

WSN 에서 주기적 트래픽 처리를 위한 트래픽 제어 알고리즘

김정혜*, 이성근**, 고진광*, 박재성***

Traffic Control Algorithm for Periodic Traffics in WSN

Jeonghye Kim*, Sungkeun Lee**, Jingwang Koh*, Jaesung Park***

요약

무선 센서 네트워크는 다수의 센서 노드로 구성되며, 센서 노드들의 협력 작업을 통해 하나의 공통 작업을 수행한다. WSN 의 트래픽은 주기적인 모니터링 트래픽, 이벤트 발생 트래픽 및 쿼리 기반 트래픽으로 분류된다. 주기적인 트래픽은 발생 빈도는 낮지만, 다수의 센서노드들이 일정한 간격으로 트래픽을 생성하기 때문에 전체 트래픽 관점에서 볼 때 많은 비중을 차지하고 있다. 본 논문에서는 이러한 주기적 트래픽에 대해 에너지 효율적으로 처리하는 네트워크 프로토콜의 트래픽 제어 알고리즘을 제안하고, 이에 대한 성능 분석을 수행한다.

ABSTRACT

Wireless sensor network is consist of multiple sensor nodes and performs a shared tasks through the coordination of sensor nodes. Traffic in WSN is categorized as periodical monitoring traffic, event-driven traffic and query-based traffic. Periodic traffic takes significant proportion of the whole traffic processing because multiple sensor nodes generate traffic in a steady interval although the generation frequency of periodic traffic is low. In this paper, we propose a traffic control algorithm of network protocol for periodic traffic in terms of energy efficiency and conduct performance analysis of the algorithm.

키워드

무선 센서 네트워크, 트래픽 제어 알고리즘, 주기적 트래픽, 서비스 품질

1. 서론

무선 센서 네트워크(WSN : Wireless Sensor Network)는 온도, 압력, 습도, 위치와 같은 정형화된 물리적인 현상을 모니터링하고, 센싱하여, 싱크 노드로 전달하는 센서 노드들로 구성된 네트워크이다[1]. 컴퓨터 기술과 무선 네트워크 기술의 급속한 발전으로 인해 국방 경계, 산불 감시, 환경 탐사 등 다양한 분

야에서 WSN 이 주목받고 있다. WSN 을 구성하는 센서들은 낮은 계산 능력, 한정된 배터리 용량 등 제한된 자원을 가지며 밀도 높게 배치되어 있다.[2] 특히 센서 노드들은 배터리를 교환하거나, 충전하는 것이 용이하지 않기 때문에 센서 노드들의 에너지를 효율적으로 사용하여 네트워크의 수명을 늘리는 것은 중요한 문제이다. 센서노드는 고유한 센싱 기능과 데이터 처리 기능을 수행하는데 에너지를 소비하지만

* 순천대학교 컴퓨터학과(jhkim,kjg@sunchon.ac.kr)

** 교신저자, 순천대학교 멀티미디어공학과(sklee@sunchon.ac.kr)

*** (주) 한컴 네트워크(hancomnara@naver.com)

접수일자 : 2009. 11. 10

심사완료일자 : 2010. 1. 25

다른 노드와의 무선 통신을 하는데 가장 많은 에너지를 소비하게 된다. 따라서 센서 네트워크의 수명을 최대화하기 위해서는 불필요한 통신을 최소화하여 에너지 소모를 줄여야 한다. 무선 센서 네트워크에서 배터리를 모두 소모한 센서 노드는 더 이상 정상적인 라우팅 동작과 감지 작업을 수행할 수 없기 때문에 최소한의 에너지를 소비하며 효율적으로 데이터를 전송하기 위해 많은 연구들이 활발히 진행되고 있으며, 특히 여러 라우팅 기술들이 개발되고 있다. 각 센서 노드들이 최소한의 에너지 소비를 위하여 위와 같은 기법들을 사용하여 데이터를 전송한다 할지라도 감지된 현상에 대해 수많은 노드에서 한꺼번에 데이터 전송을 시작한다면 채널 오류 등으로 인한 혼잡이 발생할 수 있고, 노드의 배터리 교환이 어려움에 따라 재전송과 같은 에너지를 소비하는 동작을 할 경우 네트워크 전체의 에너지 효율이 나빠지게 되는 문제가 발생하게 된다. 현재까지 저전력 MAC 프로토콜에 대한 연구는 매우 활발하게 진행되었고, 에너지를 효율적으로 사용할 수 있는 다양한 MAC 프로토콜이 제안되었다 [3-5]. 에너지 소비를 줄일 수 있는 네트워크 프로토콜에 대한 연구는 주로 에너지 효율적인 라우팅 알고리즘[6,7]에 집중되고 있으며, 트래픽 제어 기능에 대한 연구는 상대적으로 미진하다. 본 논문은 WSN의 트래픽을 분류하고, 발생 빈도는 낮지만, 다수의 센서노드들이 일정한 간격으로 트래픽을 생성하기 때문에 전체 트래픽 관점에서 볼 때 많은 비중을 차지하고 있는 주기적 모니터링 트래픽에 대해서 에너지 효율적으로 처리할 수 있는 네트워크 프로토콜의 트래픽 제어 알고리즘에 대해 제안한다.

II. WSN 트래픽의 분류

무선 센서 네트워크는 저가의 초소형, 저 전력 장치들의 개발 기술과 더불어 무선 통신 기술의 발달에 의해서 실현 가능하게 되었고, 여러 사회적 요구에 의해서 무선 센서 네트워크의 개발 및 연구가 활발히 진행되고 있다. 무선 센서 네트워크는 자동화된 원격 정보 수집을 기본 목적으로 하며 과학적, 의학적, 군사적, 상업적 용도 등 다양한 응용 개발에 폭넓게 활용될 수 있다. 사람의 몸에 센서를 부착하여 심장 박

동수, 혈압, 혈당치 등 건강지수를 수집하여 의사에게 전송하는데 사용될 수 있고, 차량에 센서를 부착하여 시내 교통량 측정, 택시 등 특정 용도의 차량 위치 추적이 가능하다. 과학적으로는 생태정보 관리, 자연 재해, 심해, 우주 등 사람이 직접 측정하기 힘든 곳의 과학적 수치들의 원격 수집이 가능하며 군사적으로 침입 감지나 적 병력의 위치 추적 등을 할 때 사용될 수 있다. 이러한 응용 분야에 적용되는 WSN의 트래픽을 분류하면, 주기적인 모니터링 트래픽, 이벤트 발생 트래픽 및 쿼리 기반 트래픽 등 크게 세 가지 유형으로 분류될 수 있다. 주기적인 리포팅 데이터는 온도나 습도 등의 주변 환경 정보를 일정한 시간 간격으로 모니터링하여 싱크노드로 전달하는 데이터로서, 이전 데이터와의 차이가 적은 경우에는 지연이나 신뢰성보다는 에너지 효율성을 고려하여 QoS 레벨을 지정하고, 이전 데이터와의 차이가 큰 경우에는 지연과 신뢰성을 고려하여 QoS 레벨을 지정하여 전송한다. 이벤트 발생 데이터는 센서노드가 감지하는 영역에서 긴급한 상황이 발생한 경우 (예를 들면, 산발 발생 상황 감지 또는 침입 감지 등) 이를 싱크노드를 신속히 전달해야 하므로 가장 높은 신뢰성과 최소 지연을 보장하도록 최상의 QoS 레벨로 지정하여 전송되는 데이터 형태이다. 질의어 기반 데이터는 싱크노드로부터 질의가 발생하여 해당 센서 노드가 이에 대한 응답을 수행하는 데이터로서, 만일 손실이 발생할 경우 싱크 노드 주도의 재전송 메커니즘이 수행되므로 중간 수준의 QoS 레벨로 지정하여 전송한다.

III. 주기적 트래픽 처리 알고리즘

3.1. 트래픽 제어 프레임워크

WSN은 그림 1에 나타난 바와 같이 무선 네트워크의 새로운 형태로 센서 노드들이 배치된 공간에 의미하는 센서 필드와 외부 망을 연결하는 싱크 노드로 구성된다. 센서 노드들은 대개 센서 필드에서 산발적으로 분포되어 있으며, 각 센서 노드들은 데이터를 수집하고, 수집된 데이터는 다중 홉 기반 무선 네트워크를 통해 싱크 노드로 전달된다.

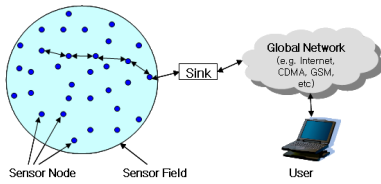


그림 1. 무선 센서 네트워크 구성도
Fig. 1 Configuration of WSN

WSN의 대부분의 데이터 패턴은 다수 싱크노드에서 하나의 싱크노드로 전달되는 many-to-one 형태가 되며, 각각의 센서 노드들은 센싱 데이터를 생성하는 소스 기능뿐만 아니라, 수신된 데이터를 싱크노드로 중계하는 라우터 기능도 수행한다. WSN에서 QoS 보장을 위한 트래픽 제어 기능은 패킷 마킹 기능과 큐 관리 메커니즘으로 구성된다. 본 논문에서 고려한 센서 노드의 트래픽 제어 기능을 그림 2에 나타내었다. 패킷 마킹 알고리즘은 소스에서 해당 패킷의 중요 여부를 판단하여 Green, Yellow, Red 중의 하나로 마킹하여 싱크 노드를 향해 전송한다. 큐 관리 메커니즘은 중계 노드에서 수행되는 기능으로서, 전송 큐의 점유율에 따라 각각의 패킷의 전달 또는 폐기 여부를 결정하는 기능을 수행한다. 마킹 알고리즘과 큐 관리 메커니즘의 연동을 통해 WSN에서도 각각의 트래픽 패턴에 따라 차별화된 서비스 품질을 보장할 수 있다.

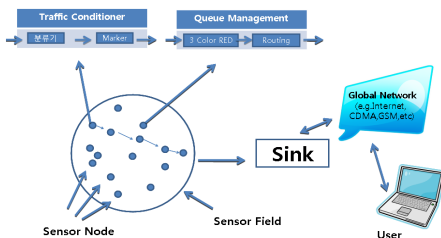


그림 2. 센서 노드의 트래픽 제어 기능
Fig. 2 Traffic Control Function of SN

3.2. 소스노드의 처리 알고리즘

주기적인 모니터링 패킷은 수초 또는 수십 초 간격으로 온도나 습도 등의 주변 환경 정보를 일정한 시간 간격으로 모니터 하여 싱크노드로 전달하는 트래픽 형태이다. 이 트래픽은 특정한 외부 환경의 변화가

나타나지 않는 경우에는 데이터 값이 자주 변경되지 않는 특성이 있고, 데이터 값의 변화가 없다고 할지라도 전송을 요구하게 된다. 이러한 트래픽 형태는 일정 이상의 신뢰성과 지연이 보장될 수 있으면 좋지만, 네트워크 상황이 혼잡할 경우에는 이전 데이터와 차이가 크지 않는 데이터의 경우 손실이 되거나 다소 지연이 있다고 할지라도 전체적인 신뢰성에 큰 영향을 미치지 않는다. 다만, 이전 전송한 데이터와 차이가 큰 패킷이 손상된다면, 긴급 이벤트 발생의 징후나 전조의 포착이 늦게 되어 응용서비스에 따라서 심각한 문제를 초래할 수도 있다.

알고리즘1 - Period Monitoring Traffic Marking
data(t-2T) : 두 주기 이전에 측정된 데이터 data(t-T) : 이전 주기에서 측정된 데이터 data(T) : 현재 측정된 데이터 Red_count : 연속적으로 RED로 마킹되어 전송된 패킷 개수 Red_THRE : 연속해서 RED로 마킹되어 전송되는 최대 패킷 개수
Initialize : Red_count = 0; Red_THRE = α;
Period Monitoring Data 생성시 : if (data(t-T) - data(t) / max(data(t-T), data(t)) < α) { if (data(t-2T) - data(t) / max(data(t-2T), data(t)) < α) { Priority_Field = "RED"; Red_count++; } else { Priority_Field = "YELLOW"; Red_count = 0; } else { Priority_Field = "GREEN"; Red_count = 0; } }

그림 3. 주기적 모니터링 트래픽 처리 알고리즘
Fig. 3 Control Algorithm for Periodic Traffic

따라서 이전 데이터와의 차이가 적은 경우에는 지연이나 신뢰성보다는 에너지 효율성을 고려하여 QoS 레벨을 지정하고, 이전 데이터와의 차이가 큰 경우에

는 지연과 신뢰성을 보장하도록 QoS 레벨을 지정하여 전송함으로써, 응용 서비스에 중대한 영향을 미치지 않고, 에너지 효율성을 보장할 수 있다. 이전 주기에 전송한 데이터와 새롭게 측정된 데이터의 차이에 따라 패킷에 대한 우선 순위를 마킹한다. 세부적인 마킹 알고리즘은 그림 3과 같다. 소스 노드는 이와 같이 마킹한 Priority Field에 따라 경로를 설정한다. 기존 프로토콜과 같이 최단경로만으로 패킷들을 전송한다면 최단경로 안의 노드로만 패킷들이 몰리는 경향이 나타나 네트워크 혼잡이 발생하면서, 그 외의 최단경로에 들어가지 않은 노드들은 많은 자원이 대기상태에 있게 된다. 같은 네트워크상에서 한쪽은 혼잡이 발생해 패킷들이 계속 버려지므로 신뢰성과 적시성이 떨어지고 한쪽은 들어오는 패킷이 얼마 되지 않아 해당 자원들이 사용되지 않고 기다리는 대기 상태에 놓이게 되어 자원 활용이 비효율적이게 된다. 본 논문에서 제안하는 프로토콜에서는 'Green'은 최단경로로 경로를 설정하여 전송하고, 나머지 'Yellow'와 'Red' 패킷은 최단거리가 아니지만 그 외의 경로를 통하여 전송한다. 이 경우 'Yellow'와 'Red' 패킷이 최단거리를 사용하지 않으므로 적시성에 맞지 않다고 생각할 수 있지만, 패킷이 몰리지 않는 상대적으로 한가한 경로를 사용하다보니 중간 노드들에서 Queueing Delay, Processing Delay가 낮아 결과적으로 적시성 면에서 더 높은 성과를 가져올 수 있다. 또한 중간 노드가 한가하다보니 손실되는 패킷의 수도 적어 신뢰성 면에서도 효과적이다. 이렇게 'Yellow'와 'Red' 패킷이 여분의 경로를 사용하면 'Green' 패킷이 사용하는 최단 경로 또한 자원 활용에 더욱 여유가 있게 되어 전체적으로 전송률이 향상되게 된다.

3.3. 중간 노드의 처리 알고리즘

초기 경로 설정이 이루어지고 나면 패킷은 실제 네트워크상에 들어서게 된다. 모든 노드들은 1개의 queue 사용하고, 하나의 queue 에 green, yellow, red 마팅된 모두 패킷이 저장된다. 중간노드에서의 혼잡 레벨은 queue 점유율을 통해 결정되며, 전송할 다음 패킷을 꺼내어 다음 노드로 전송할 것인지 아니면 해당 노드에서 폐기할지는 3-color 큐 관리 메커니즘을 통해 결정한다. 정상적으로 전송하기로 판단되면,

queue 점유율이 α 이하이면 모두 패킷을 최적의 경로로 전송하고, queue 점유율이 α 이상이면 green 패킷은 최적의 경로로 전송하고, yellow, red 패킷은 랜덤 함수 발생하여 최적의 경로 또는 제2의 경로로 전송하도록 경로를 지정한다. 그림 4에 중간 노드의 큐 관리 메커니즘에 대해 상세히 나타내었다.

알고리즘 - Congestion avoidance & Routing

```

if (Priority Field = "Green")
{
    avg_green = calculate Green queue size;
    calculate probability P_green;
    if (P_green < min_green)
        forwards packet to shortest path;
    else (min_green < P_green < max_green)
    {
        P = random();
        if (P_green < P)
            forwards packet to shortest path;
        else
            drop this packet;
    }
    else
        drop this packet;
}
else if Priority Field = " Yellow"
{
    avg_yellow = calculate Green queue size &
    Yellow queue size;
    calculate probability P_yellow;
    if (P_yellow < min_yellow)
        forwards packet;
    else (min_yellow < P_yellow < max_yellow)
    {
        P = random();
        if (P_yellow < P)
            forwards packet to path;
        else
            drop this packet;
    }
    else
        drop this packet;
}
else
{
    avg_red = calculate average queue size;
    calculate probability P_red;
    if (P_red < min_red)
        forwards packet to path;
    else (min_red < P_red < max_red)
    {
        P = random();
        if (P_red < P)

```

```

    forwards packet to path;
  else
    drop this packet;
  }
  else
    drop this packet;
}
    
```

그림 4. 중간 노드의 처리 알고리즘
Fig. 4 Processing Algorithm of Intermediate Node

IV. 성능 분석 및 결과

4.1. 실험 환경

본 논문에서 제안한 메커니즘에 대한 성능 평가는 시뮬레이션 방법을 통하여 수행하였다. 그림 5는 시뮬레이션의 노드 구성도이다

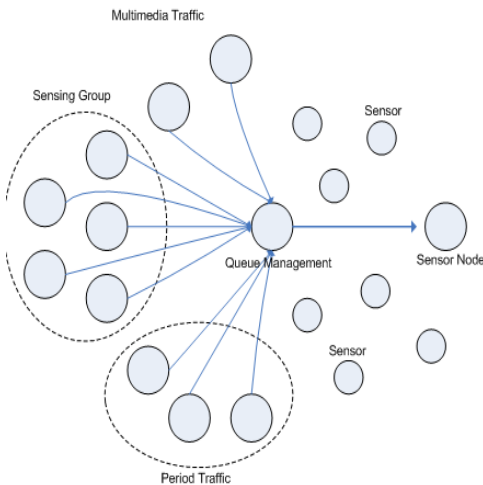


그림 5. 시뮬레이션 노드 구성도
Fig. 5 Configuration of Simulation Nodes

시뮬레이션 스크립트는 CPU가 Intel Core 2 Quad Q9300 2.5GHz이고, RAM 2GB, 운영체제 Fedora Core 10, Kernel 2.6.27.38, gcc 4.3.2-7 환경에서 개발되었다. 서비스 타임은 평균 100ms이고 지수 분포를 따른다고 가정하였다. 주기적 트래픽은 1초마다 발생하도록 하였고, 이벤트 트래픽은 random 함수를 발생하여 평균 5초 마다 Poisson 분포를 따른다. 멀티미디어 트래픽은 낮은 해상도의 MPEG2 영상을 초당 50 Kbps로 전송한다. 베이스 트래픽은 FTP 트래픽으로

초당 100 Kbps를 전송한다. 노드 수는 9개로 설정하고 그중 4번 노드를 헤더노드로 설정한다. 실제 센서 네트워크에서는 모든 노드가 주기적 트래픽, 이벤트 트래픽, 멀티미디어 트래픽을 발생시키지만 본 논문에서는 좀 더 효과적인 결과 분석을 위해 각 노드의 역할을 구분하였다. 1, 2, 3번 노드는 주기적 트래픽, 4, 5, 6, 7, 8번은 이벤트 발생 트래픽, 9번은 멀티미디어 트래픽을 발생한다고 가정하여 시뮬레이션을 실행한다. 시뮬레이션 방법은 같은 노드 구성에서 기존 메커니즘과 본 논문에서 제안하는 메커니즘과 비교하였다. 먼저 기존의 메커니즘은 No marking의 Droptail FIFO Queue 방식이고 본 논문에서 제안하는 메커니즘은 3 Color Marking의 3 Color RED Queue 방식이다. 구성도의 각각 노드들이 해당 트래픽을 발생하여 보냈을 때 패킷의 중요도에 따른 도달률을 비교하여 성능을 분석하였다.

4.2. 시뮬레이션 결과 및 분석

표 1은 시뮬레이션 결과 중에서 기존의 우선순위 없는 Droptail FIFO 방식의 큐 메커니즘과 본 논문에서 제안하는 3 Color 마킹 3 Color 큐 메커니즘의 전체 전송률을 비교한 것이다. 표에서 알 수 있듯이 전체 전송률에는 큰 차이가 없다.

표 1. 전체 전송률 비교
Table 1. Comparison of Total Throughputs

No Marking Droptail FIFO Queue Mechanism	3 Color Marking 3 Color Queue Mechanism
50.31 %	47.08 %

패킷의 중요도에 따른 전송률을 기존 메커니즘과 본 논문에서 제안한 메커니즘을 비교하여 그림 6에 나타내었다. 먼저 No marking의 Droptail FIFO 큐 방식의 기존 메커니즘을 적용하였을 때의 전체 전송률은 50.31%가 나왔다. 이 방식은 우선순위를 따로 설정하지 않는 방식이기 때문에 그림 6 에서 보면 패킷의 중요도에 따른 전송률은 Green은 41.98%, Yellow는 40.32%, Red는 57.75% 이며, 평균적으로 40~50%로 나타났다. 심지어 패킷의 양이 많은 Red 패킷의 전송률이 더 높게 나타났다. 이에 비하여 본 논문에서 제

시한 3 Color Marking의 3 Color RED Queue 방식의 메커니즘은 전체 전송률이 47.08%로 기존 메커니즘에 비하면 약간 낮게 나왔다. 전체 전송률의 측면에서는 기존 메커니즘보다 성능이 낫다고 해석할 수도 있지만 패킷의 중요도에 따른 전송률을 보면 Green은 98.18%, Yellow은 30.08%, Red는 29.29%의 결과를 보이고 있다. 전체 전송률 47.08%의 대부분이 Green에 해당하는 것을 알 수 있다.

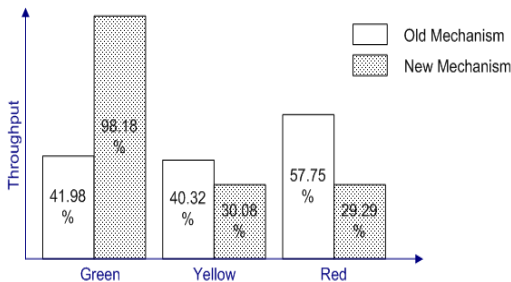


그림 6. 우선순위별 전송률 비교
Fig. 6 Throughput Comparison (Priority)

개개 노드에서의 전송률을 비교해 보면 전체 전송률과 마찬가지로 본 논문에서 제시한 메커니즘은 Green 패킷에 대하여는 높은 전송률을 보장한다. 이에 반해 기존의 메커니즘은 여전히 Green, Yellow, Red와 상관없이 전체적으로 비슷한 결과를 보여주고 있다. 따라서 네트워크 상황이 혼잡할 경우에는 이전 데이터와 차이가 크지 않는 주기적 패킷들이 우선적으로 폐기되고, 이전 전송한 데이터와 차이가 큰 패킷들은 혼잡시에도 매우 높은 확률을 가지고 싱크노드로 전달되므로, 패킷 중요도에 따라 차별화된 서비스 품질을 지원할 수 있음을 알 수 있다.

V. 결론

무선 센서 네트워크는 다수의 센서 노드로 구성되며, 센서 노드들의 협력 작업을 통해 하나의 공통 작업을 수행한다. WSN의 트래픽은 주기적인 모니터링 트래픽, 이벤트 발생 트래픽 및 쿼리 기반 트래픽으로 분류된다. WSN에서 QoS 보장을 위한 트래픽 제어 기능은 패킷 마킹 기능과 큐 관리 메커니즘으로 구성된다. 패킷 마킹 알고리즘은 소스에서 해당 패킷

을 마킹하여 싱크 노드를 향해 전송한다. 큐 관리 메커니즘은 중계 노드에서 수행되는 기능으로서, 전송 큐의 점유율에 따라 각각의 패킷의 전달 또는 폐기 여부를 결정하는 기능을 수행한다. 본 논문은 WSN의 트래픽을 분류하고, 발생 빈도는 낮지만, 다수의 센서노드들이 일정한 간격으로 트래픽을 생성하기 때문에 전체 트래픽 관점에서 볼 때 많은 비중을 차지하고 있는 주기적 모니터링 트래픽에 대해서 에너지 효율적으로 처리할 수 있는 네트워크 프로토콜의 트래픽 제어 알고리즘에 대해 제안하고, 이에 대한 성능을 분석하였다. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 시뮬레이션방법을 통해 다양한 네트워크 상황에서 적용 가능성에 대한 성능 분석이 필요하다.

감사의 글

본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역 혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임. "본 논문은 지식경제부의 대학IT연구센터 지원사업의 지원결과로 수행되었음."(IITA-2009-(C1090-0902-0047))

참고 문헌

- [1] I. F. Akyildiz, S. Weilian, S. Yogesh and C. Erdal, "A Survey on Sensor Networks", IEEE Communication Magazine, 2002.
- [2] 채동현, 한규호, 임경수, 안순신, "센서네트워크의 개요 및 기술 동향", 정보과학회지 제 22권 제 12호, 2004.12.
- [3] I. Demirkol, C. Ersoy, and F. Alagöz, "MAC Protocols for Wireless Sensor Networks: a Survey", Communications Magazine, IEEE, Volume 44, Issue 4, Page(s):115 - 121 April 2006.
- [4] E. Deborah, H. John, Y. We, "An energy-efficient MAC protocol for wireless sensor Networks", in proceeding of the IEEE INFOCOM : 1567~1576, 2002.
- [5] P. Lin, C. Qiao, and X. Wang, "Medium Access Control with a Dynamic Duty Cycle for Sensor Networks", IEEE Wireless Commun. and Networking Conf., Vol.3,21-25 : 1534~1539, Mar. 2004.
- [6] T. He, J. Stankovic, C. Lu, and T. Abdelzaher. SPEED: A stateless protocol for

real-time communication in sensor networks. In Proc. 23rd International Conference on Distributed Computing Systems, pages 46 - 55, May 2003.

- [7] E. Felemban, C-G. Lee, E. Ekici, R. Boder, and S. Vural. Probabilistic QoS guarantee in reliability and timeliness domains in wireless sensor networks. In Proc. IEEE INFOCOM, pages 2646 - 2657, March 2005.

저자 소개



김정혜(Gil-dong hong)

2002년 2월 순천대학교 컴퓨터교육과 졸업 (이학사)
 2010년 2월 순천대학교 대학원 컴퓨터과학과 졸업(이학석사)

※ 주 관심분야 : WSN, 인터넷 QoS



이성근(Sung-Keun Lee)

(교신저자)
 1985년 고려대학교 전자공학과 졸업(공학사)
 1987년 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업(공학석사)

1995년 고려대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학박사)

2004년 ~ 2005년 : UC Davis 컴퓨터과학과 방문교수
 1997년 ~ 현재 순천대학교 멀티미디어공학과 교수
 ※ 주 관심분야 : WSN, 멀티미디어 통신, 인터넷 QoS



고진광(Jin-Gwand Koh)

1982년 홍익대학교 컴퓨터공학과 졸업 (이학사)
 1984년 홍익대학교 컴퓨터공학과 졸업1 (이학석사)

1997년 홍익대학교 컴퓨터공학과 박사
 1997년 - 1998년 Oregon State University. 컴퓨터공학과 방문 교수
 2001년 3월~2002년 8월 순천대학교 정보전산원장
 2005년 3월~2007년 2월 순천대학교 공과대학장, 산업대학원장
 ※ 주 관심분야 : RFID/USN, 데이터베이스, 전자상거래 보안, 인터넷 QoS.



박재성(Jae-Sung Park)

1992년 2월 동신대학교 멀티미디어공학과 졸업 (공학사)
 2009년 2월 조선대학교 대학원 정보통신공학과 졸업(공학석사)

현재 : (주) 한컴네트워크 대표이사
 ※ 주 관심분야 : WSN, 인터넷 QoS