

Ing. Luboš Smolík, Ph.D.
Západočeská univerzita v Plzni
Univerzitní 8
301 00 Plzeň

Hodnocení diplomové práce

Interpolation of suspension kinematics for the purpose of vehicle dynamics simulation

(Modelování kinematiky odpružení automobilů s využitím interpolací)

Autor: **Bc. Václav Houdek** (ZČU v Plzni, Fakulta aplikovaných věd,
st. program N3955 Počítačové modelování v inženýrství)

Vedoucí diplomové práce: Ing. Luboš Smolík, Ph.D.

Konzultant z univerzity: doc. Ing. Hajžman Michal, Ph.D.

Konzultant mimo univerzitu: prof. Olivier Verlinden (Université de Mons)

Předložená diplomová práce o rozsahu 77 stran včetně šesti stran příloh je napsána v anglickém jazyce a členěna do šesti kapitol. V úvodní části jsou definovány cíle práce, je stručně představena problematika řešení úloh kinematiky vázaných mechanických soustav (VMS) a je prezentována vybraná současná literatura, která se zabývá metodami pro snížení výpočtového času ve výše uvedených úlohách.

Ve druhé kapitole autor odvozuje řešení konfigurace VMS při popisu natočení pomocí Bryantových úhlů, které jsou určeny třemi postupnými rotacemi, a demonstruje odvozené řešení na příkladu rovnoběžníkové nápravy. Ve třetí kapitole je navržena interpolační metoda pro odhad trajektorie v konfiguračním prostoru s využitím konečného počtu známých konfigurací VMS. Navržená interpolační metoda se vyznačuje tím, že interpolované trajektorie jsou spojitě ve zrychlení. Interpolované trajektorie jednoduchého mechanismu a tří typů odpružení jsou v závěru kapitoly podrobeny analýze chyb. Ve čtvrté kapitole je stručně popsána implementace navržené metody v programovacím jazyce C++ a následné propojení algoritmu s knihovnou *EasyDyn*, která se používá pro simulaci kmitavých systémů a VMS. Také v této kapitole autor analyzuje numerické chyby včetně chyb plynoucích z rozdílné reprezentace digitálních čísel v C++ a v Matlabu, pomocí kterého jsou vypočítány známé konfigurace VMS.

V předposlední kapitole autor aplikuje celou metodiku na odpružení formule SAE Student a porovnává výsledky jednoduchých úloh vlastní dynamiky s výsledky získanými s využitím softwaru Ansys Mechanical a přímé metody dle odborné literatury. V závěru práce jsou shrnuty nejdůležitější poznatky a jsou navrženy další možné směry výzkumu.

Teoretickou část práce a implementaci interpolační metody vypracoval autor pod vedením prof. Verlindena během stáže na Université de Mons, část verifikace interpolační metody, rozbor chyb interpolační metody a aplikaci metody na analýzu odpružení formule SAE Student provedl autor pod vedením Luboše Smolíka.

Formálně je práce na vysoké úrovni, v konečné verzi práce je jen malé množství gramatických chyb, nepřesných formulací a překlepů. Vlastní text je velmi hutný, strohý a vyžaduje vysokou koncentraci čtenáře, což odpovídá běžně užívanému stylu v odborných textech. Metodicky je práce zpracována na výborné úrovni, autor v jednotlivých kapitolách postupuje od jednodušších abstrakcí ke složitějším logicky, aniž by vynechal důležité kroky. Důkazy a vztahy, které nejsou pro pochopení navržené metody nutné, jsou uvedeny ve formě příloh. Autor

dále každý dílčí krok práce ověřuje a prezentuje výsledky včetně jejich stručného rozboru a diskuze. Předložený výstup je navíc možné uplatnit i v obecnějších úlohách než je kinematika odpružení automobilů; mimo jiné se nabízí implementace do knihovny *EasyDyn*.

Velice kladně hodnotím skutečnost, že student byl schopen pracovat samostatně na vysoké úrovni a každý dílčí výsledek podrobil kritickému rozboru. Práce studenta tak plní nároky kladené na vědeckou odbornou činnost. Dále je třeba zmínit, že student zpracovával kvalifikační práci pod dvojitým vedením a aktivně řešil odbornou stránku práce v anglickém jazyce. Student v práci demonstroval schopnost řešit úlohy VMS s použitím vlastních algoritmů, komerčního softwaru i algoritmů popsaných v odborné literatuře. Zároveň beze zbytku splnil zásady pro vypracování kvalifikační práce. Na tomto místě rovněž musím uvést výborné hodnocení stáže studenta na belgické Universitě de Mons u prof. Verlindena.

Předloženou práci proto hodnotím jako **výbornou** a doporučuji ji k obhajobě před komisí pro státní závěrečné zkoušky na KME.

V Plzni, dne 20. července 2020

Ing. Luboš Smolík, Ph.D.

Ing. Luboš Smolík, Ph.D.
Západočeská univerzita v Plzni
Univerzitní 8
301 00 Plzeň

Hodnocení diplomové práce

Interpolation of suspension kinematics for the purpose of vehicle dynamics simulation

(Modelování kinematiky odpružení automobilů s využitím interpolací)

Autor: **Bc. Václav Houdek** (ZČU v Plzni, Fakulta aplikovaných věd,
st. program N3955 Počítačové modelování v inženýrství)

Vedoucí diplomové práce: Ing. Luboš Smolík, Ph.D.

Konzultant z univerzity: doc. Ing. Hajžman Michal, Ph.D.

Konzultant mimo univerzitu: prof. Olivier Verlinden (Université de Mons)

Předložená diplomová práce o rozsahu 77 stran včetně šesti stran příloh je napsána v anglickém jazyce a členěna do šesti kapitol. V úvodní části jsou definovány cíle práce, je stručně představena problematika řešení úloh kinematiky vázaných mechanických soustav (VMS) a je prezentována vybraná současná literatura, která se zabývá metodami pro snížení výpočtového času ve výše uvedených úlohách.

Ve druhé kapitole autor odvozuje řešení konfigurace VMS při popisu natočení pomocí Bryantových úhlů, které jsou určeny třemi postupnými rotacemi, a demonstruje odvozené řešení na příkladu rovnoběžníkové nápravy. Ve třetí kapitole je navržena interpolační metoda pro odhad trajektorie v konfiguračním prostoru s využitím konečného počtu známých konfigurací VMS. Navržená interpolační metoda se vyznačuje tím, že interpolované trajektorie jsou spojitě ve zrychlení. Interpolované trajektorie jednoduchého mechanismu a tří typů odpružení jsou v závěru kapitoly podrobeny analýze chyb. Ve čtvrté kapitole je stručně popsána implementace navržené metody v programovacím jazyce C++ a následné propojení algoritmu s knihovnou *EasyDyn*, která se používá pro simulaci kmitavých systémů a VMS. Také v této kapitole autor analyzuje numerické chyby včetně chyb plynoucích z rozdílné reprezentace digitálních čísel v C++ a v Matlabu, pomocí kterého jsou vypočítány známé konfigurace VMS.

V předposlední kapitole autor aplikuje celou metodiku na odpružení formule SAE Student a porovnává výsledky jednoduchých úloh vlastní dynamiky s výsledky získanými s využitím softwaru Ansys Mechanical a přímé metody dle odborné literatury. V závěru práce jsou shrnuty nejdůležitější poznatky a jsou navrženy další možné směry výzkumu.

Teoretickou část práce a implementaci interpolační metody vypracoval autor pod vedením prof. Verlindena během stáže na Université de Mons, část verifikace interpolační metody, rozbor chyb interpolační metody a aplikaci metody na analýzu odpružení formule SAE Student provedl autor pod vedením Luboše Smolíka.

Formálně je práce na vysoké úrovni, v konečné verzi práce je jen malé množství gramatických chyb, nepřesných formulací a překlepů. Vlastní text je velmi hutný, strohý a vyžaduje vysokou koncentraci čtenáře, což odpovídá běžně užívanému stylu v odborných textech. Metodicky je práce zpracována na výborné úrovni, autor v jednotlivých kapitolách postupuje od jednodušších abstrakcí ke složitějším logicky, aniž by vynechal důležité kroky. Důkazy a vztahy, které nejsou pro pochopení navržené metody nutné, jsou uvedeny ve formě příloh. Autor

dále každý dílčí krok práce ověřuje a prezentuje výsledky včetně jejich stručného rozboru a diskuze. Předložený výstup je navíc možné uplatnit i v obecnějších úlohách než je kinematika odpružení automobilů; mimo jiné se nabízí implementace do knihovny *EasyDyn*.

Velice kladně hodnotím skutečnost, že student byl schopen pracovat samostatně na vysoké úrovni a každý dílčí výsledek podrobil kritickému rozboru. Práce studenta tak plní nároky kladené na vědeckou odbornou činnost. Dále je třeba zmínit, že student zpracovával kvalifikační práci pod dvojitým vedením a aktivně řešil odbornou stránku práce v anglickém jazyce. Student v práci demonstroval schopnost řešit úlohy VMS s použitím vlastních algoritmů, komerčního softwaru i algoritmů popsaných v odborné literatuře. Zároveň beze zbytku splnil zásady pro vypracování kvalifikační práce. Na tomto místě rovněž musím uvést výborné hodnocení stáže studenta na belgické Universitě de Mons u prof. Verlindena.

Předloženou práci proto hodnotím jako **výbornou** a doporučuji ji k obhajobě před komisí pro státní závěrečné zkoušky na KME.

V Plzni, dne 20. července 2020

Ing. Luboš Smolík, Ph.D.