

# u-교통을 위한 센서네트워크 기반의 이동차량 위치추적 시스템

유석대\*, 박재복\*\*, 조기환\*\*\*

\*삼성 탈레스, 전북대학교 \*\*Post-doc 연구원, \*\*\*컴퓨터공학부  
e-mail: \*sukdea.Yu@samsung.com, (\*\*jaebok, \*\*\*ghcho}@jbnu.ac.kr

## A Mobile Vehicle Tracking System Based on Sensor Network for u-Traffic

Suk-Dea Yu\*, Jae-Bok Park\*\*, Gi-Hwan Cho\*\*\*

\*Researcher, Samsung Thales

\*\*Post-doc Researcher, Chonbuk National University

\*\*\*Div. of Computer Science and Engineering, Chonbuk National University

### 요 약

USN(Ubiquitous Sensor Network) 환경은 언제, 어디서나 정보를 이용할 수 있게 한다. 이러한 유비쿼터스 환경은 자유로운 커뮤니케이션을 보다 쉽게 제공할 수 있으며, 특히 u-교통 환경을 구축하는데 기본적인 요소기술이 된다. 또한 u-교통 환경을 구축하기 위해서는 차량의 위치를 보다 정확히 인식할 수 있는 기술이 요구된다. 위치추적은 센서노드의 전파를 이용하거나 거리를 측정할 수 있는 센서를 활용하여 목표물의 위치를 계산한다. 본 논문은 센서노드의 RSSI(Received Signal Strength Indication) 신호 값을 분류하고 주변노드의 위치와 통신범위 및 세기정보를 최대한 활용하여 이동차량을 보다 정확하게 추적할 수 있는 위치추적기법을 제시한다. 일부 시뮬레이션 결과, 제안된 기법이 기존 위치추적 알고리즘 보다 u-교통 환경에서 위치추적의 정확도가 우수함을 증명하였다.

### 1. 서론

최근 교통 환경에서 시시각각 변화는 교통정보를 실시간으로 수집하고 이를 교통통제에 활용할 수 있는 차량위치추적에 대한 연구들이 매우 활발하게 진행 중이다. 추가적으로 센서네트워크기반의 이동차량추적은 GPS의 단방향성에 의한 단순한 서비스 및 위치추적의 정확성과 같은 여러 가지 문제점들을 해결할 수 있다.

본 논문은 교통 환경에서 센서네트워크를 활용하여 차량의 위치를 효과적으로 추적할 수 있는 기법들을 제안한다. 제안된 기법은 정확성이 부족한 RSSI의 Radio패턴과 교차로에 배치된 적은 수 센서노드들을 효율적으로 활용하여 차량위치추적의 정확성을 개선하며, 특히 Range-free 방식을 개선할 수 있도록 Range-based 방식을 혼합하고 주변노드의 위치와 통신범위 및 세기정보를 최대한 활용하여 차량의 위치를 보다 정확하게 추적할 수 있는 기법을 제시한다. 또한 제안된 기법은 차량의 진행속도와 방향을 고려해 EGP (Estimative Gird Points) 기반의 예측기법을 제공함으로써 위치추적의 정확성을 개선한다. 제안된 기법은 시뮬레이션을 통하여 성능, 정확성, 효율성이 우수함을 보인다.

### 2. 관련연구

일반적으로 센서네트워크 환경에서 이동물체의 위치추적은 Range-based[1][2]방식과 Range-free[3][4]방식에 의존한다. 먼저 Range-based방식은 측정거리의 정확도가 성

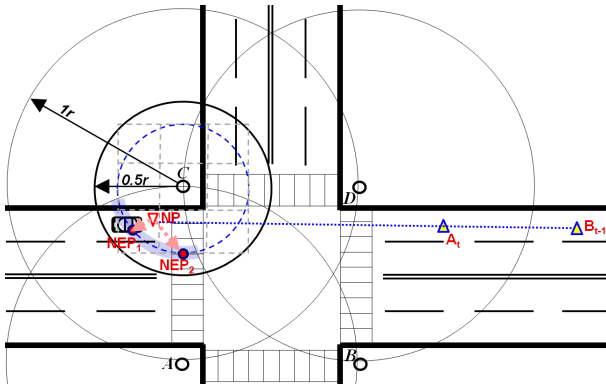
능을 좌우하기 때문에 거리 측정을 정밀하게 할 필요가 있다. 이를 위해 추가적인 장비가 요구되므로 저렴한 비용의 장비를 사용한다는 센서네트워크의 특성에 맞지 않은 것으로 알려져 있다[5].

Range-based방식으로는 TOA, TDOA, ROA (Received signal strength Of Arrival)가 있다. TOA/TDOA 신호의 전파시간을 통해 범위정보를 얻는 일반적인 방식이다. TOA 기술을 사용하는 가장 기본적인 기술은 GPS다. GPS 시스템은 위성과의 클럭을 정확하게 동기화하기 위해서 비교적 비싼 장비와 전기적 에너지 소모를 필요로 한다. 센서네트워크 디바이스에 내재된 하드웨어 제약조건과 배터리 능력 등을 감안할 때, GPS나 기타 TOA 기술들은 센서네트워크에 적용하기에는 비교적 큰 오버헤드를 준다. 반면에 RSSI를 이용한 ROA기법은 위치인식을 위해 추가적인 장비가 필요하지 않아 비용측면에서 효율적이다. 하지만 ROA 기법에도 multi-path fading과 shadowing같은 문제점이 있다.

Range-free방식은 센서노드의 위치인식을 위해 정확한 거리를 측정할 필요가 없으므로 거리 측정에 요구되는 비용을 절감할 수 있다. 그러나 성능은 센서노드의 밀집도에 따라 크게 좌우되는 문제점이 있다. 따라서 노드의 밀집도가 매우 적을 경우, Range-free 방식보다는 Range-based 방식이 효율적이다. 대표적인 Range-free 기법을 살펴보면, Centroid기반의 위치추적은 신호를 받을 수 있는 노드들의 평균값으로 위치를 구한다. 또한 APIT(Approximate Point In Triangulation)[6]는 노드가 3개의 비컨노드로 이



Points)들을 구한다. 다음으로 NP와 가까운 NEP를 선정하여 차량의 최종위치를 예측하여 차량위치를 추적한다.



(그림 3) 0.5r 범위 내에서 차량 위치추적

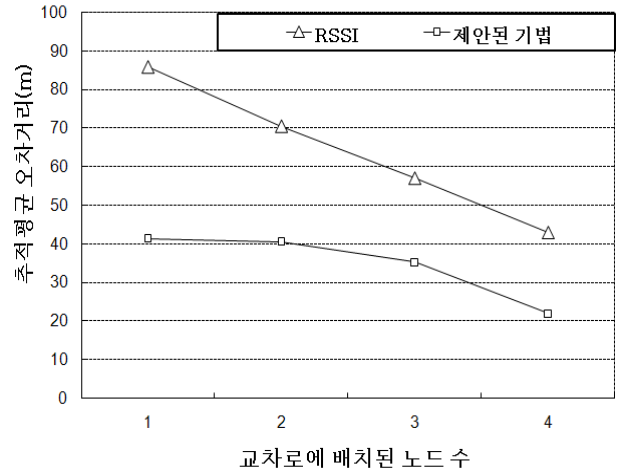
다음으로 센서노드와 차량의 측정거리 0.5r 이상을 고려하여 차량의 위치추적을 향상시킬 수 있는 방법을 제안한다. 이는 이전 위치정보를 이용하여 NP(Next Point)를 예측하여 사용하는 앞의 위치추정기법과 유사하다. 그러나 차량의 위치가 센서 노드의 0.5r범위 이상의 거리에서 탐지됨으로, 이를 위해 0.75r 값을 1차 추정영역으로 설정하고 이동차량의 차선을 고려하여 NEP(Next Estimative Points)들을 구한다. 다음으로 NP와 가까운 NEP를 선정해 차량의 다음위치를 예측하여 차량의 위치를 추적해나간다.

### 5. 성능분석

제안된 기법을 평가하기 위하여 차량의 위치를 모델링하고 네트워크 시뮬레이션을 통하여 차량위치추적의 정확성을 분석했다. 차량은 동적으로 움직이는 것을 대상으로 하고 있으며, 네트워크 시뮬레이션은 NS-2[8]를 이용했다. 또한 성능평가를 위해 기존 위치추정기법을 활용하여 비교 분석했다. 비교기법으로, RSSI기법은 Range-based방식으로 통신세기를 활용하여 이동물체의 위치를 측정하는 기법으로 오차허용범위에 기반하여 0.5r 값을 설정하고 성능좌표를 만들어 성능을 비교 분석한다.

일반적인 위치계산은 주변 센서노드의 수가 3개 이상 되어야만 물체의 위치를 정확히 측정할 수 있다. 하지만 저밀도 센서네트워크 환경에서는 3개 이상의 주변센서노드를 활용하여 위치를 측정하는 것은 어려울 수 있다. 그러므로 주변 센서노드를 최대한 활용하여 차량의 위치를 측정해야 한다. 따라서 이를 분석하기 위해 교차로에 센서노드를 1~4개를 설치하여 차량위치추적의 정확도를 분석했다.

(그림 4)은 교차로에서 주변 센서노드 수를 변경하면서 차량의 위치추적에 대한 평균오차를 나타낸다. 본 실험은 이동차량의 위치를 연속으로 추적할 때, 발생하는 미탐지에 대한 미스율을 추가하여 분석했다. 분석 결과, 제안된 기법은 주변노드가 1개일 경우에도 매우 우수한 성능을 보였으며, 센서노드의 증가에 따라 평균오차도 향상되는 것을 보였다.



(그림 4) 교차로에서 노드 수에 따른 추적평균오차

### 6. 결론

본 논문은 u-교통 환경에서 센서네트워크를 고려해 이동차량의 위치를 보다 정확하게 추적할 수 있는 기법을 제안했다. 제안된 기법은 교통 환경과 저밀도배치 및 자원 부족한 센서노드를 효율적으로 활용하기 위해 Range-based 기법과 Range-free 기법을 혼합하고 RSSI의 패턴과 간단한 예측기법을 추가적으로 활용하여 위치추적의 정확성을 개선하였다. 또한 u-교통 환경을 고려한 시뮬레이션을 통해 제안된 기법의 우수성을 보였다. 향후 연구과제는 실제 교통 환경에 적용하여 차량의 위치를 추적함으로써 제안된 기법의 우수함을 증명할 것이다.

### 참고문헌

- [1] N. Priyantha, A. Chakraborty, and H. Balakrishnan, "The Cricket Location Support System," Proc. on ACM MobiCom'00, pp. 32-43, 2000.
- [2] J. Hightower and G. Borriello, "A Survey and Taxonomy of Location Systems for Ubiquitous Computing," IEEE Computer, vol. 34, no. 8, pp. 57-66, August 2001
- [3] D. Niculescu and B. Nath, "Ad Hoc Positioning System(APS)," Proc. on GLOBECOM'01, vol. 1, pp. 2926-291, 2001.
- [4] H. Huang, G. g Chen, Y. Sun, X. Li, L. Huang, "A Range-Free Localization Algorithm in Concave Areas," Proc. on WICOM'08, pp. 1-5, 2008.
- [5] Z. Lotker, M. Martinez de Albeniz, and S. Perennes. "Range-Free Ranking in Sensors Networks and Its Applications to Localization," Proc. on ADHOC-NOW'04, pp. 158-171, 2004.
- [6] T. He, C. Huang, B. M. Blum, J. A. Stankovic, and T. Abdelzahe. "Range-Free Localization Schemes for Large Scale Sensor Networks," Proc. on Mobicom'03, 2003.
- [7] D. Niculescu and B. Nath, "Ad Hoc Positioning System(APS)," Proc. on GLOBECOM'01, vol. 1, pp. 2926-291, 2001.
- [8] The Network Simulator, ns-2, <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>