

센서 네트워크에서 모바일 싱크를 지원하는 라우팅 프로토콜의 void grid를 해결하기 위한 방안

조지은^o 최종원
숙명 여자 대학교

jieun@sookmyung.ac.kr choejn@sookmyung.ac.kr

A Solution for Void Grid in Routing Protocol Supporting Mobile Sink on Sensor Network

요 약

센서 네트워크에서 고려해야 하는 중요한 사항중 하나는 제한된 자원을 가진 센서 네트워크에서 주어진 에너지 소모를 최소화 하여서 네트워크 수명을 연장하는 것이다. 그러나 기존에 제안된 프로토콜은 유동성을 지닌 여러 개의 싱크가 존재할 경우에는 비효율적인 문제가 발생하였으며 그러한 문제를 해결하기 위해서 여러 가지 프로토콜이 제안 되었다.

본 논문에서는 기존에 제안된 그리드 형태를 이용한 클러스터 기반의 라우팅 프로토콜인 CBPER(Cluster-based -Power-Efficient Routing)을 기반으로 이 프로토콜이 가지는 영구적인 그리드 형성 시 발생할 수 있는 void grid 문제를 해결하고자 한다.

1. 서 론

센서 네트워크는 유비쿼터스의 핵심으로서 다수의 센서 노드로 이루어진 네트워크이다 무선 센서네트워크는 센서 노드들이 배치된 센서 필드(sensor filed)와 싱크로 구성되어 각 센서 노드들은 주변의 어떠한 현상을 인식, 측정하며, 싱크노드는 이렇게 측정된 데이터를 수집하는 역할을 한다.

센서 네트워크는 군대, 가정, 산업 등 다양한 분야에서 정보를 수집하고 처리하기 위해서 널리 사용되고 있다 예를 들어 침입 탐지 시스템 화학 물질이 감염된 지역 등 직접 사람이 현상을 관찰 할 수 없는 곳에 설치하여 데이터를 수집한다. 이와같이 다양하게 사용되는 센서 네트워크는 기존의 ad hoc 네트워크와 달리 센서 노드들이 제한된 에너지 갖기 때문에 에너지 소모를 최소화하여 네트워크 수명을 연장 하고자 하는 연구가 주요 연구 이슈 중에 하나이다.

현재 센서 네트워크에서는 다양한 라우팅 프로토콜이 제안 되었으며, 이러한 프로토콜에는 Directed Diffusion[1], GRAB[2] 등이 있다. 그러나 이들 프로토콜은 기본적으로 고정된 위치에서 정보를 수집하

는 센서 노드를 바탕으로 연구되었고, 모바일 Sink를 가진 큰 규모의 센서 네트워크에서는 효율적이지 않다

모바일 Sink문제를 해결하기 위해서 TTDD(Two-Tier Data Dissemination approach)[3] 가 제안되었다. 그러나 이 프로토콜은 센서 노드에서 현상을 발견 할 때 마다 그리드 구조를 만들게 됨으로써 그에 따른 제어 패킷의 수의 증가한다는 문제점이 발생하게 되었다 이러한 문제점을 해결하고자 제안된 프로토콜중 하나가 CBPER(Cluster-based -Power-Efficient Routing)[4] 이다.

CBPER 프로토콜은 TTDD와 달리 영구적인 그리드(grid)를 이용하는데 이로 인해 보이드 그리드(void grid)가 발생하게 된다. 보이드 그리드에 의해서 패킷 포워딩(forwarding)시에 전송이 끊어지는 문제가 발생하게 된다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하기 위한 방법을 제시한다.

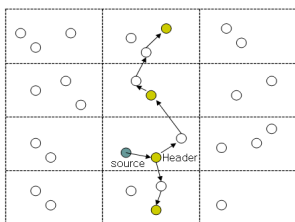
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서는 TTDD와 CBPER 프로토콜을 살펴보고 3절에서는 제안된 프로토콜을 설명하고 4절에서는 결론 및 향후 과제를 살펴본다.

2. 관련 연구

기존의 프로토콜은 여러 개의 모바일 sink 노드를 가지게 되면 전송되는 잦은 위치 업데이트로 인해 센서 노드들의 배터리를 소모하고 통신 채널의 많은 대역폭을 소비하게 되며, 그로 인해 센서 네트워크의 수명이 짧아지게 된다. 이러한 모바일 sink 노드 문제점을 해결하기 위한 방식으로 TTDD[3]가 제안 되었다.

그러나 이 방식은 source가 되는 센서 노드가 현상을 발견 할 때 마다 그리드를 형성해야 하므로 만약 관심 사건이 여러 곳에서 다발적으로 발생 한다면 그때마다 그리드를 형성하기 위해서 제어 패킷을 생성되며 이것은 전체 네트워크에 플러딩(flooding)하는 패킷의 수 비슷하게 되므로 이것은 에너지 효율적인 라우팅에 적합하지 않다 .

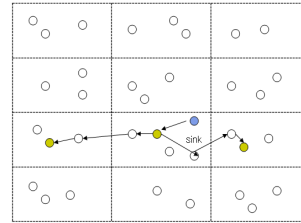
이러한 문제점을 해결하기 위한 방식 중 하나로 제안된 것이 CBPER 프로토콜이며, 이것은 그리드와 클러스터 개념을 사용하여 특정센서 노드에게만 포워딩 정보를 전송하여 전체적인 전송 패킷 수를 줄임으로써 센서 노드들의 에너지를 절약하는 방식이다 또한 사건이 발생할 때마다 동적으로 그리드를 생성하는 TTDD와는 달리 영구적인 하나의 그리드 구조만을 사용한다 그리고 각 그리드가 하나의 클러스터로서 각각의 클러스터는 클러스터 헤더를 가진다. 이 클러스터 헤더는 Data dissemination , 패킷 전송 등의 역할을 한다 이 프로토콜은 기본적으로 3가지 동작을 한다



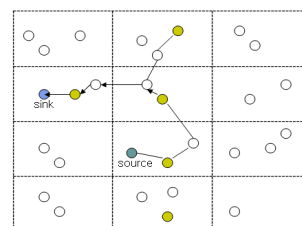
[그림 1] Data Announcement

처음 관심 사건이 발생하면 그것을 감지한 센서 노드는 소스 노드가 되어 자신이 속한 클러스터 의 헤더노드에게 데이터를 전송한다 이를 전송 받은 헤더 노드는 [그림1]과 같이 Data announcement 를 자신의 위, 아래에 있는 헤더 노드들에게 전송 한다

sink 노드가 데이터가 필요로 하면 자신이 속한 클러스터 헤더노드에게 data request packet을 전송한다. [그림 2]와 같이 헤더 노드는 자신의 좌, 우에 있는 헤더 노드에게 data request packet을 전송한다.



[그림 2] Data Request



[그림 3] Data Forwarding

[그림 3]은 센서 네트워크에서 source노드로부터 sink 노드까지 데이터 패킷을 전송하는 것을 보여 준다 그러나 이 방식은 보이드 그리드가 발생하게 되면 전송이 끊어지게 되며 data의 전달 역시 원활하게 이루어질수 없게 된다[5][6].

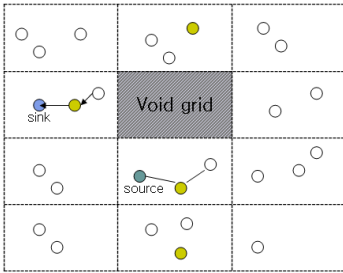
본 논문에서는 위와 같이 보이드 그리드가 발생에 의해 생성되는 문제를 알아보고 그에 따른 해결 방안을 제안하고자 한다.

3. 센서 네트워크에서 void grid 해결 방안

본 절에서는 클러스터 기반의 에너지 효율적인 라우팅 (CBPER) 프로토콜이 가지는 문제점을 설명하고 그에 따른 해결책을 제안한다.

3.1 CBPER의 문제점

CBPER은 2절에서 설명한 것과 같이 고정 그리드 형식의 클러스터를 형성 하여 source 의 세로축으로 data announce packet을 포워딩하며 data request packet은 sink 의 가로축으로 패킷을 포워딩한다. 그러나 이것은 센서가 전체 센서 필드에 골고루 배치가 되었을 경우에 가능하다 .만약 [그림4]과 같이 void grid가 발생 했을 경우 더 이상 packet을 forwarding을 할 수 없게 된다.

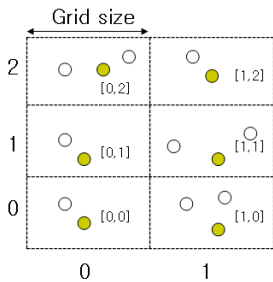


[그림 4] void grid 발생

3.2 제안 방법

3.2.1 Cluster 형성

전체 네트워크를 가상의 $M \times N$ 형식의 그리드로 나누어서 각 그리드는 grid ID를 가지게 된다. 다음 [그림5]는 그리드를 인덱싱한 것이다



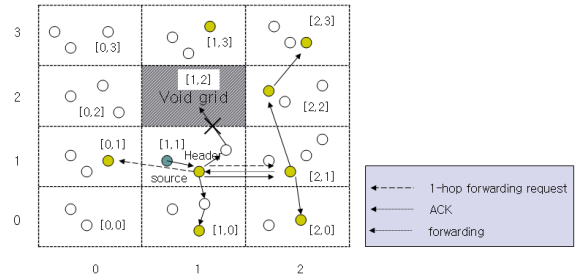
[그림 5] grid indexing

다음과 같이 그리드를 인덱싱한 후 각 index number는 그리드를 기반으로 형성이 될 클러스터의 ID가 된다. 패킷 전송 시에 각 클러스터 ID를 함께 전송함으로써 문제가 생성된 그리드를 알 수 있으며 또한 각 클러스터 헤더가 포워딩 후에 neighbor 클러스터의 ID를 기억하도록 하여 path를 형성 할 수 있도록 한다

3.2.1 Data Announcement

CBPER라우팅 프로토콜에서는 기본적으로 관심 사건이 발생하면 이를 발견한 source가 헤더 노드에게 전송하면 이 헤더 노드는 자신의 세로축으로 패킷을 포워딩하게 된다. 그러나 이때 중간에 하나이상의 보이드 그리드 발생 시에는 더 이상 포워딩을 진행할 수 없으므로 보이드 그리드 이후에 위치한 클러스터 헤더는 패킷을 전달 받을

수 없게 된다. 이를 해결하기 위해서 1-hop 포워딩을 허용하고자 한다.



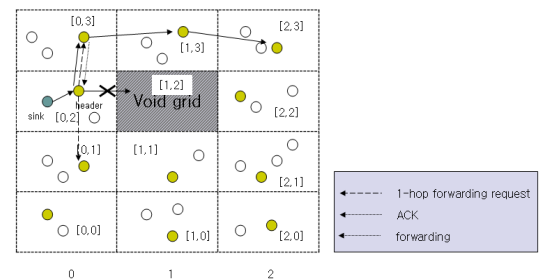
[그림 6] Data Announcement

[그림6]은 1-hop을 허용하여 포워딩하는 방법이다 [그림6]과같이 [1,1]클러스터 헤더는패킷을 포워딩한다. 이 패킷을 받은 헤더들은 ack을 보낸다. 그러나 일정 시간이 지나도 ack을 받지 못하면 [1,1] 클러스터의 헤더는 보이드 그리드로 간주 하고 자신의 왼쪽 오른쪽 헤더에게 포워딩 허용을 요청하게 된다.

이를 받은 헤더는 ack을 보내고 ack이 먼저 도착한 헤더를 [1,1] 클러스터 헤더는 자신의 neighbor node로 간주 하고 자신의 캐시에 저장한 후 패킷을 포워딩하게 된다. 패킷을 받은 [2,1] 클러스터의 헤더는 자신의 세로축으로 데이터를 포워딩하게 된다.

3.2.2 Data Request

data request는 CBPER라우팅 프로토콜에서 sink에 의한 요청이 발생하면 헤더에게 요청 패킷을 전송한다 이를 받은 헤더는 자신의 가로축으로 패킷을 포워딩하게 된다. 그러나 이것 역시 data announcement와 같이 중간에 보이드가 있다면 더 이상 포워딩할 수 없게 된다 따라서 [그림 7]같이 1-hop을 허용하게 하여 포워딩하도록 한다.

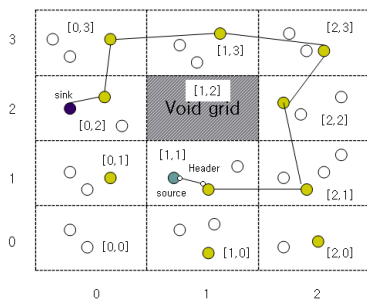


[그림 7] Data request

[그림 7] 과같이 [0,2] 클러스터 의 헤더가 data request packet을 자신의 좌우로 포워딩한다 이 패킷을 받은 헤더는 ack을 보내며 일정시간 동안 ack이 도착하지 않으면 [0,2]의 클러스터 헤더는 보이드 그리드가 존재 한다고 생각하고 자신의 상하클러스터 헤더에게 1-hop 포워딩 허용을 요청한다. 이 요청을 받은 헤더는 ack 보내고 둘 중 먼저 ack을 보낸 헤더를 [0,2] 클러스터 헤더는 자신의 neighbor로 자신의 캐시에 저장 한다.

3.2.3 데이터 포워딩(data forwarding)

데이터의 포워딩은 [그림8]과 같이 헤더 노드는 data request packet을 받으면 자신의 캐시에서 data announcement packet을 꺼내어 패킷의 클러스터 ID를 보고 source 노드에게 data request packet을 전송한다.



[그림 8] Data Forwarding

앞서 설명한 두 종류의 패킷을 통해서 path를 설정하게 되며 그 path를 통해서 데이터를 전송하게 된다

4.결 론

본 논문에서는 기존에 제안 되었던 CBPER 프로토콜을 기본으로 보이드 그리드가 존재 할 경우 패킷 포워딩을 계속 지속하지 못하는 문제를 포워딩시에 1-hop을 허용하여 보이드 그리드가 존재 하더라도 path를 형성 할 수 있도록 하였다.

하지만 이 path가 최적의 경로가 된다는 보장이 없을 뿐만 아니라 경우에 따라서는 먼 거리를 돌아서 path가 형성 되는 경우도 생기게 되었다. 이를 위해서 좀 더 효율적인 경로를 찾는 방법이 논의 되어야 할 것이다 또한 기존의 라우팅 기법에서 제시한 에너지 효율적인 면을 성능 평가를 통해서 이루어 져야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] Chalermek Intanagonwiwat, Ramesh Govindan, Deborah Estrin, John Heidemann, Fabio Silva "Directed diffusion for wireless sensor networking" IEEE/ACM Transactions on Networking (TON) February 2003
- [2] Fan Ye, Gary Zhong, Songwu Lu, Lixia Zhang "GRADient broadcast: a robust data delivery protocol for large scale sensor networks " Wireless Networks, May 2005
- [3] Haiyun Luo, Fan Ye, Jerry Cheng, Songwu Lu, Lixia Zhang "TTDD: two-tier data dissemination in large-scale wireless sensor networks " Wireless Networks, January 2005
- [4] 권기석, 이승학, 윤현수 "센서 네트워크를 위한 클러스터 기반의 에너지 효율적인 라우팅 프로토콜 정보과학회 논문지 2006.2
- [5] Hung Le Xuan; Sungyoung Lee "A coordination-based data dissemination protocol for wireless sensor networks" Intelligent Sensors, Sensor Networks and Information Processing Conference, Proceedings of the 2004, 2004.
- [6] Rui Zhang, Hang Zhao, Miguel A. Labrador "The Anchor Location Service (ALS) protocol for large-scale wireless sensor networks " Proceedings of the first international conference on Integrated internet ad hoc and sensor networks InterSense '06, May 2006