

論文2000-37TC-10-1

마이크로셀 구조에서 퍼지 이론을 이용한 이동체 위치 추정 방법

(Mobile Location Estimation scheme Using Fuzzy Set Theory in Microcell Structure)

李 鍾 贊 * , 李 文 鎬 **

(Jongchan Lee and Moonho Lee)

요 약

본 연구에서는 AOA(Angle of Arrival)와 TOA(Time of Arrival) 그리고 TDOA(Time Difference of Arrival)의 추정값을 이용한 위치 추정 기법들을 설명하고 분석하였다. 이들 기법들을 다중경로 페이딩(multipath fading)과 shadowing을 갖는 마이크로셀 환경에 적용한다면, 빠르고 예측할 수 없는 신호 레벨의 변화로 인하여 이동체의 위치를 정확히 추정하는 것은 어렵다. 따라서 본 연구에서는 수신 신호 세기(RSS: Received Signal Strength) 이외에 이동체와 기지국간의 거리, 이동체의 이동방향, 이동체의 이전위치와 같은 부정확한 다수의 파라미터를 동시에 고려하는 퍼지 다기준(multi-criteria) 의사 결정 방법을 이용하여 이동체의 위치를 결정하는 방법을 제안한다. 시뮬레이션을 통하여, 이동체의 방향과 속도의 영향을 분석한다.

Abstract

In this paper, positioning schemes based on AOA(Angle of Arrival), TOA(Time of Arrival), and TDOA(Time Difference of Arrival) measurements are reviewed and analyzed. In the case of using those schemes in microcell structure with severe multipath fading and shadowing conditions, the rapid and unpredictable variation of signal level makes it difficult to estimate the position and velocity of mobiles. Therefore, we propose a novel mobile tracking method based on the multicriteria decision making, in which uncertain parameters such as RSS(Received Signal Strength), the distance between mobile and base station, the moving direction, and the previous location are participated in the decision process using aggregation function in fuzzy set theory. Through a simulation, we analysis the impaction of the frequent change of direction and speed of mobiles.

I. 서 론

미래 이동 통신망의 효과적인 구현을 위해서는 이동체의 위치를 정확히 추정하는 것이 중요하다. 이동 통

신망의 주요한 문제점 중의 하나는 이동성이 심한 이동체의 경우에 위치 이동에 의하여 발생하는 트래픽의 양이 많다는 것이다. 특히 증가하는 가입자 밀도에 대처하기 위하여 셀 반경이 작은 마이크로셀/피코셀로 시스템을 구성할 경우에는 더욱 심각하다. 셀 크기 감소로 인하여 빈번한 핸드오프가 발생하는데, 이동체의 위치 및 속도 정보의 부정확으로 인한 부수적인 순방향 트래픽의 증가 현상을 초래하게 되므로 무선 스펙트럼의 효율을 최대화하기 위하여 그 중요성이 더해간다.

위치 추정에 관한 연구는 교통 관제 시스템에서 화

* 正會員, 崇實大學校 컴퓨터學科
(School of Computer Science Soongsil University)

** 正會員, 靑雲大學校 멀티미디어學科
(School of Multimedia Chungwoon University)

接受日字:1999年11月19日, 수정완료일:2000年9月14日

물 운송용 차량이나 비행기 또는 선박의 운행 정보를 얻기 위해서 사용되어 왔다^{[1][2]}. [3]에서는 일련의 기지국들이 이동체 송신기의 신호세기를 통계적인 방법으로 추정하는 시스템을 제안하였다. 이 방법에서는 등고선(지평선) 정보로부터 이동체의 위치를 결정했지만 현실적인 상황에 적합한 탐색 절차를 제공하지 못했다. [4]에서는 다중 경로 환경에서 기지국에 설치된 멀티빔 안테나에 수신되는 신호의 세기와 그 신호의 입사각(Angle of Arrival)으로 이동체의 위치를 추정하는 방법이 제안되었다. [5]에서는 인접 기지국과 이동체의 전파 전달 시간(Time of Arrival)을 이용하여 이동체의 위치를 추정하는 방법이 제시되었다. [6]에서는 두 개의 기지국으로부터의 전파 도달 시간의 상대적인 차(Time Difference of Arrival)를 이용하여 이동체의 위치를 추정하는 방법이 제시되었다. 최근에, IS-95B에서는 CDMA 방식의 PN 코드를 사용하여 거리 정보를 측정할 수 있다는 점을 착안하여, [5]와 [6]의 방식을 적용하여 이동체의 위치를 추정하는 방법이 고려되고 있다. 그러나 이 방법들은 다중 경로(multipath) 환경에서 발생하는 건물의 반사들로 인하여 추정의 정확도가 감소한다.

기존에 제안된 방식들은 이동체의 거리와 속도 정보를 얻기 위해서 이동체에서 측정된 인접 기지국들의 신호 세기, 신호의 방향 또는 전파 전달시간 등 전파 관련 정보에만 의존함으로써, 이동체 주위의 빌딩이나 다른 장애물에 의한 short-term fading, shadowing 그리고 회절 등에 의해서 영향받는다. 따라서 이동체가 기지국이 송신하는 신호 정보만을 이용하여 이동체의 위치를 추정하는 방식은 정확도가 감소한다. 따라서 본 연구에서는 기존 방법의 추정 파라미터인 신호 세기 이외에 이동체와 기지국간의 거리, 이동체의 이전 위치, 이동체의 이동 방향 등을 추정 파라미터로 사용하는, 퍼지를 이용한 다기준(multi-criteria) 의사 결정 방법을 제안한다. 이 방법은 의사 결정 알고리즘을 수행하여 이동체가 위치한 지역을 단계적으로 좁혀서 최적의 블록(block)을 추정하는 방식을 따르고 있다. 이는 기존의 복잡한 위치 추정 과정을 단순화시키고, 단계화하여 이동체를 추정함으로써 이동체 추정의 정밀도를 높인다.

II. 시스템 모델과 정의

기존에 연구된 이동체 위치 추정 방법은 크게, 이동

체가 전송한 신호의 도래각(AOA; Angle of Arrival)을 기지국이 측정하여, 기지국을 기준으로 신호의 방향을 추정함으로써 이동체의 위치를 구하는 방식과 전파 전달 시간을 측정하여 위치를 구하는 방식으로 분류할 수 있다. 전파 전달 시간 측정 방식은 다시, 이동체와 기지국 사이의 전파 도달 시간(TOA; Time of Arrival)을 측정값으로 이용하는 방식과 두 개의 기지국으로부터 전파 도달 시간의 상대적인 차(TDOA; Time Difference of Arrival)를 측정값으로 이용하는 방식으로 구분할 수 있다.

지금까지 연구되어온 상위의 방식들은 간단한 전파 법칙에 따라 신호 세기가 정확히 추정된다는 가정 하에 수행되어 왔다. 그러나 현실적으로 실제 환경과는 차이가 많다. 실제 환경에서는 산과 건물들 때문에 나타나는 shadowing 지역과 반사에 의해 동일한 평균 신호 세기 점들의 모양이 원형이 아닌 왜곡된 등고선으로 나타난다. 그러므로 전파 법칙도 단순히 거리에 따라 변하는 것이 아니라 여러 가지 매개 변수에 따라 변화하게 된다. 즉 LOS가 존재하지 않고 주위에 마이크로셀 환경의 특유한 반사와 회절에 의하여 영향을 받는 전파환경을 갖는다. 따라서 현재 연구된 위치 추정 방법들은 맨하탄 모델과 같이 거의 가시적인 영역이 존재하지 않는 마이크로셀 환경 하에서는 이동체의 위치 추정의 오차가 커진다. 본 연구에서는 기존의 추정 파라미터로 사용되어 온 수신 신호 세기를 근간으로 하되 이동체와 기지국간의 거리, 이동체의 이전 위치, 이동체의 이동 방향 등을 평가 파라미터에 추가시킴으로써 그 정확도의 향상을 도모하였다.

본 연구에서 제안한 이동체 위치 결정 알고리즘은 퍼지 집속 연산자를 이용한 다기준 의사 결정 방법^[7-8]을 기본으로 하며, 이동체의 해당 기지국 및 인접 기지국에 대하여 평가 기준들로부터 제공되는 만족도(이동체가 각 지점(Block)에 소속하는 정도)를 총체화하고, 가장 큰 만족도를 제공하는 지점을 목표 지역으로 선택한다. 본 연구에서는 평가 항목을 표현하기 위하여 비울척도를 사용하며, 평가 항목의 중요도를 고려하기 위하여 평가 항목의 중요도에 따라 가중치를 부여한다. 또한 평가 항목의 조정 형태로서 개별적 형태를 고려한다. 제안된 방식은 수신 신호 세기만을 이용하는 기존의 경우보다 단일 파라미터의 부정확성을 보상하여 의사 결정을 내리기 때문에 정확성이 뛰어나고, 여러 파라미터들의 중요도에 따라 가중치를 부가하는 방법

을 이용하므로 가변성이 보장된다 할 수 있다.

1. 다기준 의사 결정 항목(parameter)

본 연구에서는 의사 결정 항목으로 수신 신호 세기, 기지국과 이동체간의 거리, 이동체의 이전 위치, 이동체의 이동 방향 등을 고려한다. 수신 신호 세기는 기존의 위치 추정 방법에서 가장 많이 사용하는 파라미터이다. 이동체 주위의 건물이나 다른 장애물에 의한 전파의 산란이나 반사, 전파 경로의 기후 변화나 다중 경로 현상 등에 의해서 영향을 받기 때문에 매우 불규칙한 프로파일을 갖는다. 따라서 이동체가 기지국으로부터 수신하는 전파 세기만을 이용하여 이동체의 위치를 결정한다면 부정확한 결과를 초래할 수 있다. 또한 수신 신호 세기 이외의 파라미터로 고려되고 있는 것은 기지국과 이동국 사이의 거리이다. 일반적으로 기지국과 이동체 사이의 거리를 파라미터로 고려하는 이유는 블록 배치 계획과 연관지어 고려하기 위함이다. 그러나 거리 정보의 측정 역시 전파의 다중 경로 현상 등에 의해 부정확할 가능성이 크고, 따라서 거리 자체만을 평가 지수로 고려한다면 부정확한 추정이 될 수 있다.

이동체의 이전 위치가 고려된다. 이동체의 속도에 따라 이동체의 이전 위치에서 이동 반경의 크기를 고려한다. 이동체의 위치는 주기적으로 갱신되므로 바로 전의 위치에 근접한 지역이 추정되는 것이 정상적이다. 이런 특성을 이용하여 이전의 이동체 위치와 추정된 이동체 위치와의 상관 관계를 결정할 수 있다. 따라서 추정된 블록이 이전 블록과 너무 상반된 위치에 있다면 결과는 부정확하다고 추정할 수 있다.

이동 방향이 또한 고려된다. 속도에 따라 이동체의 이동 반경 및 이동 패턴은 서로 다른 특성을 보인다. 저속 이동체(예, 보행자 또는 서행하는 자동차)는 이동 반경이 작은 반면에 이동 패턴이 복잡하고 고속 이동체는 이동 반경이 큰 반면에 이동 패턴은 단순하다. 이외에 일반적인 특성으로, 이동체는 직진 성향이 가장 강하며, 다음으로 좌회전 또는 우회전 성향을 갖는다. 그러나 후진하는 경우는(여기서 후진 거리는 단거리가 아니라 한 블록 이상을 후진하여 가는 경우) 극히 미비하다고 볼 수 있다.

2. 소속 함수의 정의

이동체의 소속 정도(membership degree)를 결정하기 위하여 사다리꼴 함수 형태의 소속 함수를 사용한다. 사다리꼴 소속함수는 계단형 함수 형태보다는 상한치

와 하한치 사이의 값에 대하여 다양한 소속 정도를 제공한다. 이 형태의 퍼지 숫자는 소속 정도가 최대($\alpha=1$)가 되는 점이 여러 개가 되어 사다리꼴 모양이 된다.

1) 수신 신호 세기의 소속 함수

인접 기지국들의 수신 신호 세기를 이용하여 소속함수를 정의한다. 여기서 μ_R 은 i 번째 부등식의 소속함수를 나타낸다. RSS_i 는 기지국 i 가 이동체에 전파한 수신 신호 세기이고, s_i 는 부등식의 좌변에 대한 가능한 최소 값(lower_limit), s_{i+1} 는 부등식의 우변에 대한 최대 값(upper_limit)으로 upper_limit는 7.5이고 lower_limit는 5.5이다. 그림 1에 RSS_i 의 소속 함수를 보인다.

$$\mu_R(RSS_i) = \begin{cases} 1; & RSS_i < s_{i+1} \\ 1 - \frac{RSS_i - s_i}{s_{i+1} - s_i}; & s_i \leq RSS_i \leq s_{i+1} \\ 0; & RSS_i > s_{i+1} \end{cases} \quad (1)$$

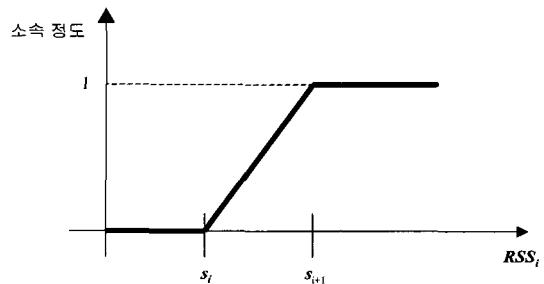


그림 1. 수신 신호 세기의 소속 함수

Fig. 1. Membership function of received signal strength.

2) 기지국과 이동체간의 거리의 소속 함수

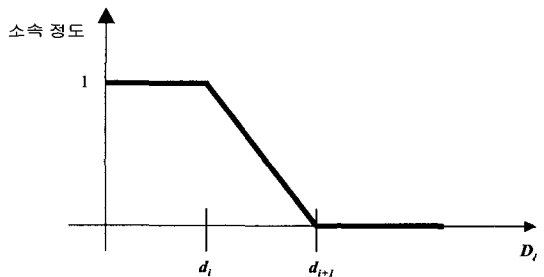


그림 2. 거리의 소속 함수

Fig 2. Membership function of distance.

이동체와 인접 기지국들간의 거리를 이용하여 소속함수를 정의한다. 여기서 D_i 는 기지국 i 와 이동체간의

거리이고, d_i 는 upper_limit, d_{i+1} 는 lower_limit이다. upper_limit은 90이고 lower_limit는 120으로 정의한다. 그림 2에 거리의 소속 함수를 보인다.

$$\mu_R(D_i) = \begin{cases} 1; & D_i < d_i \\ 1 - \frac{|D_i - d_{i+1}|}{|d_i - d_{i+1}|}; & d_{i+1} \leq D_i \leq d_i \\ 0; & D_i > d_{i+1} \end{cases} \quad (2)$$

3) 이동체의 이전 위치의 소속 함수

이동체의 이전 위치와 추정된 위치의 상관관계를 이용하여 소속 함수를 정의한다. 여기서 L_i 는 이동체의 현재 위치, E_i, \dots, E_{i+3} 은 이동체의 이전 위치를 나타낸다. d_i 는 이전 위치와 현재 위치간의 공간적 위치의 차이를 나타낸다. 그림 3에 이동체 위치의 소속 함수를 보인다.

$$\mu_R(L_i) = \begin{cases} 0; & L_i < E_i \\ 1 - \frac{|L_i - E_{i+1}|}{|d_i|}; & E_i < L_i < E_{i+1} \\ 1; & E_{i+1} \leq L_i \leq E_{i+2} \\ 1 - \frac{|L_i - E_{i+3}|}{|d_i|}; & E_{i+2} < L_i < E_{i+3} \\ 0; & L_i > E_{i+3} \end{cases} \quad (3)$$

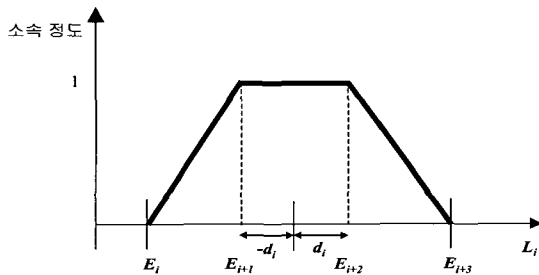


그림 3. 위치의 소속 함수
Fig. 3. Membership function of location.

4) 이동체의 이동 방향의 소속 함수

이동체의 이동 방향을 이용하여 소속 함수를 정의한다. 여기서 C_i 는 이동체의 이동 방향, P_i, \dots, P_{i+3} 은 수신 신호 세기, 그리고 s_i 는 이전 위치와 현재 위치간의 공간적 위치의 차이이다. 그림 4에 이동 방향의 소속 함수를 보인다.

$$\mu_R(C_i) = \begin{cases} 0; & C_i < P_i \\ 1 - \frac{|C_i - P_{i+1}|}{|s_i|}; & P_i < C_i < P_{i+1} \\ 1; & P_{i+1} \leq C_i \leq P_{i+2} \\ 1 - \frac{|C_i - P_{i+3}|}{|s_i|}; & P_{i+2} < C_i < P_{i+3} \\ 0; & C_i > P_{i+3} \end{cases} \quad (4)$$

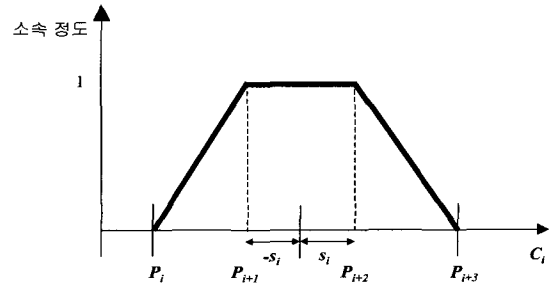


그림 4. 이동 방향의 소속 함수
Fig. 4. Membership function of moving direction.

III. 퍼지 이론을 이용한 위치 추정

위치 추정 과정은, 이동체가 위치한 블록을 추정하는 단계이며 추정기에 의하여 주기적으로 반복된다. 이러한 위치 추정 과정은, 이동체가 위치한 지역의 크기를 단계적으로 좁혀서 최적의 블록을 결정하는 방법인 3 단계 위치 추정 기법^[9]에 기반을 두고 있다. 추정기는 타이머에 의하여 추정 과정을 시작하고 주기적으로 반복한다. 추정기는 다기준 의사 결정 방법을 사용하여 섹터 추정 단계에서 이동체가 위치한 섹터(Sector)를 추정하고 존(Zone) 추정 단계에서 이동체가 위치한 존을 추정한 후에 최종적으로 블록 추정 단계에서 이동체가 위치한 블록을 추정한다.

1. 다기준 섹터(Sector) 추정

섹터 추정 단계의 다기준 의사 결정 파라미터는 신호 세기, 기지국과 이동체간의 거리, 이전 위치 등이 고려된다. 총체화된 소속 정도가 가장 큰 기지국에 인접한 섹터를 이동체가 위치한 섹터로 추정하는데 그 과정은 다음의 섹터 추정 알고리즘으로 나타낸다.

단계 1. 측정된 평가 파라미터에 대한 소속 함수를 참조하여 소속 정도를 구한다.

단계 2. 현재의 기지국과 인접한 기지국에 대해 단계 1에서 구한 소속 정도들을 퍼지 접속 연산자를 이용하여 총체화한다. 총체화 연산자는 퍼지교환 연산자인

$$\mu_i = \mu_R(RSS_i) \cdot \mu_R(D_i) \cdot \mu_R(L_i) \quad (5)$$

와 가중화된 평균 연산자인

$$\mu_i = \mu_R(RSS_i) \cdot W_{RSS} + \mu_R(D_i) \cdot W_D + \mu_R(L_i) \cdot W_L \quad (6)$$

로 정의된다. 식 (6)에서 $W_{RSS} + W_D + W_L = 1$ 이다. 식 (6)와 같이 가중치를 부여하는 이유는 위치 추정에 사용하는 각 파라미터의 중요도가 다를 수 있기 때문이다. 본 연구에서는 수신 신호 세기의 가중치 W_{RSS} 는 0.5, 거리의 가중치 W_D 는 0.3, 위치의 가중치 W_L 은 0.2로 정의한다.

단계 3. 셀 내의 모든 블럭을 조사하여 추정된 색터 번호를 갖는 블럭들이 다음 단계의 추정을 위하여 선택된다. 블럭의 객체 정보에서 색터 번호를 조사하면 해당하는 블럭들을 알 수 있다.

2. 다기준 존(Zone) 추정

추정 단계 중 2단계에서는 다기준 추정 단계에서 추정된 블럭들 중 해당 이동체가 현재 위치하고 있는 존에 속한 블럭들을 추정하는 단계이며 다음의 다기준 존 추정 알고리즘에 의하여 최적의 존이 결정된다. 존 추정 단계의 다기준 의사 결정 파라미터는 신호 세기, 기지국과의 거리, 이동 방향 등이 고려된다.

단계 1. 측정된 평가 파라미터에 대한 소속 함수를 참조하여 소속 정도를 구한다.

단계 2. 단계 1에서 구한 소속 정도들을 퍼지 접속 연산자를 이용하여 퍼지교환 연산자와 가중화된 평균 연산자

$$\mu = \mu_R(RSS_i) \cdot \mu_R(D_i) \cdot \mu_R(C_i) \quad (7)$$

$$\mu = \mu_R(RSS_i) \cdot W_{RSS} + \mu_R(D_i) \cdot W_D + \mu_R(C_i) \cdot W_C \quad (8)$$

를 구한다. 식 (8)에서 $W_{RSS} + W_D + W_C = 1$ 이다. 여기서 수신 신호 세기의 가중치 W_{RSS} 는 0.6, 거리의 가중치 W_D 는 0.2, 방향의 가중치 W_C 은 0.2이다.

단계 3. 추정된 존에 해당하는 블럭들이 다음 단계 추정을 위하여 선택된다. 색터 추정 단계에서 추정된 블럭들 중에서 존 번호를 조사하면 해당하는 블럭을 알 수 있다.

3. 다기준 블럭(Block) 추정

추정 과정의 최종 단계로서 다기준 존 추정 단계에서 추정된 블럭들 중에서 해당 이동체가 현재 위치하고 있는 블럭을 추정하는 단계이다. 블럭 추정 단계의 다기준 의사 결정 파라미터는 신호 세기, 기지국과의 거리, 이동 방향 등이 고려된다. 파라미터 중에서 신호 세기의 소속 정도는 인접 기지국의 파워로트 신호 중 두 기지국의 수신 신호 세기를 이용하여 구한다. 다음의 블럭 추정 알고리즘에 의하여 최적의 블럭을 추정한다.

단계 1. 측정된 평가 파라미터에 대한 소속 함수를 참조하여 소속 정도를 구한다.

단계 2. 단계 1에서 구한 소속 정도들을 퍼지 접속 연산자를 이용하여 퍼지교환 연산자

$$\mu = \mu_R(RSS_i) \cdot \mu_R(D_i) \cdot \mu_R(C_i) \quad (9)$$

와 가중화된 평균 연산자

$$\mu = \mu_R(RSS_i) \cdot W_{RSS} + \mu_R(D_i) \cdot W_D + \mu_R(C_i) \cdot W_C \quad (10)$$

를 결정한다. 여기서 수신 신호 세기의 가중치 W_{RSS} 는 0.6, 거리의 가중치 W_D 는 0.1, 방향의 가중치 W_C 은 0.3으로 정의한다.

단계 3. 추정된 존에 해당하는 블럭들이 다음 단계 추정을 위하여 선택된다. 블럭의 객체 정보에서 존 번호를 조사하면 해당하는 블럭을 알 수 있다.

IV. 성능 분석

1. 시뮬레이션 파라미터

본 논문의 시뮬레이션에 사용한 환경 및 고려 사항은 다음과 같다.

- ① 관심 지역의 크기를 10×10 km로 하였고, 7개의 기지국을 설치하였다.
- ② 직선, 교차로 지역에 상관없이 이동체는 일정한 속도를 유지한다고 가정하였다.
- ③ 저속 이동체(예 보행자나 저속의 자동차)의 속도는 10km/h, 고속 이동체(고속의 자동차)는 60km/h를 유지한다고 가정하였다.
- ④ 건물 내에서의 경로 손실 데이터는 고려하지 않았다.
- ⑤ 수신 신호 세기와 관련된 시뮬레이션 파라미터는

- 다음과 같다.
- path-loss에 의한 평균 신호 감쇠는 전파 거리의 3.5 배에 비례한다.
- shadowing은 $\sigma = 6\text{dB}$ 의 표준 편차를 갖는 log-normal 분포를 따른다.
- 수신 신호 세기가 -16dB 이하이면 수신 신호의 오류로 판단하여 평균 수신 신호 세기의 계산에서 제외한다.
- power control은 수행하지 않는다.
- ⑥ 저속 이동체는 7개의 기지국으로부터 1초마다 신호 세기를 측정하고, 고속의 이동체는 0.45초마다 신호 세기를 측정한다고 가정하였다.

2. 시뮬레이션 결과

그림 5에서 그림 8에 시뮬레이션 결과를 나타내었다. 그래프에서 가로축과 세로축은 관심 역의 크기(단위는 m이다)를 나타낸다. 그림 5는 저속 이동체가 직선 경로로 이동중일 때의 추정 확률을 나타내고 있다. 저속 상태의 직진 도로에서는 거의 정확히 위치를 추정함을 알 수 있다.

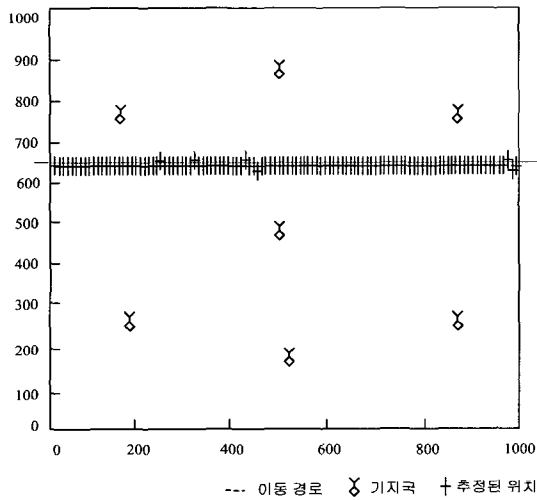


그림 5. 저속 이동체의 위치 추정 - 직선 경로
Fig. 5. Location estimation of slow moving mobiles - a straight course.

그림 6은 저속 이동체가 곡선 경로로 이동중일 때의 추정 확률을 나타내고 있다. 위의 결과(그림 5와 그림 6)에서 알 수 있듯이, 본 연구에서 제안한 다기준 의사 결정 방법은 다중경로 페이딩이 심한 환경에서도 이동체의 위치를 비교적 정확히 추정함을 알 수 있다. 특히

직선 경로의 경우, 추정 파라미터인 이동 방향과 이전 위치 등이 신호 세기 추정 오류를 보상하는 역할을 하고 있음을 알 수 있다.

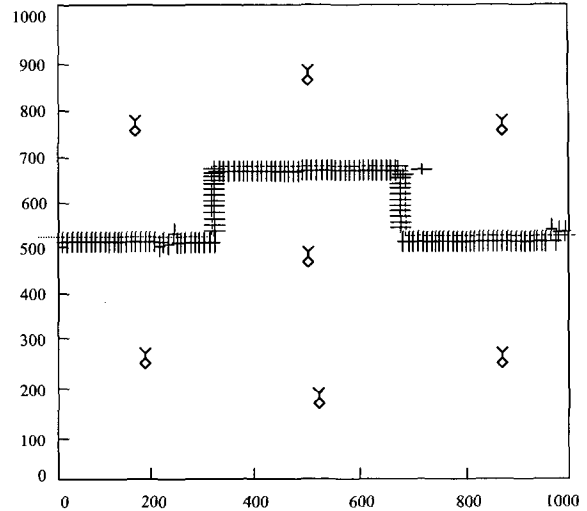


그림 6. 저속 이동체의 곡선 경로 위치 추정
Fig. 6. Location estimation of slow moving mobiles - a curved course.

고속 이동체가 직진 경로를 따라서 이동중일 때의 추정 확률을 그림 7에 보인다. 저속 이동체의 직진 시의 추정 결과와 비교하여 거의 유사함을 알 수 있다.

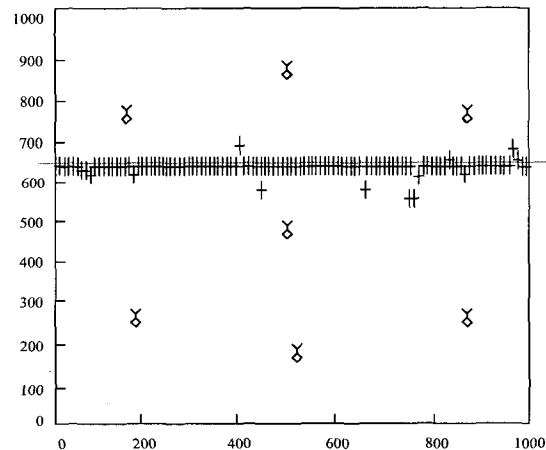


그림 7. 고속 이동체의 직선 경로 위치 추정
Fig. 7. Location estimation of fast moving mobiles - a straight course.

고속 이동체가 곡선 경로를 따라서 이동중일 때의 추정 확률을 그림 8에 보인다. 직진으로 이동하다가 좌

/우회전에도 이동체의 추정 결과에는 비교적 영향이 없음을 알 수 있다. 실제로 좌/우회전 시에 급격한 신호 왜곡 현상을 일으키지만, 이동체의 이전 위치 및 기지국과의 거리를 신호 세기의 평균값의 오차를 보상하기 위하여 위치 결정에 이용하므로 급격한 좌/우회전 신호의 왜곡을 상당 부분 보상할 수 있었다. 위 결과는 이동체가 좌/우회전 시에도 직진과 동일한 속도로 이동한다고 가정한 결과이다. 그러나 실제의 경우에 직진으로 이동하던 고속 이동체는 좌/우회전을 하기 위하여 속도를 줄이게 된다. 이동체의 속도가 감소할 경우 추정의 정확도가 다소 증가할 것으로 예상된다.

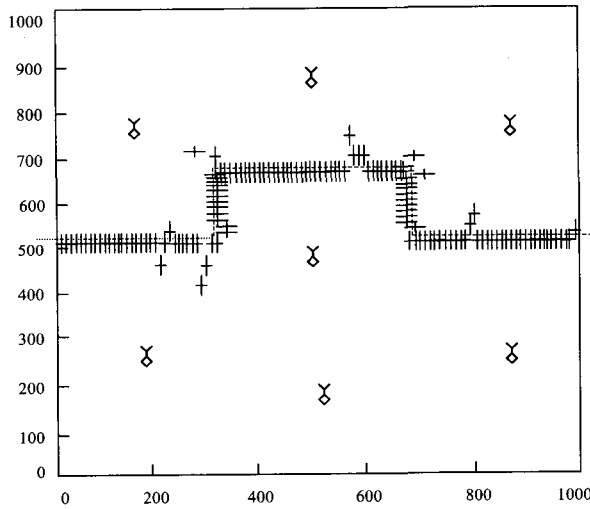


그림 8. 고속 이동체의 곡선 경로 위치 추정
Fig. 8. Location estimation of fast moving mobiles - a curved course.

V. 결 론

퍼지를 이용한 다기준 의사 결정 방법을 사용하여 이동국의 위치와 속도 추정이 어려운 마이크로셀에서의 성능 향상을 도모하였다. 본 논문에서는 지금까지 연구되어온 위치 추정 방법들을 분석하고 문제점을 제시하였고, 기존 방법의 추정 파라미터인 신호 세기 이외에 이동체와 기지국간의 거리, 이동체의 이전 위치, 이동체의 이동 방향 등을 추정 파라미터로 사용하는 다기준 의사 결정 방법을 제안하여 추정의 정확도를 높였다.

마이크로셀 환경에서는 shadowing과 반사에 의하여 동일한 평균 신호 세기 점들의 모양이 원형이 아닌 왜

곡되어진 등고선으로 나타난다. 그러므로 지금까지 위치 추정 방법으로 연구되어온 AOA, TOA 그리고 TDOA등의 알고리즘으로는 마이크로셀 환경에서 이동체의 위치를 정확히 추정하는 것은 어렵다. 따라서 본 연구에서는 퍼지를 이용한 다기준 의사 결정 방법을 사용하여 이동체가 위치한 지역을 단계적으로 좁혀서 최적의 블럭을 추정하는 방식을 따르고 있다. 이는 기존의 복잡한 위치 추정 과정을 단순화시키고, 단계화하여 이동체를 추정함으로써 이동체 추정의 정밀도를 높였다.

향후 연구 방향으로는, 본 논문에서 사용한 가중치와 실제 위치와의 문제, 즉 이러한 가중치의 값이 실제 추정치의 결과에 어떠한 영향을 미치는지를 제시하고, 이에 따라 최적의 가중치 값을 결정하는 방법을 제시하려한다. 다른 위치 추정 기법과도 비교되어야 한다.

참 고 문 헌

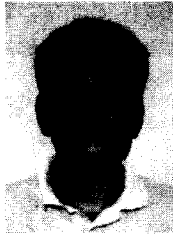
- [1] S. Riter and J. McCoy, "Automatic vehicle location - An overview", IEEE Trans. Veh. Tech., Vol VT-26, pp. 7~11, Feb. 1977.
- [2] S. H. Roth, "History of automatic vehicle monitoring(AVM)", IEEE Trans. Veh. Tech., Vol VT-26, pp. 2~6, Feb. 1977.
- [3] W. G. Figel, N. H. Shepherd and W. F. Trammell, "Vehicle location by a signal attenuation method", IEEE Trans. Veh. Tech., Vol. VT-18, pp. 104~109, Nov. 1969.
- [4] G. D. Ott, "Vehicle location in cellular mobile radio systems", IEEE Trans. Veh. Tech., Vol. VT-26, Feb. 1977.
- [5] H. Staras and S. N. Honikman, "The accuracy of vehicle location by trilateration in a dense urban environment", IEEE Trans. Veh. Tech., vol VT-26, pp. 38~43, Feb. 1972.
- [6] T. S. Rappaport, J. H. Reed and B. D. Woerner, "Position Location Using Wireless Communications on Highways of the Future", IEEE Communications Magazine, pp. 33~41, Oct. 1996.
- [7] G. J. Klir and T. A. Folger, Fuzzy Set

Uncertainty and Information, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1988.

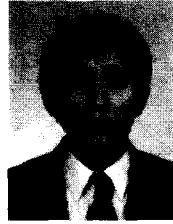
[8] D. Dubois and H. Prade, "A Review of Fuzzy Set Aggregation Connective", Information Sciences, Vol. 36, No. 1 & 2, 1985.

[9] 이종찬, 이문호, "PCS에서의 이동체 추적 기법," 한국 통신 학회 논문지, Vol. 23, No. 8, pp. 2080~2089, Aug. 1998

저 자 소 개



李 鍾 贊(正會員)
군산대학교 컴퓨터과학과 공학사.
승실대학교 전자계산학과 공학석사.
승실대학교 컴퓨터학과 공학박사



李 文 鎭(正會員)
서울대학교 공학사. 승실대학교 공학석사(전산공학). 승실대학교 공학박사(전자계산학). 한국전자통신연구소 연구원. 현대전자(주) 정보통신사업부 과장. 현재 : 청운대학교 멀티미디어학과 교수