

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ НАПРЯМКУ НАДХОДЖЕННЯ ПОДИНОКИХ ЗВУКОВИХ СИГНАЛІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано метод визначення напрямку надходження поодиноких звукових сигналів. Метод базується на використанні мікрофонів, розташованих в одну лінію через однакові відстані, а також використанні таймера. Метод є швидкодіючим і не потребує значних апаратних витрат для своєї реалізації.

Ключові слова: напрямок звукового сигналу, мікрофон, таймер.

Abstract

The method for defining of direction from which sound signal was arrived out is suggested. Method is based on using of inline located microphones which have equal distance among themselves and using of timer. The method is fast and does not demand large equipment expenses in realizations.

Keywords: sound signal direction, microphone, timer.

Вступ

Безконтактне визначення координат об'єктів є розповсюдженою задачею. Для її вирішення часто використовують підхід, що базується на визначенні напрямку сигналів, які надходять від об'єкта. У ряді випадків це можуть бути поодинокі звукові сигнали, що поступають на мікрофони. Існують різноманітні підходи до вирішення даної задачі, зокрема, використання кореляційної функції. Проте, вони потребують виконання значних обсягів обчислень у стислий термін. З іншого боку відомо, що звукові хвилі частотою вище 1кГц швидко затухають у просторі. Тому, наприклад, людський мозок визначає напрямок надходження звуку шляхом аналізу безпосередньо амплітуд [1]. Відомо система локації з високою швидкодією і малими апаратними витратами, яка базується на визначенні різниці у часі між моментами надходження порогових амплітуд сигналу на різні мікрофони [2]. Проте, вона для своєї роботи потребує визначення координат мікрофонів.

Авторами пропонується метод визначення напрямку надходження поодиноких звукових сигналів, що полягає у визначенні часу затримки між появою порогових сигналів у двох мікрофонах та підтвердження цього часу за допомогою третього мікрофона.

Опис методу

Система визначення напрямку повинна містити не менше трьох мікрофонів, розташованих в одну лінію через однакові відстані. Даний метод базується на припущенні, що на кожен мікрофон приходить однаковий сигнал, який може бути зміщеним у часі. Метод потребує аналого-цифрового перетворення і фільтрації сигналу з кожного мікрофона.

Суть методу для варіанту з трьома мікрофонами полягає у тому, що аналізуються абсолютні значення відліків з кожного мікрофона. Якщо якесь значення в одному з крайніх мікрофонів стане більшим від заданого порогового, то воно запам'ятовується і запускається таймер, який зупиняється тоді, коли таке саме значення буде отримано у сигналі з середнього мікрофона або після закінчення граничного часу. У момент надходження очікуваного значення з сигналу середнього мікрофона значення таймера записується в регістр, а сам таймер починає рахувати у зворотньому напрямку. Якщо при досягненні нульового значення таймера сигнал з протилежного крайнього мікрофона матиме записане значення, то приймається рішення про те, що зареєстровано один і той самий сигнал. Напрямок надходження сигналу визначається зареєстрованим значенням таймера і тим з якої сторони сигнал надійшов раніше. Після закінчення граничного часу у режимі прямої лічби або, якщо не прийнято рішення про реєстрацію сигналу, система переводиться у початковий стан. Після

закінчення активного фрагменту система також переводиться у початковий стан. Для класифікації фрагменту звукового сигналу як активного/неактивного серед інших використовується метод аналізу короточасної енергії сигналу [3] (short-term energy), за допомогою виразу:

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2.$$

Того ж самого результату можна досягти за допомогою простіших обчислень за виразом:

$$E = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i|.$$

Висновки

Даний метод є швидкодіючим і не вимагає великих апаратних витрат (тобто, допускає реалізацію в інтегральному виконанні). Проте, він має не дуже високу точність і надійність. У такому варіанті даний метод може використовуватись для попереднього приблизного визначення зміщення звукових сигналів у часі, що дозволить зменшити обсяг подальших обчислень. Для підвищення надійності і точності запропонованого методу потрібно:

- збільшувати кількість мікрофонів,
- порівнювати не одне, а декілька значень сигналів,
- розташовувати мікрофони на більшій відстані,
- збільшувати частоту і розрядність таймера.

Збільшення частоти і розрядності таймера обмежується швидкодією лічильника, на базі якого він побудований. Пропонується з цією метою використовувати розроблені авторами швидкодіючі фібоначчєві лічильники [4-6].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Радзишевский А. Звук: немного теории. [Електронний ресурс] – 2005. – Режим доступу до мат.: <http://websound.ru/articles/theory/sound-theory.htm>.
2. Львов А. В. Распределенная микроконтроллерная система акустической локации [Електронний ресурс] – 2010 – Режим доступу до мат.: jre.cplire.ru/alt/nov10/1/text.html.
3. Моисеенко Е. А. Реализация системы определения направления на источник звука на контроллере ТРИК. [Електронний ресурс] – 2015 – Режим доступу до мат.: se.math.spbu.ru/SE/YearlyProjects/spring-2015/344/344-Moiseenko-report.pdf
4. Азаров О. Д. Повнофункціональна побітова потокова арифметика зі зменшеними витратами обладнання. : монографія / О. Д. Азаров, О. І. Черняк. – Вінниця : ВНТУ, 2013. 200с.
5. Азаров О. Д. Метод побудови швидкодіючих фібоначчєвих лічильників / О. Д. Азаров, О. І. Черняк // Проблеми інформатизації та управління – 2014. – №2(46). – С 5-8.
6. Азаров О. Д. Метод швидкої оберненої лічби з лінійним зростанням апаратних витрат при нарощуванні розрядності / О. Д. Азаров, О. І. Черняк // Вісник Вінницького політехнічного інституту – 2015. – №2. – С 57-61.

Азаров Олексій Дмитрович – докт. техн. наук, професор, професор кафедри обчислювальної техніки, декан ФІТКІ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Черняк Олександр Іванович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, chernyak@vntu.edu.ua.

Мартинюк Тетяна Борисівна – докт. техн. наук, професор, завідувач кафедри обчислювальної техніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Oleksiy D. Azarov – Doct. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Computer Techniques Chair, Dean of the ITKI faculty, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Oleksandr I. Chernyak – Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of the Computer Techniques Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, chernyak@vntu.edu.ua.

Tetiana B. Martyniuk – Doct. Sc. (Eng.), Professor, Chief of the Computer Techniques Chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.