

# 무선센서노드의 센싱 데이터 필터링을 사용한 메모리 관리 기법에 대한 연구

강연이<sup>1\*</sup>, 김황래<sup>2</sup>

<sup>1</sup>공주대학교 대학원 컴퓨터공학부

## A Study on the memory management techniques using Sensing Data Filtering of Wireless sensor nodes

Yeon-i Kang<sup>1\*</sup> and Hwang-Rae Kim<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Division of Computer Engineering, Kongju National University

**요 약** 최근 무선센서 네트워크가 다양한 용도로 활용되고 있고 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 무선센서 네트워크의 여러 가지 제약 사항 중에서도 에너지 소모를 줄이기 위한 방법들이 활발하게 연구되고 있는데 대표적인 예로 에너지 소모를 줄이고 전송 효율을 높이기 위한 클러스터를 이용한 연구 방법을 볼 수 있다. 클러스터방식의 연구는 센서노드를 클러스터로 구성하여 그 중에서 클러스터 헤드를 뽑아서 주변노드가 가지고 있는 센싱 정보를 모아서 싱크노드에 전송을 한다. 클러스터 헤드로 뽑힌 센서노드의 에너지 소모가 너무 많게 되어 클러스터 헤드로 사용된 센서노드는 수명이 짧아지게 되어 다른 센서노드로 대체를 해야 한다. 본 논문에서는 클러스터-메쉬 방식의 단점을 보완할 수 있으면서, 메모리를 효율적으로 관리할 수 있는 센싱 데이터 필터링하는 방식에 대하여 제안한다. 필터링 방식은 센싱 데이터를 그대로 보관하는 기존방식과 달리 센싱 데이터를 필터링 시스템에 먼저 보내서 해싱 알고리즘에 의해 직접 해싱 테이블에 저장할 주소를 계산하고 계산된 주소에 센싱 데이터를 저장하도록 하는 방식으로 중복 발생한 센싱 데이터는 저장되지 않도록 하고 중복되지 않은 데이터만 해싱 테이블에 필터링하여 저장하도록 하는 방식이다.

**Abstract** Recently Wireless sensor networks have been used for many purposes and is active for this study. The various methods to reduce energy consumption, which are actively being studied Wireless sensor network to reduce energy consumption, leading to improve transport efficiency, Cluster can be viewed using the research methods. Cluster method researches consists of a sensor node to the cluster and in among those they take out the Cluster head node and Cluster head node is having collects sensing information of circumferential nodes sensing to sink node transmits. Selected as cluster head sensor nodes so a lot of the energy consumption is used as a cluster head sensor nodes is lose a shorter life span have to be replaced by another sensor node. In this paper, to complement the disadvantages of a cluster-mesh method, proposes to manage memory efficiently about filtering method for sensing data. Filtering method to store the same data sensing unlike traditional methods of data filtering system sensing first sent directly by the hashing algorithm to calculate the hash table to store addresses and Sensing to store data on the calculated address in a manner to avoid duplication occurred later, and sensing data is not duplicated by filtering data to be stored in the hash table is a way.

**Key Words** : Wireless Sensor Network, WSN Memory Management, Data Filtering Method

### 1. 서론

무선센서노드는 복잡한 환경에서 감시와 정보수집 역

할을 수행한다. 무선센서 네트워크 환경에서 무선센서노드는 수집된 정보를 싱크노드에 전송을 하는데 제한된 하드웨어 성능과 무선 네트워크 대역폭 사용, 충전이 불

\*교신저자 : 강연이(kyl7249@nate.com)

접수일 10년 03월 01일

수정일 (1차 10년 04월 04일, 2차 10년 04월 20일)

게재확정일 10년 05월 13일

가능한 배터리 사용 등으로 인한 하드웨어적인 제약뿐만 아니라 적은 메모리 공간으로 무선센서노드의 수명이 짧은 문제점을 안고 있다. 무선센서노드는 센싱 데이터를 싱크노드에 전송하기 전까지 지속적으로 보관해야 하는데 이때 동일한 정보를 센싱 데이터를 메모리 공간에 저장하게 되면 무선센서노드의 메모리 공간 낭비를 초래할 뿐만 아니라 보유하고 있는 동안에 에너지 소모 또한 많이 발생하게 될 것이다. 본 논문에서 제안하는 무선센서노드의 센싱 데이터 필터링 방식은 동일한 센싱 데이터의 보관으로부터 발생하는 메모리 낭비를 줄이고 효율적으로 메모리 공간 할당을 통해서 무선센서노드의 수명을 연장할 수 있고, 싱크노드에 전달할 전송 데이터의 용량을 줄여줌으로써 통신비용을 감소시킬 수 있는 방안이다. 센싱 데이터를 이용하여 해싱함수에서 번지를 계산한다. 계산에 의해 할당받은 번지와 해싱 테이블의 번지와 비교, 해싱 테이블의 비교한 번지에 데이터가 있는지? 없는지? 판별을 하여, 이미 할당받은 주소에 데이터가 있다면 동일한 데이터가 있는 경우로 저장할 필요가 없고, 비어 있는 경우는 동일한 데이터가 아닌 경우로 할당받은 주소에 데이터를 저장되도록 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다.

2장은 하이브리드 클러스터-메쉬 연구에서 전송 효율을 높이기 위해 구성하였던 방안과 이 연구에서 들어난 단점에 대하여 기술하고 기존 무선센서노드 구성요소에 대하여 기술한다.

3장은 무선센서노드의 필터링 알고리즘의 설계와 알고리즘을 기술한다.

4장은 알고리즘 실행을 통한 평가 결과를 기술한다.

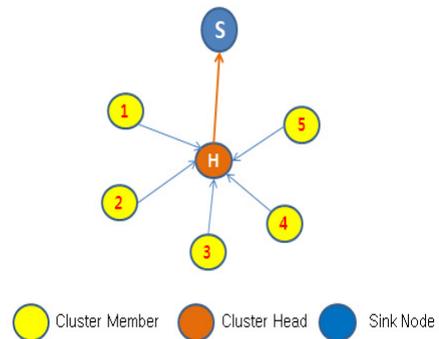
5장에서는 결론 및 향후 연구방향을 기술한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 하이브리드 클러스터-메쉬의 전송 방법

클러스터 내에는 하나의 클러스터 헤드와 다수의 클러스터 멤버가 존재한다. 클러스터 멤버는 일정 기간 동안 Sleep 모드로 동작하여 에너지 소모를 줄이고 있다. 이를 위해 클러스터 헤드는 주기적인 Beacon 메시지를 전송하여 클러스터 멤버와의 동기를 유지하며 클러스터 구성원 노드의 Active/Sleep 기간을 조절하는 역할을 한다. 클러스터 구조는 에너지 효율적인 망 관리가 가능하지만 구성된 클러스터 구성원을 모두 관리해야 하기 때문에 클러스터 헤드의 에너지 소모가 클러스터 구성원에 비해 너무 많이 증가하는 문제점이 있다.

하이브리드 클러스터-메쉬 방법은 각각의 주변의 센서노드를 클러스터로 구성하여 그 중에서 클러스터 헤드를 선출하여 주변의 센서노드의 센싱 데이터를 클러스터 헤드에 모아서, 모아진 데이터를 모두 싱크노드에게 보내는 역할을 클러스터 헤드가 수행한다. 그러므로 클러스터 헤드로 선택된 센서노드는 주변 노드의 센싱 데이터를 모두 모았다가 싱크노드로 보내기 때문에 많은 에너지 소비가 이룬다.



[그림 1] Cluster 구조

한번 클러스터 헤드로 사용된 센서노드는 장시간 센서노드의 역할을 수행하지 못하고 Sleep 모드로 설정된다. 또한 주변 센서노드들은 주기적으로 Active/Sleep 상태에 놓이게 되고 클러스터 헤드의 Beacon 메시지에 의해 Active/Sleep 간격이 조절되도록 하는 메쉬 방법을 사용하여 방법을 사용한다.

센서 네트워크는 넓은 필드에 수십~수천개의 소형 센서노드가 설치되므로 각 센서노드는 배터리 기반으로 동작하며, 배터리 충전 혹은 교환이 불가능하다. 그러므로, 클러스터 헤드 센서노드의 에너지 고갈은 센서노드의 기능 정지로 이어지며, 다수의 센서노드의 에너지 고갈은 전체 센서 네트워크의 동작에 치명적인 영향을 줄 수 있다[2,3,6].

### 2.2 무선센서노드 구성요소

무선센서노드는 센서, 무선통신모듈, MCU(Micro Control Unit), 배터리 등 주요 기능들을 갖춘 초소형장치로서 노드간에 자율적으로 네트워크를 형성하여 외부의 환경정보를 획득, 처리 및 제어 기능을 수행하는 센서 네트워크의 핵심 소자이다.

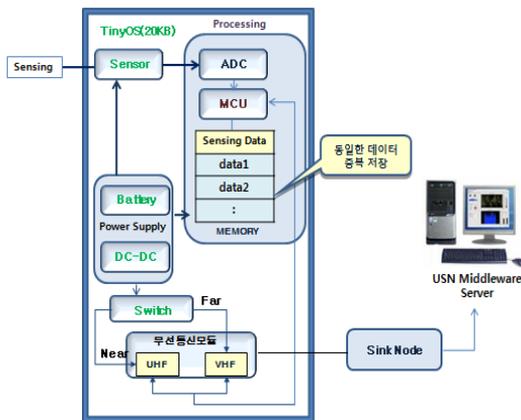
센서 네트워크는 Ad-hoc 네트워크의 일종으로써 특정 목적을 위하여 센서노드들과 싱크노드로 구성되어 있다.

싱크노드에서는 연동된 네트워크에서 요구된 서비스

를 관련 센서 네트워크로 전달하고 센서노드는 서비스의 요구에 따라 또는 이미 설정한 조건의 이벤트 발생에 따라 센싱 정보를 싱크노드로 전달한다. 전달되는 정보는 센싱 데이터 그대로 Row Data 형태로 무선센서노드의 메모리에 저장하였다가 싱크노드의 요청에 따라 또는 타이머에 의해 설정된 시간에 따라 자동으로 싱크노드에 전달된다. 대부분 센서노드는 접근이 용이하지 않은 지형이나 재해구조 목적으로 많이 응용이 되는데 요즘은 여러 형태의 제품에도 센서를 활용하여 다양한 용도로 사용되고 있다. 장소가 유동적인 것에 이용되기도 하고 고정적인 장소에 사용되기도 한다[4].

짧은 시간 동안에 특정한 장소에서 센싱 정보가 갖는 특성은 동일한 센싱 데이터가 많이 발생할 확률이 높다는 것이다. 동일한 센싱 데이터를 제한된 메모리 영역에 그대로 저장한다면 센서노드에 보관할 데이터양이 많아지고, 필터링 되지 않은 상태로 싱크노드에 전달되므로 전송에 들어가는 에너지 소모 또한 많아지게 된다. 기존의 무선센서노드는 센싱 데이터를 그대로 메모리 공간에 보관하고 요청에 따라 또는 타이머에 의해 싱크노드로 전송을 하기도 하고 압축을 하여 전송하는 방식을 사용한다. 이때 문제점은 제한된 메모리 공간에 동일한 데이터를 중복 저장하므로 메모리 공간 낭비를 초래하고 보관과 전송에 들어가는 에너지 소모도 증가하여 무선센서노드 수명이 짧아지게 된다.

한편, 다른 많은 연구 논문에서도 전송에 들어가는 비용이나 에너지 소모를 줄이기 위한 방법들에 대한 많은 연구가 있으나, 센싱 데이터를 필터링하여 소량의 데이터를 저장하여 에너지 소비를 줄이는 연구는 미흡한 실정이다.



[그림 2] 기존 무선센서노드 구성

본 논문에서 제안하고자 하는 것은 짧은 시간 동안에 특정한 장소에서 센싱 데이터의 보관과 전송에 필요한 에너지 소모를 줄여보고자 센싱 데이터를 메모리에 바로 저장하지 않고 사전에 필터링 시스템을 통하게 하였다. 동일한 데이터인 경우 중복 저장 되지 않도록 하고, 동일하지 않은 데이터만 센서노드의 메모리 영역의 헤싱 테이블에 센싱 데이터에 의해 계산된 주소에 저장하도록 하여, 중복된 데이터 저장을 배제하여 메모리 공간을 절약하고, 에너지 소모를 줄일 수 있는 방안을 제안하였다 [5,8].

### 2.2.1 운영체제

무선센서노드에 사용할 수 있는 운영체제는 버클리대에서 개발된 TinyOS와 국내에 전자통신연구원에서 연구 개발한 Nano Qplus 등 여러 가지가 있다. Nano Qplus는 4kb까지 초경량화가 가능하며 무선센서노드 특성에 따라 초경량화 구성이 자유롭다는 특성을 가지고 있다. 4kb 정도의 용량으로 최소화할 수 있는 운영체제로 초소형 무선센서노드에 적합한데 반에 TinyOS는 운영체제의 용량을 탄력적으로 구성할 수 없는 단점을 가지고 있고, 20kb의 용량으로 Nano Qplus보다 더 용량이 크고, 경량화가 자유롭지 못하다.

본 논문에서도 최소한의 공간을 사용하는 것에 착안하여 용량도 자유롭게 경량화할 수 있는 Nano Qplus를 운영체제로 탑재하도록 구성하였다. Nano Qplus는 하나의 프로그램이 동시에 여러 가지의 일을 수행할 수 있도록 해주는 멀티쓰레드를 지원하며 다양한 CPU 지원으로 편리한 개발환경과 사용자 편의성을 강화한 여러 사용자 인터페이스를 제공한다. Nano Qplus는 Medical, u-City, u-Environment, u-Defense 등 다양한 유비쿼터스 서비스에 필수적인 센서노드에 탑재되고 있는 운영체제이다. Nano Qplus의 경우 센서 및 구동장치의 종류에 따라 운영체제를 최적화하여 재구성하는 기능과 다양한 스케줄러 및 무선통신 방식의 지원, 모니터링 소프트웨어, 원격 업그레이드 등을 지원하는 특징을 갖고 있어, 미래 사회에서 요구되는 다양한 센서 네트워크 응용환경에서 활용이 확장될 것으로 생각된다[1,3,8].

### 2.2.2 MCU(Micro Control Unit)

한 개의 칩 내부 속에 프로세서, 입출력 장치와 메모리를 갖춘 소형연산장치로 작은 칩속에 기계 제어를 위한 모든 디바이스가 집적되어 있다. 연산 능력은 일반 PC용 CPU에 비해 낮지만 비교할 수 없는 안정성과 작은 크기를 가지고 있는 것이 특징이며 소형 장난감부터 자동차에 이르기까지 넓은 분야에서 사용되고 있다.

2000년 이전에는 8비트용이 주로 사용되었으나 2000년 이후에는 16비트 및 32비트 MCU(Micro Control Unit)가 사용되어 처리속도가 10Mhz이상으로 빨라져서 무선 센서노드에 탑재되어 연산 속도 개선에 많은 향상을 보이고 있다[8].

### 2.2.3 무선통신모듈

무선통신모듈은 통신 거리에 따라 무선센서노드의 에너지 소모도 달라지기 때문에 이중화 방법을 이용한다. 스위치에서 데이터 전송 거리에 따라 2가지 형태(UHF와 VHF)의 무선통신모듈이 선택되어 무선통신이 이루어진다. 그림 2에서 보듯이 UHF Band는 근접 센서노드 사이의 통신 혹은 센서노드와 해당 클러스터 노드와의 통신, 클러스터 노드와 싱크노드와의 데이터 전송용으로 사용하고 VHF Band는 각 센서노드와 싱크 노드와의 원거리 통신에 사용된다[4,6,7].

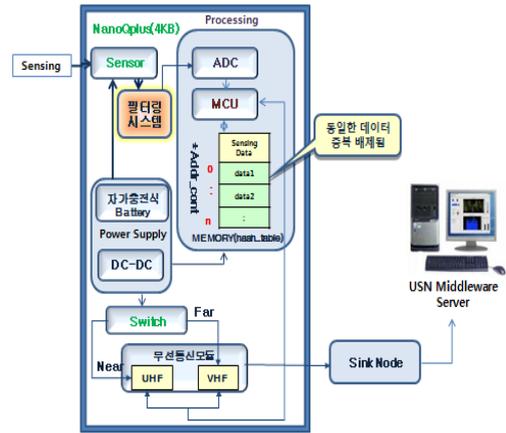
## 3. 무선센서노드의 필터링 알고리즘의 설계

필터링 시스템을 탑재한 무선센서노드는 그림 3과 같으며, 초경량화할 수 있는 운영체제로 Nano Qplus를 기본으로 사용하였고 센서(Sensor)와 메모리, 소형 연산장치(MCU), 무선통신모듈, 자가 충전식 배터리, 필터링 시스템 등으로 구성하였다.

센싱된 데이터는 메모리에 저장되기 전에 필터링 시스템을 통하게 되고 메모리에는 해싱 테이블이 생성되게 된다. 필터링 시스템에서는 센싱 데이터를 이용하여 해싱 테이블에 저장될 주소를 계산하게 되고, 효율적인 메모리 관리를 위해 주소의 최소값과 최대값을 별도로 기억하도록 하여, 센싱이 끝난 후 주소의 최소값과 최대값 이외의 영역을 초기화하여 헤더가 탐색하지 않도록 하였고, 데이터가 저장된 공간만 관리하게 하여 전력 소모를 줄였고, 전송시 헤더가 전체 메모리를 탐색하여 패킷으로 묶어서 보내는 기존방식과 다르게 주소의 최소값과 최대값을 이용하여 그 구간의 데이터만 패킷(39Byte)으로 묶어서 보내는 방법으로 설계하여 메모리를 관리하였다. 필터링 작업은 주소가 할당된 공간에 저장된 데이터만 필터링 여부에 따라 해싱 테이블에 계산에 의해 할당받은 주소에 저장할지, 저장하지 않을지에 대해서 결정되게 된다.

처음 발생된 센싱 데이터부터 계산에 의해 할당된 해싱 테이블에 적재하고, 두 번째 센싱된 데이터는 기존에 메모리에 저장된 데이터와 필터링을 작업을 통해 계산에 의해 저장될 위치를 찾게 되고 저장되기 전에 같은 주소

에 데이터가 저장되어 있는지 여부를 비교하여 저장된 데이터가 없을 때 해당 주소에 데이터를 저장되도록 하였고, 동일한 주소에 데이터가 있을 때 중복된 데이터가 필요 없는 전제하에 해싱 테이블에 저장하지 않는 방식을 사용하였다. 만약 데이터의 반복 횟수가 필요할 경우 알고리즘 변형이 필요하다.



[그림 3] 필터링 시스템을 탑재한 무선센서노드

본 논문에서 제안한 무선센서노드의 필터링 알고리즘은 기존에 무선센서노드가 센싱 데이터를 센싱된 그대로 센서노드의 메모리에 저장하고 있다가 싱크노드의 요청에 의해 또는 타이머의 작동에 의해 자동으로 싱크노드에 전송을 하는 것이 기존의 무선센서노드이다. 앞에서 예로든 하이브리드 클러스터-메쉬 방식은 센서노드에 저장된 센싱 데이터를 클러스터 헤드에 전송하고, 그것을 받은 클러스터 헤드는 이웃노드의 센싱 데이터를 한꺼번에 모아서 싱크노드에 전송을 한다. 두 가지 방법 모두 동일한 데이터를 그대로 보관하고 보관된 데이터를 무선통신모듈을 통해 전송한다. 동일한 장소에서 짧은 시간에 센싱 데이터가 동일한 데이터를 많이 담고 있는 상태로 적은 용량의 센서노드의 메모리에 그대로 저장한다면 메모리 낭비도 심할 뿐 아니라 전송시간도 오래 걸리게 되고 결국 무선센서노드의 수명이 짧아지게 되는 원인이 된다.

이러한 대안으로 본 논문에서는 센싱 데이터를 바로 센서노드 메모리에 저장하지 않고 센싱 데이터를 필터링 시스템에 보내는 방법을 사용하였다. 필터링 알고리즘 설계에 Visual C++를 사용하였으며, 메모리 영역안에 해싱 테이블을 생성하여 센싱 데이터를 저장하도록 하였다.

```

<센싱에 사용할 변수 및 기타 변수와 함수 선언>
unsigned int Sensing_data;
unsigned int *max;
unsigned int *min;

unsigned Hash_compute(Sensing_data);
unsigned MAX(*max);
unsigned MIN(*min);
unsigned Sen_transfer(min, max);
<센싱한 데이터 처리>
unsigned int key;
Hash_compute(Sensing_data);
{ /* 센싱 데이터를 이용하여 주소 계산 */
  unsigned int mok, mod;
  mok = Sensing_data / 100 /* 계산법 이용*/
                               /* 100: 센싱데이터 수*/
  mod = Sensing_data % 100;
  key = mok + mod;
  *max = key;
  *min = key;
  return key;
}
    
```

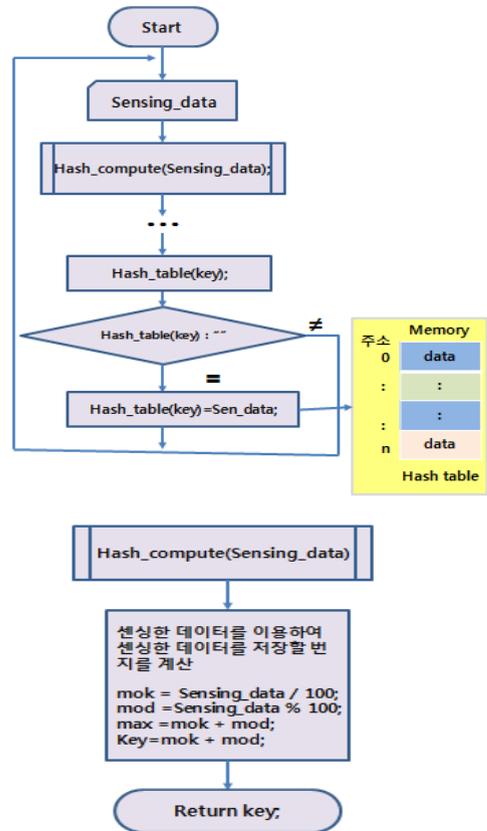
```

unsigned int MAX(*max) //메모리 관리에 사용
{ /* 해시테이블 주소의 최대값 기억 */
  unsigned int *max1;
  &max1=0x00;
  if(*max1 <= *max) then
    *max1=*max;
  ....
}

unsigned int MIN(*min) //메모리 관리에 사용
{ /* 해시테이블 주소의 최소값 기억 */
  unsigned int *min1;
  &min1=0xff;
  if(*min1 >= *min) then
    *min1=*min;
  ....
}

<조건 체크 단계>
Hash_table(key) : " "
일치하면 할당 받은 해시 테이블이 비어 있는 경우로
Hash_table(key)=Sensing_data;
공백과 같지 않으면
Sensing_data 저장하지 않고 무시
    
```

필터링 시스템에 들어온 센싱 데이터는 저장할 주소를 계산하기 위해 Hash\_compute(Sensing\_data)를 호출하고 주소의 최대값과 최소값을 unsigned int MAX(\*max);와 unsigned int MIN(\*min); 함수를 이용하여 저장하고 메모리내의 해싱 테이블 관리 및 전송시 사용되도록 하였고, 계산된 주소를 넘겨받아서 Hash\_table(key)과 일치하는 주소에 값이 있는지, 없는지를 판별한다. 계산에 의해 할당받은 주소에 이미 값이 저장되어 있다면 센싱 데이터가 동일한 데이터이기 때문에 해싱 테이블에 저장하지 않고 무시하고, 할당받은 주소가 비어 있다면 메모리 영역의 Hash\_table(key)에 Sensing\_data를 저장한다. 계산에 의해 직접 저장 주소를 할당하기 때문에 다른 저장 주소를 탐색할 필요가 없다. 그만큼 헤더의 탐색시간을 줄일 수 있어 전력소모를 줄일 수 있다.



[그림 4] 필터링 알고리즘

그림 4는 위에서 기술한 알고리즘 중에서 해싱 테이블에 데이터를 저장하기 위해 주소를 계산하는 함수를 호출해 계산하는 부분을 순서도로 표시한 부분이고 주소

계산은 계산방법과 잉여계산 방법을 혼합하여 주소를 산출하는 방법을 도시하고 있으며, 저장여부를 비교하여 해싱 테이블에 저장 현황을 기술하였다.

제안된 방법으로 필터링을 하게 되면 센싱이 발생할 때마다 동일한 데이터는 한번만 메모리 영역에 보관되고 동일한 장소에 짧은 시간동안 지속적으로 센싱이 많이 이루어진다고 해도 기존의 무선센서노드보다 메모리 공간을 30~40%이상을 절약할 수 있는 장점이 있다.

무선센서네트워크에서 데이터 전송에 가장 많은 에너지 소모가 되고 있다. 기존의 무선센서노드에 동일한 데이터 중복을 배제하지 않은 저장된 데이터를 싱크노드에 전송할 때 에너지 소모가 40~60% 차지할 정도로 전송에 들어가는 에너지 소모가 많기 때문에 이것을 해결하기 위해 서, 본 논문에서는 메모리에 저장되는 데이터의 용량을 줄이는 방법을 통해 에너지 소모를 줄여보는 연구를 한 것이 필터링 알고리즘이다.

제안된 필터링 알고리즘을 사용하게 되면 동일한 데이터가 중복 저장되는 것을 배제할 수 있어 메모리 공간을 절약할 수 있고 중복된 데이터를 보관하는데 들어가는 에너지 소모도 줄일 수 있을 뿐만 아니라 메모리 영역에 저장된 데이터와 상이한 경우에만 메모리 할당이 이루어지기 때문에 메모리 관리측면에서도 효율적이라고 볼 수 있다. 필터링 알고리즘은 센싱 데이터를 보관하기 위해 ns의 속도의 프로세서에서 계산 작업이 이루어진다. 계산에 의해 할당된 주소에 데이터를 보관하기 때문에 ms 속도의 보조기억장치에서 헤더가 머무르는 시간이 적게 된다. 이 필터링 방식은 또한 한 번의 필터링 방법만으로도 동일한 데이터의 중복을 많이 줄였기 때문에 다시 한 번의 가공을 통해 압축하여 싱크노드에 전송을 하거나 필터링된 센싱 데이터를 담고 있는 노드들을 클러스터링으로 구성하여 클러스터 헤더에 센싱 정보들을 모아서 싱크노드 전송하게 되면 필터링을 하지 않고 전송할 때보다 전송에 들어가는 에너지 소모를 현격히 줄일 수 있는 장점이 있다.

<필터링 방식의 구성 조건>

- 필터링 되는 센서노드는 유동성이 적은 고정적인 공간에 배치된 센서노드여야 한다.
- 센싱 데이터를 이용하여 저장될 곳의 번지를 계산하여 저장하도록 한다.

#### 4. 필터링 알고리즘을 실행한 평가결과

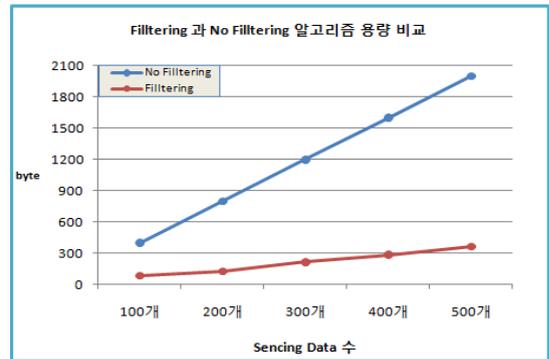
필터링 알고리즘을 평가하기 위하여 다음의 센싱 데이터 수만큼 100개, 200개, 300개, 400개, 500개의 가상의

센싱 데이터를 받아들여 두 가지 방법으로 메모리를 차지하는 용량을 측정하였다.

첫 번째 방법은 센싱 데이터 필터링을 통하지 않고 메모리에 그대로 저장하고 각각 센싱 데이터 수에 따라 센싱 데이터가 차지하는 용량의 변화를 측정하였다.

두 번째 방법은 센싱 데이터를 필터링 알고리즘을 통과해 동일한 데이터인 경우 해싱 테이블에 저장하지 않고, 상이한 데이터인 경우 데이터를 메모리에 적재 하도록 하였고, 첫 번째 방법과 같이 각각 센싱 데이터 수에 따라 센싱 데이터가 필터링 알고리즘을 통과한 후 메모리에 적재된 데이터가 각각 차지하는 용량의 변화를 측정하였다.

그림 6에서 보는 것과 같이 Filtering 방식을 사용하지 않은 센싱 데이터는 메모리 용량을 차지하고 있는 것이 현격하게 증가 되고 있는 것을 볼 수 있다.



[그림 5] No Filtering과 Filtering 방식 용량 비교 분석

그에 반해, Filtering 방식을 통과한 센싱 데이터는 센싱 데이터의 메모리 적재 용량이 초기 용량에서 많은 변화가 없다는 것을 볼 수 있다.

제안한 알고리즘을 실행하여 센서노드의 전력 소모량 분석을 위해 측정해 보았다.

1초 동안 패킷을 전송하는 경우 소모되는 전류량은  $\frac{21.0}{3600} = 0.006mA$ 이다. 한 패킷의 크기를 39바이트로 하였으며, 하나의 패킷을 전송하는 데 걸리는 시간은  $\frac{1}{300} = 0.003$ 초이며, 하나의 패킷을 전송하는 데 소모되는 전류량은  $0.006mA / 초 \times 0.003초 = 0.000018mA$ 이다. m번의 패킷을 전송하는 데 소모되는 전류량  $0.000018mA \times m$ 인 만큼, 위에 계산 공식을 사용하여 용량에 따른 전류량 소모량을 측정하여 No Filtering과 Filtering 한 결과를 평가해 보았다.

$$\text{소모 전류량} = 0.000018mA \times (\text{바이트}/39\text{바이트})$$

[표 1] 용량에 따른 전류 소모량 계산

용량	전류소모량	No Filtering	Filtering	비교
100개		0.0001836mA	0.0000180mA	10.2
200개		0.0003691mA	0.0000360mA	10.25
300개		0.0005526mA	0.0000540mA	10.23
400개		0.0007383mA	0.0000540mA	13.68
500개		0.0009230mA	0.0000543mA	16.99

센싱 데이터의 용량에 따라 전송시 발생하는 전류 소모량을 측정해 보았을 때 전송에 소모되는 전류에도 현격한 차이가 있음을 확인할 수 있었다. 용량에 따른 전력소모량을 비교해 보았을 때 10~17%의 전력소모를 줄일 수 있었다.

### 5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서 제안한 필터링 알고리즘은 동일한 데이터를 필터링을 통해 한번만 저장하도록 하여 메모리 용량을 최소로 차지하도록 했으며, 동일하지 않은 데이터만 해시함수에서 계산에 의해 할당받은 해시 테이블 주소에 보관되도록 하는 방법을 사용하였기 때문에 2가지 측면에서 효율을 높일 수 있는 방법이다.

첫 번째는 동일한 데이터는 필터링하여 저장하므로 무선센서노드의 제한된 메모리 공간을 절약할 수 있다.

두 번째는 이미 앞부분에서 필터링을 통해 메모리에 데이터 중복을 최소화하였기 때문에 가공(압축)하여 싱크노드에 전송할 때 압축 용량을 많은 양 줄일 수 있기 때문에 전송 비용도 줄일 수 있다.

본 논문에서 제안한 필터링 방식을 통하여 무선센서노드의 최대 제약 사항 메모리 공간 절약과 전송 비용을 줄이는 2가지 측면에서의 장점을 가지고 있지만 제한된 무선센서노드의 공간에 필터링 시스템을 탑재해야 하기 때문에 다른 구성요소와 함께 최소한의 용량으로 구성해야 하는 과제를 안고 있다. 무선센서노드의 센싱 능력을 최대화하고 메모리를 적게 차지하도록 하면서 전송 효율까지 높일 수 있는 다양한 데이터를 필터링할 수 있는 알고리즘과 이 부분에 보안 기능까지 추가하여 더 강화된 필터링 알고리즘 구현이 향후 연구 과제이다.

### 참고문헌

[1] 남상엽, “컨버전스 RFID/USN 임베디드 시스템”, 하이버스(주) 기술연구소 공저, pp 284-295, 2009.  
 [2] 이성일, 임재성, 양성현, “에너지 효율적인 무선센서망 구성을 위한 Hybrid Cluster-Mesh 구성 기법”, 아주대학

교 정보통신대학원, 광운대학교 정보통신대학원, 2007.

[3] 김재환, 장형수, “무선 센서 네트워크에서의 Max k-Cut 기반의 클러스터링 알고리즘”, 정보과학회논문지 pp 98-107, 제36권 2009.  
 [4] 박종준, 이인환, 조현중, 주성순, 홍상기, 박상준, “Technical Trend of Sensor Node Middlewares”. 전자통신동향분석 제22권 제3호 2007.  
 [5] 김황래, “모바일 인터넷에서 이동성 패턴을 이용한 핸드오프 기법”, 한국산학기술학회 논문지 Vol7. No.6, pp. 919-925. 2006.  
 [6] 김대영, 홍승기, “스마트 센서 노드 운영체제 기술”, 한국정보통신대학교 보고서, pp 73-79, 2005.  
 [7] 김지은, 김세한, 정운철, 김내수, “Technical Trend of USN Sensor Node”, 전자통신동향분석 제22권 제3호 pp 90-103, 2007.  
 [8] 김황래, 강연이, “USN환경에서 코디네이터 기반의 침입탐지시스템 설계”, 한국산학기술학회논문지, pp. 984-990, 2010. 3.

### 강 연 이(Yeon-i Kang)

[정회원]



- 2004년 8월 : 단국대학교 산업정보대학원 공학석사
- 2010년 현재 : 공주대학교 컴퓨터공학부 박사과정
- 2009년 9월 ~ 2010년 2월 : 단국대학교 강사
- 2008년 9월 ~ 현재 : 공주대학교 강사

<관심분야>

네트워크 보안, 임베디드 시스템, 네트워크 프로그램

### 김 황 래(Hwang-Rae Kim)

[정회원]



- 1982년 9월 : 중앙대학교 전자계산학과 (이학사)
- 1991년 2월 : 중앙대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 대전대학교 컴퓨터공학과 (박사수료)
- 1983년 3월 ~ 1994년 2월 : 한국전자통신연구원 선임연구원
- 1994년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 컴퓨터공학부 교수

<관심분야>

컴퓨터네트워크, 네트워크보안, 무선인터넷, 네트워크 생존성 관리