

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>A New Trackster Linking Algorithm Based on Graph Neural Networks for the CMS Experiment at Large Hadron Collider at CERN</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. Jekatěrina Jaroslavceva</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra kybernetiky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Josef Nový, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	ČVUT v Praze, FJFI, KSI

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>mimořádně náročné</b>
<p>Zadání této závěrečné představuje mimořádně náročný úkol, který si vyžaduje značnou technickou a analytickou zručnost. Jedním z hlavních faktorů, který činí toto zadání náročným, je složitost experimentu CMS na velkém hadronovém urychlovači v CERNu. Práce na takovém experimentu vyžaduje nejen hluboké porozumění fyzikálním principům, ale také schopnost pracovat s velkým množstvím dat a vyhodnocovat výsledky s vysokou přesností. Dalším aspektem, který zvyšuje náročnost tohoto zadání, je použití grafových neuronových sítí pro spojování 3D energetických depozitů. Grafové neuronové sítě jsou relativně novou technikou v oblasti zpracování dat a jejich aplikace na tuto konkrétní úlohu vyžaduje hluboké znalosti neuronových sítí a schopnost přenést tuto technologii do kontextu experimentu CMS.</p>	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<p>Práce v plné míře splňuje všechny body zadání. Autorka se úspěšně zaměřila na vytvoření nového algoritmu pro spojování 3D energetických depozitů na základě grafových neuronových sítí pro experiment CMS na velkém hadronovém urychlovači v CERNu. V průběhu práce zvládla efektivně pracovat s daty z experimentu CMS a provedl detailní analýzu existujících metod spojování energetických depozitů. Navržený algoritmus ukázal vysokou míru inovace a byl úspěšně implementován a otestován na dostatečně rozmanitých datech. Výsledky práce potvrzují, že nový algoritmus je přesnější a přináší zlepšení ve spojování energetických depozitů ve srovnání s existujícími metodami. Jediným nedostatkem je tak menší rychlost, která může být předmětem dalších optimalizací navržených v práci.</p>	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vynikající</b>
<p>Zvolené metody a techniky jsou dobře promyšlené a vhodně se zapojují do celkového rámce práce. Studentka prokázala hluboké porozumění danému tématu a vybrala postup, který nejen odpovídá nejnovějším poznatkům a technologiím v oboru, ale také umožňuje dosáhnout požadovaných výsledků. Celkově hodnotím postup řešení jako vynikající. Ukazuje na schopnost profesionálního přístupu k řešení složitých problémů.</p>	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<p>Autorka dokázala využít široké spektrum znalostí získaných během studia a také z odborné literatury. V práci jsou prezentovány důkladné analýzy, které jsou založeny na pečlivém průzkumu relevantních studií a vědeckých článků. Autor se neomezil pouze na základní koncepty, ale prokázal schopnost proniknout do hlubších aspektů tématu a představit nové myšlenky a přístupy. Využití podkladů a dat získaných z praxe je dalším znakem vynikající úrovně odbornosti této práce. Autorka úspěšně získala relevantní data z experimentu CMS a provedla jejich důkladnou analýzu. Tyto praktické podklady byly vhodně integrovány do celkového rámce práce, což přispělo k větší přesnosti a relevanci výsledků. Schopnost autorky pracovat s těmito reálnými daty a interpretovat je velice cenná.</p> <p>Odborná úroveň této práce je tedy bezpochyby vynikající. Autorka představuje hluboké porozumění danému tématu a její schopnost aplikovat tuto odbornost v praxi je zjevná. Práce je založena na solidním základu teoretických znalostí a pečlivém využití odborné literatury. Důkladná analýza a využití dat získaných z praxe ukazují na vysokou profesionalitu autorky. Celkově je odborná úroveň této práce hodnocena jako výborná.</p>	

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**

**A - výborně**

Formální a jazyková úroveň předložené práce je vynikající. Autorka projevuje pečlivost a preciznost ve správném používání formálních zápisů, které jsou nezbytné pro přesnou formulaci a vyjádření výzkumných poznatků. Je zřejmé, že autorka disponuje hlubokým odborným porozuměním danému tématu a dokáže se vyjadřovat s jasnou terminologií a přesností. Typografická stránka práce je rovněž vynikající. Autorka projevuje schopnost pracovat s odbornými výrazy a matematickými zápisy tak, aby byly čitelné a srozumitelné. Grafy, tabulky a obrázky jsou prezentovány přehledně a esteticky, což přispívá ke snadnému porozumění a vizuálnímu působení práce.

Co se týče jazykové stránky, autorka vykazuje vysokou úroveň psaní. Její vyjadřování je plynulé, srozumitelné a gramaticky správné. Autorka je schopná strukturovat text tak, aby byl dobře členěný a logicky poskládaný. Kromě toho, její schopnost formulovat komplexní myšlenky a argumenty je vynikající.

Rozsahem se práce blíží k doktorandské práci, což naznačuje, že autorka důkladně prozkoumala dané téma a prezentuje rozsáhlé množství informací, analýz a výsledků. Její schopnost uvést takový rozsah práce do souvislostí a udržet jej pod kontrolou je vynikající.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**A - výborně**

Studentka projevila vynikající aktivitu při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Její výběr pramenů je výborný a zahrnuje relevantní zdroje, které přispívají k hloubce a komplexnosti práce. Studentka prokazuje schopnost hledat a využívat informace z odborné literatury a dalších vhodných zdrojů.

V práci jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah. Studentka dodržuje citační etiku a správně cituje zdroje, což přispívá k transparentnosti a důvěryhodnosti práce. Její bibliografické citace jsou úplné a odpovídají citačním zvyklostem a normám.

Celkově lze tedy konstatovat, že studentka projevila vynikající aktivitu při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Její výběr pramenů je relevantní a dobře promyšlený. Studentka správně odlišuje převzaté prvky od vlastních výsledků a úvah a dodržuje citační etiku. Její bibliografické citace jsou úplné a odpovídají standardům citace.

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

Studentka projevila hluboké porozumění prostředí experimentů, které se projevilo ve schopnosti analyzovat a interpretovat experimentální a simulovaná data. Její schopnost pracovat s těmito daty je vynikající a přispívá k důvěryhodnosti a věrohodnosti výsledků práce. Dále, studentka předvedla vynikající implementaci metody strojového učení na řešení daného problému. Její schopnost aplikovat a adaptovat techniky strojového učení na specifický problém spojování 3D energetických depozitů je zřejmá. Výsledky ukazují vysokou přesnost navrženého algoritmu, což svědčí o jeho kvalitě. Jedna z otázek, kterou by studentka měla zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí, se týká využití grafických procesorů (GPU) v produkčním prostředí. Studentka by se během obhajoby měla zaměřit na diskusi o vyhlídkách využití GPU v produkčním prostředí a možnostech optimalizace algoritmu pro efektivní využití této technologie.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 5.6.2023

Podpis:

