

ĐỊNH VỊ MS TRONG MẠNG DI ĐỘNG CELLULAR DÙNG FUZZY LOGIC

Phạm Hồng Liên *, Đinh Quốc Hùng **

* Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG-HCM,

** Học Viện Công Nghệ Bưu Chính Viễn Thông, Cơ Sở tại Tp.HCM.

(Bài nhận ngày 11 tháng 3 năm 2004)

TÓM TẮT: Mục đích chính của bài báo là giải quyết bài toán định vị MS (thuê bao di động) trong mạng tế bào DS – CDMA thông qua việc đo cường độ trường tín hiệu pilot ở MS từ các BS gần nhất bằng hai phương pháp: Cổ điển và logic mờ (Fuzzy logic). Đồng thời, trong trường hợp MS chuyển động thì bộ Smoother (làm trơn) được thêm vào để xử lý dữ liệu hiện tại và trước đó từ ngõ ra của bộ fuzzy, do đó cải thiện được độ chính xác trong quá trình định vị.

I MỞ ĐẦU:

- Ngày nay cùng với sự phát triển không ngừng của ngành Viễn thông, mạng viễn thông vô tuyến càng khẳng định ưu thế của mình trong các ứng dụng thực tế, đặc biệt là mạng thông tin di động tế bào (cellular). Các yêu cầu kỹ thuật đối với mạng cellular đòi hỏi ngày càng cao nhằm mục đích tăng cường dịch vụ cho khách hàng cũng như đáp ứng các yêu cầu khai thác hiệu quả các băng tần hiện có. Để đáp ứng các vấn đề trên, thì yêu cầu về việc xác định vị trí chính xác của thuê bao di động (MS: Mobile Station) là rất cần thiết.

- Theo báo cáo gần đây của FCC (Federal Communications Commission) yêu cầu tất cả các mạng tế bào cung cấp thông tin về vị trí của MS cho tổ chức an toàn công cộng. Đặc biệt, mạng tế bào phải đưa ra thông tin ước lượng về vị trí kinh độ và vĩ độ của MS với độ chính xác trung bình bình phương RMS (Root Mean square) nhỏ hơn 125 m. Sở dĩ có sự quan tâm về vị trí của MS là do một số nguyên nhân sau :

1. Tăng tính an toàn cho thuê bao.

2. Phải lập danh sách về vị trí, danh sách này cung cấp cho sóng mang vô tuyến có khả năng thay đổi tốc độ truyền khác nhau dựa vào việc thiết bị vô tuyến được sử dụng ở nhà, trong văn phòng hay ngoài đường.

3. Phát hiện sự gian lận trong mạng tế bào.

4. Ứng dụng trong giao thông như phát hiện vị trí kẹt xe.

5. Hiệu quả trong việc quản lý và thiết kế mạng.

- Có nhiều phương pháp xác định vị trí của MS từ việc đo các tín hiệu. Các phương pháp đo quan trọng nhất là:

1. Đo cường độ của tín hiệu nhận được.

2. Thời gian truyền đến TOA (Time of arrival).

3. Sự sai biệt thời gian đến TDOA (Time difference of arrival).

4. Góc đến AOA (Angle of arrival).

5. Pha sóng mang v.v

- Mỗi phương pháp đo sẽ chỉ ra vùng chứa MS, vị trí MS là điểm giao nhau của các quỹ tích mà thu được từ nhiều lần đo. Trước đây, người ta đo cường độ tín hiệu nhận được để ước lượng vị trí của MS dựa trên công thức toán học mô tả mối quan hệ giữa sự suy giảm do tổn hao đường truyền và khoảng cách. Nói chung, MS càng gần BS (Base Station) thì độ suy giảm đường truyền từ BS đến MS càng nhỏ. Vì thế, nếu BS phát tín hiệu pilot với công suất không đổi thì công suất tín hiệu nhận được sẽ mang thông tin khoảng cách giữa MS và BS. Khi đó, vị trí của MS là hàm của khoảng cách giữa MS và các BS gần nhất, vị trí này có thể xác định dựa trên việc đo công suất của tín hiệu pilot trong thời

gian thực ở MS từ các BS. Tuy nhiên, trong thực tế việc xác định MS dựa trên việc đo công suất của tín hiệu pilot gặp một số vấn đề trở ngại:

a. Mức tín hiệu nhận được bị thay đổi thất thường do hiệu ứng màn chắn (Shadowing) trong môi trường truyền giữa MS và BS.

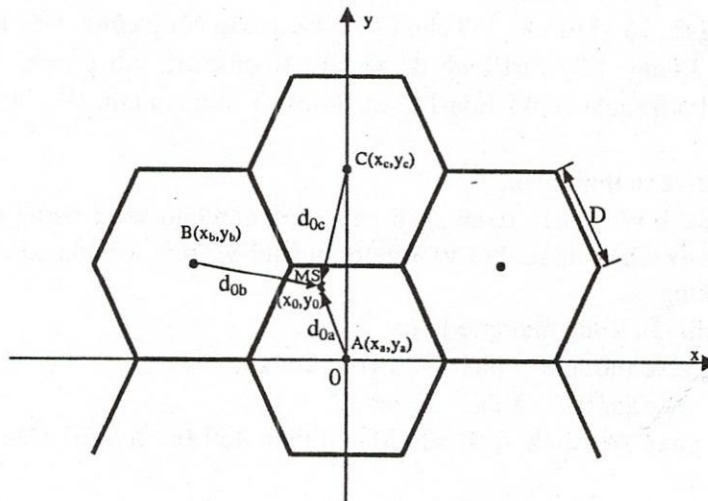
b. Mức tín hiệu nhận được bao gồm cả tín hiệu nhiễu xuyên kênh MAI (Multiple access interference) từ người sử dụng khác trong hệ thống và nhiễu nền.

- Do đó, quan hệ giữa cường độ tín hiệu thu được và khoảng cách giữa MS và BS không phải là dạng tuyến tính mà nó phụ thuộc vào các thông số thay đổi một cách ngẫu nhiên, làm chúng ta rất khó khăn để xác định được chính xác vị trí của MS.

Để khắc phục khó khăn này, ta sử dụng hệ thống suy diễn mờ (fuzzy inference system) với thiết bị làm trơn (smoothing) ở ngõ ra để định vị vị trí MS. Hệ thống này có thể loại trừ ảnh hưởng của hiệu ứng màn chắn (Shadowing) ngẫu nhiên bởi việc huấn luyện dữ liệu từ các giá trị đo được trong thực tế hoặc từ thống kê môi trường truyền trong thực tế. Để điều chỉnh lỗi đo, hệ thống sẽ kết hợp chặt chẽ độ chính xác của các giá trị đo được bởi việc cho các giá trị đo có độ chính xác càng cao thì độ thuộc (tầm quan trọng của giá trị đo) càng lớn. Hơn nữa, cả dữ liệu đo được ở hiện tại và trước đó đều được sử dụng để cải thiện độ chính xác của giá trị ước lượng khi mà vị trí của MS phụ thuộc vào quỹ đạo chuyển động của nó.

- Việc định vị chính xác vị trí của một đối tượng nói chung sẽ có ứng dụng thực tế rất cao không những trong mạng tế bào mà ngay cả trong những mạng vô tuyến không dây bất kỳ nhằm mục đích phục vụ cho một yêu cầu cụ thể nào đó. Ví dụ như trong ngành công an xác định nơi ở của các đối tượng phạm tội đang ẩn náu ở một nơi nào đó, hay vị trí của các xe taxi trong việc điều hành của trạm trung tâm v.v.

II GIẢI PHÁP THỰC HIỆN :



Hình 2.1 : Quan hệ giữa cường độ và khoảng cách

- Xét MS nằm ở vị trí như Hình 2.1, trong trường hợp xét ảnh hưởng của sự che chắn trong môi trường truyền theo mô hình Large – scale, thì quan hệ giữa độ lớn tín hiệu thu được ở MS từ BS_i và khoảng cách tương ứng giữa MS – BS_i được tính theo công thức (2.1) (Trích từ tài liệu [2]):

Giả sử cho $d_i(t)$ là khoảng cách giữa MS và BS_i ở thời điểm t.

Thời gian t được rời rạc và biểu diễn dưới dạng t_n

Với $t_n = n\Delta t$,

trong đó : $n = 1,2,3,\dots$

Δt : khoảng thời gian đo tín hiệu pilot.

Khi đó, tại thời điểm t_n biên độ tín hiệu pilot thu được ở MS từ mỗi BS được tính theo công thức sau :

$$a_{n,i} = \gamma_i \cdot [d_i(t_n) / D_0]^{-k} \cdot 10^{\xi_i(t_n)/10} \quad (2.1)$$

với $i = 0, 1, \dots, 6$

Trong đó :

+ γ_i : hằng số tỷ lệ với biên độ của tín hiệu pilot.

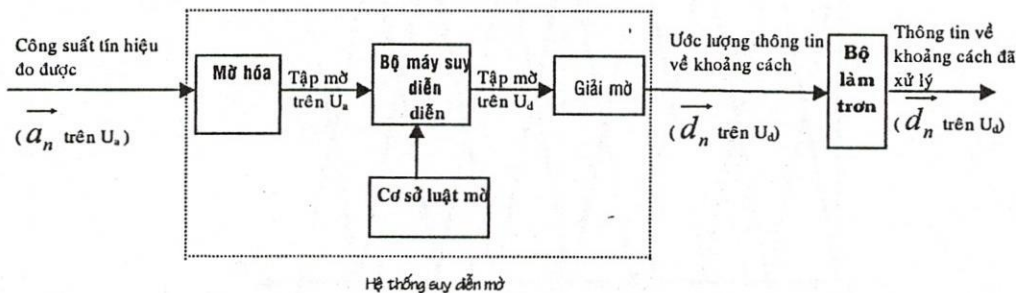
+ $[d_i(t_n) / D_0]^{-k}$: Tổn hao đường truyền, với hệ số tổn hao đường truyền là k , tương ứng với khoảng cách D_0 từ nơi phát. Cả k và D_0 được xác định từ các phép đo.

+ $10^{\xi_i(t_n)/10}$: Thể hiện hiệu ứng màn chắn được chuẩn hóa theo lũy thừa 10 đặc trưng cho fading Rayleigh chậm.

+ $\xi_i(t_n)$: đặc trưng cho ảnh hưởng của hiệu ứng màn chắn (shadowing) và có thể được mô hình bởi biến ngẫu nhiên chuẩn (cho bất kỳ t_n) với trị trung bình bằng 0 và phương sai bằng σ^2 . Cho $i \neq j$ thì $\xi_i(t_n)$ và $\xi_j(t_n)$ độc lập.

- Nếu tín hiệu pilot được phát có cùng một công suất thì $\gamma_i = \gamma$ (với $i = 0, 1, \dots, 6$). Với các giá trị cường độ tín hiệu pilot đo được nhận ở MS từ các BS_{*i*}, 3 giá trị lớn nhất được chọn để xác định vị trí của MS.

1. Hệ thống suy diễn mờ với bộ làm tròn ngõ ra :



Hình 2.2 : Hệ thống suy diễn mờ với bộ làm tròn ngõ ra

a. Định nghĩa biến ngôn ngữ vào – ra :

- Gọi $a_{n,i}$ (mức tín hiệu nhận được từ BS_{*i*} ở thời điểm t_n) : là biến ngôn ngữ ngõ vào (trên không gian nền là tập hợp tất cả các mức tín hiệu có khả năng nhận được) xác định trên không gian $U_{a_{n,i}}$.

- Gọi $d_{n,i}$ (khoảng cách giữa MS và BS_{*i*} ở thời điểm t_n): là biến ngôn ngữ ngõ ra (trên không gian nền $[0, 3000m]$) xác định trên không gian $U_{d_{n,i}}$

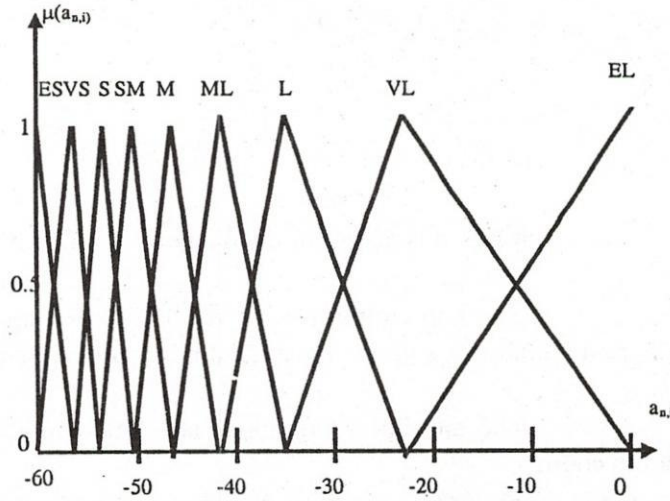
b. Định nghĩa các tập mờ cho các biến ngôn ngữ vào – ra :

- Qua quá trình thử và tham khảo ý kiến của những người có kinh nghiệm, ta chọn các giá trị ngôn ngữ cho ngõ vào và ngõ ra như sau :

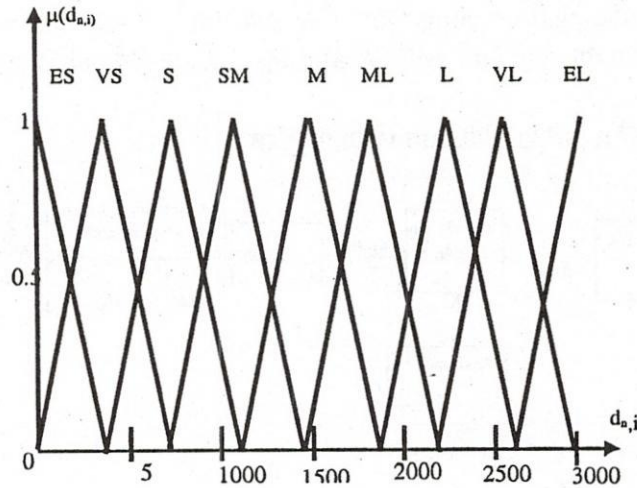
+ Biến ngôn ngữ ngõ vào $a_{n,i}$ xác định trên $U_{a_{n,i}}$ gồm 9 giá trị ngôn ngữ {ES (Extremely small), VS (Very small), S (Small), SM (Small to medium), M (Medium), ML (Medium to large), L (Large), VL (Very Large), EL (Extremely large) }. Mỗi giá trị ngôn ngữ được chọn 1 tập mờ như Hình 2.3.

+ Biến ngôn ngữ ngõ ra $d_{n,i}$ xác định trên $U_{d_{n,i}}$ cũng gồm 9 giá trị ngôn ngữ {ES (Extremely small), VS (Very small), S (Small), SM (Small to medium), M (Medium), ML (Medium to large), L

(Large), VL (Very Large), EL (Extremely large) }. Mỗi giá trị ngôn ngữ được chọn 1 tập mờ như Hình 2.4



Hình 2.3: Các tập mờ ngõ vào



Hình 2.4: Các tập mờ ngõ ra

c. Xây dựng luật hợp thành (cơ sở luật mờ) :

- Cơ sở luật mờ là cơ sở tri thức điều khiển, đặc tính hóa bằng tập hợp các phát biểu ngôn ngữ dưới dạng các luật **IF ...THEN**, các luật này mô tả quan hệ logic mờ giữa dữ liệu đo được $a_{n,i}$ và $d_{n,i}$. Luật thứ k có dạng như sau :

R_k :

IF $a_{n,0}$ là A_{0k} và $a_{n,1}$ là A_{1k} và $a_{n,2}$ là A_{2k} ,

THEN $d_{n,0}$ là D_{0k} và $d_{n,1}$ là D_{1k} và $d_{n,3}$ là D_{3k}

Trong đó :

+ $k = 1, 2, \dots, K$, K là tổng số luật mờ.

+ j_0, j_1 , và j_2 : chỉ số của 3 BS mà MS nhận được tín hiệu pilot mạnh nhất.

+ $(a_{n,j_0}, a_{n,j_1}, a_{n,j_2}) \in U$ $a_{n,j_0}, U_{a_{n,j_1}}, U_{a_{n,j_2}} = U_a$ là biến ngôn ngữ ngõ vào

+ $(d_{n,j_0}, d_{n,j_1}, d_{n,j_2}) \in U_d$ $U_{d_{n,j_0}}, U_{d_{n,j_1}}, U_{d_{n,j_2}} = U_d$ là biến ngôn ngữ ngõ ra.

+ A_{jk} và D_{jk} là các tập mờ lần lượt trong không gian $U_{a_{n,j}}, U_{d_{n,j}}$.

d. Chọn quy tắc thực hiện luật hợp thành (Bộ máy suy diễn) :

- Trong bộ máy suy diễn mờ, các nguyên tắc logic mờ được dùng để kết nối các luật mờ **IF-THEN** trên cơ sở luật mờ thành ánh xạ từ U_a sang U_d .

+ Giá trị cho trước :

$a_{n,j0}$ là $\overline{A_0}$ và $a_{n,j1}$ là $\overline{A_1}$ và $a_{n,j2}$ là $\overline{A_2}$.

+ Kết quả :

$d_{n,j0}$ là $\overline{D_0}$ và $d_{n,j1}$ là $\overline{D_1}$ và $d_{n,j2}$ là $\overline{D_2}$.

Trong đó $\overline{A_j}$ và $\overline{D_j}$ ($J = 0, 1, 2$) là các giá trị ngôn ngữ lần lượt $a_{n,j}$ và $d_{n,j}$.

- Độ thuộc tương ứng với luật thứ k được tính bằng các phép toán nhân :

$$Q_k = \mu_k \prod_{J=0}^2 \mu_{I_{Jk}}(a_{n,jJ}) \prod_{J=0}^2 \mu_{O_{Jk}}(d_{n,jJ}) \quad (2.2)$$

Trong đó :

I_{Jk} : vùng ngõ vào của luật thứ k cho $a_{n,jJ}$.

O_{Jk} : vùng ngõ ra của luật thứ k cho $d_{n,jJ}$.

$\mu_{I_{Jk}}(a_{n,jJ})$: độ thuộc của $a_{n,jJ}$ trong $I_{n,Jk}$ xác định từ hàm thuộc.

: độ thuộc của $d_{n,jJ}$ trong $O_{n,Jk}$ xác định từ hàm thuộc.

$\mu_{O_{Jk}}(d_{n,jJ})$: độ thuộc của vector dữ liệu $(a_{n,j0}, a_{n,j1}, a_{n,j2})$ được gán bởi hoạt động của con người.

- Khi có nhiều hơn 1 luật trong một nhóm các luật mờ, thì luật mờ có độ thuộc lớn nhất được chọn.

- Ở ngõ ra của bộ máy suy diễn, ta có 3 tập mờ kết quả chung cho toàn bộ luật hợp thành trên không gian nền U_d

e. *Giải mờ* :

- Giải mờ là quá trình ánh xạ từ tập mờ $(d_{n,j0}, d_{n,j1}, d_{n,j2}) \in U_d$ đến $(\overline{d_{n,j0}}, \overline{d_{n,j1}}, \overline{d_{n,j2}})$. Trong đó $\overline{d_{n,jJ}}$ biểu hiện giá trị rõ (được tạo ra từ hệ thống suy diễn mờ ở thời điểm t_n) của $d_{n,jJ}$. Trong số các phương pháp giải mờ thì phương pháp điểm trọng tâm cho độ chính xác cao, do đó ta sử dụng phương pháp này để giải mờ.

- Giá trị rõ ở ngõ ra của bộ giải mờ dùng phương pháp điểm trọng tâm được tính theo công thức sau :

$$\overline{d_{n,jJ}} = \frac{\sum_{k=1}^K \overline{Q_k} \prod_{J'=0}^2 \mu_{I_{J'k}}(a_{n,jJ'}) \overline{d_{J'k}}}{\sum_{k=1}^K \overline{Q_k} \prod_{J'=0}^2 \mu_{I_{J'k}}(a_{n,jJ'})} \quad (2.3)$$

Trong đó:

+ $\overline{d_{J'k}}$: Giá trị trung tâm của vùng ngõ ra của luật k.

+ $\overline{Q_k}$: Độ thuộc (chuẩn là 1) của luật k

- Ngõ ra của bộ giải mờ là khoảng cách ước lượng giữa MS và 3 BS khác nhau tương ứng với $d_{n,j0}$, $d_{n,j1}$, $d_{n,j2}$.

2. Xác định vị trí MS từ các khoảng cách $d_{n,j}$:

- Gọi $d_{0a} = d_{n,j0}$, $d_{0b} = d_{n,j1}$, $d_{0c} = d_{n,j2}$.

- Giả sử MS(x_0, y_0), do $\xi_i(t_n)$ là biến ngẫu nhiên nên d_{0a} , d_{0b} , d_{0c} sẽ không hội tụ tại 1 điểm MS như

Hình 2.1

- Quan hệ giữa (x_0, y_0) và d_{0a} , d_{0b} và d_{0c} được biểu diễn bởi các công thức sau

$$(x_0 - x_a)^2 + (y_0 - y_a)^2 = d_{0a}^2 \quad (2.4)$$

$$(x_0 - x_b)^2 + (y_0 - y_b)^2 = d_{0b}^2 \quad (2.5)$$

$$(x_0 - x_c)^2 + (y_0 - y_c)^2 = d_{0c}^2 \quad (2.6)$$

- Mỗi công thức trên đại diện cho đường tròn có tâm là (x_a, y_a) hoặc (x_b, y_b) hoặc (x_c, y_c) và bán kính tương ứng là d_{0a} , d_{0b} , d_{0c} như Hình 2.5. Điểm MS(x_0, y_0) sẽ nằm trên chu vi của mỗi đường tròn.

- Kết hợp (2.4) và (2.5) loại bỏ thành phần x_0^2 và y_0^2 , ta có phương trình đường thẳng (2.7). Đây là đường thẳng vuông góc với đường nối giữa 2 tâm của 2 đường tròn (2.4) &(2.5), và đi qua 2 giao điểm của 2 đường tròn (nếu hai đường tròn này cắt nhau) :

$$(x_b - x_a)x_0 + (y_b - y_a)y_0 = \frac{d_{0a}^2 - d_{0b}^2 + x_b^2 - x_a^2 + y_b^2 - y_a^2}{2} \quad (2.7)$$

- Tương tự kết hợp (2.4) và (2.6), (2.5) và (2.6) ta có 2 đường thẳng tương ứng còn lại như sau :

$$(x_c - x_a)x_0 + (y_c - y_a)y_0 = \frac{d_{0a}^2 - d_{0c}^2 + x_c^2 - x_a^2 + y_c^2 - y_a^2}{2} \quad (2.8)$$

$$(x_b - x_a)x_0 + (y_b - y_a)y_0 = \frac{d_{0a}^2 - d_{0b}^2 + x_b^2 - x_a^2 + y_b^2 - y_a^2}{2} \quad (2.9)$$

- Ba đường thẳng (2.7), (2.8) và (2.9) cắt nhau từng đôi một tại 3 điểm riêng biệt tương ứng với 3 vị trí của MS, có tọa độ là $(x_0^1, y_0^1), (x_0^2, y_0^2)$ và (x_0^3, y_0^3) . Khi đó vị trí của MS có tọa độ (x_0, y_0) có thể được xác định theo công thức sau :

$$x_0 = \frac{x_0^1 + x_0^2 + x_0^3}{3} ; y_0 = \frac{y_0^1 + y_0^2 + y_0^3}{3}$$

- Đối với mỗi MS trong khoảng thời gian nhỏ Δt sẽ có sự thay đổi vị trí nhỏ nếu tích của vận tốc MS và Δt có giá trị nhỏ, do đó để cải thiện độ chính xác vị trí của MS ta dựa vào giá trị hiện tại và trước đó, tức là thêm *bộ làm tròn (smoother)* vào hệ thống. Cho vị trí của MS hiện tại sau khi qua hệ thống suy diễn mờ có tọa độ (x_0, y_0) , và vị trí trước đó từ thời điểm L-1 có tọa độ $(x_{-1}, y_{-1}), (x_{-2}, y_{-2}), \dots, (x_{-(L-1)}, y_{-(L-1)})$. Thuật toán làm tròn xác định vị trí của MS ở thời điểm hiện tại có tọa độ (\bar{x}_0, \bar{y}_0) được

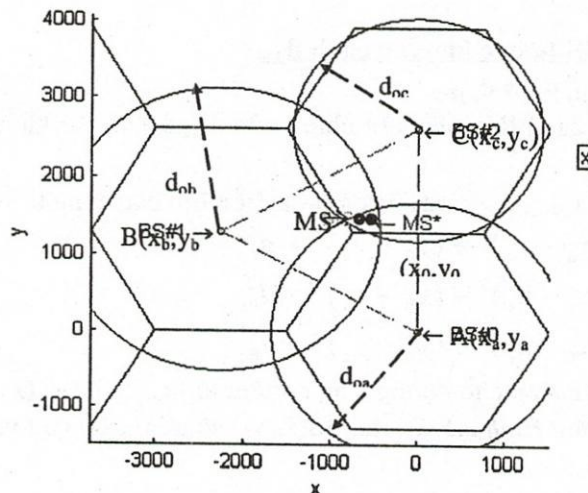
tính như sau :
$$x_{med} = \sum_{j=-(L-1)}^0 x_j / L \quad (2.10)$$

$$y_{med} = \sum_{j=-(L-1)}^0 y_j / L \quad (2.11)$$

$$\bar{x}_0 = x_{med} + (x_0^{-1} - x_{med}^{-1}) \quad (2.12)$$

$$\bar{y}_0 = y_{med} + (y_0^{-1} - y_{med}^{-1}) \quad (2.13)$$

Thuật toán làm tròn này thích hợp trong khoảng thời gian ngắn. Giá trị L phụ thuộc vào sự biến thiên vận tốc của MS và hướng chuyển động. L nên chọn nhỏ nếu vận tốc lớn và ngược lại.



Hình 2.5 : Xác định MS từ 3 đường tròn

III KẾT QUẢ MÔ PHỎNG:

- Kết quả mô phỏng sau đây được khảo sát đối với mạng cellular trong vùng thành thị bị che chắn bởi các tòa nhà khá nhiều, điển hình như ở Tp.HCM. Cụ thể là giả sử MS đang di chuyển trong vùng tam giác công suất ứng với 3 trạm BS đặt tại 3 địa điểm sau : Bưu điện Trung Tâm Thành Phố, Trung tâm sản xuất thiết bị Bưu Chính Viễn thông và Nhà máy nước ngọt Chương Dương như hình sau :

1. Thông số ban đầu:

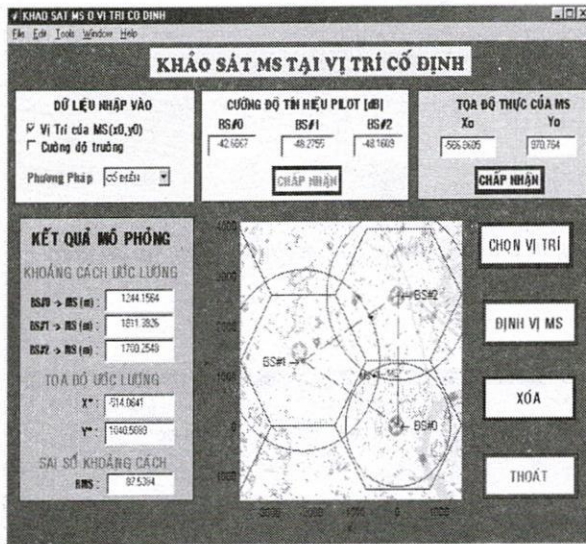
- Qua thực tế khảo sát đối với mạng cellular trong thành thị thì ta thường chọn các thông số kỹ thuật như sau : Hệ số suy hao đường truyền $k=4$, Độ lệch chuẩn $\sigma = 2\text{dB}$, khoảng cách tham khảo $D_0 = 100\text{m}$, bán kính cellular $D = 1500\text{m}$.

2. Khảo sát trường hợp MS ở vị trí cố định:

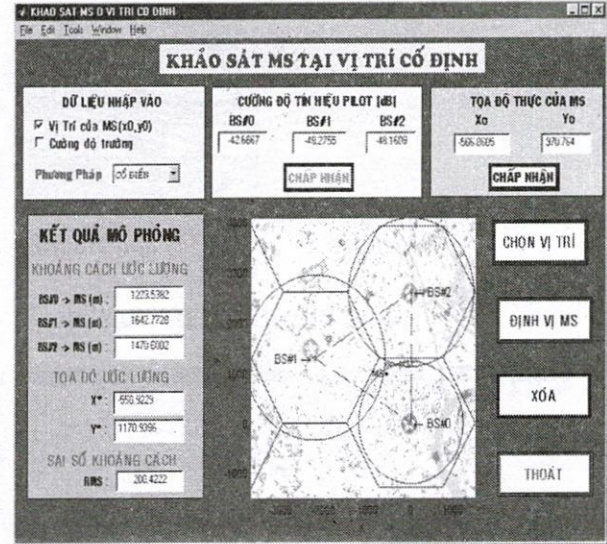
- Giả sử vị trí MS ban đầu nằm ở tọa độ $(x_0, y_0) = (-566.8605, 970.764)$ ta thu được cường độ trường tương ứng từ 3 BS là : $a_{n,0} = -42.6667 \text{ dB}$, $a_{n,1} = -48.2755$ và $a_{n,2} = -48.1609 \text{ dB}$. Sau khi chạy mô phỏng sẽ ta sẽ định vị được vị trí MS* mới và sai số khoảng cách giữa MS* và MS. Ứng với mỗi phương pháp ta có kết quả như sau.

a. Dùng phương pháp cổ điển :

- Hình 3.1a và Hình 3.1b là kết quả sau 2 lần chạy mô phỏng
- Trong đó MS (màu đen) ● là vị trí MS ban đầu.
MS* (màu đỏ) ● là vị trí MS sau khi định vị.



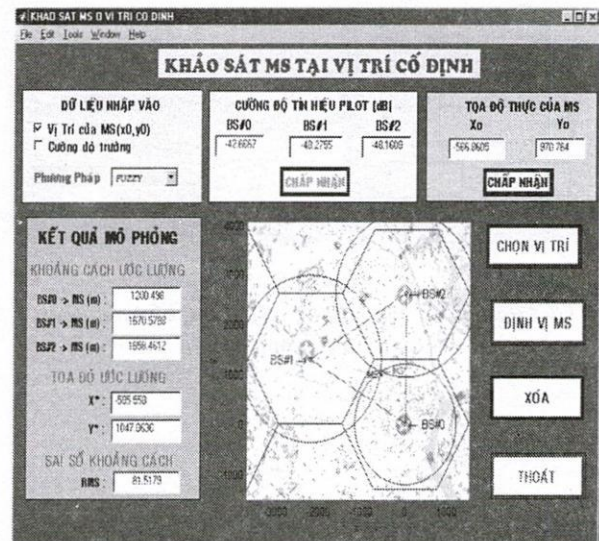
Hình 3.1a: Kết quả mô phỏng trong lần chạy thứ 1



Hình 3.1b: Kết quả mô phỏng trong lần chạy thứ 2

b. Dùng phương pháp fuzzy :

Hình 3.2 :
Kết quả mô phỏng ứng với phương pháp Fuzzy



3. Khảo sát trường hợp MS di chuyển :

- Ta khảo sát trong trường hợp MS di chuyển trên đoạn đường bất kỳ, với vận tốc khoảng 15m/s, hướng chuyển động có thể thay đổi từ $[0, 2\pi]$; thời gian cập nhật thông tin MS khoảng 3s. Kết quả mô phỏng sau ứng với 300 vị trí MS được cập nhật.

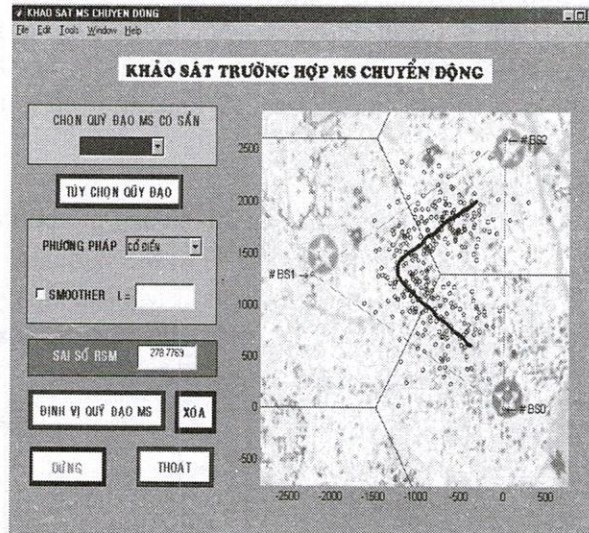
+ Đường màu đen ứng với quỹ đạo thật của MS.

+ Đường màu xanh (chấm tròn) ứng quỹ đạo MS sau khi định vị bằng phương pháp Fuzzy.

+ Đường màu đỏ(chấm tròn) ứng với quỹ đạo MS sau khi định vị bằng phương pháp cổ điển.

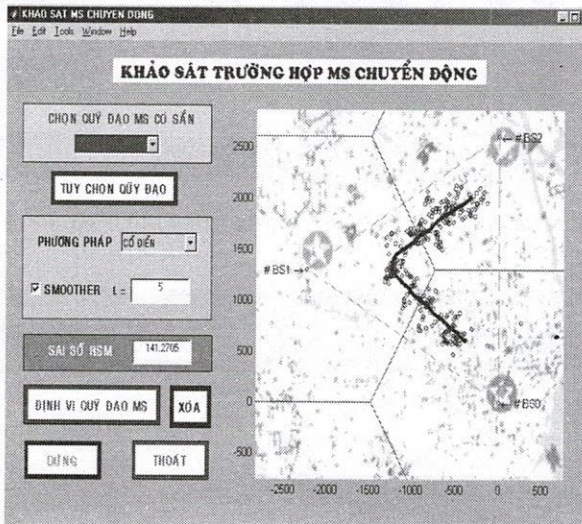
a. Dùng phương pháp cổ điển :

a.1. Trường không dùng bộ smoother:



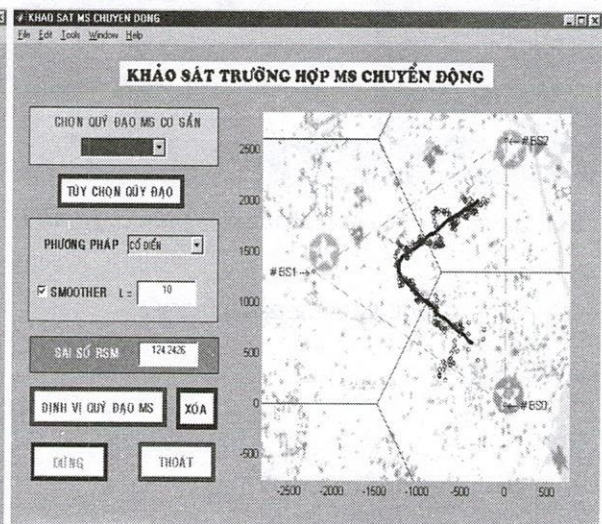
Hình 3.3: Quỹ đạo MS trong trường hợp không dùng bộ Smoother dùng pp cổ điển

a.2. Trường hợp dùng bộ smoother :



Hình 3.4a:

Quỹ đạo MS trong trường hợp dùng bộ Smoother (L=5) dùng pp cổ điển

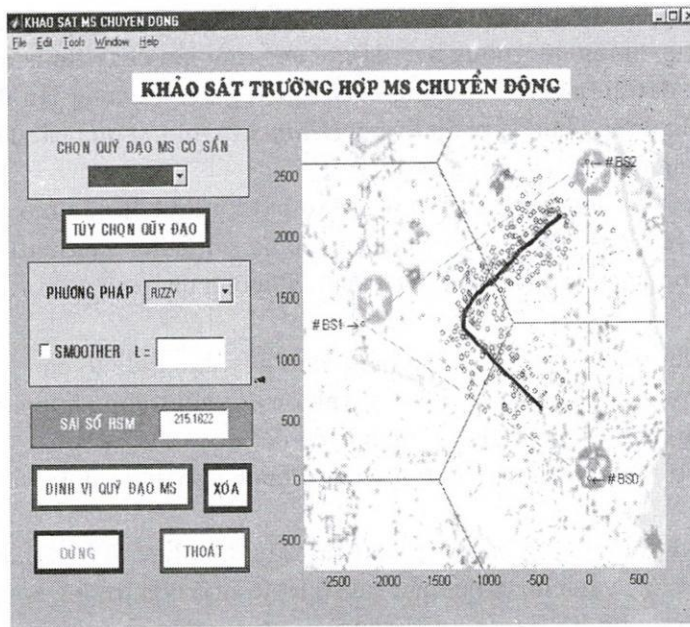


Hình 3.4b:

Quỹ đạo MS trong trường hợp dùng bộ Smoother (L=10) dùng pp cổ điển

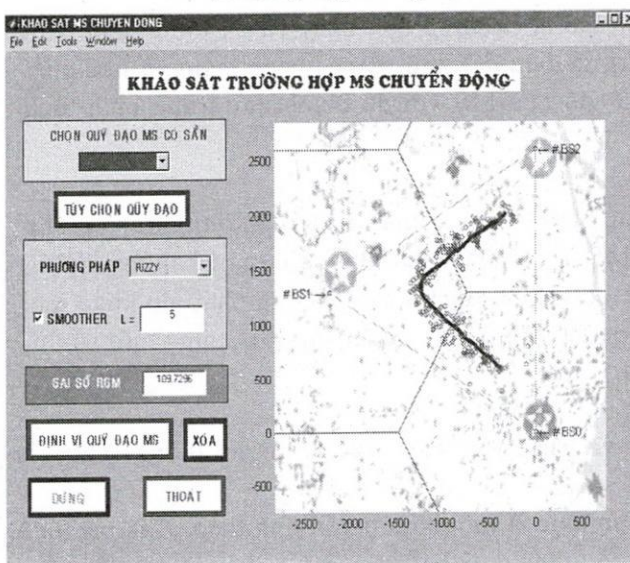
b. Dùng phương pháp fuzzy :

b.1. Trường hợp không dùng bộ smoother :



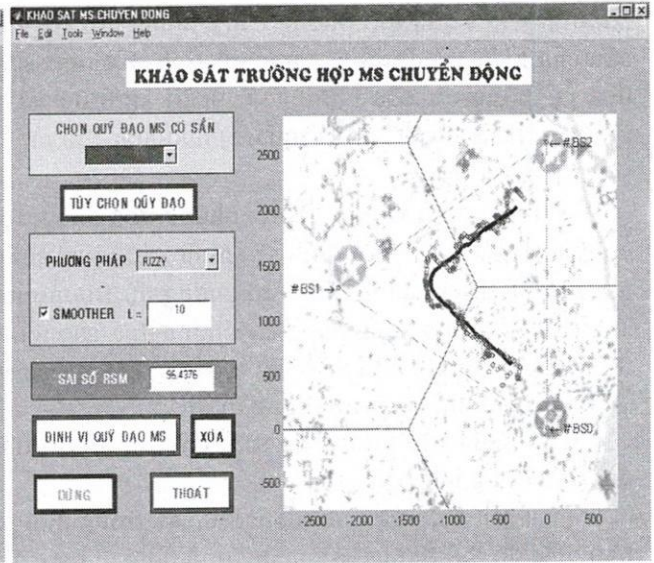
Hình 3.5: Quỹ đạo MS trong trường hợp không dùng bộ Smoother dùng pp Fuzzy

b.2. Trường hợp dùng bộ smoother :



Hình 3.6a:

Quỹ đạo MS trong trường hợp có bộ Smoother (L=5)



Hình 3.6b:

Quỹ đạo MS trong trường hợp có bộ Smoother (L=10)

IV Nhận xét và Kết luận :

1. Nhận xét :

- Kết quả mô phỏng phụ thuộc rất nhiều vào mức độ ảnh hưởng của hiệu ứng màn chắn kênh truyền (đặc trưng bởi tham số độ lệch chuẩn σ), vận tốc của MS, thông tin định hướng, thông tin của tín hiệu pilot từ các BS và quá trình xây dựng hàm thuộc cho bộ fuzzy.
- Việc xây dựng bộ Fuzzy cũng phụ thuộc rất nhiều vào các tham số đường truyền như độ lệch chuẩn σ , hệ số suy hao đường truyền k , và bán kính cell... và kinh nghiệm có được trong lúc thiết kế.

Bởi vì thực chất của công việc thiết kế Fuzzy là quá trình thử và sửa sai dựa trên kinh nghiệm của bản thân và tham khảo ý kiến của các chuyên gia.

- Độ bất định của kết quả mô phỏng tương đối lớn nếu dùng phương pháp cổ điển. Cụ thể (Hình 3.1a,b) với cùng bản tin cường độ trường ban đầu nhưng mỗi lần chạy thì ta có được các kết quả rất khác nhau, ở lần chạy đầu tiên sai số khoảng cách khoảng 87m, nhưng lần thứ 2 thì sai số lên đến 200m. Trong khi đó nếu dùng phương pháp Fuzzy (Hình 3.2) thì kết quả các lần chạy là như nhau và sai số khoảng cách tương đối thấp khoảng 81m.

- Trong trường hợp xét MS di chuyển theo quỹ đạo bất kỳ thì kết quả mô phỏng ngoài phụ thuộc vào tham số đường truyền, còn phụ thuộc rất nhiều vào bộ smoother và giá trị L.

- Trong trường hợp không có bộ smoother (Hình 3.3 Phương pháp cổ điển và Hình 3.5 Phương pháp Fuzzy)

- Vị trí của MS sau khi mô phỏng sẽ không bám theo quỹ đạo thực tế của MS và sai số trung bình bình phương khoảng cách RMS tương đối lớn. Tuy nhiên đối với trường hợp dùng bộ Fuzzy thì độ bất định của kết quả mô phỏng ít hơn so với trường hợp cổ điển.

- Trong trường hợp có bộ smoother (Hình 3.4a,b : Phương pháp cổ điển và 3.6a,b : Phương pháp Fuzzy)

- Vị trí của MS sau khi mô phỏng bám theo rất sát quỹ đạo thực tế ban đầu và sai số RMS tương đối nhỏ. Khi dùng bộ Fuzzy vẫn cho ta kết quả sai số RMS nhỏ hơn trường hợp cổ điển.

- Trong trường hợp dùng bộ Fuzzy, việc chọn giá trị L cũng phụ thuộc vào vận tốc và số vị trí cập nhật dữ liệu của MS trên quỹ đạo. Nếu giữ nguyên vận tốc và quỹ đạo vị trí của MS thì sai số RMS sẽ phụ thuộc vào giá trị L của bộ smoother, cụ thể ở Hình 3.6a,b với L=5 thì RMS = 109.7, với L=10 thì RMS = 96.4. Khi khảo sát nhiều trường hợp khác thì ta nhận thấy, nếu L càng lớn thì RMS càng nhỏ.

Hiện nay kết quả mô phỏng chạy tương đối ổn định khi ta sử dụng bộ Fuzzy và đáp ứng được yêu cầu của FCC (Federal Communications Commission), vì theo FCC thì yêu cầu các mạng tế bào phải đưa ra thông tin ước lượng về vị trí kinh độ và vĩ độ của MS với độ chính xác trung bình bình phương RMS (Root Mean Square) nhỏ hơn 125 m.

2. Kết luận:

- Hệ thống định vị này không những ứng dụng trong mạng di động mà có thể ứng dụng trong mạng cellular bất kỳ khi cần định vị chính xác vị trí của MS. Ngoài ra, ta có thể sử dụng hệ thống không những chỉ cho phương pháp đo cường độ trường mà có thể dùng cho các phương pháp đo khác như TOA, AOA bởi sự cân nhắc lại định nghĩa cho mối quan hệ giữa giá trị đo và vị trí, cùng một số thủ tục huấn luyện dữ liệu để thiết lập các luật mờ cơ sở.

- Giá thành thi công hệ thống thấp do:

- + Quá trình đo công suất của tín hiệu Pilot và truyền về các MSC trong hệ thống Wireless được sử dụng hiệu quả

- + Việc đo và tính toán yêu cầu trong thời gian thực là một hàm tuyến tính theo số lượng thuê bao. Do đó, hệ thống này mang tính thực tế mặc dù số lượng thuê bao lớn.

- + Việc xây dựng các thủ tục theo một chiều mà không yêu cầu mất nhiều thời gian huấn luyện trực tuyến.

- Ưu điểm chính của hệ thống là tính hiệu quả và giá thành thấp.

- Có thể kết hợp bài toán này với bài toán điều khiển công suất trong hệ thống CDMA thì sẽ cho ta kết quả điều khiển tốt hơn.

- Ngoài ra, còn có thể kết hợp với phần mềm GIS để giải quyết bài toán định vị một đối tượng bất kỳ trong mạng Wireless hoặc MS trong mạng di động cellular trong thời gian thực. Điều này sẽ mang lại hiệu quả thực tế rất cao, có thể dùng để ứng dụng cho nhà quản lý mạng và cung cấp nhiều dịch vụ cho các ngành giao thông, công an, hay một công ty bất kỳ nếu có yêu cầu.

MOBILE STATION LOCATION ESTIMATION IN CELLULAR NETWORKS USING FUZZY LOGIC

Pham Hong Lien, Đinh Quốc Hưng

ABSTRACT: This article focuses on solving the problem of locating position of MS in DS-CDMA cell network through the pilot signal strength measured at MS from the nearest BSs by using both of the two methods, classic and fuzzy logic. To improve the accuracy of position estimation, a smoother is used to process both present and previous data output from the fuzzy estimating system.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] T.SRappaport, *Wireless Communications: Principles and Practice*. Prentice Hall (1996).
- [2] C.Drane, M.Macnaughtan and C.Scott, Positioning GSM Telephones, *IEEE Communications Magazine*, April, (1998) 46-59.
- [3] J.J caffery, Jr. and G.L. Stuber, Overview of radiolocation in CDMA Cellular Systems, *IEEE Communications Magazine*, April, (1998) 38-45.
- [4] M.Hata and T. Nagatsu, Mobile location Using Signal Strength Measurements in a Cellular System, *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, VT-29, (1980) 245 – 252.
- [5] Jay Farrell Matthew Barth, *The Global Positioning System and Inertial Navigation*.
- [6] G.J. Klir and B. Yuan, *Fuzzy sets and Fuzzy logic: Theory and Applications*, Prentice Hall, (1995).