



Hodnocení vedoucího závěrečné práce

Vedoucí práce: prof. Ing. Michal Haindl, DrSc.
Student: Bc. Pavel Kříž
Název práce: Informační kvalita texturních příznaků
Obor / specializace: Softwarové inženýrství
Vytvořeno dne: 29. května 2023

Hodnotící kritéria

1. Splnění zadání

- ▶ [1] zadání splněno
- [2] zadání splněno s menšími výhradami
- [3] zadání splněno s většími výhradami
- [4] zadání nesplněno

Posuzovaná diplomová práce se zabývá aktuální a důležitou tematikou analýzy texturních příznaků pro účely rozpoznávání materiálů z vizuálních snímků pomocí metod číslicové analýzy obrazu. Obrazová textura je typickým reprezentantem vizuálních vlastností povrchových materiálů a jako taková slouží k automatické analýze obrazových scén v nejrůznějších aplikacích umělé inteligence, řízeného nebo neřízeného rozpoznávání obrazu. Fyzikálně správný matematický model obrazové textury je složitá šestnáctidimenzionální funkce, která je v současné době stále neměřitelná včetně neexistujících matematických modelů. Tomu odpovídají i malé znalosti o robustnosti a informační kvalitě příslušných publikovaných texturních příznaků.

Jedná se o velmi náročné výzkumné zadání, které zatím nebylo nikde úspěšně vyřešeno. Existující aplikace se obvykle omezují snímky s omezeným rozsahem možného pozorování (osvětlení, úhel pohledu, vzdálenost atd.).

2. Písemná část práce

90/100 (A)

Písemná část práce je rozdělena do šesti kapitol a dvou příloh. Úvod práce definuje problém a vymezuje základní použitou metodiku rozpoznávání materiálů metodami obrazových textur, její motivaci a cíle práce. První kapitola obsahuje stručný přehled používaných texturních metod v metodách rozpoznávání obrazu a jejich kategorizaci. Druhá kapitola analyzuje vlastnosti špičkového online benchmarku v oblasti řízeného a neřízeného rozpoznávání textur - The Prague Texture Segmentation Datagenerator and Benchmark (Mosaic), jako inspiraci pro vyvíjený příznakový benchmark. Mosaic benchmark je sice světový standard ve své oblasti, ale je již 14 let starý, používá tehdejší

technologie a je zaměřený na jinou oblast, proto může sloužit jen jako inspirace. Součástí této kapitoly je i návrh nových technologií pro vyvíjený benchmark. Třetí kapitola popisuje vhodné metody ověřování kvality a účinnosti existujících i nově vyvíjených metod texturních příznaků. Obsahuje navrženou kategorizaci texturních příznaků. Pro hodnocení kvality texturních příznaků navrhuje entropii, Pearsonovu korelaci, vzájemnou informaci, velikost potřebné paměti a řízenou klasifikaci typu 1-NN. Čtvrtá kapitola obsahuje popis implementace automatického systému analýzy texturních příznaků a realizace navržených algoritmů v programovacím prostředí jazyků Python a C++. Použité knihovny číslcového zpracování obrazu jsou OpenCV a dále Flask, Redis Queue, OpenEXR a PyMongo. Následující pátá kapitola popisuje několik příkladů analýzy texturních příznaků pomocí vyvinutého online benchmarku. Poslední závěrečná kapitola obsahuje stručné shrnutí dosažených výsledků práce a další předpokládaný vývoj benchmarku. Dvě přílohy práce obsahují API dokumentaci a testování uživatelského rozhraní. Dále práce obsahuje seznam zkratk a popis obsahu přiloženého USB disku.

V textu práce postrádám seznam použitého a sjednoceného značení, které by zlepšilo celkovou čitelnost práce. U některých rovnic není vždy všechno použité značení vysvětleno. Všechno metody jsou nicméně řádně odkazovány na původní publikační zdroje, do kterých pak čtenář musí nahlédnout pro podrobnější popis jednotlivých metod.

Grafická úprava práce je pěkná a svědčí o dobrém zvládnutí typografického prostředí LaTeX, které je standardem pro vědecké publikace v oblastech inženýrských a matematických věd. Velmi oceňuji, že diplomant zvolil angličtinu, jako jazyk diplomové práce.

3. Nepísemná část, přílohy

85 /100 (B)

Implementovaný benchmark včetně nejčastěji používaných texturních příznaků je funkční a používá programovací prostředí jazyků Python a C++. Použité knihovny číslcového zpracování obrazu jsou OpenCV a dále Flask, Redis Queue, OpenEXR a PyMongo.

4. Hodnocení výsledků, jejich využitelnost

95 /100 (A)

Diplomová práce se zabývá velmi aktuální oblastí experimentální analýzy texturních příznaků pro účely automatického rozpoznávání obrazových scén. Práce má mnoho potencionálních aplikací v oblastech medicíny, ověřování kvality materiálů, detekce poruch, průmyslové výroby, vývoje barevných pigmentů, dálkového průzkumu Země, ochrany kulturního dědictví, archeologie a mnoha jiných aplikací umělé inteligence. Velmi oceňuji také shrnutí výsledků práce v konferenčním článku Multispectral Texture Benchmark, přijatém k prezentaci na 27th International Conference on Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems (KES 2023, konference kategorie B, Athens, Greece).

5. Aktivita studenta

- [1] **výborná aktivita**
- [2] velmi dobrá aktivita
- [3] průměrná aktivita
- [4] slabší, ale ještě dostatečná aktivita
- [5] nedostatečná aktivita

Autor prostudoval zadanou literaturu z oblasti texturních příznaků, prostudoval teoretické základy rozpoznávání a počítačového vidění a naprogramoval potřebné programy pro analýzu texturních příznaků a vizualizaci výsledků.

6. Samostatnost studenta

- ▶ [1] **výborná samostatnost**
- [2] velmi dobrá samostatnost
- [3] průměrná samostatnost
- [4] slabší, ale ještě dostatečná samostatnost
- [5] nedostatečná samostatnost

Diplomant samostatně implementoval vhodný testovací benchmark.

Celkové hodnocení

95 /100 (A)

Práce odpovídá současným nárokům na kvalitní diplomovou práci. Je zpracovaná přehledně a diplomant zvolil náročnější formu práce, která je napsaná pěknou angličtinou. Na práci oceňuji dosažené výsledky implementace benchmarku a analýzy texturních příznaků. Grafická úprava je vyhovující. Členění práce vyhovuje zadaným cílům práce. Práce splňuje výše uvedené body zadání.

Instrukce

Splnění zadání

Posudte, zda předložená ZP dostatečně a v souladu se zadáním obsahově vymezuje cíle, správně je formuluje a v dostatečné kvalitě naplňuje. V komentáři uveďte body zadání, které nebyly splněny, posudte závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků. Pokud zadání svou náročností vybočuje ze standardů pro daný typ práce nebo student případně vypracoval ZP nad rámec zadání, popište, jak se to projevilo na požadované kvalitě splnění zadání a jakým způsobem toto ovlivnilo výsledné hodnocení.

Písemná část práce

Zhodnoťte přiměřenost rozsahu předložené ZP vzhledem k obsahu, tj. zda všechny části ZP jsou informačně bohaté a ZP neobsahuje zbytečné části. Dále posudte, zda předložená ZP je po věcné stránce v pořádku, případně vyskytují-li se v práci věcné chyby nebo nepřesnosti.

Zhodnoťte dále logickou strukturu ZP, návaznosti jednotlivých kapitol a pochopitelnost textu pro čtenáře. Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku ZP, viz Směrnice děkana č. 52/2021, článek 3.

Posudte, zda student využil a správně citoval relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami. Zhodnoťte, zda převzatý software a jiná autorská díla, byly v ZP použity v souladu s licenčními podmínkami.

Nepísemná část, přílohy

Dle charakteru práce se případně vyjádřete k nepísemné části ZP. Například: SW dílo – kvalita vytvořeného programu a vhodnost a přiměřenost technologií, které byly využité od vývoje až po nasazení. HW – funkční vzorek – použité technologie a nástroje, Výzkumná a experimentální práce – opakovatelnost experimentů.

Hodnocení výsledků, jejich využitelnost

Dle charakteru práce zhodnoťte možnosti nasazení výsledků práce v praxi nebo uveďte, zda výsledky ZP rozšiřují již publikované známé výsledky nebo přinášející zcela nové poznatky.

Aktivita studenta

V souvislosti s průběhem a výsledkem práce posudte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven.

Samostatnost studenta

V souvislosti s průběhem a výsledkem práce posudte schopnost studenta samostatně tvůrčí práce.

Celkové hodnocení

Shrňte stránky ZP, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Celkové hodnocení nemusí být aritmetickým průměrem či jinou hodnotou vypočtenou z hodnocení v předchozích jednotlivých kritériích. Obecně platí, že bezvadně splněné zadání je hodnoceno klasifikačním stupněm A.