

센서 네트워크의 INSENS에서 균형적인 에너지 자원 소모를 위한 퍼지 기반의 라우팅 경로 설정 기법

송규현^{*O}, 조대호^{*}

^{O*}성균관대학교 정보통신 대학

e-mail: {songku3000, taccho}@skku.edu^{*O}

Fuzzy-based Routing Path Determination Method to Consume Balanced Energy Resources in INSENS of Sensor Networks

Kyu-Hyun Song^{*O}, Tae-Ho Cho^{*}

^{O*}College of Information and Communication Engineering, SungKyunKwan University

● Abstract ●

무선 센서 네트워크는 제약된 하드웨어와 개방된 환경으로 인해 싱크 홀 공격에 취약한데 이를 위해서 INSENS가 제안되었다. 이러한 INSENS는 베이스 스테이션과 센서 노드들 사이에 거리를 기반으로 경로를 설정하므로 이벤트가 자주 발생할 경우 특정 경로에 노드들은 트래픽이 증가하여 에너지 불균형을 가진다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 네트워크 상황을 고려하여 균형적으로 에너지를 소모하게 하는 퍼지 시스템 기반의 효율적인 경로 설정 방법을 제안한다. 퍼지 시스템은 배터리 잔량, 홉 수, 경로설정 횟수의 입력을 통해 네트워크의 효율적인 경로를 설정한다. 그러므로 제안 기법은 효율적인 경로 선택으로 트래픽을 분산시켜 전체 센서 네트워크의 수명을 연장한다.

키워드: 무선 센서 네트워크(WSN), 무선 센서 네트워크에 대한 침입 강인 라우팅 프로토콜(INSENS), 퍼지 시스템(Fuzzy System), 트래픽 분산(Traffic Distribution), 싱크홀 공격(Sinkhole Attack)

I. 서론

무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Networks; 이하 WSN)는 저전력, 다기능의 센서 노드들과 WSN의 모든 정보와 충분한 전력 공급이 이루어지는 베이스 스테이션(Base station; 이하 BS)으로 구성된다. 다기능의 WSN은 의료, 군사, 환경 등 다양한 분야에 걸쳐 사용되고 있다[1]. 그러나 WSN은 제약된 하드웨어와 개방된 환경으로 인해 싱크 홀 공격(Sinkhole Attack)에 취약하다[2]. 이를 위해서 무선 센서 네트워크에 대한 침입 강인 라우팅 프로토콜(Intrusion-tolerant routing for wireless sensor networks; 이하 INSENS)이 제안되었다[3]. 이러한 INSENS는 너비 우선 탐색(Breadth first search; 이하 BFS)을 사용하는데 BS와 노드들 사이에 거리를 기반으로 경로를 설정하므로 이벤트가 자주 발생할 경우 특정 경로에 노드들의 트래픽이 증가하여 에너지의 불균형을 가진다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 네트워크 상황을 고려하여 균형적으로 에너지를 소모하게 하는 퍼지 시스템(Fuzzy system) 기반의 효율적인 경로 설정방법을 제안한다.

본 논문의 2장에서는 INSENS와 제안의 동기에 대해 설명하고, 3장에서는 제안기법을 설명한다. 4장에서는 결론 및 앞으로의 연구에 대해 서술한다.

II. 배경

2.1 침입 강인 라우팅 프로토콜(INSENS)

인가되지 않은 노드가 네트워크에 참여하여 발생하는 싱크 홀 공격을 차단하기 위해 INSENS가 제안되었다. INSENS는 Global Key와 Pairwise Key, Cluster Key를 사용하여 인가되지 않은 노드를 차단하고 키 교환을 한다. 이후 BFS로 각 노드와 BS 간에 2개 이상의 다중경로로 설정한다. INSENS는 이렇게 설정된 다중경로를 사용하여 메시지를 전달함으로써 메시지의 무결성 높인다. 또한, 노드의 이동성을 고려하는 INSENS는 Global Key를 은닉한 MAC을 사용하여 노드의 추가-삭제를 하는 데 사용한다[3].

2.2 동기

INSENS에서 사용하는 BFS는 BS와 노드들 사이에 거리를 기반으로 경로를 설정하므로 네트워크의 트래픽과 노드의 전력량을 고려하지 않는다. 따라서 이벤트가 자주 발생할 경우 특정 경로에 노드들의 트래픽을 증가시킨다. 트래픽이 증가한 노드는 빠른 전력고갈이 발생하여 에너지의 불균형을 가진다. 또한, INSENS는 노드의 이동성을 고려하기 트래픽이 증가한 특정 경로에 노드의 참여가 이루어진다면, 더욱 많은 트래픽으로 인해 네트워크 단절이라는 문제를 발생시킨다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 논문에서는 퍼지 시스템을 이용한 효율적인 경로설정을 제안한다.

III. 제안 기법

3.1 퍼지 시스템

본 논문에서는 효율적인 트래픽관리와 노드의 수명을 고려한 경로 설정을 위해 퍼지 시스템을 사용하여 메시지 전달경로를 설정하는 방법을 제안한다. BS는 경로를 설정할 노드의 이웃 노드 정보를 각각 퍼지논리 시스템에 넣어 상태를 계산한다. 이후 이웃 노드 중 최적의 상태를 갖는 노드를 다음 경로로 설정한다. 경로설정을 위해 입력되는 매개변수는 다음과 같이 정의한다. 각 노드의 배터리 잔량 (Energy; 이하 En), 목적지까지의 최소 홉의 개수(Hop Count; 이하 Hc), 현재 메시지 전달경로로 선택된 홉수(Path count;이하 Pc)이며, 출력되는 매개변수는 노드의 상태(Node Condition;이하 Nc)이다. 세부적인 멤버십 함수는 Fig 1, 2와 같다.

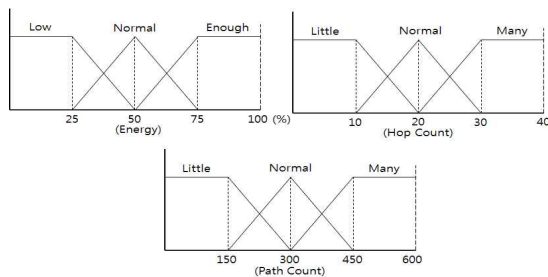


Fig. 329. 퍼지 입력 멤버십 함수

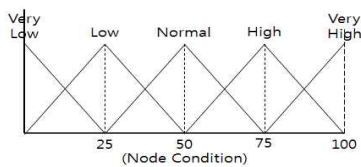


Fig. 330. 퍼지 출력 멤버십 함수

Fig 1, 2의 멤버십 함수를 사용하여 퍼지 규칙을 정의한다. 아래 Table 1은 정의된 규칙 일부를 표현한 것이다.

Table 1. 퍼지 규칙

Rule	입력			출력
	En	Hc	Pc	Nc
1	L	L	F	N
6	L	N	M	VL
19	E	L	F	VH
27	E	M	M	N

IV. 결론

본 논문의 제안기법을 통해 WSN에서 트래픽이 증가하는 노드들의 트래픽을 분산함으로써 노드에 수명을 연장한다. 향후 제안기법을 증명하는 실험을 진행할 것이다.

Acknowledgement

이 논문은 2013년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. NRF-2013R1A2A2A01013971).

References

- [1] I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam and E. Cayirci, "A survey on sensor networks," Communications Magazine, IEEE, vol. 40, pp. 102-114, 2002.
- [2] C. Karlof and D. Wagner, "Secure routing in wireless sensor networks: Attacks and countermeasures," Ad Hoc Networks, vol. 1, pp. 293-315, 2003.
- [3] J. Deng, R. Han and S. Mishra, "INSENS: Intrusion-tolerant routing for wireless sensor networks," Comput. Commun., vol. 29, pp. 216-230, 2006.