

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Automatic Control of the Number and Positions of Weld Studs at Škoda Auto</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Erik Pásztor</b>
<b>Typ práce:</b>	<b>bakalářská</b>
<b>Fakulta/ústav:</b>	<b>Fakulta elektrotechnická (FEL)</b>
<b>Katedra/ústav:</b>	<b>Katedra kybernetiky</b>
<b>Vedoucí práce:</b>	<b>Ing. Martin Macaš, Ph.D.</b>
<b>Pracoviště vedoucího práce:</b>	<b>CIIRC</b>

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání předložené bakalářské práce bylo poměrně náročné, protože zahrnovalo kooperaci při sběru dat v reálném výrobním procesu, pochopení a použití metod zpracování obrazu a strojového učení, ale také programovací schopnosti. Náročnost byla zvýšena i pandemií COVID-19, která výrazně omezila přístup studenta ke zdroji dat a snížila tak velikost datové množiny, která byla použita.	
<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>	
Práce plně splňuje všechny body zadání. Student navrhl a implementoval systém pro detekci navařovacích šroubů z obrázku vyrobeného dílu, vyzkoušel několik metod detekce, které porovnal, a nakonec implementoval grafické rozhraní pro prezentaci výsledku detekce.	
<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 samostatně tvůrčí práce.</i>	
Student za mnou sám přišel s nápadem na zadání a žádostí, zda bych mohl být jeho vedoucím. V průběhu semestru se velmi aktivně zúčastňoval pravidelných schůzek a někdy mě dokonce tlačil k provedení mnou slíbených akcí. Je schopen samostatně a kreativní práce.	
<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>	
Student nejprve provedl rešerši stávající literatury na zadané téma a získané poznatky uplatnil při návrhu svého řešení. Při tom narazil na problém s nepoužitelností klasických metod zpracování obrazu, který řešil použitím strojového učení. Zde byl omezen velikostí dostupných dat, proto se přiklonil k použití jednoduššího modelu, založeném na kaskádě klasifikátorů (rozuměj cascade classifier). Původně plánoval využít konvoluční neuronové sítě. Ani tato metoda ovšem nevedla k uspokojivým výsledkům. Student tedy navrhl postupnou detekci, kdy jeden klasifikátor nalezne oblast možného výskytu detekovaného objektu a další dva klasifikátory pak jakousi volbou pouze rozhodují, zda se opravdu jedná nebo nejedná o hledaný objekt. Takto se překvapivě povedlo snížit výskyt falešně negativní detekce, ale stále přetrvával problém s falešně pozitivními případy. Proto student zkusil za detekci oblasti možného výskytu objektu řešenou kaskádovým klasifikátorem zařadit novou extrakci příznaků založených na histogramu orientovaných gradientů a tyto příznaky klasifikovat metodou support vector machines. Zde došlo k výrazné redukci falešně pozitivních detekcí. Student tedy tvůrčím přístupem a samostatně došel k dobrému modelu, který by mohl být základem pro reálně použitelný detektor, a to i za výrazně ztížených podmínek, které neplánovaně omezily množství dostupných dat. Předpokládám, že jakmile bude možné pořídit větší množství dat, otevře se cesta k výraznému vylepšení detektoru a jeho zintegrování do softwaru pro podporu	

kontroly navařovacích šroubů. Mohu tedy konstatovat, že student ukázal schopnost řešit nejen zadaný problém, ale i neočekávané problémy vzniklé v průběhu práce.

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce**

**A - výborně**

*Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.*

Práce je psána anglicky, dle mého názoru velmi uspokojivou a srozumitelnou angličtinou. Členění kapitol je přehledné a logické. Práce neobsahuje zbytečný nebo nefunkční text, který by pouze vyplňoval místo. Obrázky i tabulky jsou přehledné, popsané a v textu odkazované.

**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.*

Student správně citoval všechny použité zdroje. Oceňuji, že si dal i práci diskutovat relevantní zdroje a porovnávat své výsledky s těmi citovanými (např. v kapitole 4).

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE**

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

Ačkoliv zpracování obrazu není mou doménou, troufám si tvrdit, že student v práci postupně došel k funkčnímu detektoru navařovacích šroubů a jeho výsledky budou v budoucnu využity v praxi. Líbilo se mi, že student v průběhu semestru pracoval velmi vyváženě, velmi rychle reagoval na všechny mé připomínky nebo rady a také psaní práce pojal velmi poctivě. Samozřejmě by se možná našlo mnoho dalších a lepších přístupů k zadanému problému, nicméně navržená metoda dává uspokojivé výsledky získané metodologicky správným vyhodnocením. Všechny body zadání včetně integrace detektoru do grafického rozhraní byly splněny.

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

Datum: 24.5.2021

Podpis:

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	<b>Automatic Control of the Number and Positions of Weld Studs at Škoda Auto</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Erik Pásztor</b>
<b>Typ práce:</b>	<b>bakalářská</b>
<b>Fakulta/ústav:</b>	<b>Fakulta elektrotechnická (FEL)</b>
<b>Katedra/ústav:</b>	<b>Katedra kybernetiky</b>
<b>Oponent práce:</b>	<b>RNDr. Miroslav Kulich, Ph.D.</b>
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	<b>Intelligent and Mobile Robotics, CIIRC</b>

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Náročnost vidím v nutnosti nastudovat a realizovat techniky počítačového vidění, které se v prvních ročních bakalářského studia běžně neučí.	

<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 všechny body zadání beze zbytku. Navrhl a realizoval několik přístupů detekce šroubů v na karoserii auta a tyto metody porovnal. Rovněž vytvořil jednoduchý vizualizační nástroj zobrazující pozice detekovaných šroubů a umožňující jejich porovnání s dodaným modelem daného dílu.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vynikající</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Zvolený postup považuji za správný. Vzhledem k omezenému množství dat nebylo možné použít zejména metody hlubokého učení, což student v práci dobře argumentuje. Přestože výsledky jsou asi trochu za očekáváním, proti zvolenému postupu nemám nejmenší výhrady.	

<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>	
Odborná úroveň je na bakalářskou práci vysoká. Student v první části popisuje podobné systémy a v dalším textu pak svůj přístup s těmito systémy porovnává. Oceňuji, že student nevyvinul pouze jednu metodu, ale zkusil několik řešení a tyto dále vylepšoval. Z textu je patrné, že jednotlivé metody student nastudoval a pochopil. Experimenty byly dobře navrženy a dávají společně se studentovým komentářem k jejich výsledkům objektivní obrázek o kvalitě jednotlivých metod.	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce je psána pěknou angličtinou a velmi dobře se čte. Text je vhodně doplněn řadou fotografií, které dobře ilustrují popisované metody. Celkově práce působí kompaktně a nemám k ní výhrady.	

<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>	
Student cituje 26 publikací, z velké většiny časopisecké a konferenční články. Všechny citace považuji za relevantní a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.	

**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.*

Na studenta bych měl dva dotazy:

1. Co bylo hlavní příčinou toho, že nebylo k dispozici větší množství dat?
2. V práci jste uvažoval obecnou polohu dílu a nulovou apriorní informaci o poloze šroubů, přestože model dílu byl k dispozici. Nebylo by jednodušší/spolehlivější „napasovat“ model na fotku dílu a pouze detekovat, zda na daném místě šroub je nebo není?

**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.*

Student bez pochyby prokázal, že je schopný samostatně řešit zadaný problém, svůj postup srozumitelně popsat a diskutovat dosažené výsledky. Předloženou závěrečnou práci proto hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně**.

Datum: 29.5.2021

Podpis: