

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Detection and Pose Determination of a Part for Bin Picking</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. Roman Sushkov</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra kybernetiky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Pavel Burget, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Katedra řídicí techniky

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání se týká nalezení algoritmu pro výběr jednoho typu dílu z přepravního obalu. Náročnost zadání vyplývá při realizaci práce, kdy je třeba zohlednit různé aspekty rozpoznávání a lokalizace dílu. K práci je také možné přistoupit různými způsoby, kdy například může být řešení zaměřeno na konkrétní díl a pro jiný díl bude třeba provést významné úpravy nebo může být navrženo řešení univerzální, které je samozřejmě náročnější. Takovou variantu si vybral pan Sushkov.	

<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>	
Zadání bylo splněno ve všech bodech a vzniklo řešení postavené na konvolučních neuronových sítích, které pracuje pouze s jedinou charakteristikou vybraného předmětu, a to jeho rotační symetrií. Díky tomu je možné řešení snadno upravit na jiné předměty, pro něž budou hlavním úkolem vytvoření trénovacích dat a učení neuronových sítí. Pan Sushkov věnoval velké úsilí realizaci systému bez přídavného osvětlení a podařilo se mu dosáhnout dobrých výsledků. Ty se ještě výrazně zlepšily vyrovnáním světelných podmínek doplněním přídavného osvětlení. Pan Sushkov také provedl mnoho experimentů jednak v rámci tvorby trénovacích množin, jednak při vyhodnocení úspěšnosti. Z práce vyplývá, že provedl mnoho iterací, které vedly k neustálému zlepšování kvality řešení.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vynikající</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Volba konvolučních neuronových sítí pro predikci polohy a natočení vybraného předmětu je velice dobrá. Metoda umožňuje rozpoznávat předměty bez nutnosti zakódování jejich geometrických vlastností, které by detekci předmětu ve snímaném obrazu usnadnily. Touto metodou je možné naučit algoritmus na rozpoznávání nového typu předmětu pouze vytvořením vhodné tréninkové množiny dat.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Po odborné stránce je práce velice kvalitní. Je postavena na kvalitní rešerši a využívá informace publikované i v poměrně nedávných vědeckých článcích. Rovněž je nepochybné, že pan Sushkov využil mnoho znalostí získaných během svého studia, což je mimo jiné vidět i z velice jasně a strukturovaně popsaného přehledu metod strojového učení a speciální neuronových sítí. Samotné výsledné řešení je rozsáhlé a bylo prověřeno na praktické aplikaci, kterou velmi dobře hodnotil průmyslový zadavatel projektu, společnost Škoda Auto.	

<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>	
Po typografické stránce je práce velmi dobře zpracována, úroveň angličtiny je také velice dobrá. Na několika místech bohužel nesprávné gramatické konstrukce snižují srozumitelnost textu - např. „the model for object normal prediction has been described“, místy se vyskytuje nesprávné použití časů (minulý vs. předpřítomný). Na několika místech jsou použité	

symboly definovány až později v textu, což poněkud snižuje srozumitelnost – například indexy u souřadnic v různých použitých souřadných systémech.

**Výběr zdrojů, korektnost citací**

**A - výborně**

*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.*

Pan Sushkov velice dobře pracuje s externími zdroji. Rešeršní část práce a práce popisující dostupné metody pro rozpoznávání vzorů v obrazu je velice pečlivé a poskytuje výborný přehled dané problematiky.

**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.*

Vložte komentář (nepovinné hodnocení).

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

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

Na diplomanta mám následující připomínku:

- Poloha předmětu je v rovnici 3.1 definována jako  $p$ . Rovnice 4.1 definuje  $p_o$  jako vektor souřadnic báze předmětu. Z textu není zcela jasný význam souřadnic  $p_{zo}$  a  $p_{0o}$  v rovnicích 4.3 a 4.4. Pro normálu se používá symbol  $n$ , dále v textu však symbol  $p_n$ . Prosím o vyjasnění těchto pojmů.

Kromě toho by bylo vhodné, aby pan Sushkov vyjasnil použití různých souřadných systémů – systém kamery, objektu, chapadla.

Přes uvedené připomínky se jedná o velice kvalitní diplomovou práci, jejíž výsledek se osvědčil v prototypové aplikaci s průmyslovým potenciálem. Doporučuji, aby komise zvážila možnost navrhnout tuto práci na cenu děkana za diplomovou práci. Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 9.6.2017

Podpis: