

**Алгоритм определения местоположения на плоскости
дальноразностным методом.**

Запишем уравнение для расстояния от i -го передатчика до приемника:

$$\rho_i = \sqrt{(x_i - x_u)^2 + (y_i - y_u)^2} + b_u \quad (1)$$

где x_i, y_i - координаты i -го передатчика, x_u, y_u - координаты i -го приемника,
 $b_u = sb_{ut}$, где s - скорость звука, b_{ut} - разница часов передатчиков и приемника

Таким образом, есть 3 неизвестных: x_u, y_u, b_u и три уравнения, решив которые можно определить координаты приемника.

Дифференцируя (1), получаем:

$$\delta\rho_i = \frac{(x_i - x_u)\delta x_u + (y_i - y_u)\delta y_u}{\sqrt{(x_i - x_u)^2 + (y_i - y_u)^2}} + \delta b_u = \frac{(x_i - x_u)\delta x_u + (y_i - y_u)\delta y_u}{\rho_i - b_u} + \delta b_u$$

Чтобы остаться в целочисленной арифметике откажемся от деления:

$$(x_i - x_u)\delta x_u + (y_i - y_u)\delta y_u + (\rho_i - b_u)\delta b_u = (\rho_i - b_u)\delta\rho_i$$

Решаем систему линейных уравнений:

$$\begin{cases} (x_1 - x_u)\delta x_u + (y_1 - y_u)\delta y_u + (\rho_1 - b_u)\delta b_u = (\rho_1 - b_u)\delta\rho_1 \\ (x_2 - x_u)\delta x_u + (y_2 - y_u)\delta y_u + (\rho_2 - b_u)\delta b_u = (\rho_2 - b_u)\delta\rho_2 \\ (x_3 - x_u)\delta x_u + (y_3 - y_u)\delta y_u + (\rho_3 - b_u)\delta b_u = (\rho_3 - b_u)\delta\rho_3 \end{cases}$$

Находим $\delta x_u, \delta y_u, \delta b_u$

$$\delta v = \sqrt{\delta x_u^2 + \delta y_u^2 + \delta b_u^2}$$

Следующие шаги требуются для определения местоположения:

A. Выбираем первоначальную позицию и отклонение часов приемника x_u, y_u, b_u . Начальная позиция должна находиться внутри треугольника, образованного передатчиками. Например

$$x_u = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{3}, y_u = \frac{y_1 + y_2 + y_3}{3}, b_u = 0.$$

B. Используем формулы для вычисления псевдорасстояния. Разница между измеренным и вычисленным значениями есть $\delta\rho_i, i \in (0..2)$

C. Используя вычисленные $\delta\rho_i$ строим систему линейных уравнений

D. Используя приведенные формулы находим $\delta x_u, \delta y_u, \delta b_u$

E. Из найденных $\delta x_u, \delta y_u, \delta b_u$ вычисляем $\delta v = \sqrt{\delta x_u^2 + \delta y_u^2 + \delta b_u^2}$

F. Сравниваем δv с выбранной границей. Если величина больше, чем выбранная граница - требуется следующая итерация

G. Добавляем полученные $\delta x_u, \delta y_u, \delta b_u$ к значениям x_u, y_u, b_u . Полученные значения будут использованы в качестве начальных на следующем шаге итерации.

H. Повторяем шаги A-G пока δv не станет ниже определенной границы (threshold).
Последнее решение может считаться обоснованной, лучшей позицией приемника и отклонением часов

PS Пока непонятно - необходимо отнимать dB от B, иначе алгоритм расходится ☹ - требуется поиск проблемы.