

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	<b>Dron ovládaný gesty</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Michal Průšek</b>
<b>Typ práce:</b>	bakalářská práce
<b>Fakulta:</b>	Fakulta jaderná a fyzikálně inženýrská (FJFI)
<b>Katedra:</b>	Katedra matematiky
<b>Oponent práce:</b>	Tomáš Suk
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Ústav Teorie Informace a Automatizace

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>náročnější</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Proveďte rešerši stávajících metod strojového učení zaměřené na odhad pozice rukou a na jejich základě vyberte jednu metodu, kterou budete v práci dále používat.</li> <li>2) Sestavte databázi gest pro ovládání dronu a napište modul, který bude tato gesta rozpoznávat.</li> <li>3) Nasnímejte dronem několik sekvencí takových gest a otestujte jejich správnou klasifikaci.</li> <li>4) Seznamte se s programováním dronu. Především s přístupem k obrazovým datům, které dron snímá, tak s jeho řízením pomocí posílaných příkazů.</li> <li>5) Napište program, který bude dron ovládat na základě gest snímaných kamerou v dronu.</li> </ol>	

<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 považuji za splněné, byť s určitými odchylkami. V bodě 1) autor vybral dvě metody místo požadované jedné, Fourierovy deskriptory a neuronové sítě. Bod 5) není zcela dotažený do konce, nejvíce mi tam chybí popis, jaké gesto bude mít pro dron jaký význam.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>vhodný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Ke zvolenému postupu řešení nemám výhrady.	

<b>Odborná úroveň</b>	<b>výborná</b>
<i>Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odbornou úroveň práce považuji za přiměřenou tomu, že se jedná o bakalářskou práci.	

<b>Formální a jazyková úroveň</b>	<b>průměrná</b>
<i>Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
V práci je sice několik překlepů a formulačních neobratností, které ale nezhoršují čitelnost. Např. začátek sekce 3.3: „U nalezené kontury gesta pak spočítáme její Fourierovy deskriptory, kterých uvažujeme prvních 20 a zbylé vynulujeme.“ Lépe by bylo „... ignorujeme“.	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>výborné</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</i>	

*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 ke korektnosti citací nemám připomínky.

#### **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.*

Celkově považuji práci za zdařilou. Moje hlavní připomínka se týká nevyrovnanosti popisu jednotlivých částí metody. Zatímco některé části metody jsou popsány do nejmenších detailů (způsoby prahování, morfologické metody, trasování hranice binárního objektu), u jiných částí důležité detaily chybí, např. způsoby zajištění invariance Fourierových deskriptorů vůči zmiňovaným transformacím (rotace, posunutí, škálování, volba počátečního bodu) nebo přesnější popis architektury použité neuronové sítě (jak přesně jdou použité vrstvy za sebou).

Další připomínku mám k regionální modifikaci Otsuovy metody v sekci 2.1.2. Pokud v sousedních oknech vyjde velmi odlišný práh, na jejich hranici vzniknou nehomogenity, jak je vidět na obrázku 2.6.

Autor dal sice část kódu na GitHub, ale funkce, které by mě nejvíce zajímaly, jsem tam nenašel.

Méně důležité otázky a připomínky:

V definici morfologických operací je použit naprosto obecný strukturní element. Jaký strukturní element byl použit v obrázcích 2.19, 2.21, 2.23 a 2.25? Pokud zdigitalizovaný kruh, o jakém průměru?

Definice Diracova impulsu v rovnici (2.39) není kompletní. K definici je nutné doplnit, že integrál přes všechna  $x$  je roven jedné, např. tak, že pro  $x$  od 0 do nějaké hodnoty epsilon je hodnota  $\delta=1/\epsilon$ , jinde nula.

Nakonec spočítáme limitu pro epsilon jdoucí k nule zprava. Existují i jiná vyjádření, vybírá se to vedoucí k nejjednoduššímu výpočtu.

Pro detekci kůže používá autor barevný prostor YCrCb. Častěji se označuje jako YCbCr, proto bych uvítal, kdyby autor zopakoval stručnou definici, aby bylo jasno, že míní stejný prostor. Testoval autor i jiné barevné prostory?

### **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.*

Rozpoznávání gest je poměrně náročná úloha, pokud požadujeme vysokou spolehlivost, což při ovládání dronu požadujeme. Proto oceňuji množství práce, které na ní autor udělal. Moje otázky navazují na předchozí text:

1. Nebylo by lepší místo rozkladu obrázku na nepřekrývající se okna v regionální modifikaci Otsuovy metody použít klasické posuvné okno, tedy adaptivní prahování?
2. Jak jste normalizoval Fourierovy deskriptory vůči geometrickým transformacím v tabulce 2.2? Nešlo by lepším nastavením vah jednotlivých deskriptorů zvýšit úspěšnost rozpoznávání?
3. Jaká je přesná architektura použité neuronové sítě? Vidíte potenciál pro zlepšení úspěšnosti v hledání jiné, složitější, architektury?
4. Jak si představujete ovládání dronu gesty? Kolik gest bude potřeba? Do jaké vzdálenosti je dokáže dron rozpoznat, než bude nutné přejít na klasické řízení rádiem?

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

Datum: Klepněte sem a zadejte datum.

21.8.2023

Podpis:

*Sub*