

Féléves beszámoló ELTE TTK Fizika Doktori Iskola

2. félév

Dudás Bence (bence.dudas20@gmail.com)

Statisztikus Fizika, Biológiai Fizika és Kvantumrendszerek Fizikája PhD program

Témavezető: dr. Papp Gábor, dr. Bíró Gábor

A dolgozat címe: Mesterséges intelligencia alkalmazása proton tomográfia kiértékelésében

Bevezetés: A hadronos (proton vagy szén) besugárzás a rákterápia egyik formája, melynek során a nehezen hozzáférhető helyeken levő rákos sejteket pusztítjuk el. Mivel ennek hatásmechanizmusa eltér a hagyományosabb gamma besugárzástól, az arra kifejlesztett diagnosztikai módszerek (CT) nem adnak kellő információt a hadron besugárzás pontos tervezéséhez, ezért protonokkal (is) szükséges pontosítani a tomográfias kiértékeléseket. Proton

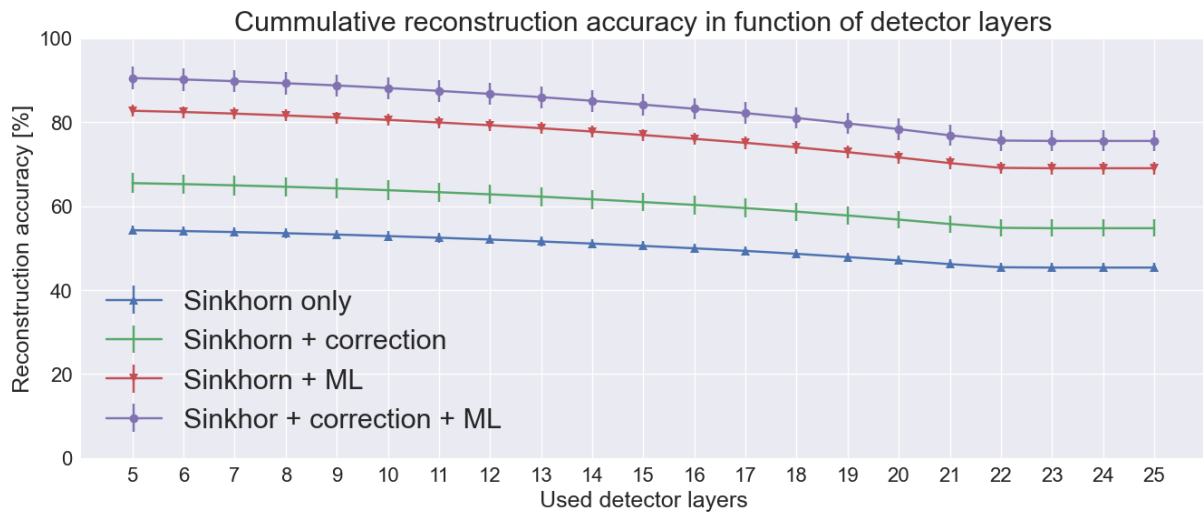
tomográfias eljárás során egy erre kifejlesztett detektorrendszerrel mérjük a részecskék beütéseit a detektorrétegekben. Mivel protonokat sugárzunk be ezek valamilyen szóródást szenvednek az adott objektumon, amelyet vizsgálunk és ezen szóródás képéből próbáljuk meghatározni, hogy a vizsgált objektumnak mekkora a protonokra ható fékező ereje adott pontban. Az én részem ezen projektben, hogy (egyelőre szimulált) besugárzások detektorképeiből rekonstruáljak részecskepályákat, hogy meg tudjuk határozni a beérkező protonok szóródási szögét és kinetikus energiáját (a detektorrendszerbe érkezés előtt).

Aktuális félévben elvégzett tevékenység:

Az év elején egy olyan mesterséges intelligencia alapú modell megalkotásával foglalkoztam, amely képes a részecskék detektorrétegekben mért helyzete alapján rekonstruálni azok pályáját. A megközelítés alapvetően eredményesnek tűnt, ám későbbi vizsgálatok során észleltük, hogy a modell teljesítménye elért egy küszöbértéket, amit nem tudtunk átlepni. Ezen jelenség mélyebb kivizsgálásakor rájöttünk, hogy a probléma forrása az volt, hogy a két detektorréteg között a részecskék összepárosítása pontatlan. Ezen a gondolatmeneten tovább haladva rájöttünk, hogy a pályák rekonstruálására elegendő a párosításokat jól elvégezni. Így december és január között elkezdtünk csak a részecskepályák összekapcsolására koncentrálni. A kiinduló algoritmus az úgy nevezett „magyar algoritmus” volt. Ennek teljesítménye nem volt elegendő ezért áttértünk a Ford-Fulkerson algoritmusra. Ezen megközelítés sokkal pontosabb összekapcsolásokhoz vezetett, ám probléma volt, hogy túl sok számítási időt vesz igénybe. A Bergen pCT számára az képrekonstrukciós idő is egy fontos szerepet játszik, hiszen, ha túl sokáig tartana tomográfia az akadályozná a kezelés effektív alkalmazását.

A következő algoritmus, amivel elindultunk az a Sinkhorn-Gumbel algoritmus volt. A megközelítés nem csak a részecskepárok távolságát veszi figyelembe, hanem létrehoz egy összekapcsolási valószínűség mátrixot. Első lépésben ezen mátrixot próbáltuk pontosítani neurális hálózatokkal, ám ezen módszer nem volt túl eredményes. Második lépésben egy adott detektorréteg

részecskéinek pozíciójából és energialeadásukból próbáltunk projekciót csinálni a következő rétegre. Ezen módszer szignifikánsan megnövelte a részecskepálya rekonstrukció hatékonyságát.



1.ábra. Részecskepálya rekonstrukciós eredmények különböző rekonstrukciós módszerek alkalmazásával.

Kutatásom jelenlegi állapotában a módszer finomhangolása zajlik, valamint a kapott eredmények számszerűsítése cikk írás céljából.

Tudományszerűsítő tevékenység(aktuális félév):

- Kápolnásnyéken 2024 február 23-án tartottam egy ismeretterjesztő előadást a kutatásomról. Az előadás a Nyéki Tudástár nevű eseménysorozat keretei közt valósult meg előadásom címe pedig: Egy részecske élete a mesterséges intelligenciától a rákkezelésig.
- Tudományos ismeretterjesztő kísérleteket mutattam be a baracskai Kozma Ferenc Általános Iskola tanulói részére 2024 február 28-án.

Oktatási tevékenység

- Korszerű számítástechnikai módszerek a fizikában I
- Modern Fizika Laboratóriumban (mérésvezető)

Konferencia részvétel:

- 2024 március 13, Cím: The Theory and Experiment in High Energy Physics, előadás címe: Trajectory reconstruction for proton computed tomography with machine learning, honlap: <https://indico.cern.ch/event/1388207/>
- 2024 május 31, Cím: 14.th GPU-DAY, Előadás címe: Proton trajectory reconstruction for Proton Computed Tomography with machine learning algorithms., honlap: <https://indico.wigner.hu/event/1567/>