

Posudek disertační práce

Vypracoval: doc. Ing. Jiří Brožovský, Ph.D.

Disertant: **Ing. Michal Štafa**

Název práce: **Trojrozměrné pružinové sítě a jejich aplikace**

Úvod

Posudek práce Ing. Michala Štafy jsem vypracoval na základě pověření prof. Ing. Rostislava Drochytky, CSc., MBA děkana Fakulty stavební Vysokého učení technického v Brně, které mi bylo předáno dopisem ze dne 4.1. 2017.

Aktuálnost tématu disertační práce

Tématem práce je další rozvoj modelu fyzikální diskretizace hmotných těles založeného na systému bodů propojených pružinami, vytvořeného původně doc. Frantíkem a implementovaného do programu FyDiK. Uvedený typ modelů je v různých podobách rozvíjen i v zahraničí, jde však o téma „živé“, dosud málo uplatňované v praxi, kde dosud převažuje využívání již klasické (již padesátileté) metody konečných prvků.

Naplnění cíle disertace

Cíl není v předložené práci uveden v podobě, jakou by oponent očekával – tedy například v podobě samostatné kapitoly vložené například za úvodem práce. Proto je možné na cíl práce usuzovat jednak z názvu práce (který je poměrně obecný), z celkového vyznění textu, jednak z uvedených závěrů. Na základě jejich prostudování se domnívám, že hlavním cílem práce bylo rozšíření možností použití vytvořené aplikace FyDiK tak, aby byla využitelná pro komplexnější úlohy (tj. vypracování a naprogramování algoritmů pro generování bodů pro použitou metodu, jednak ověření možností a rozšíření stávajícího modelu a identifikování přetrvávajících limitů modelu). Pokud byly cílem tyto úkoly, pak mohu konstatovat, že byly naplněny.

Postup při řešení tématu a výsledky práce, konkrétní přínos disertanta

Doktorand nejprve zpracoval vzorové příklady. Poté se věnoval teorii související s modelem – vzhledem k charakteru a potřebám modelu (oproti jiným metodám je zde problémem poměrně značná výpočetní náročnost) se v míře větší než obvyklé věnoval také architektu-
rám současných počítačů (včetně moderního trend využívání výkonných výpočetních jader moderních grafických karet k výpočtům) a k vyhledání a volbě potřebného software.

Poté se věnoval tvorbě geometrie modelů a to jak po stránce teoretické, tak po stránce programátorské. Zpracoval klasické metody (Deloneho triangulace, resp. tetrahedronizace a Voroného diagramy), které však dopracoval tak, aby plně vyhovovaly specifickým potřebám

jím využívaného modelu. Cenné je, že uvádí i poznámky k vhodnosti použitých metod a k možným potížím při jejich používání.

Dále popsal základní principy modelu použitého v programu FyDiK. Dost prostoru je věnováno i aspektům použitého (případně použitelného) hardware, který do jisté míry předurčuje způsob, jak mohou být zvolené metody efektivně použity.

V kapitole popisující implementaci programu se věnuje jednak otázkám použitého programového prostředí, jednak problémům, které z implementace vyplývají (rychlost a otázky přesnosti generování bodů aj.).

Dále se věnuje modelům vybraných vzorových konstrukcí. Zde je patrná výhoda použité metody (materiálové modely se aplikují na velké množství principiálně jednoduchých prужin) – zatímco v klasickém konečně-prvkovém řešení je nutno naprogramovat rozsáhlé algoritmy aplikující materiálové modely, zde může být definice modelu značně jednodušší (i když ne zcela triviální) a přesto je možné dosáhnout chování materiálu srovnatelného s mnohem komplikovanějšími modely.

V textu uvádí i další problémy, které musel autor vyřešit (otázky aplikování zatížení, doplňování fyzikálních modelů aj.), věnuje se i otázkám optimalizace řešení pro zvolenou platformu využívající procesory grafických karet (tj. CUDA).

V kapitole věnované vyhodnocení autor ukazuje výsledky, kterých dosáhl pomocí jím sestavených algoritmů, například u betonu je demonstrován rozdíl mezi výsledky experimentu a výsledky získanými metodou konečných prvků – autorovy numerické výsledky lze hodnotit srovnatelné jako lepší než z druhého numerického řešení.

Kromě pozitivních výsledků je zde patrná druhá stránka věci – vysoká výpočetní náročnost při sestavování modelu i samotných simulací. Ale právě v metodách jejího zvládnutí s využitím moderní výpočetní techniky vykonal autor obrovský kus záslužné práce.

Význam pro praxi nebo rozvoj vědního oboru

Práce se zaměřila na oblasti, které sice možná nejsou z vědeckého hlediska tak „atraktivní“, ale mají nesmírný význam pro akceptování a další vývoj každé metody – na doplnění stávajícího modelu a příslušného software tak, aby mohl být využíván pro složité úlohy a na ověření použitelnosti modelu v různých oblastech a na nalezení oblastí, kde je stále možné (a potřebné) model vyvíjet a vylepšovat. Předložená práce tedy bezpochyby usnadní další vývoj modelu i jeho postupné využívání k „praktickým“ úlohám nejen stavební mechaniky, ale v blízké budoucnosti i výzkumné nebo stavební praxe.

Formální úprava disertační práce

Disertační práce je vysázena s využitím typografického systému L^AT_EX, obrázky jsou zpracovány velmi pečlivě a jsou přehledné. Drobné překlepy se samozřejmě i zde najdou („rozhraní“).

Práce s literaturou odpovídá běžným zvyklostem platným pro odborné texty. Formální úpravu tedy považuji za velmi zdařilou a nemám k ní výhrady. Kladně hodnotí, že na rozdíl od jiných autorů je znalý jak českého jazyka, tak skutečných jmen některých badatelů

(zejména v oblasti triangulace se v českých textech objevují pozoruhodné novotvary odvozené zřejmě od anglické transkripce jmen – těchto problému se zde autor vyvaroval).

Otázky a připomínky

- Celkem je zajímavý výběr software Blender pro generování geometrie modelů? Oponent si jej spojuje spíše s „uměleckou prací“? Jaké jsou přednosti tohoto řešení oproti často využívaným CAD programům (AutoCAD aj.)?
- Jaké materiálový model byl využit v programu ATENA 3D (grany 4.1)? Mohl by být použit jiný model, který by poskytl „lepší“ výsledky nebo jde o nejlepší dosažitelné výsledky?
- Jaký má názor autor na naprogramování srovnatelné aplikace například v jazyku C nebo C++ z hlediska možného zrychlení výpočtu (a naopak z hlediska doby tvorby programu)?

Závěrečné hodnocení

Na základě výše uvedených skutečností doporučuji, konstatuji, že autor prokázal schopnost samostatné vědecké a tvůrčí práce, a že předložená práce naplňuje všechny požadavky na závěrečnou práci tohoto typu. Proto doporučuji, aby v případě úspěšné obhajoby disertační práce panu Ing. Michalu Štafovi udělena hodnost doktora filozofie (**Ph.D.**).

V Ostravě dne 7. února 2017



Jirí Brožovský