

РЕЦЕНЗІЯ

на дисертаційну роботу

Молчанова Олексія Андрійовича

на тему **«Метод і засоби проєктування парсерів пакетів для ПЛІС»**,
представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань **12 «Інформаційні технології»**

за спеціальністю **123 «Комп'ютерна інженерія»**

Актуальність теми дисертації

В сучасних обчислювальних мережевих системах, таких як сервери, маршрутизатори, Інтернет речей, тощо, виконується завдання розбору повідомлень, що передаються між користувачами мережі. Це важливий аспект механізму роботи мережевих протоколів. Так, розбір мережевих повідомлень, представлених у вигляді пакетів даних, їх подальша обробка, групування і фільтрації становлять суттєву частку роботи, яку виконують мережеві пристрої. Завдяки потужним обчислювальним ресурсам, таким, як сучасні процесори загального призначення, мережеві процесори та апаратні прискорювачі, розбір і обробка мережевих пакетів виконується швидко. Менше з тим, процесори загального призначення мають високе енергоспоживання і гірші показники швидкодії, ніж апаратні прискорювачі граматичного розбору. В свою чергу апаратні прискорювачі досить складно переналаштовувати в разі необхідності, без виведення їх з експлуатації.

Для поліпшення систем розбору мережевих пактів використовують високопродуктивні спеціалізовані процесори на основі програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС). Це допомагає досягти як високої швидкості розбору, низьких енергетичних витрат та дає змогу створювати конфігуровні апаратні прискорювачі. Хоча наразі забезпечення можливостей з реконфігурації парсерів на базі ПЛІС часто вимагає значних апаратних витрат і є обмеженим, або ж вимагає тривалого часу перепрошивки – іноді з необхідністю виводу схеми з експлуатації. Покращення можливостей з реконфігурації таких систем дасть змогу отримати швидкі системи, що можуть бути швидко переналаштовані на розбір за іншим алгоритмом або розбір пакетів, що мають інший формат.

Тому тема дисертаційної роботи є актуальною, адже сучасний етап систем розбору мережевих пакетів вимагає розробки нових методів та інструментів для проєктування апаратних прискорювачів для розбору мережевих пакетів.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни

Наукові ідеї, висновки та рекомендації дисертації Олексія МОЛЧАНОВА науково, теоретично та експериментально обґрунтовані. Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- 1) запропоновано покращення методу проектування апаратних прискорювачів для обробки мережевих пакетів на основі стекових скінченних автоматів, завдяки можливості динамічно змінювати алгоритм (множину граматик), за якими відбувається розбір, протягом короткого терміну;
- 2) завдяки вперше запропонованому способу проектування стекових архітектур для програмно-апаратної реалізації граматичного розбору, досягається пришвидшення граматичного розбору у порівнянні з програмною реалізацією;
- 3) запропонований метод проектування набув практичної імплементації у вигляді обчислювальної структури парсера, що реалізує адаптований для програмно-апаратного виконання алгоритм граматичного розбору XML-документів для заданого набору граматик, і, за рахунок чого, забезпечується можливість динамічної зміни алгоритму розбору або набору підтримуваних граматик;
- 4) завдяки вперше отриманому аналітичному представленню розрахунку швидкодії програмно-апаратного парсера, який спроектовано за запропонованим методом, є можливість виконати оцінку кількості тактів виконання розбору в залежності від набору підтримуваних граматик.

Достовірність наукових результатів забезпечується коректним і логічним доведенням передумов для створення алгоритмів і методів, аналітичним доведенням їхньої високої ефективності, позитивними результатами моделювання пристроїв, які розроблені за допомогою нового методу і способу, а також у VHDL-симуляторі.

При цьому методи досліджень ґрунтуються на використанні теорії алгоритмів, теорії моделювання, а також тверджень та висновків, які доведені в дисертації.

Наукові дослідження виконувались здобувачем під керівництвом професора кафедри СП і СКС, д.т.н., професора Романкевича Олексія Михайловича на кафедрі системного програмуванні і спеціалізованих комп'ютерних систем КПІ ім. Ігоря Сікорського у рамках держбюджетної прикладної науково-дослідної роботи "Методи, моделі, структури та компоненти спеціалізованих комп'ютерних систем моніторингу об'єктів критичного застосування" (керівник д.т.н., професор Тарасенко В.П., № державної реєстрації 0117U004280).

Наукове завдання з покращення можливостей з переналаштування апаратних засобів граматичного розбору мережевих пакетів виконано повністю, а здобувач, Молчанов О.А., повною мірою опанував методологію наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Молчанова О.А. повністю відповідає Стандарту вищої освіти галузі знань 12 “Інформаційні технології” спеціальності 123 “Комп’ютерна інженерія” та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми “Комп’ютерна інженерія”.

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Системи розбору мережевих пакетів».

Аналіз звіту подібності щодо результатів перевірки тексту дисертації дозволяє зробити висновок про те, що дисертаційна робота Молчанова Олексія Андрійовича є результатом самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою. Слід відзначити доступність викладення, використання загальноприйнятої термінології, пояснення термінів.

Дисертація складається з вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 225 сторінок.

У вступі обґрунтовується актуальність теми дисертаційної роботи, наведені мета й завдання дослідження, основні положення, що виносяться на захист.

У першому розділі проаналізовано різні підходи до створення систем граматичного розбору мережевих пакетів у форматі XML, виявлено їхні недоліки. Визначені проблемні питання реалізації ефективних засобів граматичного розбору та сформульована задача з покращення можливостей з реконфігурації апаратних засобів граматичного розбору.

У другому розділі дисертації із врахуванням проблемних питань розробки ефективних засобів розбору мережевих пактів, здобувачем запропоновано вдосконалення методу проєктування парсерів пакетів на базі скінченних стекових автоматів, визначені критерії та обмеження його ефективного застосування для проєктування швидко-реконфігуровних апаратних засобів граматичного розбору. Крім того, розглянуто один з програмних алгоритмів

розбору XML-документів, проаналізовано можливість його апаратної реалізації та виконано оцінку виграшу від такої реалізації. Зроблено висновок про доцільність реалізації обраного програмного алгоритму апаратно за рахунок проєктування спеціалізованого апаратного прискорювача за запропонованим вдосконаленим методом.

У третьому розділі запропоновано новий спосіб проєктування спеціалізованих стекових архітектур процесорів. В рамках застосування запропонованого в другому розділі методу проєктування, за новим способом спроектовано стекову архітектуру SM16 і розроблено однойменний спеціалізований стековий процесор. Виконано порівняння апаратних характеристик нового процесора з іншими відомими стековими процесорами. Розроблено інструменти для програмування SM16, виконано реалізацію програмного алгоритму розбору XML-документів, розглянутого в другому розділі, апаратно на базі SM16, реалізовано компілятор граматик для автоматизації розборки парсерів XML-документів для SM16. Також запропоновано підхід до масштабування парсерів XML-пакетів на базі процесорів SM16.

У четвертому розділі з використанням симулятора проводиться тестування нового апаратного прискорювача граматичного розбору, розробленого за вдосконаленим методом. Тестування здійснюється на різних наборах вхідних даних та різних граматик XML. Для оцінки кількості тактів, необхідних для розбору XML-документів, виведена формула розрахунку кількості тактів в залежності від параметрів граматик та структури вхідних файлів. Після цього проводиться порівняння розробленого парсера з існуючими програмними та апаратними системами розбору XML-документів.

У висновку наведено основні результати роботи, а також рекомендації з їхнього використання.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 8 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 2 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 2 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus.

Також результати дисертації були апробовані на 4 наукових фахових конференціях.

Високий рівень публікацій здобувача підтверджується тим, що 2 статті опубліковано у фахових виданнях категорії Б, а інших 2 статті і одна публікація, що пройшла реферування, — проіндексовані в наукометричній базі Scopus. При

цьому в наукових публікаціях дотримані принципи академічної доброчесності, а особистий внесок здобувача в них має коректне відображення в тексті дисертації і не перетинається із внесками співавторів.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи

Оцінюючи в цілому дисертаційну роботу позитивно, враховуючи її високий науковий рівень та актуальність, слід виокремити наявність деяких недоліків:

1. У дисертаційній роботі присутнє нетипове викладення текстового матеріалу по розділах.
2. У тексті дисертації присутнє не зовсім традиційне трактування загальновідомих широковживаних аббревіатур. Наприклад, аббревіатурою ПЗП зазвичай позначають «постійний запам'ятовуючий пристрій», в той час як в роботі це позначення використовується для «процесора загального призначення».
3. У другому розділі для покращення розуміння матеріалу не достатньо наведення тільки основ алгоритмів граматичного розбору.
4. У другому розділі не зовсім переконливо сформульовані критерії, яким мають задовольняти апаратні парсери.
5. У дисертації зустрічаються граматичні та стилістичні помилки.
6. У тексті роботи фрагменти програмної реалізації (мовою С, асемблером, псевдокодом) наведено по-різному: то як рисунки, то як текстові послідовності, що погіршує цілісність сприйняття роботи.

Висловлені вище зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Молчанова Олексія Андрійовича на тему «Метод і засоби проєктування парсерів пакетів для ПЛІС» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі «Інформаційні технології». Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про

присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Молчанов Олексій Андрійович заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 12 Інформаційні технології за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Рецензент:

доцент кафедри системного програмування
і спеціалізованих комп'ютерних систем
КПІ ім. Ігоря Сікорського,
к.т.н., доцент


Ярослав КЛЯТЧЕНКО


М.П.

«15» січня 2024 року

