

## **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.**

Інтенсивний розвиток інформаційних технологій, пов'язаний з використанням пристроїв Інтернету речей, потребує підвищення ефективності програмно-апаратних засобів обробки мережових пакетів. Важливою складовою процесу обробки мережових пакетів є їх граматичний розбір. Здебільшого засоби граматичного розбору реалізуються програмно на базі процесорів загального призначення. Цей підхід хоч і дає змогу швидко переналаштовувати алгоритм розбору, проте він має меншу швидкодію розбору у порівнянні з апаратними засобами, а також характеризується більш інтенсивним енергоспоживанням. Водночас, апаратні засоби потребують тривалого часу переналаштування на підтримку іншого алгоритму розбору або набору граматик. Тому дисертаційне дослідження, що спрямоване на розширення можливостей з переналаштування апаратних засобів граматичного розбору мережових пакетів з досягненням співмірних показників швидкодії та апаратних витрат у порівнянні з існуючими апаратними парсерами, є актуальним.

### **Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.**

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- вдосконалено метод проєктування апаратних засобів для розбору мережових пакетів на основі стекових скінченних автоматів, який 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;

- 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;

- з використанням запропонованого методу проектування вперше розроблено обчислювальну структуру парсера, яка, на відміну від відомих структур, окрім 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;

- вперше запропоновано 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.

Автором дисертації вдосконалено існуючий метод проектування апаратного прискорювача за рахунок програмно-апаратної реалізації скінченного автомата граматичного розбору, що дає змогу швидко переналаштувати алгоритм розбору. Розроблений метод ілюструється на прикладі парсера XML-документів. Достовірність та обґрунтованість отриманих наукових результатів забезпечується застосуванням теорії скінчених автоматів, теорії формальних мов та методами експериментального дослідження.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання розширення можливостей з переналаштування апаратних засобів граматичного розбору мережових пакетів на інший алгоритм розбору або інші граматики за умови досягнення співмірних показників швидкодії та апаратних витрат 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 напрямам досліджень освітньо-наукової програми третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти "Комп'ютерна інженерія".

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям «Методи та засоби аналізу мережових 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.**

Дисертація написана українською мовою, складається з вступу, 4 розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг дисертації 225 сторінок.

Текст дисертації викладений логічно та послідовно, автор дотримується наукового стилю та використовує загальноприйняту термінологію.

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертації, визначено мету та завдання дослідження, наукові та практичні результати, які виносяться на захист.

У першому розділі наведено огляд алгоритмів обробки та фільтрації XML-документів, наявних програмних та апаратних засобів граматичного розбору, виконано порівняльний аналіз алгоритмів та засобів, визначено проблеми наявних підходів для розбору XML-документів. Наприкінці розділу сформульовано наукове завдання дисертаційного дослідження.

У другому розділі розглянуті теоретичні засади граматичного розбору мережних пакетів. На основі проведеного аналізу автором дисертації запропоновано метод проектування спеціалізованих обчислювачів для програмно-апаратного граматичного розбору та визначені обмеження його застосування. Розроблено адаптацію алгоритму граматичного розбору для його програмно-апаратної реалізації.

У третьому розділі представлено застосування розробленого методу проектування через реалізацію спеціалізованого процесора. Цей процесор призначений для ефективного виконання адаптованого методу граматичного розбору XML-документів, який був описаний у другому розділі. Виконується аналіз та порівняння існуючих архітектур процесорів, і робиться висновок про доцільність використання стекової архітектури для спеціалізованого процесора, що потрібен для апаратного прискорення граматичного розбору. Запропоновано спосіб проектування спеціалізованих стекових процесорних архітектур для програмно-апаратної реалізації алгоритмів граматичного розбору. Описана реалізація нової стекової архітектури SM16 та шістнадцяти-розрядного стекового процесора SM16, побудованого за однойменною архітектурою. Також наведена реалізація інструментів для розробки програм для цього процесора, в т.ч. реалізація компілятора граматик, який виступає генератором програм для розбору документів, що визначаються граматиками XML у форматі DTD. Також розглядається спосіб розробки багатопроцесорних парсерів XML-пакетів, використовуючи процесори із архітектурою SM16.

У четвертому розділі за допомогою симулятора виконується тестування розробленого за новим методом апаратного прискорювача граматичного розбору для різних наборів вхідних даних, після чого виконується аналіз і порівняння розробленого прискорювача з існуючими програмними та апаратними системами розбору XML-документів.

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 висвітлені у 8 наукових публікаціях здобувача, серед яких 2 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базі даних Scopus, 1 стаття у науковому виданні, включеному на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України за спеціальністю 123, та 1 стаття у науковому виданні, включеному на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України за спеціальностями 121 та 122, що є спорідненими до спеціальності 123.

Також результати дисертації були апробовані на 4 наукових фахових конференціях.

У наукових публікаціях здобувача достатньо якісно представлені результати його дисертаційного дослідження. Порушення академічної доброчесності в них не виявлено. Зазначений у дисертації особистий внесок здобувача свідчить про його авторство у відповідних наукових досягненнях.

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

### **Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.**

1. У розділі 2 дисертації надано матеріал, який є загальновідомим. Відомі формалізми граматичного розбору не набули розвитку в дисертаційному дослідженні здобувача.

2. У дослідженні здобувач фокусує увагу на обробці повідомлень виключно у XML – форматі, проте формат JSON є не менш широко вживаним форматом представлення повідомлень.

3. Доведення ефективності розробленого здобувачем апаратного прискорювача для граматичного розбору виконується на симуляторі, а не на реальному пристрої. Результати такого дослідження залежать від точності комп'ютерної симуляції, а точність розробленого здобувачем симулятора у дисертації не доведена.



4. У висновках здобувач вказує, що розв'язана науково-технічна проблема. Проте, у відповідності до чинних вимог до наукової дисертації доктора філософії, здобувачем має бути вирішено наукове завдання.

5. Формули таблиці 4.1 є швидше математичними виразами, ніж формулами.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними, 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 достатньо 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:**

професор кафедри інформатики  
та програмної інженерії  
КПІ ім. Ігоря Сікорського,  
доктор технічних наук, професор



« 15 » 01 2024 року

