

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Мохаммада Юніса Яхья «Розробка програмно-апаратних рішень підвищення продуктивності комп'ютерних систем формування трьохмірних зображень»,
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук
за спеціальністю 05.13.05 – «Комп'ютерні системи та компоненти»

Актуальність роботи. Тривимірні графічні зображення претендують стати основним носієм інформації в засобах оброблення інформації, оскільки характеризуються високим ступенем інформативності та реалістичності, відтворюють найвагоміші аспекти процесу або явища, передають конструктивні, візуальні та образотворчі особливості об'єктів. Комп'ютерна індустрія сьогодні стрімко розвивається в напрямку ефективної графічної візуалізації. Тривимірні графічні зображення знаходять широке застосування у системах тривимірного комп'ютерного моделювання в різних областях; у системах віртуальної і розширеної реальності; системах медичної діагностики, в індустрії ігор, тощо.

Багатоетапність і висока обчислювальна складність геометричних перетворень вимагає розробки високопродуктивних методів візуалізації, оскільки задачі, де необхідно формування реалістичних графічних сцен, вимагають значно більшої обчислювальної потужності, ніж досягнуто на даному етапі. Сьогодні у комп'ютерній графіці найбільше розповсюдження одержали метод растеризації та метод трасировки променів. Оскільки метод растеризації, не дивлячись на високу продуктивність, не достатньої реалістичності, перевага віддається методу трасировки променів. Але у цьому разі генерація графічного зображення потребує значних часових витрат, що не забезпечує вимоги формування зображення у реальному часі.

Тому, вважаю, що дана робота, яка присвячена розробці методів формування трьохмірних зображень, орієнтованих на зменшення часу формування зображення при реалізації методу зворотного трасування променів є актуальною.



Дисертаційна робота Мохаммада Юніса Яхья виконувалась відповідно в рамках науково-дослідної теми «Теоретичний аналіз і дослідження процесів управління та обробки даних в комп'ютерних системах» (шифр Н-26-10) кафедри комп'ютерної інженерії Донецького національного технічного університету.

Аналіз роботи, оцінка проведених досліджень та одержаних результатів. Дисертація оформлена відповідно до вимог, встановлених для дисертаційних робіт. Дисертація має традиційну структуру, що відповідає вимогам МОН України, і складається з 4 розділів, списку використаної літератури з 99 джерел, і додатків, які підтверджують результати виконаних досліджень.

Дисертаційна робота аспіранта кафедри комп'ютерних наук Донецького національного технічного університету Мохаммада Юніса Яхья присвячена вирішенню актуальної науково-технічної задачі - створення програмних компонент систем комп'ютерної графіки, що забезпечують підвищення такого показника, як швидкість формування трьохмірних зображень. Автором теоретично обґрунтовано запропонований підхід до побудови апаратних рішень на підставі FPGA-трасувальника променів для формування реалістичних трьохмірних зображень.

Дисертація має послідовну логічну структуру.

У **першому розділі** проведено аналіз досліджень з проблеми розробки систем формування зображень з використанням трасування променів. Визначені основні проблеми які не дозволяють підвищити ефективність формування зображень: складність забезпечення високої швидкодії та підвищенні вимоги до високої продуктивності процесора і високої пропускну здатності пам'яті. Сформульована мета і завдання досліджень.

У **другому розділі** розроблені методи підвищення продуктивності трьохмірних зображень: метод формування зображення на основі методу зворотного трасування променів із застосуванням малої інтерполяції та метод формування зображення на основі зворотного трасування променів із засто-

суванням блокової інтерполяції і на її основі метод постобробки сформованого зображення.

У **третьому розділі** розроблено структуру апаратної реалізації трасування променів на базі ПЛІС (SaarCOR).

У **четвертому розділі** розробляються програмні компоненти, що реалізують запропоновані методи.

Достовірність результатів досліджень

Дослідження проводилися на основі теорії формування зображень, теорії обробки зображень, теорії колориметрії, теорії сприйняття, теорії паралельних алгоритмів і теорії проектування обчислювальних пристроїв на FPGA.

Всі основні результати дисертаційного дослідження підтверджуються комп'ютерним моделюванням та адекватністю математичних викладок відповідним експериментам, що підтверджує їх достовірність.

Наукова новизна та практична цінність дисертаційної роботи

Найбільш суттєві результати, що визначають **наукову новизну** досліджень, отримані особисто автором і полягають у наступному.

1. Одержала подальший розвиток структурна організація формування трьохмірних зображень на основі FPGA-трасувальника променів, яка на відміну від існуючих містить пристрій рядкової або блокової інтерполяції, що дозволяє підвищити продуктивність формування зображення.

2. Удосконалено апаратне рішення формування трьохвимірних зображень, яке використовує оцінку значень R-,G-,B-компонент, що зменшує час формування зображення.

3. Проведено експертне оцінювання фільтрації для метода постобробки зображення, сформованого на основі зворотного трасування променів.

Практична цінність роботи полягає в тому, що програмно реалізований запропонований метод постобробки сформованих трьохмірних зображень, встановлено залежність часу формування зображення від кроку інтерполяції і кількості паралельних потоків.

Результати дисертаційної роботи впроваджено в навчальний процес і використовуються на кафедрі комп'ютерних наук Донецького національного технічного університету при читанні лекцій, виконанні курсового та дипломного проектування, проведенні лабораторних робіт по дисципліні «Комп'ютерна графіка» та ін.

Повнота викладу наукових результатів.

Основний зміст дисертаційної роботи достатньо повно викладено у 13 друкованих наукових працях, з них 6 статей опубліковані у спеціалізованих фахових виданнях, 1 - в європейському науковому журналі, 6 - у збірниках друкованих праць за результатами міжнародних та всеукраїнських наукових конференцій. В роботах, опублікованих у співавторстві, дисертанту належить розробка та реалізацію FPGA-моделі трасувальника; реалізація методів на кластері NeClus і проведення досліджень; розробка блоку рядкової інтерполяції та пристрою блокової інтерполяції; проведення дослідження продуктивності алгоритму міжпіксельної інтерполяції та коефіцієнта максимальної відмінності в кольорі і порогового значення інтенсивності кольору; фільтрація для метода постобробки зображення, сформованого на основі зворотного трасування променів.

Матеріали дисертації неодноразово доповідались на міжнародних симпозиумах та конференціях. Дисертаційна робота виконана на високому рівні і її зміст відображає внесок автора в науку.

Зауваження до дисертації

До недоліків і побажань в подальшому продовженню дослідних робіт можливо віднести наступні:

1. Не обґрунтовано, чому саме вибрана лінійна міжпіксельна інтерполяції. На мій погляд використання квадратичної або кубічної інтерполяції забезпечило б більшу реалістичність.

2. Невдало використано термін «міжпиксельна інтерполяція», оскільки простір між пікселями не визначено. Краще було б використати термін «інтерполяція між крайніми точками сегменту».
3. Автором не приділено достатньо уваги оцінці точності запропонованих методів формування зображення на основі методу зворотного трасування променів (розглянуто похибки тільки для сегменту в три точки).
4. Не обґрунтовано вибір структури піксельного блоку і розподіл пікселів у ньому. Вибір структури блоку виконано евристично.
5. При виборі порогових значень інтенсивностей кольору на враховано їх залежність від інтенсивностей джерела світла. Не розглянуто можливість адаптивного вибору порогу.
6. Запропоновані методи мають істотні недоліки
 - інтерполяція між кінцевими точками сегменту може привести до втрати дрібних деталей, наприклад, для рис обличчя. Доцільно було б розглянути методи усунення наведеного артефакту.
 - розмір джерел світла повинен перевищувати крок інтерполяції.
7. Не достатньо аргументовано вибір системи SaarCOR у ролі прототипу системи формування зображень.
8. Запропонована система візуалізації трьохмірних зображень порівнювалася тільки з GPU.
9. Не приведені результати чисельного дослідження обраного способу фільтрації для метода постобробки зображення, сформованого на основі зворотного трасування променів.
10. Текст дисертації та автореферату (наприклад, стор. 3, 4, ..., 15) містить стилістичні та орфографічні огріхи.

Однак зауваження не применшує наукової цінності дисертації Мохаммада Юніса Яхья, в якій розв'язується важлива та актуальна науково-технічна задача.

Дисертаційна робота відповідає вимогам «Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника» Міністерства освіти і науки України щодо кандидатських дисертацій, а здобувач Мохаммад Юніс Яхья заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук зі спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент,

завідувач кафедри інформаційних систем

Одеського національного політехнічного університету,

Міністерства освіти і науки України,

доктор технічних наук, професор

С. Г. Антошук



Проректор



С.А.Нестеренко