

Kierunek: **Informatyka algorytmiczna (INA)**

PRACA DYPLOMOWA
MAGISTERSKA

**Mechanizm multilateracji w
rozproszonej sieci sensorów audio**

**Multilateration mechanism in
distributed net of audio sensors**

Gabriel Budziński

Opiekun pracy
dr inż. Przemysław Błaśkiewicz

Słowa kluczowe: multilateracja, sensory audio, synchronizacja czasu

Streszczenie

Problem pozycjonowania w przestrzeni na podstawie emitowanego dźwięku obiektu pozycjonowanego wiąże się z wykorzystaniem możliwie zsynchronizowanych w czasie węzłów (mikrofonów) i pomiarze różnic czasu odbioru dźwięku przez czujniki. W pracy zostanie zbudowana sieć (co najmniej 4 sztuki) sensorów audio połączonych bezprzewodowo między sobą i ze stacją główną. Zadaniem sieci będzie wskazanie lokalizacji w przestrzeni punkowego przedmiotu emitującego dźwięk. Oprócz wyboru i implementacji algorytmu multilateracji zaproponowane zostanie rozwiązanie problemu synchronizacji czasu między sensorami, minimalizacji opóźnienia w komunikacji oraz kalibracji systemu.

Słowa kluczowe: multilateracja, sensory audio, synchronizacja czasu

Abstract

The problem of positioning in space based on the emitted sound of the positioned object involves the use of as closely synchronized nodes (microphones) as possible in time and measuring the differences in the time of sound reception by sensors. In the work, a network (of at least 4 units) of audio sensors connected wirelessly to each other and to the main station will be built. The network's task will be to indicate the location in space of a point-like object emitting sound. In addition to selecting and implementing the multilateration algorithm, a solution to the problem of time synchronization between sensors, minimizing communication delay, and system calibration will be proposed.

Keywords: multilateration, WASN, clock synchronization

Spis treści

1. Przedstawienie problemu	8
1.1. Opis problemu	8
1.2. State of the art	8
2. Sprzęt systemowy	9
2.1. Węzeł	9
2.2. Serwer MQTT	9
2.3. Serwer obliczeniowy	9
3. Eksperyment zerowy	10
3.1. Opis działania	10
3.1.1. Program węzła	10
3.1.2. Program serwera	10
3.1.3. Opis algorytmu	10
3.2. Ewaluacja działania systemu	10
3.3. Interpretacja wyników i wnioski	10
4. Synchronizacja czasu	11
4.1. Synchronizacja programowa	11
4.1.1. Algorytm synchronizacji NTP	11
4.1.2. Pomiar różnic zegarów	11
4.2. Synchronizacja sprzętowa	11
4.2.1. Synchronizacja z użyciem mikrofonów	11
5. Metody multilateracji	12
5.1. Omówienie zastosowanych metod	12
5.1.1. Układ równań liniowych	12
5.1.2. Liniowa metoda najmniejszej sumy kwadratów	12
5.1.3. Nieliniowa metoda najmniejszej sumy kwadratów	12
5.1.4. Rozkład wedłów wartości osobliwych (SVD)	12
5.2. Wyniki	12
5.2.1. Interpretacja	12
5.2.2. Wnioski	12
6. Podsumowanie	13
Literatura	14

Spis rysunków

Spis tabel

Spis listingów

Skróty

WASN (ang. *Wireless Audio Sensor Networks*)

Rozdział 1

Przedstawienie problemu

1.1. Opis problemu

1.2. State of the art

Przykładowe cytowanie z bibliografii [1]

Rozdział 2

Sprzęt systemowy

2.1. Węzeł

2.2. Serwer MQTT

2.3. Serwer obliczeniowy

Rozdział 3

Eksperyment zerowy

3.1. Opis działania

3.1.1. Program węzła

3.1.2. Program serwera

3.1.3. Opis algorytmu

3.2. Ewaluacja działania systemu

3.3. Interpretacja wyników i wnioski

Rozdział 4

Synchronizacja czasu

4.1. Synchronizacja programowa

4.1.1. Algorytm synchronizacji NTP

4.1.2. Pomiar różnic zegarów

4.2. Synchronizacja sprzętowa

4.2.1. Synchronizacja z użyciem mikrofonów

Rozdział 5

Metody multilateracji

5.1. Omówienie zastosowanych metod

5.1.1. Układ równań liniowych

5.1.2. Liniowa metoda najmniejszej sumy kwadratów

5.1.3. Nieliniowa metoda najmniejszej sumy kwadratów

5.1.4. Rozkład według wartości osobliwych (SVD)

5.2. Wyniki

5.2.1. Interpretacja

5.2.2. Wnioski

Rozdział 6

Podsumowanie

Literatura

- [1] A. Norrdine, “An algebraic solution to the multilateration problem,” in *Proceedings of the 15th international conference on indoor positioning and indoor navigation, Sydney, Australia*, vol. 1315, 2012.