Posudek diplomové práce

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

Autor práce	Bc. František Bláha
Název práce	Software pro měření defektů závitových hnízd / Development of Software for Defect Measurement on Threaded Inserts
Rok odevzdání	2025
Studijní program	Informatika **Studijní obor** Umělá inteligence

Autor posudku Vladimír Jarý **Role** oponent

Pracoviště Katedra softwarového inženýrství, FJFI, ČVUT v Praze

Text posudku:

Zadání Předložená diplomová práce se zaměřuje na tvorbu software pro automatickou detekci defektů závitových hnízd na základě jejich videozáznamů. Podle zadání práce měl řešitel (1) připravit algoritmus, který by ze snímků vstupního videozáznamu závitového hnízda vygeneroval přehledový obraz (OIO, one image overview). Následně měl řešitel (2) implementovat software pro vygenerování hloubkových map (DM, depth map) a zaregistrovat je na přehledový obraz. Dále měl autor (3) analyzovat omezení softwaru daná především kvalitou vstupních dat a také (4) zdokumentovat proces vývoje softwaru, vyvinuté algoritmy a použité metodiky.

Zadání považuji za vysoce aktuální a jeho obtížnost za náročnější.

Struktura práce a splnění zadání Předložená diplomová práce se skládá ze sedmi kapitol. V první kapitole autor zasazuje svou práce do kontextu projektu Visual Inspection Technology, který probíhá v Centru Výzkumu Řež. Druhá kapitola slouží jako rešerše existujících řešení podobných úloh. Autor zde cituje práce týkající se 3D rekonstrukce z inspekčních videozáznamů a práce zabývající se využitím především konvolučních neuronových sítí pro detekci defektů. Ve třetí kapitole je stručně popsána aparatura, která bude pořizovat videozáznamy závitových hnízd. Ve čtvrté kapitole autor definuje řešený problém.

Vlastní přínos autor práce začíná v páté kapitole věnované generování přehledového obrazu ze snímku inspekčního videozáznamu. Tato kapitola je velmi podrobná a odpovídá prvnímu bodu zadání práce. Následující kapitola se věnuje hloubkovým mapám a odpovídá druhému bodu zadání. V této kapitole autor čelil problémům s chybějícími trénovacími daty, proto se autor zaměřil na produkci syntetických dat, která následně použil pro natrénování modelu. Tato kapitola je rozsahem poloviční oproti kapitole předchozí, což může být právě důsledkem chybějících dat. V poslední sedmé kapitole autor diskutuje robustnost (odolnost vůči nižší obrazové kvalitě) a možná další vylepšení implementovaných nástrojů. Tato kapitola tak odpovídá třetímu bodu zadání. Součástí

především páté a šesté kapitoly jsou popisy algoritmů a implementační detaily, takže i čtvrtý bod můžu považovat za splněný.

Autor tedy splnil všechny body zadání. Trochu více pozornosti by si zasloužil popis generování hloubkové mapy, ale tento nedostatek může být způsoben chybějícími reálnými daty, která by bylo možné použít pro trénování.

Zvolený postup řešení a odborná úroveň V rešeršní části autor nalezl několik nedávných článků, které se týkají obdobné problematiky. Na jejich základě pak navrhl a implementoval nástroj, který ze snímků inspekčního videa vygeneroval přehledový obraz. Zde autor prokázal výbornou znalost aktuálních algoritmů z oblasti počítačové vize. Zároveň musel vyřešit řadu technických problémů týkajících se především předzpracování zdrojového videa a nepřesnostem v určení pozice kamery vůři závitu.

V další části autor implementoval software, který generuje hloubkové mapy z inspekčního videa a registruje je na přehledový obraz. Jako základ autor použil nástroj Depth Anything V2, který otestoval v několika experimentech. Autor opět musel řešit řadu technických detailů týkajících se trénovacích dat. Autor zkusil vytvořit silikonové odlitky závitových hnízd, ale bohužel odlitky obsahovaly artefakty a nebyly tak použitelné. Autor tak musel vytvořit v programu Blender model závitů a pomocí virtuální kamery vytvořit syntetická data.

Software je z velké části implementován v jazyce Python a napsán v podobě hojně okomentovaných Jupyter noteboocích. Software je nahraný na platformě GitHub, součástí práce je příloha popisující soubor s nastavením jednotlivých skriptů. Zde bych doporučil, aby informace ze souboru README byly přímo součástí předložené práce (alespoň v podobě přílohy).

Formální a jazyková úroveň Práce je psána v anglickém jazyce. Text je srozumitelný, obsahuje minimum překlepů. Autor korektně používá odbornou terminologii odpovídající oblasti strojového učení a počítačové vize. Text je vhodně doplněn značným množstvím ilustrací a tabulek. U obrázku 5.26 jsou v popisku uvedeny špatné barvy. Některé z ilustrací by bylo vhodné nahradit příslušnými UML diagramy. Celková typografická úroveň práce je na velmi dobré úrovni.

Výběr zdrojů, korektnost citací Autor důsledně cituje použité zdroje, výběr zdrojů považuji za vhodný. Seznam literatury obsahuje 43 položek, z velké části se jedná o odborné články.

Další komentáře a celkové hodnocení Autor splnil všechny body zadání a připravil tak prototyp systému pro automatickou detekci defektů v závitových hnízdech. Software pro generování přehledového obrazu z video snímků je otestován a je připraven k budoucímu nasazení.

Software pro generování hloubkové mapy z jednoho snímku je ve fázi prototypu. Ačkoliv natrénovaný model vykazuje výborné výsledky na syntetických datech, jeho přesnost na reálných

datech je nižší. Nicméně pokusy s doménovou adaptací významně zvýšily přesnost modelu. V případě zisku skutečných trénovacích dat by tak i tato část mohla být dotažena do konce a celý systém pro automatickou detekci defektů by tak mohl být nasazen.

Práce je psána srozumitelným jazykem, typografická úroveň je dobrá, všechny použité zdroje jsou ocitovány.

Práci doporučuji přijmout k obhajobě a hodnotím ji klasifikačním stupněm A – výborně.

Dotazy

1. Bylo by možné hloubkovou mapu zrekonstruovat z více snímků téhož videa a použít tedy stereo informaci?
2. Budete na projektu dále pokračovat?
3. Použil jste během práce nějaké AI asistenty?

Práci doporučuji k obhajobě.

Práci nenavrhuji na zvláštní ocenění.

V Praze dne 2. 6. 2025

Podpis: Vladimír Jarý