

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Vít Bulín
Název práce: Identifikace případů se čtyřmi top kvarky v datech z urychlovače LHC pomocí algoritmů strojového učení
Studijní program a obor: Fyzika, Fyzika (FP)
Rok odevzdání: 2024

Jméno a tituly oponenta: Mgr. Vojtěch Pleskot, Ph.D.
Pracoviště: Ústav částicové a jaderné fyziky, MFF UK
Kontaktní e-mail: vojtech.pleskot@matfyz.cuni.cz

Odborná úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

- originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Rozsah práce:

- veliký standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky oponenta:

Vít Bulín ve své bakalářské práci použil nejmodernější architekturu hlubokých neuronových sítí Transformer na jeden konkrétní problém v částicové fyzice. Zaměřil se na rozpoznávání srážek protonů na urychlovači LHC, ve kterých se narodily čtyři top kvarky. Ke své práci použil simulovaná data kolaborace ATLAS. Cíl práce je velmi ambiciózní, protože srážky se čtyřmi top kvarky v koncovém stavu jsou extrémně vzácné vzhledem k pozadí tvořenému převážně $t\bar{t}$ a multijet eventy. Určitě je na místě na tento problém zkusit použít architekturu Transformer.

Ve své práci Vít Bulín pečlivě popsal Standardní model elementárních částic a jejich interakcí, urychlovač LHC a experiment ATLAS. Velmi detailně popsal, co je jev zvaný jet, jak přesně se definuje a jaké mohou být problémy této definice. Dobře diskutoval, jak se kvalitativně liší jety vzniklé různými způsoby (především b -jety a jety vzniklé rozpadem top kvarku). Velkou část své práce věnoval popisu různých druhů neuronových sítí včetně historických architektur.

Je zcela zjevné, že Vít Bulín pochopil problematiku trénování hlubokých neuronových sítí a problémů spojených s přesným nastavením jejich parametrů. Dával si dobrý pozor především na tzv. přetrénování, což je stav, ve kterém má síť výrazně jinou performance na trénovacím a testovacím vzorku eventů. Celkem natrénoval čtyři modely a z nich si vybral ten, který na testovacím vzorku eventů dosáhl nejlepších hodnot zvolených metrik. Poté stanovil optimální cut na skóre tohoto taggeru, a to maximalizací veličiny signifikance. Na závěr porovnal spektra počtu jetů pro signální i pozadí eventy prošlé tímto cutem. Je zjevné, že tvary těchto spekter jsou velmi odlišné, což je dobře, ale precizně by bylo žádoucí dosáhnout ještě většího potlačení celkového počtu eventů pozadí. Otázkou samozřejmě je, jestli toho je možné dosáhnout..

Velice oceňuji, že se Vít Bulín naučil používat moderní nástroje TensorFlow a Keras.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- Mohl byste krátce shrnout selekční kritéria, kterými jste vybíral MC eventy použité na trénování vašich sítí?
- Jako pozadí jste mj. použil multijet eventy z určité části fázového prostoru (samplery JZ3-JZ7). O jakou část fázového prostoru se jedná a proč právě tato je relevantní pro váš případ?
- Jako signál jste používal MC eventy se čtyřmi top kvarky v koncovém stavu generované podle předpovědi SM, nebo podle předpovědi nějakého BSM modelu (případně jakého)?

Práci:

- doporučuji
- nedoporučuji

uznat jako bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

- výborně
- velmi dobře
- dobře
- neprospěl

Místo, datum a podpis oponenta:

Praha, 31. května 2024