

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	Konvoluční neuronové sítě pro klasifikaci objektů z LiDARových dat
Jméno autora:	Jiří Zácha
Typ práce:	bakalářská
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra Kybernetiky
Vedoucí práce:	Ing. Patrik Vacek
Pracoviště vedoucího práce:	Katedra Kybernetiky

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Náplň zadání tvoří návrh a použití konvolučních neuronových sítí na datech z LiDARu za účelem sémantické segmentace automobilů v dopravě. Neuronové sítě jsou trénovány na simulačních i reálných datech.	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno s menšími výhradami</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 natrénoval segmentační neuronovou síť podle obvyklých metodik pro klasifikaci vozidel a navázal na výsledné segmentované data odhadem pohybů vozidel mezi jednotlivými měřeními. Bohužel je znát časová tíseň se kterou byla práce vypracována, při důkladnějším trénování a vyzkoušení více variant by šlo docílit lepších výsledků a interpretace. Zadání ovšem splněno bylo.	

<b>Aktivita a samostatnost při zpracování práce</b>	<b>B - velmi dobře</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 samostatně tvůrčí práce.</i>	
Student měl krátké výpadkové období, jinak ovšem pravidelně docházel na schůzky a měl kreativní přístup při konzultování postupů.	

<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>	
Student aplikoval nabitě znalosti ze základního kurzu studia a snažil se inspirovat z odborných vědeckých článků. Postupy byly aplikovány jak na simulační data, tak reálná měření LiDARu ScaLa.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>C - dobře</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je poměrně poznamenána nedostatkem času, což se odráží na výsledném rozsahu práce, je příliš stručná. Struktura kapitol v práci je slušná, textová návaznost mezi nimi by šla trochu zlepšit. Vývoj kapitol je smysluplný. Práce je bez viditelných gramatických chyb.	

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**D - uspokojivě**

*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.*

Bylo čerpáno z příliš malého množství zdrojů, byť kvalitních pramenů (vědecké publikace, Goodfellow). Teorie byla čerpána primárně z jednoho zdroje. Vlastní výsledky jsou v praktické části jsou dobře odlišeny.

**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.*

Vypracovaná práce by měla větší potenciál, kdyby se začalo intenzivně pracovat o měsíc dřív. Za těchto okolností nepochybují o kvalitě výstupu studenta. K nedostatku času přispěl i fakt, že reálná data byla k dispozici studentovi v pozdní fázi práce.

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE**

*Za hlavní úskalí považují pozdní začátek soustavného a intenzivního vypracování bakalářské práce. Na tom se odráží kvalita a rozsah napsaného textu, nicméně metody a schopnosti studenta realizovat experimenty považují za dobré. Postupy byly aplikovány na reálný dataset relativně neprozkoumaného LiDARového zařízení. Věřím, že při začátku řešení problematiky o měsíc dříve, práce studenta by byla o poznání kvalitnější.*

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm C - dobře.

Datum: 31/05/2019

Podpis:

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	Konvoluční neuronové sítě pro klasifikaci objektů z LiDARových dat
<b>Jméno autora:</b>	Jiří Zacha
<b>Typ práce:</b>	bakalářská
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra kybernetiky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Dominik Fiala
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky (CIIRC)

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b> <i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	<b>průměrně náročné</b>
--	-------------------------

<b>Splnění zadání</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> Bez připomínek, všechny body zadání splněny.	<b>splněno</b>
---	----------------

<b>Zvolený postup řešení</b> <i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i> Zvolený postup je ve své podstatě správný.	<b>správný</b>
---	----------------

<b>Odborná úroveň</b> <i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i> Student ve své práci prokazuje schopnost použít znalosti získané během studia (teoretické i programovací), a taky schopnost osvojit si nové postupy a algoritmy pro účel této práce.	<b>A - výborně</b>
---	--------------------

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b> <i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i> Práce obsahuje několik (do deseti) překlepů, což shledávám úměrné k jejímu rozsahu. Nicméně je třeba si dát pozor na ty chyby, které mění význam celé věty (např. záměna slov trénovací/testovací v kap. 3.4.3). Text v kap. 3 působí místy zmatečně (v kapitole 3.2.1 se hovoří o „naivním modelu senzoru“ a o datech ze hry GTA V, ale popsáno o co jde, je až v kapitole 3.3). U vzorečků v kap. 2.3.2 mi chybí vysvětlení co jaká proměnná představuje (dimenze apod.), u vzorečku (2.10) by bylo dobré uvést zdroj, kde je tento vztah odvozen. Velkým nedostatkem práce jsou obrázky znázorňující 3D body. Chybí podrobnější popis, co jaká barva znamená, měřítko, pozice auta/senzoru atd. Takto je obtížné se v obrázcích zorientovat. Snáze by se porovnávala úspěšnost segmentace jednotlivých přístupů, pokud by tabulky s hodnotami precision/recall byly sjednoceny do jedné tabulky.	<b>C - dobře</b>
---	------------------

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**C - dobře**

*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.*

Jako nedostatek beru fakt, že práce postrádá stručnou kapitulu, ve které by bylo shrnuto, jaké jsou aktuálně používané metody pro klasifikaci 3D bodů s jejich klady a zápory. Použití reference v nadpisu kapitoly (kap. 2.2) není příliš šťastné. Vzhledem k tomu, že se jedná o odkaz na rozsáhlou práci, bylo by lepší odkazovat u jednotlivých pojmů rovněž na číslo kapitoly a usnadnit tak čtenáři práci. V odstavci 3.2.1 by bylo dobré uvést odkaz na ono rozšíření, které bylo použito pro získání dat ze hry GTA V. Navíc není zcela jasné, jestli simulovaná data byla již k dispozici, nebo jestli byla studentem vytvořena čistě pro účel této práce.

**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.*

Jediné co bych vytknul je absence experimentů na stejných vstupních datech pro obě navržené reprezentace LiDARových bodů a následné porovnání výsledků.

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

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uvedte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Předložená práce se zabývá využitím konvolučních neuronových sítí (CNN) pro klasifikaci objektu z 3D bodů naměřenými senzorem typu LiDAR. Touto úlohou se již zabývá celá řada jiných prací, co však dělá tuto práci zajímavou je použitý LiDAR, který poskytuje znatelně méně bodů (oproti běžněji používaným od firmy Velodyne). Tato práce dokazuje, že student má schopnosti bakaláře, co se teoretických a praktických znalostí týče. Rovněž prokázal, že je schopen se vyrovnat s absencí slíbených dat. Avšak to, na čem by měl student během dalšího studia zapracovat, je písemný projev a schopnost prezentovat své výsledky.

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

Otázky:

1. V úvodu se zmiňujete, že CNN dávají nejlepší výsledky, co se týče rozpoznávání aut, chodců a překážek. Bylo by možné uvést zdroj, z kterého lze toto tvrzení usuzovat?
2. Co bylo motivací použít uměle vytvořená data ze hry GTA V? Proč jste nepoužil nějaký z veřejně dostupných datasetů (např. KITTI)?
3. Dokážete říct, co bylo příčinou chybné klasifikace části svodidla za nákladní automobil v obr. 3.16?

Datum: 4.6.2019

Podpis: