

3.félév beszámoló

Dudás Bence

Statisztikus Fizika, Biológiai Fizika és Kvantumrendszerek Fizikája program

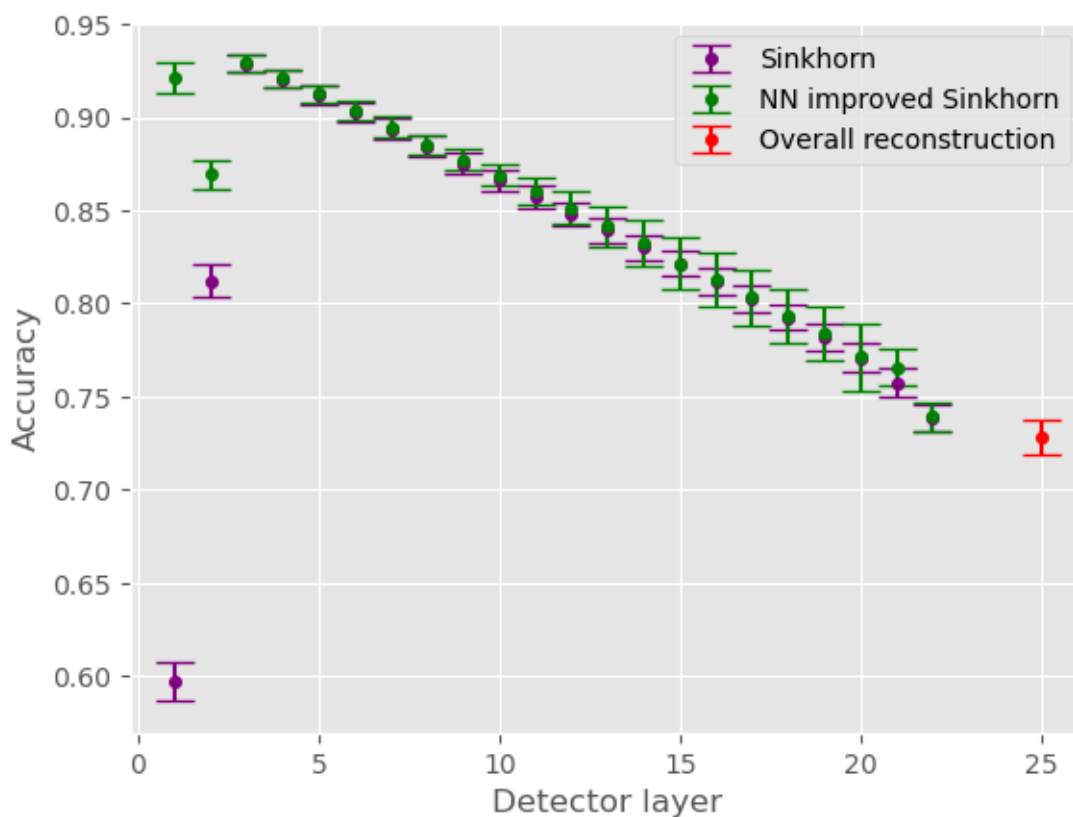
Témavezetők: Dr. Papp Gábor, Dr. Bíró Gábor

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. Ezen eljárást hívják Proton Tomográfiának (Proton Computed Tomography, pCT). 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).

Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése:

A 3. félévem kutatás során 2 fontosabb szakaszát vizsgáltam a projektemnek. Egyrészt a részecskepályák rekonstrukciója során észrevettük az előző félévben, hogy hagyományos algoritmusok hatásosan tudnak működni. Ez azt jelenti, hogy a Bergen pCT kollaboráció által fejlesztett detektorrendszer detektorai között a Siknhorn algoritmus megfelelő eljárásként használható. Kivétel ez alól az első 2 réteg beütései. A probléma oka, hogy a detektorrendszer fizikai elrendezése más az első két rétegben (tracking rétegek), mint az azt követő maradék 41 rétegben (kalorimetrikus rétegek). Hogy növeljük a részecskepálya rekonstrukció pontosságát egy neurális hálót építettünk, amely az előzetes pozíciók felhasználásával mondja meg, hogy egy adott beütésnek hol kellene lennie a következő rétegben. A szóhasználat azért lehet megtévesztő, mert a pályarekonstrukció az utolsó rétegtől megy előre, ami azt jelenti, hogy az első két réteget, ahol a leggyengébben teljesít a hagyományos algoritmus, utoljára evaluáljuk. A mi esetünkben tehát a neurális háló által prediktált pontokat próbáljuk összekötni a valódival, ami szignifikánsan megnöveli az összekapcsolások pontosságát a rendszerünkben 1. ábra.



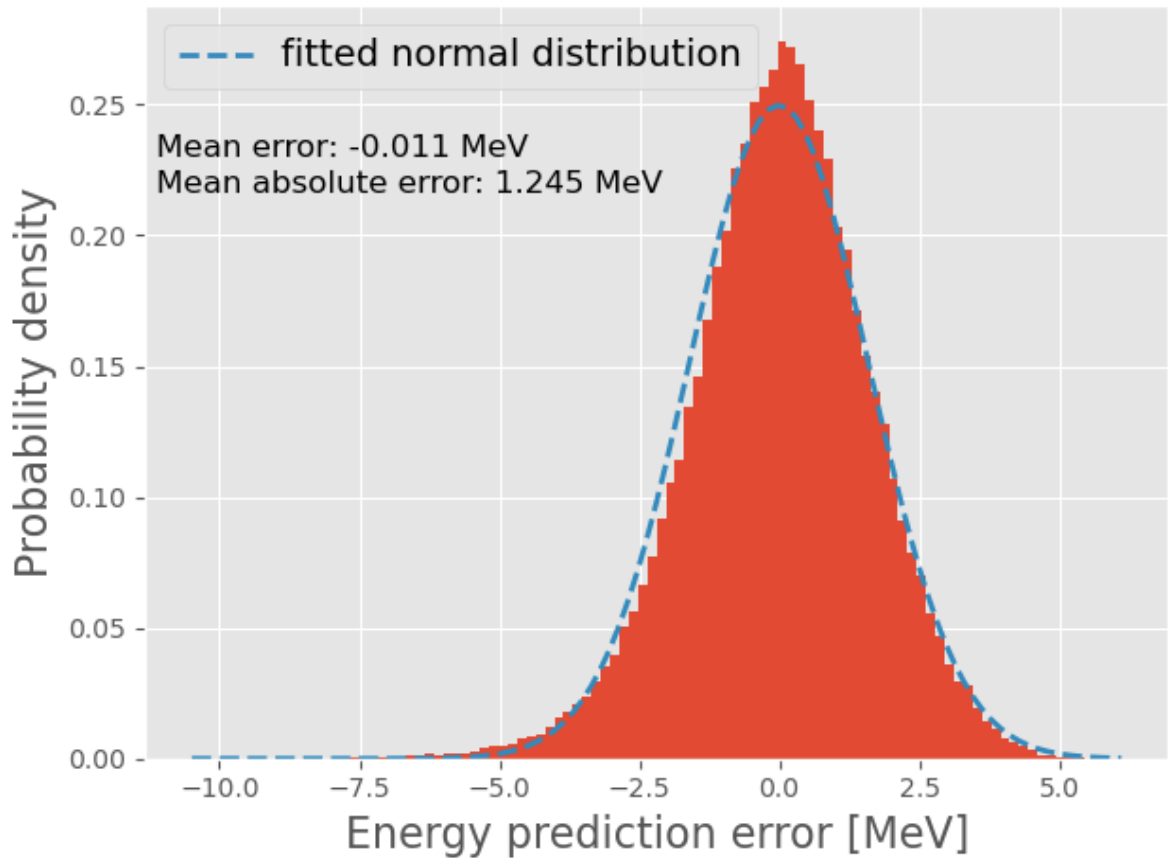
1. ábra Az összekapcsolás pontossága adott réteg és az azt követő réteg között. A hagyományos Sinkhorn algoritmus pontossága (Sinkhorn) és a neurális hálóval segített módszer pontossága (NN improved Sinkhorn)

Mivel proton tomográfia során fontosabb, hogy a rekonstruált részecskék biztosan jók legyenek, mint maga a mennyiségük, ezért egy extra szűrést is alkalmaztunk. A rekonstrukció során megjelöltük azokat a részecskéket, ahol az algoritmus bizonytalan volt az összekapcsolásban. Így a végül $72.8\% \pm 0.9\%$ pontosságot tudunk elérni.

Egy másik fontos része a folyamatnak a kezdeti kinetikus energiák megjósolása. Kezdeti alatt azt értjük, hogy miután áthaladt az adott céltárgyon de még éppen nem hatolt be a detektorrendszerbe. Naiv módon először az összes részecskepályát felhasználva, valamint minden rétegben leadott energiájukból próbáltuk megmondani a kezdeti kinetikus energiát. Később megvizsgáltuk, hogy a bejövő részecskék szignifikáns mennyiségben vannak olyanok, amelyek Bragg csúcsa nem az elméletből várt Bragg csúcs helyén van. Ennek persze az az oka, hogy a részecskék inelasztikus szórás szenvednek és több részecske el is hagyja a detektorrendszert. Ez azért probléma, mert nem közvetlen a Bragg csúcs helyét tudjuk megmérni, hanem a legnagyobb leadott energia helyét. Ha a részecske elhagyta a detektorrendszert a legnagyobb leadott energia ott lesz, ahol elhagyta a rendszert.

A pontosabb energiabecslés érdekében tehát készítettünk egy algoritmust, ami megnézi a részecskék energia leadás maximumának helyét, majd kiszűri azokat, amelyek legnagyobb leadott energiája nem ± 1 réteg távolságon belül van. Módszerünk további fejlesztése érdekében nem az összes energiából jósoltunk,

hanem megnéztük az energialeadás maximumának helyét, valamint a szomszédos rétegekben leadott energiákat normáltuk ezzel az értékkel. Az így kapott becslési értékek eloszlása a [2] ábrán látható.



2.ábra A becsült és a valódi energiaértékek különbségeinek eloszlása.

Jelenleg azt vizsgáljuk, hogy egy neurális hálóval mennyire tudnánk növelni ezt a jóslást, ám az eddigi tapasztalásaink azt mutatják, hogy $\pm 1.2\text{MeV}$ alá nem tudunk lemenni.

A következő félévben ezen módszerek egyesítésén fogok dolgozni, azaz a pálya rekonstrukciós algoritmusok kimenetéből megjósolni a kezdeti energiákat.

Jelenlegi eredményeimből publikáció készült, melyet már leadtunk a folyóiratnak.

Tanulmányi tevékenység: Előadó a Kárpát Medencei Nyári Egyetem előadássorozaton

Oktatási tevékenység: Oktató a „Korszerű számítástechnikai módszerek a fizikában 2” tárgyon

Oktatók az „Adatbányászat és gépi tanulás” tárgyon

Szakmai közéleti tevékenység: Előadó Kutatók Éjszakáján, az ELTE szervezésében.

Tudományos ismeretterjesztés középiskolások számára a Kempelen Farkas Gimnáziumban.

Kísérletek bemutatás Pilisvörösváron a Palánta Általános Iskola tanulóinak

Cikk: Publikációm leadtam az „International Journal of Modern Physics A” nevű folyóiratba, majd a szerkesztőség megjegyzéseit korigával a végleges változatot is elküldtem, jelenleg a publikálásra várunk.