

ВІДЗИВ

офіційного опонента на дисертаційну роботу Яцківа Василя Васильовича «Теоретичні основи створення і структурна організація компонентів безпроводних сенсорних мереж підвищеної ефективності», що подана на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти

1. Актуальність теми дослідження

Безпроводні мережеві технології відіграють істотну роль у сучасному розвитку розподілених комп'ютерних систем та мають значні перспективи для подальшого вдосконалення та поширення. Важливе місце серед них займають безпроводні сенсорні мережі, які демонструють високу ефективність при вирішенні кола (певних) задач, зокрема в системах моніторингу, включаючи області критичного застосування.

Однак при використанні безпроводних сенсорних мереж існує ряд обмежень, що спричинені, перш за все, автономністю їхнього функціонування й живлення. Тому варто приділити увагу енергетичним витратам, більша частина яких припадає на процеси передачі даних, в тому числі протидії завадам, що спотворюють дані та потребують завадостійкого кодування й затрат додаткових обчислювальних ресурсів.

Отже, актуальною задачею є розробка принципів побудови та організації функціонування безпроводних сенсорних мереж, реалізація їх компонентів, а також дослідження їх характеристик та оцінювання ефективності їх застосування. Вирішення цих задач є безумовно актуальною науково-прикладною проблемою.

Дисертаційна робота виконувалась згідно з планами науково-дослідних робіт Науково-дослідного інституту інтелектуальних комп'ютерних систем та факультету комп'ютерних інформаційних технологій Тернопільського національного економічного університету.

2. Структура дисертації

У вступі показано актуальність теми дисертації, мету, задачі досліджень та сформульовано її основні наукові положення, що виносяться на захист, нові наукові результати та їх практичне значення.

Перший розділ дисертації присвячено огляду та аналізу способів побудови, галузей застосування та тенденцій розвитку безпроводних сенсорних мереж. Проведено аналіз підходів до підвищення надійності та пропускної здатності вказаного класу мереж. Визначено проблемні питання та напрямки підвищення ефективності безпроводних сенсорних мереж, обґрунтовано актуальність їх вирішення та сформульовано завдання, які потрібно для цього виконати.

Другий розділ дисертаційної роботи присвячено питанням розробки методів підвищення продуктивності сенсорних мережах на основі системи залишкових класів. Розроблено метод мережного кодування даних, який за рахунок поділу або об'єднання повідомлень у проміжних вузлах мережі забезпечує рівномірне балансування трафіку, завдяки чому досягається підвищення загальної пропускної здатності безпроводної сенсорної мережі. Запропоновано метод перетворення та обробки зображень в безпроводних сенсорних мережах, який за рахунок обробки залишків малої розрядності та паралельного стиснення частин зображення забезпечує високу швидкодію.

У третьому розділі на основі розвитку модулярних коректуючих кодів розроблено теоретичні основи підвищення надійності передачі даних у безпроводних сенсорних мережах. На основі удосконалених модулярних коректуючих кодів розроблено метод виправлення багатократних помилок.

Запропоновано двовимірний контроль помилок на основі модулярних коректуючих кодів, в якому перевіірочні символи обчислюються по рядках і стовпцях матриці даних, що дає змогу підвищити коректуючу здатність модулярних кодів. Розроблено метод виявлення та виправлення помилок при виконанні арифметичних операцій. Розроблено структуру пристрою виправлення помилок, яка реалізує запропонований метод виправлення помилок при виконанні арифметичних операцій. Отримав подальшого

розвитку метод виправлення пакетів помилок при передачі мультимедійних даних у безпроводних сенсорних мережах за рахунок використання декомпозиції пакетів і модулярних коректуючих кодів.

У четвертому розділі дисертаційної роботи запропоновано концепцію побудови безпроводних сенсорних мереж, яка базується на принципах колективного інтелекту та розподіленого управління. Основною перевагою запропонованої концепції є те, що кожний безпроводний вузол мережі виділяє частину своїх обчислювальних ресурсів для функціонування розподіленого процесора, тобто є, по суті, його частиною. Функціонування розподіленого процесора забезпечується системою елементарних комунікацій між вузлами мережі.

На основі запропонованого методу мережного кодування розроблено протокол передачі даних в безпроводних сенсорних мережах, який за рахунок використання зарезервованих полів є сумісним зі стандартними протоколами.

Розроблено алгоритм передачі даних у безпроводних сенсорних мережах, який дає змогу адаптивно змінювати коректуючу здатність коду при зміні параметрів каналів передачі даних.

П'ятий розділ присвячено розробленню компонентів, які забезпечують підвищення надійності роботи безпроводних сенсорних мереж. Розроблено пристрій виявлення та виправлення однократних помилок на основі модулярних коректуючих кодів. Синтезовано на ПЛІС пристрій виправлення помилок у двох інформаційних символах з використанням модулярних коректуючих кодів. Розроблено пристрій багаторівневого перетворення даних з системи залишкових класів у позиційний код.

Шостий розділ присвячений розробці, моделюванню та впровадженню вдосконалених безпроводних сенсорних мереж. Проведено моделювання роботи мережі з використанням різних схем контролю помилок. Розроблено методику та проведено експериментальне тестування каналів зв'язку безпроводних сенсорних мереж. Розроблено структуру безпроводного вузла для збору та обробки мультимедійних даних. Вдосконалено систему дистанційного керування технологічними процесами „СТРІЛА-М” за рахунок модифікації протоколу передачі даних та використання модулярних коректуючих кодів.

У висновках викладено основні наукові та практичні результати дисертаційної роботи.

У додатках наведено копії актів про впровадження результатів дисертаційної роботи.

3. Особистий внесок автора в отримання наукових результатів, представлених в роботі, та ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій.

Усі положення, що становлять суть дисертації, були сформульовані автором самостійно. В дисертаційній роботі автором вирішено актуальну проблему підвищення ефективності функціонування безпроводних сенсорних мереж шляхом розробки та впровадження теоретичних основ, методів та засобів перетворення, обробки і передачі даних на основі системи залишкових класів та модулярної арифметики. Для цього запропоновано модулярні коректуючі коди, які підвищують надійність передачі даних, а також метод контролю правильності виконання арифметичних операцій в цифрових пристроях, та структури пристроїв та приклади реалізації її базових компонентів. Варто підкреслити, що базові компоненти, які забезпечують підвищення надійності передачі, були реалізовані в межах дисертаційної роботи та знайшли впровадження у виробництві, що доводить її теоретичну та практичну значимість.

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані у дисертаційній роботі, є достовірними та обґрунтованими, що забезпечується коректністю вибраних методів дослідження: методів теорії чисел, методів завадостійкого кодування даних; методів побудови розподілених комп'ютерних систем та принципи інтелекту рою; прикладної теорії цифрових автоматів, методів синтезу й аналізу цифрових схем; теорії та методів стиснення даних; теорії, методів і засобів проектування й імплементації цифрових систем на кристалі.

4. Ступінь новизни результатів дисертаційного дослідження, повнота опублікування й апробації основних положень дисертації

Ознайомлення з дисертацією та авторефератом дає підстави вважати, що отримані в дисертації результати є дійсно новими, а роботу виконано на високому рівні.

В дисертаційній роботі отримано наступні наукові результати:

1. Розвинуто теорію мережного кодування в безпроводних сенсорних мережах на основі перетворення системи залишкових класів.

2. Розвинуто теорію побудови модулярних коректуючих кодів та методи виявлення і виправлення помилок в процесі переді та обробки даних на їх основі.

3. Розроблено концепцію побудови безпроводних сенсорних мереж на основі принципів колективного інтелекту.

4. Розроблено метод перетворення та обробки зображень в системі залишкових класів.

5. Розвинуто методи підвищення надійності передачі даних в безпроводних сенсорних мережах на основі модулярних коректуючих кодів.

Висновки сформульовані у дисертаційній роботі, відображають підсумки виконаної роботи, наукову новизну та практичну цінність проведених досліджень. Особливу цінність має практична спрямованість досліджень та експериментальне підтвердження їх результатів.

Серед отриманих результатів наукове та практичне значення мають наступні:

1. Розроблені принципи побудови, структура та основи організації функціонування компонентів для підвищення надійності передачі даних в безпроводних сенсорних мережах на основі модулярних коректуючих кодів.

2. Розроблена структура пристрою та реалізована на ПЛІС перетворення даних сенсорів, поданих у системі залишкових класів, у двійкову систему числення.

3. Розроблений програмний генератор Verilog-коду для синтезу на програмованих логічних інтегральних схемах декодера модулярних коректуючих кодів.

4. Розроблені протоколи передачі даних на основі методу мережного кодування даних та модулярних коректуючих кодів.

Результати роботи пройшли апробацію на 29 міжнародних та всеукраїнських наукових конференціях та семінарах.

Матеріали дисертації повністю висвітлено у 23 наукових публікаціях, отримано три патенти на винахід, 14 наукових праць індексовано в наукометричних базах Web of Science та Scopus.

5. Оцінка рівня викладення дисертації та відповідності вимогам, що пред'являються

Робота написана чітко, має внутрішню єдність та послідовність, добре структурована. Матеріал розділів логічно пов'язаний, що покращує сприйняття викладених положень.

Автореферат цілком відповідає змісту та основним положенням дисертаційної роботи.

Дисертація не містить положень, що були захищені у кандидатській дисертації, та відповідає спеціальності 05.13.05 “Комп’ютерні системи та компоненти”, а також вимогам пп. 9, 10, 12 “Порядку присудження наукових ступенів”.

6. Зауваження до змісту й оформлення дисертаційної роботи

1. В модифікованому методі перетворення та передачі даних, який базується на розширенні спектру методом стрибкоподібної зміни частоти і перетворенні системи залишкових класів не вказані рекомендації до вибору кількості та розрядності модулів системи залишкових класів.

2. При розробці методу перетворення та обробки зображень не наведені параметри та відсутній опис блоку відновлення залишків.

3. Автор за стиснення залишків вибрав метод арифметичного кодування, при цьому в роботі відсутнє обґрунтування такого вибору.

4. В методі виявлення та виправлення помилок при виконанні арифметичних операцій не вказано на якому етапі проводиться корекція результату з урахуванням переносів між розрядами.

5. Не вказано чи буде працювати метод виявлення та виправлення помилок при виконанні арифметичних операцій з іншими форматами представлення чисел.

6. В розділі 4.1 не наведено чисельних оцінок розрахунку живучості безпроводних сенсорних мереж побудованих на основі запропонованої концепції.

7. Недостатньо уваги приділено прикладам використання розроблених методів стосовно галузей застосування безпроводних сенсорних мереж, зокрема систем критичного застосування.

Наведені зауваження мають більше рекомендаційний характер і несуттєво знижують загальну позитивну оцінку роботи.

7. Висновки

Дисертаційна робота в цілому є завершеним науковим дослідженням, в якому отримано нові наукові та практичні результати. Вважаю, що дисертаційна робота і автореферат задовольняють вимогам, що пред'являються до дисертаційних робіт та відповідають п.п.9, 10, 12 "Порядку присудження наукових ступенів", а її автор, Яцків Василь Васильович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.05 – комп'ютерні системи та компоненти.

Офіційний опонент

професор кафедри «Комп'ютерні інтелектуальні системи та мережі» Одеського національного політехнічного університету
доктор технічних наук, професор

О. В. Дрозд

Вчений секретар Одеського національного політехнічного університету



В. І. Шевчук