

## РЕФЕРАТ

**Актуальність теми.** Моніторинг навколишнього середовища за допомогою сенсорних мереж в цілому і відслідковування координат невідомих об'єктів в тому числі розглядаються у численних дослідженнях. В той час, як більша частина робіт присвячена неперервному стеженню за сигнатурою об'єкта спостереження за допомогою звукових чи магнітних сенсорів, розпізнавання одиночних та серійних звукових подій потребує додаткового вивчення. Крім того, якість роботи подібних систем в умовах наявності багатьох об'єктів спостереження, а також шумів та завад досліджена недостатньо. Тому дослідження використання алгоритму TDOA в сенсорних мережах, призначених для відслідковування координат та траєкторій невизначеної кількості рухомих об'єктів, є корисним і дозволить підвищити ефективність роботи таких мереж за критеріями як охопленої площі, так і кількості використовуваних для цього сенсорів без втрати якості розпізнавання.

**Об'єктом дослідження** є орієнтовані на розв'язання задач моніторингу сенсорні мережі.

**Предметом дослідження** є алгоритми та методи визначення просторового положення об'єктів.

**Метою роботи** є підвищення ефективності відслідковування координат об'єктів сенсорними мережами, обміну службовою та змістовною інформацією між їх вузлами та серверами у складі інформаційно-моніторингових систем для різних предметних галузей.

**Методи дослідження:** математичне й імітаційне моделювання, методи аналізу і синтезу та методи розподілених обчислень.

### **Наукова новизна:**

Вперше запропоновано спосіб організації сенсорних мереж для визначення просторового положення об'єктів, який дозволяє зменшити обчислювальні витрати, рівень мережного трафіку і збільшити охоплювану площу спостереження та відрізняється тим, що:

- замість акустичної сигнатури об'єкта спостереження розпізнаються генеровані ним звукові події;
- функція обробки сенсорних даних частково виконується в рамках сенсорних вузлів;
- підтримується автоматизована реконфігурація мережі;
- використовується алгоритм TDOA.

**Практична цінність** отриманих в роботі результатів полягає в тому, що розроблена програмна модель дозволяє описати роботу сенсорних мереж, що використовуються для відслідковування координат об'єктів, і надавати інформацію про те, якою траєкторією рухались об'єкти. Розроблена імітаційна модель дозволяє перевірити роботу мереж у різних тестових випадках.

**Апробація роботи.** Основні положення і результати роботи були представлені на міжнародній науково-технічній конференції «The First International Conference on Computer Science, Engineering and Educational Applications» (Київ, 18-20 січня 2018 р.) та обговорювалися на науковій конференції магістрантів та аспірантів «Прикладна математика та комп'ютеринг» ПМК-2017 (Київ, 19-21 квітня 2017 р.).

**Структура та обсяг роботи.** Магістерська дисертація складається з вступу, чотирьох розділів та висновків.

*У вступі* подано загальну характеристику роботи, зроблено оцінку сучасного стану проблеми, обґрунтовано актуальність напрямку досліджень, сформульовано мету і задачі досліджень, показано наукову новизну отриманих результатів і практичну цінність роботи, наведено відомості про апробацію результатів і їхнє впровадження.

*У першому розділі* розглянуто загальні положення відслідковування координат об'єктів сенсорними мережами, їх внутрішню будову та механізм керування обміну повідомленнями, розглянуто різні їх реалізації.

*У другому розділі* розглянуто організацію та принцип роботи сенсорних мереж з використанням алгоритму TDOA.

*У третьому розділі* наведена реалізація системи імітації поведінки сенсорних мереж, збору, обміну та обробки сенсорних даних.

*У четвертому розділі* проаналізовані результати імітації, наведені графіки залежності результату від зміни параметрів програмної моделі.

*У висновках* представлені результати проведеної роботи.

Робота представлена на 94 аркушах, містить посилання на список використаних літературних джерел з 18 найменувань. У роботі наведено 62 рисунка та 4 таблиці.

**Ключові слова:** сенсор, сервер, TDOA, сенсорні мережі.

## ABSTRACT

**Theme urgency.** Environment monitoring using sensor networks in general as well as tracking the coordinates of unknown objects are subjects of numerous studies. While the majority of them are devoted to the continuous monitoring of the signature of the object of observation with the help of sound or magnetic sensors, single and serial sound event recognition requires additional study. In addition, the operation quality of such systems in the presence of many objects of observation, as well as noises and obstacles is not investigated sufficiently. Therefore, research into the use of the TDOA algorithm in sensor networks for tracking coordinates and trajectories of an uncertain number of moving objects is useful and will increase the efficiency of such networks according to the criteria of both the covered area and the number of sensors used, without loss of recognition quality.

**Object of research** are sensor networks for environment monitoring.

**Subject of research** are algorithms and methods for determination of spatial object coordinates.

**Research objective** is to increase the effectiveness of both tracking object coordinates with sensor networks and information exchange between their nodes and servers in monitoring systems for various subject areas.

**Research methods.** Mathematical and simulation modeling, methods of analysis and synthesis and methods of distributed computing.

**Scientific novelty:**

For the first time, a method allowing to reduce both computational costs and network traffic level as well as increase the coverage of the observed area for organizing sensor networks for determining the spatial position of objects is proposed and differs in the following:

- generated sound events are recognized instead of the acoustic signature of the object of observation,;
- data processing function is partially performed by sensor nodes;
- supported automated reconfiguration of the network;

- usage of the TDOA algorithm.

**Practical value** of the obtained results is that the developed software model allows to describe the work of sensor networks used to track the coordinates of objects and provide information about the trajectory of moving objects. The developed simulation model allows to check the network performance in various test cases.

**Approbation.** The main provisions and results of the work were presented at the international scientific and technical conference "The First International Conference on Computer Science, Engineering and Educational Applications" (Kyiv, January 18-20, 2018) and were discussed at the scientific conference of undergraduates and postgraduates «Applied Mathematics and Computing» PMK-2017 (Kyiv, April 19-21, 2017).

**Structure and content of the thesis.** The work consists of an introduction, four chapters and conclusions.

*The introduction* gives a general description of the work, assesses the current state of the problem, substantiates the relevance of the research direction, formulates the purpose and objectives of the research, shows the scientific novelty of the results obtained and the practical value of the work, provides information on the results approbation and implementation.

*The first chapter* deals with the general provisions for tracking the coordinates of objects with sensor networks, their internal structure and mechanisms for managing messaging, considering their various implementations.

*The second chapter* describes the organization and work of sensor networks using the TDOA algorithm.

*The third chapter* presents the implementation of a system simulating the behavior of sensor networks as well as collecting, exchanging and processing sensor data.

*The fourth chapter* analyzes the results of simulations, shows the graphs of the dependence of the result from the parameters of the software model.

*The conclusions* are the results of the work.

The thesis is presented in 94 pages, contains 18 references to the used information sources. 62 figures and 4 tables are given in the thesis.

**Keywords:** sensor, server, TDOA, sensor networks.

## РЕФЕРАТ

**Актуальность темы.** Мониторинг окружающей среды с помощью сенсорных сетей в целом и отслеживание координат неизвестных объектов в том числе рассматриваются в многочисленных исследованиях. В то время, как большая часть работ посвящена непрерывному слежению за сигнатурой объекта наблюдения с помощью звуковых или магнитных сенсоров, распознавание одиночных и серийных звуковых событий требует дополнительного изучения. Кроме того, качество работы подобных систем в условиях наличия многих объектов наблюдения, а также шумов и помех исследовано недостаточно. Поэтому исследование использования алгоритма TDOA в сенсорных сетях, предназначенных для отслеживания координат и траекторий неопределенного количества подвижных объектов, является полезным и позволит повысить эффективность работы таких сетей по критериям как охваченной площади, так и количества используемых для этого сенсоров без потери качества распознавания.

**Объектом исследования** являются ориентированные на решение задач мониторинга сенсорные сети.

**Предметом исследования** являются алгоритмы и методы определения пространственного положения объектов.

**Целью работы** является повышение эффективности отслеживания координат объектов сенсорными сетями, обмена служебной и содержательной информацией между их узлами и серверами в составе информационно-мониторинговых систем для различных предметных областей.

**Методы исследования:** математическое и имитационное моделирование, методы анализа и синтеза, методы распределенных вычислений.

### **Научная новизна:**

Впервые предложен способ организации сенсорных сетей для определения пространственного положения объектов, позволяющий

уменьшить вычислительные затраты, уровень сетевого трафика и увеличить охватываемую площадь наблюдения, который отличается тем, что:

- вместо акустической сигнатуры объекта наблюдения распознаются генерируемые им звуковые события;
- функция обработки сенсорных данных частично выполняется в рамках сенсорных узлов;
- поддерживается автоматизированная реконфигурация сети;
- используется алгоритм TDOA.

**Практическая ценность** полученных в работе результатов заключается в том, что созданная программная модель позволяет описать работу сенсорных сетей, используемых для отслеживания координат объектов, и предоставлять информацию о том, по какой траектории двигались объекты. Разработанная имитационная модель позволяет проверить работу сетей в различных тестовых случаях.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты работы были представлены на международной научно-технической конференции «The First International Conference on Computer Science, Engineering and Educational Applications» (Киев, 18-20 января 2018) и обсуждались на научной конференции магистрантов и аспирантов «Прикладная математика и компьютеринг» ПМК-2017 (Киев, 19-21 апреля 2017).

**Структура и объем работы.** Магистерская диссертация состоит из введения, четырех глав и выводов.

*Во введении* представлена общая характеристика работы, произведена оценка современного состояния проблемы, обоснована актуальность направления исследований, сформулированы цели и задачи исследований, показана научная новизна полученных результатов и практическая ценность работы, приведены сведения об апробации результатов и их внедрении.

*В первом разделе* рассмотрены общие положения отслеживания координат объектов сенсорными сетями, их внутреннее устройство и



механизмы управления обмена сообщениями, рассмотрены различные их реализации.

*Во втором разделе* рассмотрены организация и принципы работы сенсорных сетей с использованием алгоритма TDOA.

*В третьем разделе* приведена реализация системы имитации поведения сенсорных сетей, сбора, обмена и обработки сенсорных данных.

*В четвертом разделе* проанализированы результаты имитации, приведены графики зависимости результата от изменения параметров программной модели.

*В выводах* представлены результаты проведенной работы. Работа представлена на 94 листах, содержит ссылки на список использованных литературных источников из 18 наименований. В работе приведены 62 рисунка и 4 таблицы.

**Ключевые слова:** сенсор, сервер, TDOA, сенсорные сети.