

CÔNG THỨC TRONG INDOOR POSITIONING SYSTEM

1) Improve RSSI With Gateway:

- RSSI Gateway:

$$Rgw_mean_i = \frac{Rgw_1 + Rgw_2 + \dots + Rgw_{i-1} + Rgw_i}{i}$$

Rgw_i là RSSI của Gateway đo được tại thời điểm i .

Rgw_mean_i là RSSI Mean của Gateway tính được tại thời điểm i .

- RSSI Tag/Pathloss:

$$R_im_i = R_i - (Rgw_i - Rgw_mean_i)$$

R_i là RSSI của Tag/Pathloss đo được tại thời điểm i .

R_im_i là RSSI Improve của Tag/Pathloss tính được tại thời điểm i .

2) Kalman Filter:

$$R_k^- = R_{k-1}$$

$$P_k^- = P_k + Q$$

$$K_k = \frac{P_k^-}{P_k^- + R}$$

$$R_k = R_k^- + K_k * (Rmea_k - R_k^-)$$

$$P_k = (1 - K_k) * P_k^-$$

R_k^- là RSSI ước lượng tiên nghiệm tại thời điểm k .

P_k^- là Hiệp phương sai (covariance) ước lượng tiên nghiệm tại thời điểm k .

K là độ lợi Kalman (Kalman Gain) tại thời điểm k .

Q là Hiệp phương sai nhiễu hệ thống.

R là Hiệp phương sai nhiễu đo lường.

$Rmea_k$ là RSSI thô đo được tại thời điểm k .

R_k là RSSI hậu nghiệm tại thời điểm k . => kết quả cần tìm

P_k là Hiệp phương sai ước lượng hậu nghiệm tại thời điểm k .

3) Improve Pathloss Exponent:

$$n = \frac{R1m - R}{10 * \log(d)}$$

n là tham số suy hao (Pathloss Exponent)

$R1m$ là RSSI tại 1m.

R là RSSI đo được.

d là khoảng cách của thiết bị.

4) Distance Equations:

$$d = \frac{R1m - R}{10 * n}$$

d là khoảng cách cần tìm.

n là tham số suy hao tìm được ở phần 3).

$R1m$ là RSSI tại 1m.

R là RSSI đo được.

Thiết lập Hệ phương trình khoảng cách:

$$\begin{cases} (x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 = d_1^2 \\ (x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 = d_2^2 \\ \vdots \\ (x - x_n)^2 + (y - y_n)^2 = d_n^2 \end{cases}$$

Lấy các phương trình từ 1 đến n-1 lần lượt trừ cho phương trình thứ n ta được:

$$\begin{cases} x_1^2 - x_n^2 + y_1^2 - y_n^2 + 2(x_1 - x_n)x - 2(y_1 - y_n)y = d_1^2 - d_n^2 \\ x_2^2 - x_n^2 + y_2^2 - y_n^2 + 2(x_2 - x_n)x - 2(y_2 - y_n)y = d_2^2 - d_n^2 \\ \vdots \\ x_{n-1}^2 - x_n^2 + y_{n-1}^2 - y_n^2 + 2(x_{n-1} - x_n)x - 2(y_{n-1} - y_n)y = d_{n-1}^2 - d_n^2 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow AZ = b$$

$$A = \begin{bmatrix} 2(x_1 - x_n) & 2(y_1 - y_n) \\ 2(x_2 - x_n) & 2(y_2 - y_n) \\ \vdots & \vdots \\ 2(x_{n-1} - x_n) & 2(y_{n-1} - y_n) \end{bmatrix}$$

$$b = \begin{bmatrix} x_1^2 - x_n^2 + y_1^2 - y_n^2 + d_1^2 - d_n^2 \\ x_2^2 - x_n^2 + y_2^2 - y_n^2 + d_2^2 - d_n^2 \\ \vdots \\ x_{n-1}^2 - x_n^2 + y_{n-1}^2 - y_n^2 + d_{n-1}^2 - d_n^2 \end{bmatrix}$$

$$Z = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

Kết quả:

$$\hat{Z} = (A^T A)^{-1} A^T b$$

Trong đó:

$Z = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$ là vị trí của thiết bị

$\begin{bmatrix} x_n \\ y_n \end{bmatrix}$ là vị trí của Beacon thứ n .

d_n là khoảng cách tính được từ thiết bị đến beacon thứ n .

\hat{Z} là vị trí tính được của thiết bị.

5) Adjust RSSI:

$$\Delta R_{adjust}(a, b) = R_{angle}(a) - R_{angle}(b)$$

$$R_{adjust} = R - \Delta R_{adjust}(a, b)$$

$\Delta R_{adjust}(a, b)$ là chênh lệch RSSI giữa 2 góc (a, b) .

$R_{angle}(x)$ là RSSI tại góc x .

R là RSSI đo được của thiết bị.

R_{adjust} là RSSI được adjust của thiết bị.

6) Partical Swarm Optimization:

Từ kết quả của phần 4) Distance Equation, với r là bán kính vòng tròn sinh quần thể gồm M phần tử:

$$\begin{cases} x_{par_i} = x + r_i * angle_i \\ y_{part_i} = y + r_i * angle_i \\ r_i = randome(0, r) \\ angle_i = randome(0, 2\pi) \end{cases}$$

$[x_{par_i} \ y_{par_i}]$ là tọa độ của phần tử thứ i trong quần thể.

$[r_i \ angle_i]$ là khoảng cách và góc ngẫu nhiên của phần tử i trong vòng tròn bán kính r tâm $[x \ y]$.

Tại mỗi vòng lặp:

$$V_i(t+1) = \omega V_i(t) + c_1 r_1 [pbest_i(t) - z_i(t)] + c_2 r_2 [gbest(t) - z(t)]$$

$$Z_i(t+1) = Z_i(t) + V_i(t+1)$$

$$\omega = \omega_{max} - t \frac{\omega_{max} - \omega_{min}}{T}$$

$V_i(t)$ là vận tốc của phần tử thứ i .

$Z_i(t)$ là vị trí của phần tử thứ i .

ω là nhân tố quán tính.

c_1, c_2 là hệ số gia tốc.

r_1, r_2 là hệ số co thắt ngẫu nhiên trong phạm vi $(0, 1)$.

t là số thứ tự bước lặp hiện tại và T là tổng số bước lặp.

Đánh giá độ *fitness*:

$$f_{int}(\hat{Z}) = d_{int} - |\hat{Z} - Z_{int}|$$

$$fitness_{\hat{Z}_i} = \sum_{n=1}^m f_{int}^2(\hat{Z})$$

$f_{int}(\hat{Z})$ là hàm *fitness* của phần tử thứ i tại thời điểm t .

d_{int} là khoảng cách của phần tử thứ i tại thời điểm t đến các beacon thứ n

$fitness_{\hat{Z}_i}$ là độ *fitness* của phần tử thứ i