

원격의료지원을 위한 USN 라우팅 알고리즘에 대한 연구

A study of Routing algorithm of USN for the Telemedicine

윤찬영

계원조형예술대학

Yun Chan-Young

Kaywon school of art and design

요약

본 논문에서는 원격의료지원을 위한 Ubiquitous Sensor Network에서 생체신호를 효율적으로 전송하기 위하여 생체신호의 데이터 종류에 따라 전송 전력의 크기와 경로설정 빈도수를 변화시키는 새로운 라우팅 방안을 제안한다. 제안한 라우팅 알고리즘에서는 위급한 생체신호 트래픽에 대해서는 경로 설정 지연을 줄일 수 있도록 전송전력의 크기를 크게 설정하여 경유하는 홉수를 줄이고 경로 설정에 우선순위를 주며, 위급하지 않은 생체신호 트래픽에 대해서는 전송전력의 크기를 작게 설정하고, 경로설정 빈도수를 적응적으로 감소시킨다. 따라서 위급한 생체신호 트래픽에 대해서는 평균 홉수 및 호 블로킹 확률을 줄일 수 있어서 기존의 획일적인 전송전력의 크기를 사용하는 방안에 비해 복잡한 USN에서 위급한 생체신호의 QoS를 만족할 수 있을것이다.

Abstract

In this paper, we designed and proposed new routing algorithm that can support a variety of vital-sign traffic characteristic and could be applicable to USN for telemedicine by using adaptive transmission power level and increase frequency of routing request message. In proposed routing algorithm, when an emergency vital-sign traffic is applied, we use large transmission power to reduce route query response time and make the priority order in route process. On the other hand, for non emergency vital-sign traffic, we use low transmission power and adaptive decrease frequency of routing request message. which is insensitive to delay. The proposed scheme should be better QoS performance in complex USN than conventional method, which is performed based on uniform transmission power level

I. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous Computing) 환경에서 언제 어디서나 개인의 건강 상태를 평가할 수 있는 U-Health가 이루어지기 위해서는 지속적이고 주기적인 건강신호의 측정 및 모니터링을 수행하기 위한 USN 기술 개발이 필수적이다. 이러한 U-Health 환경에서의 생체신호 측정 및 모니터링은 사용자의 편리성과 더불어 측정 시스템의 정확성, 임상적 유의성 등 기존의 의료기기 기술 및 IT기술과의 접목을 통하여 새로운 패러다임을 요구하는 분야이다. 특히 USN은 다음과 같은 몇 가지 특성을 가지고 있다. 첫째, 센서 노드가 이동하는 경우, 네트워크 토폴로지의 변화를 가져온다. 이는 경로 정보 갱신을 야기 시켜 경로 관리를 복잡하게 하며, 경로 관리를 위한 경로 설정 제어 메시지는 네트워크의 오버헤드를 발생시킨다. 둘째, 이동 센서 노드들은 기본적으로 무선 인터페이스를 사용하여 통신을 하기 때문에 전송 대역폭 및 거리상의 제약이 있다. 셋째, 각 센서 노드는 반드시 이동성을 고려해야 하므로 에너지 사용에 대한 문제점이 발생한다[1][2][3].

이러한 문제점을 해결하기 위한 다양한 라우팅 프로토콜 및

클러스터링 기법들이 연구되고 있으며, 특히 센서 네트워크의 에너지 효율 향상을 위한 클러스터링 기법들이 대두되고 있다 [4][5][6][7][8]. 대표적인 클러스터링 기법으로 LEACH (Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy), TEEN (Threshold-sensitive Energy Efficient sensor Network protocol) 등이 있다[9][10][11]. 이러한 기법들은 센서 네트워크의 에너지 효율 향상을 위해 클러스터 헤더와 멤버간 계층적 구조의 클러스터를 구성하는 기법으로 제안한 기법과 유사하지만, 센서 노드의 에너지 소비를 수반하는 또 다른 요소인 센싱 파워 레벨을 고려하고 있지 않다[12]. 따라서 지속적인 센싱이 요구되는 U-Health의 계층장비나 환경에 적용하여 사용하기 어렵다. 이는 의료용 센서 장비들이 다른 환경의 센서 네트워크와 비교해 상대적으로 많은 에너지를 소비하기 때문에 센서 네트워크의 생존 시간이 짧아지는 문제를 가지며, 트래픽 속성을 고려하지 않았기 때문에 의료환경에 적용하기는 매우 곤란하다. 그러므로 본 논문에서는 원격의료지원을 위한 USN에서 생체신호를 효율적으로 전송하기 위하여 생체신호의 데이터 종류에 따라 전송 전력의 크기와 경로설정 빈도수를 변화시키는 새로운 라우팅 방안을 제안한다. 제안한 라우팅 알고리

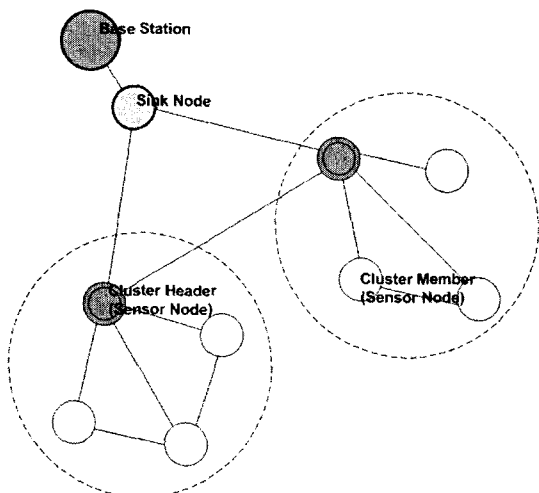
좁에서는 위급한 생체신호 트래픽에 대해서는 경로 설정 지연을 줄일 수 있도록 전송전력의 크기를 크게 설정하여 경유하는 홉수를 줄이고 경로 설정에 우선순위를 주며, 위급하지 않은 생체신호 트래픽에 대해서는 전송전력의 크기를 작게 설정하고, 경로설정 빈도수를 적응적으로 감소시킨다. 따라서 위급한 생체신호 트래픽에 대해서는 평균 홉수 및 호 블로킹확률을 줄일 수 있어서 기존의 확실적인 전송전력의 크기를 사용하는 방안에 비해서 개선될 것이다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 기존의 USN 경로설정 알고리즘에 대해서 설명하고 각각의 장단점에 대해 기술한다. 3장에서는 는 원격의료지원을 위한 USN에서 생체신호를 효율적으로 전송하기 위한 라우팅 방안을 기술한 후 마지막으로 4장에서 결론을 맺고자 한다.

II. USN 클러스터링 기반의 계층적 라우팅 프로토콜

경로 설정을 위한 라우팅 프로토콜의 주 목적은 네트워크내 전송 노드에서 목적 노드로 데이터를 전송에 하는데 있어 정확하고 최적화된 경로를 찾는 것이다 [13]. 특히, U-Health의 경우, 제한된 공유 자원을 가지고 네트워크내의 오버헤드 및 노드와 노드간의 전송 대역폭을 최적화를 수행해야 한다. 이를 위해 센서 네트워크에서는 인접 센서 노드간 클러스터화 함으로써 데이터 중복을 방지하고, 경로 설정의 단순화하며 에너지 소비를 효율적으로 관리하기 위한 계층적 라우팅 기법들이 연구되어졌다.

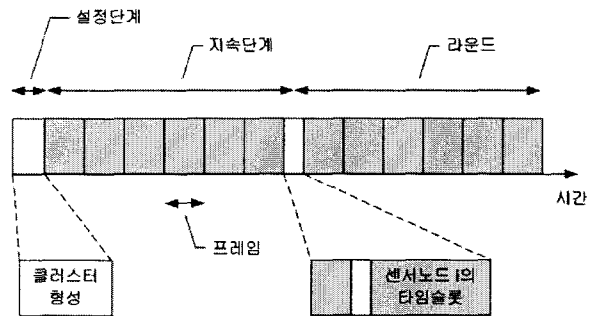
클러스터링 기반의 센서 네트워크는 아래 그림 1과 같은 유형으로 구성된다. 다음으로 센서 네트워크를 위해 제안된 대표적 클러스터링 기반의 계층적 라우팅 기법들을 살펴본다.



▶▶ 그림 1. 계층적 클러스터링 기반의 센서 네트워크

1. LEACH(Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy)

LEACH는, 클러스터 헤드가 클러스터의 멤버 노드들로부터 데이터를 수집하여 데이터 가공 과정을 통해 직접 싱크 노드로 전달하는 기법이다. 이 기법의 특징은 네트워크에 있는 모든 센서 노드들의 에너지 소비를 공정하게 분산시키기 위해, 에너지 집약적인 기능을 하는 클러스터 헤드를 무작위로 순환시키고, 클러스터내의 모든 데이터 처리 및 비용을 줄이기 위해 클러스터 헤드에서 모두 모아 지역적으로 가공하는 것이다.

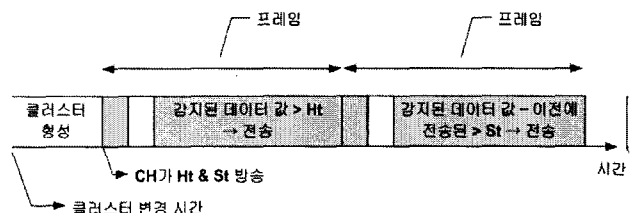


▶▶ 그림 2. LEACH의 타임라인

LEACH의 성능은 매 라운드마다 일정한 수의 클러스터를 구성하고, 클러스터 헤드가 고르게 배치되는데 있으나, 자기 스스로 선출하는 방식으로는 이를 보장할 수 없는 단점을 가진다. 부가적으로 이를 개선하여 싱크에서 센서 노드의 위치 정보와 잔존 에너지 자원을 고려하여 클러스터 헤드와 클러스터 멤버를 결정하는 LEACH-C 기법도 제안되었다.

2. TEEN(Threshold-sensitive Energy Efficient sensor Network protocol)

TEEN은 센서 노드들이 주기적으로 전송할 데이터를 가지지 않는다는 점을 제외하고, LEACH와 유사하게 동작하는 기법이다. LEACH는 사전적(Proactive) 센서 네트워크에 적합한 특성을 가지지만, TEEN의 경우는 시간 임계적인 데이터를 처리한다는 점에서 반응적(Reactive) 센서 네트워크에 적합하다. TEEN은 LEACH의 클러스터 형성 기법을 사용하지만, 데이터 전송 단계에서 그림 3과 같은 다른 방법을 사용한다.



▶▶ 그림 3. TEEN의 동작

살펴보면, TEEN은 시간 임계적인 데이터가 실시간적으로 전달되고, 임계값이 클러스터 형성 결정 시간에 방송되므로 응용에 따라 사용자가 에너지 소비와 센서 네트워크 상태 판단의 정확성을 조절할 수 있다는 특징을 가진다. 반면, 감지된 데이터의 값이 임계치에 도달하지 않는 경우 네트워크로부터 데이터를 얻어낼 수가 없기 때문에 모든 노드가 수명을 다한 경우에도 네트워크의 상태를 판단할 수 없고, 클러스터내의 모든 노드들이 해당 슬롯에 전송할 데이터를 가지는 것이 아니므로 자원이 낭비될 수 있다.

III. 생체신호 트래픽 속성을 고려한 라우팅 방안

센서 네트워크망에서 다양한 종류의 생체 데이터 서비스의 QoS를 보장하기 위해서 데이터의 다양한 트래픽 속성을 고려하여야한다. 하지만 기존의 경로설정 프로토콜은 생체신호 전송 데이터의 다양한 속성을 고려하지 않은 획일적인 시스템이다. 따라서 경로 설정시, 생체신호의 응급여부에 따라서 트래픽의 특성을 고려하여 전송 전력을 다르게 할당하고 그 빈도를 적응적으로 변화시켜 경로 설정 프로토콜의 효율성과 원격의료지원의 신뢰성을 확보할 수 있다. 생체신호의 속성을 신규 응급메시지, 기존 응급메시지, 비응급 메시지로 구분하여 각각에 대하여 제안한 방안에 대하여 자세히 기술한다.

1. 신규 응급메시지 트래픽

원격의료지원을 위한 생체신호 전송에 있어서 가장 중요한 것은 신뢰성이다. 특히 계속되어진 생체신호 중에서 신체의 이상을 알리는 응급메시지의 경우에는 실시간 전송 또한 중요한 요소로서 간주되어진다. 이러한 응급메시지의 신뢰성과 실시간 전송을 지원하기 위하여 큰 전송 전력을 사용하여 클러스터링을 수행하고 경로설정에 있어서 가장 높은 우선순위를 부여하여 실시간 전송을 지원한다. 즉, 응급메시지를 전송해야하는 단말이 자신과 직접적으로 통신할 수 있는 단말의 개수를 증가시키기 위하여 전송하는 전력을 증가시키게 되어 클러스터의 크기를 증가시키게 된다. 이로 인해 경로 설정 시 소요되는 홉의 갯수를 감소시켜 경로 설정에 소요되어지는 지연을 감소시켜 실시간을 확보할 수 있도록 한다. 또한 각각의 생체신호를 전송하고자 하는 단말들이 많이 존재할 경우 응급메시지를 전송하고자 하는 단말에 우선순위를 부여하여 신뢰성을 확보하여야 하는 원격의료지원의 조건을 만족할 수 있다. 우선 경로 설정을 요구하는 단말은 자신의 클러스터 내에서 목적지 단말을 탐색한다. 만약 목적지 단말을 찾지 못하는 경우 자신의 클러스터의 최외곽 단말을 선택하여 자신의 경로 설정 요구 패킷을 넘겨주게 된다. 이렇게 선택된 단말은 각각의 클러스터 안

에서 최종 목적 단말을 탐색할 때 까지 같은 과정을 반복 수행하게 된다. 단 이전 단말의 클러스터 영역과 현재의 클러스터 영역이 겹치는 부분은 중복되는 영역이므로 탐색과정에서 제외된다. 즉 최종적으로 시작 단말에서 목적 단말까지 여러 개의 경로를 찾을 수 있으며, 탐색된 여러 가지 경로 중에서 홉수가 가장 작은 경로를 선택함으로써 최적화된 경로를 확정할 수 있다. 하지만 이 과정에서 여러 개의 단말에서 동시에 경로요구 메시지를 생성할 경우 중간에 노드들은 수신되어진 경로요구 패킷 중에서 응급메시지 여부를 확인하여 응급메시지라고 하면 최우선적으로 경로설정을 위한 과정을 진행하여 평균 경로 설정 지연을 줄일 수 있게 된다.

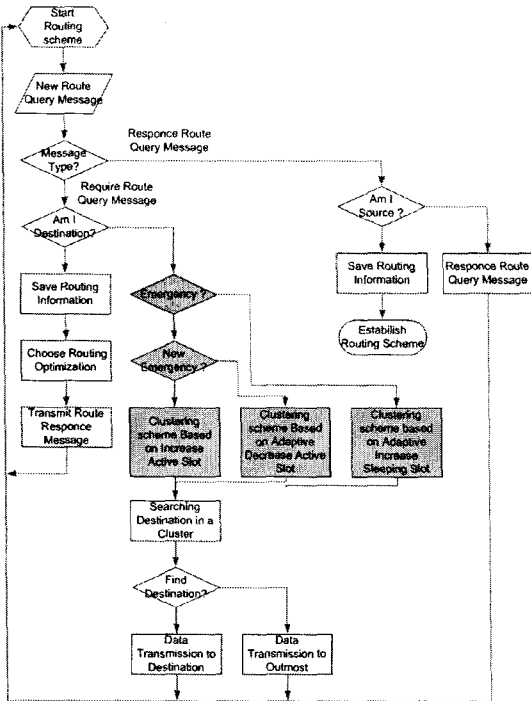
2. 기존 응급메시지 트래픽

신규 응급메시지 트래픽의 경우 환자의 생체신호가 처음으로 규정되어진 정상범위를 넘어서는 경우가 대부분이므로 환자의 상태가 매우 위험함을 의미한다. 따라서 우선순위를 최우선으로 하여 목적단말에게 데이터를 전송하여 환자의 응급함을 알리는 것이 중요하다고 할 수 있다. 하지만 환자의 생체신호의 특성상 처음으로 정상범위를 넘었다고 하면 그 비정상상태가 지속적으로 유지되어지는 경우가 일반적이다. 이렇게 지속적으로 비정상상태가 유지되어진다고 하면 처음 비정상상태로 전이되어질 때보다는 그 실시간성 요구의 정도가 낮다고 할 수 있다. 따라서 그 우선순위를 낮게 설정하여 신규 응급메시지의 실시간성을 확보할 수 있도록 하며, 하나의 클러스터를 구성하기 위한 전송전력의 양을 가변적으로 감소시켜 중복되어지는 클러스터의 영역을 감소시켜 센서네트워크의 제한적인 자원문제를 해결한다. 다만 이 경우 전송전력의 양은 정보 전송의 최소한의 안정성을 보장하는 범위 안에서 전력을 줄여주어야 한다는 전제조건을 가지고 있다.

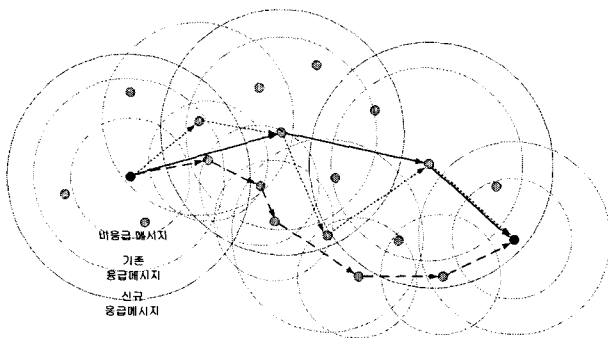
3. 비응급 메시지 트래픽

비응급 메시지 트래픽의 경우, 상대적으로 전송지연에 덜 민감하므로 보다 적은 전력의 세기로 신호를 전송하여 신규, 기존 응급메시지 트래픽에 비하여 작은 영역에 대하여 클러스터링을 수행하게 된다. 또한 우선 순위도 신규, 기존 응급메시지 트래픽에 비하여 낮게 부여하기 때문에 다량의 경로설정의 요구가 발생할 경우 전송지연이 커지게 된다. 또한 클러스터를 작게 설정할 경우 데이터를 전송할 때 거쳐야 할 홉수가 증가하게 된다. 그렇지만 비응급메시지 트래픽의 경우 응급메시지 트래픽과는 달리 홉수에 제한이 없으므로 정보 전송의 최소한의 안정성을 보장하는 범위 안에서 전력을 줄여줌으로써 USN 환경에서의 제한적인 자원문제를 해결할 수 있다.

제한한 신체신호의 트래픽을 고려한 라우팅 방안과 그 순서는 다음 그림과 같다.



▶▶ 그림 4. 제안한 방식의 흐름도



▶▶ 그림 5. 제안한 방식의 클러스터링과 라우팅

IV. 결론 및 향후연구과제

기존의 USN 라우팅 알고리즘은 지속적인 센싱이 요구되는 U-Health의 계측장비나 환경에 적용하여 사용하기 어렵다. 이는 의료용 센서 장비들이 다른 환경의 센서 네트워크와 비교해 상대적으로 많은 에너지를 소비하기 때문에 센서 네트워크의 생존 시간이 짧아지는 문제를 가지며, 트래픽 속성을 고려하지 않았기 때문에 U-Health를 구현하기 위한 의료환경에 바로 적용하기는 매우 곤란하다. 그러므로 본 논문에서는 원격의료 지원을 위한 USN에서 생체신호를 효율적으로 전송하기 위하여 생체신호의 데이터 종류에 따라 전송 전력의 크기와 경로설정

빈도수를 변화시키는 새로운 라우팅 방안을 제안했다. 제안한 라우팅 알고리즘에서는 생체신호의 종류를 신규 응급메시지, 기존 응급메시지 그리고 비응급메시지로 구별하여 각각의 생체신호 트래픽에 대해서 경로 설정 지연을 줄일 수 있도록 전송전력의 크기를 가변적으로 설정하여 경유하는 홉수를 가변적으로 변동하고, 경로 설정에 각각의 트래픽의 속성에 따라서 우선순위를 달리 부여하여, 위급하지 않은 생체신호 트래픽에 대해서는 전송전력의 크기를 작게 설정하고, 경로설정 빈도수를 적용적으로 감소시켜서 위급한 생체신호 트래픽에 대해서는 평균 홉수 및 호 블로킹확률을 줄일 수 있어서 기존의 획일적인 전송전력의 크기를 사용하는 방안에 비해서 개선될 것으로 사료된다.

참고문헌

- [1] George Aggelou, "Mobile Ad Hoc Networks," McGrawHill, pp.67-94
- [2] Anna Hac, "Wireless Sensor Network Designs," John Wiley & Sons, Ltd
- [3] <http://www.crhc.uiuc.edu/~nhv/seminars/adhoc-network-tutorial.ppt>
- [4] Chai-Keong Toh, Georgia Elizabeth M. Royer, "A Review of Current Routing Protocols for Ad Hoc Mobile Wireless Networks," April 1999.
- [5] 배정숙, 김성희, "무선 센서 네트워크에서의 라우팅 프로토콜", ITFIND 주간기술동향, 2004년 4월 7일
- [6] C. E. Perkins and P. Bhagwat, "Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance Vector(DSDV) for Mobile Computers," Proc. of the SIGCOMM 1994 Conference on Communications Architectures, Protocols and Applications, Aug 1994, pp.234-244
- [7] C. E. Perkins, E. M. Royer, and S. Das, "Ad hoc on-demand distance vector(AODV) Routing," RFC 3561, July 2003, Category: Experimental, work in progress. <http://www.ietf.org/rfc/rfc3561.txt>
- [8] D. B. Johnson, D. A. Maltz and Y.-C. Hu, "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks(DSR)," IETF Draft, July 2004, work in progress. <http://www.ietf.org/internet-drafts/draft-ietf-manet-dsr-10.txt>
- [9] M. Jiang, J. Li and Y. C. Tay, "Cluster based routing protocol(CBRP)," IETF MANET Working Group, Internet-Draft, July 1999.
- [10] W. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan. "Energy-Efficient Communication Protocols for Wireless Microsensor Networks (LEACH)". Proc. of the 33rd Hawaii International Conference on Systems Science-Volume 8, pp.3005-3014, January 04-07, 2000
- [11] A. Manjeshwar and D. Agrawal, "TEEN: a Routing Protocol for Enhanced Efficient in Wireless Sensor Networks," Proc. of the 15th International Parallel and

Distributed Processing Symposium, pp. 2009~2015, 2001.

- [12] 조용현, 이향택, 노병희, 유승화, "무선 센서망에서 에너지 효율적인 클러스터 재구성을 위한 동적 헤드 선출 방법," 한국통신학회논문, 05-30-11A-11
- [13] Paolo Santi, "*Topology Control in Wireless Ad Hoc and Sensor Networks*," WILEY
- [14] 김영웅, 조동호 "이동 ad-hoc망에서의 트래픽 속성을 고려한 클러스터링 방안," 한국통신학회논문, 01-26-3A-17