

3. Farrell J.A. The global positioning system and inertial navigation / J.A. Farrell, M. Barth. – Mcrawill, New York, 1999. – 340 p.
4. Grewal M.S. Global Positioning Systems, inertial navigation and integration / M.S. Grewal, L.P. Weill, A.P. Andrews. – Wiley & Sons, New York, 2007. – 525 p.
5. Хакен Г. Инфомация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам / Г.Хакен. – М.: Дитоиал УСС, 2007. – 248 с.
6. Зыков А.А. Основы теории графов / А.А. Зыков. – М.: Наука, 1978. – 384 с.

Поступила 15.01.2018р.

УДК 004.051

Д.Д. Бондар, Львів
М.В. Жук, Львів
К.М. Обельовська, Львів
Р.В. Сидоренко, Львів

ПОРІВНЯЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ТИПІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ НА ЧАСОВІ ПОКАЗНИКИ БЕЗПРОВІДНОЇ СЕНСОРНОЇ МЕРЕЖІ

Abstract. The analysis of wireless sensor networks time characteristics with various types of routing has been performed. Simulation shows that in many cases time characteristics significantly depend on the type of routing, and are better with Flood routing.

Вступ

Безпроводні сенсорні мережі все активніше запроваджуються в різні галузі народного господарства, наукові дослідження, сфери людської діяльності, а в останні роки і в побут у вигляді Інтернету речей IoT (Internet of Things). За прогнозами провідних експертів у галузі телекомунікацій кількість безпроводних пристроїв у світі в 2018–2020 роках досягне 7 трильйонів, а сенсорні мережі, як складова IoT, у середньостроковій перспективі посядуть важливе місце серед мереж зв'язку [1]. Результатом робіт по стандартизації безпроводних сенсорних мереж стало семейство стандартів IEEE 802.15.4, яке регламентує фізичний і каналний рівні низькошвидкісних безпроводних мереж. Найбільш вживаним протоколом, що використовується на мережевому рівні в цих мережах, є протокол ZigBee, розроблений групою компаній ZigBee Alliance [2].

Сенсорні безпроводні мережі на сьогодні вивчені ще не достатньо. Дослідження, аналіз, вдосконалення та проектування безпроводних сенсорних мереж є актуальною задачею у всьому світі. Перед створенням та впровадженням безпроводної сенсорної мережі доцільно провести її моделювання в різних режимах роботи та оцінити основні параметри.

Основна частина

Для дослідження безпроводних сенсорних мереж дуже часто застосовують імітаційне моделювання [1–9]. В [3] наведений перелік як комерційних, так і безкоштовних систем моделювання бездротових мереж, які дають можливість провести моделювання безпроводної сенсорної мережі будь-якої складності. В [2] проаналізовано особливості імітаційного моделювання безпроводних сенсорних мереж стандарту IEEE 802.15.4.

Особлива увага протягом останніх років приділяється дослідженню маршрутизації в безпроводних сенсорних мережах. Наприклад, класифікація протоколів маршрутизації для сенсорних мереж та їх порівняння приведені в роботах [4-6], в [7] порівняно два алгоритми маршрутизації: LEACH та MCF, на основі яких побудовано сенсорні мережі. Стратегії вибору оптимального шляху в сенсорних мережах з сітчастою (mesh) топологією присвячена робота [8], в роботі [9] досліджується маршрутизація в сенсорних безпроводних мережах при передачі пакетів від багатьох вузлів до одного (convergecasting). При цьому в останній роботі порівнюються два типи маршрутизації: Wise-маршрутизація, яка базується на використанні дерева маршрутів, що не допускає наявності петель, та маршрутизація, при якій кожний пакет відсилається всім сусіднім вузлам, за винятком вузла звідки він прийшов. Останній вид маршрутизації називають режимом затоплення (flooding). В даній роботі досліджувався вплив типу маршрутизації (Wise і Flooding) на часові характеристики безпроводної сенсорної мережі з сітчастою топологією та з фіксованим (стаціонарним) розташуванням вузлів.

Об'єктом досліджень є безпроводна сенсорна мережа, фізичний і каналний рівні якої відповідають стандарту IEEE 802.15.4. Протоколи мережевого та прикладного рівнів відповідають специфікації ZigBee. Специфікація ZigBee орієнтована на додатки, що вимагають гарантованого безпечного передавання даних при відносно невеликих швидкостях і можливості тривалої роботи мережевих пристроїв від автономних джерел живлення. Основною особливістю технології ZigBee є те, що вона при невеликому енергоспоживанні підтримує сітчасту топологію з ретрансляцією і маршрутизацією повідомлень. Крім того, специфікація ZigBee містить можливість вибору алгоритму маршрутизації, яка відіграє значну роль в роботі безпроводних сенсорних мереж. За допомогою протоколів маршрутизації можна оптимізувати використання ресурсів сенсорної мережі, таких як витрата енергії, використання процесорного часу, пам'яті та максимізувати час життя мережі [9].

Моделювання проводилось відповідно до певних сценаріїв, в даній статті представлені результати моделювання сітчастої мережі з 10-ма стаціонарними вузлами при її роботі протягом 10 хвилин. Територія, на якій розгорталась мережа – 300 м x 300 м, інтенсивність трафіку – 1 пакет на секунду. Графічне відображення мережі показано на рис. 1.

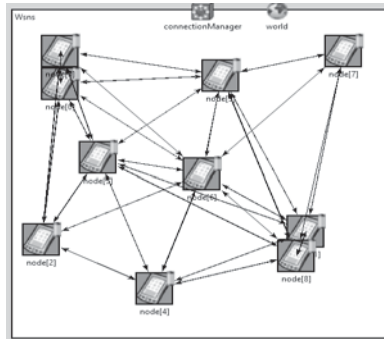


Рис. 1. Сенсорна мережа, що досліджувалась

Дослідження проводились за допомогою програмного засобу OMNeT ++ та фреймворку MiXiM.

Всі пристрої використовують стандарт IEEE 802.15.4 (mixim.modules.node.Host802154) і Zigbee на мережевому рівні (netwLayer = 'Zigbee').

Результати

Нижче представлені результати моделювання за обраним сценарієм.

На рис. 2 показані максимальні значення затримки для вузлів стаціонарної мережі при використанні маршрутизації типу WiseRoute.

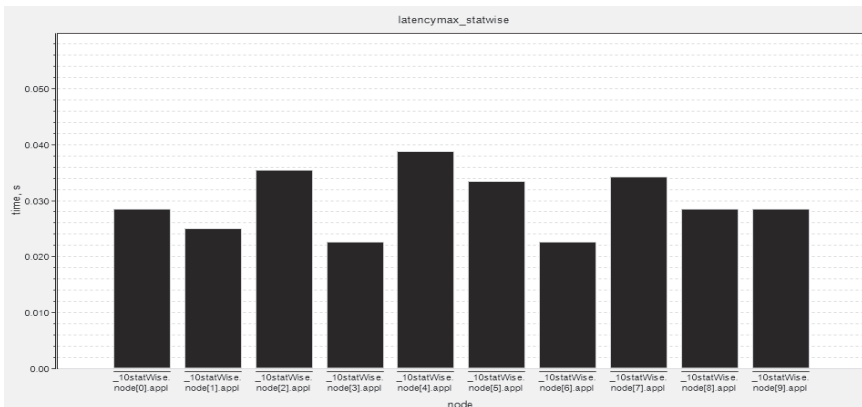


Рис. 2. Максимальні значення затримок для стаціонарної мережі з маршрутизацією типу WiseRoute

Максимальні значення затримок для вузлів стаціонарної мережі при використанні маршрутизації Flooding наведені на рис. 3.

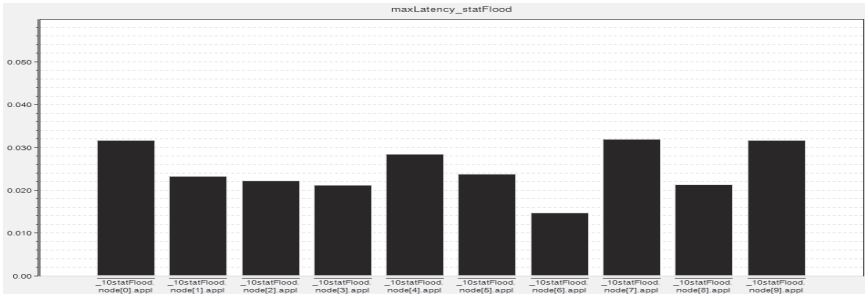


Рис. 3. Максимальні значення затримок для стаціонарної мережі з маршрутизацією типу Flooding

Рис. 4 дозволяє наглядніше проілюструвати порівняння максимальних затримок для мереж типів WiseRoute та Flooding і показує, що за даних вхідних умов використання маршрутизації Flooding для переважаної кількості вузлів забезпечує меншу затримку у порівнянні з маршрутизацією WiseRoute.

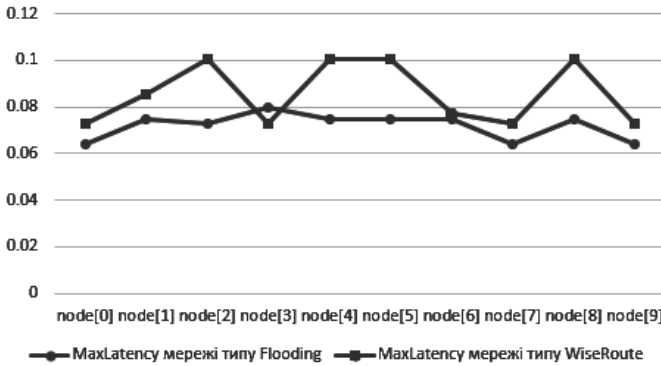


Рис. 4. Значення максимальних затримок в мережах з різним типом маршрутизації

Середні значення максимальної затримки для мереж з різним типом маршрутизації показані на рис. 5.

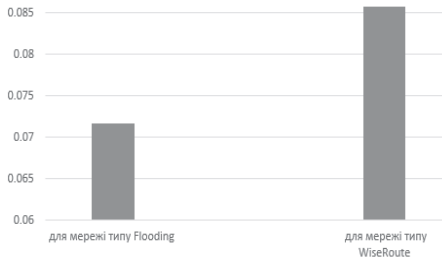


Рис. 5. Середнє значення максимальної затримки для мереж з різним типом маршрутизації

Наведені результати моделювання дають можливість порівняти часові показники сенсорної мережі при застосуванні маршрутизацій WiseRoute та Flooding. Результати ілюструють переваги маршрутизації Flooding, оскільки застосування маршрутизації WiseRoute привело до збільшення середнього значення максимальної затримки приблизно на 20 % порівняно з використанням маршрутизації Flooding.

Слід відзначити, що проведені нами експериментальні дослідження свідчать про те, що міра впливу маршрутизації на часові показники безпроводної сенсорної мережі різна для різних мереж. Для кожної конкретної мережі вона може бути визначена шляхом її імітаційного моделювання.

Висновки

Проведені дослідження показали, що використання маршрутизації типу Flooding у сенсорних мережах з стаціонарними вузлами може забезпечити кращі часові показники ніж використання маршрутизації типу WiseRoute. Конкретні значення можуть бути визначені шляхом моделювання заданої мережі при заданих умовах функціонування. Наведений у статті приклад ілюструє, що при застосуванні маршрутизації WiseRoute середнє значення максимальної затримки приблизно на 20 % більше ніж при використанні маршрутизації Flooding. Вивчення впливу різних параметрів, наприклад, кількості вузлів, площі покриття, інтенсивності потоків на часові показники сенсорних мереж при різних типах маршрутизації може бути предметом наступних досліджень.

Стаття підготована за результатами виконання сумісного українсько-австрійського науково-дослідного проекту 014 U 001612 "Моделювання трафіку і телекомунікаційних мереж".

1. *Власенко В.О.* Методи побудови безпроводних сенсорних мереж / В.О. Власенко // Зв'язок. — 2017. — №2. — С. 42–46.
2. *Галкин П. В.* Особенности имитационного моделирования беспроводных сенсорных сетей стандарта *IEEE 802.15.4*, Телекоммуникаційні та інформаційні технології. – 2015. – №2, С. 67-79.
3. *Галелюка І.Б.* Моделювання бездротових сенсорних мереж. Комп'ютерні засоби, мережі та системи. 2015, № 14, С. 141-150.
4. *Rajwinder Kaur, Gurleen Kaur Shergill*, „Review: Comparative Study of Wireless Sensor Network Protocols”, International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering Vol. 5, Issue 6, pp. 205-213, June 2016, DOI: 10.17148/IJARCC.2016.5645 205.
5. *Shikha Chahal and Nasib Singh Gill*, „Comparative Study of Various WSN Routing Protocols”, Indian Journal of Science and Technology, Vol 9(48), pp. 1-6, December 2016, DOI: 10.17485/ijst/2016/v9i48/95285.
6. *Debnath Bhattacharyya, Tai-hoon Kim and Subhajit Pal*, "A Comparative Study of Wireless Sensor Networks and Their Routing Protocols", MDPI Journal on Sensor, Vol. 10, 2010, pp. 10506-10523; doi: 10.3390/s101210506.
7. *Кузьмін О., Федека В.* Дослідження життєвого циклу безпроводних сенсорних мереж, побудованих на основі двох алгоритмів маршрутизації: LEACH та MCF.

Вісник Національного університету "Львівська політехніка": Комп'ютерні науки та інформаційні технології. N 843. (2016). С. 275-282.

8. *Pushpender Sarao, T. Raghavendra Gupta, S.Suresh*, "Optimal Route Selection Strategy in Wireless Mesh Networks", International Journal of Computer Sciences and Engineering, Vol. 6 (1), Jan 2018, pp. 238-243.

9. *Kaur L., Malhotra J.*, Comparison of Wise Route and Flooding Network Type of Convergecast Routing in Wireless Sensor Network. International Journal of Sensor and Its Applications for Control Systems. — Vol.3, No.2 (2015), pp.1-10 [Електронний ресурс].— Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.14257/ijcsacs.2015.3.2.01>

Поступила 24.01.2018р.

УДК 004.9

Б.М. Гавриш¹, к.т.н., ст. викл, О.В. Тимченко^{1, 2}, д.т.н., професор,
Р.О.Кульчицький¹, аспірант

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ АНАЛІЗУ І ОПРАЦЮВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ ТЕКСТІВ

Abstract. In this paper we consider the use of neural networks for typical operations of processing text images and basic algorithms for detecting the contour of a digital image obtained with the help of a camera.

Keywords. Neural network, digitization, analysis.

Анотація. В даній роботі розглянуто застосування нейронних мереж для типових операцій опрацювання зображень текстів та основні алгоритми виявлення контуру цифрового зображення, одержаного за допомогою камери.

Ключові слова. Нейромережа, відновлення, оцифровування, аналіз.

Вступ. На сьогодні існує багато методів коректного оцифровування зображення за допомогою сканерів та фотокамер, проте задача аналізу одержаного оцифрованого зображення все ще знаходиться на початкових стадіях розробки. Навіть найновіші програмні комплекси через наявність шумів у досліджуваних зображеннях та інших непередбачуваних спотворень вимагають наявності людського втручання для коректування своєї роботи. Тема аналізу та розпізнавання оцифрованого зображення (англ. Document Image Analysis and Recognition - DIAR) не нова та налічує багато різних підходів, зокрема [1-3]. Тому застосування методів нейромережевого аналізу в DIAR набуває популярності в останні роки.

¹, Українська академія друкарства

² Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie