

웨이블릿 기반의 무선 센서 노드 협력 신호처리를 이용한 이동 표적 위치 추정

차대현*, 이태영*, 홍진근**, 한군희**, 황찬식*

*경북대학교 전자전기컴퓨터학부

**백석대학교 정보통신학부

e-mail : leopolaris@naver.com

Moving Target Localization using Wavelet based Wireless Sensor Node Collaborative Signal Processing

Cha Dae Hyun*, Lee Tae Young*, Hong Jin Keun**,

Han Kun Hui**, Hwang Chan Sik*

*Dept of Electric Electronic Computer,

Kyungpook National University

**Dept of Information Communication, Baekseok University

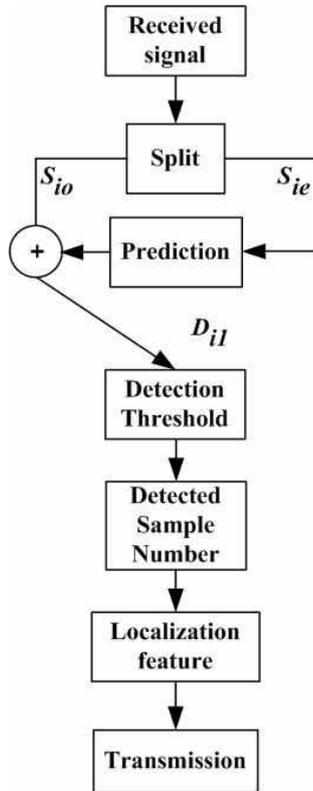
요 약

무선 센서 네트워크에서 이동하는 표적의 위치를 추정하기 위한 연구는 센서 노드의 에너지가 제한되어 있어 센서 노드 상호간의 협력적인 신호처리 기법이 필수적이다. 기존의 무선 센서 네트워크에서 이동 표적의 위치를 추정하는 방법은 각 센서 노드에서 이동 표적으로부터 수신된 신호를 이용해 수신신호강도, 잡음제거, 압축 등의 신호처리를 수행하고 기지국으로 전송하는 형태이다. 이런 기존의 기법은 에드 호크 방법의 무선 센서 네트워크에는 적용이 어렵고, 각 센서 노드에서 신호처리 및 통신에 의한 에너지 소모가 크기 때문에 무선 센서 네트워크의 생존 시간이 짧아지게 된다. 본 논문에서는 웨이블릿 기반의 무선 센서 네트워크의 협력적 신호 처리 방법을 제안한다. 제안된 방법은 웨이블릿 변환을 이용한 센서노드에서의 에너지 효율적 특징추출을 수행하고 각 센서 노드간의 특징 전송을 통해 표적의 위치를 추정한다.

1. 서론

무선 센서 네트워크에서 이동 표적의 위치를 추정하는 연구는 침입 탐지, 차량 감시 및 추적, 환경 감시 등의 군사적, 상업적 분야에서 매우 중요하다. 기존의 유선을 이용한 센서 네트워크에서 이동 표적의 위치를 추정하는 방법은 시간 영역과 주파수 영역에서 여러 가지 신호처리를 적용하여 수행되었다. 그러나 유선의 경우와는 달리 무선 센서 네트워크에서는 에너지와 통신의 대역폭이 제한되어 있고, 센서 노드의 신호처리 능력이 유선의 경우와 달라져야 한다. 무선 센서 노드는 최근 많은 연구의 결과로 마이크로프로세서의 연산능력과 배터리 성능의 향상으로 생존시간과 연산능력이 향상되었지만, 통신능력은 유선 센서 네트워크와 비교하여 매우 낮으며,

통신에 소모되는 에너지 비중이 매우 높다. 이런 문제점 때문에 무선 센서 네트워크에서 표적을 탐지할 때 에너지 기반의 지역투표 방법과 신호를 압축하여 전송하는 방법이 널리 사용된다. 에너지 기반의 지역 투표 방법은 각 센서 노드에서 수신되는 신호의 에너지를 연산하여 부분 지역(partial coverage)에 속해있는 센서 노드들에서 우세한 결정을 기지국에 전송하는 방법이다. 이 방법의 경우 통신에 소모되는 에너지는 표적의 존재 유무만을 전송하게 되므로 매우 낮다. 그러나 이 방법은 표적의 에너지를 제외한 모든 정보를 잃어버리게 되므로 표적의 위치를 정확히 추정하거나, 식별하기 매우 어렵게 된다. 반대로 표적의 신호를 압축하여 기지국으로 전송하는 방법은 표적 원래의 신호 정보를 모두 가지고 있으므로 표적의 정확한 위치 추정 및 식

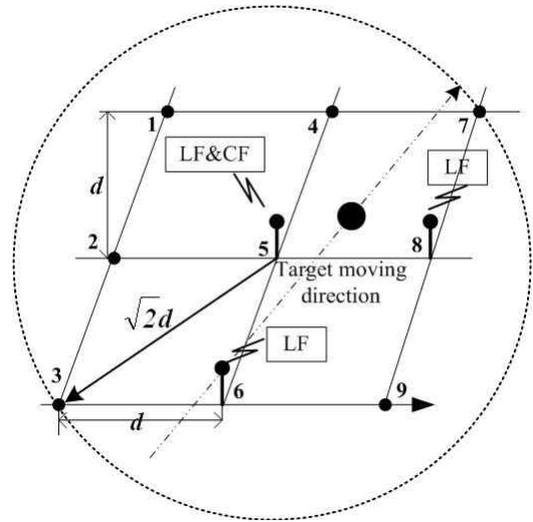


[그림 2] 제안된 각 센서 노드에서의 탐지 특징 추출.

3. 제안된 협력 신호처리를 통한 이동표적 위치추정

본 논문에서는 추출된 표적 탐지 특징을 이용하여 부분 지역 내에 있는 9개의 센서 상호간의 협력 신호 처리를 통해 이동 표적의 위치추정을 하기 위하여 센서 노드를 선택하는 방법을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 부분 지역은 그림 3과 같이 분포되어 있고 9개의 센서로 구성되어 있다. 센서 노드를 선택하는 방법은 표적이 이동하여 센서의 부분 지역을 벗어나게 될 때 매우 중요한 센서 노드 상호 연결 부분이므로 협력 신호처리를 구현하는데 필수적인 알고리즘이다. 제안된 협력 신호처리를 위한 부분 지역 센서 노드 연계 기법은 아래와 같다.

1. 9개의 부분 지역 센서 노드 중 가장 먼저 표적을 탐지하는 센서 노드를 5번 센서로 둔다.
2. 5번 센서는 센서의 탐지 범위 내에 있는 모든 센서들에게 자신의 표적 수신 강도를 방송한다.
3. 부분 지역 내의 다른 센서들은 5번 센서의 수신 강도와 자신의 수신 강도를 비교하여 5번 센서 보다 높은 수신강도를 갖는 센서가 있다면 자신의 수신강도를 방송하고 자신을 5번 센서라 명명하고 3단계로



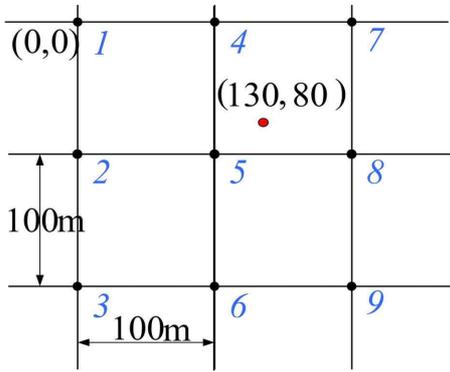
[그림 3] 제안된 협력 신호처리를 위한 부분 지역 센서노드 선택방법.

돌아간다.

4. 5번 센서의 수신강도가 가장 높을 경우 5, 6, 8번 센서는 DF를 연산한다.
5. 6번과 8번 센서 노드는 4단계에서 연산된 DF를 5번 센서에게 전송한다.
6. 5번 센서는 6,8번 센서로부터 수신된 DF와 자신의 DF를 가지고 TDOA를 기반으로 한 위치추정을 연산하여 표적의 위치를 추정한다.

4. 컴퓨터 시뮬레이션 결과

본 논문에서 제안한 본 논문에서 제안한 협력 신호처리를 통한 이동 표적의 위치추정 성능을 검증하기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다. 컴퓨터 시뮬레이션을 위해 사용한 이동 표적 신호는 버클리 대학에서 실험한 차량의 이동 신호이다.[5,6] 이 신호는 도로에서 약 2m떨어진 곳에서 마이크로 녹음된 신호이며 차량이 약 1.5초 정도에 마이크 앞을 통과하는 신호 데이터베이스이다. 제안된 기법의 표적 위치 추정 성능을 확인하기 위하여 그림 4와 같이 센서 네트워크를 구성하여 컴퓨터 시뮬레이션을 진행하였다. 실험 조건에서 좌표 (130, 80)에 표적이 위치하는 것으로 가정하여 실험을 진행 하였으며 제안된 기법과 같이 부분 지역은 9개의 센서 노드들로 구성하였다. 또한 각 센서간의 거리는 100m로 설정하였고 부분 지역내의 모든 센서 간의 거리는 100m로 일정하다. 이동 표적의 경우라 하더라도 정지된 표적의 위치추정의 실시간 신호 처리를 통한 연속된 위치 추정이므로 이런 가정이 적절하다.



[그림 4] 컴퓨터 시뮬레이션 조건

그림 4에서 표적은 23 km/h의 속도로 이동하는 중이다. 본 논문에서 제안한 알고리즘을 통한 표적의 위치추정 결과는 (130, 81)과 같고 이는 컴퓨터 시뮬레이션에서 사용된 이동 표적이 차량이기 때문에 표적의 크기에 의한 오차범위 이내에 위치 추정 결과가 존재하므로 표적의 위치를 정확하게 추정하였다.

5. 결론

본 논문에서 제안한 기법은 기존의 에너지 기반 기법의 단점인 표적의 시간정보를 포함한 거의 모든 정보를 잃어버리는 단점을 극복하고 수신된 표적의 신호를 압축하여 전송하는 방식에 비해 추출된 탐지 특징만을 전송함으로써 각 센서 노드간의 통신에 소모되는 에너지를 크게 줄임으로써 센서 노드의 에너지 소모에 의한 생존 시간을 향상시켜 무선 센서 네트워크의 생존시간을 향상시켰다. 또한 부분 지역내의 센서 노드 선택 기법을 제안함으로써 각 센서간의 협력적 신호 처리를 통해 표적의 위치를 추정함으로써 기지국 기반의 무선센서네트워크 뿐만 아니라 애드호크 기법을 통한 무선센서네트워크에도 적용 가능하다.

참고문헌

[1] L. Jing, H. Guo, Y. Sun, Hongyu, "Pulse signal de-noising based on integer lifting scheme wavelet transform" *ICBBE'07 IEEE conf on* 6-8 July 2007

[2] A. Ciancio, A. Ortega, "A distributed wavelet compression algorithm for wireless sensor network using lifting" *Proc. ICASSP'05*

IEEE conference on vol. 4, 17-21, Mar. 2005

[3] Sweldens, W. "The lifting scheme: a construction of second-generation wavelets" *SIAM J. Math. Anal.*, 1997, 29(2)511-546

[4] Daubechies I., and Sweldens, W. "Factoring Wavelet Transforms into Lifting Steps" *Journal of Fourier Anal.* 1998, 4(3)247-269

[5] J. Ding, S. Y. Cheung, C. W. Tan, P. varaiya "Signal processing of sensor node data for vehicle detection" *ITSC-04 IEEE conference on 3-6 Oct. 2004*

[6] <http://path.berkeley.edu/~singyju>