

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертацію Груця Юрія Миколайовича "Теорія і структурно-алгоритмічні основи побудови спеціалізованих відео-комп'ютерних стереоскопічних 3Д систем", подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.05 "Комп'ютерні системи та компоненти"

1. Актуальність тематики дисертаційної роботи

За останні (приблизно за три) роки в Україні утвердилася (принаймні голосно заявила про себе на декількох міжнародних конференціях) нова наукова концепція щодо так званих кіберфізичних систем, яка полягає у створенні технічних засобів, що реалізують ідею інтеграції обчислювальних ресурсів до фізичних процесів. В таких системах первинні перетворювачі інформації, операційні програмне і апаратне обладнання та інші інформаційно-обробні та інформаційно-зберігаючі засоби поєднані і взаємодіють протягом всього ланцюжка створення або виробництва деякої нової вартості, що виходить за рамки одного підприємства чи бізнесу. Вибір тематики дисертаційної роботи Ю.М. Груця обумовлений існуванням в галузі інформатики і обчислювальної техніки науково-технічних проблем, для вирішення яких недостатньо знань і інженерного досвіду, що їх накопичила світова наука і інженерія на сьогодні. До таких проблем відносяться і проблеми забезпечення високоякісної комп'ютерної візуалізації інформації. В роботі ж Ю. М. Груця наявні всі складові і атрибути кіберфізичного процесу. Тут однозначно і безперервно присутній взаємно-зворотний зв'язок між фізичним процесом і технічним забезпеченням інформаційної технології. Стереоефект, як фізичне явище, зі всією множиною його технічних застосувань. обумовлює наявність ланцюжка створення нової вартості. А інформаційно-комп'ютерне його обрамлення забезпечує високі якісні показники такого фізичного ефекту.

Дисертація Груця Ю.М. присвячена створенню та дослідженню фізичних. алгоритмічних та структурних основ побудови оптимізованих за деякими критеріями функціональних структур (операційних пристроїв), які по двох двовимірних зображеннях створюють один тривимірний образ із фотореалістичною якістю.

Вищевикладене достатньо аргументує актуальність дисертаційної роботи Ю.М.Груця.

2. Наукова новизна результатів роботи

Ця якість дисертаційної роботи Ю.М.Груця в загальному її баченні обумовлена тим, що в ній отримано нові, раніш невідомі, знання щодо підвищення рівня і швидкості адекватного сприйняття складних каркасних і натурно-каркасних стереозображень При цьому вперше запропоновано і досліджено з позицій його

потенційних технічних аплікацій операторний метод стереоперетворень для постійного, змінного і поворотного ракурсів спостереження. Це дозволило створити досить повну математичну теорію комп'ютерних стереоперетворень, яка по суті, є новим словом в науці і техніці комп'ютерної візуалізації. Отримано цілий ряд змістовно нових, іноді навіть несподіваних, позитивних технічних результатів. Крім того, робота доповнює і суттєво розвиває концепцію створення кіберфізичних систем.

Технічна новизна деяких пропозицій автора підтверджується фактами їх захисту патентними документами (на структурні рішення **отримано 4 авторських свідоцтва СРСР**) і досить великим впровадженням практичних результатів в діяльність ряду установ і організацій України.

3. Достовірність наукових результатів

Достовірність більшості наукових положень дисертації підтверджується практичною верифікацією запропонованих теоретичних положень, форм, способів та алгоритмів в розроблених апаратних і програмних засобах, збігом практичних результатів з теоретичними оцінками, фактами реального впровадження основних результатів роботи в діяльності установ і організацій державного рівня важливості.

4. Практична корисність роботи

Практична корисність роботи полягає в тому, що на основі досліджених теоретичних положень створено ряд високопродуктивних стереоскопічних спеціалізованих комплексів і систем, підпорядкованих досягненню, загалом, практичної мети – забезпеченню реалістичності і адекватності відображення натурно-комп'ютерної інформації.

5. Структура роботи

Дисертація Ю. М. Груця містить загалом 348 сторінок і в структурному відношенні складається із вступу, восьми розділів (включаючи висновки по розділах), переліку висновків по роботі, списку літературних джерел, на які є посилання в роботі, та трьох додатків.

У **вступі** містяться всі необхідні для докторської дисертації положення і формулювання актуальності, мети і задач дослідження, результатів, які захищаються, наукової новизни, практичної цінності тощо.

В **першому** розділі «Проблеми адекватної візуалізації каркасних стереозображень» виклад матеріалу має підготовчий характер як щодо переліку задач, які актуалізують проблематику візуалізації тривимірних зображень точково-скелетного вигляду, так і щодо сучасного ринку науко місткої продукції, яка має застосування в стереовізуалізації. Тут також визначені задачі, вирішення яких дасть можливість суттєво підвищити продуктивність і рівень реалістичності та адекватного сприйняття складних каркасних стереозображень. Як висновок

констатовано, що для комп'ютерного і відеокомп'ютерного тривимірного моделювання з каркасною графікою оптимальним методом сепарації стереопар є анагліфічний метод.

В другому розділі «Операторний метод стереоперетворень» розроблено новий формальний математичний апарат для встановлення взаємно-однозначної відповідності між тривимірними координатами довільної точки певного об'єкта, заданими в світовій системі координат, і стерео координатами цієї точки в екранній системі координат. Матеріали цього розділу мають основоположне значення для розуміння і оцінки дисертаційної роботи в цілому. Запропонований операторний метод стереоперетворень є формальним математичним інструментарієм для синтезу та аналізу тривимірних комп'ютерних зображень для різних положень спостерігача перед монітором, а також спостерігача, що переміщується в просторі. Операторний метод стереоперетворень забезпечує принципову можливість організації зворотного зв'язку від стереокоординат до просторових координат. Метод розширений на тривимірні стереосистеми, які містять плоскі дзеркала в різних позиціях відносно положення спостерігача.

В третьому розділі "Графічні стереопроцедури" пропонуються інтерактивні комп'ютерні процедури для наведення стереокурсора (фігури прицілювання) в будь-яку точку зони стереобачення. Крім стереокурсора в цьому розділі запропоновані процедури зсуву стереозображення, стереомасштабування, стереогляду, стереоповороту, стереоінтерполяції, утворення стереовікна і ще близько півтора десятка стереографічних процедур, які є основою для генерування скелетно-точкових примітивів як інструменту для формування і аналізу каркасних зображень і породжують операційні можливості, які відсутні у відомих програмних продуктах для комп'ютерної обробки стереозображень. По суті всі запропоновані процедури дають можливість побудови алгоритмів відсікання стереозображення стереовікном, яке розміщується як в екранній площині, та і в області стереобачення паралельно екранній площині.

Четвертий розділ "Математичні моделі для аналізу геометричних спотворень у стереобаченні" присвячений по суті застосуванню попереднього доробку дисертації у нових технологіях дистанційного контролю та управління, що потребують об'ємного бачення і сприйняття комп'ютерних стереозображень. Розроблені тут математичні моделі по суті є новим засобом аналізу геометричних спотворень в різних конфігураціях стереосистем, починаючи від простої конфігурації «екран – спостерігач», до досить складних конфігурацій типу «об'єкт – стереокамера- стереопроектор – екран – спостерігач».

В п'ятому розділі «Обчислювальні процедури, що використовують групові операції» для досягнення потрібних показників продуктивності при відображенні тривимірних об'єктів пропонується застосувати комп'ютерну технологію групових арифметичних операцій. Матеріали розділу показують, що для ефективного забезпечення математичних моделей, розглянутих в попередніх розділах, найбільш часоємкою є групова арифметична операція скалярного множення двох дійсних векторів, яка є домінантною практично у всіх алгоритмах тривимірної комп'ютерної стереовізії.

В шостому розділі «Методи синтезу процесорів групових арифметичних операцій» розглянуті способи інженерної реалізації операційних засобів в непозиційній арифметиці для технології групових операцій. Деякі підрозділи цього розділу є суттєвим теоретичним розширенням комп'ютерної арифметики в залишках, вартим включення в навчальні програми закладів вищої школи.

В сьомому розділі «Система, метод і алгоритм визначення позиції спостерігача перед монітором» задекларовані в назві розділу об'єкти, що мають спеціальне застосування і які базуються на використанні тепловізійних камер і інфрачервоних сенсорів, проробляються до рівня практичної реалізації. В цьому розділі вирішено також методологічні проблеми суміщення в одному стереопросторі натурних і комп'ютерних стереозображень.

В восьмому розділі "Волюметричні системи відображення на базі гібридної шаруватості" розроблена і розвинута концепція волюметричних дисплеїв і систем, в яких тривимірне зображення формується безпосередньо в просторі на основі блоків рідинно-кристалічних матриць із загальним підсвічуванням і обертових плоских дзеркал.

Додатки містять математичні доведення деяких формул по основному тексту дисертації, документи щодо впровадження результатів роботи, фотографії ряду розроблених стереосистем і комплексів, а також зображення з екрану.

6. Публікації по темі дисертації

Основні наукові результати дисертації викладені в 38 публікаціях, налічують монографію, видану в видавництві «Наукова думка» 1989 року, та 37 статей опублікованих російською мовою в різних (навіть в україномовних виданнях), 5 статей англійською мовою в закордонних виданнях. Ще 15 статей включені автором до переліку публікацій апробаційного характеру. З них лише 1 стаття українською мовою. Це породжує питання про достатність термінологічної апробації матеріалів роботи в середовищі вітчизняних фахівців. Крім того ще 5 статей віднесені автором до таких, що додатково відображають наукові результати. В цілому публікаційний доробок автора достатньо повно покриває матеріали всіх розділів дисертації.

7. Автореферат дисертації

Автореферат дисертації адекватно відображає дисертаційну роботу і забезпечує достатню репрезентацію її змісту.

8. Зауваження до дисертації

Зауваження загального характеру частково наведені вище в п. 6. Далі інші зауваження.

1. Робота містить список термінів та умовних скорочень (стор.31). На жаль, цей список більше посилює термінологічну плутанину, а ніж вносить ясність в цю, на перший погляд просту, ситуацію. Наприклад, і в цьому списку і в тексті роботи (багато разів) фігурують «**рідко кристалічні матриці**» та «**дисплеї на основі рідких кристалів**». Автор тут вперто калькує російську мову, хоча в тлумачних словниках вже досить давно є нормальні переклади «**жидких кристаллов**» на «**рідинні кристали**». Систему «**остаточних класов**» вже років 25 перекладають студенти як систему числення в залишках. «**Двоїчний множитель**» (рис.6.7) студенти знають як «**двійковий перемножувач**». Список подібних «заскоків в російську» можна продовжити при ретельному вичитуванні (тобто редагуванні) тексту роботи. Однак, очевидно, що редагування було поверховим.

2. В розділі 6 автор багато уваги приділяє «**парним сума**м» і «**парним добу**ткам, використовує поняття «**однакової парності**» і «**різної парності**». В українській математичній термінології «**парність**» означає властивість подільності на два – те ж саме, що в російській означає «**четность**». В зв'язку цим виникає питання, про зміст слова «**парність**» в інтерпретації автора.

3. Про **процесори** (розділ 6), як про «**програмно керовані пристрої обробки інформації**» (це класичне визначення процесора) тут не йдеться. Будь-які аспекти стосовно програмного управління пропонованими операційними пристроями в роботі відсутні. Взагалі спеціалізація процесора означає його орієнтацію на вирішення певного класу задач, а не на реалізацію одного функціонального перетворення або операції. Ті функціональні структури, які обговорюються в роботі, відносяться до класу операційних пристроїв та перетворювачів чисел або кодів.

4. Операція **складання**, стор.253 - що це таке? Із контексту роботи витікає, що це банальна операція **додавання** двох довільних чисел в залишках з використанням їх штучних форм, пропонованих в роботі.

5 Незважаючи на велику кількість технічних ідей і пропозицій, задекларованих в роботі, вона реально має досить незначний доробок в частині їх патентного захисту (4 авторських свідоцтва ще часів СРСР).

6. В роботі нема визначеності щодо вживання слів, які закінчуються на **-мірний** або на **-вимірний** (тобто, тримірний чи тривимірний, двомірний чи двовимірний). Зустрічаються в роботі і в вищезгаданому списку термінів обидва варіанти.

9. Загальна оцінка дисертації

Зважаючи переваги та недоліки роботи та оцінюючи її в цілому слід вказати, що приведені вище зауваження більшою мірою стосуються недосконалих способу, форми і стилю подання матеріалів дисертації як закінченого науково-літературного твору, тобто тих якостей роботи, які формують її зовнішнє сприйняття читачем. Однак ці зауваження не піддають сумніву суть її основних

наукових положень і результатів. Робота загалом доповнює і суттєво розвиває сучасну концепцію створення кіберфізичних систем.

Тому вважаю, що дисертаційна робота є досить повним науковим дослідженням, яке в цілому відповідає пп. 9,10 "Порядку присудження наукових ступенів".

В роботі у вигляді раніш невідомих математичних методів і форм подання чисел, алгоритмів та оптимізованих структур операційних пристроїв для виконання групових арифметичних операцій з числами, поданими такими способами і формами, алгоритмів перетворення чисел запропоновано нові рішення важливої науково-прикладної задачі побудови високоякісних стереоскопічних комп'ютерних та відеокомп'ютерних систем для відтворення і обробки тривимірних комп'ютерних стереозображень. Ці результати у сукупності є суттєвими для вирішення проблемних ситуацій, про які йшлося в обґрунтуванні актуальності і наукової новизни роботи. Дисертація в цілому відповідає паспорту спеціальності 05.13.05 «Комп'ютерні системи та компоненти», а автору роботи може бути присуджений науковий ступінь доктора технічних наук.

**Офіційний опонент -
доктор техн. наук професор
завідувач кафедри системного програмування
і спеціалізованих комп'ютерних систем
Національного технічного університету України,
імені Ігоря Сікорського
Заслужений діяч науки і техніки України,
Лауреат державної премії України
в галузі науки і техніки**



В.П.Тарасенко

Підпис офіційного опонента проф. В.П. Тарасенка засвідчую.
Вчений секретар КІІ ім.Ігоря Сікорського



А.А. Мельниченко