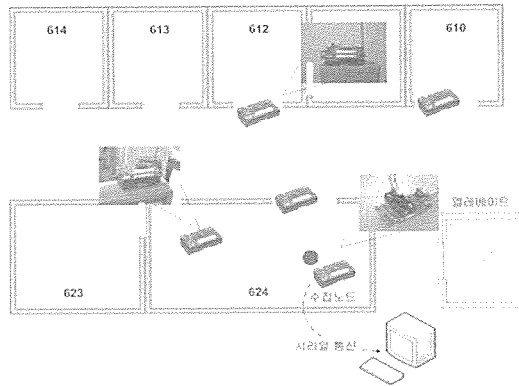


Ajou University “Efficient Sensor MAC”

무선 센서 네트워크에 적합한 효율적 통신 기법 - Efficient Sensor MAC

우리는 센서 네트워크 환경에 맞고 그에 적합한 새로운 통신 기법인 Efficient Sensor MAC 을 개발하였다. Efficient Sensor MAC은 무선 센서 네트워크에서 발생하는 긴급 상황에 대한 대처 및 효율적인 에너지 소모를 고려하여 만들어진 통신 기법이다. 특히, 에너지 소모 문제는 견전 지를 기반으로 하는 센서 네트워크에서 매우 중요한 문제이므로, 이 점에 관심을 집중하였고, 실



제 테스트를 통해 우리의 통신 기법인 Efficient Sensor MAC이 무선 네트워크에서 사용되고 있는 802.11 기법보다 최대 5배정도의 에너지를 절약함을 확인하였다. 센서 네트워크가 설치되어 있는 환경에서는 가끔 긴급한 상황을 나타내는 패킷이 발생할 수 있는데, 이럴 경우 이 패킷에 대한 신속한 처리가 필요하다. 예를 들어, 온도를 감지한 센서에서 불이 났음을 인지했을 경우, 이를 알리는 패킷은 다른 패킷에 비해 신속히 전달될 필요가 있는데, Efficient Sensor MAC에서는 이런 긴급 패킷의 QoS를 보장하는 기법도 가지고 있다. 본 통신 기법의 특징을 정리해 보면 다음과 같다.

- SYNC 패킷 전송 시간을 둘로 나누어, 현재 주기에서 전송될 Data traffic 정보를 얻는다.
- 얻은 Data traffic 정보를 이용하여 sleep 기법을 극대화하여 에너지를 절약한다.
- 만약 다른 노드의 센싱 데이터 받아 sink나 그 방향에 존재하는 노드에 게 전달할 때, 자신의 센싱 내용도 포함하여 같이 전달함으로써, 여러 번의 전송 횟수를 1번으로 줄인다.
- 긴급한 데이터라고 파악되면, contention window 사이즈를 줄여서 주변 노드의 데이터 보다 훨씬 빠르게 목적지로 전송될 수 있도록 한다.

우리는 우리의 통신기법을 모듈화하여 실제 센서 노드에 포팅하였다. 우리는 우리의 기법이 올라간 센서노드들을 이용하여 위의 그림과 같은 실제 무선 센서 네트워크 구축에 성공함으로써, Efficient Sensor MAC의 실용성을 증명하였다. 이러한 우리의 연구는, 그 유용성에도 불구하고 컴퓨팅 및 에너지 자원의 제한성 등, 여러 한계점을 가진 무선 센서 망의 성능 향상 및 실제 실용화에 기여했다는 점에서 중요하다.

Efficient Sensor MAC

1. 작품명 : Efficient Sensor MAC

2. 제작자 : 아주대학교 분산 이동 컴퓨팅 연구실

대표자 : 서창수

지도 교수님 : 고영배, 김재훈

주소 : (443-749) 경기도 수원시 영통구 원천동 산 5번지 아주대학교
팔달관 624호

전화 : 031) 219-2443

팩스 : 031) 219-1614

email : scs@ajou.ac.kr

3. S/W 요약설명

우리는 센서 네트워크 환경에 맞고 그에 적합한 새로운 무선 센서 통신 기법을 연구하였고, 그 결과 새로운 통신 기법인 Efficient Sensor MAC을 개발하였다. Efficient Sensor MAC은 무선 센서 네트워크에서 발생하는 긴급 상황에 대한 대처 및 효율적인 에너지 소모를 고려해서 만들어진 통신 기법이다. 특히, 에너지 소모 문제는 건전지를 기반으로 하는 센서 네트워크에서 매우 중요한 문제이므로, 이 점에 관심을 집중하였다. 또한, 우리는 우리의 통신기법을 실제 센서 노드에 적용하여 무선 센서 네트워크를 실제 구축함으로써, 국내 센서 네트워크와 유비쿼터스 컴퓨팅의 실용화에 긍정적인 효과를 미칠 수 있을 것이라고 생각한다.


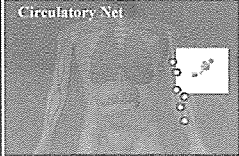
3.1 개발 배경

현재 인터넷의 빠른 확산과 이동 통신의 진보적인 발전으로 사용자가 인식하지 않더라도 각 정보 기기들이 알아서 원하는 정보를 언제 어디서든지 제공하는 유비쿼터스 컴퓨팅 (Ubiquitous Computing)의 중요성이 제기되고 있다 [1]. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 유선 망과 무선 망, 고정 망과 이동 망 등 수많은 종류의 망들이 하나로 연결되고 생활 주변의 디바이스 및 가전기기들을 이용하여 사용자에게 유용한 정보와 컴퓨팅 기능을 자동으로 제공하게 된다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 시대의 가장 핵심적인 기반 기술은 주변 환경과 사람의 행동 패턴을 얻을 수 있는 무선 센서 네트워크 (Wireless Sensor Networks)[2]이다. 이 센싱 정보를 이용하여 사용자에게 원하는 서비스와 편리함을 자동으로 제공할 수 있다. 그렇기 때문에 유비쿼터스 컴퓨팅의 실생활 도입을 위해서는 먼저 센서 네트워크 기술에 대한 연구 및 제품화가 시급하다. 센서 네트워크는 MIT 공대의 테크놀로지 리뷰지에서 선정한 “앞으로 세상을 바꿀 10대 이머징 기술” 중의 하나로써, 이미 선진국과 유명대학에서 많이 연구되고 있다. 이런 시기에 아주대학교 분산 이동 컴퓨팅 연구실에서는 센서 네트워크의 특징을 분석하고, 그것을 토대로 기존의 센서 네트워크 통신기법보다 효율적이고 긴급상황에 대처 가능한 새로운 통신 프로토콜을 연구하였다. 우리의 연구는 단순히 알고리즘 개발에 그치지 않고, 실제 센서 노드(Mote[3])에 우리의 프로토콜을 구현하여 실제 사용될 수 있는 센서 네트워크를 구축함으로써, 센서 네트워크의 실용화에도 노력했다. 우리의 통신 프로토콜과 구현 내용은 아직 초기 단계에 머물고 있는 국내 센서 네트워크와 유비쿼터스 컴퓨팅의 실용화에 긍정적인 효과를 미칠 것이라고 생각한다.

* 무선 센서 네트워크의 특징

무선 센서 네트워크란 매우 작은 크기의 독립된 무선 센서들을 건물, 도로, 의복, 인체 등 물리적공간에 배치하여 주위의 온도, 빛, 가속도, 자기장 등의 정보를 감지, 관리할 수 있는 기술을 말한다. 이러한 무선 센서 노드 내에는 센서, 센서 제어회로, 컴퓨터, 무선통신모듈, 전원장치 등이 내장되며, 주변 센서 노드들과 협업하여 Ad-hoc 통신 기법[4]으로 데이터를 전송한다. 무선 센서 네트워크에서는 특정 센싱 지역 (sensing

area)에 분산되어 있는 초소형 형태의 센서 노드들이 센싱한 데이터를 원거리에 존재하는 수집노드 (sink node)에게 전송함으로써 사용자로 하여금 적절한 의사 결정이 가능하도록 한다. 최근 초고집적 반도체 기술과 MEMS 기술의 발전은 이러한 무선 센서 노드의 개발을 가능하게 하였고, "지능화 된 장비 (smart device)"로서 인간을 대신하여 스스로 주변 환경의 상황을 인식하고 필요한 동작을 대신해 줄 수 있는 무선 센서 네트워크의 실제 구현을 가능하게 하였다. 다가올 유비쿼터스 컴퓨팅 시대의 핵심 기술이 될 무선센서 망 기술은 <표 1>에서 보는 바와 같이 초기의 군사적 용도뿐 아니라 다양한 상업적 분야에서 활용될 수 있다.

세부 응용		
군사	·병력, 무기, 군수품 등의 감시 및 관리 ·전장 감시 ·적군이나, 지형을 감시 ·핵공격, 생화학 공격의 감지와 감시	
의료	·인간 생리 데이터의 원격 감시 ·병원 내의 환자와 의사의 추적 및 감시	
가정	·가정 자동화(Home automation)	
기상	·온도나 기압의 측정을 통한 기상 데이터 관측 및 홍수, 태풍 같은 재난 예보	

<표 1: 무선 센서 네트워크의 다양한 응용 분야>

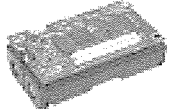
무선센서 노드는 일반적인 무선 노드(노트북)와 비교하여 소형화 및 경량화에 따른 제한된 컴퓨팅 및 전력자원의 특징을 가지고 있다. 따라서 이들 노드들로 구성된 무선 센서 네트워크는 일반 무선망과는 여러 면에서 차별적인 특성을 갖는데, 이를 요약하면 다음과 같다.

- 무선 센서 네트워크는 주변 환경 상태를 측정하기 위해 충분한 수의 센서 노드들로 구성된다.
- 제한된 컴퓨팅 및 통신자원으로 인해 무선 센서 네트워크는 다른 무선망에 비해 높은 실패율을 가질 수 있다.
- 긴급 상황이나 급한 센싱 데이터의 경우 빠른 전송이 필요하다.
- 배터리를 통해 전원을 공급받기 때문에 에너지의 효율적 소모가 매우 필요하다.

위와 같은 일반적인 무선망과 무선 센서 망간의 이질성 때문에, 기존 무선망에서 사용하던 통신 프로토콜 및 알고리즘들을 무선 센서 망에 그대로 적용할 경우 네트워크 심각한 문제점이 발생할 수 있다. 예를 들어,

일반 무선 네트워크에서 사용되는 무선 통신 기법인 802.11을 센서 네트워크에 적용할 경우, 경량화에 따른 제한된 컴퓨팅 기능을 갖는 센서 노드로써는 802.11에 적합한 속도를 낼 수 없을 뿐만 아니라, 그에 따른 많은 양의 에너지 소모를 감당할 수 없을 것이다. 따라서, 우리는 무선 센서 네트워크의 특징에 맞고 그에 적당한 무선 센서 통신 기법의 연구가 필요하다는 점을 고려하여 새로운 통신 기법의 개발에 노력하였다. 우리의 연구에서는, 긴급 상황에 대한 대처 기술과 통신에서 소모하는 에너지를 최소화함에 중점을 맞추었고, 그 알고리즘을 실제 센서 노드에 포팅하여 실제로 구현한다 것을 목표로 하였다. 이러한 연구는, 그 유용성에도 불구하고 컴퓨팅 및 에너지 자원의 제한성 등, 여러 한계점을 가진 무선 센서 망의 성능을 크게 향상시킴으로써 유비쿼터스 컴퓨팅 시대의 도래에 기여할 수 있다는 점에서 중요하다.

현재 미국의 국방성산하 연구프로젝트기관인 DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency)의 주도하에, 학계에서는 UC Berkley의 PicoRadio [5], MIT의 μ AMPS [6] 등의 프로젝트에서 무선 센서 노드를 제작하기 위한 하드웨어 관련 기술을 연구하고 있으며, Crossbow [3]를 비롯한 일부 산업체에서는 센서 노드와 관련된 제품을 선보이고 있다. 현재까지 개발된 무선 센서 네트워크용 센서 노드들의 대표 제품은 Crossbow의 Mica mote로써, 그것의 세부 사양은 <표 2>와 같다.

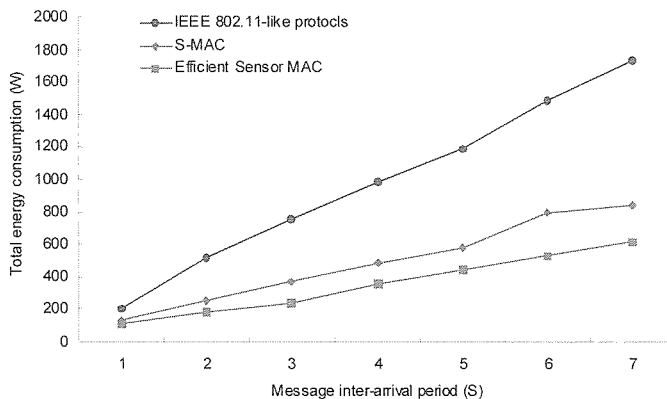
세부사항		
Processor	ATMega 128L	
Memory	512 KB	
Serial Comm	UART	
Radio Band	916 / 433 / 315 MHz	
Data Rate	38.4K	
Size	2.25 x 1.25 x 0.25	

<표 2: Mica mote의 세부 사양>

우리의 Efficient Sensor MAC을 실제 노드에 구현하기 위해서, Crossbow의 Mica mote 7세트 구입한 후, 우리의 통신 기법을 Mica mote에 포팅해서 실제 센서 네트워크를 구현하였다.

3.2 시스템 특징

우리는 센서 네트워크 환경에 맞고 그에 적합한 새로운 무선 센서 통신 기법을 연구하였고, 그 결과 나온 것이 Efficient Sensor MAC이다. Efficient Sensor MAC는 무선 센서 네트워크의 특징 중 하나인 긴급상황에 대한 대처와 효율적인 에너지 소모에 초점이 맞추어진 통신 기법이다. 특히, 에너지 소모 문제는 건전지를 기반으로 하는 센서 네트워크에서 매우 중요한 문제이므로 이 점에 관심을 집중하였고, 실제 테스트를 통해 Efficient Sensor MAC이 일반적으로 무선 네트워크에서 사용되고 있는 802.11 형식의 통신 기법보다 최대 5배정도의 에너지를 절약함을 확인하였다. Efficient Sensor MAC의 에너지 절약 기법의 핵심은 data traffic 정보를 이용한 sleep 기법이다. Sleep 기법은 통신을 하지 않는 시간에는 통신 모듈의 전원을 off함으로써 필요없는 에너지 낭비를 줄이는 기법으로 S-MAC[7]의 논문에서 제안되었으나, Efficient Sensor MAC에서는 data traffic 정보를 이용하여 sleep 기법의 효과를 극대화하였다. 우리가 개발한 통신 기법인 Efficient Sensor MAC 효율성을 측정하기 위해, Mica Mote 5개를 이용하여 각 프로토콜 (802.11, S-MAC, Efficient Sensor MAC)의 소비 에너지 소모 정도를 간단히 비교하여 보았다. <그림 1>에서 볼 수 있듯이, Efficient Sensor MAC의 에너지 소모가 다른 두 프로토콜에 비해 훨씬 작음을 알 수 있다. (센서 노드는 Message interval period에 따라 40개의 데이터를 각각 만들어서 Sink 노드로 전송한다.)



<그림 1: 각 통신 프로토콜들의 에너지 소모>

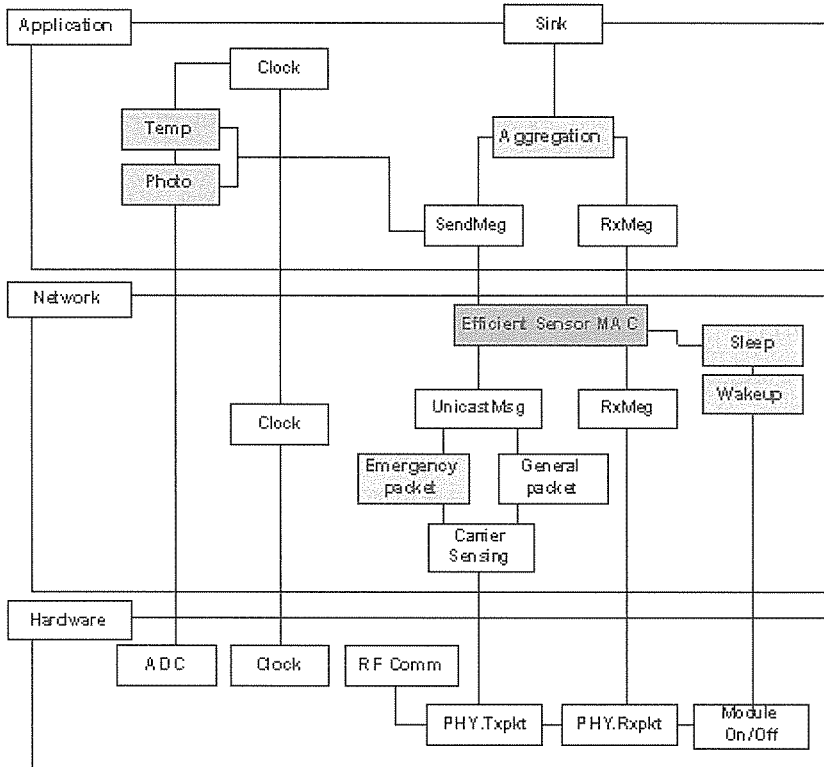
센서 네트워크에서 발생된 데이터는 노드들의 협업을 통해 수집 노드로 전달되는데, 이 때 Efficient Sensor MAC은 데이터 aggregation 기법을 이용하여 여러 번의 전송을 한번에 모아서 전송하는 기능도 가지고 있다. 이를 통해, 여러 번의 전송 에너지를 효율적으로 줄인다.

일반적으로 센서 노드들은 CSMA/CA 방식으로 통신하는데, Efficient Sensor MAC 역시 이와 같은 방식을 사용한다. CSMA/CA통신 기법에서는 통신을 시작하기 전에 contention window라는 시간을 랜덤으로 선택하여, 그 시간이 지난 후 carrier sensing을 통해 현재 주변 노드들끼리의 통신 유무를 확인하고 만약 주변에 통신하는 노드가 없을 경우 자신이 통신을 시도한다. 즉, contention window라는 랜덤 시간을 통해 어느 노드가 먼저 통신을 시작하는지 경쟁하게 되는 것이다. 하지만 Efficient Sensor MAC에서는 긴급한 패킷을 경우 contention window라는 시간을 랜덤이 아닌 최소 값으로 선택함으로써, 다른 노드와 경쟁을 하지 않고 바로 전송되도록 하였다. 예를 들어, 만약 온도를 감지한 센서에서 불이 난 것을 알리는 경우와 같은 긴급한 패킷의 경우, 경쟁을 하지 않고 바로 전송되게 함으로써, 긴급상황에 대한 대처 기능을 제공하는 것이다. Efficient Sensor MAC에 기능을 정리하면 다음과 같다.

- SYNC 패킷 전송 시간을 둘로 나누어, 현재 주기에서 전송될 Data traffic 정보를 얻는다.
- 얻은 Data traffic 정보를 이용하여 sleep 기법을 극대화하여 에너지를 절약한다.
- 만약 다른 노드의 센싱 데이터 받아 sink나 그 방향에 존재하는 노드에게 전달할 때, 자신의 센싱 내용도 포함하여 같이 전달 함으로써, 여러 번의 전송 횟수를 1번으로 줄인다.
- 긴급한 데이터라고 파악되면, contention window 사이즈를 줄여서 주변 노드의 데이터 보다 훨씬 빠르게 목적지로 전송될 수 있도록 한다.

3.3 시스템 구성도

본 Efficient Sensor MAC은 NesC [9]라는 프로그래밍 언어를 사용하여 실제 센서 노드 Mica mote에 구현하였다. 그림 2는 우리가 제작한 Efficient Sensor MAC의 모듈과 component들을 도식화한 것이다.



<그림 2: Efficient Sensor MAC의 Component들>

우리가 구현한 프로그램은 크게 application, network 그리고 hardware 레벨로 나누어진다. Hardware 레벨에서는 Mica mote의 하드웨어 기능(센싱, 프로세싱, 통신)을 컨트롤하는 모듈들을 제공하고, application 레벨에서는 센싱 데이터의 처리와 aggregation 기능을 수행하여 가공된 데이터를 네트워크 레벨로 전달하는 역할을 한다. 마지막으로 중간에 위치한 네트워크 레벨에서는 Efficient Sensor MAC을 통해 무선 센서 네트워크에 적합한 통신 기법을 제공한다.

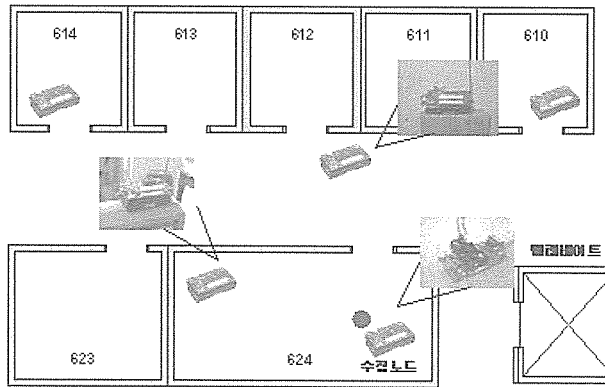
데이터를 생성하고 그 것을 전달하는 과정에 대해 좀 더 자세히 살펴보자. 센서 노드의 application 레벨에서는 하드웨어 레벨에서 제공하는 time clock을 이용해 일정한 시간 주기를 만들어내고, 그 주기가마다 하

드웨어의 센싱 모듈인 ADC를 호출하여 Temp(열) 혹은 Photo(빛)의 정보를 얻는다. 이 정보는 무선 통신을 통해 수집 노드로 보내야하므로, application 레벨에서는 SendMsg 함수를 호출하여 센싱 정보를 네트워크 레벨로 전달한다. 네트워크 레벨의 component인 Efficient Sensor MAC 모듈은 상위 레벨에서 전달된 센싱 정보를 받은 후, 이 정보가 긴급한 패킷인지를 판단한다. 만약 긴급한 패킷을 경우 일반적인 패킷보다 빠르게 전달되도록 Emergency packet 함수를 호출하고, 만약 받은 센싱 데이터가 일반적인 패킷인 경우 General packet 함수를 호출하여 평범한 CSMA/CA 방식으로 데이터 통신을 시작한다.

만약 어떤 노드가 다른 노드로부터 데이터를 받게 되면, 하드웨어 레벨에서 RF Comm 모듈의 PHY.Rxpkt 함수가 호출되어 받은 데이터를 상위 레벨의 component인 Efficient Sensor MAC 모듈로 전달한다. 그 데이터는 몇몇 과정을 거친 후, application 레벨로 전달되어지고, 그곳에서 aggregation 기능이 가능한 경우 그 기능을 수행한 후, 다시 하위 모듈로 전송되어진다. 이때 만약 받은 노드가 수집노드(sink)인 경우 다시 하위 모듈로 전달할 필요가 없으므로, 바로 sink 함수를 호출하여 데이터를 수집노드와 연결된 컴퓨터에 전달하게 된다. 또한, Efficient Sensor MAC 모듈에서는 Sleep과 Wakeup 함수를 통해 필요에 따라 통신 모듈을 on/off 함으로써, 통신모듈의 에너지 소모를 극소화 한다.

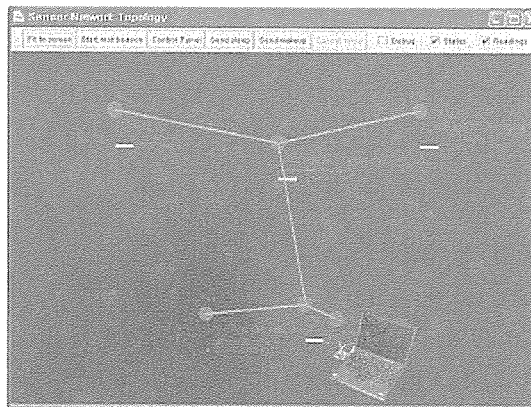
3.4 프로그램구성 및 주요기능

우리는 우리의 프로그램이 포팅되어 있는 5개의 센서 노드(Mica mote)를 아주대학교 팔달관 6층에 <그림 3>과 같이 배치하였다. 5대의 센서 노드 중 2개는 온도를 측정하는 열 센서이고, 나머지 2개는 빛의 양을 측정하는 빛 센서이다. 그리고 나머지 한 노드는 수집노드으로써 다른 노드들의 센싱 정보를 모아 컴퓨터에게 전달하는 역할을 한다. 이렇게 모아진 정보들은 여러 유비쿼터스 응용 프로그램들에서 사용자에게 적절한 서비스를 제공할 수 있도록 도와줄 것이다.



<그림 3: 센서 노드들의 건물 배치도>

위 건물 배치도와 같이 배치된 센서들은 <그림 4>와 같은 토폴로지를 구성한다. 노드 0은 수집 노드인 sink 노드를 의미하며, 노드 1과 11은 빛 센서로써, 노드 2와 4은 열 센서로써의 역할을 수행한다. 특히 노드 1은 노드 2와 4의 정보를 받아 수집 노드인 노드 0로 보내는 중간 노드 역할을 하는데, 이때 이 노드에서는 앞에서 언급한 aggregation 기법을 사용하여 노드 2와 4의 센싱 정보를 모은 후 수집노드로 한번에 보내게 된다.



<그림 4: 배치된 센서들의 토폴로지>

지금까지 우리의 통신 기법에 대한 특징 및 구현 모듈들에 대해 알아보았고, 그것을 이용한 실제 무선 센서 네트워크의 건물 배치도 및 토폴로지 구성에 대해서도 알아보았다. 실제 구성된 무선 센서 네트워크에서 각 센서가 수집한 데이터들은 수집 노드로 모이게 되고, 그 정보는 수집 노드와 연결된 컴퓨터에 전달되어 여러 가지 유비쿼터스 응용 프로

그램에 사용되게 된다. 이 정보를 이용하여 만들 수 있는 유비쿼터스 응용 프로그램들과 시나리오들은 생각하기 따라 셀 수 없이 다양할 것이다. 예를 들어, 빛 센서에서 보낸 정보를 통해 건물 전등의 밝기를 자동으로 조절 할 수 있는 응용 프로그램을 작성할 수도 있고, 열 센서의 정보를 이용하여 냉방기기의 온도를 자동으로 변화 시키는 기능을 가진 프로그램도 만들 수 있다. 이 밖에 여러 가지 다양한 프로그램과 시나리오들이 있을 수 있지만, 이 문서에서는 더 이상 언급하지는 않겠다. 앞에서 얘기 했듯이, 국가 10대 미래 기술로 지정한 유비쿼터스 컴퓨팅을 실용화하기 위해서는 무선 센서 네트워크의 기술 발전이 먼저 선행되어야 한다. 이러한 시기에 본 통신 기법과 구현 프로그램은 내용은 국내 유비쿼터스 컴퓨팅 연구와 실제 산업 분야에 긍정적 효과를 미칠 것이라고 생각한다.

센서 네트워크에서 측정된 센싱 정보를 사용하여, 여러 응용 프로그램들을 제작하고 싶은 사람은 우리가 만든 센서 통신 기법이나 NesC 프로그래밍 기법에 대한 지식을 가지고 있지 않아도 된다. 각 센서 노드에서 측정된 센서 정보는 수집노드로 보내지고, 그 정보는 다시 수집노드와 연결된 컴퓨터에 시리얼 통신을 통하여 텍스트 파일 형태로 저장되기 때문에, 간단한 프로그래밍 실력만 갖추더라도 센서 네트워크에서 수집한 센싱 정보를 충분히 활용할 수 있다. 유비쿼터스나 다른 응용 프로그램을 개발하기 위해서 센서 네트워크에서 수집한 센싱 정보를 얻고자 원하는 개발자는 수집노드와 연결된 컴퓨터에의 TEXT 파일을 열어봄으로써, 쉽게 센싱 정보를 얻을 수 있다. TEXT 파일에 저장된 센싱 정보의 형태는 아래 <그림 5>과 같다.

```

노드ID:센서종류:센싱값:패킷number
11:Photo:529:packet_num(0)
1:Photo:958:packet_num(0)
1:Photo:955:packet_num(1)
4:Temp:528
2:Temp:520
...

```

<그림 5: TEXT 파일 형태>

4. 개발효과

우리가 제안하는 Efficient Sensor MAC 통신 기법은 기존의 단순한 CSMA/CA 통신 기법에 비해, 현저한 에너지 절약을 가져올 수 있고, 긴급한 상황에서 빠른 대처가 가능하다. 이러한 성질들은 매우 자원 한정적인 특징을 가지는 무선 센서 네트워크에서는 커다란 이득이 될 수 있다. 결론적으로, 무선 센서 네트워크에서 효율적 통신 기법에 대한 본 프로그램의 기법 및 구현 내용은 유비쿼터스 소프트웨어 분야 및 기술 실용화에 크게 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

- 독창성

일반적인 센서 노드들의 통신 기법은 단순한 CSMA/CA 방식이며, 긴급한 패킷에 대한 대처 및 데이터 개별 전송에 따른 에너지 소모에 대한 대처가 부족했다. 또한, sleep 기법을 통해 통신 에너지를 절약하는 것에 대한 연구는 이미 진행되었으나, 그것을 완전히 효율적으로 이용하지 못하였다. 그에 비해 우리가 제안하는 Efficient Sensor MAC 통신 기법은 긴급 상황 패킷에 대한 빠른 대처 및 데이터의 통합 전송을 지원하고, sleep 기법의 효율적 사용으로 에너지 소모를 최소화함으로써 일반적인 통신 기법들의 단점을 극복하였다. 또한, 실제 센서 노드에 본 기법을 적용하여 실제 센서 네트워크를 구성함으로써, 이론 및 실제 구현을 모두 갖춘 작품이라 하겠다. 향후, 우리는 우리의 통신 기법에 대한 이론을 논문화하여 해외 유명 학회 및 학술지에 게재할 예정으로, 우리의 통신 기법을 국제적으로 알릴 계획이다.

• 기존 무선 센서 네트워크의 통신기법과의 차이점: 에너지 효율적 통신 기법, 데이터 Aggregation, 긴급 패킷에 대한 빠른 대처

- 실용성

앞에서 우리는 실제 센서 네트워크를 구축함으로써, 이미 우리 통신 기법의 실제적인 실용성을 보였다. 본 연구는 단순히 무선 센서 네트워크 분야에만 국한된 것이 아니라, 센서 정보를 이용하는 유비쿼터스 컴퓨팅에 신선한 영향을 미칠것으로 기대된다. 우리가 구축한 센서 네트워크에서 얻은 정보를 이용하여 바로 상업적인 유비쿼터스 응용 프로그램 제작이 가능하므로, 여러 회사에서 이것을 이용한 다양한 상품의 개발이 바로 가능할 것이다. 또한, 여러 노드의 센서 정보는 수집노드에서 모아 시리얼 통신으로 컴퓨터에 텍스트 기반으로 저장되기 때문에, 단순한 프로그래밍 실력으로도 우리가 구축한 센서 네트워크의

센싱 정보를 이용할 수 있다. 이런 특징들 때문에, 우리의 통신 기법은 향후 유비쿼터스 컴퓨팅의 실용화와 다양한 상품들의 개발에 바로 이용될 수 있다.

5. 사용 개발언어 및 사용시스템

구분	이름
Communication Board	MOR400
Sensor Board	MTS310
OS	TinyOS [7]
CPU	Atmel ATMega128L
RAM	512KB
Program Language	NesC

6. 제작자

서창수 011-9930-4043 대학원생 scs@ajou.ac.kr
 고영배 031-219-2432 지도교수님 youngko@ajou.ac.kr
 김재훈 031-219-2546 지도교수님 jaikim@ajou.ac.kr

Reference

- [1] M. Weiser, "The Computer for the 21th Centry," IEEE Pervasive Computing Magazine, Vol. 1(1), Jan. - Mar. 2002, pp. 19-25.
- [2] I. F. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, E. Cayirci, "Wireless Sensor Networks: A Survey," Elsevier Computer Networks, Vol. 38, 2002, pp. 392-422
- [3] Mica Mote, <http://www.xbow.com/>
- [4] David B. Johnson, "Routing in ad hoc networks of mobile hosts," IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, pages 158-163, December 1994.
- [5] PicoRadio Project, http://bwrc.eecs.berkeley.edu/Research/Pico_Radio/
- [6] μ AMPS Project, <http://www-mtl.mit.edu/research/icsystems/uamps/>
- [7] TinyOS, <http://webs.cs.berkeley.edu/tos/>