

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	<b>Rozpoznávání unikátních označení vývalků pomocí strojového vidění</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Bc. Karel Riedl</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta strojní (FS)
<b>Katedra/ústav:</b>	Ústav přístrojové a řídicí techniky
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Cyril Oswald, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	FS ČVUT, Ústav přístrojové a řídicí techniky

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>mimořádně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<p>Úkolem práce bylo využít strojového vidění pro identifikaci označení vývalků v průmyslové výrobě. Vývalky jsou označeny pomocí číslic, které jsou na čelo vývalku vyraženy pomocí důlků. Pro splnění zadání je třeba navrhnout HW a SW řešení včetně návrhu snímacího stanoviště. Zejména návrh snímacího stanoviště a následné zpracování snímků pomocí strojového vidění jsou v podmínkách průmyslové výroby náročné úkoly, kde každý by byl dle mého názoru vhodný pro samostatnou diplomovou práci.</p>	

<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno s většími 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>	
<p>Již z hodnocení náročnosti zadání se dalo předpokládat, že nebude možné celé kvalitně splnit. V práci je dokončen návrh snímacího pracoviště a návrh předzpracování obrazů. Z důvodu komplikací na straně průmyslového partnera nebyl dokončen návrh HW, zejména potřebných výpočetních kapacit, které v době dokončování DP nebyly známi. V práci však chybí i jen návrh softwarového řešení identifikace číslic po předzpracování snímků. Z praktické části je zřejmé, že nejvíce práce bylo odvedeno na návrhu snímacího stanoviště, tedy výběr kamery, optiky a osvětlení. V teoretické části však o této problematice není nic. Práce tak působí, že v oblasti, která je velmi náročná a bylo na ní nejspíše odvedeno nejvíce práce, student řešení získal pomocí pár pokusů a omylů beze snahy získat dostatečnou teoretickou znalost problematiky.</p>	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>částečně vhodný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
<p>V oblasti návrhu snímacího stanoviště, tedy návrhu, jakým způsobem získat obraz pro následné zpracování, práce působí, že student vyzkoušel pár možností bez dostatečného teoretického základu. Takový postup se mi nejvíce jako vhodný, zejména proto, že student správně v práci označil tuto část za klíčovou pro následné využití strojového vidění.</p>	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>D - uspokojivě</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
<p>Práce působí dojmem, že jedinou částí, ve které student předem čerpal teoretické znalosti, je část předzpracování obrazu. Přitom klíčovou částí v praktickém zpracování je dle mého názoru snímání obrazu, kterému se teoretický úvod nevěnuje.</p>	

<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>E - dostatečně</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	

Vzhledem k velkému počtu obrázků nebyl dostatečně využit prostor rozsahu diplomové práce, což se odráží i v mé kritice nedostatečného teoretického úvodu. V práci je velké množství rovnic, z toho očíslované jsou pouze tři.

**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.*

K výběru zdrojů a citacím nemám výhrad

**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.*

Zadání je velmi náročné a dle mého názoru by bez problémů mohlo být rozděleno na minimálně dvě samostatné náročné diplomové práce. V práci tak není vůbec zpracována část samotného rozpoznávání označení na vývalku a návrh výpočetního HW. To by nebylo na závadu, pokud by části předcházející byly zpracovány kvalitně. Bohužel však část věnující se snímání obrazu, která z objektivních důvodů studentovi zabrala velkou část praktického zpracování, není nijak rozebírána v teoretické části, ačkoliv jsou hlavní částí zadání v bodech 1 a 2a. I v praktické části je tato práce popsána jako postup pokus-omyl. Tím nijak nesnižují práci, kterou jistě student musel vykonat, avšak způsobem, jakým ji zpracoval do podoby DP ji bohužel pro čtenáře degradoval.

Kroky snímání obrazu a jeho předzpracování jsou použity pro následnou úlohu rozpoznání jednotlivých částí označení vývalku. Tomuto rozpoznávání je v práci věnována část úvodu, kde je zmíněno několik algoritmů OCR. V závěru je však již jen odbyto větami „Pokud bude možné vývalek správně orientovat, měla by být možná i separace jednotlivých číslic.“ a že jakmile bude k dispozici dostatek snímků, bude možné navrhnout neuronovou síť.“ Tvar číslic je však dopředu znám, předpříprava (alespoň teoretická) algoritmů pro rozpoznávání tak není dle mého názoru závislá na realizaci snímacího pracoviště.

Mé celkové hodnocení práce je lepší, než by odevzdaný dokument zasluhoval. Sám vím z vlastní zkušenosti, jak náročná úloha byla řešena. Ačkoliv student svou práci sepsal nedostatečným způsobem, tak činnost, kterou musel prakticky vykonat, byla mnohem větší než odevzdaná DP prezentuje.

Dotazy:

- 1) Na straně 42 v části „Konvoluce“ píšete, cituji, „Vymyslel jsem konvoluční masku, která z binárního obrazu propouští pouze uzavřené tečky“. Takovéto vyjádření zní velmi slibně, jako něco, co by mohlo mít přínos nad rámec konkrétního řešení. V další části už však jen popisujete jakýsi algoritmus, ze kterého moc nevyplývá, zda jde vůbec o konvoluci. Zmíněná konvoluční maska není vůbec uvedena, jen výsledek popsané operace. Jedná se o konvoluci a jakou masku jste vymyslel?

- 2) V závěru píšete, že až bude dostatek vzorků a budou zkalibrovány algoritmy předzpracování, bude možné navrhnout neuronovou síť pro rozpoznávání. O jaké neuronové síti uvažujete, a už jste zkoušel nějaké pokusy na např. generovaných vzorcích?
- 3) Při návrhu osvětlení jste dospěl k řešení využívající LED přisvícení. Jaké spektrum má použitý zdroj? Jaká je spektrální citlivost čipu použité kamery? Uvažoval jste o využití spektrálních či jiných filtrů?
- 4) V práci uvádíte, cituji: „Python stále využívá originálních knihoven psaných v C/C++ a není tedy optimální pro maximální rychlost programu.“ Můžete mi tuto větu vysvětlit?

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **D - uspokojivě**.

Datum: 20.6.2022

Podpis: