

**I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE**

<b>Název práce:</b>	<b>Termografie pro domácí aplikace</b>
<b>Jméno autora:</b>	<b>Michal Kochman</b>
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra měření
<b>Oponent práce:</b>	Václav Straka
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	“TMV SS” spol. s r.o.

**II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ**

<b>Zadání</b>	<b>lehčí</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Zadání považuji za lehčí	

<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>	
Postrádám vyhodnocení vhodných vzdáleností umístění navrženého řešení v závislosti na typu (velikosti) monitorovaného objektu.	

<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Vzhledem k zadání akceptovatelný postup, nicméně dle mého názoru chybí některé zásadní informace.	

<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>	
Práci považuji za spíše podprůměrnou, a to ve všech požadovaných aspektech	

<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>	
Autor často nepoužívá standardizovanou terminologii v oboru termografie definovanou ISO 18434-1, která existuje i v českém překladu, tudíž terminologie je dostupná a formalizovaná.	

<b>Výběr zdrojů, korektnost citací</b>	<b>D - uspokojivě</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>	
Autor použil vzhledem k rozsahu práce značné množství zdrojů. V několika případech, nejsou korektně vysvětlené a ani citované. Některé pojmy nejsou korektně využity či pochopeny	

<b>Další komentáře a hodnocení</b>
<i>Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.</i>
Konečné řešení nedokáži plně posoudit, neboť práce neobsahuje dostatek dat o ověření výstupu řešení. V některých částech neobsahuje korektní informace či nejsou správně interpretovány. Například uvádím: Kapitola 3.1. – hovoří se o naměřené teplotě – nejedná se o teplotu změřenou, ale vypočtenou.

Kapitola 3.1 – hovoří se o odražené teplotě – správný termín je odražená zdánlivá teplota. Terminologie je definována normou ISO 18434-1

Kapitola 3.1. – poslední odstavec. Poměrně neurčitý, je třeba definovat separátně pro bodové a maticové detektory. Stejně tak je třeba uvažovat hloubku zaostření a minimální zaostřovací vzdálenost

Kapitola 3.2. – termální kamera – korektní termín je termografická kamera

Kapitola 3.3.1. – poměrně detailně se hovoří o IFOV. Obvykle se neuvádí v Rad, ale mRad. Je třeba vzít v potaz, že pro korektní výpočet teploty je zapotřebí zohlednit MFOV. Pokud bude mít hotspot velikost přesně odpovídající IFOV, tak teplota nebude korektně vypočtena. Pro stanovení vzdálenosti je potřeba právě vzít v potaz skutečné MFOV, nikoliv vycházet z vypočteného IFOV

Kapitola 3.3.2. – korekce nehomogenity, je poněkud komplexnější. Pokud je clonka „shutter“ umístěn uvnitř objektivu, není možno kompenzovat případný radiační tok emitovaný objektivem jako takovým.

Kapitola 4.3.1. – měřicí rozsahy SWIR kamer – obecně SWIR kamery (detektory) mají omezený rozsah vypočítávaných teplot. Nevím, jak autor definuje „běžné teploty“, ale schopnost vypočítávat teploty u SWIR kamer začíná s teplotou objektu na hranici cca 300 – 350 °C v závislosti na technologii detektoru a kvalitě optiky

Tabulka 4.2. – vypočtené vzdálenosti nejsou korektní, nevycházejí z MFOV, ale IFOV. Detektor kamery Widy nemá rozlišení 320x540. stejně tak pro porovnání není použit v popisu zmiňovaný objektiv 45 st. HFOV. Vzhledem k tomu, že v minulých kapitolách se hovořilo převážně o mikrobolometrických detektorech (kvantové byly zmíněny jen okrajově), bylo by vhodné zmínit typ detektoru u tohoto řešení

Kapitola 4.3.2. je naprosto nekorektní. Tyto detektory se pro kvantitativní termografii běžně používají, jsou vůči atmosférickým vlivům odolnější než detektory pracující LWIR, chlazení nemusí být pouze na kryogenní úrovni, ale existují též tzv. Hot Swap detektory nebo SLS detektory. Hlavním užitím není detekce úniku plynů. Jediná korektní informace je, že jsou dražší než detektory mikrobolometrické.

Tabulka 4.3. – vypočtené max vzdálenosti vycházejí z IFOV, nikoliv MFOV. Současně je nutno podotknout, že v této kategorii není spolehlivé předpokládat, že  $MFOV=3 \times IFOV$ , standardně bude výrazně vyšší hodnota a z toho vyplývající i menší vzdálenost.

Kapitola 5.2 – Parametry Lepton 3.5 - přesnost udávaná zmiňovaným datovým listem je  $\pm 5$  °C (High Gain) nebo  $\pm 10$  °C (Low Gain), nikoliv uváděných  $\pm 2$  °C @ 25 °C. FOV 57x43 °. Vypočtené IFOV je tedy cca 6,22mRad, z čehož vyplývá, že při využití předpokladu  $MFOV=3 \times IFOV$  maximální vzdálenost cíle o velikosti 100x100 mm cca 5,3m. reálná vzdálenost bude menším, neboť u této kategorie senzorů (a objektivů) nelze spolehlivě předpokládat splnění odhadu  $MFOV=3 \times IFOV$

Kapitola 5.2.1. – je použit termín „detekovaného teplotního toku“, korektní je „detekovaného zářivého (nebo radiačního) toku“

Kapitola 8.4. – je použit termín „korekce homogenity“. Správný termín je „korekce nehomogenity“ (NUC). Platí i následujících kapitolách.

Kapitola 8.5. – hodnocení závislosti vypočtené teploty od černého tělesa – není uvedena klíčová informace, a to velikost terče (nebo vstupního průměru kavity) černého tělesa. Bez této informace nelze korektně obsah kapitoly vyhodnotit

Kapitola 8.5.1. – vliv emisivity a odražené zdánlivé teploty. Obecně měření objektů s emisivitou nižší než 0,8 systémy takové úrovně nepovažují za vhodné. Odražená zdánlivá teplota externích zdrojů může mít vliv jak na generování falešných alarmů, tak v případě nízkých okolních teplot (např reflexe atmosféry) potlačení platných alarmů.

Postrádám vyhodnocení vhodných vzdáleností umístění navrženého řešení v závislosti na typu (velikosti) monitorovaného objektu.

### **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.*

Nenabyl jsem dojmu, že autor by byl dostatečně orientován v oboru kvantitativní termografie. Zcela jsem postrádal zhodnocení aplikace vzhledem k objektům, které by v rámci aplikace měly být monitorovány, Jako otázky bych navrhoval vyjádření k bodům uvedených v položce „komentáře“.

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

Datum: 1.6.2024

Podpis: