POSUDEK VEDOUCÍHO ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

Název práce:	**Surface Properties Prediction from Images Using Self-Supervised Learning**
Jméno autora:	**Bc. Adam Konopiský**
Typ práce:	diplomová
Fakulta/ústav:	Fakulta elektrotechnická (FEL)
Katedra/ústav:	Katedra kybernetiky
Vedoucí práce:	Ing. Jan Čech, Ph.D.
Pracoviště vedoucího práce:	VRG, katedra kybernetiky, FEL ČVUT v Praze

II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání **náročnější**

Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.

Zadání považuji za náročnější ze dvou důvodů. (1) Jde o výzkumný problém, nikoli pouhou implementaci. (2) Práce je dosti interdisciplinární. Tzn., aby diplomant získal data, musel řešit mnoho technických problémů souvisejících s experimentální platformou, a to hardwarových i softwarových.

Splnění zadání **splněno**

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.

Zadání bylo splněno.

Aktivita a samostatnost při zpracování práce **A - výborně**

Posuďte, zda byl student během řešení aktivní, zda dodržoval dohodnuté termíny, jestli své řešení průběžně konzultoval a zda byl na konzultace dostatečně připraven. Posuďte schopnost studenta samostatné tvůrčí práce.

Diplomant na své práci pracoval dlouhodobě a systematicky. Na širším projektu s námi pracoval už cca 2 roky, v různých formách – projekt v týmu, semestrální práce, letní brigády a nakonec diplomová práce, jejíž téma vzniklo z dlouhodobé spolupráce. Diplomant byl velmi aktivní a iniciativní, práci věnoval velké množství času, někdy včetně víkendů a kvůli experimentálnímu měření i neobvyklých denních dob. Dokázal identifikovat problémy a sám navrhnout možná řešení. Diplomant pracoval velmi organizovaně a dokázal spolehlivě poskytnout experimentální výsledky pro odborné články.

Odborná úroveň **A - výborně**

Posuďte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.

Práce má, věřím, dobrou odbornou úroveň, některé výsledky byly publikované na dvou specializovaných mezinárodních konferencích. Diplomant je spoluautorem těchto článků.

Formální a jazyková úroveň, rozsah práce **A - výborně**

Posuďte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posuďte typografickou a jazykovou stránku.

Bez připomínek.

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.

Citace jsou korektní.

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.

Diplomová práce je nepochybně zdařilá. Konkrétní výsledkem je návrh/implementace/validace dvou metod pro predikci lokálních map povrchu před vozidlem z neúplné anotace. Mimo to diplomant navrhl algoritmus pro korekci změny orientace kamery vlivem odpružení vozidla, a to pomocí stereo-vidění. Diplomant se aktivně podílel na výzkumu, je spoluautorem dvou konferenčních článků [1, 2], což je jistě nadprůměrné.

Reference

1. J. Cech, T. Hanis, A. Konopisky, T. Rurtle, J. Svancar, T. Twardzik. Self-Supervised Learning of Camera-based Drivable Surface Roughness. In *Proc. IEEE Intelligent Vehicles Symposium*, 2021.
2. D. Vosahlik, J. Cech, T. Hanis, A. Konopisky, T. Rurtle, J. Svancar, T. Twardzik. Self-Supervised Learning of Camera-based Drivable Surface Friction. In *Proc. IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems*, 2021.

III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE

Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení.

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm **A - výborně.**

S diplomantovou odbornou kompetencí, pracovitostí, spolehlivostí, aktivitou, zaujetím pro problém a vůbec celkovým přístupem jsem byl maximálně spokojen.

Datum: 8.6.2022 Podpis:

Oponentský posudek na diplomovou práci

Název práce: Predikce vlastností povrchu z obrazu s využitím samoučení
Autor práce: Konopiský Adam

Oponent: Doc. Ing. Martin Hromčík, Ph.D., katedra řídicí techniky FEL ČVUT v Praze

Diplomová práce Adama Konopiského pojednává o možnostech real-time detekce a klasifikace povrchu vozovky před jedoucím vozidlem pro účely budoucích ADAS systémů (Advanced Driver Assistence Systems). S důrazem na vývoj samoučicích algoritmů, které by pomocí konfrontace obrazových dat (snímky vozovky před vozidlem) s daty z akcelerometru umístěného na nápravě a s daty pocházejícími od brzdového ABS systému automaticky anotovaly snímky a třídy povrchů; s cílem zpětně a aktivně "doučovat", ve smyslu zlepšovat, předtrénovaný klasifikátor povrchů, který by pokročilé ADAS systémy (třeba právě ABS) mohly využívat. Práce navazuje na týmový projekt a diplomové práce, které vedoucí práce Dr. Jan Čech ve spolupráci s Doc. Tomášem Hanišem z katedry řízení v minulosti vedli. Implementace a validační experimenty probíhají na průběžně vyvíjené platformě ToMi, instrumentovaném modelu radiem řízeného automobilu v měřítku 1:5.

První pokusy se samoučením v tomto kontextu byly započaty vedoucím diplomky asi před dvěma lety a výsledky jsou v práci citované konferenční články a diplomové práce. Tato práce na ně navazuje a hlavním cílem bylo rozšířit a zjemnit klasifikaci prováděnou nad jednotlivými snímky tak, aby se neomezovala pouze na homogenní jednolité povrchy, ale bylo možné klasifikovat různé typy povrchů v rámci daného snímku. Navíc kromě parametru hrubosti (souvisejícího s měřením vibrací pomocí akcelerometru) se zaměřuje i na identifikaci kluzkosti, k čemuž využívá ABS data. Obrazová data využitá v práci jsou polosyntetická, sestavená z reálných snímků z jízdních experimentů. Prezentovány jsou výsledky pro dvě metody deep-learningu, U-net a GradCAM. Před jejich nasazaním musel student vyřešit řadu souvisejících problémů, například rektifikaci obrázků z kamery, které pro dynamický pohyb vozidla s uvažováním náklonů nejsou triviální a vyžadují pozornost.

Dosažené výsledky mi přijdou velmi dobré a průkazné. Co se formální stránky týká, práce je psaná dobrou angličtinou s minimem chyb, překlepů a jazykových neobratností. Významné připomínky nemám. Možná závěrečné kapitoly (*Results* a *Conclusions*, ale zejména *Results*) mohly být více rozvinuté.

Otázka na studenta: Prosím pohovořte o možnostech implementace Vašich algoritmů v palubní výpočetní jednotce vozidla ToMi a popište přesně, jakým způsobem by měly interagovat s dalšími implementovanými nebo plánovanými funkcionalitami.

Celkové zhodnocení
Práci doporučuji k obhajobě. **Navrhuji hodnocení A-výborně**.

V Praze dne 7.6.2022.

.....
Doc.Ing. Martin Hromčík, Ph.D.