

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	Detekce dron pomocí neuronových sítí z kombinovaných dat RGB kamery a LiDARu
<b>Jméno autora:</b>	Adam Škuta
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta Elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra řízení
<b>Vedoucí práce:</b>	Matouš Vrba
<b>Pracoviště vedoucího práce:</b>	Katedra kybernetiky

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadaný problém je velmi náročný, ale byl řešen pod zjednodušujícími podmínkami v rámci simulace, takže celkově hodnotím zadání jako náročnější.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Student splnil zadání bez výhrad.	

<b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatné tvůrčí práce.</i>	
Student pracoval samostatně a pravidelně konzultoval průběh práce. V rámci práce se sám seznámil s programovacím rozhraním simulátoru AirSim, s knihovnou pro strojové učení PyTorch a s knihovnou pro počítačové vidění OpenCV, které využil pro generování datasetu a při implementaci řešení.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Oceňuji, že si student problematiku dostatečně prostudoval a zvolil relevantní metody pro řešení zadání. V praxi aplikoval znalosti z oblasti strojového učení a počítačového vidění. Pro udělení výborné známky ale chybí ověření prezentovaného řešení na datech z reálných experimentů, které by demonstrovalo jeho použitelnost v praxi. Práci také chybí hlubší prozkoumání a vysvětlení pozorovaných výsledků.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Gramaticky i typograficky je práce v pořádku, ale některé grafy a obrázky mohly být přehledněji upraveny.	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posuďte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.</i>	
V práci je pokryt dostatečný rozsah relevantních referencí, které jsou až na několik drobností citovány korektně. Převzaté prvky jsou jasně odlišeny od vlastní práce a původní zdroje jsou vhodně citovány.	

#### **Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

V rámci práce student zveřejnil dataset, který byl použit k trénování a testování neuronových sítí. K odevzdané práci je také přiložen zdrojový kód programů pro generování datasetu a zpracování dat. Užitečnost datasetu i programů je ale omezena chybějící dokumentací. Chybí také kód implementace samotných neuronových sítí. Bez těchto částí řešení je obtížné reprodukovat prezentované výsledky a nelze posoudit vhodnost implementace pro praktické nasazení.

### **III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejlépe ovlivnily Vaše celkové hodnocení.*

Student se zhostil zadaného problému samostatně a výstupy jeho práce mohou být užitečné i pro další výzkum v oblasti detekce pomocí RGB kamer a LiDARu. Pro nejlepší ohodnocení ale chybí otestování řešení na datech z reálných senzorů, hlubší analýza výsledků a řádná dokumentace vyprodukovaného kódu a datasetu, na což už studentovi nezbyl čas. Jinak se jedná o kvalitní práci.

Předloženou závěrečnou práci proto hodnotím klasifikačním stupněm **B - velmi dobře**

Datum: 12. 01. 2022

Podpis:

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	Detection of Drones Using Neural Networks from Combined RGB Camera and LIDAR Data
<b>Jméno autora:</b>	Adam Škuta
<b>Typ práce:</b>	bakalářská <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL) <input checked="" type="checkbox"/>
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra Kybernetiky
<b>Oponent práce:</b>	Vojtěch Šalanský
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Kybernetika a robotika

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
Zadáním bakalářské práce bylo implementovat a porovnat metody rozpoznávání dron pomocí RGBD dat. Zadání je dostatečně složité pro bakalářskou i diplomovou práci.	
<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno s výhradami</b>
Zadání bylo splněno. Mám ale jisté výhrady popisu rozšíření metody a k evalvací dat. Dosažené výsledky rozšíření metody o hloubková data také nejsou přesvědčivé. Viz celkové hodnocení.	
<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
Postup řešení by byl zvolen správně. Student rozšířil YOLOv3 metodu o hloubková měření a zkusil různě upravit nebo doplnit řídká hloubková měření.	
<b>Odborná úroveň</b>	<b>C - dobře</b>
Teoretická i praktická stránka práce je dobře sepsaná. V 2. kapitole jsou popsány všechny potřebné metody, které student zvolil a využil v práci. Některé části by ovšem zasloužili širší rozepsání. Jednou se zajímavých rozšíření je přidání 2 detekčních vrstev do YOLOv3 (ze 3 na 5), toto je bohužel úplně nepopsáno a není tedy jasné jak to student udělal a ani jaký to nakonec mělo přínos. Experimentální výsledky jsou nedostatečně evalvovány a tudíž nejsou přesvědčivé.	
<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>A - výborně</b>
Práce je kratší ale není to na škodu. Kvalita textu i jazyková úroveň je dobrá.	
<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>A - výborně</b>
Citace jsou v souladu s citačními normami. Výběr zdrojů a jejich relevantnost je v pořádku.	

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

Student v rámci bakalářské práce rozšířil metodu YOLOv3 o hloubková data na vstupu. Vzhledem k tomu, že data získaná pomocí lidarů jsou řídká, porovnal student několik přístupů odhadu hloubek v nezměřených místech. Teoretická část práce popisuje jednotlivé metody dobře. První výhradu mám k tomu, že není popsáno jakým způsobem byla rošířena detekční část sítě. YOLOv3 má poměrně komplikovanou architekturu a rozhodně to není tak přímočarý krok, aby nebyl popsán. Další výhrady mám pak k procesu učení, kde student vybral pro každou metodu váhy, odpovídající epoše, která prý má nejlepší AP (average precision) na validačních datech. Z grafu 2.14 mi ale nepřijde, že by vybral tu nejlepší. Například „Sparse-to-dense modified RGBD“ metoda má nejlepší AP v 15. epoše a ne ve 12. kterou student zvolil. Kromě toho to také nevypadá, že by síť již byla doučena, protože AP mělo stále stoupající tendenci. Největší výhrady mám ale k výsledkům a jejich evalvací. Student zde počítá „precision“, „recall“ pro pouze jeden „confidence threshold“. Chybí mi vykreslení „precision-recall“ křivky. Chybí popis jak jsou v tabulce 3.1 počítány hodnoty IoU. Dále by mě zajímali i AP hodnoty pro jiný „threshold IoU“. Zvolené „threshold“ hodnoty prý ukazují nejlepší výsledky všech metod, což dle mého názoru není možné. Pro každou metodu se musí dát najít ten nejlepší „threshold“ a pochybuji, že bude všude roven 0.2.

Doplňující otázky:

Opravdu bylo potřeba rozšířit YOLOv3 o další detekční vrstvy a jak to pomohlo? Jak to ovlivnilo rychlost a kvalitu detektoru? Nestačilo by upravit velikosti nebo počet kotvěv (anchors)?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **C - dobře**

Datum:

Podpis: