

Голові спеціалізованої вченої ради ДФ 26.861.010
МАКАРЕНКУ АНАТОЛІЮ ОЛЕКСАНДРОВИЧУ
Державний університет телекомунікацій
03110, м. Київ, вул. Солом'янська, 7

ВІДГУК

**офіційного опонента, доктора технічних наук, професора
ЖУРАКОВСЬКОГО Богдана Юрійовича
на дисертацію БЕРЕЗІВСЬКОГО Максима Юрійовича за темою:
«Моделі і методи підвищення ефективності передачі трафіку в
мережах VANET», подану на здобуття
наукового ступеня
доктора філософії за спеціальністю
172 «Телекомунікації та радіотехніка»
галузі знань 17 – Електроніка та телекомунікації**

Актуальність теми дисертації

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. У процесі вирішення цих питань, доводиться враховувати фундаментальні відмінності мереж VANET від інших, більш стабільних за своїми характеристиками мереж зв'язку з рухомими об'єктами.

Серед таких відмінностей в роботі зазначені: стрімка зміна щільності і складу мережі, що призводить до частої зміни топології і сильної фрагментації; висока щільність вузлів, у сукупності з можливістю зміни рівня потужності сигналу, який передається, тягне за собою високий рівень інтерференції; низька передбачуваність мережевої структури у зв'язку з можливістю зміни складу мережі в якості реакції на ДТП.

Зазначені особливості мереж VANET викликають складності при реалізації пріоритетного сервісу, який полягає в надійному і своєчасному інформуванні учасників дорожнього руху про небезпеку.

Незважаючи на велику кількість досліджень в області протоколів маршрутизації VANET, проблема оцінки якості та стійкості роботи заснованих на цих протоколах систем є актуальною і донині.

Недоліком проведених на сьогоднішній день досліджень є відсутність методів оцінки та порівняння протоколів маршрутизації для даних мереж. Прийнята в даний час методика порівняння протоколів не дозволяє оцінити доцільність застосування конкретних рішень в тому чи іншому випадку. Таким чином, є необхідність створення методу оцінки і порівняння існуючих і розроблюваних протоколів маршрутизації для мереж VANET.

30 03 21 424

З урахуванням вищеописаного, очевидно, що область організації інформаційного обміну в мережах VANET, вимагає проведення додаткових досліджень, а тема дисертації є актуальною.

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 інтелектуальних транспортних систем. Для цього виконується детальний аналіз стандартизації даної області на міжнародній арені. Також наводяться приклади найбільших проєктів, які реалізують ідеологію ІТС.

Проведено аналіз і описані стандарти та протоколи фізичного і каналного рівнів для бездротових мереж VANET. Розглянуто поширені алгоритми, що визначають поведінку VANET мереж. Наведено класифікацію сучасних протоколів маршрутизації для бездротових мереж VANET, проведено аналіз їх продуктивності.

В кінці першого розділу сформульовані основні проблеми, пов'язані з побудовою та функціонуванням спеціалізованих мереж VANET. На основі проведеного аналізу, пропонується підхід до дослідження мереж даного класу.

У другому розділі розроблені 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.

У третьому розділі були розроблені комплексні критерії оцінки якості передачі даних в мережах VANET. Також був розроблений спеціалізований протокол маршрутизації FSRM. Для оцінки якості протоколів маршрутизації, що працюють в мережах VANET, була розроблена методика оцінки та порівняння їх якості.

У четвертому розділі була реалізована імітаційна модель мережі VANET. Розглянуті існуючі системи імітаційного моделювання, 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 для деяких випадків (дорожніх ситуацій) більш ніж на 46%. 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.

Наукова новизна дисертаційної роботи

Метою дисертаційної роботи - є підвищення ефективності передачі даних в мережах VANET.

Для досягнення поставленої мети в рамках дисертаційної роботи вирішувалися такі **основні завдання**:

- розробка комплексних критеріїв якості передачі даних для спеціалізованих бездротових мереж відповідно до класів їх цільового використання;
- 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;
- реалізація розробленої імітаційної моделі з використанням інструментальних засобів моделювання мереж;
- розробка методики вибору і оцінки алгоритмів маршрутизації для спеціалізованих мереж VANET.
- розробка протоколу маршрутизації адаптованого для мереж VANET;
- оцінка ефективності розробленого протоколу маршрутизації для мереж VANET.

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

Предмет дослідження – протоколи маршрутизації спеціалізованих безпроводових мереж автомобільного транспорту.

Наукова новизна полягає в наступному:

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. Розроблена 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 фізичній 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).

Обґрунтованість і достовірність наукових результатів, висновків та рекомендацій

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.

Недоліки та зауваження до дисертації

1. В першому розділі доцільно було б більш детально проаналізувати недоліки існуючих в мережах автомобільного транспорту протоколів маршрутизації.

2. В другому розділі не розглянуті математичні моделі мережевого навантаження в VANET.

3. В третьому розділі доцільно було б привести аналіз існуючих критеріїв та показників оцінки якості передачі даних для безпроводових систем.

4. В четвертому розділі проведено порівняння продуктивності лише двох протоколів маршрутизації. Доцільно було б провести аналіз декількох протоколів працюючих за різними алгоритмами.

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 та системах України.

Висновок

Вивчення дисертаційної роботи та опублікованих здобувачем наукових праць дозволяє стверджувати, що дисертаційна робота виконана на актуальну тему, являє собою логічно 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,
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри технічної кібернетики
Національного технічного університету України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Підпис д.т.н., професора Жураковського Б.Ю. засвідчую,

