

УНИВЕРЗИТЕТ У НИШУ
ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ

Александра Медведева 14 · Поштански фах 73
18000 Ниш · Србија
Телефон 018 529 105 · Телефакс 018 588 399
E-mail: efinfo@elfak.ni.ac.rs; http://www.elfak.ni.ac.rs
Текући рачун: 840-1721666-89; ПИБ: 100232259



UNIVERSITY OF NIŠ
FACULTY OF ELECTRONIC ENGINEERING

Aleksandra Medvedeva 14 · P.O. Box 73
18000 Niš - Serbia
Phone +381 18 529 105 · Fax +381 18 588 399
E-mail: efinfo@elfak.ni.ac.rs
http://www.elfak.ni.ac.rs

ДЕКАН
12.10.2015.

ОБАВЕШТЕЊЕ
НАСТАВНИЦИМА И САРАДНИЦИМА ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА

Докторска дисертација кандидата мр Александра Димитријевића под насловом «РИНГО-архитектура за тодимензионалну визуелизацију терена великих размера» и Извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације налазе се у Библиотеци Електронског факултета у Нишу и могу се погледати до **27.10.2015. године**.

Примедбе на наведени извештај достављају се декану Факултета у напред наведеном року.

ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ У НИШУ



Проф. др Драган Јанковић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ ЕЛЕКТРОНСКОГ ФАКУЛТЕТА У НИШУ

ПРЕДМЕТ: Извештај комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Александра Димитријевића

На XI седници Наставно-научног и Изборног већа Електронског факултета у Нишу, одржаној 17. септембра 2015. године, именована је Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Александра Димитријевића, под насловом:

РИНГО – архитектура за тродимензионалну визуелизацију терена великих размера

у саставу:

1. Проф. др Дејан Ранчић, Електронски факултет у Нишу,
2. Проф. др Емина Миловановић, Електронски факултет у Нишу,
3. Проф. др Драган Јанковић, Електронски факултет у Нишу,
4. Проф. др Драган Стојановић, Електронски факултет у Нишу,
5. Проф. др Петар Спалевић, Факултет техничких наука у Косовској Митровици.

Након прегледа достављене докторске дисертације, чланови Комисије подносе Наставно-научном већу Електронског факултета у Нишу следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. Приказ докторске дисертације

Докторска дисертација мр Александра Димитријевића представља оригинални приступ у визуелизацији терена планетарних размера. Развијен је алгоритам и пратећа софтверска архитектура која омогућује геодетски исправан и прецизан приказ читаве планете у реалном времену, без обзира на растојање посматрача од њене површине. Верификација и валидација резултата остварена је коришћењем формалних и прецизних метода, кроз практичну имплементацију са реалним подацима за планету Земљу, дефинисање метрике, прибављање нумеричких вредности и поређење са другим, тренутно актуелним и врло ефикасним методама за визуелизацију терена великих размера. Резултати приказани у овој дисертацији су верификовани и публиковани у врхунском специјализованом научном часопису за рачунарску графику.

ЕЛЕКТРОНСКИ ФАКУЛТЕТ
У НИШУ

Примљено	12.10.2015.
Број	
07/03-030/15-003	

Визуелизација терена је базирана на модификованом алгоритму геометријских клипмапа. Предложена модификација омогућује генерисање субпикселски прецизног WGS84 референтног елипсоида на графичком процесору, применом аритметике једноструке тачности. Без обзира на ограничену прецизност овакве аритметике, предложени метод омогућује веома брзу, прецизну и конзистентну визуелизацију WGS84 референтног елипсоида од космичких до екстремно малих растојања у односу на његову површину. Подела елипсоида на три партиције, уз примену цилиндричних еквидистантних пројекција за сваку од партиција, минимизује дисторзију основне решетке над којом је уздигнут терен, а тиме и дисторзију примењених текстура. Описани алгоритам омогућује високу и стабилну фреквенцију освежавања приказа, чак и при коришћењу скромнијег хардвера, уз врло ниско заузеће централног и ефикасну примену графичког процесора. Предложен је и ефикасан метод и пратећи софтверски проточни систем за прибављање и ажурирање текстура, чиме је визуелизација учињена независном од резолуције примењеног текстурног-покривача.

Вишегодишњи процес истраживања метода визуелизације терена пратио је константни развој и унапређење одговарајућег софтвера, који је омогућавао валидацију свих идеја насталих током истраживања. Софтвер је развијан у програмском језику C++, у MS Visual Studio окружењу. Као интерфејс према графичком подсистему коришћен је OpenGL API. У процесу визуелизације коришћени су реални подаци добијени сателитским и авионским снимањем површине планете Земље, као и тренутно најпрецизнији модели и подаци везани за процену њене величине и облика.

Верификација прецизности имплементације извршена је на основу уведене метрике и вредности преузетих након трансформација на графичком процесору. Ефикасност имплементације процењена је коришћењем специјалне, у ту сврху развијене библиотеке, која је у стању да прецизно измери време протекло између два функцијска позива, како на централном, тако и на графичком процесору. Обзиром да ова два процесора раде потпуно асинхроно, неопходно је упоредно праћење њихових времена извршења. Осим тога, перформансе значајно зависе од стања у коме се систем налази. Због тога су у анализу укључени и други параметри и стања графичког подсистема, прибављени коришћењем специјализованих библиотека произвођача хардвера. Додатно је извршено и поређење ефикасности предложеног алгоритма и његове имплементације са тренутно врхунским алгоритмима у овој области.

Коначну верификацију предложених идеја и имплементације представља прихватање и публикавање резултата истраживања у еминентном часопису који се бави рачунарском графиком и визуелизацијом - Computers & Graphics Journal (UK).

2. Садржај докторске дисертације по поглављима

Дисертација је организована у девет поглавља. Прва два поглавља дају премисе за развој алгоритма кроз преглед постојећих решења и начина представљања планете Земље. Наредна четири поглавља описују сам алгоритам визуелизације. Евалуација предложеног решења дата је у поглављима 7 и 8, док последње поглавље доноси

коначне закључке. У наставку следи детаљнији преглед садржине кроз кратак опис сваког од поглавља.

Поглавље 1 представља историју развоја алгоритама за визуелизацију терена великих размера. Приказана су решења која су била окоснице развоја, али и алгоритми који су и данас актуелни. Највећи део поглавља посвећен је клипмапама, њиховим главним карактеристикама у свакој новој инкарнацији алгорита, као и недостацима који су проузроковали даља унапређења.

Поглавље 2 описује процес представљања планете Земље. Дефинисан је референтни елипсоид, као основни математички модел, корекција тог модела кроз одступање геомагнетне еквипотенцијалне површине (модел геоида) и коначно дефинисање површине суперпонирањем рељефа. Други део поглавља посвећен је пројекцијама које се користе за организацију и приступ изворним подацима.

Поглавље 3 је прво од четири поглавља која описују оригинални приступ у визуелизацији терена планетарних размера, заснованој на елипсоидним клипмапама. У овом поглављу приказана је структура елипсоидних клипмапа, подела планете на партиције, блоковска организација партиција, као и координатни системи који се користе приликом приступа подацима и у процесу визуелизације. Дата је и глобална структура софтверског проточног система који дефинише сам процес визуелизације терена коришћењем елипсоидних клипмапа. Три структурне целине овог проточног система детаљно су обрађене у засебним поглављима.

Поглавље 4 приказује део софтверског проточног система за визуелизацију терена који се извршава на графичком процесору. Описан је процес генерисања блокова у вертекс шејдеру и примена текстурног-покривача у фрагмент шејдеру.

Поглавље 5 приказује део софтверског проточног система за визуелизацију терена који се извршава на централном процесору. Описан је алгоритам који извршава нит за визуелизацију, кроз основне задатке које обавља при сваком освежавању приказа, као и поступак исцртавања партиција и матрице-блокова.

Поглавље 6 објашњава процес ажурирања клипмапа, на начин реализован у оквиру предложеног алгорита за визуелизацију терена. Детаљно је приказан софтверски проточни систем за прибављање текстура, као и начин представљања података. Предложено решење спречава да величина примењених текстура утиче на време исцртавања, чиме омогућује визуелизацију коришћењем текстурних-покривача високе резолуције.

Поглавље 7 потврђује прецизност генерисања решетке засноване на WGS84 референтном елипсоиду. Решетка је основа блокова у односу на коју се суперпонира рељеф. Обзиром да се она формира у оквиру вертекс шејдера, уз коришћење аритметике једноструке тачности, важно је показати да је могуће остварити визуелизацију референтног елипсоида, на било којој удаљености од његове површине, са субпикселском прецизношћу.

Поглавље 8 приказује детаље везане за ефикасност имплементације. Дати су резултати испитивања на конкретној рачунарској опреми, као и поређење са другим, тренутно актуелним, алгоритмима и апликацијама за визуелизацију терена

великих размера. У овом поглављу приказана је и специјална, у ту сврху развијена, библиотека која омогућује праћење перформанси система, мерење времена извршења појединих програмских сегмената на графичком и централном процесору, ако и заузеће појединих функционалних јединица.

Последње поглавље представља закључак читавог рада, преглед доприноса и предности предложеног алгоритма, као и сугестија за даља истраживања и унапређења. Иза закључка следе: библиографија, прилог који садржи комплетан програмски код вертекс и фрагмент шејдера геометријских клипмапа и кратка биографија аутора.

3. Вредновање и оцена докторске дисертације:

Комисија закључује да докторска дисертација мр Александра Димитријевића, представља квалитетан научно-истраживачки рад који се огледа у развоју оригиналног и геодетски прецизног алгоритма и пратеће софтверске архитектуре за визуелизације терена планетарних размера у реалном времену. Ову тврдњу Комисија темељи на следећим чињеницама о дисертацији:

- предложен је нови алгоритм и одговарајућа софтверска архитектура за тродимензионалну визуелизацију терена планетарних размера,
- визуелизација планете заснована је на геодетски прецизно дефинисаном референтном елипсоиду,
- предложена је подела површине планете на партиције и њихова картографска пројекција која омогућује лако укључивање нових података и одржава низак-до-средњи ниво дисторзије примењених текстура,
- приказан је оригинални метод за генерисање основне елипсоидне решетке у лету, коришћењем аритметике једноструке прецизности на графичком процесору,
- потврђено је да дати метод има субпикселску тачност у случају визуелизације WGS84 елипсоида,
- сви предложени концепти су потврђени кроз имплементацију апликације за тродимензионалну визуелизацију планете Земље, која користи реалне податке високе резолуције добијене сателитским и авио снимањем,
- предложен је и начин профилисања графичких апликација, заснованих на OpenGL API-ју и библиотекама произвођача графичког хардвера, развијена је одговарајућа библиотека и примењена у валидацији предложеног алгоритма визуелизације,
- перформансе предложене имплементације упоређене су са другим, тренутно актуелним врхунским алгоритмима и имплементацијама визуелизације терена великих размера.

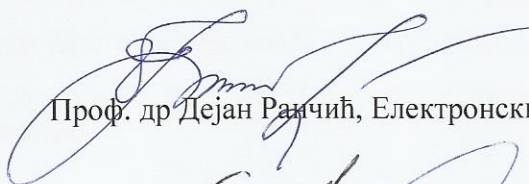
4. Закључак и предлог

На основу увида у докторску дисертацију и извршене анализе, може се закључити да докторска дисертација мр Александра Димитријевића представља веома квалитетан научно-истраживачки рад, који је резултовао развојем оригиналног алгоритма и пратеће софтверске архитектуре за геодетски прецизану визуелизацију терена планетарних размера високе резолуције у реалном времену. Због свега наведеног, чланови Комисије са задовољством предлажу Већу да докторску дисертацију под насловом „**РИНГО – архитектура за тродимензионалну визуелизацију терена великих размера**“ аутора мр Александра Димитријевића, прихвати и одобри њену усмену одбрану.

У Нишу,

06.10.2015. године

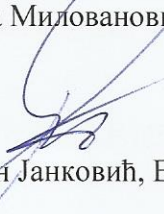
Чланови комисије



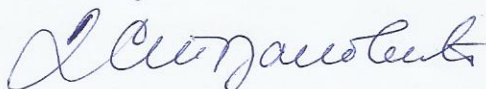
Проф. др Дејан Радић, Електронски факултет у Нишу



Проф. др Емина Миловановић, Електронски факултет у Нишу



Проф. др Драган Јанковић, Електронски факултет у Нишу



Проф. др Драган Стојановић, Електронски факултет у Нишу



Проф. др Петар Спалевић, Факултет техничких наука у Косовској Митровици