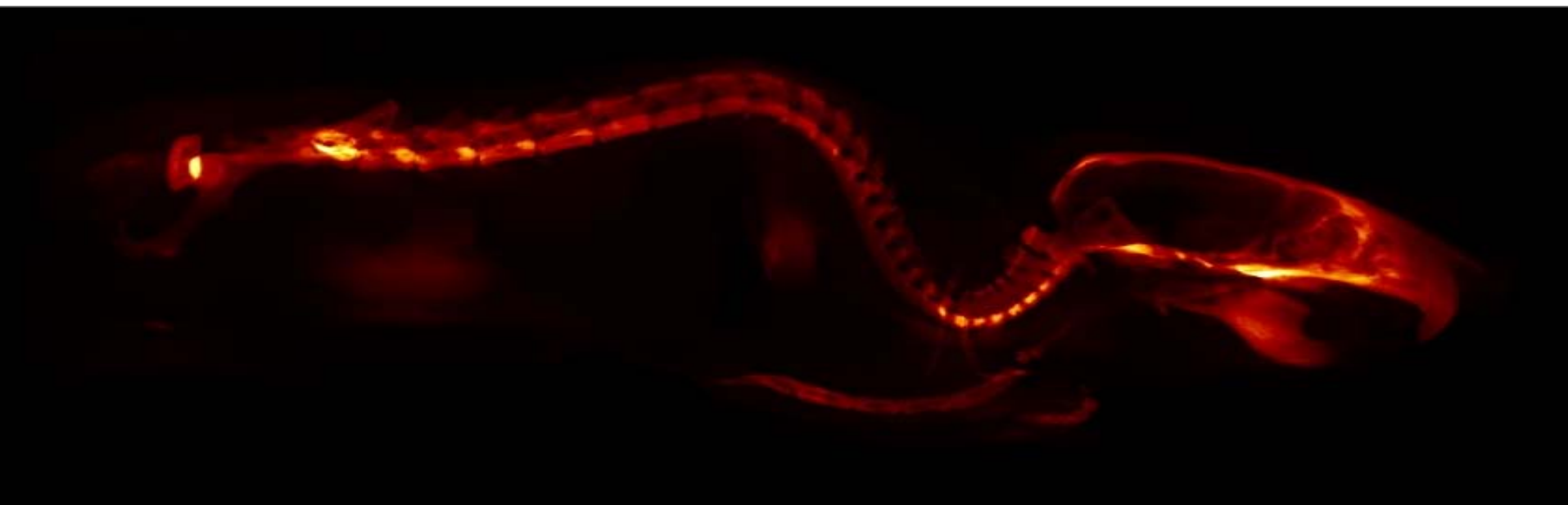


Szubmilliméteres pozitron emissziós tomográfia

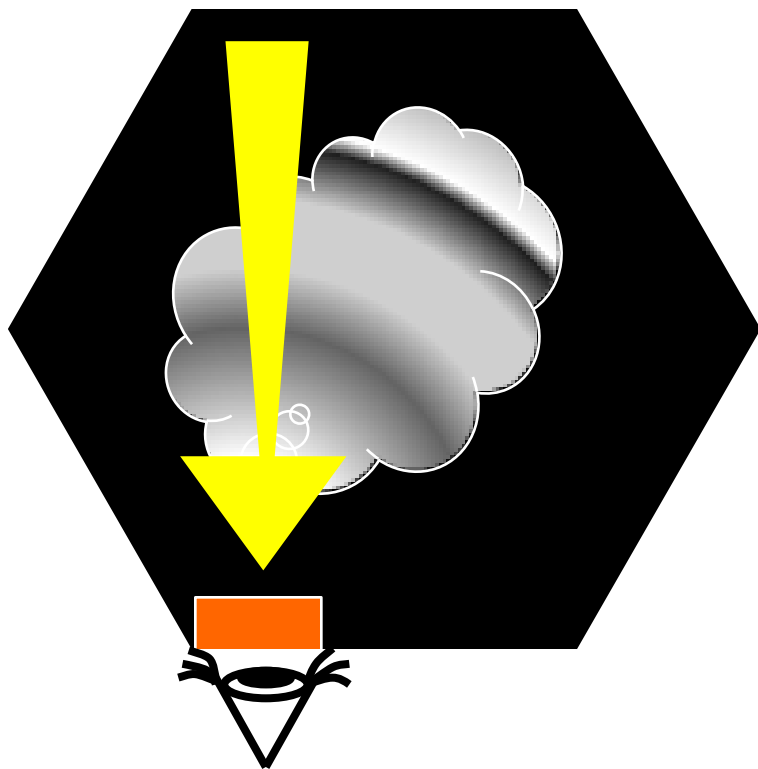
Szirmay-Kalos László, <http://cg.iit.bme.hu>, BME IIT



Tomográfia



Abszorpció



Anatómia

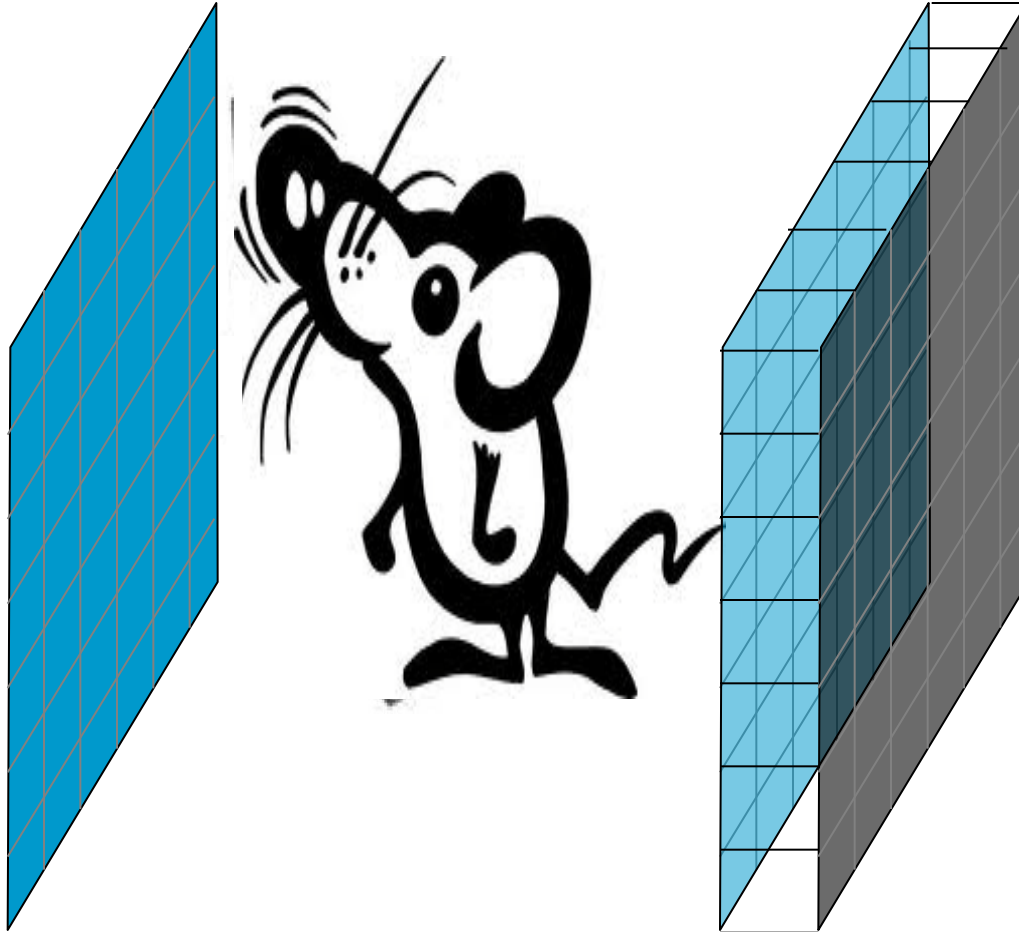


Emisszió

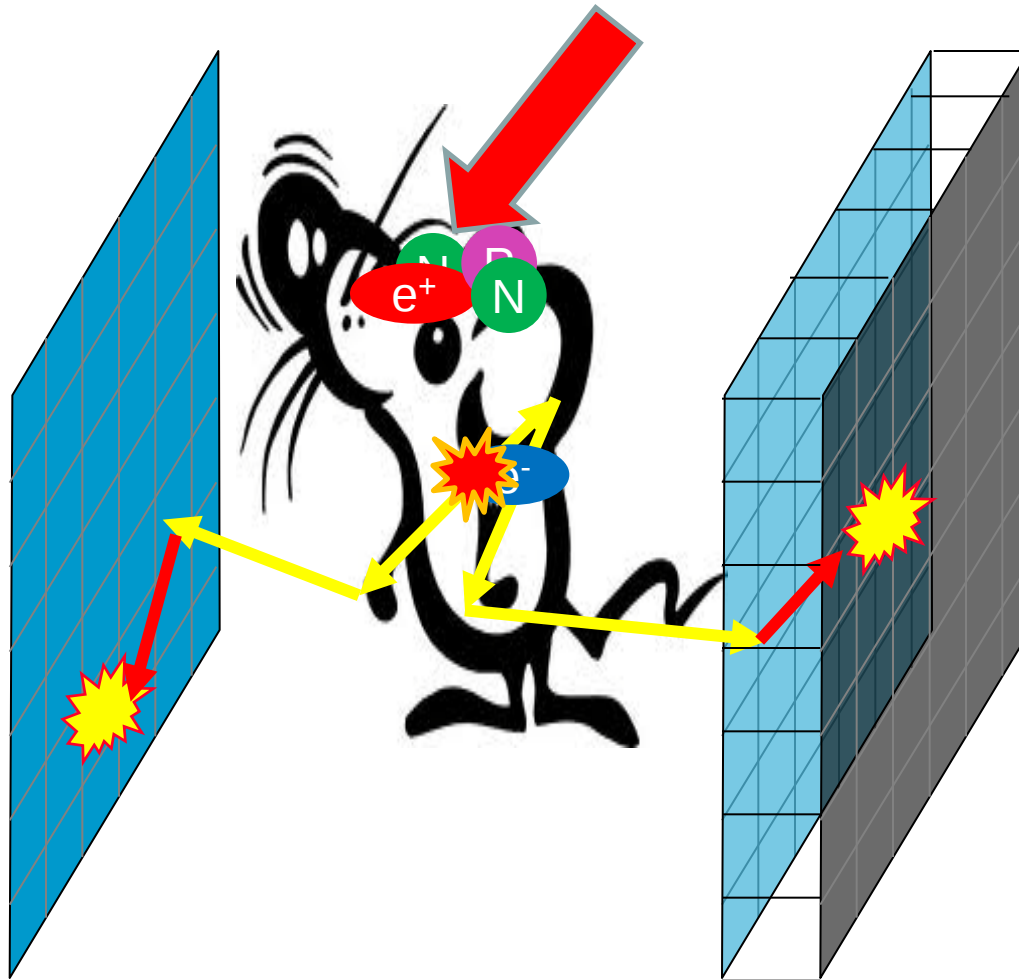


Funkcionális

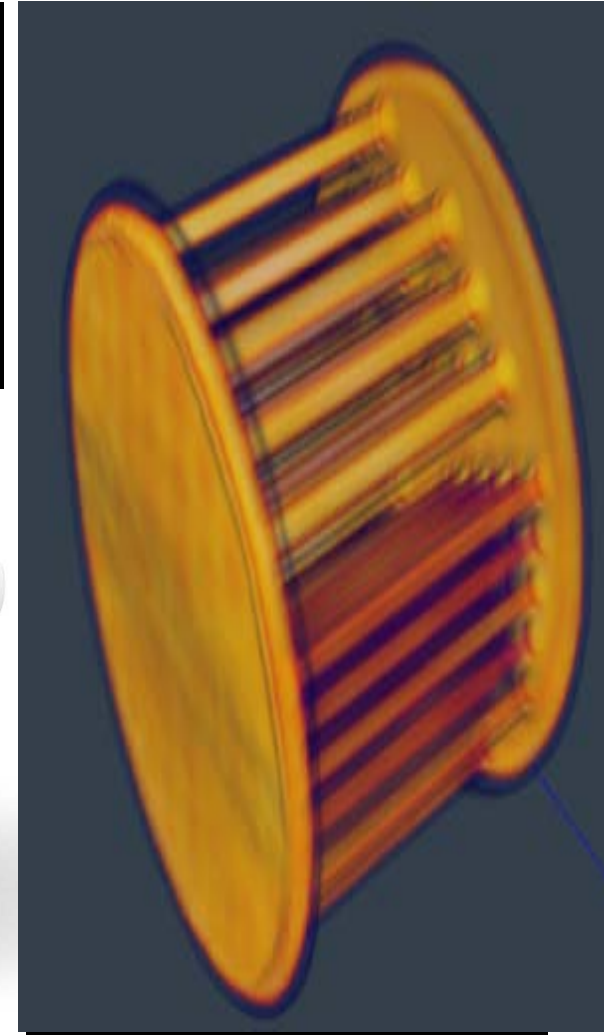
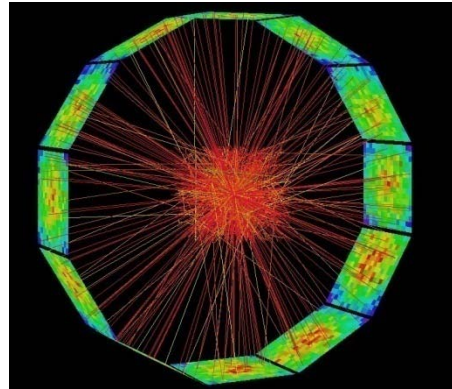
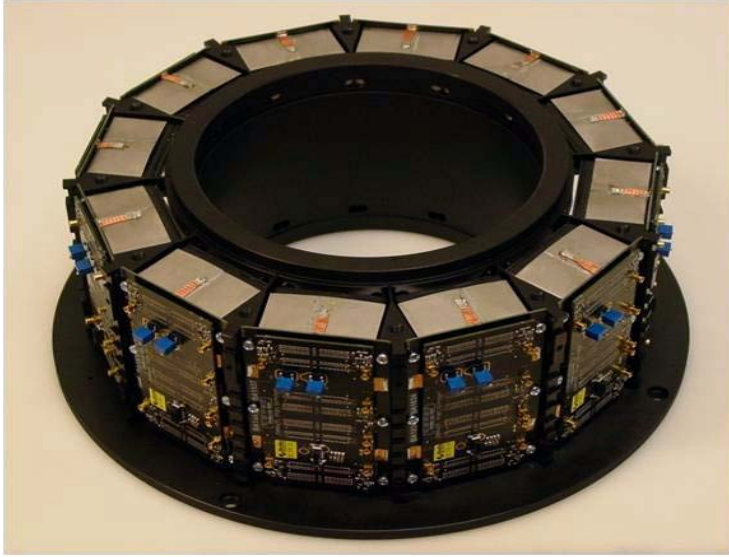
PET fizika



PET fizika



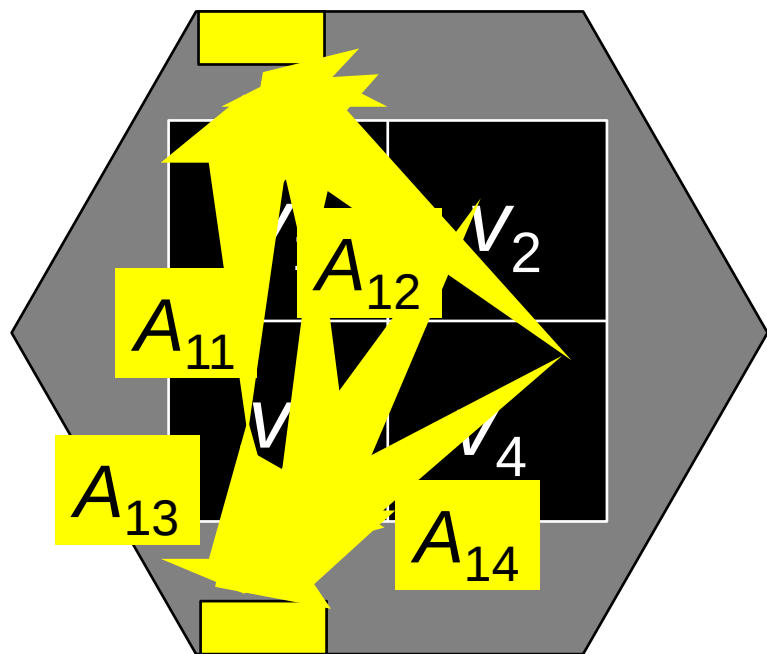
Mediso nanoScan™ PET/CT



Bigger boys need bigger toys: Mediso AnyScan™ PET/CT



Algebrai vagy Maximum-likelihood rekonstrukció



Lineáris egyenlet:

$$\mathbf{d} = \mathbf{A} \cdot \mathbf{v}$$

10^8

10^{15}

10^7

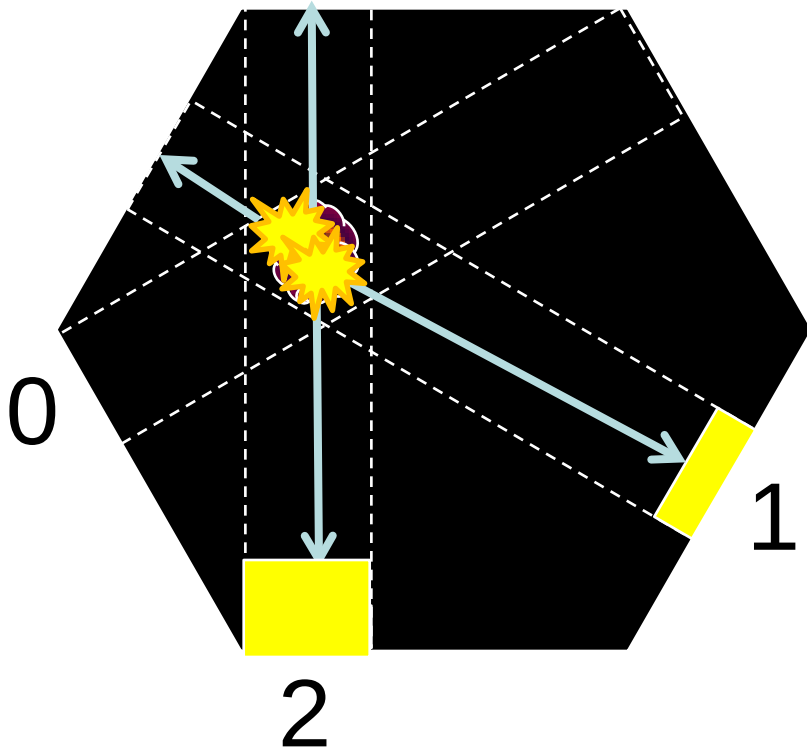
Hibaminimalizálás:

$$d_1 = A_{11}v_1 + A_{12}v_2 + A_{13}v_3 + A_{14}v_4$$

$$|\mathbf{d} - \mathbf{A} \cdot \mathbf{v}|^2 \rightarrow \min$$

Rendszermátrix elemek: A_{ij} végtelen dimenziós integrálok

Mérési zaj!



Beütések val. változók!

PET:

Poisson eloszlás

$$P\{d\} = \frac{\lambda^d}{d!} \cdot e^{-\lambda}$$

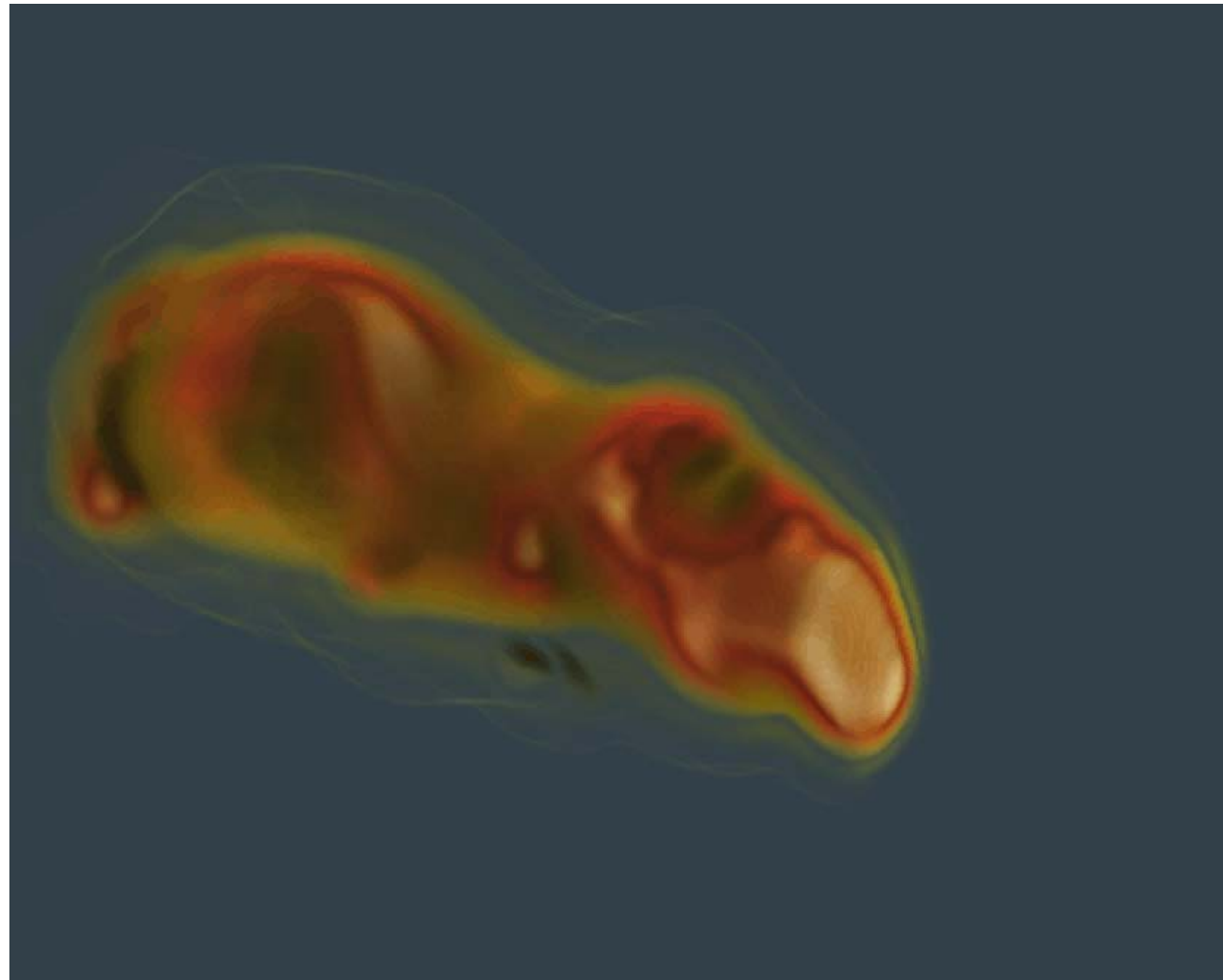
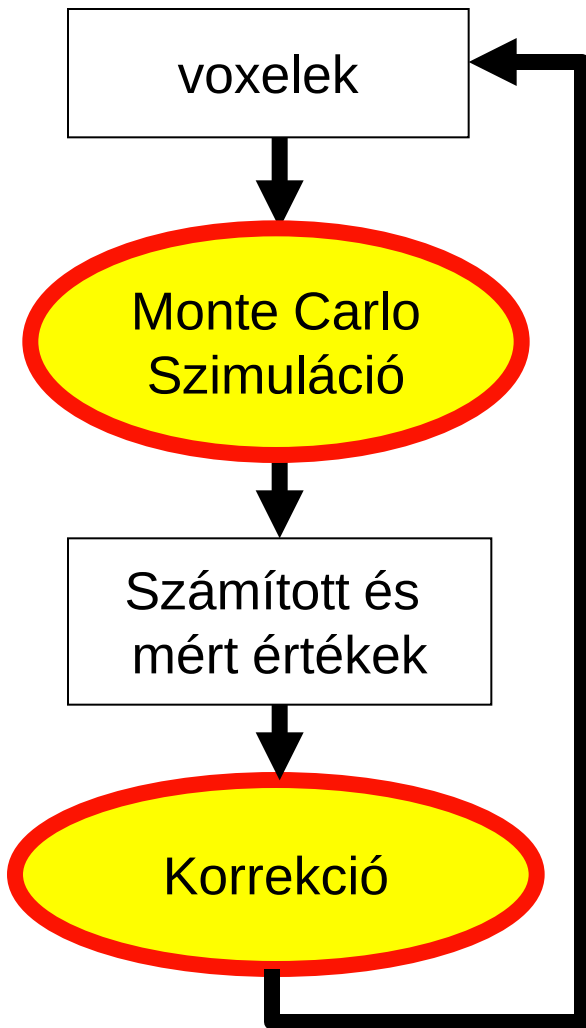
Hibaminimalizálás:

$$|d - A \cdot v|_{\text{KL}}^2 \rightarrow \min$$

Nagy számú törvényei?



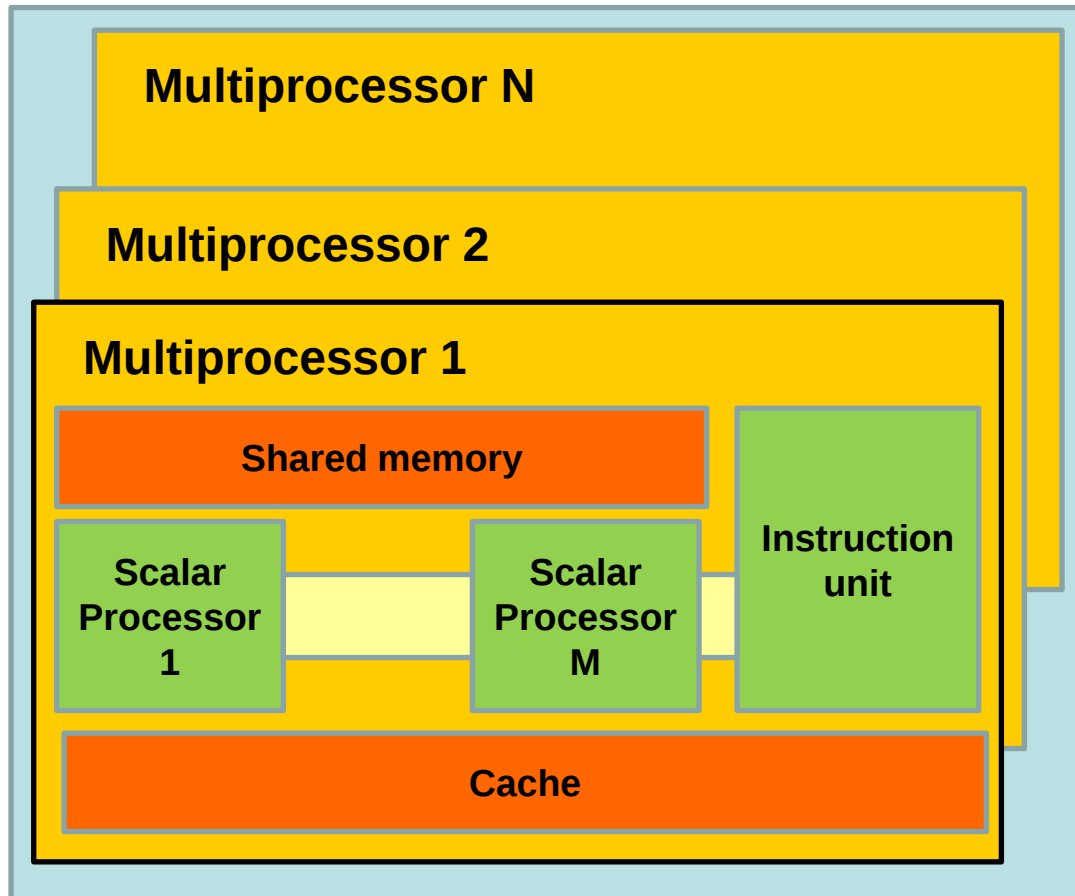
Iteratív gradiens minimalizálás



GPGPU: CUDA (OpenCL)

GPU

≈100 CPU
cores



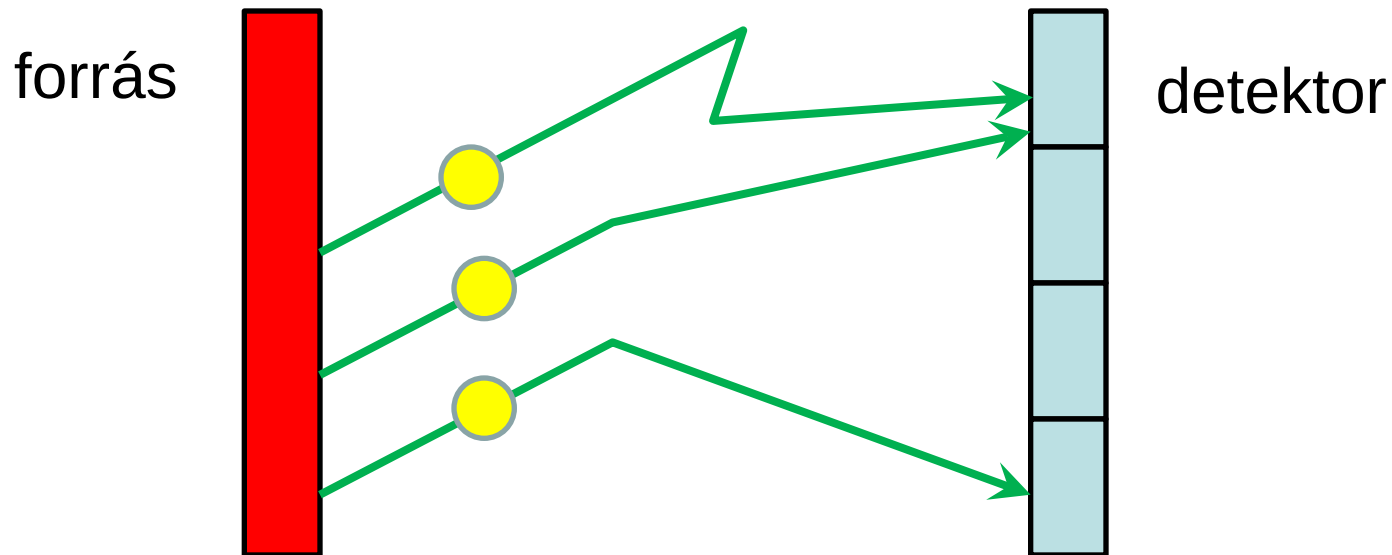
$N \sim 128$

$M \sim 8$

szálak/SP ~ 4

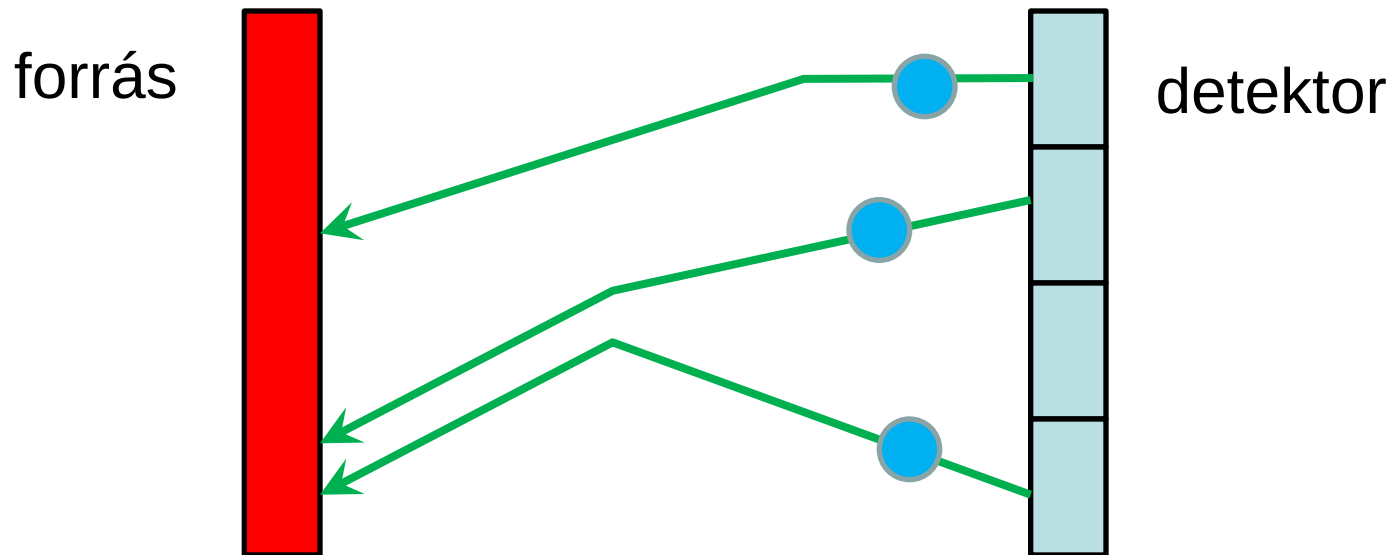
GPGPU programozás

- Masszív párhuzamosság: # szálak $> 10^4$
- SIMD: írtsd a feltételes utasításokat
- Függetlenség: Kerüld az atomi műveleteket és a szinkronizációt

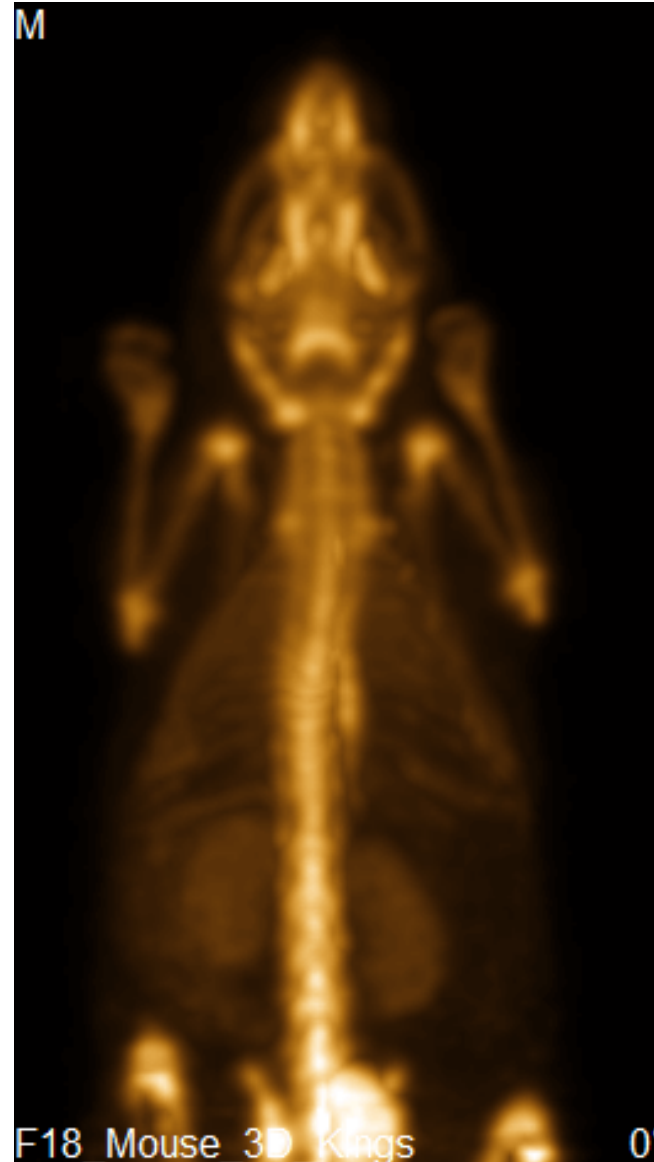
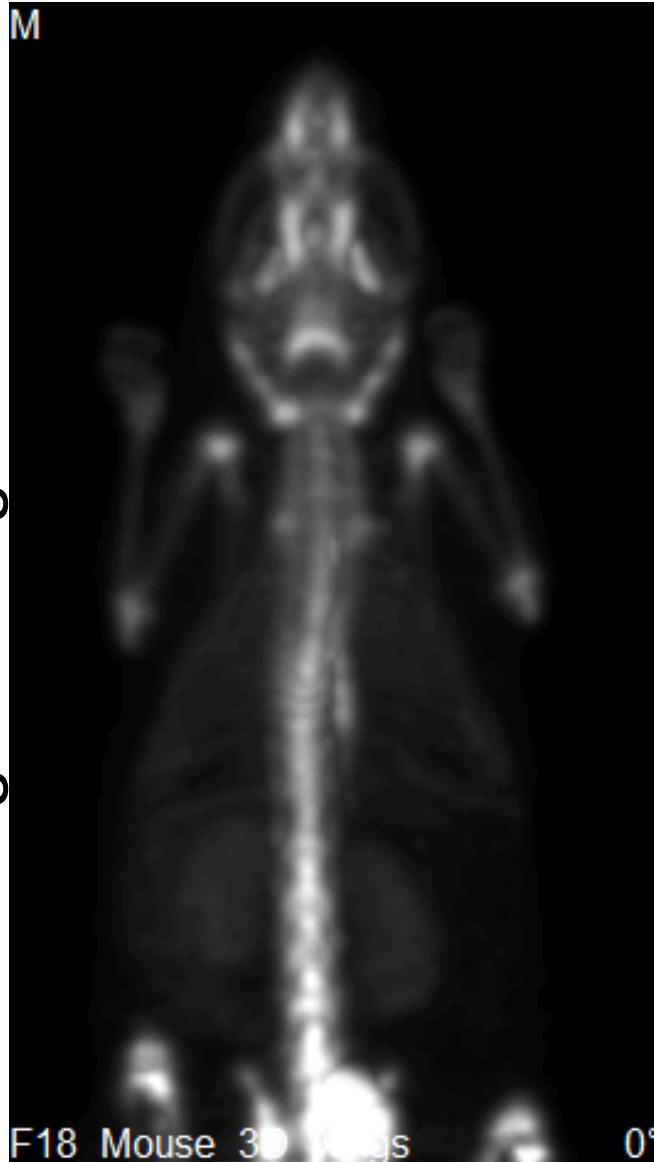
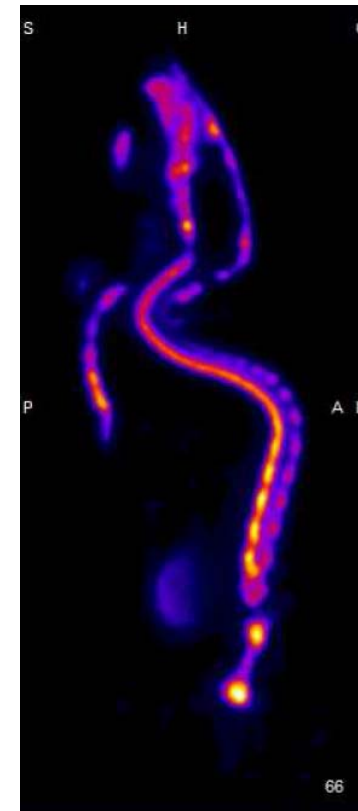
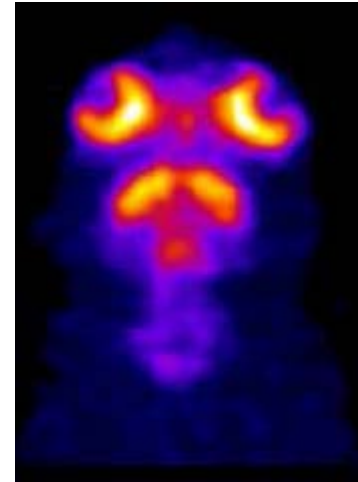


GPGPU programozás

- SIMD: foton utak hossz szerinti válogatása
- Függetlenség: gyűjtés (adjungált módszer, integrál transzformáció)



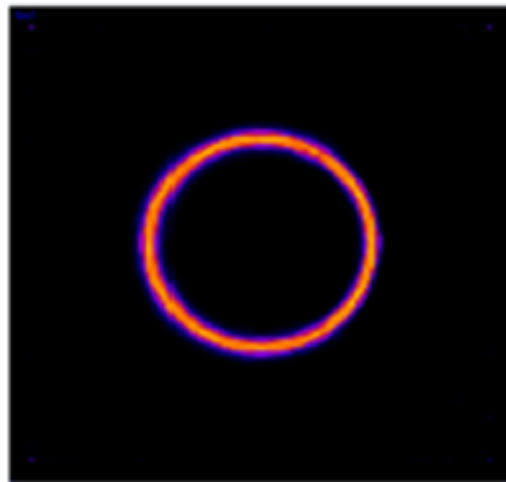
Szórás nélkül



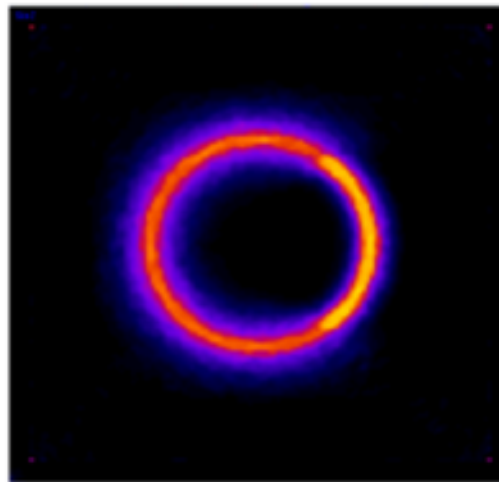
King's College London

324x315x315 voxel

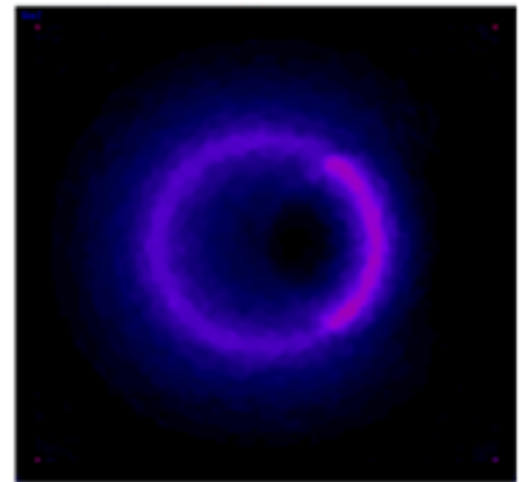
Positron range (Mediso)



^{18}F



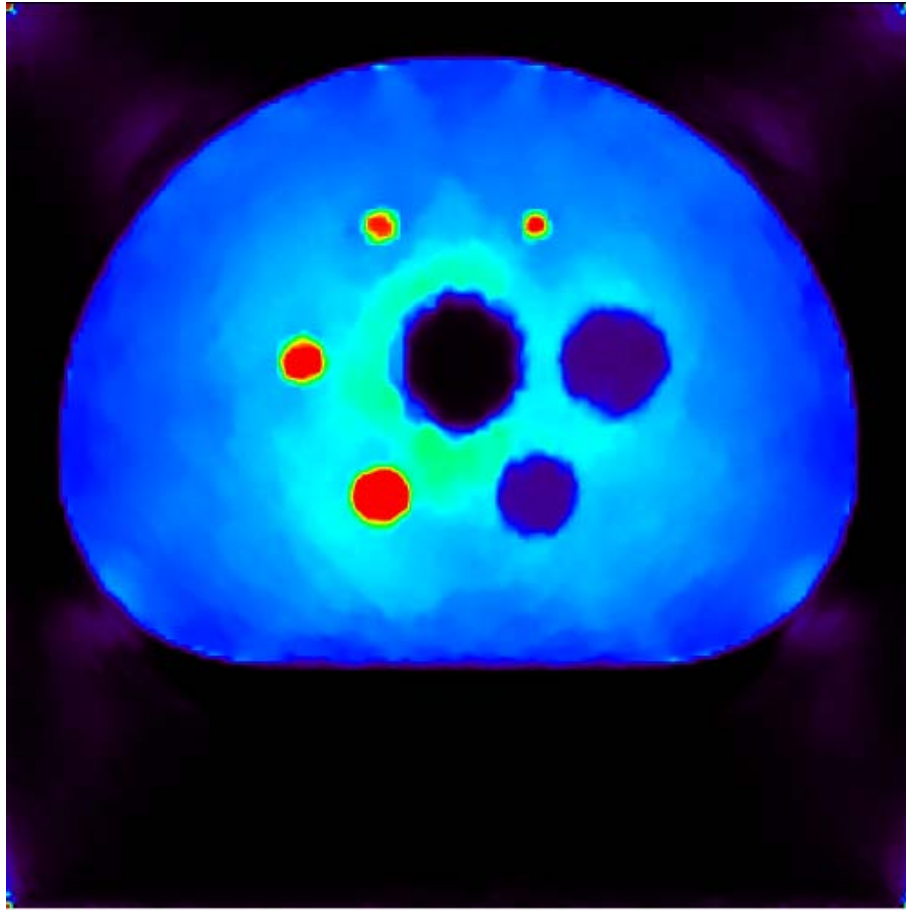
^{15}O



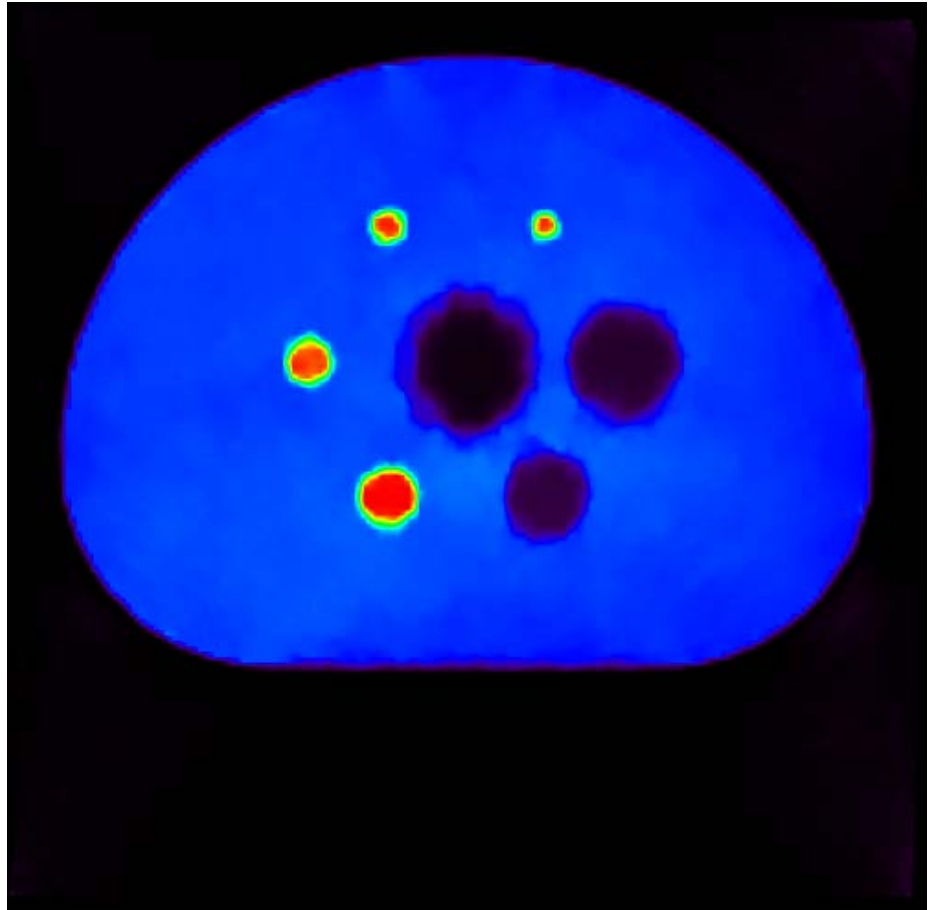
^{82}Rb

nélkül
kompenzávalva

Szórás a testben (Mediso)



nélkül

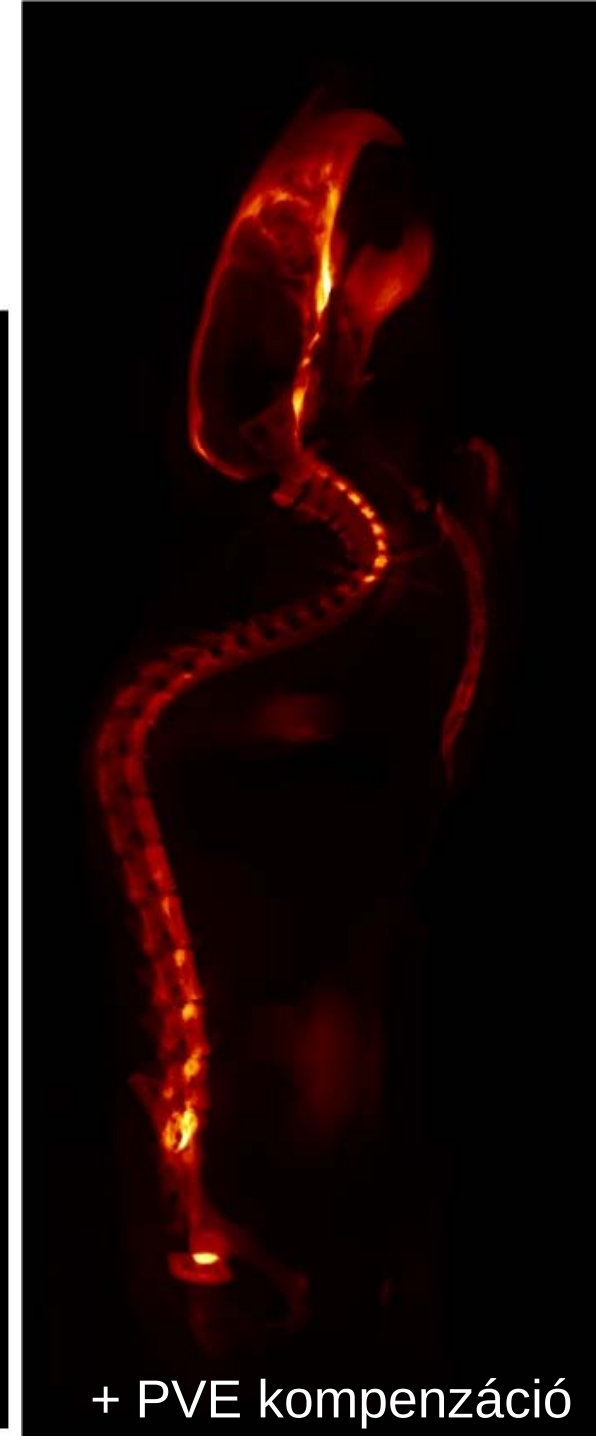
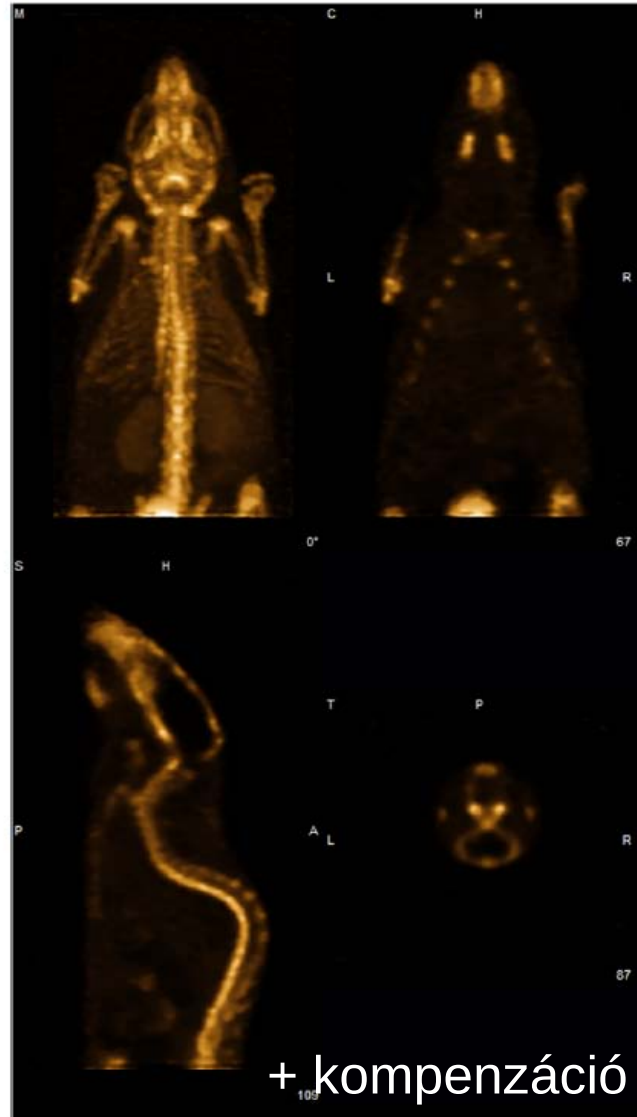
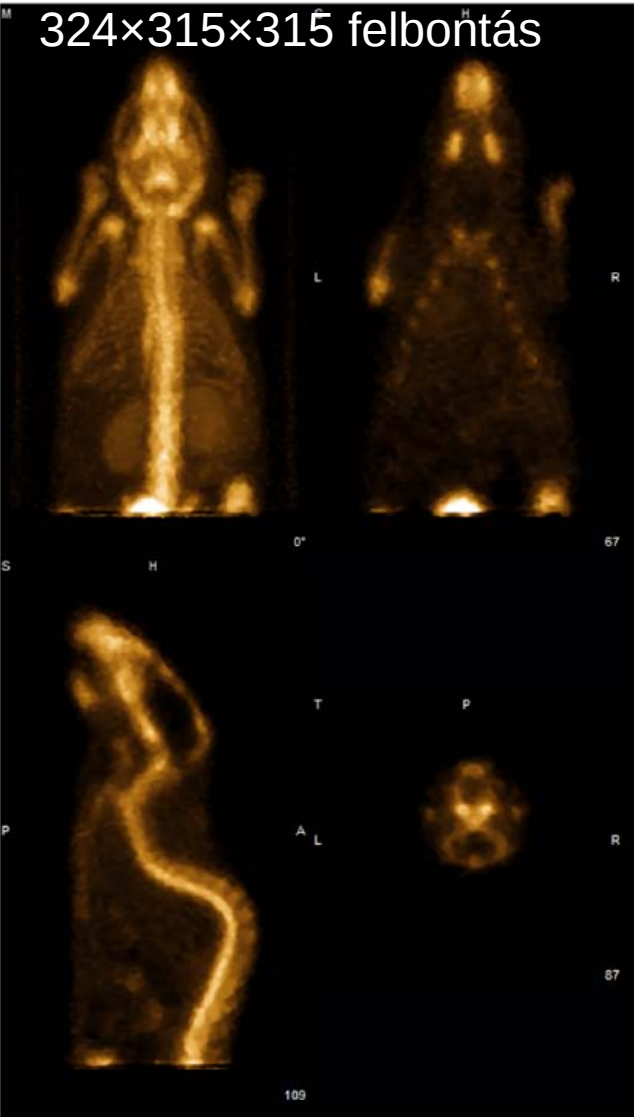


kompenzálva

Szórás a detektorban

Mérés: King's College London

324×315×315 felbontás



Konklúziók

- GPU csodálatos eszköz a HPC-hez
- De, a GPU architektúrát figyelembe kell venni már a kezdetektől (matematika, algoritmus tervezés)
- GPGPU praktikus a PET rekonstrukcióban is, minden lényeges fizikai hatást lehet szimulálni.

Konklúzió után...

Ismételt rendszermátrix számítás (kvázi)
Monte Carlo módszerrel

- A minták korreláltak vagy függetlenek legyenek?
- Újra tudunk-e használni infót anélkül, hogy tárolnánk?
- Kombinálhatunk lassú/pontos GPU lövést gyors/pontatlan GPU gyűjtéssel optimálisan?
- Hogyan kell a mintákat elosztani az iterációs lépések között?
- Hol vannak az elméleti határok?