

Lokalizacja dynamicznych zjawisk akustycznych

1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest lokalizacja w czasie i przestrzeni dynamicznych (impulsowych) zjawisk akustycznych w oparciu o rozproszony zbiór mikrofonów jednokanałowych. Ćwiczenie zakłada, że fala akustyczna rozchodzi się w powietrzu bezpośrednio ze źródła do odbiornika ze stałą prędkością $v_p = 340$ [m/s].

2 Przebieg ćwiczenia

W ramach ćwiczeniach należy przeanalizować dziewięć sygnałów audio zapisanych wierszowo w zmiennej **a** w pliku *huk.mat*. Rejestracje zostały nagrane z $F_s = 44.1$ [kHz] przez okres 2 [s]. Wszystkie rejestracje rozpoczęły się w tej samej chwili czasowej, a lokalizację odbiorników zawarto w tab. 1.

2.1 Pikowanie czasu przyścia fali (FB)

W celu wyznaczenia przyścia fali należy każdą rejestrację podnieść do kwadratu. Następnie w oknie o długości ok. 1 [ms] wyznaczyć minimum z lokalnych maksimów. Dla tak przetworzonej rejestracji czas pierwszego wstąpienia fali akustycznej FB_i jest tożsamy z czasem pierwszego przekroczenia amplitudy o wartości 0.2.

2.2 Lokalizacja zjawiska akustycznego

Lokalizacja źródła odbywać się będzie w sposób iteracyjny ($N = 2\ 500$). Jako punkt początkowy $P = \{x_0, y_0, z_0, t_0\}$ należy przyjąć średnią lokalizację z położenia odbiorników oraz średni czas przejścia fali od uśrednionej lokalizacji do każdego z odbiorników. Współrzędne odbiorników (RP) są zapisane w zmiennej **poz**.

Tabela 1: Lokalizacja odbiorników (RP)

Odbiornik	x [m]	y [m]	z [m]
01	201.0	154.5	7.0
02	132.0	346.0	9.5
03	171.5	122.0	4.5
04	-173.0	279.5	7.5
05	107.0	88.5	2.0
06	-163.0	-0.5	4.5
07	-179.5	208.0	7.0
08	14.5	159.5	3.0
09	258.0	296.5	6.5

Następnie w każdej iteracji należy policzyć wektor poprawek $m = \{dx, dy, dz, dt\}$ zgodnie z poniższym schematem:

1. Stworzyć macierz **G** zbudowaną z 4 kolumn, gdzie i-ty wiersz zbudowany jest z:

$$\mathbf{G}_{i,:} = \left[\frac{x_0 - x_i}{\|P, RP_i\|}, \frac{y_0 - y_i}{\|P, RP_i\|}, \frac{z_0 - z_i}{\|P, RP_i\|}, 1 \right] \quad (1)$$

2. Policzyc wektor pionowy d :

$$d_i = FB_i - t_0 - \frac{||P, RP_i||}{vp} \quad (2)$$

3. Wyliczyć wektor poprawek korzystając z metody najmniejszych kwadratów:

$$m = (\mathbf{G}^T \cdot \mathbf{G})^{-1} \cdot \mathbf{G}^T \cdot d \quad (3)$$

4. Uaktualnić punkt początkowy P :

$$P = P + m \quad (4)$$

5. Policzyc wartość błędu $L2$:

$$L2 = \sqrt{\sum_{k=1}^9 d_i^2} \quad (5)$$

3 Rezultaty

- wykres zmienności błędu $L2$ oraz czasu t_0 wraz z iteracją;
- wykres punktowy 3D zawierający lokalizację odbiorników (czarne kółka) i końcowe położenie źródła dźwięku (czerwona gwiazdka);
- powtórzyć obliczenia dla losowo wygenerowanego punktu początkowego P . Czy ma punkt startowy ma wpływ na wynik końcowy?
- Czy wagowanie (mnożenie kolumn macierzy $\mathbf{G}$ przez stałe) ma wpływ na zbieżność rozwiązania?