

Структурні рішення АЦ-системи аудіолокації та ідентифікації об'єктів на місцевості

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Охарактеризовано проект дослідження й розробки нових структурних, апаратних та програмних рішень спеціалізованих аналого-цифрових систем пасивної акустичної локації для визначення місцеположення та типу об'єктів на контрольованій місцевості. Пропонується новий принцип роботи системи. Звукові сигнали приймаються на одну чи дві багатоканальних мікрофонних решітки. Визначення координат джерел сигналів на електронній карті місцевості здійснюється прискореним електронним цифровим скануванням з використанням паралельних ієрархічних обчислювальних структур, а уточнення локалізації об'єктів – засобами нейронечітких технологій. Розпізнавання типу об'єктів базується на оригінальних алгоритмах швидкого деревовидного пошуку та розпізнавання фрагментів звукових сигналів. Результати локації та ідентифікації об'єктів можуть оперативно виводитися на карту місцевості.

Ключові слова: аналого-цифрова система, мікрофонна решітка, електронне сканування, паралельні обчислення, нейронечіткі технології, розпізнавання звуків, завадостійке кодування, шифрування.

Abstract

The project provides for research and development of the new structural, hardware and software solutions for specialized analog-digital systems for the passive acoustic detection of objects and their types in the controlled area. A new principle of the system operation is proposed. The audio signals are received by one or two of multichannel microphone arrays. Determination of the signal source coordinates on the electronic map of the locality is carried out by the accelerated electronic digital scanning using the parallel hierarchical computing structures, and the clarification of the object localization – by means of neuro-fuzzy technologies. The recognition of the object type is based on the original algorithms for the fast tree search and recognition of audio fragments. The results of object location and identification can be quickly displayed on the map of the locality, reproduced on the screen of the control computer, stored or transmitted to control centers.

Keywords: analog-digital system, microphone array, electronic scanning, parallel computing, neuro-fuzzy technologies, sound recognition, error-correcting coding, encryption.

Одним із перспективних наукових напрямків кафедри обчислювальної техніки і науково-технічного центру «АЦ-системи» є дослідження й розробка нових структурних, апаратних та програмних рішень спеціалізованих АЦ-систем пасивної акустичної локації для визначення місцеположення та типу об'єктів на контрольованій місцевості [1,2]. Дослідження спрямовані на створення нових сучасних комп'ютерних систем для виявлення і розпізнавання об'єктів пасивними акустичними засобами та ідентифікації їх належності з використанням прихованих кодових посилок.

Метою досліджень є підвищення точності та достовірності виявлення й розпізнавання звукових джерел на контрольованій місцевості шляхом розробки нових моделей та методів опрацювання аудіосигналів, схем, алгоритмів, апаратних і програмних засобів для побудови спеціалізованих АЦ-систем аудіолокації та ідентифікації об'єктів.

Об'єктом дослідження і розробки є процеси приймання, підсилення, аналого-цифрового перетворення, автокалібрування, цифрового опрацювання та розпізнавання сигналів в АЦ-системах аудіолокації та ідентифікації об'єктів на місцевості. Предметом дослідження є методи та засоби розширення функціональності, збільшення точності, швидкодії та завадостійкості АЦ-систем аудіолокації й ідентифікації об'єктів за рахунок самокоригування аналогових каналів, паралельного цифрового електронного сканування, швидкого деревовидного пошуку та ідентифікації звукових об'єктів з використанням нейронечітких технологій та завадостійкого кодування.

Запропонований новий принцип роботи системи, який ілюструє структурна система, наведена на рисунку 1.

Звукові сигнали приймаються на одну (для визначення напрямку) чи дві (для визначення координат) багатоканальних мікрофонних решітки. Попередньо підсилені аналогові сигнали в кожному з вимірювальних каналів перетворюються в цифрову форму високоточними аналого-цифровими перетворювачами, фазочастотні характеристики яких самокоригуються (САЦП) [3]. Визначення координат джерел сигналів (O1, O2) і на електронній карті місцевості здійснюється модулем програмного забезпечення (ПЗ) прискореного електронного цифрового сканування з використанням паралельних ієрархічних обчислювальних структур [4], а уточнення локалізації об'єктів – засобами нейронечітких технологій [5]. Розпізнавання типу об'єктів базується на оригінальних алгоритмах швидкого деревовидного пошуку та розпізнавання фрагментів звукових сигналів [6]. Для визначення належності («свій-чужий») виявлених об'єктів підсистема заводостійкого кодування передає короткий запит та приймає відповідь у інфрачервоному або радіодіапазоні [7]. Результати локації та ідентифікації об'єктів можуть оперативно виводитися на карту місцевості, відтворюватись на екрані керуючого персонального комп'ютера (ПК), зберігатися або передаватись у центри керування.

На поточному етапі досліджень виконується розробка, виготовлення та випробування експериментального зразка системи. По закінченню досліджень планується отримати нові наукові та практичні результати, значимі для сучасного рівня світової та вітчизняної науки, зокрема щодо:

- побудови самокоригованих багатоканальних систем підсилення і АЦ-перетворення низькорівневих звукових сигналів;
- розвитку нових швидких структур паралельного цифрового сканування сигналів мікрофонних решіток і методів збільшення роздільної здатності визначення координат;
- методів попереднього виділення інформативних складових з шумів та завод;
- методів і алгоритмів розпізнавання звукових фрагментів на основі швидкого деревовидного пошуку серед взірців опорних сигналів;
- комбінованих методів заводостійкого кодування, об'єднаних з шифруванням.

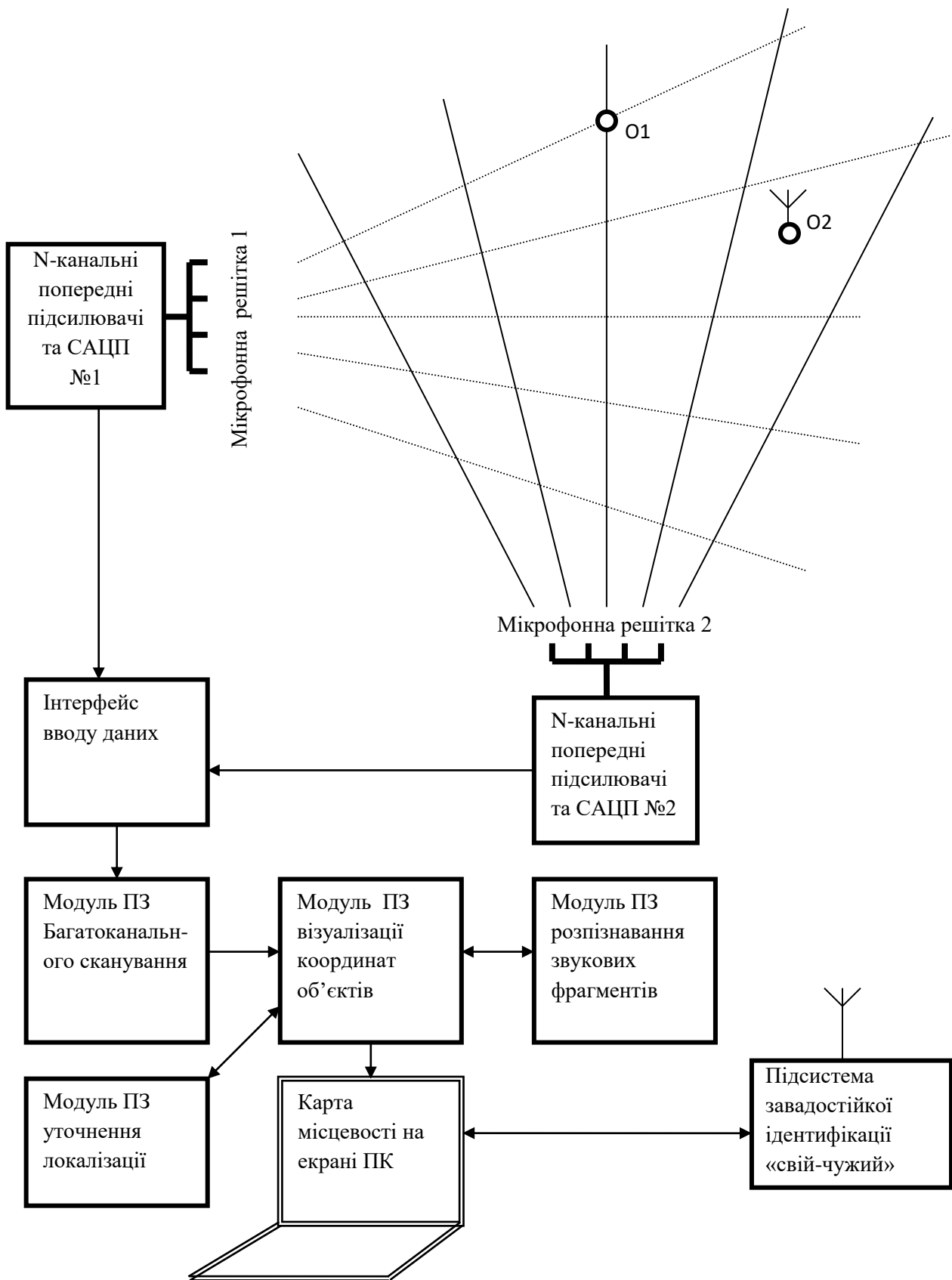


Рисунок 1 Структурна схема АЦ-системи аудіолокації та ідентифікації об'єктів на місцевості

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Крупельницький Л.В. Азаров О. Д. Аналого-цифрові пристрої систем, що самокоригуються, для вимірювань і оброблення низькочастотних сигналів : монографія / Під заг. ред. О.Д. Азарова, - УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005.- 167 с.
2. Крупельницький Л.В. Характеристики і структури багатоканальних АЦ-систем, що самокорегуються, для аналізу аудіо сигналів / Л.В.Крупельницький // Тези доповідей П'ятої Міжнародної науково-практичної конференції "Методи та засоби кодування, захисту й ущільнення інформації". Україна, Вінниця, 19-21 квітня 2016 р. – Вінниця: ВНТУ, 2016. – С.129-133.
3. AD systems for processing of low frequency signals based on self calibrate ADC and DAC with weight redundancy. Azarov, O. D., Krupelnitskiy, L. V., Vinnytsa National Technical University (Ukraine), Komada, P., Ławicki, T., Lublin University of Technology (Poland), Askarova, N., Sagymbekova, A., Kazakh National Research Technical University (Kazakhstan). Przegląd Elektrotechniczny, - 2017, - Volume R. 93, nr 5, - pp. 125-128 - DOI 10.15199/48.2017.05.26
4. Реалізаційні моделі матричного обчислювача для класифікатора біомедичних даних / Т. Б. Мартинюк, А. В. Кожем'яко, Л. В. Крупельницький, О. М. Перебейніс, О. С. Безкрєвний // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2016. –Том 2 (№ 36). – С. 43–51.
5. Ракитянська Г.Б. Розв'язання систем нечітких логічних рівнянь у задачах оберненого виведення / Ракитянська Г.Б. // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія: Комп'ютерні науки та інформаційні технології: збірник наукових праць. – 2015. – № 826. – С. 248–259
6. Ткаченко О.М. Пошук найближчого вектора у кодових книгах на основі бінарного дерева / О.М. Ткаченко, О.Ф. Грійо Тукало // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія: Міжнародний науково-технічний журнал.- Вінниця, 2014.- №3(31).- С. 67-55.
7. Семеренко В. П. Теорія циклічних кодів на основі автоматних моделей : монографія / В. П. Семеренко. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – 444 с.

Крупельницький Леонід Віталійович - к.т.н., доцент, кафедри обчислювальної техніки ВНТУ, Вінниця, e-mail: krupost@gmail.com.

Krupelnitsky Leonid Vitaliyovych. - candidate of technical sciences, associate professor of the department of computer science VNTU, Vinnytsia, e-mail: krupost@gmail.com.