

거리추정 데이터를 수집하여 공간적 의사결정을 이용한 이동물체 위치 인식 시스템

장혜숙*, 정규철*, 이진관*, 박기홍*
*군산대학교 컴퓨터정보과학과
e-mail:hs5486@kunsan.ac.kr

To collect the data of deduction of distance Estimating Position of Mobiles by Multi-Criteria Decision Making System

Hae-Suk Jang*, Kyu-Cheol Jung*, Jin Kwan Lee*, Kihong Park*

*Dept of Computer Science, Kunsan National University

요 약

이동물체의 인식기능은 인간을 대신하여 수행하기 위한 컴퓨터비전 시스템이다. 공간적 의사결정지원시스템(SDSS: Spatial Decision Support Systems)을 이용한 이동물체의 위치를 인식하는 시스템은 실세계의 복잡하고 다양한 조건들을 만족시키는 대안들을 도출시키고 보다 객관적이고 과학적으로 평가받는 연구가 될 것이다. 본 연구에서는 거리 추정 데이터를 수집하여 공간적 의사결정을 이용하여 이동 물체의 위치를 인식하는 방법을 제안한다.

1. 서론

위치 추정에 관한 연구는 교통관제 시스템에서 화물 운송용 차량이나 비행기 또는 선박의 운행 정보를 얻기 위해서 사용되어 왔다[1][2]. 다중 경로 환경에서 기지국에 설치된 멀티빔 안테나에 수신되는 신호의 세기와 그 신호의 입사각(Angle of Arrival)으로 이동체의 위치를 추정하는 방법의 연구도 있었다[3]. 그러나 AOA 측정값은 기본적으로 신호가 가시선(LOS: Line of Sight)이라는 가정 하에 추정되지만, 마이크로셀과 같이 건물의 밀집이 심하여 반사와 회절이 발생하는 지역에서는 LOS 신호가 수신되지 않을 수 있다. 이 경우, 건물에 의해 반사된 전파가 측정된 신호의 세기 중 가장 강하다면 기지국은 반사되어 들어온 신호의 입사각을 계산하여 이동체의 위치를 추정함으로써 이동체가 추정되는 위치

는 실제 이동체의 위치와 큰 차이를 보이게 된다. [4]에서는 인접 기지국과 이동체의 전파 전달 시간(Time of Arrival)을 이용하여 이동체의 위치를 추정하는 방법이 제시되었다. 이 방법은 다음의 두 가지 문제점이 있다. 우선, 시스템 내에 존재하는 모든 송신 단들과 수신 단들 사이에 정확한 동기화가 필수적이다. 만약 1 μ s의 동기화 오차가 발생하면 무려 300m의 큰 위치 추정 오차를 발생시킨다. 두 번째, TOA 방법 또한 AOA와 마찬가지로 회절과 반사가 많이 일어나는 마이크로셀에서 이동체의 위치 추정에는 적당하지 못하다. 왜냐하면 이 알고리즘 또한 가시 영역이 존재한다는 가정 하에 발전하였고, 가시 영역이 존재하지 않기 때문에 이동체가 위치하는 지역이 원형으로 나타나지 않고 왜곡된 등고선 모양으로 나타난다. [5]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 점에 착안하여, [4]와 [5]의 방식을 적용하여 이동체의 위치를 추정하는 방법이 고려되고 있다. 본 논문에서는 셀을 여러 개의 블록으로 나누고 이동체가 위치한 지역을 단계적으로 좁혀서 최적의 블록을 추정하는 방식을 제안한다.

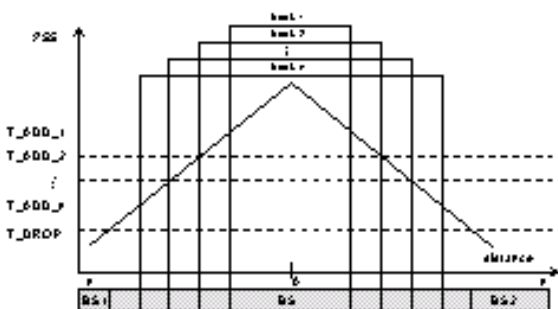
2. 섹터 정의

섹터 정의에서는 셀을 6개의 섹터로 분할하여 각 섹터에 속하는 블록에 해당 섹터의 번호를 부여하는데, 동일한 섹터에 속하는 블록은 동일한 섹터 번호를 갖게 된다. 각 섹터에 속한 블록들을 결정하기 위하여, 기지국을 기점으로 블록의 방향을 나타내는 벡터의 방향 정보를 이용한다.

3. 트랙 정의

트랙 정의에서는 다수의 트랙으로 구분하여 그 트랙에 해당하는 블록에 트랙 번호를 부여한다.

하나의 셀은 다수의 트랙으로 분할되며 각 트랙은 PSS의 임계값에 의해 구분된다. (그림 1)과 같이 하나의 셀은 n 개의 트랙으로 나뉘고 PSS가 각 트랙 결정 변수로 사용된다. 트랙 분할 과정은 다음과 같은 LOS 알고리즘으로 표현될 수 있다.



(그림 1) 트랙과 PSS

4. 블록 정의

블록 정의 단계는 구분된 블록들에 블록 번호를 부여하는 과정이며 추정기는 이동체의 위치를 이 블록 번호에 의해 표현하게 된다. 이 블록들을 추정하

기 위해서는 추정기가 해당 블록의 셀 내 위치를 식별할 수 있어야 한다. 기지국을 기점으로 각 블록의 셀 내 위치를 나타내기 위하여, 벡터 데이터를 이용하는데, 이 벡터 데이터는 기지국을 기점으로 하여 직각 좌표(x, y)를 구한 후 직각 좌표의 극좌표 변환 방법을 적용함으로써 기지국으로부터의 거리(Distance)와 방향 정보(여기서는 방향각)를 갖는 2차원 벡터를 구한다.

5. 시스템 모델 과정의

지금까지 연구되어온 방식들은 이동체의 거리와 속도 정보를 얻기 위해서 이동체에서 측정된 인접 기지국들의 신호 세기, 신호의 방향 또는 전파 전달 시간 등 전파 관련 정보에만 의존함으로써, 이동체 주위의 빌딩이나 다른 장애물에 의한 short-term fading, shadowing 그리고 회절 등에 의해서 영향 받는다. 따라서 이동체가 기지국이 송신하는 신호 정보만을 이용하여 이동체의 위치를 추정하는 방식은 정확도가 감소한다. 본 연구에서는 기존 방법의 추정 파라미터인 신호 세기 이외에 이동체와 기지국 간의 거리, 이동체의 이전 위치, 이동체의 이동 방향 등을 위치 추정을 위한 의사 결정 항목으로 사용하는, 퍼지를 이용한 다기준 의사 결정 방법을 제안한다. 본 연구에서 제안한 이동체 위치 결정 알고리즘은 퍼지 접속 연산자를 이용한 다기준 의사 결정 방법을 기본으로 하며, 다수의 블록으로 세분된 셀 내에서 이동체의 위치는 해당 기지국 및 인접 기지국에 대하여 평가 기준들로부터 제공되는 만족도(이동체가 각 섹터, 트랙 그리고 블록에 소속하는 정도)에 의하여 종합화되고 가장 큰 만족도를 제공하는 블록을 이동체의 위치 지역으로 추정한다.

6. 다기준 의사 결정 항목(parameter)

본 연구에서는 의사 결정 파라미터로 수신 신호 세기, 기지국과 이동체간의 거리, 이동체의 이전 위치, 이동체의 이동 방향 등을 고려한다. 수신 신호 세기는 기존의 위치 추정 방법에서 가장 많이 사용하는 항목이다. 이동체 주위의 건물이나 다른 장애물에 의한 전파의 산란이 반사, 전파 경로의 기후

변화나 다중 경로 현상 등에 의해서 영향을 받기 때문에 매우 불규칙한 프로파일을 갖는다. 따라서 이동체가 기지국으로 수신하는 전파 세기만을 이용하여 이동체의 위치를 결정한다면 부정확한 결과를 초래할 수 있다. 또한 수신호 세기 이외의 파라미터가 고려되고 있는 것은 기지국과 이동국 사이의 거리이다. 일반적으로 기지국과 이동체 사이의 거리를 파라미터로 고려하는 이유는 블록 배치 계획과 연관키 위함이다.

7. 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 3단계 위치 추정 기법 [6]에 기반을 두고 있다. 추정기는 타이머에 의하여 추정과정을 시작하고 주기적으로 반복한다. 추정치는 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.

8. 성능 분석

이동체의 이동 경로와 이동 속도는 도로 구조에 의해 영향을 받으며 방향의 변화 및 속도의 변화는 이동체의 이동 패턴을 지배한다.

고속 이동체의 이동 방향은 직진, 좌/우회전 그리고 U턴을 고려하였다. 좌/우회전은 직진 상태로 진행하던 이동체가 노드 블럭에서 좌/우회전을 수행한 후 다시 직진으로 진행하는 상태를 나타낸다. U턴은 직진 상태로 진행하던 이동체가 한 블럭에서 U턴한 후 역으로 직진하는 상태를 나타낸다. 이동체의 속도는 일양 분포(Uniform distribution)로 결정한다. 이동 속도를 정지(0 km/hr), 보행(3~5 km/hr), 자가용(30~100 km/hr), 버스(10~70 km/hr)로 분류하고 운행 동안 동일한 속도를 유지한다고 가정하였다.

수신 신호 세기와 관련된 시뮬레이션 파라미터는 다음과 같다. LOS/NLOS 환경 변화 상쇠 성분인 k_2 의 범위는 20~50으로 가정한다. 또한 path-loss에 의한 평균 신호 감쇠는 전파 거리의 3.5 배에 비례하고 shadowing은 $\sigma = 6\text{dB}$ 의 표준 편차를 갖는 log-normal 분포를 따른다.

9. 결론

본 연구에서는 퍼지를 이용한 다기준 의사 결정 방법을 사용하여 이동국의 위치와 속도 추정이 어려운 마이크로셀에서의 성능 향상을 도모하였다. 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 왜곡된 등고선으로 나타난다. 그러므로 지금까지 위치 추정 방법으로 연구되어온 AOA, TOA, 그리고 TDOA 등의 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 블록을 추정하는 방식을 따르고 있다. 이는 기존의 복잡한 위치 추정과정을 단순화시키고, 단계화 하여 이동체를 추정함으로써 이동체 추정의 정밀도를 높였다.

향후 연구 방향으로는 다른 위치 추정 기법과의 비교되는 시스템을 제시하고자 한다.

참고 문헌

- [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] G. D.Ott, "Vehicle location in cellular mobile radio systems," IEEE Trans.

- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 이종찬, 이문호, "PCS에서의 이동체 추적 기법," 한국 통신 학회 논문지, Vol. 23, No. 8, pp. 2080-2089, Aug. 1988.