
헬스케어 응용 서비스를 위한 Mobility Agent 모듈 설계

남진우* · 정영지*

Design Mobility Agent Module for Healthcare Application Service

Jin-woo Nam* · Yeong-jeong Chung*

이 논문은 2005년도 원광대학교 교비 지원에 의해서 수행되었음.

요 약

헬스케어 응용 서비스를 위한 센서 네트워크는 사람 또는 이동성을 가진 사물을 주요 센싱 대상으로 한다. 이러한 센싱 대상들의 이동에 따른 노드간 상호작용을 지원하기 위해서는 노드의 동적 기능변경, 동적 자기구성, 에너지 효율성을 고려하여야 한다.

본 논문에서는 노드간 에이전트 전이를 통해 동적 기능 변경을 지원하는 Agilla 모델과 노드간 계층적 클러스터의 구성을 통한 동적 자기구성, 에너지 효율성을 보장하는 LEACH 프로토콜에 대해 분석한다. 이 분석 결과를 기반으로 노드간 동적 기능변경을 지원하는 Mobility Agent Middleware를 설계하고, 기존 LEACH 프로토콜의 취약점인 노드 이동성을 보장하는 LEACH_Mobile 프로토콜을 제안한다. 또한 LEACH_Mobile 프로토콜을 지원하는 라우팅 모듈을 설계하고 Mobility Agent Middleware와의 연동을 위한 인터페이스를 설계하였다. 그리고 LEACH_Mobile 프로토콜의 시뮬레이션 결과를 통해 이동 노드에 대한 데이터 전송 성공률의 명확한 성능 향상을 보여준다.

ABSTRACT

The sensor network for the health care application service has the man or movable object as the main sensing object. In order to support inter-node interaction by the movement of such sensing objects, the node's dynamic function modification, dynamic self-configuration and energy efficiency must be considered.

In this paper, the Agilla model which supports the dynamic function modification through the agent migration between nodes and LEACH protocol which guarantees the dynamic self-configuration and energy efficiency through the configuration of inter-node hierarchical cluster configuration are analyzed. Based on the results of the analysis, the Mobility Agent Middleware which supports the dynamic function modification between nodes is designed, and LEACH_Mobile protocol which guarantees the node mobility as the weakness of the existing LEACH protocol is suggested. Also, the routing module which supports the LEACH_Mobile protocol is designed and the interface for conjunction with Mobility Agent Middleware is designed. Then, it is definitely increase performance which in mobility node of transfer data rate through LEACH_Mobile protocol of simulation result.

키워드

Healthcare Service, Sensor Network, Agent, Routing Protocol

I. 서론

일반적으로 센서 네트워크는 네트워크를 구성하고 있는 다수의 센서노드의 협업을 통해 다양한 환경 정보 및 상황정보를 수집하여, 싱크 노드를 이용, 베이스스테이션으로 전달하는 네트워크를 말한다. 현재 센서 네트워크 개발의 증가로 인해 사람의 행동에 관련된 헬스케어 홈, 병원, 요양원 등의 시설에서 헬스케어를 위한 서비스 환경 구축을 필요로 하게 되었다. 헬스케어 환경을 지원하기 위해서는 사람의 이동과 주변상황의 변화에 따른 특정정보를 제공해주어야 한다. 이러한 센서 네트워크를 보장하기 위해서는 우선, 센서노드의 동적인 기능변경과 노드의 이동에 따른 네트워크 타입의 변화에 대처하여 센싱정보에 대한 정보전달의 효율성을 고려해야 한다.

본 논문에서는 노드 간 에이전트의 전이를 통해 노드의 동적 기능변경을 지원하는 Agilla[1, 2]와 노드 간 클러스터를 구성함으로써 제한된 전원문제와 정보전달의 효율성에 있어 유용한 해결방안을 제시하는 계층적 클러스터 알고리즘인 LEACH 프로토콜에 대해 분석한다. 그리고 모바일 에이전트 기반의 미들웨어 모듈과 LEACH 프로토콜의 클러스터 알고리즘을 따르며 노드의 이동성을 보장하는 LEACH-Mobile[3] 프로토콜을 지원한 라우팅 모듈을 설계한다. 이와 같은 모듈들의 설계를 바탕으로 모듈 간의 연동을 위한 인터페이스를 설계하여 헬스케어 응용 서비스를 지원하는 Mobility Agent 모듈 설계를 제안한다. 또한, LEACH_Mobile 프로토콜의 시뮬레이션 결과를 통해 이동 노드가 증가함에 따른 데이터 전송 성공률의 명확한 성능 향상을 보여 준다.

II. 연구배경

헬스케어 환경에서 센서노드들은 이동성을 가진 대상에 대한 정보수집, 교환, 처리가 요구된다.

본 절에서는 이에 대한 해결방안으로 이동성 지원 다중 에이전트 미들웨어인 Agilla와 센서 네트워크의 정보전달의 효율성에 있어 유용한 해결방안의 하나인 LEACH 프로토콜을 분석한다.

2.1 Agilla (Mobile Agent Middleware)

Agilla는 무선 센서 네트워크 상에서 노드 간 에이전트의 전이를 통해 해당노드의 특징기능을 수행하는 모바일 에이전트 기반의 미들웨어이다. Agilla는 노드 상에서 다중 에이전트를 지원하고 센서노드들의 상태정보가 퍼지는 것을 컨트롤하며 에이전트에게 Tuple Space와 Neighbor List의 리소스를 제공한다. Tuple Space는 노드에서 수집된 센싱정보의 집합으로써 에이전트들 간의 통신을 위한 decoupled-style을 제공한다. Neighbor List는 한 홉 간의 인접노드 주소를 포함하며 인접노드에 대한 원격 접근과 에이전트의 전이에 이용된다. 에이전트가 해당노드에 전이하면 자신의 상태와 코드를 저장하고 튜플과의 패턴매칭에 따른 리액션 기능을 수행한다. 그림 1은 Agilla 모델을 보여 준다.

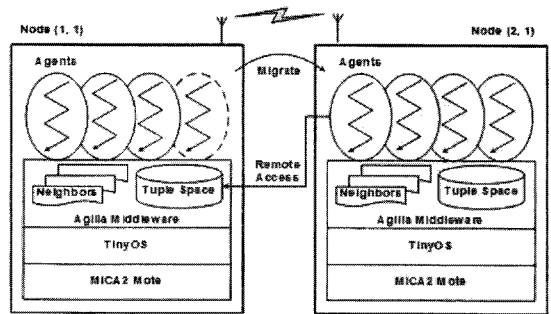


그림 1. Agilla 모델
Fig. 1. The Agilla Model

2.2 LEACH

LEACH 프로토콜은 주변 노드들 간의 자기구성을 통한 계층적인 구조를 형성하는 클러스터링 알고리즘으로 네트워크의 범위성을 용이하게 하여 정보전달의 효율성을 높이고 제한된 전원에 대한 유용한 해결책을 제시한다[4, 5].

LEACH의 실행 단계는 라운드로 이루어져 있으며 클러스터를 구성하는 Set-Up Phase[6]로 시작하여 Base Station에 데이터를 전송하는 Steady-State Phase가 이어진다. Steady-State Phase는 주어진 시간슬롯 동안 클러스터의 모든 노드가 최소한 한번은 클러스터 헤드에 데이터를 전송하도록 하기 위해 프레임 단위로 나뉘어져 있다. 각 프레임은 데이터 전송을 위해 클러스터의 노드수에 기반한다. 클러스터가 구성되고 TDMA 스케줄이 정

해지면 데이터 전송이 시작된다. 모든 비 클러스터 헤드 노드는 에너지 소모를 최소화하기 위해 주어진 시간 단위까지 **turn-off** 된다. 모든 데이터가 수신되면 클러스터 헤드는 모든 수신 데이터를 하나의 신호에 적재하기 위한 신호 처리를 수행한다. 이로써 **Steady-State Phase**를 마치고 **Set-Up Phase**가 반복된다.

III. 헬스케어 응용 서비스를 위한 Mobility Agent 모듈 설계

본 절에서는 노드의 동적 기능변경을 보장하기 위해 노드 간 에이전트의 전이에 따른 메모리 관리와 노드의 수집정보 확인에 따른 리액션 이벤트의 발생, 그에 따른 명령 수행, 그리고 인접노드의 수집정보에 대한 원격 접근 기능을 지원하는 **Mobility Agent** 모듈을 설계하였다.

3.1 Mobility Agent Middleware

Mobility Agent Middleware는 노드 간 에이전트의 전이를 통해 노드의 동적인 기능변경을 지원한다. 그림 2는 **Mobility Agent Middleware**의 상태천이를 보여 준다.

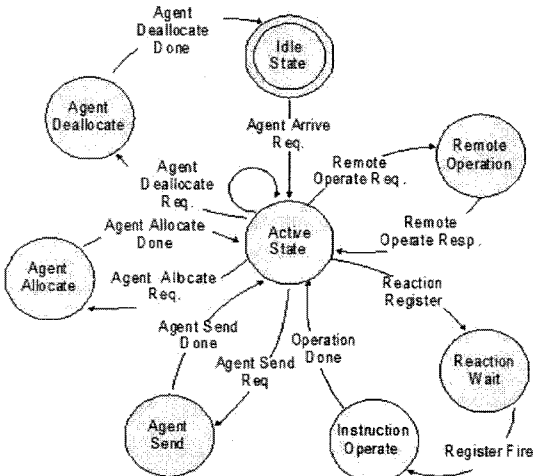


그림 2. 모빌리티 에이전트 미들웨어 상태천이도
Fig. 2. Mobility Agent Middleware State Transition Diagram

특정 기능을 수행하고 있던 노드에 에이전트가 도착하면 에이전트의 메모리를 할당하며 해당노드에 에이전트의 명령코드를 삽입하고 **Agent Engine**의 스케줄링을 통해 에이전트의 명령을 실행하게 된다. **Mobility Agent Middleware**는 에이전트의 기능에 대한 전반적인 관리를 해주는 **Agent Manager**와 에이전트의 기능을 수행하는 **Agent Engine**, 에이전트에 명세된 명령코드를 관리해주는 **Instruction Manager**, 인접노드의 주소와 위치에 대한 관리를 해주는 **Context Manager**, 마지막으로 노드의 센싱정보에 대한 관리를 해주며 매칭되는 정보에 대한 처리를 요청하는 **Reaction manager**로 이루어진다. 그림 3은 **Mobility Agent Middleware**를 보여 준다.

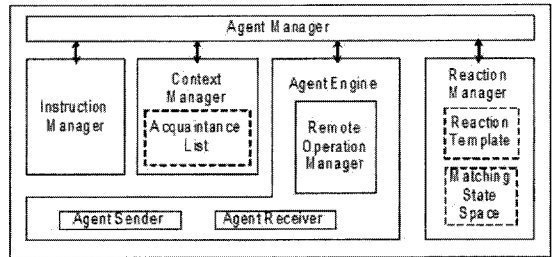


그림 3. 모빌리티 에이전트 미들웨어
Fig. 3. Mobility Agent Middleware

3.2 LEACH_Mobile 프로토콜

LEACH 프로토콜이 계층적 클러스터를 구성하여 에너지 효율성과 동적 자기 구성이라는 장점을 갖지만, 헬스케어 환경에서 이동 노드의 데이터 전송 성공률 면에 대한 이득을 갖지 못한다. **LEACH**는 **Set-Up Phase**에서 클러스터가 재구성되고 클러스터 헤드가 선택된 후 **Steady-State Phase**에서 베이스 스테이션으로 실제 데이터가 전송되기 위해 클러스터의 구성이 유지되어 클러스터 상의 노드들이 이동했을 시에 대한 변화에 대응하지 못한다. 이 같은 문제점은 클러스터 헤드가 선택된 후 노드의 이동성을 지원하지 못하는 결과를 초래한다[7]. 이는 **LEACH** 프로토콜에 이동 노드가 현재 클러스터의 참여에 대한 확인을 요청함으로써 **Set-Up Phase** 이후 노드의 이동성을 보장하는 **LEACH_Mobile** 프로토콜로써 해결 가능하다.

LEACH 프로토콜에서는 클러스터 헤드가 **Steady-State Phase**인 동안 **TDMA** 스케줄에 의한 데이터 수신을

기다리지만, LEACH-Mobile에서는 클러스터 헤드 노드가 데이터 수집을 위한 데이터 전송 요청 메시지를 비 클러스터 헤드 노드에 전송한다. 요청을 받은 노드는 데이터를 전송하고, 클러스터 헤드는 프레임이 끝날 때 마다 데이터를 수신하지 못한 노드를 비수신 노드 리스트에 추가한다. 다음 프레임이 끝날 때까지 비수신 노드 리스트의 노드로부터 데이터를 전송 받지 못하면 해당 노드를 클러스터 멤버에서 제거하고 새로 참여하는 노드에 이 시간 슬롯을 할당한다. 이후 새로 생성된 TDMA 스케줄은 모든 클러스터의 멤버 노드에 전송된다. 이 방법은 데이터 요청 메시지에 응답하지 않는 노드는 이동하여 현재 클러스터 영역을 벗어났다고 가정한 것이다. 클러스터 헤드 노드가 데이터 요청 메시지로 자신의 클러스터에 속한 노드의 참여 여부를 검사하는 동안, 각 이동 노드들은 자신이 속할 클러스터를 결정한다. 클러스터가 구성되고 클러스터 헤드가 결정되면, 센싱 노드는 데이터 요청 메시지에 대한 응답으로 데이터를 전송한다. 프레임이 끝날 때까지 데이터 요청 메시지를 TDMA 스케줄에 의해 할당된 시간 슬롯에서 수신하지 못하면, 프로토콜 수행 과정을 다음 프레임으로 진행시킨다. 다음 프레임이 끝날 때까지 이동 노드가 데이터 요청 메시지를 수신하지 못하면, 클러스터 참여 요청 메시지를 Broadcast한다. 참여 요청 메시지를 수신한 클러스터 헤드 노드는 광고 메시지를 전송한다. 이 과정이 완료되면 이동 노드는 현재 라운드에서 속하게 될 클러스터를 결정하게 된다. 이동 노드가 자신이 속할 클러스터를 결정하게 되면 해당 클러스터 헤드 노드에 클러스터에 참여하였음을 공지한다. 이동 노드가 새로 참여하게 된 해당 클러스터의 헤드 노드는 클러스터 멤버 리스트와 TDMA 스케줄을 갱신하고, 자신에 속한 모든 멤버 노드에 TDMA 스케줄을 전송한다. 새로 참여한 이동 노드를 비롯한 모든 멤버 노드들은 다음 프레임부터 TDMA 스케줄을 갱신한다. 그림 4는 LEACH-Mobile 프로토콜의 메시지 교환 과정을 보여 준다.

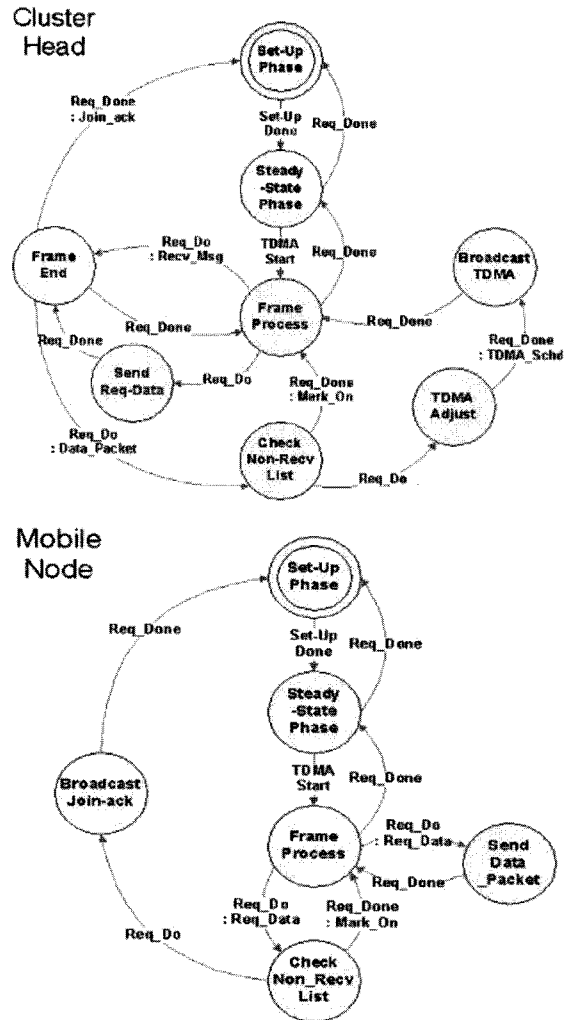


그림 4. LEACH-Mobile 프로토콜의 메시지 교환 과정
Fig. 4. LEACH-Mobile protocol State Transition Diagram

3.3 LEACH-Mobile Routing Module

LEACH-Mobile Routing Module은 헬스케어 환경에서 이동 노드를 지원토록 제안된 LEACH-Mobile 프로토콜을 설계한 모듈로써 이동하는 노드가 클러스터 헤드로부터 이동노드에 데이터 요청 메시지를 전송하여, 특정 클러스터 헤드 노드와 통신이 가능한지의 여부로서 클러스터의 멤버가 될 노드를 결정하고 클러스터를 재구성하여 multihop path를 제공한다. 그림 5은 LEACH-Mobile Routing Module을 보여 준다.

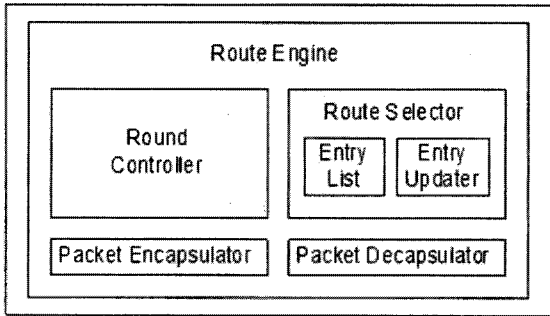


그림 5. LEACH_Mobile 라우팅 모듈
Fig. 5. LEACH_Mobile Routing Module

3.4 Mobility Agent Module Architecture

본 논문에서는 헬스케어에 위한 센서 네트워크를 지원하기 위해 Mobility Agent Middleware를 설계하여 센서노드 간의 에이전트 전이를 통한 동적 기능변경을 지원하였다. 또한 노드의 이동성을 보장하고 정보전달의 효율성을 지원하기 위하여 Mobility Agent Middleware의 하위 계층으로 LEACH 프로토콜의 클러스터 알고리즘을 따르며 노드의 이동성을 보장하는 LEACH_Mobile 프로토콜을 지원한 LEACH_Mobile Routing Module을 추가하여 이동노드의 동적인 기능변경을 보장하는 Mobility Agent Module Architecture를 설계하였다. 그림 6은 Mobility Agent Module Architecture를 보여 준다.

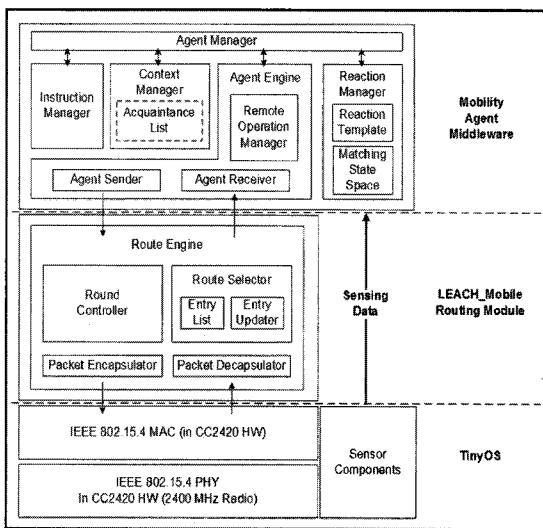


그림 6. 모바일리티 에이전트 모듈 구조
Fig. 6. Mobility Agent Module Architecture

3.5 Mobility Agent Middleware와 LEACH_Mobile Routing Module 간 인터페이스

Mobility Agent Module을 구성하는 Mobility Agent Middleware와 LEACH_Mobile Routing Module은 인터페이스를 통한 메시지 교환으로 상호간의 통신을 지원한다. 두 모듈간의 메시지는 에이전트의 전이에 따른 메시지과 인접노드에 대한 Remote Operation 메시지, 그리고 인접노드의 위치정보 요청 메시지로 분류된다. 그림 7은 Mobility Agent Middleware와 LEACH_Mobile Routing Module간의 메시지 흐름을 보여 준다.

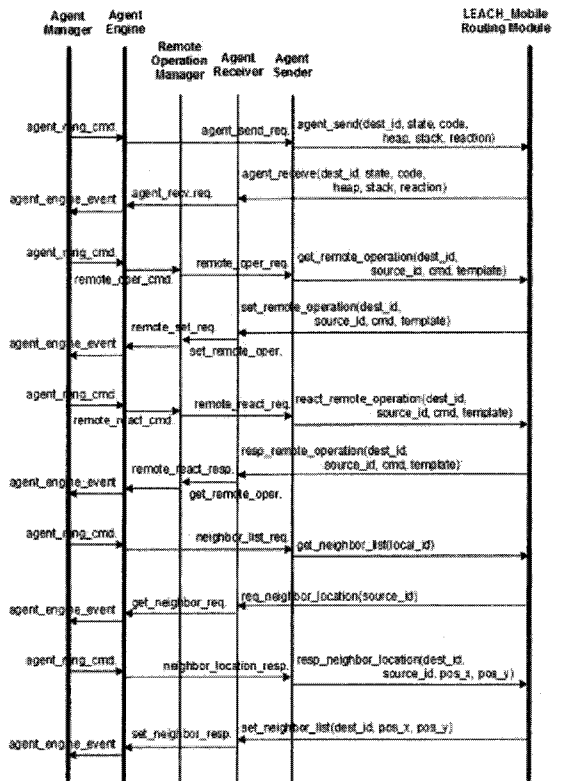


그림 7. 모바일리티 에이전트 미들웨어와 LEACH_Mobile 라우팅 모듈 간 메시지 흐름
Fig. 7. Mobility Agent Middleware and LEACH_Mobile Routing Module Message Flow

IV. LEACH_Mobile 시뮬레이션 결과

헬스케어 응용 서비스를 위한 센서 네트워크에서는 주로 사람의 상태와 행동에 대한 센싱정보를 처리하므로 이동성 노드의 데이터 전송 성공률 면에서 높은 성능을 보여야 한다.

본 절에서는 LEACH_Mobile의 성능을 검증하기 위해 50m×50m의 네트워크 영역에 100개의 노드를 랜덤 배치하여 LEACH_Mobile과 LEACH에 대한 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션은 각 노드로부터 베이스 스테이션에 도달하는데 성공한 데이터 패킷의 수와 데이터 패킷 전송에 소모된 에너지 량을 LEACH와 LEACH_Mobile에 이동 노드의 수를 25%, 50%, 75%로 증가시키면서 수행하였다. 여기서 이동 노드는 적은 에너지 레벨을 갖고, 고정 노드는 지속적이고 높은 에너지 레벨을 갖도록 설정하였다.

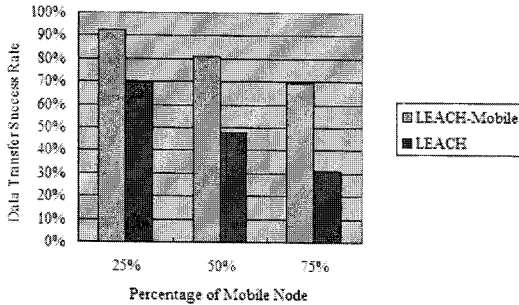


그림 8. 데이터 전송 성공률 시뮬레이션 결과
Fig. 8. The Experiment Results about Data Transfer Success Rate

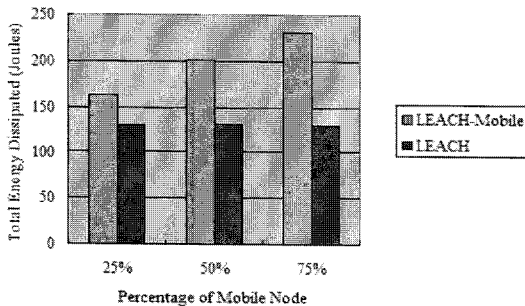


그림 9. 에너지 소모량 시뮬레이션 결과
Fig. 9. The Experiment Results about the Amount of Energy Dissipations

그림 8은 이동 노드가 증가함에 따른 데이터 전송 성공률의 변화를 보여 준다. 그림 9는 동일한 매개변수를 가진 에너지 소모량을 보여 준다. 그래프에서 보이듯이 LEACH_Mobile 프로토콜은 이동노드가 증가함에 따라 데이터 전송 성공률 면에서 LEACH 프로토콜에 비해 30%에서 120%의 명확한 성능 향상을 가져온다. 그러나 전체 전송 데이터 패킷 수가 증가함에 따라 LEACH와 비교하여 에너지 소모량 또한 증가함을 알 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 적응적 헬스케어 응용 서비스를 위한 Mobility Agent 미들웨어와 센서 네트워크 상에서 이동 노드를 지원하는 LEACH_Mobile 프로토콜을 구현하기 위한 LEACH_Mobile Routing 모듈을 설계 제안하였다. 이를 통하여 헬스케어 응용 서비스에서 특정 목적에 따른 노드의 동적 기능변경을 제공함으로써, 다양한 환경 및 상황에 따른 서비스 재구성을 할 수 있도록 하였다. 본 논문에서 제안한 Mobility Agent Module은 헬스케어 홈, 병원, 요양원 등의 시설에 대한 헬스케어 응용 서비스를 지원하므로 주요 센싱대상인 사람의 생체정보 등 중요한 센싱정보를 처리함에 따라 노드에 대한 에너지 효율성보다는 센싱대상의 이동에 따른 데이터 전송 성공률 면에 입각한 높은 성능을 보여야 한다. 그에 따라 이동 노드를 지원하는 LEACH_Mobile 라우팅 프로토콜의 시뮬레이션 결과를 통해서 이동 노드에 대한 네트워크 재구성 및 정보전달의 효율성에 대해 유용한 해결책을 제시하였다. 이러한 결과를 통해 센서노드들의 이동에 따른 정보전달의 효율성과 센서노드들 간의 센싱정보를 처리하는 에이전트들의 이동성을 둘 다 고려하여 보다 안정되고 동적인 헬스케어 응용 서비스를 지원할 수 있다.

향후 본 연구를 기반으로 헬스케어 환경에서 센싱 노드에 대한 이동성과 센싱기능의 동적 기능 변경을 지원하는 Mobility Agent 모듈을 구현한다. 또한, 구현한 모듈의 성능 분석을 통해 다양한 서비스 목적에 따른 동적 기능 변경 미들웨어의 효율성을 입증한다,

참고문헌

- [1] Chien-Liang Fok, Gruia-Catalin Roman, Chenyang Lu, "Mobile Agent Middleware for Sensor Networks : An Application Case Study" In Proceedings of the 4th International Conference on Information Processing in Sensor Networks (IPSN'05), LosAngeles, California, pp.382-387, April 25-27, 2005.
- [2] Chien-Liang Fok, Gruia-Catalin Roman, Chenyang Lu, "Rapid Development and Flexible Deployment of Adaptive Wireless Sensor Network Application" In Proceedings of the 24th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS'05), Columbus, Ohio, pp.653-662, June6-10, 2005.
- [3] 김도성, 정영지, "모바일 센서 노드 지원을 위한 자기 구성 라우팅 프로토콜", 한국 정보처리학회 춘계 학술발표대회 논문집, 13권, 1호, pp. 1295-1298, 2006.
- [4] W. B. Heinzelman, A. P. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, "An application-specific protocol architecture for wireless microsensor networks", Wireless Comm. IEEE, Vol. 1, No. 4, pp.660-670, 2002.
- [5] W. B. Heinzelman, "Application-Specific Protocol Architectures for Wireless Networks", Ph.D. dissertation, Mass. Inst. Tech., Cambridge, 2000.
- [6] W. Heinzelman, A. Chandrakasan, H. Balakrishnan, "Energy-efficient Routing protocols for wireless microsensor networks", In Proceedings of the 33rd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Maue, HI (2000)
- [7] V. Mhatre, C. Rosenberg, "Homogeneous vs. Heterogeneous Clustered Sensor Networks", A Comparative Study, 2004 IEEE International Conference on Communications (ICC 2004), Paris France (2004)

저자소개

남 진 우 (Jin-Woo Nam)



2008년 원광대학교 전기전자 및 정보공학부 컴퓨터공학과 공학사

※ 관심분야: 센서 네트워크, RFID, 유비쿼터스 컴퓨팅

정 영 지 (Yeong-Jee Chung)



1982년 연세대학교 전기공학과 공학사

1984년 연세대학교 전기공학과 공학석사

1993년 연세대학교 전기공학과 공학박사

1984년~1987년 금성계전(주) 연구소 주임 연구원

1987년~1993년 삼성 종합기술원 소재부품 연구소 선임 연구원

1993년~1995년 한국 전자 통신 연구소 이동통신 기술 연구단 무선 제어 연구실 선임 연구원

1997년~1999년 Visiting Professor at MPRG, Virginia Tech.

1995년~2006년 3월 원광대학교 공과대학 전기전자 및 정보공학부 부교수

2006년 4월~현재 원광대학교 공과대학 전기전자 및 정보공학부 정교수

※ 관심분야: 이동통신 네트워크, 센서 네트워크, 텔레 매틱스, LBS