이동 싱크 기반 센서 네트워크에서 데이터 변화율을 고려한 TDMA 기반 데이터 수집 기법

A TDMA Based Data Collection Scheme Considering the Variability of Data in Sensor Networks with Mobile Sink

박형순*, 여명호**, 성동욱***, 유재수***
매크로임팩트(주)*, 국방과학 연구소**, 충북대학교 정보통신 공학과***

HyoungSoon Park(gupark82@nate.com)*, MyungHo Yeo(myungho.yeo@gmail.com)**,
DongOok Seong(seong.do@gmail.com)***, JaeSoo Yoo(yjs@chungbuk.ac.kr)***

요약

이동 싱크를 이용한 데이터 수집에서 센서 노드들이 이동 싱크의 통신반경에 포함되는 시간은 불균등하다. 불균등한 시간내에 효율적인 데이터 수집을 위해서는 이동 싱크와 센서 노드간 데이터 수집 스케줄링이 필요하다. 기존 이동 싱크에 이용된 스케줄링 기법들은 데이터 수집을 위해 이동 싱크의 통신범위에 머무는 시간과 이동 싱크로 수집된 데이터양 등을 고려하였다. 하지만 기존 연구들은 센서 네트워크에서 수집되는 데이터의 특성을 고려하지 않았다. 본 논문에서는 센서 노드별 데이터 수집 주기와 이동 싱크와 센서 노드사이의 데이터 수집 주기로 구성된 TDMA 스케줄링 기법을 제안하였다. 또한 온도, 습도 등과 같이 일정하게 증가 혹은 감소하는 센서 데이터의 특성을 고려한 TDMA 스케줄링 기반의 데이터 수집 기법을 제안하였다. 제안한 데이터 수집 기법은 센서 노드별 전체 데이터의 수집이 아닌 사용자가 설정한 임계 값보다 크게 변한 데이터를 수집한다. 제안하는 기법의 우수성을 보이기 위해 기존 스케줄링 기법 중 데이터 균등 수집을 목표로 하는 DWEDF 기법과 성능 평가를 수행하였다. 실험 결과 제안하는 기법이 기존 DWEDF 기법에 비해 데이터 수집에 소모되는 에너지가 약23% 줄었고, 센서 노드의 데이터 수집 실패가 감소하였다.

■ 중심어 : | 센서 네트워크 | 이동 싱크 | 데이터 수집 |

Abstract

In data collection using a mobile sink, the time that sensor nodes are included in its communication radius is not uniform. The data collection schedule in non-uniform time is needed between a mobile sink and sensor nodes for efficient data collection. The existing data collection schemes using a mobile sink considered staying time in its communication range and data collected by the mobile sink. However, they did not consider the characteristics of data collected in sensor networks. In this paper, we propose a TDMA based schedule scheme that consists of the data collection period by each sensor nodes and the data collection period between a mobile sink and sensor nodes. Moreover, we propose a data collection scheme considering the variability of data in sensor networks. The proposed data collection scheme collects only data that changed larger than the threshold set by the user. In order to show the superiority of the proposed scheme, we compare it with DWEDF that aims to collect data uniformly. As a result, our experimental results show that the proposed scheme reduces about 23% energy consumption and the data collection failure of sensor nodes over the DWEDF.

■ keyword : | Sensor Network | Mobile Sink | Data Collection |

* 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업의 결과임.(No. 2009-0080279)

접수번호 : #100510-001
접수일자 : 2010년 05월 10일
심사완료일 : 2010년 05월 31일
교신저자 : 유재수, e-mail : yjs@chungbuk.ac.kr

I. 서 론

최근 센서 네트워크 분야의 활발한 연구와 함께 센서 네트워크의 노드는 점차 작아지고 성능은 향상되고 있다. 이러한 센서 네트워크를 이용하여 사람이 접근하기 힘든 곳의 탐사, 생태환경 모니터링, 보안 시스템, 전장의 피아식별 등의 분야에서 다양한 정보를 수집할 수 있게 되었다. 그리고 여러 활용들에서 각 센서 노드들로부터 데이터를 효율적으로 수집하기 위해 많은 연구가 진행 중이다[1][2].

기존 센서 네트워크의 데이터 수집은 고정 싱크를 이용한 라우팅 기법이 연구되었다[3][4]. 고정 싱크를 이요한 기법은 싱크 주변에 위치한 센서 노드가 다른 노드에 비해 더 많은 에너지를 소모한다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 이동 싱크를 이용한 라우팅 기법이 연구 되었다[5][6].

이동 싱크는 이동 능력을 가진 기지국으로서 네트워크를 이동하면서 센서 노드로부터 데이터를 수집하기 때문에, 기존 고정 싱크를 이용한 기법에서 노드 주변에 집중된 에너지 소모를 분산시킨다. 하지만, 이동 싱크의 통신 반경 안에는 다수의 센서 노드들이 포함될 수 있고, 각 센서 노드의 데이터 수집 순서에 따라 데이터를 수집하지 못하는 센서 노드가 발생할 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 이동 싱크의 통신 반경에 속하는 센서 노드들의 데이터 수집 순서를 스케줄링하는 것이 필요하다.

이동 싱크에서 스케줄링 기법은 센서 노드 단위 스케줄링 기법과 패킷 단위 스케줄링 기법이 연구되고 있다. 센서 노드 단위 스케줄링은 한 센서 노드의 데이터를 모두 수집한 후에 재 스케줄링을 하는 기법이다. 센서 노드 단위 스케줄링 기법의 예로는 FCFS(First Come First Serve)와 EDF(Earliest Deadline First)[8] 기법이 있다. 패킷 단위 스케줄링 기법은 센서 노드별로 일정한 크기의 패킷 단위 수집 후에 재 스케줄링하는 기법이다. 패킷 단위 스케줄링 기법의 예로는 WFQ(Weighted Fair Queueing)(T), WFQ(Weighted Fair Queueing)(D), PBRR(Packet Based Round Robin)[9] 그리고 DWEDF(Data Weight based Earliest Deadline First)[10] 기법 등이 있다.

하지만 기존 연구들은 센서 네트워크에서 수집되는 데이터의 특성을 고려하지 않았다. 센서 네트워크를 사용하는 응용들에서 수집된 데이터는 일반적인 네트워크의 데이터와는 다른 특징을 갖는다. 환경 모니터링에서 온도, 습도 등의 데이터를 수집하는 센서 노드들은 대부분 일정하게 증가 혹은 감소하는 변화율이 일정한 데이터를 수집한다.

본 논문에서는 측정 값들의 변화가 급격하지 않은 센서 데이터의 특성을 반영한 TDMA 스케줄링 기반의 데이터 수집 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 센서 네트워크를 그리드로 분할하고 그리드별 대표 노드를 선출한다. TDMA 스케줄링에 따라 대표 노드가 센서 데이터를 수집하는 주기와 이동 싱크가 대표 노드들로부터 데이터를 수집하는 주기로 나뉘어 진다. 데이터 수집 시에는 데이터의 변화율이 큰 데이터만을 수집하여 데이터 수집 에너지 소모를 줄인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존 이동 싱크 스케줄링 기법에 대한 연구 동향을 살펴보고 3장에서 기존 기법들에 대한 문제점을 정의한다. 4장에서는 본 논문에서 제안하는 기법에 대한 기술한다. 5장에서는 기존 연구와 제안하는 기법의 성능평가를 기술하고 마지막으로 6장에서 결론 및 향후 연구를 기술한다.

II. 관련연구

기존의 이동 싱크에서 데이터 수집을 위한 스케줄링 기법은 여러 가지가 있다. 크게 센서 노드 단위 스케줄링 기법과 패킷 단위 스케줄링 기법으로 나뉘어 진다.

센서 노드 단위 스케줄링 기법은 이동 싱크의 이동에 따라 통신 범위에 포함되는 센서 노드 단위로 스케줄링을 결정한다. 센서 노드 단위 스케줄링 기법은 특정 센서 노드로부터 수집해야 하는 전체 데이터를 수집하면 재 스케줄링을 실시한다. 대표적인 센서 노드 단위 스케줄링 기법으로는 FCFS와 EDF 기법이 있다. FCFS는 이동 싱크의 통신 반경에 들어오는 센서 노드의 순서에 따라 우선순위를 할당하는 기법이다. EDF는 센서 노드가 이동 싱크의 통신반경 내에 머무를 수 있는 시간이 짧은 센서 노드부터 데이터를 수집하는 기법이다.

센서 노드 단위 스케줄링 기법들은 노드별로 수집해야 하는 데이터의 크기가 다를 수 있다. 그리고 특정 노드가 수집해야 하는 데이터의 크기 클 경우, 통신하는 시간이 길어져 다른 노드는 데이터 수집 기회를 얻지 못할 수 있다. 이러한 데이터 수집의 불균형을 해결하고자 패킷 단위 스케줄링 기법이 제시되었다.

패킷 단위 스케줄링 기법은 데이터를 작은 단위의 패킷으로 나누어 수집한다. 특정 센서 노드로부터 정해진 패킷의 크기만큼 데이터를 수집하면 재 스케줄링을 실시한다. 이동 싱크의 통신반경에 머무르는 시간, 남은 데이터의 양을 기준으로 우선순위를 결정한다. 대표적인 패킷 단위 스케줄링 기법으로는 WFQ(T), WFQ(Q), 그리고 PBRR 기법이 있다. WFQ(T)는 이동 싱크의 통신반경 내에 머무르는 시간을 가중치로 적용한 스케줄링 기법이고, WFQ(D)는 이동 싱크의 통신반경 내에 머무르는 센서 노드로부터 수집한 데이터의 양을 기준으로 가중치를 적용한 기법이다. PBRR은 이동 싱크의 통신반경에 포함되는 순서대로 큐에 저장하고, 큐에 저장된 순서대로 패킷 단위 데이터를 수집하는 기법이다. 이러한 패킷 단위 스케줄링 기법들은 머무르는 시간이 짧아 수집이 지연되거나, 수집해야 할 패킷의 사이즈가 다를 경우 데이터 처리에 대한 균등성을 보장할 수 없는 문제점이 발생한다. 데이터 수집지연과 균등한 패킷 처리를 위한 스케줄링 기법으로 DWEDF 기법이 연구되었다. DWEDF는 [그림 1]과 같이 센서 노드가 이동 싱크의 통신반경 내에 머무르는 시간과 이동 싱크에서 수집한 데이터양을 가중치로 적용한 스케줄링 기법이다.

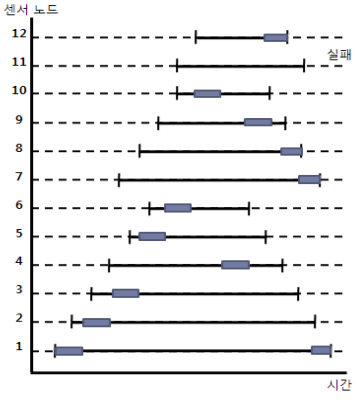


그림 1. DWEDF

Ⅲ. 기존 패킷 단위 스케줄링 기법들의 문제점

센서 네트워크의 데이터는 기존 네트워크 데이터와 다른 특성을 가지고 있다. 센서 네트워크에서 비슷한 지역의 센서 노드들은 비슷한 데이터를 측정한다. 또한 환경 모니터링과 같은 응용에서 수집되는 온도, 습도 등의 데이터들은 일반적으로 일정하게 증가 혹은 감소하는 변화율이 일정한 형태를 나타낸다. 이러한 온도, 습도 등의 일정한 변화율을 갖는 센서 데이터의 특성을 반영하여 데이터 수집에 효율적인 스케줄링을 적용할 수 있다.

1. 데이터 균등 수집에 따른 문제점

[그림 2]와 같이 센서 노드 A와 센서 노드 B는 각각 10번의 데이터를 측정하였다. 각 데이터는 하나의 패킷으로 이동 싱크에서 수집하게 된다. 이동 싱크의 이동 속도로 인해 두 센서 노드에서 총 받을 수 있는 패킷의 수는 10개라고 가정한다.

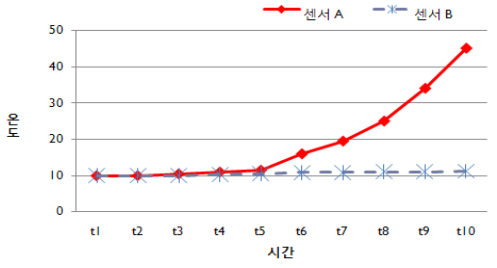


그림 2. 센서 노드의 데이터 변화

데이터 균등 수집을 위해 이동 싱크는 센서 노드 A와 센서 노드 B의 데이터를 스케줄링에 따라 각각 t1부터 t5까지 수집한다. 센서 노드에 저장되어 있는 실질적인 데이터를 확인해 보면 센서 노드 B는 데이터의 변화가 거의 없는 일정한 값을 측정된 반면, 센서 노드 A는 t6부터 t10까지의 데이터는 점차 증가하는 형태의 데이터이다. 이동 싱크에서 데이터의 균등 수집을 위해 각 센서 노드로부터 일정한 양의 데이터만을 수집 했기 때문에 실질적인 데이터 변화에 대한 특징을 확인하려면 다음 통신 시간까지 기다려야만 하는 데이터의 수집 지연이 발생한다.

2. 센서 노드의 분포가 조밀한 지역의 수집 지연

이동 싱크의 이동 경로에 따라 이동 싱크의 통신반경 내에 포함되는 센서 노드의 수는 달라진다. [그림 3]과 같이 센서 노드의 분포가 조밀한 지역에 이동 싱크가 이동할 경우, 통신반경에 포함된 센서 노드의 데이터를 균등 수집하기 위해 빈번한 스케줄링이 발생한다. 빈번하게 스케줄링을 변경하기 때문에 다른 지역에 비해 센서 노드당 수집되는 데이터의 양이 줄어들게 된다.

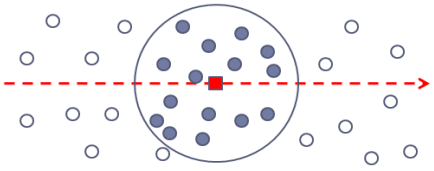


그림 3. 밀집된 센서 노드

3. 통신반경 바깥쪽 센서 노드의 수집지연

이동 싱크의 통신반경에 포함되는 센서 노드들 중 [그림 3]에서 상대적으로 통신반경의 중심에서 먼 노드들은 데이터를 수집할 수 있는 시간이 상대적으로 짧다. 짧은 통신시간으로 인해 다른 노드들보다 높은 우선순위를 요구하게 된다.

Ⅳ. 제안하는 데이터 수집 기법

본 논문에서는 기존 스케줄링의 단점을 보완하고자 데이터의 변화율과 수집 에너지를 고려하여 수집할 데이터를 선택하는 기법을 제안한다. 그리고 노드의 배치에 따른 문제점을 해결하기 위해 센서 네트워크를 그리드 영역으로 분할하고, 대표 노드를 선출하여 센서 노드의 데이터 수집 지연을 해결하였다.

1. 특징

데이터 수집의 충돌과 지연을 방지하기 위하여 [그림 4]와 같은 TDMA 스케줄링을 적용하였다. TDMA 스케줄링은 그리드 내에서 데이터 수집을 위한 스케줄링과 그리드의 대표 노드들로부터 데이터 수집을 위한 스케줄링인 두 가지 주기로 나뉜다. 대표 노드는 각 그리드별 이동 싱크의 통신반경에 포함되기 전에 미리 그리드의 데이터를 수집하게 된다. 이동 싱크의 통신반경에 대표 노드가 포함되는 주기에 이동 싱크는 대표 노드에 수집된 센서 노드들의 데이터를 수집한다. 스케줄링 기법을 통해 이동 싱크와의 통신 전에 미리 데이터를 수집하기 때문에 데이터 수집 실패율을 줄였다. 그리고 그리드 내의 데이터 수집은 각 노드의 데이터 전체 수집이 아닌 변화율이 사용자가 지정한 임계 값보다 큰 데이터만 수집하여 데이터 수집에 따른 에너지 소모를 줄이고 데이터 수집 지연을 방지했다.

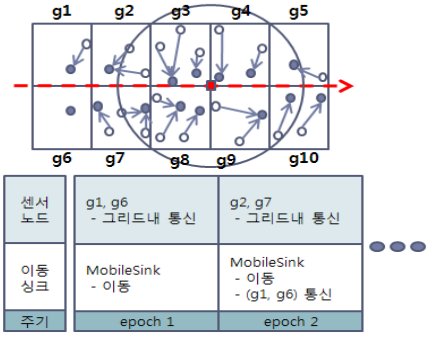


그림 4. 그리드 TDMA 스케줄링

2. 대표 노드 선출 방법

센서 네트워크는 이동 싱크와의 통신을 보장하기 위하여 이동 싱크의 통신 반경을 대각선 길이로 하는 그리드로 분할하였다. 각 그리드 내에서 우선순위 경쟁에 의한 수집 지연을 해결하기 위해 그리드별로 대표 노드를 선출하여 이동 싱크에서 대표 노드에 수집된 데이터를 수집한다. 대표 노드의 선출은 일정한 주기별로 그리드내의 노드간 통신을 통해 이루어진다. 일정한 주기별로 각 센서노드들은 자기 자신의 남은 에너지와 데이터를 그리드 내의 다른 센스 노드로 전송하고 각 센서 노드들은 다른 센서 노드들로부터 받은 정보를 기반으로 그리드의 대표 노드를 선출한다. 대표 노드의 선출은 수집 효율을 높이기 위하여 세 가지 방식을 고려하였다.

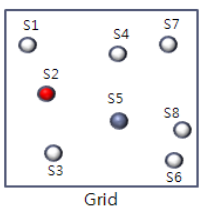
2.1 랜덤 선출(Random Selection)

사용자가 설정한 주기에 따라 그리드 내의 센서 노드들 중 하나의 센서 노드를 대표 노드로 선출하는 기법

이다. 그리드 내의 센서 노드들은 대표 노드의 선출을 위해 통신 하는 과정에서 무작위로 자기 자신이 대표 노드라고 선언하는 신호를 송신한다. 다른 센서 노드로부터 대표 노드 선언에 관한 신호를 받은 센서 노드는 대표 노드로 선언한 센서 노드의 노드 번호를 송신하여 대표 노드 선출에 대한 정보를 전파한다. 대표 노드는 그리드 내의 다른 노드들로부터 변화율을 고려한 데이터를 수집한다. 그리고 이동 싱크는 그리드의 대표 노드와 통신할 수 있는 스케줄링 순서에 대표 노드의 변화율을 고려한 데이터와 대표 노드로 수집된 데이터를 수집한다.

2.2 에너지를 고려한 선출(Energy-Aware Selection)

사용자가 설정한 주기에 따라 [그림 5]와 같이 그리드 내의 센서 노드들 중 잔여 에너지가 많은 센서 노드(S2)를 사용자가 설정한 수만큼 대표 노드로 선장하는 기법이다. 그리드 내의 각 센서 노드들은 일정 주기별로 각 센서 노드의 잔여 에너지에 대한 데이터를 송수신하여 잔여 에너지가 많은 센서 노드를 대표 노드로 선출한다. 그리드 내의 대표 노드는 자신과 가장 가까운 센서 노드들의 변화율을 고려한 데이터를 수집한다. 이동 싱크는 그리드 대표 노드의 수집 주기에 대표 노드의 변화율을 고려한 데이터와 대표 노드로 수집된 데이터를 수집한다.



센서 노드	잔여 에너지	데이터 패킷 수
S1	76	40
S2	89	19
S3	50	21
S4	84	37
S5	71	47

그림 5. 대표 노드 선출

2.3 데이터를 고려한 선출(Data-Aware Selection)

사용자가 설정한 주기에 따라 [그림 5]와 같이 그리드 내의 센서 노드들 중 데이터 변화율을 고려했을 때 이동 싱크에서 수집해야 하는 데이터가 많은 센서 노드(S5)를 사용자가 설정한 수만큼 대표 노드로 선장하는 기법이다. 그리드 내의 각 센서 노드들은 일정 주기별로 각 센서 노드의 잔여 데이터 패킷 수에 대한 데이터를 송수신하여 잔여 데이터 패킷 수가 많은 센서 노드를 대표 노드로 선출한다. 위 기법들과 마찬가지로 대표 노드는 자신과 가장 가까운 센서 노드들의 변화율을 고려한 데이터를 수집한다. 이동 싱크는 그리드 대표 노드의 수집 주기에 대표 노드의 변화율을 고려한 데이터와 대표 노드로 수집된 데이터를 수집한다.

3. 데이터 변화율을 고려한 데이터 수집

데이터 균등 수집 시 발생되는 중요 데이터의 수집 지연과 불필요한 에너지 소모 문제점은 데이터의 변화율에 따라 가중치를 적용하여 해결할 수 있다. 센서 노드 A와 센서 노드 B에서 수집한 데이터가 그림 2와 같을 때, 기존 기법들은 데이터 균등 수집을 목표로 해서 센서 노드 A의 t1에서 t5와 같이 데이터 변화가 없거나 적은 데이터를 수집하였다. 또한 센서 노드 A와 같이 전체적으로 변화가 큰 데이터를 측정했으나 부분적으로는 변화가 없는 영역이 존재할 수 있다. 이러한 데이터들은 변화가 큰 부분만 수집하여 전체 데이터를 예측할 수 있다.

초기 네트워크 구성 시나 질의 배포 시에 사용자는 데이터의 변화율(기울기)을 설정할 수 있다. 이동 싱크는 센서 노드 데이터의 처음 값과 마지막 값을 수집한다. 수집하지 않은 중간의 데이터들은 사용자에 의해 설정된 데이터의 변화율을 임계 값으로 하여 임계 값이 넘는 부분의 데이터만 수집하고, 수집되지 않은 데이터는 데이터들의 연결로 예측할 수 있다. [그림 6]과 같이 t1, t10의 데이터와 변화율이 큰 {t5, t6}, {t8, t9}의 데이터를 수집하면 원래 측정한 데이터와 유사한 데이터의 예측이 가능하다.

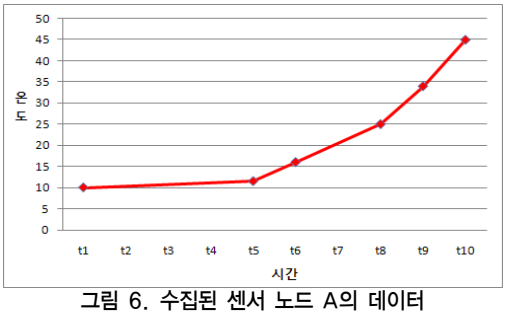


그림 6. 수집된 센서 노드 A의 데이터

V. 성능평가

1. 실험환경

실험 환경은 [표 1]과 같이 구성하였다. 50개의 센서 노드를 랜덤하게 배치하고 1개의 이동 싱크가 이동하면서 데이터를 수집하도록 구성하였다. 이동 싱크의 이동속도는 초당 1 pixel이고 통신 범위는 15 pixel이다. 각 센서 노드는 총 100개의 패킷을 초당 40 패킷의 전송률로 전송한다. 센서 노드는 [그림 7]과 같이 (0, 0)에서 (40, 20) 사이에 분포한다. 이동 싱크는 (-15, 10)에서 (70, 10)까지 이동하면서 데이터를 수집한다.

제안하는 기법의 성능을 평가하기 위하여 싱글 홉으로 센서 네트워크를 구성하고 센서 노드들 사이에서 수집된 패킷의 수와 노드별 패킷 수집률 그리고 데이터 수집 시 소모되는 에너지를 측정하였다. 측정된 결과를 통하여 기존의 DWEDF 기법과 비교하여 제안된 기법의 효율을 검증하였다.

표 1. 파라미터 테이블

파라미터	값
이동 싱크 수	1
이동 싱크 이동 속도	1 pixel/sec
이동 싱크 통신 범위	15 pixel
센서 노드 수	50
노드당 전송할 패킷 수	100 packets
센서 노드의 데이터 전송률	40 packets/sec

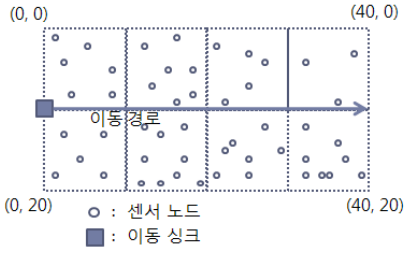


그림 7. 센서 노드 분포와 이동 싱크의 이동 경로

2. 센서 노드별 수집된 패킷 수

[그림 8]은 스케줄링 기법별 이동 싱크에서 수집한 각 노드별 패킷 수를 나타낸 것이다. DWEDF 기법은 100개의 모든 데이터를 이동 싱크와 남은 통신 시간과 수집된 데이터양 등을 고려하여 스케줄링 우선순위를 적용하였기 때문에 비교적 40 패킷 이상의 고른 데이터 패킷 수를 수집한 것을 알 수 있다. 하지만 우선순위가 낮은 11, 19, 29 번 등의 노드들은 하나의 패킷도 수집하지 못하였다. 본 논문에서 제안하는 기법은 데이터의 변화율을 적용하여 센서 노드별 100개의 패킷 중 최대 30 패킷까지 수집하였다.

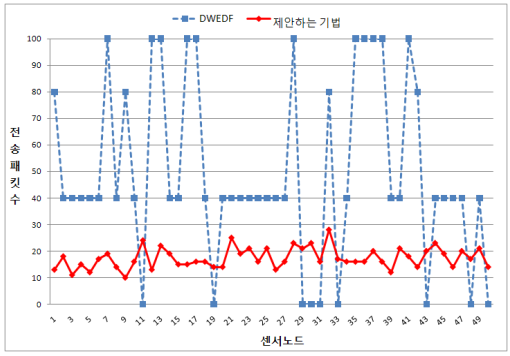


그림 8. 센서 노드별 수집된 패킷 수

3. 센서 노드별 패킷 수집률

[그림 9]는 스케줄링 기법별 이동 싱크에서 수집한 각 노드별 패킷 수집률을 나타낸 것이다. DWEDF는 많은 노드에서 약 40%의 수집률을 보이나 우선순위 정책에 의해 수집 실패가 나타난 노드들도 발생하였다. 제안하는 기법은 전체 데이터가 아닌 변화율을 고려한 데이터 수집을 목표로 하고 있기 때문에 [그림 8]에서 확인할 수 있듯이 적은 수의 패킷을 수집하게 된다. 또한 센서 노드별로 수집해야 하는 데이터에 대해 100%의 패킷을 수집하였다.

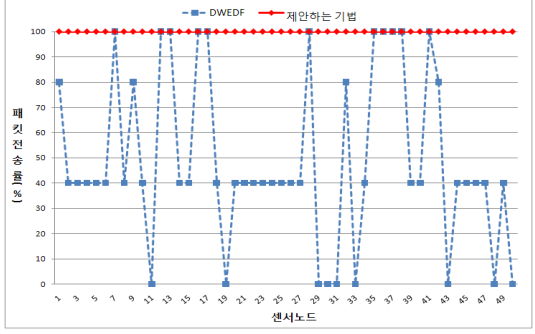


그림 9. 센서 노드별 패킷 수집률

4. 에너지 소모율

[그림 10]은 DWEDF 기법과 대표 노드를 선출하는 세가지 기법인 랜덤 선출(RS), 에너지를 고려한 선출(EAS), 데이터를 고려한 선출(DAS)들의 에너지 소모율을 비교한 그림이다. DWEDF 기법은 센서 노드의 전체 데이터를 이동 싱크에서 수집하는 기법이고, 제안하는 기법은 데이터의 변화율을 고려하여 [그림 8]과 같이 적은 수의 패킷 수집만을 필요로 한다. DWEDF 기법에 비해 대표 노드를 선출하여 대표 노드에서 데이터를 수집하고, 대표 노드는 수집된 데이터를 다시 이동 싱크로 보내는 순서를 갖기 때문에 그리드 내의 통신 비용이 추가로 소모된다. 그리드 내의 수집비용을 추가로 소모하여도 데이터 변화율을 고려하여 데이터를 압축하는 효과가 있기 때문에 DWEDF 기법보다 약 6%에서 약 23%까지 낮은 에너지를 소모하였다.

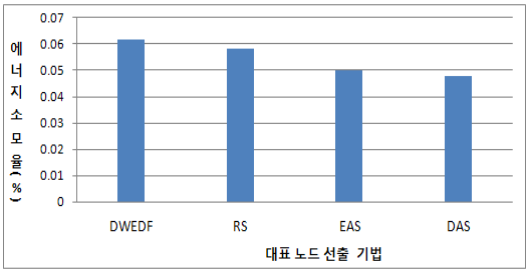


그림 10. 에너지 소모율

Ⅵ. 결론 및 향후 연구

이동 싱크를 이용한 데이터 수집에 관한 기존 기법들은 이동 싱크의 통신범위에 머무르는 시간, 수집한 데이터양 등을 우선순위로 고려하여 스케줄링을 실시하였다. 하지만 우선순위 정책에 따라 데이터를 수집하지 못하는 센서 노드들이 발생하였다. 본 논문에서는 위와 같은 수집 실패를 줄이기 위해 데이터의 특성을 고려한 TDMA 스케줄링 기법을 제안하였다. 또한, 센서 네트워크를 그리드로 분할하고, 그리드별 센서 노드의 데이터를 수집하는 주기와 이동 싱크가 그리드별 데이터를 수집하는 주기를 따로 두어 이동 싱크의 이동 시 그리드별로 미리 수집된 데이터를 받을 수 있는 기법을 제안하였다. 제안하는 기법의 성능비교를 위하여 DWEDF 기법과 성능평가를 수행하였다.

성능평가 결과 제안하는 기법이 DWEDF 보다 센서 노드별 적은 수의 패킷을 수집하면서도 전체적인 데이터를 예측할 수 있음을 확인하였다. 전체 에너지 소모율을 비교한 결과 최대 23% 더 적은 에너지를 소모하는 것을 확인할 수 있었다.

향후에는 센서 노드의 데이터 변화율, 그리드별 데이터 변화율을 고려한 데이터 수집 기법에 대해 연구할 계획이다. 또한 이동 경로와 속도 등이 변화하는 상황에서의 스케줄링 기법을 연구할 계획이다.

참 고 문 헌

[1] H. Karl and A. Willing, “A short survey of wireless sensor networks,” TKN Technical Report TKN-03-18, 2003.

[2] N. Xu, S. Rangwala, K. Chintalapudi, D. Ganesan, A. Broad, R. Govindan, and D. Estrin, “A Wireless Sensor Network for Structural Monitoring,” In Proceedings. The ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems, 2004.

[3] S. Subramanian and S. Shakkottai, “Geographic Routing with Limited Information in Sensor Networks,” Fourth International Conference on Information Processing in Sensor Networks, 2005.

[4] D. Sharma, V. Zadorozhny, and P. K. Chrysanthis, “Timely Data Delivery in Sensor Networks Using Whirlpool,” Second International VLDB Workshop on Data Management for Sensor Networks (DMSN 2005), 2005.

[5] J. Luo, J. Panchard, M. Piorkowski, M. Grossglauser, and J. P. Hubaux, “MobiRoute: Routing towards a Mobile Sink for Improving

Lifetime in Sensor Networks," International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems, 2006.

[6] S. R. Gandham, M. Dawande, R. Prakash, and S. Venkatesan, "Energy Efficient Schemes for Wireless Sensor Networks with Multiple Mobile Base Stations," Global Telecommunications Conference, 2003.

[7] http://www.itl.nist.gov/div897/sqg/dads/HTML/firstocome.html

[8] G. C. Buttazzo, "*Hard Real-Time Computing Systems: Predictable Scheduling Algorithms and Applications,*" Kluwer Academic Publishers, 1997.

[9] A. Demers, S. Keshav, and S. Shenker, "Analysis and Simulation of a Fair Queueing Algorithm," ACM SIGCOMM, 1989.

[10] 조영태, 박충명, 이좌형, 정인범, "모바일 싱크 기반 무선 센서 네트워크에서 균등한 데이터 수집을 위한 데이터 가중치 기반 스케줄링 기법", 정보과학회논문지: 정보통신 제35권 제1호, 2008.

저 자 소 개

박 형 순(HyoungSoon Park) 정회원

- 2008년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2010년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2010년 2월 ~ 현재 : 매크로임팩트(주) 주임연구원

<관심분야> : 무선 센서 네트워크, 데이터베이스 시스템

여 명 호(MyungHo Yeo) 정회원

- 2004년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2006년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2010년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학박사)
- 2010년 2월 ~ 현재 : 국방과학연구소 선임연구원

<관심분야> : 메인 메모리 기반 데이터베이스 시스템, 시공간 데이터베이스 시스템, 무선 센서 네트워크

성 동 욱(DongOok Seong) 정회원

- 2005년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학사)
- 2007년 2월 : 충북대학교 정보통신공학과(공학석사)
- 2007년 3월 ~ 현재 : 충북대학교 정보통신공학과 박사과정

<관심분야> : 데이터베이스 시스템, 센서 네트워크

유 재 수(JaeSoo Yoo) 종신회원

- 1989년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과(공학사)
- 1991년 2월 : 한국과학기술원 전산학과(공학석사)
- 1995년 2월 ~ 1996년 8월 : 목포대학교 전산통계학과 전임강사
- 1996년 8월 ~ 현재 : 충북대학교 전자정보대학 정교수

<관심분야> : 데이터베이스 시스템, 센서네트워크 데이터 관리, 멀티미디어 데이터베이스, 바이오 인포매틱스