

Експериментальна система і програмне забезпечення для вимірювання 2х координат джерела звуку

Актуальність дослідження: локалізація джерел звуку є важливою у таких сферах, як робототехніка, системи безпеки, навігаційні системи.

Мета роботи: Створити систему для вимірювання двох координат джерела звуку, що включає апаратну частину для захоплення звуку, алгоритми опрацювання даних, а також програмне забезпечення для візуалізації координат та результатів локалізації.

Апаратна частина (рис.1). У пробному варіанті експерименту використовуються шість мікрофонів м1-м6 (у кінцевому варіанті потрібно 3*12 штук), скерованих так, що кутовий сектор задається максимальним кутом захоплення звуку кожного з них (30°). До мікрофонів під'єднуються підсилювачі звуку п1-п6. Конвертація аналогового сигналу у цифровий та первинне опрацювання відбувається за допомогою мікроконтролерів мк1,2, Raspberry Pi Pico.

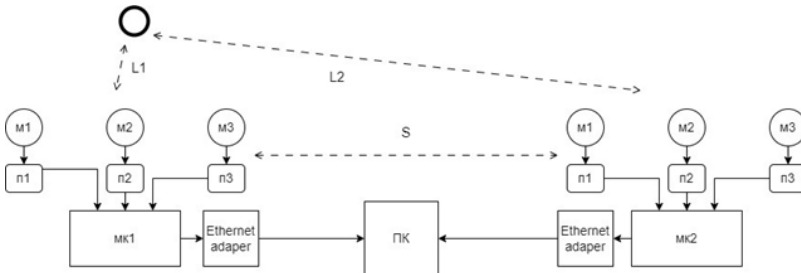


Рис.1 Схема експериментальної системи

Алгоритм роботи системи. Амплітуда отриманих звукових сигналів у підсилювачах досягає рівня, достатнього для опрацювання в аналогово-цифрових перетворювачах мікроконтролерів. Написана мовою C/C+ програма усереднює швидкозмінні сигнали, отримуючи на кожному наступному інтервалі часу dt значення $I_{сер}(t+dt)$. Порівнюються інтенсивності з кожного мікрофона між собою. Більші значення усередненої інтенсивності передаються кабелем (довжиною S) до основного контролера - комп'ютера Raspberry Pi-4. Використовуючи максимальні значення інтенсивностей $I_{сер}$, віддаль S між системами, а також координати з GPS-приймачів цих систем, на

основі формули гаверсинуса обчислюються поточні географічні координати джерела звуку у момент часу $t+dt$.

Вибір та дослідження програмних засобів та технологій.

1. MicroPython [1] - це повна реалізація мови програмування Python3, яка працює на вбудованому обладнанні. Потребує інтерпретатор, що сповільнює виконання. Низький рівень контролю над апаратними ресурсами. Тому програму реалізували мовою C/C++.

2. C/C++[2] - мова програмування загального призначення. Використовується для реалізації операційних і вбудованих систем. Повний контроль: має доступ до апаратного забезпечення платформи і пам'яті. Висока швидкодія - оператори та вирази мови C відразу компілюються в команди для цільового процесора.

3. I2C (inter-IC) [3] – проста двонаправлена 2-провідна шина для ефективного контролю між інтегральними схемами (IC). Серійну, 8-бітну, двонаправлену передачу даних можна здійснювати зі швидкістю до 1 Мбіт/с у режимі Fast-mode Plus.

Умови задачі; забезпечити:

1. безперервне передавання даних від 6 мікрофонів до основного контролера.
2. максимальну частоту N зчитувань з мікрофонів, з міркувань забезпечення швидкого розкладу Фур'є, – 40 000 /с.
3. безперервне передавання даних від контролерів до основного контролера на відстані порядку 50 метрів.

Обчислення швидкості інтерфейсу комунікацій:

$$v = 40000 * 2 = 80000 \frac{\text{байт}}{\text{с}} = 640 \text{ Кб/с},$$

де: $v = N*2$ байт/с, де 2 – кількість байт в пакеті передачі даних.

Результати експериментальних досліджень:

1. Зчитування з одного АЦП за ідеальних умов:
MicroPython - частота: 68346.84 Гц.; C/C++ - частота: 681321 Гц.
2. Зчитування з трьох АЦП за ідеальних умов
MicroPython - частота: 26507.22 Гц; C/C++ - частота: 235010 Гц
3. Передавання даних через шину I2C за ідеальних умов:
Об'єм даних: 254000 байт. Час отримання: 3.0 с. Швидкість 677.33 Кбіт/с. В еквіваленті для АЦП - 42000 зчитувань в секунду.

Висновки. Результати вимірювань вказують на достатню швидкодію спрощеної апаратної системи та програмного забезпечення для побудови реальної системи вимірювання координат джерела звуку.

Література

1. <https://docs.micropython.org/en/latest/>
2. [https://en.wikipedia.org/wiki/C_\(programming_language\)#Limitations](https://en.wikipedia.org/wiki/C_(programming_language)#Limitations)
3. <https://www.nxp.com/docs/en/user-guide/UM10204.pdf>