



České vysoké učení technické v Praze  
 Fakulta dopravní - Ústav letecké dopravy  
 Horská 3, 128 03, Praha 2  
 e-mail: hanakle1@fd.cvut.cz, sochavla@fd.cvut.cz

Studijní program: Technika a technologie v dopravě a spojič

Studijní obor: Provoz a řízení letecké dopravy

POSUDEK VEDOUCÍHO DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: Minev Max Andreas

Název: Klasifikace trajektorií letadel dle dynamiky pohybu s využitím neuronových síti

**Hodnocení závěrečné práce:**

Práce není v rozporu s metodickým pokynem ČVUT (link)  Je dodržen rozsah práce (min. 55 stran)

Zadání je splněno a každý bod zadání má jasný odraz ve zpracované práci

	Kritéria hodnocení diplomové práce	Body
1.	<b>Splnění zadání formálně i odborně. (0 – 30)</b> Hodnoceno je také splnění stanoveného cíle práce a celkové vypracování s ohledem na zadané téma. Excelentně splněné zadání může být ohodnoceno maximálním počtem bodů. V poměru rozsahu částí v zadání, která není zcela vhodně či úplně zpracována, je hodnocení odpovídajícím způsobem sníženo.	27
2.	<b>Úroveň teoretické části a využití dostupné literatury. (0 – 30)</b> Posuzována je relevantnost teoretické části k zadání, rozsah rešerší a systematické uspořádání zjištěných poznatků. Převažuje-li doslovné převzetí textů, hodnocení je sníženo až o 15 bodů (za předpokladu dodržení autorských práv). Důvodem pro snížení celkového hodnocení je dále nedostatečný výběr teoretických poznatků, literatury a zdrojů.	20
3.	<b>Rozsah realizačních prací (SW, HW), aplikovaných vědomostí a znalostí, úroveň metodologického zpracování a závěrů práce. (0 – 30)</b> Celkem 30 bodů může být uděleno za velmi komplexní a bezchybnou práci vhodnou k publikování. Tento aspekt se posuzuje zejména z hlediska významu pro obohacení teoretických poznatků a má praktický význam. Obzvláště pozitivně je hodnoceno vytvoření modelu, SW produktu a též technická realizace, validovaný provozní postup nebo metodika. Za drobné metodologické nedostatky je hodnocení sníženo až o 5 bodů. Nekonzistentnost zpracování s teoretickými východisky a nejasný či ne zcela odborný metodologický přístup vede ke snížení minimálně o 15 bodů. Další snížení hodnocení lze udělit za nedostatečnou diskusi k závěrům.	25
4.	<b>Formální náležitosti a úprava práce (úroveň psaní, označení struktury textu, grafy, tabulky, citace v textu, seznam použité literatury apod.). (0 – 10)</b> Hodnoceny jsou formální náležitosti z pohledu dodržení pravidel o psaní, atributů závěrečných prací, tj. formátování textu, struktury práce, seznamu použité literatury, vybavenosti bakalářské práce grafy a tabulkami, způsobu citování. Za nedodržení jednotlivých pravidel je sníženo maximální hodnocení o 2 body za každý nerespektovaný atribut. Rovněž za výskyt gramatických chyb, překlepů a nevhodné stylistiky a terminologie se snižuje hodnocení o 2–4 body. V práci by se měla objevovat pouze standardní odborná terminologie a to zejména v jazyce práce (je třeba hodnotit schopnost vyjadřovat se technickým jazykem – 2 body), grafy jsou tvořeny dle standardních zásad (2 body) a stejně jako tabulky jsou opatřeny legendou, vše je je v nich čitelné (2 body), jsou dodržena citační pravidla dle ISO690 a ISO690-2 (2 body).	8
5.	<b>Celkový počet bodů</b>	80

### Komentář:

Pokud potřebujete větší prostor pro posudek, přiložte Vámi vytvořený posudek k tomuto formuláři jako přílohu.

Diplomová práce studenta se zabývá důležitým, aktuálním a poměrně složitým tématem. Cílem práce je ukázat, jak aplikovat neuronové sítě pro klasifikaci letadel dle dynamiky pohybu tak, aby mohla daná klasifikace sloužit k adaptivnímu přepínání různých filtračních (trackovacích) algoritmů.

Student v práci systematicky představuje relevantní problematiku týkající se strojového učení, přehledových systémů a filtrace pro trackování. Následně popisuje metodologii postupu, kde nejprve definuje nutné předzpracování dat. Po tomto kroce diskutuje nad možnými přístupy k segmentaci letadel dle dynamiky pohybu. Student vyzkoušel několik způsobů, ze kterých vybral nejvhodnější.

Student následně představuje dvě architektury neuronových sítí - Multilayer Perceptron (MLP) a Convolutional Neural Network (CNN). Pomocí těchto dvou architektur naučí klasifikátor na poskytnutých skutečných ADS-B datech a provede porovnání. Porovnání je provedeno pomocí křivek přesnosti (accuracy) a účelové funkce (loss) a pomocí matice záměn (confusion matrix). Student ukázal, že CNN vykazuje velký potenciál pro tuto aplikaci, narozdíl od MLP.

V rámci diplomové práce student musel aplikovat poznatky z vysokoškolské matematiky, naučit se v programovacím jazyce Python a seznámit se se strojovým učením i na praktické bázi. Velmi si cením i dobré úrovně angličtiny, kterou je práce napsána a psaní práce v LaTeXu.

Práce bohužel vykazuje několik nedostatků, které zabraňují hodnocení stupněm A. Ačkoliv zadání je plně splněno, je pozorovatelné, že student zůstal u těch nejsnazších aplikovatelných způsobů neuronových sítí. Určitě by stálo za to prozkoumat více složitější a modernější architektury než pouze MLP či základní CNN. Z tohoto důvodu odečítám 3 body. Rešeršní část práce je hodně rozsáhlá, nicméně informace v ní jsou spíše vysokourovňového charakteru, které jsou běžně dostupné na internetu. Namísto obecného popisu by bylo vhodné se ponořit více do hloubky problému, který řeší. Příkladem je rozsáhlý popis dekodování ADS-B zpráv či popis shlukovacích algoritmů, ač relevantní, ani jedno není v práci přímo aplikováno. Mnohem více by bylo vhodnější hlouběji rozebrat buď přímo neuronové sítě, nebo část o trackování, která je motivací této DP a je popsána řídce. Z těchto důvodů odečítám 10 bodů. Realizační rozsah prací je na velmi dobré úrovni. Odečítám 5 bodů za stručnější prezentaci výsledků u segmentace, kratší diskuzi nad výsledky obecně a chybějící porovnání vůči aktuálnímu state-of-the-art v literatuře. 2 body dále odečítám za častější výskyt formálních chyb jako spojení slov, chybějící konce závorek apod.

### Celkové hodnocení úrovně vypracování:

	A (výborně)	B (velmi dobře)	C (dobře)	D (uspokojivě)	E (dostatečně)	F (nedostatečně)
Počet bodů:	100 - 90	89 - 80	79 - 70	69 - 60	59 - 50	< 50
		X				

pozn.: prosím uveďte komentář odůvodňující hodnocení.

Diplomovou práci hodnotím výše uvedeným klasifikačním stupněm B a práci doporučuji k obhajobě.

Jméno a příjmení: Ing. Petr Lukeš

Organizace: ČVUT v Praze, Fakulta dopravní

Podpis:



Datum: 29. 12. 2022