

Oponentský posudek doktorské práce

Název: Geometrické modelování v průmyslových aplikacích

Autor: Ing. Kristýna Michálková

Oponent: Doc. RNDr. Zbyněk Šír, Ph.D., MÚ MFF UK, mail: zbynek.sir@mff.cuni.cz

Shrnutí:

Předložená práce se věnuje modelování geometrických objektů (křivek, ploch a objemů) pro účely průmyslových aplikací. Zejména jsou v práci řešeny konkrétní problémy v souvislosti s návrhem a optimalizací vodních turbín.

Výsledný text je rozdělen do třech kapitol. První kapitola nejprve shrnuje definice a vlastnosti základních objektů geometrického modelování, totiž B-spline basis a NURBs křivky, plochy a objemy. Poté autorka podává stručný a velmi příjemný úvod do problematiky konstrukce vodních turbín.

Druhá kapitola je věnována konkrétním geometrickým konstrukcím profilových křivek a hraničních ploch lopatek pro jednotlivé typy turbín. Specificky se jedná o koreček Peltonovy turbíny (kap. 2.1), který je parametrizován zejména v závislosti na proměnném úhlu, lopatku Kaplanovy turbíny (kap. 2.2) a lopatku Francisovy turbíny (kap. 2.3), které jsou parametrizovány za pomoci vhodné křivky a tloušťkové funkce.

Poslední třetí část pak využívá výsledků z předchozí kapitoly k získání objemové parametrizace všech důležitých částí pracovního prostoru Kaplanovy a Francisovy turbíny.

Obecné hodnocení:

Celkový dojem z předložené práce je velice příznivý. Autorka řeší konkrétní problémy geometrické reprezentace pro konkrétní průmyslové objekty. K tomu využívá standardní matematický popis (zejména B-spline parametrizace), který však kreativním způsobem adaptuje. Zejména je patrné, že pro každý problém v každé fázi identifikuje vhodné vstupní parametry, které je třeba splnit a které jsou vstupem navrženého algoritmu. Na základě těchto vstupů jsou pak (v podstatě automaticky) vytvořeny příslušné křivkové, plošné a objemové parametrizace. V průběhu tohoto procesu si autorka klade řadu otázek a reviduje běžné postupy. Tím se dostává k výsledkům, které přesahují prosté konkrétní využití. Dokonce je možno říci, že i když by pro daný problém nebyl nový postup ideální, přesto může být díky své obecnosti využit jinde a přispívá k celkovému geometrickému pochopení aplikací.

Jako příklad uveďme modelování vnitřní plochy lopatky Peltonovy turbíny v kapitole 2.1.1, kde jedním z hlavních konstrukčních parametrů je distribuce úhlu na ploše podél hraniční křivky. Problém konstrukce plochy je řešen přibližně pomocí vhodného algoritmu, ale zároveň je i s využitím PH křivek zkoumána možnost existence přesného řešení. Získané výsledky jsou nejen využity k parametrizaci konkrétních lopatek, ale zároveň tvoří novou, nezávisle publikovanou (v časopise s IF) teorii. Tento přístup se prolíná celou prací: konkrétní problém, užití standardního aparátu, vhodně zvolené (ad hoc) parametry (uzlová posloupnost, zvolený parametrický stupeň, rozdělení celého modelu na části atd.). Tuto část není

vhodné podceňovat, protože často neexistuje žádný optimální přístup, stačí volby, které dobře fungují a které jsou výsledkem geometrického citu autora. Za těchto vymezených parametrů však je možno již optimalizovat výsledek.

Po formální stránce je práce rozněž velmi dařilá. Sazba a úprava je pěkná, práce je doplněna vysoce kvalitními obrázky. Rovněž anglický jazyk je velmi dobře srozumitelný a nenarazil jsem na žádné hrubé chyby či nepřirozené obraty.

Konkrétní připomínky a náměty pro diskuzi během doktorské zkoušky:

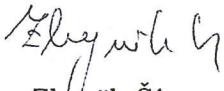
- Celkově velmi přirozená struktura práce je poněkud narušena apendixy A a B. Mám za to, že nejsou tak dlouhé, aby nemohly být organicky začleněny do textu.
- V práci se hovoří jak o B-spline objektech, tak o NURBs objektech, ale jasná preference je dána prvním z nich. Je opravdu možno se vyhnout racionálním parametrizacím u objektů (turbín), které tak jednoznačně evokují rotační symetrii? Nepůsobí v tomto kontextu aproximace praktické problémy?
- Specificky jsou profily konstruované v kapitole 2.2.5 opravdu přesně na válcových a kulových plochách? Jestliže ne, nebylo by v hodné použít namísto nich rovinné řezy?
- Geometrické parametrizace popsané v práci jsou pouze přípravou k optimalizaci tvarů za využití isogometrické analýzy. Při obhajobě by bylo vhodné částečně zmínit tento proces a jeho výsledky.

Hodnocení a doporučení:

Předloženou práci považuji za výbornou. Jedná se o velmi zdařilý příklad práce v aplikované geometrii, kdy autorka řeší konkrétní problémy (ku prospěchu dané průmyslové oblasti) a zároveň tak rozvíjí související matematickou teorii. Originální výsledky práce byly publikovány v odborných článcích. Na tomto místě je třeba zmínit, že předkládaná práce je pouze část autorčiných výsledků. Vskutku má celkem úctyhodných 25 publikací, z nichž 7 je v časopisech s IF1.

Celkově tedy vytčené cíle práce byly splněny a jsem přesvědčen, že autorka mimo jakoukoliv pochybnost splnila všechny požadavky na práci disertační a doporučuji ji k obhajobě.

V Praze, 18. 3. 2018


Zbyněk Šír

Geometric Modelling in Industrial Applications

Ing. Kristýna Michálková

(Evaluation of PhD Thesis)

The text of the work deals with a geometric modeling of special parts of the water turbines in order to be used in optimization in computer fluid dynamics.

After a brief introduction of B-splines and water turbines, the contents of the text contains two major sections dealing with modeling of turbine blades and volumetric parameterization of parts of the turbine. The first part contains a detailed description of parameters of the turbines and the modeling of their shape. For Pelton turbine, the parameterized surface describing blades have a boundary curve. The problem of angle distribution of the boundary curve normals in the corresponding tangent planes with respect to a fixed direction is described and solved. A sequence of algorithms for approximation of a given angle distribution is provided including an error estimate. For the Kaplan turbine, part of the boundary surface of the blade is optimized to be on a cylinder. Francis turbine is dealt with very briefly. The chapter 3 describes the optimization of the parameterization of the 3D volume of some part bounded by B-spline surfaces using B-spline volumes. This part contains concrete parameterizations as well as objective functions to be minimized. The text is filled with the demonstrating pictures which are nice. Though in some parts, they dominate to the main text which has 75 pages. After reading the text, I would suggest a more appropriate title of the text since the current one promises too much.

The text is written in technical English with few mistakes (some can be found e.g. on pp. 54-55). It is easy to read and references are used to point within the text as well as outside of the text. Many times the text is only descriptive and does not reveal the reasons of choice of the parameters.

Evaluating mathematical aspects of the text, the chapter 2 contains few results on angle distribution as theorems. The rest contains more-less a description of standard optimization methods on B-splines stressing the description of initial data, the objective function and results. There is virtually no discussion on optimization itself which is usually a computationally difficult part. I miss the discussion on choice of weights in the objective func-

tions. I am curious to hear the evaluation of the results from the industrial point of view.

The list of publications of the author is long and I have to say few comments. It is not clear what is the contribution of the author in the papers (especially) with many authors. Many papers are from completely different topic and it is a pity that the thesis does not contain a part describing the results. The level of the work would be certainly higher. Some of those papers by their topic closer to the work are just referred in the work and their content is not mentioned. Moreover, the paper [1] which is a main contribution of the work was published in 2012, hence the work was probably done before the PhD. study started. I expect the explanations otherwise it is difficult to judge the amount of the work done by the author for the thesis.

Summarizing, the results in the first part of the text, publications and the figures documenting the results in the work encouraged me to recommend the work for the defense.

Bratislava, February 12, 2018



doc. RNDr. Pavel Chalmovianský, PhD.