

Posudek disertační práce

Ing. Petr Lobaz: Computer Generated Display Holography

Předložená práce se zabývá metodami a postupy výpočtu volného šíření světla homogenním prostředím (vzduchem). Tyto výpočty jsou základním kamenem digitální holografie. Autor ve své práci analyzuje používané postupy z hlediska korektního použití diskretizace. Diskutuje vliv vzorkování a vliv použité výpočtové přesnosti na výsledný hologram. Podrobně zkoumá efekty diskretizace a navrhuje vlastní referenční metodu výpočtu. Dále se zabývá efektivitou a rychlostí výpočetních postupů. Přichází s vlastním řešením, jak výpočet zrychlit, aniž by utrpěla přesnost výpočtu. Zároveň podává i zobecněná pravidla výběru správného výpočetního postupu a diskretizace.

Zhodnocení významu práce pro obor

Autor provedl důkladnou rigorózní analýzu výpočetních postupů šíření koherentního světla. Předložil důkazy přesnosti výpočtu dvě nepoužívanější metody. Nalezl způsob, jak rozhodnout, který postup použít v jakém případě a také vliv použití jednoduché a dvojnásobné přesnosti. Právě tento analytický důkaz a jednoznačné posouzení považuji za největší přínos práce. Zejména proto, že analyzované výpočty jsou základem všech výpočtů počítačově generovaných hologramů. Analýza i platnost výsledků je omezena na případ šíření světla z jednoho bodu, případně ze dvou stejně intenzivních bodových zdrojů. Zkoumání složitějších případů by mohlo přinést jiný pohled na celou problematiku a možná další praktické rady ohledně výběru metody výpočtu a nároků na výpočetní přesnost.

Postup řešení, použité metody a splnění určeného cíle

Ing. Lobaz ve své práci začal od obecného základu, tedy podstaty holografie: šíření koherentního světla a interference. Jako základ pro výpočty použil Rayleigh-Sommerfeldův integrál, tedy nejobecnější (a nejpřesnější) popis šíření světla. Analyzoval dvě používané metody výpočtu šíření světla – konvoluční metodu a metodu rozkladu do úhlového spektra. Porovnal jejich výsledky pro různé podmínky, zejména vzdálenost, do které se světlo šíří. Porovnání jsou provedena principiálně korektně, výsledky jsou přehledně zobrazené. Použité metody jsou fyzikálně i matematicky správné. Splnění určeného cíle nemohu komentovat, protože není v práci explicitně vyjádřen.

Mám jednu poznámku k úvodu, kde Ing. Lobaz porovnává vývoj, metody a výsledky oboru holografie a oboru počítačové grafiky. Nemohu souhlasit s autorovým hodnocením počítačové grafiky: renderované obrazy ještě nejsou „nerozlišitelné od reálných předmětů“. Obor se stále potýká s problémy věrné reprodukce textur (problém měření bidirectional texture function, BTF), který se řeší nasnímáním mnoha tisíc snímků skutečného povrchu a následnou interpolací mezi snímky při renderování. Ani v této oblasti neexistuje obecně přijatý standard. Holografie má před sebou ještě dlouhou cestu, aby se věrnému zobrazení přiblížila.

Výsledky disertační práce a původní konkrétní přínos autora

Výsledkem práce je

- 1) teoretickou analýzou podložené kritérium použitelnosti metod výpočtu šíření světla a zhodnocení vlivu diskretizace
- 2) rozbor zaokrouhlovacích chyb a metoda výpočtu založená na vyhledávacích tabulkách

Oba tyto výsledky považuji za přínosné. První jak v oblasti teorie holografie, tak jako praktický výsledek – jednoznačné kritérium, kdy použít kterou metodu výpočtu. Druhý výsledek je zejména praktický: umožňuje vyvarovat se zaokrouhlovacích chyb a přináší zrychlení výpočtů.

Přehlednost, úprava, jazyk

Práce je koncipována jako soubor publikovaných článků doplněný o úvod do holografie a o podrobnější diskuzi k tématům uvedených článků. Typografická úprava je na profesionální úrovni, práce je velmi přehledná, obrázky kvalitně zpracované, žádné typografické chyby, velmi dobrá angličtina s ojedinělými gramatickými chybami, svěží styl. Pouze v úvodu bych uvítala, kdyby autor uváděl odkazy na literaturu přímo u příkladů aplikací, nikoliv souhrnně na konci. Není mi jasné, co autor myslel větou „Holografie se dá použít pro zobrazování v rušivém prostředí, např. zemské atmosféry.“ (str. 14). Jaká je to výhoda, užitek? Zde by se právě hodila citace v textu.

Publikace studenta

Autor je zjevně aktivní v holografické komunitě, o čemž svědčí počet publikací, konferencí a projektů. 3 články v Optics Express jsou důkazem, že Ing. Lobaz významně přispěl svou prací na poli CGH.

Práci doporučuji k obhajobě.

V Praze dne

Ing. Bc. Šárka Němcová, Ph.D.



Západočeská univerzita v Plzni

Doručeno: 29.05.2017

ZCU 016416/2017

listy: 4

přílohy:

druh:



zcupes103bb52

Review of the Ph.D. thesis of Ing. Petr Lobaz

Reviewer: prof. Dr. Ing. Pavel Zemčik, FIT, Brno University of Technology

Ing. Petr Lobaz in his thesis, as also the title “Computer Generated Display Holography” suggests, focused on synthesis of holograms whose purpose is to realistically render the images of scenes represented in computers. More specifically, the focus is on the algorithms of light propagation simulation in synthetic holography. The topic of the Ph.D. thesis is not only interesting but also quite important for the real-life applications of holography. The results of the thesis can be used as a reference for evaluation of other algorithms but also directly in hologram synthesis. The importance of the topic is underlined by the fact that holography applications are finding their way from “very research and experimental” into the “practically applicable” area. It should also be stated that the topic of the thesis is demanding not only from the point of view of necessary knowledge to get familiar with but also from the point of view of amount of work and time necessary to be spent in experiments.

On the formal side, the submitted thesis is nicely done. The layout and structure of the thesis are appealing and logical. The first part of the thesis contains a nicely done introductory part consisting of “Introduction” (Chapter 1) and overview of “3-D Displays and holography” (Chapter 2) which is followed by a series of chapters already containing the author’s contribution. This series consists of “Reference calculation of light propagation” (Chapter 3), “Filtering in light propagation calculations” (Chapter 4 focusing convolution and Chapter 5 focusing angular methods), “Propagation calculations in a limited precision environment” (Chapter 6), and “Double look-up table for light propagation calculations” (Chapter 7). Finally, the thesis contains “Conclusions and future work” (Chapter 8), list of “Activities” (Chapter 9), and three annexes.

As stated above, the submitted thesis is nicely and logically done. Anyhow, some criticism should be addressed to the numbering of the chapters – Chapter 4, Chapter 5, Chapter 6, and Chapter 7 do not have their 2nd level headings in the table of contents while they do contain them. It is understandable that this is caused by including of the papers into the thesis but still it looks “strange”.

Regarding the actual content of the thesis, the content of the submitted thesis very clearly shows that Ing. Petr Lobaz is very well oriented in the wide field of

synthetic holography and specifically well in the field of light propagation. Also, the presented methods are quite nice and reasonable.

The strong point of the thesis is precise and understandable description of individual novel methods and especially their individual scientific contributions.

The weak point of the thesis is, to my opinion, that while it is somehow commented in the introduction of the thesis, it is still not very clear how and whether the presented novel methods can be used “together to get some bigger system”. In the light propagation methods it is not very clear how they compare to each other in the applications. In general, the contribution seems quite scattered. Possibly, the impression would have been better if the thesis was more focused. Alternatively, some use case(s) could have been provided to illustrate the potential use and lighten “what the methods are good for” in applications.

The content of the thesis (its scientific contribution) was published in several journal and conference papers (3 renowned journal papers, 2 international conferences, and other) and further presented in some talks (see details in the thesis). This is definitely sufficient for the thesis but on the other hand, I believe that the publication potential of the material contained in the thesis is/was even higher and it is a pity that it was not fully exploited.

While the content of the work is valuable and understandable, several issues and questions need to be answered/discussed during the defence, specifically:

- 1) The thesis contains an overview of display technologies. Do you think that in displays, holography will eventually be used or that it rather will be “replaced forever” by some 3D/stereo displays or similar technology?
- 2) In 2D DFT/FFT calculations used in light propagation calculations, the thesis claims (page 49) that Source size over 512 leads into slowdown comparing to the theoretical time complexity. Did you, in the implementation, reflect the nature (n-way) of the memory caches and other memory features in contemporary computers? Can you give any implementation details? What was the overhead of proposed tiling?
- 3) The thesis mentions three interpolation methods in light propagation using convolution approach (pages 63-64). It is, however, not that clear which of them is considered to be best in synthetic holography. Is it windowed *sinc*?
- 4) In the angular spectrum light propagation method, the thesis states that it is possible to parametrize the method to achieve a good proportion between precision and speed (page 95). However, it is not very clear which of the methods (convolution or angular spectrum) achieves better results under what circumstances. While this may be difficult to say and define the circumstances, it is still an important issue. Any opinion to this?

- 5) In the limited precision environments (page 100), did you try the known methods of reduction of floating point “addition series” error? Regarding the argument of trigonometric functions, did you try to normalize the argument so that the period changes from 2π to 1 to reduce the “modulo” costs and errors? Does double precision really cost so much?
- 6) In the double look-up method, the thesis mentions some table sizes and errors (page 121). It is, however, not that clear what effect the mentioned errors have on the resulting hologram and whether the table sizes are usable in practice. Would it be possible to comment this?
- 7) What do you consider to be the single most valuable scientific contribution of the thesis?

In conclusion, the submitted thesis overall does fulfil the general Ph.D. requirements, it does demonstrate the scientific abilities of Ing. Petr Lobaz, and contains novel scientific contribution. The content of the thesis has been published in several publications. Therefore, I do recommend that the submitted thesis is defended and that Ing. Petr Lobaz, after a successful defence, receives the Ph.D. degree.



Brno 11. 7. 2017

prof. Dr. Ing. Pavel Zemčík
Faculty of Information Technology
Brno University of Technology
Božetěchova 2
612 66 Brno
Czech Republic

