

의료분야에서 멀티캐스트 통신을 지원하는 셀 기반의 안전한 센서 네트워크 구조*

성지연** · 최주영** · 김명주***

요 약

환자의 이동성과 경제적인 의료서비스를 제공하는 미래의 원격의료시스템으로서 유비쿼터스 센서 네트워크(USN) 구조를 제시한다. 본 USN 구조는 계층적 라우팅과 평면 라우팅을 집합하여 개선한 것으로서 멀티캐스팅 통신을 지원하는 셀 기반의 안전한 4계층 구조이다. 본 구조에서는 환자의 개인정보 보호 및 안전한 의료정보를 위하여 경량의 PKI 기반 보안 통신 프로토콜을 채택하고 있으며 이에 따른 핵심 통신 과정을 함께 제시하였다.

A Cell-based Secure Sensor Network supporting Multi-casting Communication for the Application of Telemedicine*

Ji Yeon Sung** · Ju-Young Choi** · Myuhng-Joo Kim***

ABSTRACT

We propose a specific ubiquitous sensor network (USN) architecture as a promising candidate of the future telemedicine model which offers the patient's mobility and more cost-efficient medical care system. This new USN architecture is a kind of cell-based secure sensor network supporting encrypted multi-casting communications and it has a hybrid routing protocol by adapting flat routing to hierarchical routing. For the patient's privacy and the protection of patient's vital information from eavesdropping, we adopt a lightweight PKI-based secure communication protocol with some formal presentation on its core procedure.

Key words : Ubiquitous Sensor Network, Telemedicine, Security

* 본 연구는 2005년도 서울여자대학교 바롬 학술연구비 지원에 의하여 수행되었습니다.

** 서울여자대학교 대학원 컴퓨터학과

*** 서울여자대학교 정보미디어대학 정보보호학 전공

1. 서 론

오늘날 네트워크에 대한 의존도와 규모가 커지고, 통신 선로의 고속화 및 대량화가 이뤄짐에 따라 네트워크에서 발생하는 트래픽의 양은 더욱더 증가하게 되었고, 이로 인한 병목현상과 시스템 장애 등으로 인해 응답 속도의 저하뿐만 아니라 네트워크 전체의 다운 현상까지도 초래하고 있다. 이러한 상황은 네트워크 관리에 대한 요구를 증대시키고 있다[1-3].

센서 네트워크는 네트워크 시스템 중 최근에 생겨난 분야이다. 이 센서 네트워크는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구현하기 위한 기술 중 하나로서, 다수의 센서 노드로 이루어진 네트워크를 말한다. 각 센서 노드는 주변의 환경을 감지하여 정보를 수집하게 된다. 환경감시, 야생동물 관찰, 군사감시 등 특정지역의 정보를 수집, 처리를 위하여 연구 및 개발되고 있으며, 최근에는 센서 기기들의 소량화, 대량 생산화되고 네트워크의 기술이 발전에 따라 그 응용기술이 폭발적으로 증가할 것으로 기대한다[1].

응용기술의 하나로서 의료부분에서의 센서네트워크는 환자에게 긴급한 상황이 발생하거나, 재난, 재해로 인하여 다수의 부상자가 발생했을 때 좀 더 효율적으로 환자의 상태에 따라 치료할 수 있도록 해준다. 일상생활에서는 환자가 병원 안과 밖을 이동할 때도 환자에 대한 모니터링이 가능해지고, 지속적이고 꾸준한 데이터를 병원에 전송함으로써 병원에서 진료를 받기 위해 기다리는 시간을 줄일 수 있다.

일반적인 센서 네트워크의 경우 센서가 고정되어 있어 적은 데이터를 전송하는데 중점을 두지만 의료부분에서 모니터링의 경우 높은 데이터 전송율과 신뢰성 있는 통신 그리고 다수의 수신자를 허용해야 한다. 이러한 차이점에 의하여 각각의 경우에 적합한 요구사항이 다르게 된다.

우리는 심근경색, 협심증, 파킨슨병 등 장기적

인 질병이나 일상생활에 크게 영향을 받지 않는 질병의 경우 환자에게 무선 센서로 이루어진 심전도, pulse oximeter, 이동분석을 위한 센서와 이들의 데이터를 종합하여 데이터 저장, 분석 및 통신을 할 수 있는 착용 가능한 센서를 부착한다. 의사와 간호사는 소형단말기를 통하여 이동할 때에도 환자의 데이터를 받고 신호에 대한 상황을 체크할 수 있는 시스템을 기본으로 환자와 의사 등이 이동 시 환자의 상태를 모니터링 할 수 있는 좀 더 현실적이고 빠르고 정확한 데이터 전송을 위한 구조를 제시하고자 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 연구배경을 설명하고 3장에서는 관련연구에 대한 분석결과를 제시한다. 4장에서는 본 논문의 내용인 멀티캐스트를 지원하는 셀 구조를 기반으로 하는 구조를 제안하며 5장에서는 결론과 더불어 앞으로의 연구방향을 제시한다.

2. 연구 배경

작고 착용 가능한 센서가 개발됨으로서, 기존에 사용하고 있는 의료분야보다 좀 더 다양한 측면에서 의료분야에 센서 네트워크 적용을 증가시키고 있다. 이러한 센서 네트워크를 적용하여, 응급 상황 시 환자의 vital sign을 꾸준히 측정할 수 있게 된다. 측정된 데이터를 이용하여 먼저 치료해야 할 환자를 분류할 수 있고, 선별된 환자를 우선적으로 치료할 수 있다. 이렇게 환자를 모니터링 하는 것에는 환자가 병원 혹은 집에서 이동할 때의 환자의 상태를 파악하는 것을 포함하여 환자의 상황을 수시로 모니터링 할 수 있게 한다.

의료 어플리케이션에서의 센서 네트워크로는 심전도, pulse oximeter, blood pressure monitor 등의 기기에서 이미 기술이 사용되고 있다. 이러한 것들은 일부 802.11를 응용하여 사용하고 있으나 단지 “코드를 쓰지 않는다”는 의미의 무선기술

을 사용한다[2, 6]. 실제로 무선 환경에서의 멀티 홉 라우팅을 통한 모니터링을 하기 위해서는 환자나 의사가 장착할 수 있는 저 전력의 센서가 필요하다. 이러한 점에 의해 블루투스나 802.15.4 표준에 따르는 저 전력의 단일 칩 무선통신은 의료센서의 발전을 촉진시키게 되었다[3-4].

응급 시 환자와 의사간의 빠른 데이터 전송을 위하여 멀티캐스트를 지원하는 의료시스템에서의 센서 네트워크는 보편적인 센서 네트워크와 요구 사항이 다르다. 그중 몇 가지를 살펴보면, 첫째, 센서는 환자의 몸에 착용이 가능해야 하므로 크기가 작아야 하고 어플리케이션 역시 적은 저장장치를 가지고 있기 때문에 그에 알맞은 어플리케이션이 필요하다[5]. 둘째, 의료부문에서는 환자의 데이터가 환자를 치료하는데 중요한 역할을 하기 때문에 데이터의 유효성이 중요시되고 그와 동시에 통신의 간섭 등으로 인하여 패킷이 유실되는 것을 방지하여 신뢰성 있는 데이터 전송이 이루어져야 한다. 이러한 통신상의 문제점은 대역폭의 한계와 센서에 전적으로 의존적이기 때문에 풀기 어려운 문제점으로 남아있다. 셋째, 환자로부터 주어지는 데이터는 여러 명의 의사와 간호사가 전달 받아야 한다. 이것은 네트워크에서의 멀티 캐스트를 지원하는 것으로 볼 수 있다. 그리고 멀티 네트워크를 지원하는 멀티 홉 라우팅을 기반으로 하는 경우 환자나 의사가 이동할 때 이루어지는 각 디바이스의 이동으로 나타나는 링크채널의 변경을 볼 수 있다[2, 7-10].

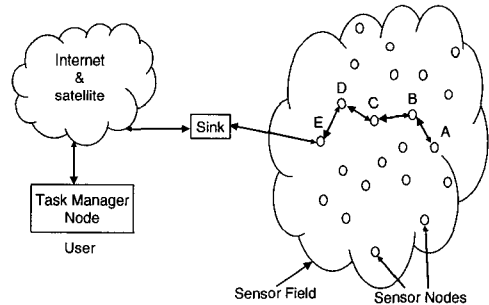
3. 관련 연구

일반적인 센서 네트워크의 통신 구조를 보면 센서는 센서가 배포되어 있어야 하는 센서 필드 안에 뿌려져 있고 이렇게 뿌려진 센서들은 데이터를 수집하는 기능을 한다. 이렇게 수집된 데이터는 Sink노드로 전달되고 인터넷 등을 통하여 마

지막 사용자에게 전달되어 진다. 그리고 각 센서 노드가 이동하거나 전력이 거의 다 소모되었을 때 Mac 프로토콜을 이용하여 주변의 센서들에게 자신의 존재여부나 전원이 다되어 더 이상 라우팅에 참여할 수 없음을 알리게 된다[1].

센서노드와 조절기(controls), 프로세서에게 분산 네트워크와 인터넷 접근을 제공하는 무선 통합 네트워크 센서(WINS : Wireless Integrated Networks Sensor)[13]는 센서간의 멀티 홉 통신을 제공하고, 저 전력을 사용하는 장점을 가지고 있다.

WINS노드는 주변의 환경 데이터 등의 데이터를 수집하고 이 데이터를 WINS 게이트웨이 노드에게까지 홉-바이-홉으로 데이터를 전달한다.



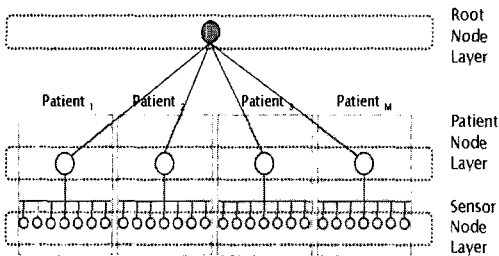
(그림 1) 센서 필드에서 센서 노드

위의 (그림 1)에서 보면 A, B, C, D는 WINS노드가 되어 WINS노드에서 얻은 데이터 WINS노드를 사용하여 WINS의 게이트웨이 역할을 하는 Sink노드에게 데이터를 전달하게 된다. 이렇게 하여 게이트웨이 노드에 전달된 데이터는 인터넷 등을 통하여 사용자에게 전달되어진다.

무선 센서 네트워크에서 적용되는 알고리즘은 위에서 본 바와 같이 센서간의 통신을 하는 계층적 라우팅(Hierarchical routing)과 게이트웨이와 센서간의 통신인 평면 라우팅(Flat routing) 두 가지로 분류되고 이러한 라우팅 방법은 의료 환경에서도 적용되고 있다[1].

3.1 의료 환경에 적용시키는 센서 네트워크의 계층적 라우팅(Hierarchical routing)

의료분야에 계층적 구조를 적용 시켰을 경우 센서노드와 환자(Patient)노드, 루트 노드로 이루어지게 된다.



(그림 2) 분산 무선 센서 네트워크에서의 3계층 트리구조

(그림 2)에서처럼 가장 아래에 위치한 센서 노드는 환자의 몸에 부착되어 환자의 vital sign 등의 데이터를 측정하고, Patient는 하부의 센서 노드와 Patient노드, Patient노드와 상위계층의 루트 노드 간의 무선채널을 통한 통신이 가능하도록 하며, 개개의 센서간의 통신 시 대역폭을 조절하는 역할을 한다[14].

이러한 계층적 라우팅은 센서 노드가 보내야 할 데이터가 많아질 경우 센서 노드 레이어와 Patient노드 레이어 간의 전송, Patient노드 레이어와 루트 노드 레이어 사이의 전송에서 대역폭의 한계로 인한 병목현상이 발생될 수 있다. 그로 인하여 긴급히 전달되어야 하는 데이터의 전송 속도가 늦어질 수 있다.

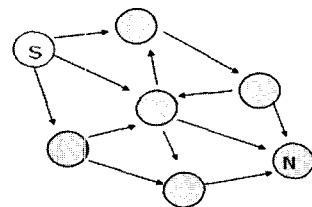
환경 감시, 조사 등 센서의 데이터가 일부 유실되거나 전송속도가 느려도 데이터 분석에 영향을 적게 받는 분야에서는 가능하다. 그러나 환자가 응급할 경우 신속하게 데이터를 보내야 하는 의료 분야에서는 데이터가 유실되거나, 데이터 전송속도가 늦는 경우는 큰 단점이 될 수 있다. 또한 이

경우 센서 노드의 데이터를 전달하는데 있어 Patient노드에 많이 의존이 되기 때문에 Patient노드의 고장이 발생하면 데이터를 전달할 수 있는 방법이 없어지게 된다.

3.2 의료 환경에 적용시키는 센서 네트워크의 평면 라우팅(Flat routing)

계층적 구조에서는 데이터를 중심으로 하지만 실제 센서에서는 중심부에 데이터를 모을 수 있도록 센서가 구조적으로 배치되는 것이 아니다. 그래서 데이터를 전송 할 때 강제적으로 Sink노드에 연결을 시켜야만 한다. 센서가 이동을 할 경우 이동센서의 토폴로지는 수시로 변화되고 그로 인하여 데이터 유실이 생겨 데이터 전송 실패가 생길 수 있다. 이러한 점들을 보완하여 데이터를 안전하게 전송 할 수 있는 방법들이 연구되고 있다.

평면 라우팅은 센서 필드 전체를 하나의 영역으로 인식하여 영역내의 모든 센서 노드들이 동등하게 라우팅에 참여할 수 있도록 하는 것이다. 그러기 위해서는 Sink노드는 주변 노드들에게 자신의 위치나 라우팅 정보를 브로드캐스트 해야 하고 이 데이터를 받은 노드들은 데이터를 가지고 있어야 한다. 데이터의 이동은 주변 노드들이 가지고 있는 최적의 경로를 따라 Sink노드로 경로가 설정된다[15]. 이러한 구조로 움직이는 평면 라우팅은 센서의 움직임과 토폴로지의 변화에 유연하게 대처할 수 있는 장점을 가지고 있다(그림 3).



(그림 3) 소스노드(S)로부터 Sink노드(N)까지의 경로

평면라우팅 구조를 응용한 CodeBlue 프로젝트를 통하여 병원 내에서 환자를 모니터링 하는 실험이 이루어지기도 하였다[2]. 이 연구는 의료센서를 mote기반으로 만들고[6], 환자가 착용할 수 있는 센서(Pluto)를 만들어 실험에 사용하였다. Pluto는 저 전력을 사용하는 802.15.4 프로토콜을 사용하며 Tmote Sky를 기반으로 하여 작고 가볍다. Tiny OS와 호환되고 환자의 vital sign 정보등 모니터링에 필요한 데이터를 저장할 수 있는 iRevoke를 사용한다[5]. 라우팅을 위해서는 평면계층 라우팅을 기본으로 Tiny ADMR을 사용하였다. EKG 등의 의료 센서가 환자의 데이터를 측정하고, 그 데이터는 Pluto에 저장되고 처리되어 응급상황인지를 판단한다. 응급상황의 경우 Pluto가 가지고 있는 주변 Pluto들의 라우팅 상황을 보고 가장 가까운 의사나간호사들에게 홉-바이-홉으로 멀티캐스트 통신을 하게 된다. 이 연구는 환자가 자유롭게 이동할 수 있는 상황에서 환자의 상황을 모니터링 함으로써 질병에 대한 징후를 미리 알고 즉각적으로 의사나 간호사들에게 알릴 수 있는 장점을 가지고 있다[2, 7-10, 12].

하지만 실험 결과에서 볼 수 있듯이 환자와 의사가 1:1 통신인 경우 홉의 수가 늘어날수록 데이터의 전송률이 떨어지고, n:1인 경우보다 n:n인 경우 좀 더 나은 결과를 가져왔다. 이 결과는 사용된 라우팅 프로토콜이 멀티캐스트를 기반으로 하는 프로토콜이기 때문이다. 데이터를 전송할 때 고정된 노드 없이 Pluto간의 통신이 이루어짐에 따라 이동성이 많아지고 거리가 멀어질수록 데이터 전송률이 떨어지는 것을 알 수 있다. 데이터를 정확하게 전달하지 못하기 때문에 실제 의료 상황에 적용시키기에는 현실성이 떨어진다.

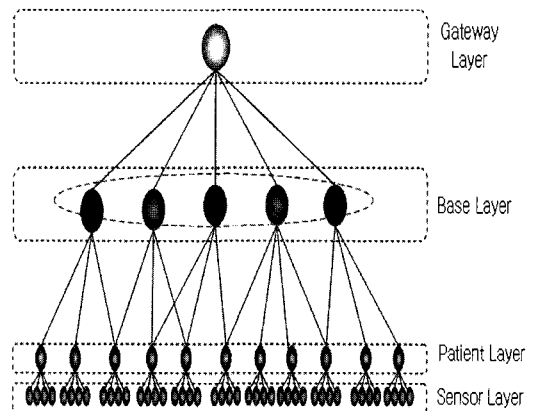
3.3 센서 네트워크에 적용되는 보안기술

센서 네트워크는 센서의 계산능력, 전원공급의 한계라는 제한적인 특징 때문에 보안측면에 있어

일반 무선 네트워크 보안 기법을 적용시키는 것에는 한계가 있다. 이러한 취약점을 해결하고자 현재 진행되고 있는 보안 기술 분야로는 키 분배 및 관리, 인증, 보안을 위한 기법 등이 있다. 대표적인 보안방법으로 센서 노드와 베이스 노드가 미리 1:1로 비밀 키를 보유한다는 가정 하에 단방향 해시함수와 μ TESIA를 사용하는 그룹 키 전달 메커니즘과 데이터의 기밀성을 제공하는 SNEP(Secure Network Encryption Protocol)과 브로드캐스팅 되는 데이터에 대한 인증을 담당하는 μ TESIA구조로 이루어진 SPINS(Security Protocols for Sensor protocol) 인증기법 등이 있다[16].

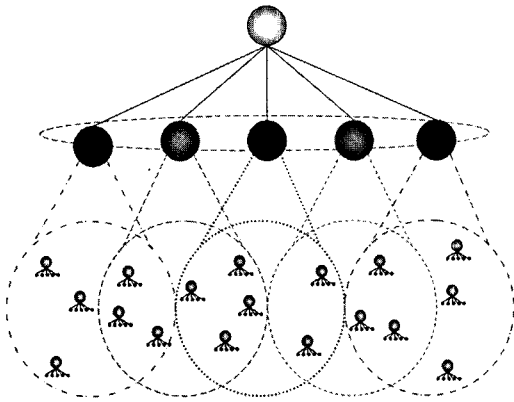
4. 멀티캐스트 통신을 지원하는 셀 기반의 4계층 구조 제안

의료시스템에서는 데이터의 빠르고 정확한 전달력이 중요시되면서 계층적 라우팅 혹은 평면라우팅을 사용했을 경우 현실성이 떨어진다. 이 두가지 라우팅의 단점을 보완하면서 좀 더 현실성 있게 보완하기 위하여 멀티캐스트 통신을 지원하는 셀 기반의 4계층 구조를 제안한다.



(그림 4) 4계층 구조

제안한 구조는 (그림 4)에서처럼 4계층이 이루어져 있으며, (그림 5)는 셀 영역이 서로 중복되어 베이스 계층이 환자 계층을 공유함을 보여준다.



(그림 5) 셀 구조

환자가 4계층의 기본 센서노드들과 환자노드를 몸에 장착하고, 병원 안에는 이미 베이스 노드들이 영역이 서로 겹쳐지도록 배포되어있으며, 이 베이스 노드들은 유, 무선으로 게이트웨이 노드와 연결이 되어있다. 환자들은 셀 영역을 이동하면서 병원 내부를 마음껏 다닐 수 있다. 환자가 이동하면서 각 환자의 노드는 베이스 노드 간에 자신의 위치를 알려주면서, 일정범위가 넘어갈 경우 베이스 노드가 바뀌게 된다. 이것은 센서 네트워크의 로밍(roaming) 서비스를 의미한다. 또한 의사, 간호사와 환자들 사이에는 흡-바이-흡을 통한 직접적인통신을 함으로써, 빠른 데이터 전달을 하도록 하는데 기존연구에서 이러한 상황에서 환자와 의사, 간호사의 거리가 먼 경우 즉 흡의 수가 증가할수록 성능이 떨어지므로, 이러한 경우 베이스 노드를 통하여 위치한 영역으로 바로 전달함으로써 성능을 높일 수 있다.

4.1 센서 계층(Sensor Layer)

센서 계층은 EKG, 산소농도, 혈압측정을 위한

센서들을 링 구조로 부착되어있다. 센서는 데이터를 측정하여 상위 계층으로 전달하는 역할을 한다. 링 구조는 신뢰성과 효율을 보장함으로써 보안, 시스템 효율성에 있어 트리구조 보다 효과적이다. 이 구조에서 특정 센서가 역할을 못하게 될 경우, 다른 센서가 역할을 위임받아 하게 되므로 키 설정, 교환과정도 자동으로 이루어지게 된다[16].

4.2 환자 계층(Patient Layer)

환자 계층은 센서노드를 부착한 환자로부터 데이터를 수집해 저장, 처리하여 긴급한 상황여부를 판단하는 노드들이다. 각 노드들 간에는 네트워크의 ad hoc망처럼 이동에 유연하게 대처할 수 있도록 망이 변화하며 흡-바이-흡 통신으로 데이터를 직접 전달할 수 있다.

일반적인 상황에서 환자 계층은 상위 베이스 노드에게 자신의 신분과 위치를 알려주고, 긴급한 상황일 경우 환자노드끼리의 망을 구성하여 가장 가까이 있는 의사, 간호사를 호출 및 데이터를 전송하고 하고 그와 동시에 상위 노드인 베이스 노드에게도 데이터를 전달하게 되는데 이것은 멀티 흡 통신으로 인하여 데이터 전송이 지연되거나, 유실되는 것을 방지하고 빠른 시간 안에 정확한 정보를 전달하도록 한다. 또한 하나의 베이스 노드에 집중되면 병목현상이 발생될 수 있으므로 하나 이상의 베이스노드의 영역에 걸쳐져 있게 된다.

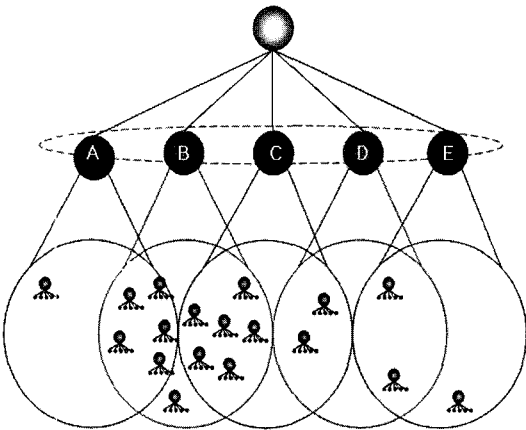
4.3 베이스 계층(Base Layer)

베이스 계층은 고정된 노드들로서 베이스 노드가 관리하는 하나의 통신지역(셀)이 존재하게 된다. 셀 안에는 환자계층의 노드들이 이동을 하며 베이스 노드는 환자노드들의 신분을 파악하고 일정 주기로 셀 안에 들어오고 나가는 환자 노드의 상태를 파악한다. 또한 베이스 노드들 간에도 평면적인 통신을 하는데, 데이터가 집중되어 하나의

베이스 노드의 대역폭이 포화상태가 되면 셀 안의 환자 노드의 일부를 가장 가깝고 자원이 여유로운 베이스 노드에 할당시키기도 한다.

4.4 게이트웨이 계층(Gateway Layer)

의사나 간호사가 더 많은 환자의 진료기록을 원할 경우나, 환자의 상태를 저장해야 할 경우 등 외부 망이나 데이터베이스 서버등과 연결이 필요할 때 그 연결을 할 수 있도록 중계 역할을 해준다. 이러한 구조를 가지고 환자가 많이 몰려있는 병실, 응급실 등에서 긴급 신호가 다수 발생하게 되었고 의사, 간호사는 환자와 거리가 영역에 있다고 가정한 상황에서 볼 때, 하나의 베이스 노드에서 모든 신호를 처리하고자 한다면, 처리할 수 있는 양에는 한계가 있으므로 한계치 이상의 데이터들은 전송이 느려지거나 버려지는 일(drop)이 발생 할 수 있다.



(그림 6) 셀 기반의 4계층 구조 예시

(그림 6)에서처럼 B영역에서 응급한 상황이 몰려 발생되었다면 셀 영역이 중복이 되었을 때는 데이터 전송률이 적은 A, C영역으로 중복된 부분 만큼 분배하여 신속 정확한 데이터 전송이 이루어 질 수 있도록 할 수 있다. 또한 의사와 간호사가

먼 거리인 D, E에 존재할 때 B영역의 환자와 흡-바이-흡으로 할 경우 다수의 흡을 거쳐야 하므로 성능이 떨어질 수 있음을 기존 연구를 보아 예측할 수 있다. 그래서 환자는 흡-바이-흡으로 보냄과 동시에 베이스 노드 B 혹은 분산된 A, C로 보내어 의사, 간호사가 존재하는 가장 가까운 셀 영역으로 판단되는 D, E영역으로 데이터를 전송함으로써 좀 더 빠르고 안전하게 데이터가 도착하도록 한다.

위에서 본 바와 같이, 4계층 구조는 환자 노드에서 데이터를 저장, 처리함으로써 환자를 모니터링 할 때 일반적인 3계층에서 루트 노드까지 데이터 요청 및 데이터 이동을 줄일 수 있다. 또한 병목현상으로 인하여 발생하는 데이터 지연도 막을 수 있다. 환자가 있는 공간을 고정된 베이스 노드에 의하여 중복되는 셀 영역으로 나눔으로써 전체 공간을 센서필드로 인식하여 라우팅하는 평면적 라우팅 방법보다 멀티-흡 라우팅을 하는 영역이 줄어든다. 이렇게 함으로써 좀 더 빠르고 정확하게 환자는 같은 셀 영역 안에 있는 의사에게 응급 상황을 전달할 수 있다.

셀 기반의 4계층 구조에서 보안적 측면을 감안한 프로토콜을 보면 기존의 보안기법을 응용시켜 적용 시킬 수 있다[16]. 효과적 설명을 위하여 다음과 같은 표기를 사용한다.

- 대칭키 K 에 의하여 암호화된 메시지는 $E_K(M)$ 이라고 표기한다.
- 환자노드의 공개키를 이용하여 암호화된 메시지는 $E_{PUBLIC_KEY}(M)$ 이라고 표기한다.
- 키 K 를 사용하여 카운터 C 에 대해 계산한 메시지 인증코드는 $MAC(K,C)$ 라고 표기한다.
- 노드 A 에서 노드 B 로 보내는 메시지로서 키 A 를 사용하여 암호화된 메시지는 $A \rightarrow B-E_A(M)$ 이라고 표기한다.
- 네트워크의 모든 노드들에게 보내지는 멀티캐스트 메시지는 $A \Rightarrow E_{PUB}(M)$ 이라고 표기한다.

- D_{id} : 각 센서가 가지고 있는 고유의 ID

센서 계층에서 모아진 환자 노드에서 데이터를 전송할 때, 각 환자노드에게 멀티캐스트를 보냄과 동시에 베이스 노드에 데이터를 보내는 과정을 보면 다음과 같이 정의된다.

$$\begin{aligned}
 &A \rightarrow BaseNode - E_{PUBKEY}(A_{D_{id}}, TimeStamp) \\
 &KEY_A(M) = MAC(A_{D_{id}}, TimeStamp) \\
 &BaseNode \rightarrow A - E_{KEY_A}(NodeId_A, R_A) \\
 \\
 &Time = System\ Time - Time\ Stamp \\
 &Time \leq TTL\ for\ Node\ A \\
 &BaseNode \Rightarrow E_{Symk}(BaseNode_{D_{id}}, TimeStamp) \\
 &A \rightarrow BS - E_A(PN_{D_{id}}, TimeStamp) \\
 &BS \rightarrow A - E_A(NodeId_{PN}, R_{PN}) \\
 &A \rightarrow PN - E_{PN}(NodeId_{PN}, R_{PN}, NodeId_{PN}, N_{D_{id}}, E_{A-PN})
 \end{aligned}$$

5. 결론 및 향후 연구과제

센서의 발달에 따라 센서 네트워크의 응용분야는 점점 넓어지고 있다. 의료분야에 센서 네트워크를 적용했을 때의 환자를 실시간으로 모니터링하고, 위험에 대한 징후 발생 시 즉각적으로 대응할 수 있는 시스템 구조에 대한 기존의 연구들을 비교, 분석해보았다. 그리고 단점들을 보완하고자 멀티캐스트를 지원하는 셀 기반의 4계층 구조를 제안했다. 이 구조는 환자들에게 빠른 치료를 제공할 수 있도록 하는데 있어 다른 구조의 단점을 보완하면서 현실에 적용 가능한 모델이다.

현실에 적용할 경우 환자에게 착용 가능한 센서를 부착하여 모니터링을 하면, 장기적인 질환을 가지고 있는 사람이나 급성질환을 나타낼 수 있는 사람의 예후를 통하여 항상 병원에 머물러있지 않아도 위험이 다가가기 전에 응급조치를 취하여 생명이 위험한 상황을 좀 더 줄이고 예방할 수 있게 될 것이다.

하지만 본 연구에서 의료정보에서 중요한 보안

부분에서는 HIPPA(Health Insurance Portability and Accountability Act)같은 의료 보안에 대한 정책적인 면도 고려를 해야 하며 더불어 데이터 보안, 인증 등에 대한 연구 및 실험이 더욱더 이루어져야 할 것이다.

본 논문에서 본 바와 같이 센서 네트워크 분야가 의료분야에 적용될 경우 환자들에게 돌아갈 이점은 크다. 또한 생명과 직결될 수 있는 문제이기 때문에 정확한 데이터를 주고받을 수 있는 시스템이 구축되어 진다면 좀 더 많은 생명을 구할 수도 있는 분야이다. 보안 분야가 강화되어 좀 더 현실성 있고 안전한 데이터 전달을 보장한다면 사람들을 이롭게 하는 큰 가능성을 지닌 분야이다.

참고 문헌

- [1] I. F. Akyildiz et al., "Wireless sensor networks : a survey", Computer Networks, Vol. 38, pp. 393-422, March 2002.
- [2] Victor Shnayder, Bor-rong Chen, Konrad Lorincz, Thaddeus R. F. Fulford-Jones, and Matt Welsh, "Sensor Networks for Medical Care", Harvard University Technical Report TR-08-05, April 2005.
- [3] Warren webb, "저속 무선네트워크의 미래는 밝다", www.ednkorea.com/article.asp?id=466
- [4] IEEE Standards 802.15.4- Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks(LR-WPANs), October 2003.
- [5] Will Tollefsen, Marissa Pepe, Dan Myung, Mark Gaynor, Matt Welsh, and Steve Moulton, "iRevive, a Pre-Hospital Mobile Database for Emergency Medical Services", International Journal of Healthcare Technology

- and Management(IJHTM), Summer 2004.
- [6] Thaddeus R. F. Fulford-Jones, Gu-Yeon Wei, and Matt Welsh, "A Portable, Low-Power, Wireless Two-Led EKG System In Proceedings of the 26th IEEE EMBS Annual International Conference, San Francisco, September 2004.
- [7] Konrad Lorincz, David Malan, Thaddeus R. F. Fulford-Jones, Alan Nawoi, Antony Clavel, Victor Shnayder, Geoff Mainland, Steve Moulton and Matt Welsh, "Sensor Network for Emergency Response : Challenges and Opportunities", IEEE Pervasive Computing, Special Issue on Pervasive Computing for Fire Response, Oct.-Dec. 2004.
- [8] David Malan, Thaddeus Fulford-Jones, Matt Welsh and Steve Moulton, "CodeBlue : An Ad Hoc Sensor Network Infrastructure for Emergency Medical Care", International Workshop on Wearable and Implantable Body Sensor Networks, April 2004.
- [9] "Wireless Sensor Networks for Emergency Medical Care", Presented at GE Global Research, March 2004.
- [10] Matt Welsh, Dan Myung, Mark Gaynor, and Steve moulton, "Resuscitation Monitoring With a Wireless Sensor Network", American Heart Association, Resuscitation Science Symposium, Supplement to Circulation: journal of the American Heart Association, October 2003.
- [11] J. G. Jethava and D. B. Jonson, "Adaptive Demand-Driven Multicast Routing in Multi-Hop Wireless Ad Hoc Networks", 2001 ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MobiHoc 2001), pp. 33-44, October 2001.
- [12] K. Lorincz and M. Welsh, "MoteTrack: A robust, Decentralized Approach to RF-Based Location Tracking", In Proceeding of the International Workshop on Location-and Context-Awareness(LoCA 2005) at Pervasive 2005, Oberpfaffenhofen, Germany, May 2005.
- [13] G. J. Pottie and W. J. Kaiser, Wireless integrated network sensors, Communication of the ACM, Vol. 43, No. 5. pp. 551-558, 2002.
- [14] P. Bauer, M. Sichert, R. Istefanian, and K. Premaratne, "The Mobile Patient : Wireless Distributed Sensor Networks for Patient Monitoring and Care", Proc. Of the First Annual IEEE Conference on Information Technology Applications in Biomedicine, pp. 17-21, 2000.
- [15] C. Intanagonwivat, R. Govindan, and D. Estrin, "Directed diffusion : a scalable and robust communication paradigm for sensor networks", Proceedings of the ACM MobiCom'00 Boston, MA, 2000.
- [16] Chaitanya Penubarthi, Myuhng-Joo, and Kim, Insup Lee, "Security in Sensor Networks for Medical Systems Torso Architecture", International Conference on Computational Science and its Applications (ICCSA2005), LNCS 3480, pp. 156-165, May 2005.



성 지 연

2002년 서울여자대학교
 컴퓨터공학과(공학사)
 2002년~2004년 (주)ODNK 연구원
 2005년~현재 서울여자대학교
 컴퓨터학과 석사과정



최 주 영

1999년 서울여자대학교
컴퓨터학과(이학사)
2003년 서울여자대학교
컴퓨터학과(이학석사)
2006년~현재 서울여자대학교
컴퓨터학과 박사과정



김 명 주

1986년 서울대학교
컴퓨터공학과(공학사)
1988년 서울대학교
컴퓨터공학과(공학석사)
1993년 서울대학교
컴퓨터공학과(공학박사)
1993년~1995년 컴퓨터신기술 공동연구소
특별연구원
2003년~2004년 미국 펜실바니아대학교(UPen)
객원 연구원
1995년~현재 서울여자대학교 정보보호학전공 교수