

ФКСТУЧ-#С1-082

31.08.2026г.



СТАНОВИЩЕ

върху дисертационния труд за придобиване на образователна и научна степен
„доктор“

област на висше образование : 5. Технически науки

професионално направление : 5.3. Комуникационна и компютърна техника

Докторска програма : Системно програмиране

Автор на дисертационния труд : маг. инж. Георги Георгиев Георгиев

Тема на дисертационния труд : „Платформено независими приложения с използване на GPU и машинно обучение“

Член на научното жури : доц. д-р инж. Ивайло Симеонов Ченчев,
ръководител катедра ИТ, ВУТП

1. Актуалност на разглеждания в дисертационния труд проблем в научно и научноприложно отношение.

Дисертационният труд разглежда актуален научен и научноприложен проблем, свързан с изграждането на високопроизводителни и платформено независими приложения, използващи съвременни GPU архитектури, проследяване на лъчи в реално време и методи на машинното обучение. Актуалността произтича от едновременното нарастване на изчислителните възможности на GPU, усложняването и фрагментацията и навлизането на ML-подпомогнати техники за рендиране.

Целта е ясно насочена към изследване на възможностите за създаване на унифициран и платформено независим софтуер за GPU приложения в компютърната графика и интегрирането им с машинно обучение. Формулирани са пет изследователски хипотези: Vulkan/Vulkan Compute като обща основа; единен програмен модел; оптимизирано проследяване на лъчи и светлинни пътища в реално време (real-time ray/path tracing); ML-базирано мащабиране и генериране на кадри; и интегриране на тези компоненти в практически приложима система. Счита се, че проблемът е с висока степен на актуалност за разработването на преносими високопроизводителни приложения.

2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал

Докторантът демонстрира добро познаване на съвременното състояние на изследваната област. В първата глава са анализирани архитектурните особености на GPU и основните графични и общоизчислителни интерфейси - OpenGL, Direct3D 12, Vulkan, CUDA и OpenCL - с акцент върху производителност, преносимост и възможности за интегриране на графични и изчислителни задачи. Анализът води до мотивиран избор на Vulkan и Vulkan Compute. В следващите глави литературният материал е развит към Rust и функционално-императивния подход, Monte Carlo методи, RIS/MIS/WRS и ReSTIR, както и към съвременни техники за super-resolution и frame generation.

Библиографията съдържа 108 източника и включва както фундаментални разработки, така и сравнително нови публикации от 2024-2025 г., което е положителен показател за актуалността на литературния обзор.

3. Съответствие на избраната методика на изследване и поставената цел и задачи на дисертационния труд с постигнатите приноси

Избраната изследователска методика съответства на целта и логиката на дисертационния труд. Изследването съчетава сравнителен анализ на технологии и програмни модели, архитектурно проектиране, реализация на прототип, адаптиране на алгоритми и експериментално измерване на производителността. Проведени са тестове при различни операционни системи и графични среди, сравнения между Vulkan и DirectX 12, експерименти с ReSTIR върху GPU архитектури, както и оценка на ML-базирано мащабиране и генериране на кадри. Например при скалиране от 1080p към 4K са отчетени 49.7 кадъра/сек. за предложеното Vulkan Compute решение спрямо 48.5 кадъра/сек. за FSR, при 17.6 кадъра/сек. при 4K, което подкрепя практическата приложимост на подхода.

Налице е логическа връзка между формулираните хипотези, разработените глави, експерименталните резултати и декларираните приноси. Като формална бележка бих препоръчал в окончателното представяне целта да бъде последвана и от ясно обособен, номериран списък на конкретните изследователски задачи. В настоящия текст те се извеждат еднозначно от хипотезите и структурата, но отделното им формулиране би направило проследимостта още по-ясна.

4. Научни и/или научноприложни приноси на дисертационния труд

Приносите са формулирани в три групи – научни, научно-приложни и приложни. Предложената класификация, може да бъде съществено подобрена:

Научно-приложни приноси:

1. Концептуален модел за високопроизводителни платформено независими GPU системи, обединяващ единен Vulkan програмен модел и функционално-императивен подход;
2. Архитектура на платформено независима система за рендиране чрез Vulkan и Rust;
3. Подход за адаптиране и интегриране на ReSTIR DI/GI за платформено независимо проследяване на светлинни пътища в реално време;
4. Подход за интегриране на ML-базирано мащабиране и генериране на междинни кадри в графичния конвейер.

Приложни приноси:

1. Методика за експериментална и сравнителна оценка на производителността в различни операционни системи, графични среди и интерфейси;
2. Реализиран и експериментално валидиран прототип, демонстриращ платформена независимост и съпоставима производителност.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд: брой, характер на изданията, в които са отпечатани.

По дисертационния труд са представени четири публикации. Три са публикувани в международни научни конференции през 2023 и 2025 г., а четвъртата е приета за публикуване в COMSCI 2026. Публикацията от COMSCI 2023 е индексирана в Scopus; публикацията от ICEST 2025 - в Scopus и Web of Science; публикацията от COMSCI 2025 - в Scopus. Тематиката на публикациите последователно покрива основните етапи на дисертацията, което показва добра връзка между публикационната дейност и съдържанието на труда.

В предоставените материали не са представени отделни данни за независими цитирания на публикациите от други автори или за внедряване.

6. Мнения, препоръки и бележки

Дисертационният труд е логично структуриран и демонстрира добра комбинация от теоретичен анализ, системно програмиране, алгоритмична разработка и експериментална проверка. Положително оценявам реализацията на работещ прототип и стремежа твърденията за платформена независимост и производителност да бъдат подкрепени с измервания.

Към труда могат да се направят и няколко препоръки:

- (1) да се обособят изрично конкретните изследователски задачи;
- (2) при представяне на приносите да се подчертае по-ясно кое е оригинално разработено от автора и кое представлява адаптиране и интегриране на известни алгоритми и технологии;
- (3) експерименталната валидация може в бъдеще да се разшири с по-голям набор от GPU производители, поколения хардуер, операционни системи и сцени;
- (4) при ML-базираните методи е полезно да се разшири количествената оценка на визуалното качество с утвърдени обективни метрики, заедно с производителността и латентността.

Тези бележки имат препоръчителен характер и не намаляват общата положителна оценка на постигнатите резултати.

7. Заключение

Дисертационния труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав на Република България, на Правилника за неговото приложение, както и на Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени в Технически Университет - София. Препоръчвам на уважаемото Научно жури да присъди на **магистър инж. Георги Георгиев Георгиев** образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление 5.3 „Комуникационна и компютърна техника“ и докторска програма „Системно програмиране“.

31.08.2026 г.
гр. София

Член на научното жури,
изготвил становището:
/ доц. д-р инж. Ивайло Ченчев /

OPINION

on a dissertation work for the acquisition of an educational and scientific degree “**Doctor**” (PhD)

field of higher education: 5. Technical Sciences

professional field: 5.3. Communication and Computer Technology

Doctoral Program: Systems Programming

Author of the dissertation: **Georgi Georgiev Georgiev, MSc.**

Dissertation title: **“Platform-Independent Applications Using GPUs and Machine Learning”**

Member of the Scientific Jury: **Assoc. Prof. Ivaylo Simeonov Chenchov, PhD, Eng.,
Head of the Department of Information Technologies,
University of Telecommunications and Post**

1. Relevance of the problem addressed in the dissertation from a scientific and applied-scientific perspective

The dissertation addresses a current scientific and applied research problem related to developing high-performance, platform-independent applications using modern GPU architectures, real-time ray tracing, and machine learning methods. Its relevance stems from the simultaneous increase in GPU computational capabilities, the growing complexity and fragmentation of the technological ecosystem, and the increasing adoption of ML-assisted rendering techniques.

The objective is to investigate the possibilities for developing unified, platform-independent software for GPU applications in computer graphics and integrating them with machine learning. Five research hypotheses are formulated: Vulkan/Vulkan Compute as a common foundation; a unified programming model; optimized real-time ray/path tracing; ML-based upscaling and frame generation; and integrating these components into a practically applicable system. In my assessment, the problem is highly relevant to developing portable, high-performance applications.

2. Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literature

The doctoral candidate demonstrates a good knowledge of the current state of the research field. The first chapter analyzes the architectural characteristics of GPUs and the main graphics and general-purpose computing interfaces-OpenGL, Direct3D 12, Vulkan, CUDA, and OpenCL-with an emphasis on performance, portability, and the potential to integrate graphics and computational tasks. The analysis leads to a well-justified choice of Vulkan and Vulkan Compute. In the subsequent chapters, the literature review is extended to cover Rust and the functional-imperative approach, Monte Carlo methods, RIS/MIS/WRS and ReSTIR, and contemporary super-resolution and frame generation techniques.

The bibliography contains 108 references and includes both fundamental works and relatively recent publications from 2024-2025, indicating the currency and relevance of the literature review.

3. Correspondence of the selected research methodology and the stated aim and objectives of the dissertation with the contributions achieved

The selected research methodology is consistent with the dissertation's objectives and overall logic. The research combines a comparative analysis of technologies and programming models, architectural design, prototype implementation, algorithm adaptation, and experimental performance evaluation. Tests were conducted across different operating systems and graphics environments, including comparisons between Vulkan and DirectX 12, experiments with ReSTIR on GPU architectures, and an evaluation of ML-based upscaling and frame generation. For example, when upscaling from 1080p to 4K, the proposed Vulkan Compute solution achieved 49.7 frames per second, compared with 48.5 frames per second for FSR and 17.6 frames per second for native 4K rendering, supporting the practical applicability of the proposed approach.

There is a clear logical relationship between the formulated hypotheses, the individual chapters, the experimental results, and the stated contributions. As a formal recommendation, I would suggest that, in the final presentation of the dissertation, the research objective be followed by a clearly defined and numbered list of specific research tasks. In the current text, these tasks can be clearly derived from the hypotheses and the structure of the dissertation; however, explicitly formulating them would further improve traceability between the research objective, tasks, methodology, results, and contributions.

4. Scientific and/or applied-scientific contributions of the dissertation

The contributions are formulated in three groups-scientific, scientific-applied, and applied. The proposed classification could be substantially improved as follows:

Scientific-Applied Contributions:

1. A conceptual model for high-performance, platform-independent GPU systems, combining a unified Vulkan programming model with a functional-imperative approach;
2. An architecture for a platform-independent rendering system based on Vulkan and Rust;
3. An approach for adapting and integrating ReSTIR DI/GI for platform-independent real-time path tracing;
4. An approach for integrating ML-based upscaling and intermediate frame generation into the graphics pipeline.

Applied Contributions:

1. A methodology for the experimental and comparative evaluation of performance across different operating systems, graphics environments, and interfaces;
2. An implemented and experimentally validated prototype demonstrating platform independence and comparable performance.

5. Assessment of the publications related to the dissertation: number and nature of the publications in which they have appeared

Four publications related to the dissertation have been presented. Three were published in international scientific conference proceedings in 2023 and 2025, while the fourth has been accepted for publication at COMSCI 2026. The COMSCI 2023 publication is indexed in Scopus; the ICEST 2025 publication is indexed in both Scopus and Web of Science; and the COMSCI 2025 publication is indexed in Scopus. The topics of the publications consistently cover the main stages of the dissertation research, demonstrating a strong relationship between the publication activity and the dissertation content.

The materials provided do not contain separate data on independent citations of the publications by other authors or on the practical implementation of the research results.

6. Opinions, recommendations, and remarks

The dissertation is logically structured and demonstrates a good combination of theoretical analysis, systems programming, algorithm development, and experimental validation. I positively assess the implementation of a functional prototype and the effort to support the claims regarding platform independence and performance with experimental measurements.

Several recommendations can also be made regarding the dissertation:

- (1) the specific research tasks should be explicitly formulated;
- (2) when presenting the contributions, a clearer distinction should be made between the author’s original developments and the adaptation and integration of existing algorithms and technologies;
- (3) the experimental validation could be further extended in future work to include a broader range of GPU vendors, hardware generations, operating systems, and test scenes;
- (4) for the ML-based methods, the quantitative evaluation of visual quality could be extended by incorporating established objective metrics, alongside performance and latency measurements.

These remarks are intended as recommendations and do not diminish the overall positive assessment of the results achieved.

7. Conclusion

The dissertation meets the requirements of the Act on the Development of the Academic Staff in the Republic of Bulgaria, the Regulations for its Implementation, and the Regulations on the Terms and Procedures for the Acquisition of Academic Degrees at the Technical University of Sofia.

I recommend that the esteemed Scientific Jury award **Georgi Georgiev Georgiev, MSc.**, the educational and scientific degree **“Doctor” (PhD)** in the professional field 5.3 “Communication and Computer Engineering” and the doctoral program “Systems Programming”.

31 August 2026
Sofia

Member of the Scientific Jury,
author of the opinion:
/ Assoc. Prof. Ivaylo Chenchev, PhD, Eng. /