

무선센서 네트워크에서 클러스터화된 디렉티드 디퓨전 라우팅 프로토콜

짜오빈*, 이경오**

A Clustered Directed Diffusion Routing Protocol for Wireless Sensor Network

Zhao Bin*, KyungOh Lee**

요약

무선 센서 네트워크는 제한된 에너지를 갖는 배터리에 의해 가동되며 한번 배치되면 사용자가 접근할 수 없고 배터리 교환이 불가능하다. 따라서 네트워크의 수명을 늘리기 위하여 네트워크 디자인 시에 에너지 효율성이 매우 중요하게 고려되어야 한다. 디렉티드 디퓨전은 데이터 중심 라우팅 알고리즘으로 널리 알려진 기법이다. 본 논문에서는 디렉티드 디퓨전의 효율을 향상시키기 위하여 클러스터링 기법을 활용한다. 먼저 클러스터를 구성한 후 클러스터 헤드 노드를 선출하고 클러스터 헤드 노드끼리 디렉티드 디퓨전에서 제안한 것처럼 라우팅을 실시하는 C-디렉티드 디퓨전 기법을 제안한다. 제안 알고리즘은 그 적용이 간단하고 성능면에서 디렉티드 디퓨전 보다 우수한 것으로 나타났다.

▶ Keyword : 무선 센서 네트워크, 라우팅 규약, 클러스터링, 디렉티드 디퓨전

Abstract

Wireless sensor networks consist of small battery powered devices with limited energy resources. Once deployed, the small sensor nodes are usually inaccessible to the user, and thus replacement of the energy source is not feasible. Hence, energy efficiency is a key design issue that needs to be enhanced in order to improve the life span of the network. Directed Diffusion is a well known routing protocol. In this paper we adopt the clustering mechanism to improve the efficiency of Directed Diffusion. We introduce C-Directed Diffusion which make clusters, select the CH(Cluster Head) and CHs do the same process as in Directed Diffusion. C-Directed Diffusion is pretty simple and show better performance than Directed Diffusion.

▶ Keyword : Wireless Sensor Network, Routing Protocol, Clustering, Directed Diffusion

• 제1저자 : 짜오빈 교신저자 : 이경오

• 투고일 : 2010. 10. 15, 심사일 : 2010. 11. 03, 게재확정일 : 2010. 11. 11.

* 선문대학교 컴퓨터공학과(Dept. of Computer Engineering, Sunmoon University)

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2010-C1090-1031-0004)

1. 서론

무선 센서 네트워크는 특정한 응용을 위한 것으로서 센서 노드들이 데이터를 감지하고 수집하여 싱크노드로 전송하는 구조이며, 그림 1과 같이 여러 개의 장치들이 하나의 작은 센서 노드를 구성하게 된다[1, 2, 3].

센서 노드는 일반적으로 악조건의 환경에 조밀하게 배치되며 배터리 전원으로 동작한다. 일반적으로, 센서 노드의 배터리는 충전되거나 교체될 수 없다고 가정한다. 이러한 이유로 인하여, 무선 센서 네트워크의 모든 프로토콜과 일련의 동작들에는 에너지에 대한 제약이 뒤따른다. 따라서 무선 센서 네트워크 분야에서의 많은 연구들은 개별 센서 노드의 에너지 효율을 향상시키고 네트워크 전체의 수명을 연장시키는데 초점이 맞추어져 있다[2, 3]. 최근에는 프로세서, 메모리, 센서 등의 하드웨어 기술의 발달로 인하여 노드가 더욱 작아지고 저렴해지는 상황이지만, 여전히 에너지는 가장 큰 고려사항이다. 또한, 응용분야가 다양해짐에 따라 정확성이나 신뢰성, 실시간 등의 요구사항이 늘어나고 있다.

센서노드는 그림 1에서 보이는 것처럼 여러 개의 장치들이 하나의 작은 센서 노드를 구성하게 된다. 센서 노드는 일반적으로 악조건의 환경에 조밀하게 배치되며 배터리 전원으로 동작한다. 일반적으로, 센서 노드의 배터리는 충전되거나 교체될 수 없다고 가정한다. 이러한 이유로 인하여, 무선 센서 네트워크의 모든 프로토콜과 일련의 동작들에는 에너지에 대한 제약이 뒤따른다. 따라서 무선 센서 네트워크 분야에서의 많은 연구들은 개별 센서 노드의 에너지 효율을 향상시키고 네트워크 전체의 수명을 연장시키는데 초점이 맞추어져 있다. 최근에는 프로세서, 메모리, 센서 등의 하드웨어 기술의 발달로 인하여 노드가 더욱 작아지고 저렴해지는 상황이지만 여전히 에너지는 가장 큰 고려사항이다. 또한, 응용분야가 다양해짐에 따라 정확성이나 신뢰성, 실시간 등의 요구사항이 늘어나고 있다[9].

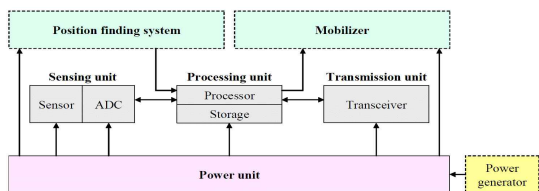


그림 1. 센서 노드의 구조
Fig. 1. Structure of sensor node

현재 대표적인 무선 센서 네트워크의 라우팅 프로토콜인 디렉티드 디퓨전(Directed Diffusion)은 데이터 중심의 효율적인 라우팅 알고리즘이지만 모든 노드들이 1홉 통신에 참여하여 소스에서 싱크까지 통신을 하기 때문에 통신에 참여하는 홉의 수가 늘어나게 된다. 본 논문에서 제안하는 'C-디렉티드 디퓨전'(Clustered Directed Diffusion) 기법은 무선 센서들을 클러스터로 나누고 각 클러스터에서 선출된 클러스터헤드(CH-Cluster Head)끼리 디렉티드 디퓨전에서 제안한 라우팅 기법을 활용하여 소스에서 싱크까지 통신을 하는 기법으로 라우팅에 참여하는 노드의 수와 홉의 수가 줄어들기 때문에 디렉티드 디퓨전에 비하여 더욱 효율적인 기법이 된다.

본 논문의 2장에서는 관련 연구가 기술되며 3장에서는 제안하는 기법의 주요 내용을 설명하고 4장에서는 실험결과를 보여주며 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

LEACH[1, 2]는 클러스터 기반의 대표적인 프로토콜로서 분산된 다수의 클러스터를 가진다. Base Station은 센서 노드들과는 떨어진 지정된 위치에 있으며, 모든 노드들은 동일한 속성을 가진다. LEACH의 특성은 클러스터 형태가 계속해서 변경되고 센서노드들 간에 스스로 클러스터 헤드(CH)를 선정하는 것이다. 그래서 선택된 클러스터 헤드 노드의 에너지 소모를 줄이고, 네트워크 전체 에너지 소모 부하를 센서노드 간에 분산하여 나눌 수 있다. 그리고 데이터는 병합하여 BS(Base Station)에 전송하기 때문에 전송되는 데이터양도 적다. 먼저, 준비 단계에서는 클러스터 헤드를 선출한다. CH의 선출은 각 노드가 스스로 선출을 한다. CH가 선출되고 나면, CH는 광고 메시지를 방송하여 클러스터 멤버(CM)노드들을 모은다.

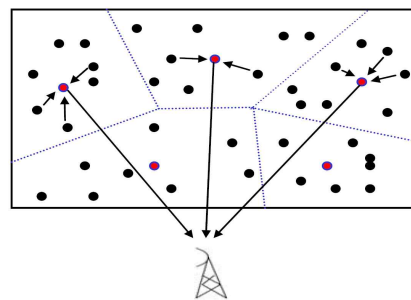


그림 2. LEACH 기법
Fig. 2. LEACH Protocol

이후 안정화(Steady) 단계에서는 초기설정 단계에서 설정된 클러스터의 스케줄링에 따라 멤버노드가 CH에 데이터를 전송한다. 전 멤버노드들은 평상시에 수면 상태로 있다가 자신의 전송시간이 되면 깨어나 데이터를 전송하고 다시 수면 상태로 돌아가기 때문에 전송이외 필요 없는 에너지 소모를 줄일 수 있다. 그림 2는 LEACH 기법의 기본 동작 원리를 보여주고 있다. 우선적으로 센서들을 클러스터로 구분한 후 자율적으로 클러스터 헤드를 선출하여 클러스터에 소속된 멤버 노드가 클러스터 헤드에게 데이터를 보내고 클러스터 헤드가 BS(Base Station)에게 직접 데이터를 보내는 방식이다. 이 기법은 기본적으로 모든 클러스터 헤드가 직접 BS와 교신하고 있기 때문에 클러스터 헤드의 에너지 소모가 많은 단점이 있다.

디렉티드 디퓨전[4,5,6]은 무선 센서 네트워크를 위한 대표적인 데이터 중심적 라우팅 기법이다. 속성 기반 네이밍 스킴을 사용하고, 필터링이라고 하는 네트워크 내부에서의 (in-network) 프로세싱을 지원한다. 데이터는 속성과 값(attribute-value)의 쌍으로 표현되며, 속성은 (key, type, operator, value) 튜플이다.

디렉티드 디퓨전은 데이터 중심적(data centric) 라우팅 프로토콜로서 노드의 주소가 아닌 데이터를 기준으로 메시지 라우팅이 이루어지는 특징을 갖고 있다. 디렉티드 디퓨전의 동작은 크게 1) 관심 정보(interest) 배포, 2) 기울기 (gradient) 설정, 3) 강화된(reinforcement) 경로를 통한 이벤트 정보 전달로 나뉜다.

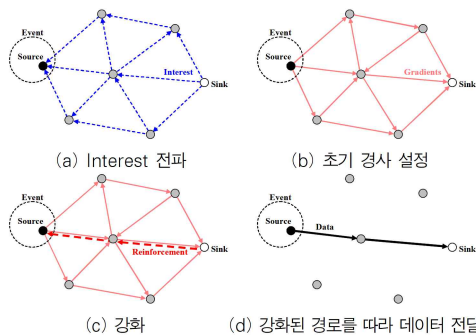


그림 3. 디렉티드 디퓨전(Directed Diffusion) 기법
Fig. 3. Directed Diffusion Protocol

관심 정보 배포 단계에서는 센서 노드들이 수행해야 할 감지 임무에 해당하는 관심 메시지(interest message)가 브로드캐스트(broadcast) 방식을 통해 전체 센서 네트워크에 전달된다(그림 3의 a).

관심 메시지를 수신한 노드는 해당 메시지를 보낸 노드에 대해 기울기(gradient)를 설정한다(그림 3의 b). 기울기는 이벤트 감지 및 이벤트 메시지 수신 시 이를 전달할 노드 ID와 전송을 정보를 담고 있다.

이 기울기 정보를 기준으로 하여 어느 노드가 어디로 정보를 보내는 것이 효율적인지 경로를 확정하는 작업인 경로 강화 작업이 실시된다(그림 3의 c).

대상 지역에서 이벤트 발생 시 이를 감지한 노드들은 미리 설정된 기울기에 의거하여 싱크 노드 방향으로 메시지를 전달한다. 싱크 노드가 관심 정보에 해당하는 이벤트 정보를 수신하면 여러 이웃 노드 중 한 노드를 선택하여 경로 강화 메시지를 보낸다. 경로 강화 메시지가 이벤트 감지 노드까지 전달되면 이벤트 발생 지역에서 싱크 노드까지의 최적의 경로를 따라 이벤트 메시지가 전달된다(그림 3의 d)[5].

하지만 디렉티드 디퓨전은 소스에서 싱크까지 많은 홉을 거쳐 라우팅을 하기 때문에 많은 노드들이 라우팅에 참여하고 결과적으로 라우팅에 걸리는 시간이나 라우팅에 소요되는 에너지가 증가하게 된다.

디렉티드 디퓨전을 개선한 기법인 Two Phase Pull(TPP) 기법과 One Phase Pull (OPP) 기법이 제안되었다[4, 5]. TPP는 디렉티드 디퓨전의 첫 번째 버전으로 데이터 중심 모델의 기본 개념을 제시한 라우팅 프로토콜이다. TPP는 데이터 수집을 위한 관심정보와 루프 제거 및 경로 강화를 위한 부가정보, 강화정보를 사용하여 경로를 설정하고 센싱 데이터를 전송한다. 그러나 모든 데이터가 플러딩으로 네트워크에 전달되기 때문에 네트워크에 있는 센서 노드들은 에너지를 많이 소모하게 된다.

TPP가 갖고 있는 단점을 극복하기 위해 명시적인 부가정보와 강화정보를 제거한 OPP가 제안되었다. OPP는 TPP에서 사용되는 많은 양의 플러딩을 줄임으로써 오버헤드를 줄이고 플러딩으로 인한 에너지 소모를 감소시켜 네트워크 생존 시간을 늘린다. OPP는 TPP와는 다르게 명시적인 부가정보와 강화과정을 없애고 관심정보만을 사용하여 기울기를 설정하고 이를 이용하여 센싱 데이터를 전달하도록 설계되었다. 하지만 기본적으로 TPP나 OPP는 모든 노드들이 통신에 참여하는 방식이기 때문에 통신의 홉수가 늘어나게 되고 에너지의 소모가 늘어나는 문제가 있다. 이외에 디렉티드의 에너지를 감소시키기 위한 기법[10, 11] 등이 제안되었으나 디렉티드 디퓨전 기법의 근본적인 한계를 개선할 수 없었다.

클러스터를 기반으로 하는 라우팅 기법[7, 12, 13, 14]들이 제안되었으나 이러한 기법들은 라우팅의 효율성만을 최적화하기 위한 방법들만 제시하고 있어서 데이터 중심의 디렉티드

드 디퓨전 기법이 가지는 장점을 수용할 수가 없었다.

본 논문에서 제안하는 C-디렉티드 디퓨전 기법은 디렉티드 디퓨전 기법에 클러스터 기법을 하이브리드화 시켜 효율성을 극대화하기 위한 기법이다. 본 기법에서는 기존의 클러스터 기반의 기법들이 헤드끼리의 통신 비용을 고려하지 않고 통신을 함으로써 통신비용이 낭비되는 단점을 해결하기 위해 디렉티드 디퓨전에서 사용하는 기법을 활용하여 헤드 노드끼리 통신 경로를 설정할 때 헤드노드들의 기울기를 설정하고 헤드노드들의 경로를 강화하는 방법을 통해 클러스터 헤드들끼리의 통신 경로를 최적화 하는 방법을 채택하고 있다. 또한 디렉티드 디퓨전 기법의 최대의 단점인 많은 노드들이 관심정보와 기울기 설정을 위해 통신을 하고 실제 데이터의 전송 시 여러 홉을 거쳐 소스에서 싱크까지 데이터가 전달되어야 하는 점을 클러스터 헤드끼리 경로를 구축하고 헤드노드를 통해 데이터를 전송하는 방법으로 해결하였다.

III. 클러스터에 기반을 둔 디렉티드 디퓨전 기법

본 장에서는 클러스터에 기반을 둔 C-디렉티드 디퓨전(C-DD: Clustered Directed Diffusion) 기법에 대하여 설명한다. 우선 기존의 클러스터를 활용하는 기법인 LEACH나 BCDCP[7]에서와 마찬가지로 클러스터를 구성하고 위치 정보나 에너지 정보를 이용하여 최적화된 클러스터 헤드를 선출한다. BCDCP는 LEACH와 같은 클러스터에 기반한 라우팅 프로토콜이나 BS에서 모든 노드의 정보를 수집하여 클러스터 헤드를 선정하는 방식을 취하고 있다.

1. 클러스터 헤드간의 관심정보(Interest) 전파

본 기법에서는 디렉티드 디퓨전 기법과 같이 관심정보(Interest)라고 하는 질의(쿼리)를 싱크 노드로부터 시작하여 클러스터 헤드노드(CH) 전체에게 전파한다. 기존의 디렉티드 디퓨전 기법에서는 모든 노드들에게 관심정보(Interest)가 전파되지만 본 기법에서는 그림 4에서와 보는 바와 같이 클러스터의 헤드노드에게만 관심정보를 전파한다. 질의를 받은 CH는 그 질의를 전달해 준 노드의 아이디와 질의의 정보를 기억하여 놓고 나중에 해당 클러스터 내의 멤버 노드 중 하나가 저장해 놓은 쿼리와 관련된 센싱 데이터를 인지하였을 경우 해당 노드에게 그 정보를 보내게 된다.

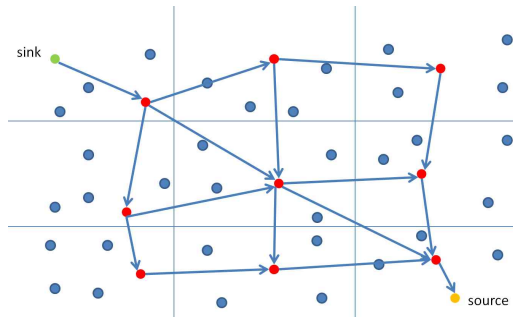


그림 4. Interest의 전파
Fig. 4. Interest Propagation

2. 클러스터 헤드간의 기울기(Gradient) 전파

다음으로 데이터 요청 노드로 질의에 부합하는 데이터를 전송하기 위해 기울기(Gradient)가 설정된다. 그림 5에서 보는 것처럼 이제는 관심정보 전파 때와는 반대 방향으로 소스노드로부터 싱크노드까지 클러스터 헤드를 이용하여 기울기가 설정된다. 이 기울기는 노드들 간의 전송에 필요한 비용을 나타내는 것으로 한 노드가 어느 노드를 경유하여 데이터를 전송하는 것이 비용이 적게 드는지 결정하는데 사용하게 된다.

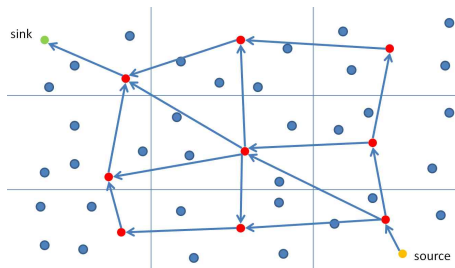


그림 5. Gradient의 설정
Fig.5. Gradient Setup

3. 클러스터 헤드를 통한 경로의 강화 (Reinforcement)

디렉티드 디퓨전은 기본적으로 다중 경로를 선택할 수가 있다. 이 경우 여러 번 반복적으로 같은 메시지가 여러 노드들에 전달되는 플러딩의 문제가 발생할 수 있기 때문에 이를 막기 위하여 기울기(Gradient)를 이용하여 데이터를 전송할 경로를 확정하는 작업이 필요하고 이를 강화(Reinforcement)라고 한다. 그림 6에서와 같이 경로의 강화 작업이 일어나는 과정을 볼 수 있으며 디렉티드 디퓨전 기법이 모든 노드의 기울기를 고려하여 강화작업이 일어나는데 비해 본 논문에서 제안하는 C-DD은 CH들 사이에만 경로의 강화작업이 이루어진다.

이제 관심정보에 해당하는 데이터가 특정 클러스터 내에서 센싱되는 경우 이를 소스로 해서 싱크 노드까지 이 강화된 경로를 통하여 데이터가 전달되는 것이다.

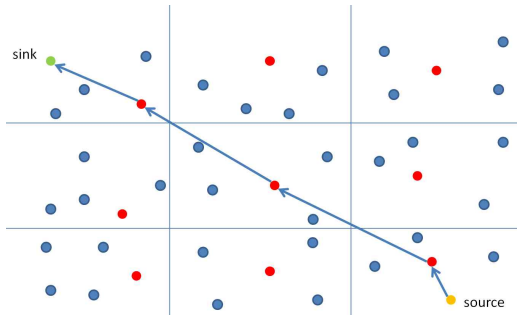


그림 6. 경로의 강화
Fig. 6. Reinforcement

C-디렉티드 디퓨전에서 사용되는 알고리즘을 정리하면 그림 7과 같이 나타낼 수 있다.

Step1 클러스터의 구성

모든 센서 노드는 노드ID, 보유에너지, 위치 정보를 BS로 전송한다.

BS는 전송받은 데이터를 근거로 해서 클러스터를 구성하고 클러스터 헤드를 선출한다.

Step2 클러스터 헤드간의 관심정보(Interest) 전파
싱크 노드는 자신이 관심이 있는 데이터에 대한 관심정보를 클러스터 헤드들에게 전파한다.

Step3 클러스터 헤드간의 기울기(Gradient) 전파
클러스터 헤드들은 헤드간의 통신 비용을 기반으로 기울기 값을 전파한다.

Step4 클러스터 헤드를 통한 경로의 강화 (Reinforcement)
클러스터 헤드들은 소스에서 싱크 노드까지 기울기 값을 이용하여 최소의 비용으로 전송할 경로를 확정한다.

Step5 데이터 수집 및 전송

멤버 노드 중에 관심정보에 해당하는 이벤트가 발생하면 이를 클러스터 헤드에 전달한다. 클러스터 헤드는 이 정보를 강화된 경로를 통하여 싱크 노드로 전달한다.

그림 7. C-디렉티드 디퓨전 기법의 동작 알고리즘
Fig. 7. Algorithm of C-Directed Diffusion

기존의 디렉티드 디퓨전 기법은 Step2, Step3, Step 4, Step5로 이루어진다. C-디렉티드 디퓨전 기법은 Step1에서 클러스터를 구성하는 것과 Step4, Step5에서 클러스터 헤드를 통해 데이터 송수신이 일어나는 것이 두 기법간의 차이점이다. 또 기존의 클러스터링 기법의 경우 Step2, Step3, Step4의 과정이 없이 소스로부터 싱크까지의 최적 경로를 찾는 방법에 초점을 맞추고 있다. 하지만 본 기법은 그림7의 알고리즘처럼 두 가지 기법의 장점을 취하여 효율성을 극대화하고 있다.

4. 디렉티드 디퓨전과 C-디렉티드 디퓨전의 비교

디렉티드 디퓨전의 경우 소스에서 싱크까지 여러 홉을 거쳐 데이터나 관심정보가 전달되어야 한다. 이는 데이터 송수신에 참여하는 노드의 수가 증가함을 의미하며 이에 의해 필연적으로 데이터 송수신을 위한 에너지 소모가 증가하게 되어 네트워크의 수명이 줄어들게 된다.

C-디렉티드 디퓨전의 경우 클러스터 헤드가 멤버 노드들의 데이터를 취합하여 데이터를 송수신하기 때문에 관심정보의 전파나 데이터 송수신의 참여하는 노드의 수가 줄어들고 결과적으로 더 적은 에너지의 소모로 무선 센서 네트워크를 운영할 수 있게 된다. 디렉티드 디퓨전과 C-디렉티드 디퓨전에서의 데이터 송신하는 경로에 대한 비교를 그림 8에 표시하였다. C-디렉티드 디퓨전이 디렉티드 디퓨전에 비해 홉의 수가 훨씬 더 줄어드는 것을 볼 수 있다.

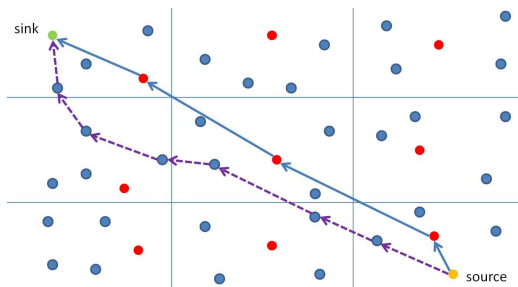


그림 8. 디렉티드 디퓨전과 C-디렉티드 디퓨전의 비교
Fig. 8. Comparison of Directed Diffusion and C-Directed Diffusion

또 기존에 클러스터를 기반으로 한 라우팅 알고리즘이 여러 가지 제안[8, 12, 13, 15]되었으나 이러한 기법들은 기본적으로 클러스터의 효율적 구성을 통해 센서 노드들의 에너지 소모량을 최소화하는데 초점을 맞추고 있다. 본 논문에서 제안하는 기법은 이러한 클러스터링 기법과 경쟁하거나 대치하는 기법이 아니고 클러스터링의 장점을 취하면서 디렉티드 디퓨전의 장점을 융합하는 기법이다. 기존의 클러스터를 기반으로 하는 기법에서는 경로 상에 있는 노드간의 통신 비용에 대한 고려가 미비하여 전체적인 노드들의 생존기간을 늘리는데 제약이 있게 되기 때문에 본 논문에서 제안하는 기법은 클러스터 기법들의 구조적 장점을 취하면서 디렉티드 디퓨전의 데이터 중심의 효과적 경로 구성방법을 접목한 효율적 기법이라고 할 수 있다.

IV. 실험 결과

본 장에서는 디렉티드 디퓨전, LEACH 그리고 본 논문에서 제안하는 C-디렉티드 디퓨전과의 성능을 비교하였으며 사용된 주요 파라메타는 표1과 같다[8].

표 1. 실험 환경
Table 1. Simulation Environment

항목	값
네트워크 필드 크기	200m x 200m
노드 수	100
토폴로지	격자형
노드의 초기 에너지	2J
싱크노드의 위치	0, 0
데이터 패킷 사이즈	500 bit
관심요청의 크기	100 bit
이벤트 생성주기	5초
관심요청 생성주기	30초
전송 에너지	0.6J
수신 에너지	0.3J
수면시 에너지	0.03J

본 실험에서는 LEACH, 디렉티드 디퓨전, C-디렉티드 디퓨전에 대하여 성능을 비교하였다. 세 기법에 대하여 에너지 소모량과 생존율의 관점에서 성능을 평가하기 위한 실험이 수행되었다.

우선 네트워크 필드의 크기는 200m x 200m로 가정하였고 BS(Base Station)은 좌표상 0,0인 원점에 위치하는 것

으로 하였다. 각 센서 노드는 2J의 초기 에너지를 보유하고 있으며 데이터 패킷은 500bit, 관심요청 패킷의 크기는 100bit로 설정하였으며 전송에 필요한 에너지는 0.6J, 수신에 필요한 에너지는 0.3J, 수면(Sleep) 상태에서는 0.03J이 소모되는 것을 가정하였다.

센싱이 필요한 이벤트는 5초마다 생성되게 하였으며 관심 정보를 수집하기 위한 질의는 30초마다 한 번씩 발생되게 하였다.

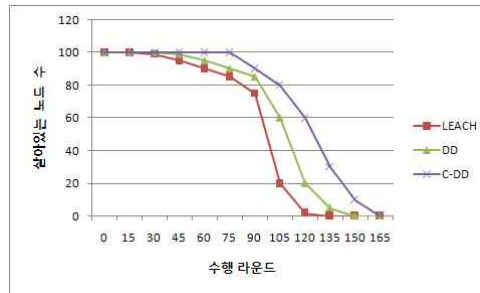


그림 9. 시간 경과에 따른 살아 있는 노드의 수
Fig. 9. Number of nodes alive as time passes

성능평가를 위하여 시간이 경과함에 따라 살아있는 노드의 수를 측정하였다. 센서네트워크에서는 최초로 죽은 노드가 나오기 시작하면 전체적인 동작에 문제가 생긴 것으로 판단하기 때문에 이는 중요한 측정 요소 중의 하나이다. LEACH의 경우 28라운드부터 최초로 죽은 노드가 나오기 시작하였고, 디렉티드 디퓨전의 경우 42라운드부터 죽은 노드가 나오기 시작한 반면 C-디렉티드 디퓨전의 경우 85 라운드에 가서 죽은 노드가 나오기 시작하여 C-디렉티드 디퓨전 기법이 다른 기법에 비해 우수한 성능을 보이는 것으로 나타났다(그림 9). 이는 클러스터를 활용하여 각 센서 노드들의 에너지를 효과적으로 이용하기 때문으로 분석할 수 있다.

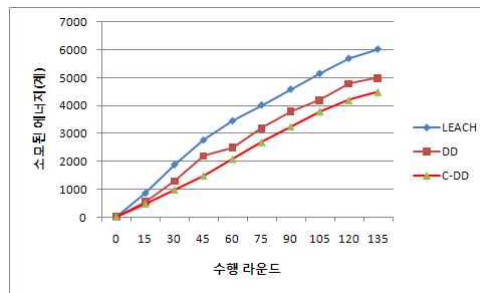


그림 10. 시간경과에 따라 소모된 에너지 양
Fig. 10. Dissipated energy as time passes

또한 시간 경과에 따라 소모되는 에너지의 양을 측정하였다. 그림 10에서 보는 바와 같이 C-디렉티드 디퓨전 기법에서는 라우팅을 위해 참여하는 노드의 수가 적고 경로상의 홉의 수가 줄어들기 때문에 전체적으로 에너지 소모량이 가장 적은 것으로 나타났다.

V. 결론

본 논문에서는 간단하면서도 무선센서네트워크에서 모든 노드들이 오랫동안 살아남아 네트워크의 수명을 늘리기 위한 기법으로 Directed Diffusion 기법에 클러스터링 기법을 접목한 기법을 제안하였다.

전통적으로 가장 많이 쓰이는 라우팅 기법인 디렉티드 디퓨전 기법은 많은 수의 노드가 라우팅에 참여하여 참여 홉 수가 늘어나며 전체적인 에너지 소모가 증가하는 문제가 발생한다. 하지만 본 논문에서 제안한 기법인 C-디렉티드 디퓨전 기법은 센서들을 클러스터로 나누고 클러스터의 헤드를 선출하여 멤버 노드는 클러스터 헤드 노드와 교신하며 나머지는 클러스터 헤드가 다른 노드와 교신하게 하는 계층적 구조를 통해 성능향상을 꾀할 수 있었다.

향후 과제는 클러스터 헤드 노드의 에너지 소모를 더 효율적으로 하기 위한 기법을 연구하는 것이다.

참고문헌

- [1] W.R. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, "Energy-Efficient Communication Protocols for Wireless Microsensor Networks," Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference, On Systems Sciences, Maui, pp. 3005-3014, Jan. 2000.
- [2] Younis, S. Fahmy, "A hybrid, energy-efficient, distributed clustering approach for ad-hoc sensor networks", IEEE Trans, On Mobile Computing, Vol. 3 No. 4, pp. 660-669, 2004.
- [3] S. Lindsey, C.S. Raghavendra, "PEGASIS: Power efficient gathering in sensor information systems", In: Proc of IEEE Aerospace Conference, IEEE Aerospace and Electronic Systems Society, Montana, pp. 125-1130, 2002.
- [4] Chalermek Intanagonwivat, Ramesh Govindan, Deborah Estrin, John Heidemann, and Fabio Silva, "Directed Diffusion for Wireless Sensor Networking," IEEE/ACM Transactions on Networking, Vol. 11, No. 1, pp. 2-16, 2003.
- [5] Zhao, Shousheng Yu, Fengqi Zhao, Baohua CIS, "An Energy Efficient Directed Diffusion Routing Protocol," International Conference on Computational Intelligence and Security, pp. 1067-1072, Apr. 2007.
- [6] Chalermak Intanagonwivat . Ramesh Govindan. Deborah Estrin. John Heidemann. Fabio Silva, "Directed Diffusion: A Scalable and Robust Communication Paradigm for Sensor Networks," MobiCOM2000, pp. 56-67, Aug. 2000.
- [7] S. D. Muruganathan, D. C. F. Ma., R. I. Bhasin, and A. O. Fapojuwo, "A Centralized Energy-Efficient Routing Protocol for Wireless Sensor Networks," IEEE Communications Magazine, Vol. 43, No. 3, pp. 8-13, 2005.
- [8] Abbasy, MB; Barrantes, G; Marin, G, "Performance Analysis of Sensor Placement Strategies on a Wireless Sensor Network," International Conference on Sensor Technologies and Applications (SENSORCOMM), pp. 609-617, 2010.
- [9] Jae-Won Choi, Kwang-Hui Lee, "A Data Transfer Mechanism with Reliability in WSNs", Korea Internet Information Society Conference, pp. 63~67, 2009.
- [10] Yong-Pyo Kim, Euihyun Jung, and Yong-Jin Park, "AWSN Routing Algorithm for Improving the Reliability of Directed Diffusion", THE INSTITUTE OF ELECTRONICS ENGINEERS OF KOREA, pp. 39-47, No. 47(2), March, 2010.
- [11] Author Min Chen, Taekyoung Kwon, Yanghee Choi, "Energy-efficient differentiated directed diffusion (EDDD) in wireless sensor networks," Computer Communications, Vol. 29 No. 2, pp. 231-245, Jan. 2006.
- [12] Varma, S., Nigam, N., Tiwary, "Wireless Communication and Sensor Networks," WCSN 2008, pp. 1-6, Dec. 2008 .

- [13] Tian Ying, Ou Yang, "A Novel Chain-Cluster Based Routing Protocol for Mobile Wireless Sensor Networks," Wireless Communications Networking and Mobile Computing (WiCOM), pp. 1-4, 2010.
- [14] Sung-Hun Lee, Hyung-Keun Lee, "Routing Metric to Recognize Traffic Interference in Wireless Mesh Networks," Korea Society of Computer Information, No14(8), pp. 59-64, Aug. 2009.
- [15] Yoon-Sik Jang, Nam-Kyu Park, Chung-sik Oh, Seung-kwon Choi, Chang-Jo Lee, Yong-hwan Cho, "Improved MP-DD Routing Algorithm Considering Energy Efficiency in Wireless Sensor Networks," Korea Society of Computer Information, No. 14(7), July, 2009.

저 자 소 개



짜오 빈
2008 : 북경과학기술연수대학
컴퓨터공학과 공학사.
현 재 : 선문대학교 컴퓨터공학과
대학원 석사과정
관심분야 : 센서네트워크, 데이터베이스
E-mail : zrbbinisme@hotmail.com



이 경 오
1989 : 서울대학교
계산통계학과 이학사.
1994 : 서울대학교
전산학과 이학석사.
1999 : 서울대학교
전산학과 이학박사
현 재 : 선문대학교
컴퓨터공학과 부교수
관심분야 : 센서네트워크, 데이터베이스, RFID 보안
E-mail : leeko@sunmoon.ac.kr