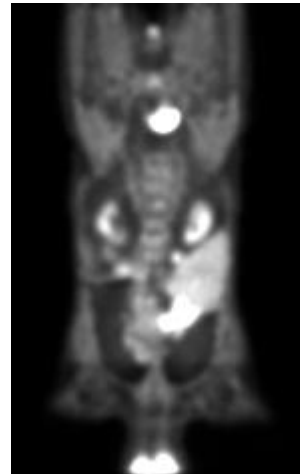
¹ Kaiming He – Jian Sun – Xiaoou Tang: Guided image filtering. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 35. évf. (2013. 06), 1397–1409. p.

Alternatív szűrők

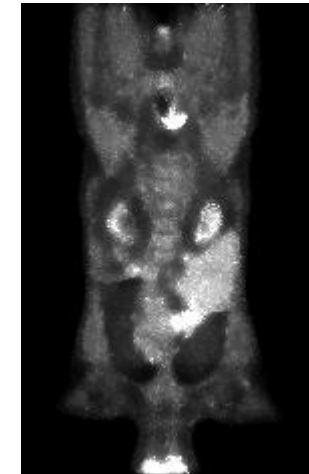
1. Medián



2. Gauss



3. Bilaterális



Statikus rekonstrukciónál



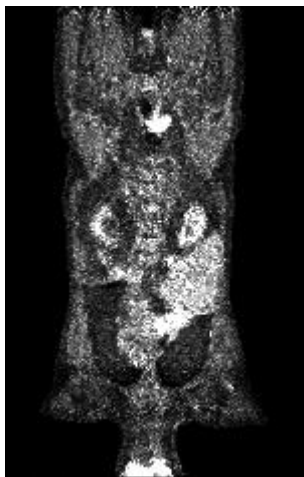
Az irányító megválasztása



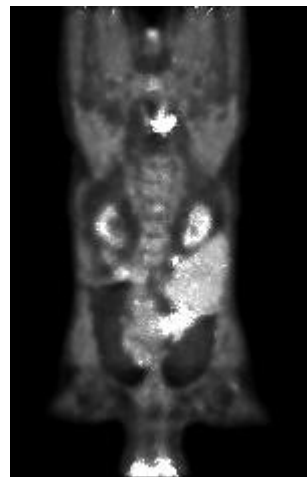
Az irányító megválasztása

1. Bemenet

maga a bemenet az irányító is



irányító



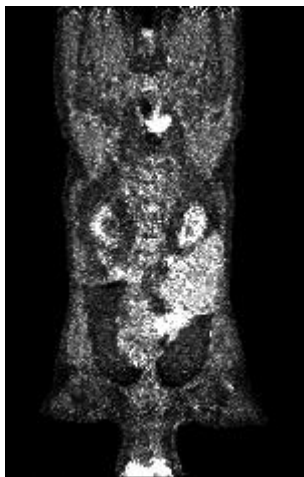
kimenet



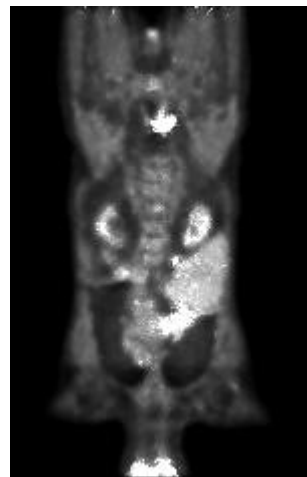
Az irányító megválasztása

1. Bemenet

maga a bemenet az irányító is



irányító



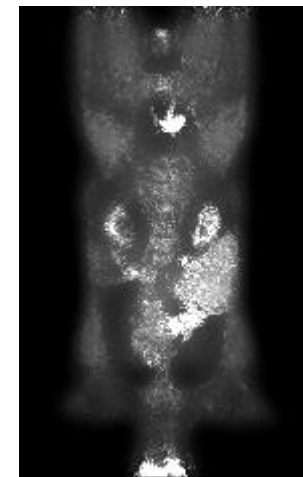
kimenet

2. Feljavított bemenet

Gauss + high-boost szűrés



irányító



kimenet



Az irányító megválasztása

3. Anatómiai felvétel

CT/MRI képalkotásból



irányító



kimenet



Az irányító megválasztása

3. Anatómiai felvétel

CT/MRI képalkotásból



irányító



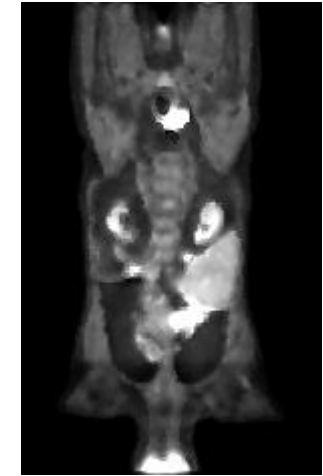
kimenet

4. Anatómiai felvétel által irányított bemenet

a bemenet irányított bilaterális szűrése
az anatómiai felvételt használva irányítónak



irányító



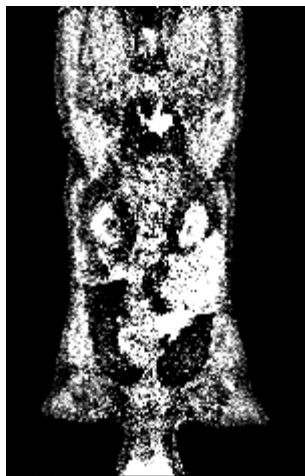
kimenet



Az irányító megválasztása

5. Kétcsatornás irányító

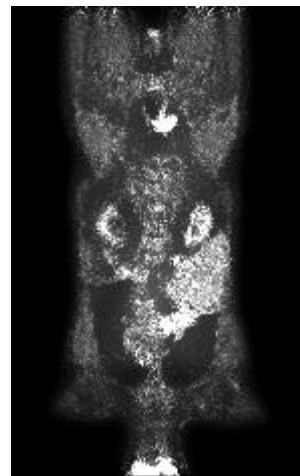
1. csatorna: feljavított bemenet
2. csatorna: anatómiai felvétel által irányított bemenet



irányító
1. csatorna



irányító
2. csatorna



kimenet



Az irányító megválasztása

5. Kétcsatornás irányító

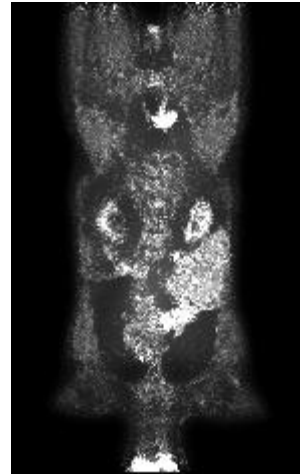
1. csatorna: feljavított bemenet
2. csatorna: anatómiai felvétel által irányított bemenet



irányító
1. csatorna

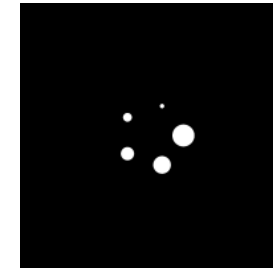


irányító
2. csatorna

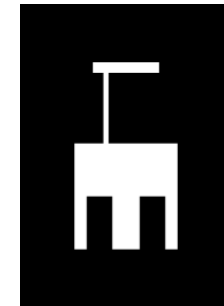


kimenet

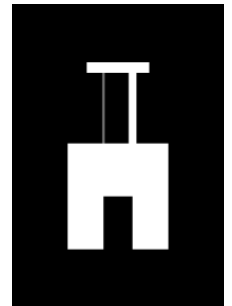
Andrew L. Goertzen és tsai.: Nema nu 4-2008 comparison of preclinical pet imaging systems. *Journal of nuclear medicine : official publication, Society of Nuclear Medicine*, 53. évf. (2012. Aug) 8. sz., 1300–1309. p. ISSN 1535-5667.



axiális



koronális



szagittális

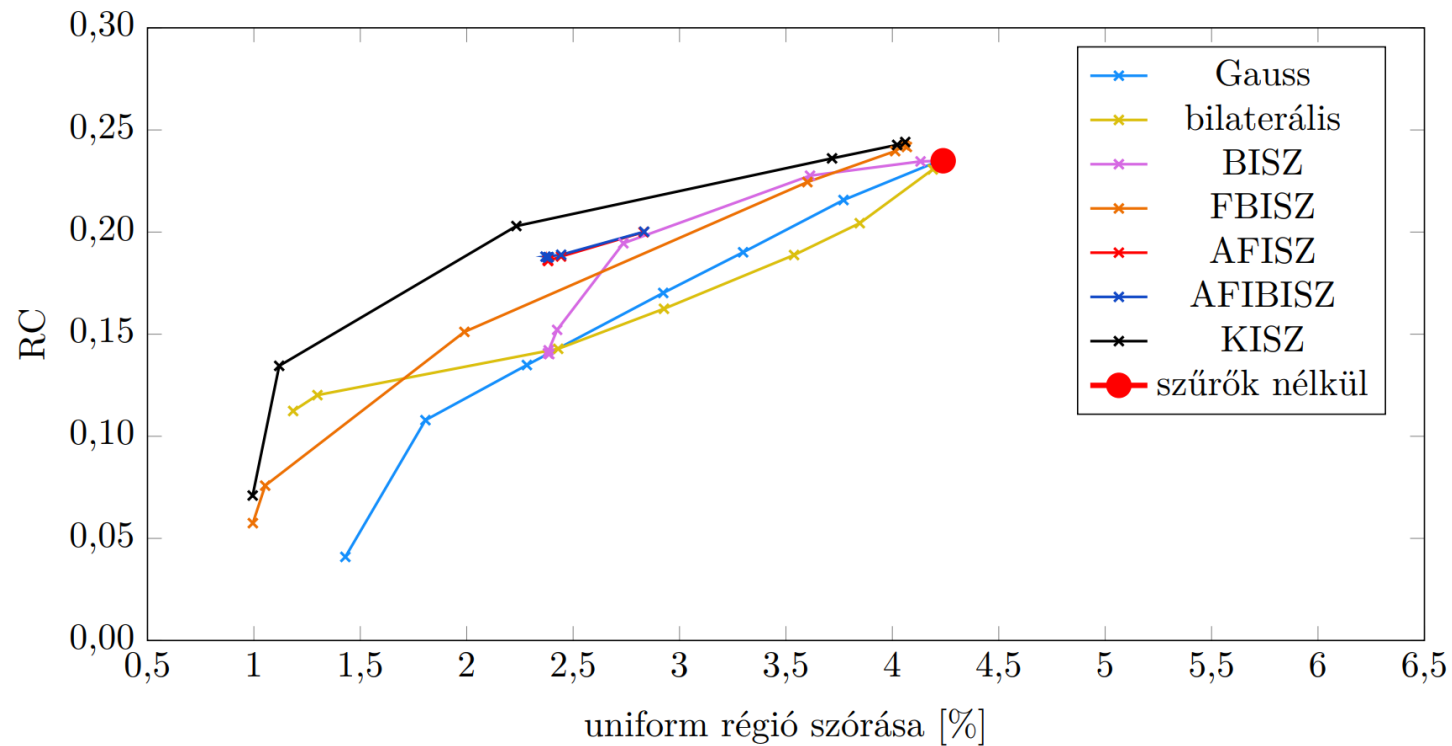
preklinikai kis rágcsáló fantom
NEMA NU 4-2008



Visszanyerési együtthatók

Recovery Coefficient (RC): $\frac{\text{rekonstruált aktivitás}}{\text{valódi aktivitás}}$

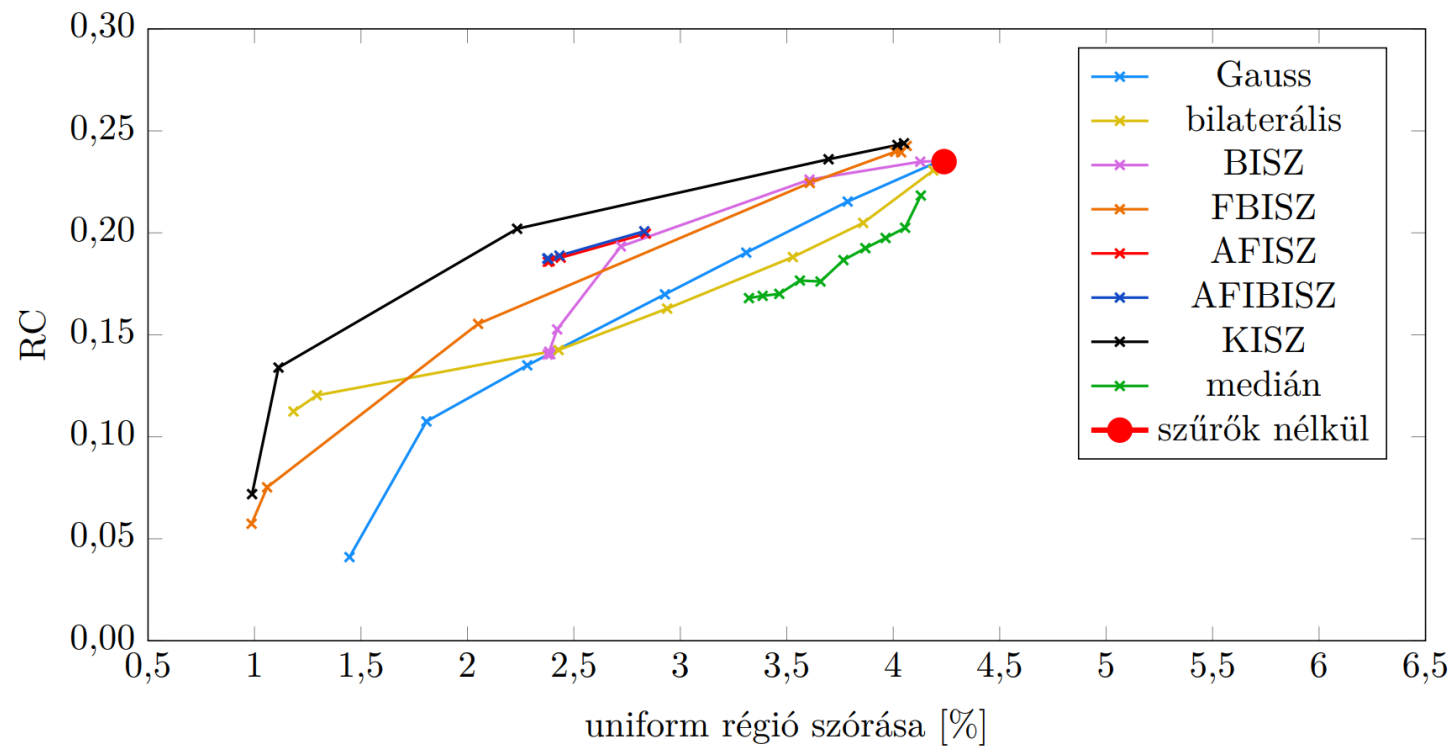
Minden iteráció után végrehajtva a szűrést



Visszanyerési együtthatók

Recovery Coefficient (RC): $\frac{\text{rekonstruált aktivitás}}{\text{valódi aktivitás}}$

Csak az utolsó iteráció után végrehajtva a szűrést



Futásidő

r	medián	Gauss	bilaterális	BISZ	FBISZ	AFISZ	AFIBISZ	KISZ
1	0,0410	0,0089	0,3535	0,4857	0,6030	0,5097	0,6584	1,2466
2	1,0632	0,0090	0,3533	0,4865	0,6048	0,5091	0,6580	1,2488
3	9,2433	0,0092	0,3542	0,4867	0,6034	0,5093	0,6582	1,2464
4	44,4551	0,0094	0,3596	0,4880	0,6041	0,5095	0,6581	1,2462
5	178,0231	0,0096	0,3754	0,4867	0,6034	0,5092	0,6585	1,2468
6	478,2444	0,0098	0,4003	0,4866	0,6052	0,5100	0,6581	1,2465
7	1116,0873	0,0101	0,4322	0,4861	0,6038	0,5095	0,6587	1,2462
8	2308,0518	0,0103	0,4767	0,4859	0,6055	0,5098	0,6582	1,2473
9	4412,3638	0,0105	0,5293	0,4860	0,6044	0,5095	0,6581	1,2517
10	7911,3560	0,0107	0,5968	0,4868	0,6031	0,5097	0,6580	1,2454



Dinamikus rekonstrukciónál



- Mit szűrjünk?

aktivitásszűrés ↔ parametrikus szűrés



- Mit szűrjünk?
aktivitásszűrés ↔ parametrikus szűrés
- Irányító?
 - a statikus rekonstrukciónál leírt irányítók



- Mit szűrjünk?
aktivitásszűrés ↔ parametrikus szűrés
- Irányító?
 - a statikus rekonstrukciónál leírt irányítók
 - **statikus rekonstrukció képe**: az összes időkeret aktivitásképeinek összege³

3. L. Lu és tsai.: Dynamic pet denoising incorporating a composite image guided filter. In *2014 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC)* (konferenciaanyag). 2014. Nov, 1–4. p.



- Mit szűrjünk?

aktivitásszűrés ↔ parametrikus szűrés

- Irányító?

- a statikus rekonstrukciónál leírt irányítók
- **statikus rekonstrukció képe**: az összes időkeret aktivitásképeinek összege³
- **időkeretek csoportosítása**: 3 csoport → **háromcsatornás irányító**

Pl. 9 időkeret esetén az 1. csatorna az 1-3. időkeretek, a 2. csatorna a 4-6. időkeretek, a 3. csatorna a 7-9. időkeretek aktivitásképeinek összege

3. L. Lu és tsai.: Dynamic pet denoising incorporating a composite image guided filter. In *2014 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC)* (konferenciaanyag). 2014. Nov, 1–4. p.



- Mit szűrünk?

aktivitáásszűrés ↔ parametrikus szűrés

- Irányító?

- a statikus rekonstrukciónál leírt irányítók
- **statikus rekonstrukció képe:** az összes időkeret aktivitásképeinek összege³
- **időkeretek csoportosítása:** 3 csoport → **háromcsatornás irányító**

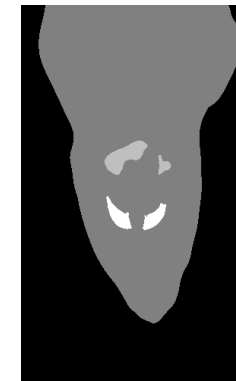
Pl. 9 időkeret esetén az 1. csatorna az 1-3. időkeretek, a 2. csatorna a 4-6. időkeretek, a 3. csatorna a 7-9. időkeretek aktivitásképeinek összege

- Patkányfantom

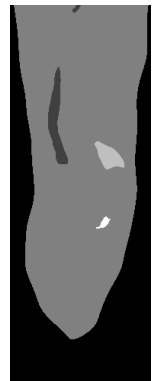
- 4 régió: test, tüdő, striatum, cerebellum
- 1800 másodperces szimuláció,
9 időkeretre osztva



axiális



koronális

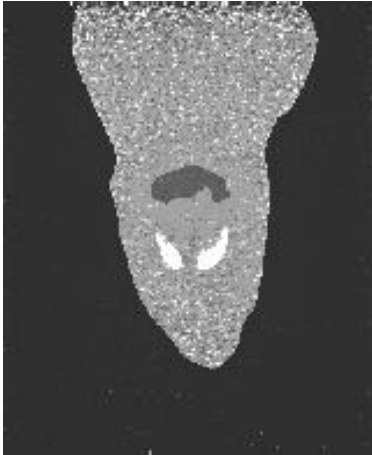


szagittális

3. L. Lu és tsai.: Dynamic pet denoising incorporating a composite image guided filter. In *2014 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference (NSS/MIC)* (konferenciaanyag). 2014. Nov, 1–4. p.



Eredmények kétszövetes kompartment-moddell

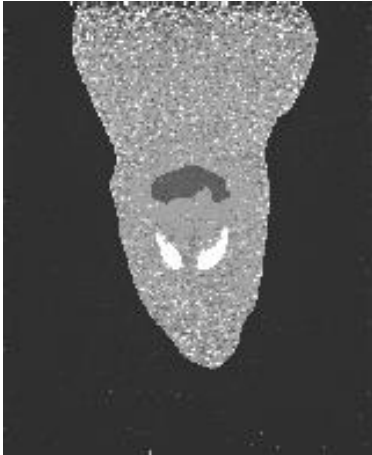


szűrés nélkül

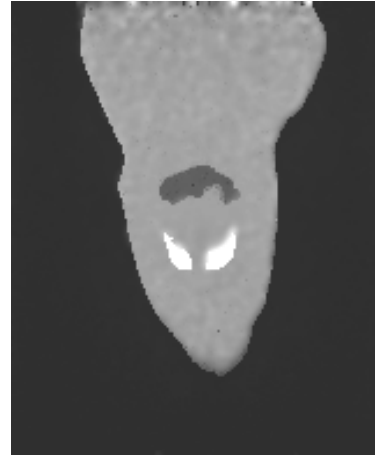


Eredmények kétszövetes kompartment-moddellel

aktivitásszűrés



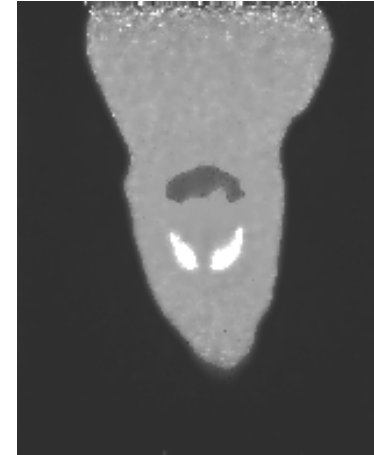
szűrés nélkül



anatómiai felvétel által
irányított bemenettel
irányított szűrés



statikus rekonstrukció
képével irányított szűrés



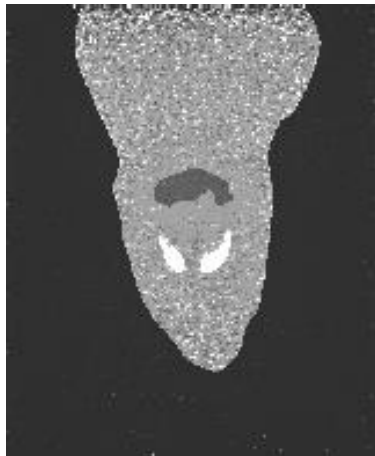
háromcsatornás irányítóval
irányított szűrés



Eredmények kétszövetes kompartment-modellel

aktivitásszűrés

parametrikus szűrés



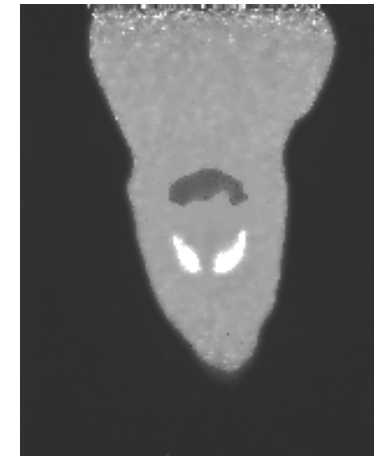
szűrés nélkül



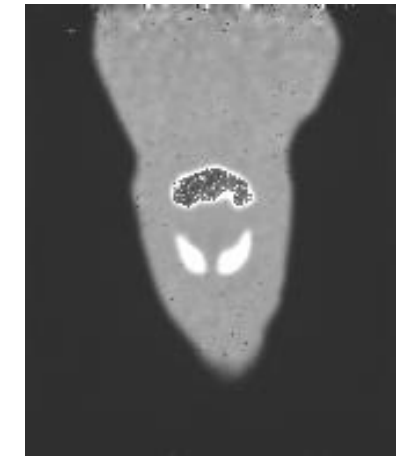
anatómiai felvétel által
irányított bemenettel
irányított szűrés



statikus rekonstrukció
képével irányított szűrés



háromcsatornás irányítóval
irányított szűrés



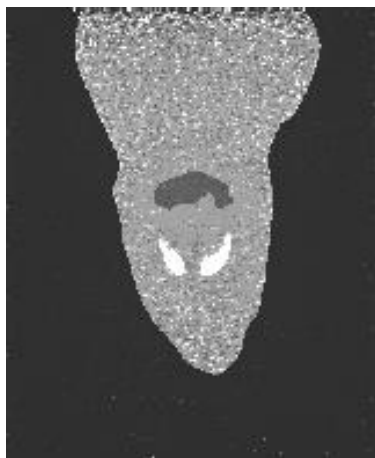
statikus rekonstrukció
képével irányított
parametrikus szűrés



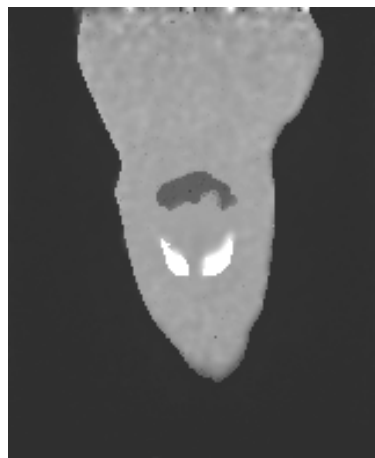
Eredmények kétszövetes kompartment-modellel

aktivitásszűrés

parametrikus szűrés



szűrés nélkül



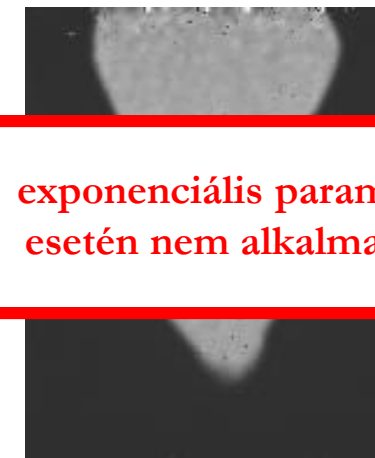
anatómiai felvétel által
irányított bemenettel
irányított szűrés



statikus rekonstrukció
képével irányított szűrés



háromcsatornás irányítóval
irányított szűrés



statikus rekonstrukció
képével irányított
parametrikus szűrés



exponenciális paraméterek
esetén nem alkalmazható!



Eredmények spektrális modellel



szűrés nélkül



Csak az utolsó iteráció után
végrehajtva a szűrést

Eredmények spektrális modellel

aktivitásszűrés

parametrikus szűrés



szűrés nélkül



anatómiai felvétel által
irányított bemenettel
irányított szűrés



statikus rekonstrukció
képével irányított szűrés



háromcsatornás irányítóval
irányított szűrés



háromcsatornás irányítóval
irányított parametrikus
szűrés



Minden iteráció után
végrehajtva a szűrést

Eredmények spektrális modellel

aktivitásszűrés

parametrikus szűrés



szűrés nélkül



anatómiai felvétel által
irányított bemenettel
irányított szűrés



statikus rekonstrukció
képevel irányított szűrés



háromcsatornás irányítóval
irányított szűrés



háromcsatornás irányítóval
irányított parametrikus
szűrés



Vállalások

- **Kötelező:**

- TDK dolgozat: “*PET képalkotás javítása irányított szűréssel*”, 1. helyezés
- szakdolgozat: “*Motion Compensation for Dynamic PET Reconstruction*”
- nemzetközi konferenciamegjelenés:
ICCAIRO 2019 (3rd International Conference on Control, Artificial Intelligence, Robotics and Optimization)
2019.12.08-10., Athén, Görögország
“*Improving Positron Emission Tomography with Guided Filtering*”

- **Nem kötelező:**

- hazai konferenciamegjelenés:
WAIT 2020 (Workshop on the Advances of Information Technology)
2020.01.30., Budapest, Magyarország
“*Guided Filtering and Partial Volume Correction for Positron Emission Tomography*”



Köszönöm a figyelmet!

unkp.bme.hu

