

РЕЦЕНЗІЯ

рецензента

доктора технічних наук, доцента,

завідувача кафедри Штучного інтелекту

Навчально-наукового інституту інформаційних технологій

Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій.

Зінченко Ольги Валеріївни

на дисертаційну роботу **Козлова Дмитра Євгеновича** на тему:

«Метод побудови сенсорних мереж на базі самоорганізації»,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 123 – Комп'ютерна інженерія

Актуальність теми

Дисертаційне дослідження Козлова Д.Є. присвячено вирішенню актуальної наукової задачі підвищення ефективності бездротових сенсорних мереж Інтернету речей шляхом розробки методу вибору оптимальної конфігурації мультипротокольної мережі у поєднанні із застосуванням методу мережевої самоорганізації.

Централізовані архітектури з використанням шлюзу як єдиної точки прийому даних та класичні підходи до конфігурування сенсорних мереж у топології «зірка» обмежені у гнучкості, не здатні забезпечити автоматичну адаптацію до змін топології та часто не враховують специфіку прикладних задач на ранніх етапах проектування.

Завдяки децентралізованому функціонуванню самоорганізованих мереж суттєво знижується ризик виникнення єдиної точки відмови, притаманної класичним централізованим архітектурам. У разі виходу з ладу окремого шлюзу або зміни доступності каналів зв'язку, сенсорна мережа автоматично перебудовує маршрути передачі даних, використовуючи сусідні вузли як проміжні ретранслятори. Це забезпечує підвищену стійкість до відмов і здатність підтримувати безперервний обмін інформацією у складних або динамічно змінюваних умовах експлуатації.

Впровадження механізмів самоорганізації у сенсорних IoT-мережах відкриває нові можливості для підвищення адаптивності, масштабованості й автономності інфраструктурних рішень, що є критично важливим для побудови сучасних цифрових систем збору та передачі даних.

Розробка методу відбору мережевих технологій для мультипротокольних сенсорних мереж обумовлена необхідністю забезпечення оптимального балансу між продуктивністю, енергоефективністю, масштабованістю та стійкістю систем до відмов у різних умовах експлуатації. У зв'язку з різноманітністю сучасних технологічних рішень і сценаріїв застосування, саме формалізовані підходи до багатокритеріального вибору конфігурації мережі дозволяють мінімізувати ризики невдалого впровадження, знизити експлуатаційні витрати та забезпечити стабільну роботу IoT-інфраструктури відповідно до конкретних прикладних вимог.

Таким чином, наукове завдання розробки методу вибору конфігурації бездротової сенсорної мережі та використання принципів мережевої самоорганізації, яке є основою дисертаційної роботи Козлова Д.Є., відкриває нові можливості для підвищення адаптивності, масштабованості й автономності інфраструктурних рішень, що є критично важливим для побудови сучасних цифрових систем збору та передачі даних.

Обґрунтованість наукових результатів, висновків і рекомендацій

Усі наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертаційному дослідженні, є обґрунтованими та достовірними. Це підтверджується коректною постановкою завдань, використанням сучасного математичного апарату та їх узгодженістю з відомими підходами. У роботі застосовано методи аналізу, моделювання та експериментальні дослідження, що забезпечують належний рівень об'єктивності й надійності отриманих результатів.

Новизна наукових результатів дослідження

В результаті наукових досліджень автором отримані наступні нові наукові результати:

1. Вперше розроблено модель мультипротокової сенсорної мережі, яка за рахунок використання багатокритеріального аналізу та теорії розподілених систем, дозволяє визначити оптимальну конфігурацію мережі.

2. Удосконалено метод взаємодії вузлів сенсорної мережі, який за рахунок використання розробленої моделі мультипротокової сенсорної мережі та комплексного врахування спектральних параметрів сигналу, дозволяє підвищити ефективність передавання повідомлень у сенсорній мережі.

3. Вперше розроблено метод визначення маршруту передавання даних між вузлами сенсорної мережі, який за рахунок удосконаленого методу взаємодії вузлів сенсорної мережі та врахування параметрів сенсорної мережі на основі теорії зважених графів та самоорганізації дозволяє підвищити коефіцієнт доставки повідомлень.

Здобуті наукові результати мають вагоме теоретичне й практичне значення для подальшого розвитку методів проектування сенсорних мереж. Запропонована у роботі математична модель вибору мультипротокової мережі забезпечує обґрунтований вибір оптимальної технології побудови мережі з урахуванням специфіки застосування.

Впровадження механізмів самоорганізації дозволяє істотно підвищити коефіцієнт доставки повідомлень і загальну надійність інформаційної взаємодії.

Практична реалізація отриманих результатів сприяє підвищенню якості передачі даних, забезпечує масштабованість сенсорних мереж і їхню адаптацію до динамічних змін середовища, що є надзвичайно важливим для сучасних і майбутніх IoT-застосувань.

Практична цінність отриманих результатів

Практична цінність дисертації полягає у розробці методу та алгоритмів, які підвищують ефективність, надійність і адаптивність мереж Інтернету речей. Запропоновані рішення дозволяють оптимізувати передачу даних, зменшити

затримки та забезпечити стабільну роботу систем у складних умовах розгортання та експлуатації.

Результати програмного моделювання, що були отримані в роботі є цінним джерелом даних для інженерів, які можуть використовувати їх на ранніх етапах проектування IoT-систем, сприяючи оптимальному вибору параметрів і зниженню витрат на впровадження мережі.

Результати наукових досліджень впроваджені у виробничі процеси на підприємствах ТОВ «КАРНІФЕКС», ТОВ «УКР-ОН» та в навчальному процесі Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій.

Повнота викладу основних результатів дисертації в публікаціях

За результатами досліджень опубліковано 5 праць у фахових наукових виданнях. Апробація відбувалась на конференціях в період з 2021 по 2024 роки, матеріали яких опубліковано у 4 працях наукових конференцій.

Відповідність академічній доброчесності

Здобувач наукового ступеня доктора філософії Козлов Д.Є. дотримався принципів академічної доброчесності, здійснивши ретельний огляд і аналіз попередніх наукових досліджень із належним використанням їх результатів як основи для власної роботи. У дисертації коректно оформлені всі посилання на використані джерела, що також наведені у списку літератури. Наукові публікації автора є відкритими для пошуку через сучасні пошукові системи й представлені у провідних наукометричних базах. Під час ознайомлення з дисертацією порушень академічної доброчесності не виявлено.

Зміст дисертації та оформлення роботи

Дисертація є завершеною науковою роботою. Її обсяг, структура, зміст і оформлення відповідають вимогам, що висуваються до дисертацій встановлених наказом Міністерства освіти і науки України №40 від 12.01.2017. Робота відповідає спеціальності 123 – Комп'ютерна інженерія.

Недоліки та зауваження

1. У дисертаційній роботі проведено аналіз сучасних архітектур і протоколів IoT, проте доцільним було б розглянути альтернативні підходи до мережевої самоорганізації, що використовують алгоритми машинного навчання, які демонструють перспективність для підвищення ефективності та адаптивності сенсорних мереж.

2. У межах дослідження було здійснено оцінку методу визначення маршруту передачі даних між вузлами на основі симуляційного моделювання, що дало змогу проаналізувати масштабованість та ефективність функціонування мережі. Проте для отримання більш достовірних результатів було б доцільно провести експериментальні дослідження із застосуванням фізичного обладнання в умовах, що максимально наближені до реальних умов експлуатації мережі.

3. Перехід від централізованої архітектури до децентралізованої сенсорної мережі дозволяє розширити функціональні можливості IoT-систем, але призводить до зростання енергоспоживання окремих вузлів. Додавання функцій маршрутизації і ретрансляції пакетів вимагає від кінцевих пристроїв виконання додаткових обчислювальних завдань, що скорочує термін автономної роботи пристроїв та підвищує вимоги до джерел живлення. Доцільно було б проаналізувати та знайти рішення для вирішення цього недоліку.

Вказані недоліки не знижують наукової цінності та практичного значення одержаних в дисертаційній роботі наукових результатів і, внаслідок цього, її позитивну оцінку в цілому.

Висновок

Дисертаційна робота Козлова Дмитра Євгеновича є завершеною кваліфікаційною науковою працею, у якій отримано нові наукові результати, що мають теоретичне і практичне значення. У сукупності отримані результати становлять вагомий внесок у вирішення актуального наукового завдання, що полягає у розробці методу оцінки конфігурацій та самоорганізації для сенсорних мереж. Запропонований в дисертації метод та технічні рішення забезпечують підвищення ефективності побудови та функціонування бездротових сенсорних

мереж, сприяють зниженню затримок, оптимізації енергоспоживання та підвищенню надійності інформаційних процесів в умовах масштабованих і динамічних IoT-систем.

Робота виконана здобувачем самостійно у вигляді спеціально підготовленої друкованої праці, в якій чітко окреслено його особистий внесок у розвиток методів інформаційної взаємодії та оцінювання сенсорних мереж Інтернету речей. Представлені у роботі результати спрямовані на вдосконалення процесів передачі даних, оптимізацію використання ресурсів і підвищення надійності функціонування IoT-мереж, що повністю відповідає сучасним вимогам до проєктування та впровадження технологій цієї сфери.

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, а її автор, Козлов Дмитро Євгенович заслуговує присудження йому наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 123 Комп'ютерна інженерія.

Рецензент

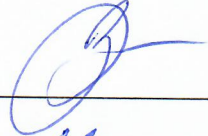
завідувач кафедри Штучного інтелекту

ННІ інформаційних технологій

Державного університету

інформаційно-комунікаційних технологій,

доктор технічних наук, доцент


Ольга ЗІНЧЕНКО
« 22 » 04 2025 р.