

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Тихонової Олени Вікторівни на тему: “Конвеєрно-модульний метод інтеграції мультимедійних потоків з контролем затримок в пакетних телекомунікаційних мережах”, що подана на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі

ОНАЗ ім. О.С. Попова
вк. 01-32-479
"22" 11 2019

Актуальність теми дисертації

Відмінною рисою сучасних і перспективних телекомунікаційних систем та мереж є розширення асортименту послуг, удосконалення якості обслуговування та інтеграція технологій у напрямку створення всеохоплюючого Інтернету речей і мережевих послуг. Одним із ключових завдань розбудови перспективних телекомунікаційних мереж є інтеграція мультимедійних послуг з різними вимогами якості обслуговування, у тому числі таких, що є критичними до затримок в реальному часі, разом з іншими послугами, що є менш критичними до часових затримок.

Аналіз відомих методів передачі мультимедійних даних показав, що слабкою ланкою різних типів мереж є інтеграція потоків реального часу в загальний мультимедійний пакетний трафік на базі протоколу міжмережевої взаємодії. При цьому задача контролю та обмеження затримок даних реального часу залишається нерозв'язаною, а відомі підходи до побудови телекомунікаційних мереж не в повній мірі задовольняють зростаючі вимоги споживачів до якості мультимедійних послуг.

У зв'язку з цим науково-прикладна задача створення ефективного механізму для сумісної передачі мультимедійних потоків з контролем затримок даних реального часу у пакетних телекомунікаційних мережах, що розв'язується в дисертаційній роботі, є актуальною.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами та темами

Дисертаційна робота виконувалась згідно плану наукових досліджень, які проводились ОНАЗ ім. О.С. Попова у 2012-2017 роках: “Дослідження та

розробка технологічних рішень створення національної мережі наступного покоління» (шифр «Технології», ДР № 0113u004761, 2012-2013), в якій здобувач брала участь як виконавець; «Дослідження наукоємних технологічних рішень в інфокомунікаціях» (шифр «Інфокомунікації», ДР № 0114u006572, 2013-2014), в якій здобувач брала участь як виконавець; «Методи моделювання та управління цифровими потоками в мережах» (шифр «Інфокомунікації», ДР № 0115u005947, 2014-2015), в якій здобувач брала участь як відповідальний виконавець; «Дослідження існуючих та розробка нових принципів і методів передачі трафіка реального часу по пакетних мережах» (ДР № 0116U006063, 2015-16), в якій здобувач брала участь як виконавець; «Удосконалення технологій побудови та методів проектування телекомунікаційних мереж із використанням адекватних математичних моделей трафіка» (ДР № 0116u003632, 2016-2017), в якій здобувач брала участь як виконавець.

Достовірність та обґрунтованість наукових результатів і висновків

підтверджується імітаційним моделюванням з використанням розроблених математичних моделей та алгоритмів, побудованих на базі запропонованих автором методів, а також актами впровадження результатів досліджень.

До найсуттєвіших наукових результатів слід віднести наступне

– вперше розроблений метод групової потокової агрегації мультимедійних даних у телекомунікаційному каналі, який разом з удосконаленим методом пакетної передачі агрегованого потоку конвеєрно-транспортними модулями, на відміну від існуючих методів, запроваджує на мережевому рівні сумісну передачу IP-пакетів і поточкових даних реального часу за протоколом віртуальних з'єднань VCP та інших поточкових даних за протоколом логічних з'єднань LCP;

– вперше розроблений метод обчислення та розподілу максимального потоку на відкритому вільно-орієнтованому графі мережі, який на відміну від існуючих методів, допускає наявність трьох відкритих полюсів та гнучкий перерозподіл ваги ребер у прямому та зворотному напрямках; за рахунок цього збільшується продуктивність мережі з динамічною конфігурацією каналів зв'язку;

– удосконалена тензорна модель потоків у відкритій триполісній мережі, яка на відміну від існуючих моделей, доповнює тензор провідності мережі тензором зовнішніх генераторів потоків, що забезпечує можливість динамічної адаптації мережі до зовнішнього інформаційного навантаження.

Практичне значення дисертаційної роботи

Теоретичні положення роботи доведено до конкретних алгоритмів та імітаційних моделей, що підтверджено актами впровадження.

Практично значущими результатами є наступні:

- програмний симулятор групової потокової агрегації мультимедійних даних;
- протокол конвеєрно-модульної передачі мультимедійних даних через інтерфейс Raw Socket Ethernet;
- алгоритм для обчислення та оптимального розподілу інформаційних потоків у пакетній мережі;
- комп'ютерна методика тензорного моделювання та оптимізації потоків у відкритій програмно конфігурованій мережі.

Особистий внесок автора в одержаних наукових результатах є достатнім, свідчить про високий рівень теоретичної підготовки здобувача та характеризує його як зрілого науковця. Здобувачем опубліковано 56 наукових праць, з яких 17 статей у фахових виданнях, одна стаття проіндексована у наукометричній базі SCOPUS, отримано один патент України на корисну модель.

Структура та зміст дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновку, переліку використаних джерел і семи додатків. Загальний обсяг роботи становить 196 сторінок, із них 136 сторінок основного тексту з 41 рисунком і 10 таблицями, 21 сторінка списку використаних джерел з 207 найменуваннями, 35 сторінок додатків.

У вступі обґрунтована актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано науково-прикладну задачу, відображено її зв'язок з науковими програмами та темами, визначено мету, об'єкт і предмет дослідження, сформульовано наукову новизну та практичне значення отриманих результатів,

наведено дані про публікації і особистий внесок автора в отриманні наукових результатів, наведено інформацію про впровадження результатів досліджень, їх апробацію, публікації та структуру дисертації.

У першому розділі проведено аналітичний огляд поширених методів передачі мультимедійних даних і забезпечення якості обслуговування в телекомунікаційних мережах. Зокрема, досліджено особливості, переваги і недоліки технологій комутації каналів і пакетів, а також механізмів прискореної потокової передачі пакетної інформації.

Зроблено висновок, що перехід від IP до нових принципів міжмережевої взаємодії є необхідним, але достатньо тривалим. Тому у найближчому майбутньому необхідно забезпечити ефективне використання існуючого мережевого обладнання та адаптацію базових технологій до зростаючих вимог. Сформульовано актуальну науково-прикладну задачу перехідного етапу, яка полягає у створенні ефективного механізму для сумісної передачі мультимедійних потоків з контролем затримок даних реального часу в пакетних телекомунікаційних мережах.

У другому розділі розроблено та досліджено конвеєрно-модульний метод інтеграції мультимедійних потоків даних, відмінність якого полягає в тому, що на рівні IP додано ще два протоколи міжмережевої взаємодії: протокол віртуального з'єднання VCP та протокол логічного з'єднання LCP.

Протокол віртуального з'єднання призначений для передачі поточкових даних реального часу з резервуванням ресурсів у режимі часового ущільнення каналу зв'язку: Протокол логічного з'єднання призначений для прискореної передачі інших поточкових даних в режимі статистичного мультиплексування.

Запропонована розширена трирівнева модель взаємодії відкритих систем, в межах якої вперше розроблено метод групової потокової агрегації мультимедійних даних у телекомунікаційному каналі для сумісної передачі трьох типів трафіку (даних реального часу за принципом комутації каналів, інших поточкових даних за принципом комутації пакетів та передачі IP-пакетів відомими методами).

Крім того, у другому розділі удосконалено метод пакетної передачі агрегованих мультимедійних даних, який дає можливість обмежити затримки даних реального часу в залежності від індивідуальних вимог забезпечення якості обслуговування QoS для кожного потоку.

Запропоновано алгоритм оптимального розподілу ємності конвеєрних модулів між складовими мультимедійного потоку (дані реального часу, потоки логічного з'єднання та черги IP-пакетів) за критерієм рівномірного навантаження модулів. Розроблено методику використання технології Ethernet для конвеєрно-модульної передачі агрегованого потоку.

Проаналізовано ефективність застосування протоколів для потокової передачі даних LCP та VCP, які розроблені в дисертаційній роботі.

В третьому розділі проведено аналіз відомих методів розподілу потоків на зваженому орієнтованому графі як моделі логістичної транспортної мережі. Досліджено задачу про максимальний потік двополюсної мережі та способи її розв'язання.

Започатковано удосконалену тензорну модель навантаженої телекомунікаційної мережі у вигляді відкритого багатополюсного вільно-орієнтованого графа. Для цієї моделі мережі сформульовано задачу про максимальний сумарний потік між усіма парами полюсів незалежно від напрямків окремих складових загального потоку. В рамках розв'язання сформульованої задачі, обґрунтовано математичний метод та розроблено алгоритм для пошуку максимального потоку у триполюсній мережі з динамічно конфігурованими каналами зв'язку. Розроблено тензорну модель інформаційного навантаження транспортної мережі, а також розв'язано задачу про оптимальний розподіл потоків у відкритій триполюсній мережі з вільно-орієнтованими каналами зв'язку.

Повнота висвітлених результатів дисертаційної роботи у наукових працях

Зміст виконаних автором теоретичних досліджень та результатів імітаційного моделювання відображено у 56 публікаціях: 17 статей згідно Переліку наукових фахових видань України (у т.ч. 5 одноосібних, одна стаття

індексована у наукометричній базі SCOPUS, 15 статей індексовано в інших наукометричних базах); 38 публікацій у збірниках матеріалів конференцій, у т.ч. 28 міжнародних науково-технічних та науково-практичних конференцій (з них 3 індексовано у наукометричній базі SCOPUS), 1 патент України на корисну модель. У цих роботах в повній мірі відображено наукові результати, які захищає автор.

Відповідність автореферату змісту дисертаційної роботи

Зміст автореферату в повній мірі відображає зміст дисертаційної роботи. Оформлення дисертації та автореферату відповідає вимогам ДАК України. Вони написані грамотною українською мовою.

До недоліків та зауважень слід віднести наступне:

- у вступній частині автором вказано, що для досягнення мети потрібно розв'язати лише три задачі. На мою думку, слід було б кількість задач збільшити та відобразити більш детально задачі, які розв'язувались у дисертації, їх значно більше;
- обсяг першого розділу повинен становити 20% від загального обсягу. В дисертаційній роботі має місце незначне перевищення обсягу;
- висновки до першого розділу, на мою думку, можна значно скоротити і більш чітко сформулювати перелік задач, які розв'язуються в роботі;
- із дисертаційної роботи не зрозуміло, чому для апроксимації розподілу ймовірності затримок IP-пакетів вибрано логарифмічно-нормальний закон розподілу;
- в другому розділі виконано багато досліджень, направлених на оцінювання інформаційної ефективності, зменшення інформаційної надлишковості протоколів передачі даних, але у висновках до другого розділу і загальних висновках конкретні кількісні показники не наведені;
- не в достатньому обсязі обґрунтована перевага запропонованого методу інтеграції мультимедійних потоків з контролем затримок. Зокрема, відсутня залежність швидкості передачі потоків у телекомунікаційних пакетних мережах від задіяного типу кодування та формату модуляції на фізичному рівні передачі інформації;

– в недостатньому обсязі обґрунтовані початкові умови контролю затримок у телекомунікаційних пакетних мережах через відсутність врахування джитеру інформаційних потоків;

– зустрічаються деякі не зовсім коректні вирази у тексті роботи, наприклад, в окремих місцях «задачі розв'язуються», в інших «задачі вирішуються»; замість «доказ теореми» повинно бути «доведення теореми»; замість «...в якості...» (стор. 52, 54, 90, 91 та інші), повинно бути «як».

Проте відзначені зауваження суттєво не впливають на загальну позитивну оцінку та науково-практичне значення дисертаційної роботи.

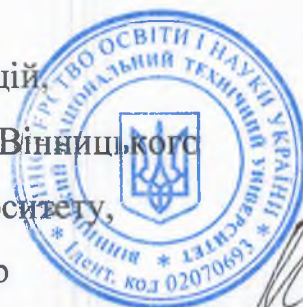
Загальний висновок по дисертаційній роботі

Дисертаційна робота Тихонової Олени Вікторівни на тему “Конвеєрно-модульний метод інтеграції мультимедійних потоків з контролем затримок в пакетних телекомунікаційних мережах” є завершеним науковим дослідженням, в якому розв’язана актуальна науково-прикладна задача створення ефективного механізму для сумісної передачі мультимедійних потоків з контролем затримок даних реального часу в пакетних телекомунікаційних мережах.

Зміст роботи відповідає паспорту спеціальності 05.12.02 – телекомунікаційні системи та мережі. Отримані в роботі нові наукові результати, а також зроблені висновки, є науково-обґрунтованими, достовірність яких не викликає сумнівів.

Розглянута дисертаційна робота в цілому відповідає вимогам п. 9, пп. 11-14 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567, а її автор Тихонова О.В. заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за вказаною спеціальністю.

Декан факультету інфокомунікацій,
радіоелектроніки та наносистем Вінницького
національного технічного університету,
доктор технічних наук, професор



Підпис *Кичак В.М.*
ПОСВІДЧУЮ
Зав. канцелярією

В.М. Кичак