Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Институт Радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова

Лабораторная работа №4

«Решение навигационной задачи по пседодальномерным измерениям»

Студент: Жеребин В.Р.

Группа: ЭР-15-15

Москва

2019

**Цель работы**

Решение навигационной задачи состоит в определении текущего вектора состояния. Псевдодальномерный метод измерения относится к позиционным методам. Позиционный метод основан на определении местоположения объекта путем засечек, представляющих собой точку пересечения двух или более линий (поверхностей) положения, относительно известных ориентиров.

**Постановка навигационной задачи**

Дано:

1. Вектор измерений псевдодальностей (3 измерения):
2. Координаты 3 опорных точек, записанные в векторном виде:

Найти: расширенный вектор состояния , где

**Решение навигационной задачи**

1. Функциональная связь между измеряемой дальностью и координатами объекта
2. Применим метод наименьших квадратов (МНК), который минимизирует квадратичную норму вектора невязок
3. Для применения МНК найдем градиентную матрицу – производную функции , связывающей вектор измерений с вектором состояния, по вектору состояния .
4. Находим вектор состояния , пользуясь итеративным алгоритмом:

– начальное приближение, k – номер итерации;

Критерий останова:

– требуемая точность

**Расчет навигационной задачи**

Для расчета используется программа *MATLAB R2017a*, листинг программы представлен в приложении. Сведем полученные результаты в таблицу.

*Таблица 1. К расчету вектора координат объекта*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № итерации |  | Координаты объекта | | |
| x | y | z |
| 0 | - | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 16,0839 | 5,518 | 2,353 | -14,924 |
| 2 | 14,6213 | -2,085 | 2,949 | -2,449 |
| 3 | 8,4326 | 5,314 | 2,388 | -6,455 |
| 4 | 6,0121 | 1,596 | 1,989 | -1,747 |
| 5 | 2,0404 | 3,383 | 2,683 | -1,047 |
| 6 | 0,8145 | 3,094 | 2,436 | -0,325 |
| 7 | 0,1635 | 3,091 | 2,501 | -0,175 |
| 8 | 0,0114 | 3,09 | 2,5 | -0,163 |
| 9 |  | 3,09 | 2,5 | -0,163 |

Расчет с требуемой точностью произведен за 9 итераций. Координата по z оказалась отрицательной, что исключено и является ошибкой, это связано с неточными изменениями дальностей и геометрическим фактором опорных точек. «Истинные» координаты объекта: .

**Приложение 1**

**Листинг программы MATLAB**

close all; clear all; clc;

c = 3e8;

tay = 1e-6;

%R = [5.45; 9.99; 2.473];

R = [3.19; 2.423; 6.232];

X1 = [4.7; 5.09; 0.774];

X2 = [1.579; 0.858; 0.78];

X3 = [9; 3.476; 1.557];

%x = [0; 0; 0];

D = c\*tay;

Ksi = [0; 0; 0; D];

epsilon = 1e-3;

epsi = 10;

k\_iter = 0;

while (epsi>=epsilon)

f1 = Ksi(4) + sqrt((X1(1)-Ksi(1))^2 + (X1(2)-Ksi(2))^2 + (X1(3)-Ksi(3))^2);

f2 = Ksi(4) + sqrt((X2(1)-Ksi(1))^2 + (X2(2)-Ksi(2))^2 + (X2(3)-Ksi(3))^2);

f3 = Ksi(4) + sqrt((X3(1)-Ksi(1))^2 + (X3(2)-Ksi(2))^2 + (X3(3)-Ksi(3))^2);

f = [f1; f2; f3];

%% первая строка

H11 = (X1(1)-Ksi(1))/f1;

H12 = (X1(2)-Ksi(2))/f1;

H13 = (X1(3)-Ksi(3))/f1;

%% вторая строка

H21 = (X2(1)-Ksi(1))/f2;

H22 = (X2(2)-Ksi(2))/f2;

H23 = (X2(3)-Ksi(3))/f2;

%% третья строка

H31 = (X3(1)-Ksi(1))/f3;

H32 = (X3(2)-Ksi(2))/f3;

H33 = (X3(3)-Ksi(3))/f3;

H = -[H11 H12 H13 1;

H21 H22 H23 1;

H31 H32 H33 1];

Ksi\_old = Ksi;

Ksi = Ksi + inv(H'\*H)\*H'\*(R - f);

epsi = sqrt((Ksi(1)-Ksi\_old(1))^2 + (Ksi(2)-Ksi\_old(2))^2 + (Ksi(3)-Ksi\_old(3))^2);

k\_iter = k\_iter + 1

end