

ВІДГУК

офіційного опонента 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.

Нині застосовуються різноманітні системи граматичного розбору мережевих пакетів в пристроях Інтернету речей, серверах та вузлових мережевих пристроях тощо. Причому характеристики цих систем відрізняються: реалізовані програмно чи апаратно, вони мають різні показники швидкості розбору, апаратних витрат, енергетичного споживання, можливостей з адаптації до виконання інших алгоритмів розбору та ін. Швидкі в реалізації і гнучкі до змін програмні системи поступаються в швидкодії та енергетичних витратах апаратним системам, які останнім часом все частіше застосовуються для прискорення розбору і фільтрації мережевих пакетів. В свою чергу апаратні системи на базі НВІС мають дуже обмежені можливості з переналаштування, а системи на базі ПЛІС вимагають тривалого часу для переналаштування на підтримку іншого набору граматик пакетів, що розбираються, або іншого алгоритму розбору. Підвищення можливостей апаратних систем на базі ПЛІС зі зміни алгоритму розбору чи набору підтримуваних граматик дасть змогу отримати швидкі і адаптивні системи розбору мережевих пакетів. Основною метою дисертації здобувача є покращення можливостей з переналаштування систем розбору мережевих пакетів на базі ПЛІС за рахунок створення нового методу проєктування таких систем, тому тема дисертації є актуальною.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження Молчанова О. А. полягає в наступному:

1. Запропоновано вдосконалення методу проєктування апаратних засобів для розбору мережевих пакетів на основі стекових скінченних автоматів. Вдосконалений метод відрізняється від наявних використанням програмно-апаратного представлення скінченного автомату граматичного розбору, що дає змогу динамічно змінювати алгоритм або множину граматик, за якими відбувається розбір, протягом короткого терміну.
2. Вперше запропоновано спосіб проєктування стекових архітектур для програмно-апаратної реалізації граматичного розбору, який відрізняється тим, що до базової стекової архітектури процесора з двома стеками включаються додаткові стеки і спеціальні команди, завдяки

чому досягається пришвидшення граматичного розбору у порівнянні з програмною реалізацією.

3. З використанням запропонованого методу проєктування вперше створено обчислювальну структуру парсера, яка на відміну від відомих структур крім компілятора граматик містить спеціалізований стековий процесор, що реалізує адаптований для програмно-апаратного виконання алгоритм граматичного розбору XML-документів для заданого набору граматик, за рахунок чого забезпечується можливість динамічної зміни алгоритму розбору або набору підтримуваних граматик.
4. Вперше отримано аналітичне представлення розрахунку швидкодії програмно-апаратного парсера, спроектованого за запропонованим методом, яке дає змогу виконати оцінку кількості тактів виконання розбору, в залежності від набору підтримуваних граматик.

Запропоновані метод та спосіб є новими та мають суттєві відмінності від аналогічних методів та способів, які сприяють підвищенню можливостей з переналаштування апаратних засобів.

Достовірність, обґрунтованість наукових результатів забезпечена коректністю виконання наукових досліджень. Основні положення й теоретичні оцінки підтверджені результатами імітаційного моделювання на симуляторі та у VHDL-симуляторі.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією 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 зі 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».

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадіння, можна зробити висновок, 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 відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Суть дисертаційної роботи розкривається послідовно з дотриманням правил логічних міркувань. В тексті дисертації немає незрозумілих термінів чи закономірностей, термінів, які вимагають додаткового пояснення. Явно видно, що автор коректно користується сучасною науковою методологією.

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

У вступі показана актуальність теми дисертації, формулюються мета, завдання дослідження та основні положення, що виносяться на захист.

У першому розділі проаналізовані сучасні методи розбору мережових пакетів і робиться висновок про ефективність апаратних методів у порівнянні до програмних методів. Проаналізовані характеристики апаратних методів розбору XML-документів на базі ПЛІС, визначені поточні проблеми реалізації ефективних засобів розбору і сформульовано задачу наукових досліджень у дисертаційній роботі.

У другому розділі запропоновано вдосконалений метод проєктування засобів граматичного розбору на базі стекових скінченних автоматів на ПЛІС, визначені обмеження цього методу. Проаналізовані характеристики, які мають бути притаманні засобам розбору, для вирішення проблем, визначених в першому розділі. Також з метою адаптації для програмно-апаратної реалізації обрано програмний алгоритм розбору XML-документів на основі простого скінченного автомату, доведено доцільність його програмно-апаратної реалізації.

Третій розділ містить опис прикладу застосування вдосконаленого методу проєктування. В рамках цього прикладу зроблено висновок про доцільність використання стекової архітектури для реалізації спеціалізованого процесора, що ефективно виконуватиме адаптований в другому розділі алгоритм розбору; запропоновано спосіб проєктування архітектур спеціалізованих стекових архітектур; за запропонованим способом спроектовано стекову архітектуру SM16 та однойменний процесор. Також наведено опис розроблених інструментів програмування і відлагодження програм для процесора SM16, проаналізовано його апаратні характеристики, реалізовано парсер за адаптованим алгоритмом розбору.

У четвертому розділі дисертації наведено перевірку роботи спроектованого парсера для різних наборів граматик XML, представлених у форматі DTD, та різних наборів XML-документів. Перевірка виконана із застосуванням симулятора процесора SM16, результати проаналізовані і порівняні з результатами розбору XML-документів іншими програмними і апаратними системами розбору XML-документів. Крім того, в розділі розглянуто процесор SM8, також спроектованого запропонованим методом, що призначений для обробки пакетів таких протоколів як I2C, SPI, Ethernet та ін.

У висновках наведено основні теоретичні і практичні результати дослідження та надано рекомендації щодо їх 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 висвітлено 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 було апробовано на 4 наукових фахових конференціях.

Проведений аналіз наукових праць здобувача наукового ступеню показав, що результати дисертаційної роботи достатньо повно відображені автором у його наукових публікаціях. Вказаний внесок здобувача у конкретні друківані праці свідчить про те, що він є автором вище перелічених отриманих наукових результатів. Крім того, у цих працях відсутній плагіат і дотримано принципи академічної доброчесності.

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

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

1. На сторінці 16 роботі автор дає визначення: “FPGA – Field-Programmable Gate Array (програмована логічна інтегральна схема)”. Але це невірно – треба програмовна, тобто має можливість програмувати безліч разів. Аналогічно щодо визначення ПЛІС (на стор. 18). Ці визначення зустрічаються у подальшому за текстом.
2. “Поширеною проблемою для багатьох архітектур на базі FPGA є процес реконфігурації” (стор. 149). однак ця проблема розв’язана в чіпах архітектури Virtex. Partial Reconfiguration Guide User/ UG702 (v14.5) April 26, 2013 – p. 130. [Available at: https://www.xilinx.com/content/dam/xilinx/support/documents/sw.manuals/xilinx14_7/xilinx14_7/ug702.pdf.].
3. У підрозділі 3.6 стверджується, що для збільшення пропускну́ї спроможності можна створити систему з багатьох процесорних елементів SM16 — десятків, сотень, тисяч. Але дисертант не робить аналізу такої системи. Дійсно, кількість логічних таблиць в сучасних ПЛІС дає змогу розмістити на них до тисяч вказаних процесорних елементів. І дисертант пропонує тут архітектуру, що складається з одного контролера і багатьох процесорних елементів, що виконують розбір. Але кількість процесорних елементів, напевне, обмежена продуктивністю контролера. Отже, досягши певної межі кількості процесорних елементів, система зайде у стан насичення. На жаль, дисертант не дав оцінку цієї межі.
4. В четвертому розділі дисертації наведено опис стекового процесора SM8, спроектованого за запропонованим у роботі вдосконаленим методом, аналогічно до процесора SM16. Цей опис більше відповідає третьому розділу дисертації, а не четвертому. Крім того, оцінка характеристик процесора наведена в дещо спрощеному вигляді у порівнянні з процесором SM16.
5. В тексті дисертації трапляються орфографічні та пунктуаційні помилки.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу.

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії Молчанова Олексія Андрійовича на тему «Метод і засоби проектування 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».

Офіційний опонент:

Провідний науковий співробітник
відділу мікропроцесорної техніки №205,
Інституту кібернетики ім. В.М. Глушкова
НАН України, доктор технічних наук,
професор

 Володимир ОПАНАСЕНКО



«16» січня 2024 року