

Голові спеціалізованої вченої ради ДФ 26.861.010
Макаренку Анатолію Олександровичу
Державний університет телекомунікацій
03110, м. Київ, вул. Солом'янська, 7

ВІДГУК

офіційного опонента, завідувача кафедри кібербезпеки та комп'ютерної інженерії Київського національного університету будівництва і архітектури, доктора технічних наук, професора Хлапоніна Юрія Івановича на дисертаційну роботу Березівського Максима Юрійовича за темою: «Моделі і методи підвищення ефективності передачі трафіку в мережах VANET», представлену на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 172 – Телекомунікації та радіотехніка, галузь знань 17 – Електроніка та телекомунікації

Актуальність обраної теми

На початку XXI століття, в рамках концепції Інтернету Речей (IoT) зародився новий напрямок розвитку, метою якого стало створення інфокомунікаційної структури, яка дозволила б забезпечити учасників дорожнього руху не тільки інформацією, пов'язаною з безпекою, але і додатковими видами інформаційних послуг. Даний напрямок отримав назву Інтелектуальні Транспортні Системи (ІТС). Одним з найважливіших компонентів ІТС, які відповідають за формування мережевої структури, є автомобільні мережі VANET (Vehicular Ad Hoc Networks).

Специфіка даного класу мереж, обумовлена наступними факторами, а саме:

1) Динамічна топологія: в VANET вузли рухаються з порівняно високою швидкістю, можуть змінювати напрямок руху непередбачуваним чином, в результаті чого топологія мережі часто змінюється.

2) Нерівномірність щільності вузлів: як правило, щільність розташування транспортних засобів на трасі нерівномірна, залежить і від часу, і від місцевості.

08.04.2018

3) Обмеження руху: можна вважати, що рух автомобілів обмежений трасами і прилеглої до них територією.

4) Наявність перешкод (будівель, споруд тощо): в VANET рух вузлів здійснюється по проїжджій частині дороги, яка, як правило, оточена дорожньою інфраструктурою та різного виду будівлями, що створює перешкоду для поширення радіохвиль.

5) Відсутність єдиного центру управління та контролю над топологією: VANET є децентралізованими мережами, що об'єднують вузли на великих територіях. При цьому неможливо виділити єдиний центр (базову станцію), за допомогою якого можна було б організувати і підтримувати топологію.

6) Нерівномірність комунікаційного трафіку і проблеми забезпечення якості обслуговування і безпеки: оскільки транспортний потік нерівномірний, обсяги переданої інформації також можуть змінюватися з плином часу. Сучасні мультимедійні додатки, можуть викликати відмову мережі в обслуговуванні. При цьому різні додатки мають різні вимоги до якості обслуговування.

Впровадження систем на основі спеціалізованої автомобільної мережі вимагає рішення безлічі питань, що належать до різних предметних областей. Спектр даних питань варіюється від економічних аспектів впровадження до методів і алгоритмів роботи розроблюваних додатків.

Для вирішення цих питань в більшості випадків необхідно мати математичну модель мережі автомобільного транспорту.

З урахуванням вищеописаного, очевидно, що організація інформаційного обміну в мережах VANET, вимагає проведення додаткових досліджень, та є **актуальною науково-прикладною задачею.**

Об'єкт дослідження - процес підвищення ефективності передачі даних в мережах VANET.

Предмет дослідження – протоколи маршрутизації спеціалізованих бездротових мереж автомобільного транспорту.

Мета дисертаційної роботи - підвищення ефективності передачі даних в мережах VANET.

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі вирішуються наступні задачі:

В рамках дисертаційної роботи вирішувалися такі основні завдання:

1. Розробка комплексних критеріїв якості передачі даних для спеціалізованих бездротових мереж відповідно до класів їх цільового використання;

2. Розробка імітаційної моделі спеціалізованих бездротових мереж, яка включає в себе математичні моделі топології, моделі бездротових каналів зв'язку, моделі мережевого навантаження і алгоритмів, що управляють кінцевим пристроєм;

3. Реалізація розробленої імітаційної моделі з використанням інструментальних засобів моделювання мереж;

4. Розробка методики вибору і оцінки алгоритмів маршрутизації для спеціалізованих мереж VANET.

5. Розробка протоколу маршрутизації адаптованого для мереж VANET;

7. Оцінка ефективності розробленого протоколу маршрутизації для мереж VANET.

Наукова новизна дисертаційної роботи

1. Вперше розроблено критерії комплексної оцінки якості спеціалізованих бездротових мереж, які орієнтовані на практичні завдання, які вирішуються з використанням мереж VANET. Розроблені критерії дозволяють використовуючи інтегральні оцінки ефективності, проводити порівняння спеціалізованих бездротових мереж, призначених для вирішення цільових завдань різного класу.

2. Розроблена методика оцінки і порівняння протоколів маршрутизації для бездротових мереж автомобільного транспорту. Застосування цієї методики дозволило підвищити ефективність протоколів маршрутизації.

3. Вперше запропонований спеціалізований протокол маршрутизації для бездротових мереж автомобільного транспорту, який дозволяє збільшити ефективність роботи мережі для деяких випадків (дорожніх ситуацій) більш ніж на 46%.

4. Набуло подальшого розвитку імітаційне моделювання спеціалізованих бездротових мереж. Розроблено об'єктно-орієнтована потокова імітаційна модель спеціалізованої бездротової мережі автомобільного транспорту. Основною відмінністю моделі є використання об'єктно-орієнтованого підходу для подання окремих компонентів мережі і зв'язків між цими компонентами. Даний підхід забезпечує архітектурну і функціональну відповідність моделі фізичної системі, простоту впровадження нових і заміни існуючих класів об'єктів без зміни концептуальної структури моделі, можливість налаштування параметрів і вихідних даних моделі під завдання дослідження.

Методи досліджень, використані в дисертаційній роботі

Для досягнення поставлених в дисертаційній роботі задач використана теорія передачі дискретних повідомлень, теорія графів, статистична теорія зв'язку, методи теорії інформації, методи системного аналізу, елементи методів теорії ієрархічних багаторівневих систем, методи математичного та імітаційного моделювання.

Зв'язок дисертаційної роботи з науковими програмами, планами та темами

Обраний напрям досліджень відповідає тематиці науково-дослідних робіт, виконаних у Державному університеті телекомунікацій, а саме: 2017-2021 рр.-“Дослідження надійності телекомунікаційних мереж” (РК № 0114U000404), “Методика розробки безпроводової мережі високої щільності на базі технології Aruba Instans” (РК № 0118U004553), “Методика підвищення ефективності систем управління безпроводовими мережами на основі векторного синтезу” (РК № 0118U004552).

Загальна характеристика дисертаційної роботи

У вступі обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету і завдання дослідження, визначено об'єкт, предмет, методи дослідження, визначено наукову новизну і практичне значення одержаних результатів, представлено загальну характеристику роботи, структуру та обсяг

дисертації. Наведено відомості про впровадження результатів роботи, апробацію, особистий внесок автора, а також публікації за темою дисертації.

У першому розділі проводиться огляд сучасної концепції розвитку цілі і завдання інтелектуальних транспортних систем. Також проведено аналіз найбільших зарубіжних проектів впровадження ІТС.

Проведено аналіз стандартизації складу, інтерфейсів взаємодії, структур даних і систем управління VANET мереж. Проаналізовано архітектуру і склад мереж VANET.

Наведено класифікацію сучасних протоколів маршрутизації для бездротових мереж VANET, проведено аналіз їх особливостей.

Названі основні проблеми, пов'язані з побудовою та функціонуванням спеціалізованих мереж VANET. На основі проведеного аналізу, сформульовано завдання дослідження.

У другому розділі розроблено математичні моделі для спеціалізованих бездротових мереж VANET, а також проведено аналіз основних параметрів мереж даного класу, що впливають на її поведінку та продуктивність. Запропоновані моделі мережевого навантаження дозволяють моделювати трафік мереж VANET. Для моделювання трафіку загального призначення розглянуті стандартні моделі мережевого навантаження. Розроблена модель дозволяє провести моделювати розглянутих мереж.

У третьому розділі були запропоновані комплексні критерії оцінки якості передачі даних в мережах VANET. Запропоновано спеціалізований протокол маршрутизації FSRM, який може бути застосований в мережах автомобільного транспорту. Для оцінки якості протоколів маршрутизації, що працюють в мережах VANET, була розроблена методика оцінки та порівняння їх якості.

У четвертому розділі було розроблено та реалізовано імітаційну модель мережі VANET. Були розглянуті існуючі системи імітаційного моделювання, проаналізовані їх переваги і недоліки. За допомогою реалізованої імітаційної моделі були отримані чисельні показники якості передачі даних для мереж, що використовують різні протоколи маршрутизації. Експериментально доведено

ефективність розробленого протоколу FSRM. Даний протокол дозволяє підвищити ефективність роботи мережі.

Висновки дисертаційної роботи підкреслюють наукову новизну і практичну цінність досліджень.

Список використаних джерел та посилань на них у тексті дисертації свідчить, що під час роботи було проаналізовано всі сучасні результати наукових досліджень провідних вчених світу.

Теоретичні та практичні результати дисертаційної роботи достатньо висвітлені в публікаціях фахових наукових журналів та на науково-технічних міжнародних конференціях.

Ступінь обґрунтованості і достовірність наукових результатів, висновків та рекомендацій сформульованих у дисертації

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів, висновків та рекомендацій, викладених в дисертаційній роботі Березівського М.Ю. впливають з подальшого:

теоретичні дослідження досягаються ретельним багатостороннім системним аналізом реально існуючих процесів у галузі інформаційних технологій взагалі та в об'єкті дослідження зокрема;

отримані теоретичні матеріали добре узгоджуються з відомими фактами, не суперечать теорії;

матеріали дисертації доповідались і обговорювались на міжнародних науково-технічних конференціях та семінарах.

Підтвердження повноти викладу основних результатів дисертації в наукових фахових виданнях.

Наукова новизна наявна та достатня для дисертації доктора філософії. Основні наукові і практичні результати, що отримані автором в ході дисертаційного дослідження, опубліковано з необхідною повнотою у 6 наукових працях. Серед праць 2 наукові статті у періодичних наукових виданнях інших держав, які входять до Організації економічного співробітництва та розвитку та/або Європейського Союзу; 2 статті – в наукових виданнях, включених до переліку наукових фахових видань України.

Відповідність змісту основних положень та зауваження до дисертації

Зміст дисертаційної роботи відповідає основним вимогам ДАК України і дає повне уявлення про отримані результати дослідження та їх наукову новизну та практичну значимість.

Разом з тим, у дисертації існують деякі **недоліки**, що вимагають певних зауважень:

1. В першому розділі не наведено аналіз стану наукових досліджень та впровадження інтелектуальних транспортних систем в Україні.

2. В другому розділі при розгляді математичної моделі радіопокриття безліч каналів зв'язку представлені ребрами графа. Ваги ребер графа представляють метрики відповідних каналів, але в роботі не зазначені можливі метрики або сукупність таких метрик.

3. В третьому розділі доцільно було б навести приклад, в яких саме ситуаціях пропонується критерій максимального середнього часу доставки буде відображати продуктивність роботи системи.

4. В четвертому розділі не проведено порівняння існуючих систем імітаційного моделювання та не обґрунтовано вибір пакету Network Simulator 2 (NS-2) для проведення досліджень.

5. Чи (як) враховує запропонований спеціалізований протокол маршрутизації для бездротових мереж автомобільного транспорту вимоги стандарту IEEE 1609.2 a-2017 для забезпечення безпеки при взаємодії об'єктів WAVE, такі як конфіденційність, аутентифікація, авторизація і цілісність?

6. В формулі 2.2. незрозумілим є параметр L – коефіцієнт втрати, а в формулі 2.3. модель інтенсивності радіосигналу розрахована для вакууму, хоча треба враховувати, що середовище передачі може бути неоднорідним. Під впливом такого середовища виникають неоднорідності інтенсивності сигналу.

Відзначені зауваження не впливають на загальну, безперечно, позитивну оцінку дисертаційної роботи, оскільки робота має завершеність, а одержані нові наукові результати доцільні до впровадження в комп'ютерних мережах України.

Висновок

Вивчення дисертаційної роботи та опублікованих здобувачем наукових праць дозволяє стверджувати, що дисертаційна робота виконана на актуальну тему, являє собою завершене наукове дослідження, що містить нові обґрунтовані наукові результати, які у сукупності є вирішенням сформульованої вище наукової задачі та відповідає вимогам пп. 9-18 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України, а її автор – Березівський Максим Юрійович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктор філософії за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» галузі знань 17 – Електроніка та телекомунікації.

Офіційний опонент,

Завідувач кафедри кібербезпеки та комп'ютерної інженерії

Київського національного університету будівництва і архітектури

доктор технічних наук, професор

Ю.І.ХЛАПОНІН

«08» квітня 2021 р.

Підпис Хлапоніна Ю.І. засвідчую:

Вчений секретар Вченої ради Київського національного

університету будівництва і архітектури



О.С.ПЕТРЕНКО