

ВІДЗИВ ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА

на дисертаційну роботу Тамер Абдельмаджід Салех Бані-Амер «Хмарний сервіс-комп'юting для тестування і моделювання SoC-компонентів», подану на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

Актуальність роботи.

Традиційна обробка даних передбачає використання трьох компонентів: 1) процесор – для виконання обчислень; 2) пам'ять – для зберігання даних і команд; 3) пристрой передачі інформації. Вузьким місцем архітектури фон Неймана є розділення каналу передачі програм і даних між процесором і пам'яттю, що обмежує швидкість обчислень. Розміщення даних максимально близько до місця їх обробки дозволяє уникнути нераціональної передачі інформації.

Відмова від класичної логіки та адресне виконання логічних операцій, реалізованих на елементах пам'яті LUT в програмованих логічних пристроях, дає потенційну можливість створювати на кристалі тільки адресний простір, максимально технологічний для діагностування, моделювання та вбудованого відновлення працевздатності компонентів функціональності.

Кубітні (векторні) структури дають можливість зробити з комбінаційної схеми найпростіший автомат (інтегрувальна пам'ять, кубіти функціональностей, операція транзакції) і перейти від програмного моделювання цифрових систем до апаратної емуляції структур і процесів, інваріантної до технологій імплементації. Використання кубітних структур даних та заснованих на них методів синтезу, тестування і моделювання, інтегрованих в хмарну інфраструктуру сервісного обслуговування компонентів цифрових систем на кристалах, дає змогу підвищити швидкодію програмних і апаратних засобів моделювання обчислювальних пристройів за рахунок реалізації адресових обчислювальних процесів та паралельних логічних операцій.

В дисертації, що розглядається, розв'язується науково-практична задача усунення протиріччя між двовимірним класичним описом функцій і структур і одновимірним поданням регістрових змінних в апаратному комп'ютингу за рахунок приведення функцій і структур до одновимірної кубітно-векторної метрики в цілях технологічного вирішення задач синтезу і аналізу цифрових систем на основі паралельних логічних операцій, що створюють memory-driven computing.



Метою дослідження є істотне підвищення виходу придатної продукції і якості програмно-апаратних виробів за рахунок створення інфраструктури хмарних сервісів моделювання, тестування і відновлення працездатності на основі використання векторних структур даних адресових функціональних елементів і підвищення швидкодії кубітних методів синтезу та аналізу.

Для досягнення поставленої мети автором вирішено такі задачі, пов'язані з розробкою: 1) модель та напрямів сталого розвитку кіберфізичного комп'ютингу для прогнозування атTRACTорів в області IT-індустрії на основі просторово-часового аналізу технологічних процесів; 2) методів синтезу та аналізу векторних описів цифрових схем на основі використання кубітних покриттів для вирішення задач тестування і верифікації; 3) хмарної інфраструктури сервісного обслуговування для online проектування і верифікації цифрових проектів з метою зменшення періоду налагодження (time-to-market) HDL-коду;

удосконаленням: 4) векторних моделей кубітного представлення структур і компонентів цифрових систем на основі адресного кодування вхідних сигналів для підвищення технологічності та швидкодії моделювання.

а також здійсненням тестової верифікації компонентів хмарної інфраструктури сервісного обслуговування, а також методів моделювання, синтезу та аналізу на реальних прикладах цифрових схем і компонентів.

В роботі зазначено, що розробка основних положень дисертації здійснювалась відповідно до планів НДР та договорів, що виконуються на кафедрі АПОТ Харківського національного університету радіоелектроніки1) Договір про дружбу та співробітництво між ХНУРЕ та корпорацією «Aldec Inc.» №04 від 01.11.2014; 2) Держбюджетна НДР «Мультипроцесорна система пошуку, розпізнавання та прийняття рішень для інформаційної комп'ютерної екосистеми» (2011-2013), №ДР 0111U002956; 3) Фундаментальна НДР «Персональний віртуальний кіберкомп'ютер та інфраструктура аналізу кіберпростору» (2012-2014). 4) Curricula Development for New Specialization: Master of Engineering in Microsystems Design 530785-TEMPUS-1-2012-1-PL-TEMPUS-JPCR MastMST (2012-2016). 6) Фундаментальна НДР "Кіберфізична система – Розумне керування трафіком" № 0115U-000712 (2015-2017). Автор дисертаційної роботи брав участь у виконанні зазначених договорів і програм як розробник і програміст інфраструктури верифікації цифрових систем при створенні векторних моделей і методів тестування, діагностування та вбудованого ремонту обчислювальних пристрій. Автор також брав участь у C++ кодуванні програмних модулів системи верифікації і моделювання на основі IEEE стандартів, інтегрованих із сервісами компанії Aldec.

Дисертаційна робота складається з вступу, 4 розділів, 27 підрозділів, висновків, списку використаних джерел з 140 назв, 2 додатків.

У вступній частині описано мотивацію виконання дослідження, актуальність науково-практичної задачі, що розв'язується; сформульовано мету, об'єкт і задачі дослідження; сукупність наукових результатів, що виносяться на захист; визначено наукову новизну та практичну значущість отриманих результатів; наведено відомості про їх апробацію та реалізацію, характеристику публікацій.

У першому розділі дисертації викладено аналітичний огляд архітектур обчислювальних платформ і реконфігуратора комп'ютерного комп'ютингу, що використовують memory-driven проектування процесорних компонентів, спрямованих на підвищення швидкодії програмних і апаратних засобів аналізу цифрових пристрій, а також істотне збільшення виходу придатної продукції і зменшення часу її виходу на ринок. Розглянуто архітектури обчислювальних платформ, архітектури реконфігуратора комп'ютерного комп'ютингу, реалізацію програмованої логіки на FPGA, алгоритм проектування FPGA, види несправностей FPGA і методи їх виявлення, методи забезпечення відновлення працездатності.

Сформульовано сутність дослідження як розробку векторних структур даних і кубітних методів синтезу, тестування і моделювання, інтегрованих в хмарну інфраструктуру сервісного обслуговування компонентів цифрових систем на кристалах з метою підвищення якості виробів і виходу придатної продукції за рахунок адресових обчислювальних процесів і явищ. Викладено основну інноваційну ідею МАТ-моделі обчислень (<Memory, Address, Transactions>), що полягає в синтезі і аналізі векторних цифрових структур на основі адресованих елементів пам'яті, які виключають використання традиційної логіки.

У другому розділі пропонується загальна модель МАТ-комп'ютерингу у вигляді універсальної та масштабованої структури моніторингу та управління фізичними, віртуальними і космологічними процесами і явищами, спрямованої на підвищення якості життя людини і збереження екосистеми планети. Наведено види комп'ютерингу, що покриваються узагальненою автоматною структурою керованих фізичних і віртуальних процесів. Модель адекватно описує всі процеси функціонування й еволюціонування технічних, біологічних, соціальних, віртуальних і космологічних об'єктів і структур на основі використання сигналів моніторингу та управління.

Третій розділ присвячено удосконаленню векторних моделей кубітного представлення структур і компонентів цифрових систем, що базуються на адресному кодуванні вхідних сигналів і відрізняються технологічністю та швидкістю

дією побудованих на їх основі процедур синтезу й аналізу; удосконаленню методів синтезу тестів і моделювання несправностей, які відрізняються паралельним виконанням логічних регістрових операцій над кубітними покриттями схемних компонентів. Розроблено метод і секвенсор безумовного синтезу тестів для функціональних логічних компонентів, який характеризується паралельним виконанням регістрових логічних операцій (shift, or, not, nxor) над кубітним вектором і його похідними, що дає можливість істотно зменшити час генерування вхідних наборів і тестування пристрою в режимі embedded online. Запропоновано новий метод взяття похідних для генерації тестів функціональних компонентів, який характеризується паралельним виконанням регістрових логічних операцій (shift, or, not, nxor) над кубітним вектором, що дає можливість істотно зменшити час генерування вхідних наборів і тестування пристрою за рахунок апаратної надлишковості. Розроблено дедуктивний метод моделювання несправностей для функціональних компонентів, який характеризується паралельним виконанням регістрових логічних операцій (shift, or, not, nxor) над кубітним вектором і його похідними, що дає можливість істотно зменшити час верифікації і тестування цифрового пристрою в режимі embedded online. Запропоновано процесор кубітного моделювання цифрових пристрій, імплементований в хмарний сервіс аналізу справної поведінки і несправностей на основі використання кубітних покриттів функціональних елементів, який відрізняється від відомих реалізацій застосуванням мінімального набору регістрових логічних операцій і високою швидкодією.

У четвертому розділі вирішено задачі, які є складовою нового підходу до проектування цифрових пристрій. А саме: 1) удосконалено метод інтерпретативного паралельного моделювання компонентів цифрових систем на кристалах, який відрізняється застосуванням автоматної МАТ-моделі, що використовує тільки адресовні структури пам'яті і операції транзакції; 2) запропоновано методи синтезу та аналізу, що базуються на суперпозиції кубіт-векторних примітивів завдання всіх типів функціональностей, імплементованих в елементи пам'яті, що дає можливість істотно підвищити швидкодію засобів моделювання, тестування і верифікації, а також значно спростити процедури створення реальних і віртуальних комп'ютерних систем; 3) розроблено оригінальні структури даних для моделювання і верифікації цифрових систем, які дають можливість суттєво спростити алгоритми реалізації та підвищити їх швидкодію за рахунок адресових функціональних квантів і паралельності обробки компонентів; 4) всі обчислювальні структури і процеси реалізовано на основі використання введеного квантового адресного автомата, який дає можливість безпосереднього введення даних у пам'ять.

редньо використовувати інфраструктуру стандартів тестопридатного проектування для підвищення виходу придатної продукції за рахунок online ремонту функціональних примітивів.

Практична значущість нового підходу синтезу та аналізу цифрових систем полягає в реалізації процесора тільки на основі використання елементів пам'яті, що робить його однорідним за структурою і типами функціональних примітивів. Це дозволяє зробити процеси проектування, виробництва і експлуатації більш технологічними, особливо верифікацію, вбудоване тестування і діагностування, а головне – відновлення працездатності за рахунок використання на кристалі універсальних адресових spare-компонентів пам'яті. Застосування регулярних структур даних і використання єдиної операції транзакції на елементах пам'яті дозволяє збільшити швидкодію моделювання в процесі верифікації за рахунок паралельної квантоподібної обробки великих масивів однотипної пам'яті. Імплементація запропонованих квантових memory-based моделей опису цифрових компонентів і систем спрямована на збільшення виходу придатної продукції, підвищення надійності обчислювальних виробів, зниження вартості їх проектування і виготовлення.

Розроблено програмний додаток QuaSim, який є засобом для аналізу, тестування і верифікації цифрових проектів невеликої розмірності і призначений для використання в навчальному процесі в якості хмарного сервісу.

На основі викладеного вище можна зробити такі висновки.

1. Наукову новизну роботи визначають:

- вперше запропонована модель та напрями сталого розвитку кіберфізичного комп'ютингу для прогнозування атTRACTорів в області IT-індустрії, які характеризуються трьома фазами розвитку і дають можливість прогнозувати майбутні тренди розвитку кіберкультури.
- удосконалені векторні моделі кубітного представлення структур і компонентів цифрових систем, що відрізняються від аналогів адресним кодуванням вхідних сигналів і дозволяють підвищити технологічність та швидкодію побудованих на їх основі процедур синтезу й аналізу.
- удосконалений метод інтерпретативного паралельного моделювання компонентів цифрових систем на кристалах, який відрізняється від аналогів застосуванням автоматної МАТ-моделі та використанням тільки адресових структур пам'яті та єдиної операції транзакції. Це дає можливість підвищити швидкодію засобів моделювання, тестування і верифікації.
- удосконалені методи синтезу тестів і моделювання несправностей, які відрізняються від аналогів паралельним виконанням логічних реєстрових

операцій над кубітними покриттями схемних компонентів. Це дає можливість зменшити час генерування вхідних наборів і тестування пристрою.

2. Практичне значення отриманих результатів.

створено прототип хмарної інфраструктури сервісного обслуговування для проектування і верифікації цифрових проектів в режимі online, спрямований на візуалізацію і моделювання цифрових схем для зменшення періоду налагодження HDL-коду;

виконано тестову верифікацію хмарної інфраструктури сервісного обслуговування, методи тестування, моделювання, синтезу та аналізу цифрових схем і компонентів. Показано, що отримані результати дозволяють підвищити швидкодію процедур синтезу структур даних та інтерпретативного адресного моделювання цифрових схем та зменшити час налагодження HDL-проектів в процесі проектування SoC.

3. Отримані наукові висновки та положення дисертації є обґрунтованими і достовірними. Виконано експериментальні дослідження, тестування і моделювання реальних функціональних модулів з бібліотек провідних проектних компаній і конференцій. Результати експериментів підтвердили підвищення швидкодії процедур синтезу структур даних та інтерпретативного адресного моделювання цифрових схем, що дає можливість на 15% зменшити час налагодження HDL-проектів в процесі проектування SoC. Достовірність наукових висновків підтверджується інтеграцією розробленої технології аналізу і верифікації з сервісами проектування компанії Aldec.

4. Автором опубліковано 18 друкованих праць: 7 статей у наукових фахових виданнях України (з них 6 статей входять до міжнародних наукометричних баз), 1 стаття у міжнародному науковому журналі за кордоном, 10 матеріалів наукових конференцій (з них 5 за кордоном та 7 входять до наукометричної бази Scopus).

Автореферат відповідає змісту дисертаційної роботи та містить опис основних наукових і практичних результатів, отриманих автором.

Зауваження по дисертаційній роботі Тамер Абдельмаджід Салех Бані-Амер:

1. Не всі сервіси реалізовано програмно або апаратно, наприклад: програмно-апаратна генерація тестів, симулятор несправностей, справної поведінки, алгоритми діагностування та бібліотечних рішень, вбудованих в інфраструктуру кристалів, що використовують кубітний опис функціональності логічного компонента.

2. В роботі не наведено оцінок порівняння продуктивності запропонованих методів і алгоритмів з компілятивними моделями цифрових систем, що використовуються в промислових продуктах провідних компаній.

3. Новий підхід до проектування цифрових пристройів, який базується на використанні кубіт-векторних примітивів для визначення функціональностей, потребує систематизації та створення теорії кубітного проектування і тестування цифрових систем на кристалах.

4. З матеріалів роботи не зовсім зрозуміло які обмеження існують на приведення функцій і структур до одновимірної кубітно-векторної метрики.

5. В роботі запропоновано методи генерації тестів на основі використання кубітних покриттів і паралельного виконання регістрових логічних операцій. Але нічого не сказано про тестування і діагностування запам'ятовувальних пристройів за допомогою спеціальних алгоритмів «марш», логарифмічного поділу.

6. Вирішення задачі покриття для синтезу мінімального тесту може бути досить складним та потребувати значних апаратних і часових ресурсів, що впливає на швидкодію проектованого пристроя.

7. Не зовсім зрозуміло, яким чином за допомогою кубітних структур даних можна здійснювати аналіз перехідних процесів цифрової схеми, який дозволяє моделювати операції з урахуванням часу.

8. В роботі наведено результати обробки простих схем за допомогою хмарного сервісу QuaSim. Бажано було б навести також більш складні приклади.

9. Запропоновані кубітні моделі та методи призводять до збільшення розмірності структур даних і пам'яті. Це може збільшувати час обробки тестової та діагностичної інформації, а також апаратні витрати.

В цілому, незважаючи на зазначені зауваження, дисертаційна робота є завершеним науковим дослідженням, в якому поставлено за мету істотне підвищення виходу придатної продукції і якості програмно-апаратних виробів за рахунок створення інфраструктури хмарних сервісів моделювання, тестування і відновлення працездатності на основі використання векторних структур даних адресованих функціональних елементів і підвищення швидкодії кубітних методів синтезу та аналізу.

Роботу виконано на високому теоретичному рівні з використанням математичних методів і сучасних засобів обчислювальної техніки. Дисертаційна робота відповідає спеціальності 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Актуальність вибраної теми, достовірність і обґрунтованість висновків, новизна досліджень, значення отриманих результатів для науки і практики свідчать про те, що дисертаційна робота «Хмарний сервіс-комп'юting для тестування і моделювання SoC-компонентів» задовільняє вимогам пп. 9, 11-14 “Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника”, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 19 серпня 2015 № 656, а Тамер Абдельмаджід Салех Бані-Амер заслуговує на присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент:

завідувач кафедри інформаційних систем

Українського державного університету залізничного транспорту

доктор технічних наук, професор

Лев

Мірошник М.А.

Підпис проф. Мірошник М.А. засвідчує:

Вчений секретар

/ Жученко О.С./



Особистий підпис
засвідчує 21.06.2017 р.
Завідуючий канцелярією
УкрДУЗТ

Мірошник М.А.

Лев