

논문 2013-50-10-3

U-헬스케어를 위한 무선 매쉬 네트워크에서 고 신뢰성 있는 응급 생체 데이터 관리를 위한 정책기반의 신원 인증 및 전송 구조

(Policy-Based Identity Authentication and Transmission Architecture
for Highly Reliable Emergency Bio-Data Management in Wireless Mesh
Network for U-Healthcare)

천 승 만*, 우 연 경*, 박 종 태*

(Seung-Man Chun, Yeung-Kyung Woo, and Jong-Tae Park[©])

요 약

본 논문에서는 U-헬스케어를 위한 무선 매쉬 네트워크에서 고 신뢰성 있는 응급 생체 데이터 관리를 위한 정책기반의 신원 인증 및 전송 구조를 제시한다. U-헬스케어 모니터링 서비스에서 모니터링 되는 응급 생체 데이터는 생명과 직결되기 때문에 고 신뢰성 있는 생체 데이터 관리 뿐만 아니라 데이터 전송 관리가 요구된다. 좀 더 구체적으로, 측정된 생체 데이터의 신원 인증 기술과 인증된 생체 데이터의 개인 맞춤형 응급 상태 진단 기술, 응급 데이터 전송 기술이 무엇보다 중요하다. 이를 위해, 본 논문에서는 무선 매쉬 네트워크 환경에서 IEEE 11073 PHD를 확장한 정책기반 신원 인증 관리 구조 및 프로토콜, 고 신뢰성 있는 관리를 위한 정책 기반 응급 데이터 관리 구조, 신뢰성 있는 데이터 전송을 위한 무선 매쉬 네트워크 기반의 Resilient 라우팅 프로토콜을 제시한다.

Abstract

This paper proposed the architecture of the authentication and the transmission for high reliable emergency data management based on U-healthcare wireless mesh networks. In U-healthcare monitoring service, the high reliable bio data management as well as the data transmission are required because the monitoring emergency bio data is related linked to life. More specifically, the technologies of the identity authentication of the measuring bio data, the personalized emergency status diagnosis who is authenticated the bio data and the emergency data transmission are important first of all. To do this, this paper presents the structure and protocol of the identity authentication management with using the extended IEEE 11073 PHD, the structure of policy-based management of the emergency bio data for the highly reliable management and the resilient routing protocol based on wireless mesh network for the reliable data transmission.

Keywords : IEEE 11073 PHD, 무선 매쉬 네트워크, 고신뢰 응급 데이터 전송, 정책 응급 관리 프로토콜

* 정회원, 경북대학교 전자공학부

(School of Electronics Engineering, Kyungpook National University)

© Corresponding Author (E-mail: jtpark@ee.knu.ac.kr)

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학IT연구센터 지원사업 (NNIPA-2013-H0301-13- 2004), 2단계 BK21 프로젝트 및 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

접수일자: 2013년8월5일, 수정완료일: 2013년9월25일

I. 서 론

노령인구와 고혈압, 당뇨 등 만성 질환자의 급격한 증가로 U-헬스케어 서비스에 대한 관심을 폭증시키고 있다. 즉, 전통적인 U-헬스케어의 개념에 IT 기술을 접목시켜 시공간을 초월하여 언제 어디서나 생체정보 측정 및 관리를 할 수 있도록 하는 것이다.

최근 들어, U-헬스케어 원격 헬스 모니터링 서비스에 대한 관심이 증가하면서 다양한 환경에서 이러한 서비스를 제공하기 위한 다양한 연구가 진행되고 있다. 특히, 공원, 병원, 호수, 헬스 센터 등의 환경에서 지역적으로 원격 헬스 모니터링 서비스를 제공하기 위한 연구로써, 무선랜 (Wireless Local Area Network: 예: 무선 공유기, 무선 라우터 등) 들로 구성된 무선 매쉬 네트워크 (WMN: Wireless Mesh Network) 기반으로 원격 헬스 모니터링 서비스 지원을 위한 많은 연구들이 진행되고 있다^[1]. 무선 매쉬 네트워크 표준기술에는 802.16 d/j, 802.11s, 802.15.5 IETF MANET 등이 있다.

무선 매쉬 네트워크 기반 원격 헬스 모니터링 서비스의 특징은 높은 처리율을 이용한 고용량 생체 정보 전송에 유리, 지역적으로 관리를 통한 생체 정보에 대한 보안이 높고, 저렴한 비용으로 빠르게 구축 할 수 있어 상업적 전개에 유리, 이종 네트워크간의 통합이 가능 등의 특징으로 U-헬스케어서비스 뿐만 아니라 다양한 서비스분야에서도 적용되어 서비스에 활용되고 있다.

하지만, 이러한 무선 매쉬 네트워크 기반으로 원격 헬스 모니터링 서비스를 제공하기 위해서는 기존의 생체 측정 기술, 생체 정보 전송 기술, 생체 정보 분석 기술과 더불어 고 신뢰성 있는 서비스를 제공하기 위한 생체 정보의 자동 신원 인증 기술 및 보안 기술, 응급 생체데이터를 전송을 위한 응급 서비스 보장형 라우팅 경로 기술^[3], 사용자의 생체 데이터에 따른 응급 정책에 따른 응급 진단 기술^[3]이 반드시 필요하다.

국제 표준 기구 ISO/IEEE는 PAN (Personal Area Network)에서 모바일 의료 기기를 통한 생체 신호를 전송, 모니터링, 제어 할 수 있는 11073 관련 표준들을 제정하였다^[4]. 하지만 ISO/IEEE 11073 관련 표준들에는 식별자 인증과 데이터 암호화에 관한 보안 절차를 포함하지 않고 있다.

무선 매쉬 네트워크에서 전력의 고갈, 트래픽의 과부하, 전력적인 결함, 상호 간섭, 노이즈, 페이딩, 채널 전

파 간섭 등으로 인한 무선 접속점의 네트워크 이탈로 인하여, 데이터 전송을 위해 연결된 주경로가 변화되어 처리율 (Throughput) 의 저하 또는 오랜 지연시간으로 서비스 성능을 저하시킬 수 있다^[1]. 이러한 성능 저하는 U-헬스케어 무선 매쉬 네트워크 서비스에서 응급 생체 데이터 전송을 지연 또는 패킷 손실시킬 수 있으며, 이 경우 생체데이터 전송에 대한 서비스의 품질을 만족시킬 수 있는 새로운 최적 경로를 찾는 것은 NP-Complete 이다^[5]. 이를 해결하기 위한 새로운 경로 탐색 알고리즘이 필요하다.

이러한 문제점들을 해결하기 위해, 본 논문에서는 U-헬스케어 무선 매쉬 네트워크 기반의 고 신뢰성있는 원격 헬스 모니터링 서비스를 지원하기 위해, 사용자 맞춤형 정책기반으로 신원 인증, Resilient 백업 경로 라우팅 알고리즘, 응급 사용자 맞춤형 응급 상황 정책에 대한 관리 구조를 제시한다.

다른 관련 연구들과 비교하여 본 논문의 독창성을 다음과 같다.

- 고 신뢰성있는 U-헬스케어 서비스를 위한 사용자 맞춤형 정책 기반의 응급 관리를 위한 무선 매쉬 네트워크 기반의 원격 응급 모니터링 관리 구조를 제안하였다.
- 고 신뢰성있는 U-헬스케어 무선 매쉬 네트워크에서 신원 인증된 데이터 전송을 위해, IEEE 11073-20601 기반 매니저/에이전트의 사용자 인증을 위한 인증키를 활용한 사용자 및 매니저/에이전트 인증 방법을 제시하였다.
- 고 신뢰성있는 원격 헬스 모니터링 서비스에서 응급 생체 데이터 서비스 품질을 만족시키는 Resilient 라우팅 알고리즘을 제시하였다.
- 고 신뢰성 있는 U-헬스케어 시스템 설계에서 신원 인증 관리, 사용자 맞춤형 응급 관리를 위한 정책 기반의 관리 방법을 제시하였다.
- 제안된 Resilient 라우팅 알고리즘에 대해 네트워크 시뮬레이션 툴을 활용한 성능 분석을 수행하였다.

본 논문의 나머지는 다음과 같이 구성된다. II장에서는 U-헬스케어 서비스를 위한 IEEE 11073 PHD 표준과 인증, 무선 매쉬 네트워크에 대한 간단한 소개하고, III장에서는 응급 데이터 처리를 위한 확장된 IEEE11073 인증 및 Resilient 라우팅 전송 구조에 대해

설명하고, IV장에서는 제안된 시스템의 성능 분석에 대해 논의한다. 마지막으로, V장에서 결론을 내린다.

II. 관련 연구

1. 신원인증과 국제 의료 표준

자동 신원 인증 기술은 사용자의 반복적인 등록 회피, 사용자 편의성 제고, 신원 제공자로부터의 신원 인증 서비스를 통한 서비스 제공자의 비용 절감, 그리고 제한된 수의 통제된 신원 제공자에게 한정된 신원 정보 노출을 통한 프라이버시 보호 등의 측면에서 몇 가지 중요한 장점을 제공한다. 이러한 자동 신원인증 기술은 국제 표준과 상호호환성 있어야 한다.

IEEE 11073 WG에서는 다양한 벤더들 간의 상호호환성 및 상호 운용성을 가진 표준 통신 프로토콜 개발을 위해 측정할 수 있는 개인용 생체정보 측정 장치인 PHD (Personal Health Device) 에 대한 표준화 작업을 진행하고 있다. IEEE 11073 PHD는 생체정보 데이터 모델과 프로토콜을 정의한 것으로 IEEE11073 PHD 에이전트가 탑재된 원격 개인용 생체 정보 측정 장치와 PC, 셋톱박스, 스마트폰 등에 탑재된 IEEE 11073 PHD 매니저간 정보 교환을 위한 표준이다^[6].

참고문헌 [7]은 ISO/IEEE 11073-20601 표준의 IEEE 11073-20601 프로토콜에 응용 가능한 생체 가변 지문 측정기반의 식별자 관리를 이용한 개선된 보안 인증 프로토콜을 제안하였다^[7]. 제안된 인증 기법은 1) 에이전트 관리자 인증과 2) 환자 에이전트 링크생성의 두 단계로 구성된다. [7]에서 시도-응답 방식의 상호인증 프로토콜을 제안하였으며, 각 객체들은 자신의 비밀 정보인 패스워드 또는 사전 공유키로 상대방을 인증하게 된다.

IEEE 11073 PHD에서 장치간 연결 정보 교환을 위한 상호 인증 프로토콜만이 제시되어 있을 뿐 에이전트 또는 매니저를 사용하는 사용자에게 대한 인증은 포함하고 있지 않다. 좀 더 구체적으로, 그림 1는 IEEE 11073-20601 기반 매니저와 에이전트 간의 연결 (Association) 을 위한 상호 인증 프로토콜을 보여 준다^[6]. 이 인증을 위해 AarqAdu 메시지가 사용된다. 매니저가 에이전트의 구성정보를 알고 있는 경우와 모르는 경우로 두 가지의 메시지 형태 (2번, 4번) 구분되어 전송한다. 2번 메시지는 이미 매니저가 에이전트에 정보

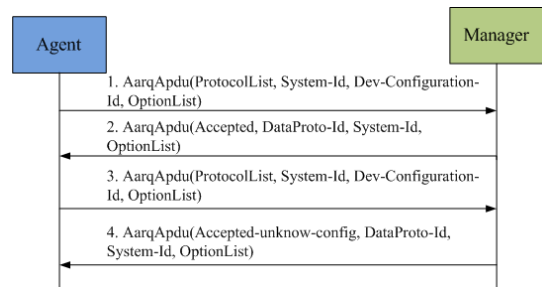


그림 1. IEEE 11073-20601 기반 상호인증을 위한 협약 프로토콜

Fig. 1. Association protocol for interoperability certification based on IEEE 11073-20601.

를 알고 있을 때 전송하며, 4번은 매니저가 에이전트의 정보를 가지고 있지 않을 때 사용한다. 메시지 전송 시 System-Id, Dev-Configuration-Id를 탑재하여 전송한다.

2. 무선 매쉬 네트워크

U-헬스케어 무선 매쉬 네트워크는 연약한 네트워킹 인프라구조를 가진 지역 (예: 산, 공원, 지역 등), 저 비용 구축 또는 지역적 관리가 필요한 서비스 등에 많이 활용되고 있다^[8].

U-헬스케어 무선 매쉬 네트워크는 다수의 무선 매쉬 라우터 (WMRs: Wireless Mesh Routers)와 생체 정보 수집하는 모바일 단말 (MN: Mobile Node)들로 구성된다. WMR들은 고정된 위치에 설치되며, 무선 링크를 통해 상호 연결되며, WMN의 백본을 형성하기 위해 무선 링크들을 통해 상호 연결된다. MN에서 수집된 생체 데이터는 WMN을 통해 원격지로 전송 된다.

하지만 WMN 환경에서 전력의 고갈, 트래픽의 과부하, 상호 간섭, 페이딩, 채널 전파 간섭 등으로 인한 WMR의 네트워크 연결 이탈로 인하여, 무선 전송을 위한 주경로가 단절되어 처리를 저하시키거나 또는 새로운 연결을 위한 무선링크경로 설정시간이 길어질 수 있다. 이로 인해, U-헬스케어 서비스에서 응급 상황의 생체 데이터가 발생하였을 경우 시기적소에 U-헬스케어 서비스 제공자에게 전송되지 못하여 극단적인 경우 생명에 잃을 수도 있다.

무선링크경로 설정 시간을 줄이기 위한 연구로 AODV (Ad-hoc On-demand Distance Vector) 라우팅 프로토콜이 있으며, 이 프로토콜은 경로 탐색, 경로 유지에 목적을 두고 있다. 이에 대한 연구들은 Proactive,

Reactive, Hybrid 라우팅 프로토콜로 분류할 수 있다^[9]. Proactive 라우팅 프로토콜은 Table-Driven 방식의 프로토콜로 최신 업데이트한 라우팅 정보를 유지하여 라우팅하는 방식을 말하며, Reactive 라우팅 프로토콜은 경로 필요시 탐색하고 데이터를 전송하는 방식을 말한다. Hybrid 라우팅 프로토콜은 Reactive와 Proactive 라우팅 프로토콜의 방식을 모두 사용하는 라우팅 방식을 말한다. 이러한 라우팅 프로토콜에서 사용되는 라우팅 경로 결정에 사용되는 요소 (Factor)에는 링크 품질 확인자 (LQI: Link Quality Indicator), 전송 카운트 (Hop 수), Interference 량, 패킷 성공률 등이 있다. 이러한 요소들은 라우팅 프로토콜에서 주 경로 설정 시 사용된다. 만약, 무선 장애들로 인해 무선 링크가 단절되어 주 경로가 사라져 새로운 경로 설정 시 초기 경로설정과 동일한 라우팅 프로토콜 방식으로 동작하게 된다. 이러한 라우팅 프로토콜은 매쉬 네트워크에서 인접 라우터간 요소 정보 교환을 위한 많은 네트워크 오버헤드를 발생시킬 수 있으며, 특히, U-헬스케어 매쉬 네트워크 시스템에 적용 시 데이터 처리를 저하, 설정 시간 지연, 평균 종단간 지연시간 증가, 패킷 전송을 저하 등으로 인해 생체 데이터 손실을 가져와 서비스의 신뢰성을 저하시킬 수 있다.

참고문헌 [2]의 저자는 데이터 전송이 필요할 경우 종단 간의 링크 품질 (Link Quality)를 측정하여 가장 신뢰성이 높은 초기 경로를 설정하여 초기 경로 상에 고장이 발생할 경우 전송경로를 복구하기 위한 보조경로를 설정한다. 하지만 위의 논문과 달리 본 논문에서 제안한 매쉬 네트워크를 위한 Resilient 라우팅 프로토콜 방식은 초기 경로 설정에 있는 노드 주변의 인접 노드 각각의 LQI 값과 에너지 레벨을 저장하여 더욱 높은 신뢰성 있는 복구 경로를 형성하여 QoS (Quality of Service) 가 보장할 수 있다.

III. 응급 데이터 처리를 위한 확장된 IEEE 11073 인증 및 전송 구조

기존의 연구에서 보면, U-헬스케어 시스템에서는 사용자의 측정된 생체 데이터를 단방향으로 의료진으로 전송하는 데만 초점을 두고 있다. 이러한 기존의 U-헬스케어 시스템을 확장성있게 서비스하기에는 의료진의 부족, 사용자 특성에 따른 응급 생체 신호 판단의 어려

움, 측정 헬스장치 및 사용자의 인증 등의 많은 어려움이 있다. 본 장에서는 이러한 기존의 문제점을 해결하기 위한 사용자 인증 관리 정책, 응급 데이터 전송 관리 정책을 기반으로 사용자 맞춤형 응급 서비스 관리를 하기 위한 방법을 제시하였다.

3.1 무선 매쉬 기반 원격 생체 모니터링 시스템 구조

본 제안된 시스템은 그림 2에서 보이는 것과 같이 헬스 모니터링 장치, 헬스 모니터링 게이트웨이, 무선 매쉬 라우터, 의료 시스템, 헬스 관리 서버로 구성된다. 헬스모니터링 장치 및 게이트웨이는 해당 IEEE 11073 PHD 에이전트 및 매니저 스택을 탑재하고 있으며, IEEE 11073-20601을 이용한 통신을 하는 장치들을 말한다. 무선 매쉬 라우터는 IEEE11073 PHD 매니저에서 측정된 생체 정보 데이터를 외부의 백본망으로 전송하기 위한 외부 네트워크로써, IEEE 802.11 a/b/g/n 등의 WiFi로 구성되며, 매쉬 (Mesh) 형태로 구성되어 무선 접속점간 라우팅 구성을 통해 최종적으로 생체 정보를 백본 네트워크로 전송하는 네트워크 시스템을 말한다. 의료 시스템은 환자의 생체 정보를 관리하는 의료 시스템을 말한다. 헬스 관리 서버는 사용자 인증 관리 뿐만 아니라 IEEE 11073 PHD 매니저 및 에이전트 인증 관리를 위한 DIAMETER AAA (Authentication, Authorization, Accounting)을 기능을 포함하며, 응급 생체 데이터 관리를 위한 정책 정보를 관리한다.

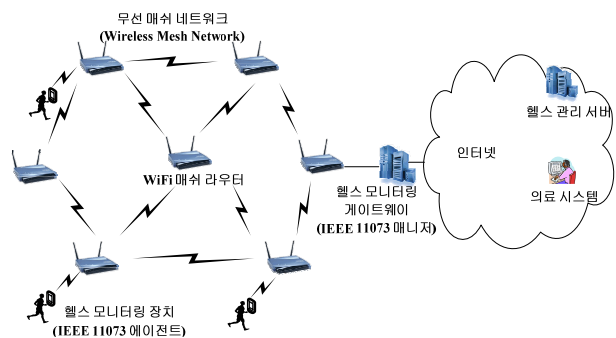


그림 2. 무선 매쉬 네트워크 기반 원격 생체 모니터링 시스템 구조

Fig. 2. System structure of remote bio data monitoring based on wireless mesh network.

3.2 응급 데이터 처리를 위한 사용자 인증 정책 구조 및 신호 흐름도

표 1은 사용자 인증 및 응급 데이터 전송 관리를 위

표 1. 사용자 인증 및 응급 데이터 전송 관리를 위한 정책과 설명

Table 1. Policy and description for user authentication management and emergency data transmission management.

| 정책 | | 정책 설명 |
|-------------|--------------------------------|--|
| 사용자 인증관리 | User_Registration | 사용자 등록을 위한 사용자 등록 정보 (사용자의 이름, 나이, 성별, ID, 패스워드 등) 전달 |
| | Auth_Encryption | 인증 정보 데이터 암호화를 위한 암호화 해쉬 방식 (MD5, SHA1 등) 정보 전달 |
| | BioData_Encryption | 생체 정보에 대한 데이터 암호화를 위한 암호화 해쉬 방식 (MD5, SHA1 등) 정보 전달 |
| | BioDev_Reconn_Auth | 생체 장치의 재연결 시 필요한 인증 정보 전달 |
| | BioDev_Auth_Connection | 생체 수집 장치의 연결에 따른 전송할 연결 정보 (사용자 인증 키, system-Id, Dev-config-Id 등) 전달 |
| 응급데이터 전송 관리 | BioData_Type_List | 사용자의 응급 생체 데이터의 종류에 대한 정보 전달 |
| | BioDev_Type_List | 사용자의 응급 생체 정보 수집 장치의 종류에 대한 정보 전달 |
| | CriticalValuePreSet | 생체 데이터에 따른 응급 임계값 또는 응급 발생 지속시간에 대한 정보 전달 |
| | BioDev_Tran_Priority | 생체데이터 전송의 신뢰성 향상을 위한 생체 데이터의 전송 우선 순위 정보 전달 |
| | BioData_Emergency_Trans_Type | 응급 생체 데이터에 따른 데이터 저장 또는 전송 여부 정보 전달 |
| | Emergency_Occur_Backup_Routing | 응급 생체 정보 발생 시 신뢰성 있는 데이터 전송을 위한 백업 라우팅 경로 정보 전달 |

한 정책과 설명을 보여주며, 그림 3은 이들 정책 기반으로 한 원격 생체 모니터링 시스템에 적용한 메시지 흐름도를 보여준다. 정책은 크게 사용자 인증 관리를 위한 정책과 응급 데이터 전송 관리를 위한 정책으로 나뉜다. 이들 정책들은 헬스 관리 서버로부터 수신 받게 된다. 그림 3에서 보이는 것과 같이 헬스 모니터링 장치는 크게 IEEE 11073 매니저, 응급 장치 매니저 (Emergency Device Manager), 응급 검진 (Emergency Checker)에 구성된다. IEEE11073 매니저는 사용자 인증, 데이터 보안, 생체 데이터 전송과 관련된 기능을 수행하며, 응급 장치 매니저는 연결된 헬스 모니터링 장치들에 대한 정보들을 관리한다. 마지막으로 응급 검진 모듈은 연결된 헬스 모니터링 장치에서 측정된 생체 데이터에 대한 응급 판단을 하게 된다.

그림 3에 보이는 것과 같이 정책 관련된 모든 정책 정보는 헬스 관리 서버로부터 전송받게 된다. IEEE

11073 매니저는 헬스 관리 서버로부터 전송받은 정책들을 응급 장치 매니저 모듈과 응급 검진 모듈로 전송하게 된다. 헬스 모니터링 장치 및 게이트웨이는 IEEE 11073-20601 표준에 따라 Get/Set/Action/Event Report 메시지를 주고받게 된다.

3.3 확장한 IEEE11073-20601 기반 사용자 인증 프로토콜

앞서 기술한 바와 같이 IEEE 11073 PHD 표준은 사용자 인증 등을 포함하는 보안 기술에 대해서는 명시하지 않고 있어 다중 사용자가 하나의 헬스 모니터링 장치를 사용할 경우 문제가 발생할 수 있다. 예를 들어, IEEE 11073-10417 에이전트가 탑재된 혈당계를 사용할 경우 어떤 사용자가 측정된 혈당인지 검증할 수 없다. 이런 문제는 원격 측정된 생체정보가 인가된 사용자가 측정된 것인지 아니면 비인가자가 특정한 것인지 구분할 수 없기 때문에 측정된 데이터와 사용자와의 관계에서 신뢰도가 떨어지게 된다. 그러므로, 하나의 IEEE

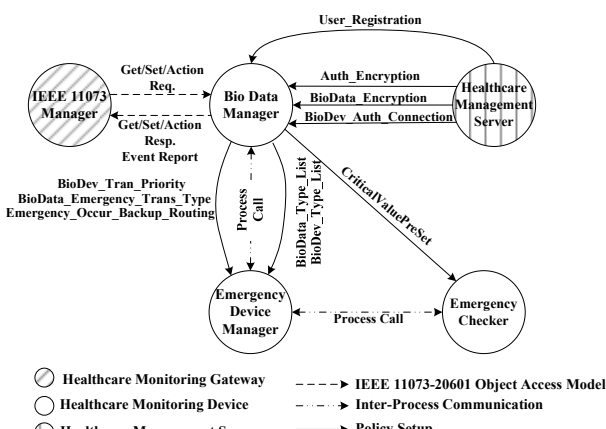


그림 3. 정책 기반 서비스 관리를 위한 메시지 흐름도
Fig. 3. Message flow diagram for policy-based service management.

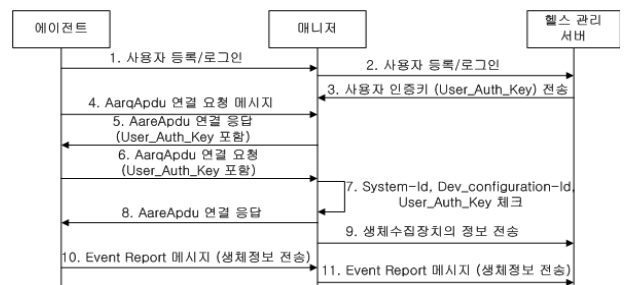


그림 4. 확장된 IEEE 11073-20601기반 사용자 인증 프로토콜 구조
Fig. 4. Protocol structure for user authentication based on extended IEEE 11073-20601.

11073 PHD 원격 생체정보 측정 장치를 이용해 가족단위나 그룹단위 등의 공동 사용은 사실상 불가능한 것이 사실이다.

그림 4는 이러한 기존의 문제점을 해결하기 위해 IEEE 11073 PHD 생체 측정 장치를 사용하는 사용자 정보를 기반으로 헬스 관리 서버를 통한 사용자 인증과 이를 이용한 IEEE 11073-20601 기반의 표준 상호 인증 절차를 이용한 헬스 모니터링 장치/게이트웨이 인증을 위한 인증 프로토콜을 보여준다.

사용자는 사용자 정보 입력 단말 (헬스 모니터링 장치), 즉 IEEE 11073 PHD 매니저가 탑재된 단말을 이용해 사용자의 이름, 나이, 성별, ID, 패스워드 등을 입력하고 헬스 관리 서버로 전송하게 된다. 헬스 관리 서버는 사용자 중복 여부를 검증하고 중복된 사용자가 아니면 사용자 정보를 등록함과 동시에 사용자 인증키를 생성하게 된다. 생성된 사용자 인증 키는 DIAMETER 프로토콜을 통해 사용자 정보 입력 단말로 전송된다. 사용자의 인증키를 수신 받은 사용자 정보 입력 단말은 사용자 인증키를 헬스 모니터링 장치로 WPAN (Wireless Personal Area Network)을 이용해 전송한다.

이때 무선 링크 구간은 각 통신 표준에서 지원하는 암호화 기법을 사용한다. 사용자 인증 키를 수신 받은 헬스 모니터링 장치는 IEEE 11073 PHD 매니저에게 AareApdu 요청 매개변수 중 option-list에 사용자 인증키를 포함하여 AareApdu 요청 메시지를 전송하게 된다. 헬스 모니터링 게이트웨이는 헬스 모니터링 장치로부터 전달받은 사용자 인증키를 이전에 헬스 관리 서버로 전송받은 인증키와 비교하여 접속 여부를 결정하게 된다. 헬스 모니터링 게이트웨이가 사용자 인증 키 검증에 성공하였을 경우 헬스 모니터링 장치로 AreApdu

메시지에 “Accepted”를 삽입하여 전송하고 에이전트의 정보를 헬스 관리 서버로 전송하게 된다. 이후 에이전트로부터 측정된 생체 데이터는 매니저를 거쳐 헬스 관리 서버로 전송되어 최종적으로 원격지의 의료진으로 전송되게 된다.

3.4 무선 매쉬 네트워크 기반 신뢰성 있는 응급 생체 데이터 전송을 위한 백업 라우팅 구조

인증 절차를 통해 헬스 모니터링 장치에서 수집되어 사용자 인증 데이터가 무선 매쉬 네트워크를 통해 헬스 모니터링 게이트웨이로 신뢰성의 데이터 전송 방법이 필요하다. 이에 본 논문에서 제안한 U-헬스케어 모니터링 서비스를 위한 무선 메시 네트워크에서 Resilient 라우팅 방법을 제시한다. 이는 초기 경로 탐색, 복구 경로 탐색, 그리고 일반 및 응급 상황 각각의 경로 유지 과정으로 구성되어 있다. 첫째, 초기 경로 탐색 과정은 Hello Message 교환을 통하여 인접 노드를 탐색하여 라우팅 테이블을 주기적으로 갱신한다. 주기적인 Hello Message 송수신에 의해 얻은 정보를 통해 1-홉 이내에 있는 노드 (Wi-Fi 매쉬 라우터)들에 대한 라우팅 테이블 생성한다. 즉, 초기 경로 탐색을 위하여 Proactive 방식을 이용하여 출발지 노드 (헬스 모니터링 장치)에서 목적지 노드 (헬스 모니터링 게이트웨이)까지의 최적 경로를 탐색한다. 두번째, 복구 경로 탐색 과정은 목적지 노드에서 RREQ 패킷을 받은 노드로 RREP 패킷을 보내면서 그 경로에 있는 노드의 이웃노드와의 연결정보를 통하여 복구 경로를 형성한다. 세번째, 경로 유지 과정은 무선 메시 네트워크에서 패킷 손실 및 경로 복구 요구 발생할 때 미리 설정된 복구 경로를 통하여 경로를 유지한다.

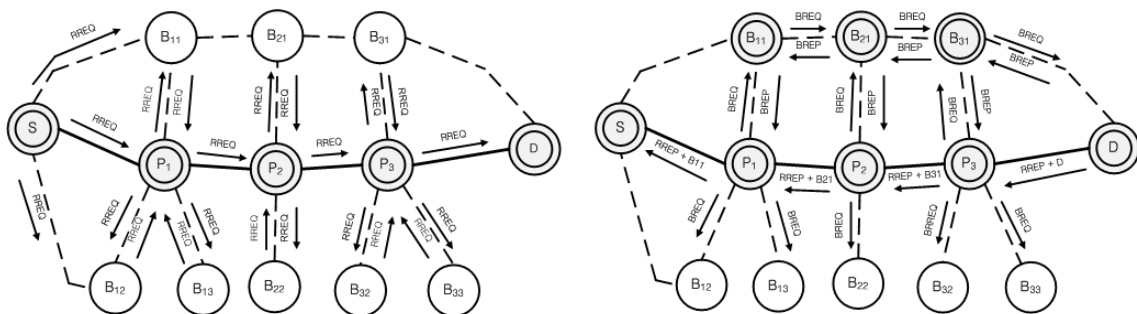


그림 5. 초기경로와 복구경로 탐색 과정
Fig. 5. Primary path and backup path discovery process.

가. 초기 경로 탐색 과정

그림 5는 초기경로와 복구경로 탐색과정을 보여준다. 초기 경로 탐색 알고리즘은 다음과 같다. 초기 네트워크 설정 단계에서 모든 노드들이 라우팅 테이블 가지지 않고 아직 경로가 형성 되지 않아 목적지 노드까지 경로를 형성하고자 할 때 출발지 노드가 RREQ (Route Request) 패킷을 인접 노드에 브로드캐스트하면서 라우팅 테이블을 형성한다. 중간 노드가 RREQ 패킷을 받게 되면 자신의 라우팅 테이블에 인접 노드의 정보를 기록한 후 다시 RREQ 패킷을 브로드캐스트로 재전송하게 된다. 이때 각 노드의 인접 노드 정보인 LQI 및 에너지 레벨을 계산하여 라우팅 테이블에 저장한다. 목적지 노드가 RREQ 패킷을 받게 되면 라우팅 테이블을 검사하여 이미 받은 패킷 인지를 확인한다. 이미 받은 RREQ 패킷이 있을 경우에는 기존의 RREQ 패킷에 기록된 경로 비용과 비교하여 새롭게 도착한 RREQ 패킷이 더 낮은 경로 비용을 가질 경우 RREP 패킷으로 응답하게 된다. 이때 RREP (Route Reply) 패킷은 RREQ 패킷의 출발지 노드를 목적지 노드로 하여 유니캐스트로 전송된다.

나. 복구 경로 탐색 과정

복구 경로 탐색 알고리즘은 다음과 같다. RREQ 패킷을 받은 목적지 노드가 RREQ 패킷의 출발지 노드를 목적지 노드로 하여 RREP 패킷과 함께 복구 경로 연결 노드 정보를 유니캐스트로 전송한다. RREP 패킷을 수신한 각각의 노드는 RREP 패킷과 RREQ 패킷 플래그 "B"가 1로 설정되면서 BREQ 패킷을 라우팅 테이블에 기록된 인접 노드에 저장되며 연결 노드를 목적지 노드로 하여 BREQ 패킷을 전송을 한다. BREQ 패킷을 수신한 연결 노드는 BREP를 중간 노드로 전송한다.

다. BREP 패킷을 수신한 중간 노드는 인접 노드의 연결 정보를 라우팅 테이블에 기록한다. 즉, RREP 패킷을 받은 각각의 중간 노드들은 복구 경로를 추가하고 재전송하게 된다. 생성한 복구경로는 라우팅 테이블에 저장하여 경로 유지 과정에서 고장 노드가 발생할 때 복구 경로를 통하여 목적지 노드까지 생체 정보를 최종적으로 전달한다. 즉, 목적지 노드에서 1-홉 거리에 있는 중간 노드로 RREP 패킷을 보낸다. RREP 패킷을 받은 중간 노드는 중간 노드의 인접 노드에게 목적지 노드의 연결정보를 요구한다. 이때 목적지 노드와 연결 정보를 가지고 있고 인접 노드들 중 초기 경로 탐색 시 저장된 LQI 값이 가장 높은 노드를 복구 경로의 노드로 정하여 라우팅 테이블에 기록한다. 만약에 LQI 값이 같은 인접 노드가 존재한다면 그 중 가장 에너지 레벨이 높은 노드가 복구 경로의 노드가 된다. 출발지 노드에 RREP 패킷이 도착하게 되면 해당 RREP 패킷이 거쳐 온 경로를 경로로 하여 라우팅 테이블에 기록하게 된다.

다. 일반/응급 상황에 따른 경로 유지 과정

그림 6은 생체 정보 전송위한 과정을 보여준다. 에이전트에서 생체정보를 전송 과정에서 노드가 고장이 발생한 경우에는 먼저 고장을 감지한 중간 노드가 경로 복구를 시도한다. 경로 단절은 명시된 Hello Message 교환 시간 경과 후, 새로운 Hello Message가 전달되지 않으면 경로가 단절된 것으로 판단한다. 이 때 생체 정보가 응급상황인 경우 경로 단절이 발생하면 경로 단절이 발생한 노드에 생체 정보가 전송되지 않고 노드 고장을 인지한 중간 노드가 복구 경로를 통하여 경로 복구를 시도한다. 복구 경로 탐색 시 라우팅 테이블에 저장된 인접 노드를 통하여 매니저로 메시지를 전송한다. 최종적으로 생체정보를 매니저로 보낼 때 중간 노드 고장 발생 시 라우팅 테이블에서 초기 경로를 삭제하고 복구 경로에서 연결 정보를 알고 있는 인접 노드를 통하여 매니저까지 생체 정보를 전송한다. 그리고 만약에 일반 생체 정보인 경우, 고장이 발생한 노드는 생체 정보를 헬스 모니터링 장치에 저장하고 노드가 다시 생체 정보 전송이 가능한 상태가 되면 매니저까지 생체 정보를 전송한다.

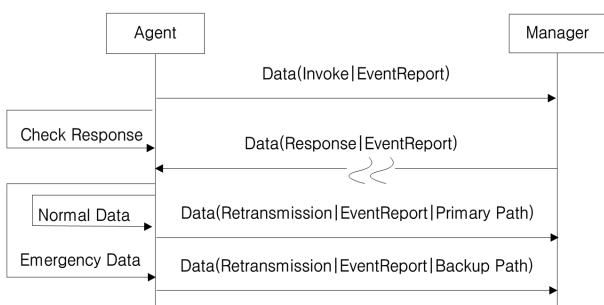


그림 6. 생체 정보 전송위한 과정
Fig. 6. Bio-data transmission sequence diagram.

IV. 성능 분석

본 논문에서 제안한 복구 경로를 이용한 Resilient 라우팅 프로토콜에 대한 성능 평가를 위하여 NS-3 (Network Simulator-3)을 이용하여 기존의 AODV 라우팅 프로토콜과 제안한 Resilient 라우팅 프로토콜을 성능 분석하였다. U-헬스케어 모니터링 시스템에서는 데이터 전송의 신뢰성과 전체적인 네트워크 성능이 크게 고려되고 있다. 따라서 성능 분석은 출발지 노드에 의해 보내진 패킷의 개수와 목적지 노드에 도착한 패킷의 개수를 비율 (PDF: Packet Delivery Fraction) 과 컨트롤 오버헤드 (Control Overhead) 를 측정하여 모의실험을 수행하였다^[10].

모의실험에 사용한 파라미터 및 환경은 다음과 같다. WMN는 라우팅 측면에서, 고정된 무선 라우터들로 네트워크를 구성하기 때문에 WMR의 움직임을 가지지 않는 네트워크 토폴로지를 구성하였다. 시뮬레이션 시간은 100 초로 설정하였고 그리고 각 WMR 모델은 16 (4*4), 25 (5*5), 36 (6*6), 49 (7*7), 64 (8*8), 81 (9*9), 100 (10*10) WMR을 매쉬 토폴로지 구성하여 시뮬레이션 환경을 만들었다. 모의실험에서 사용한 자세한 파라미터 및 네트워크 설정 환경은 Mac 계층 타입 (IEEE 802.11a), 시뮬레이션 수행 시간 (100 초), 데이터 패킷 크기 (1024 bytes)로 설정하였다.

그림 7은 시뮬레이션 환경을 매쉬 토폴로지 구성한 PDF를 나타낸 것으로 PDF 분석을 위하여 각 WMR 모델마다 초기 경로에서 최종적으로 데이터를 보낼 때 한 개의 WMR이 고장이 발생하도록 하였다.

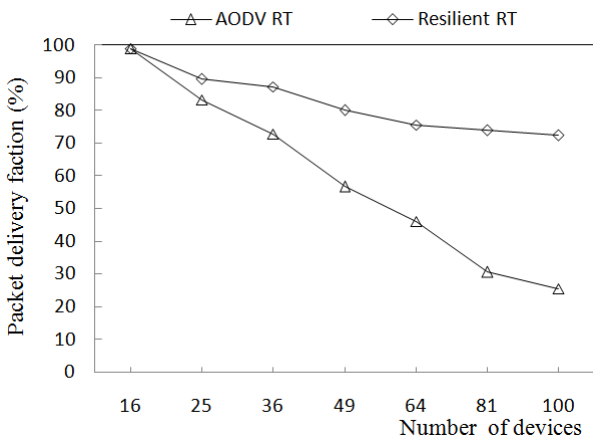


그림 7. WMR 수에 따른 패킷 전달율
Fig. 7. PDF with the number of WMRs.

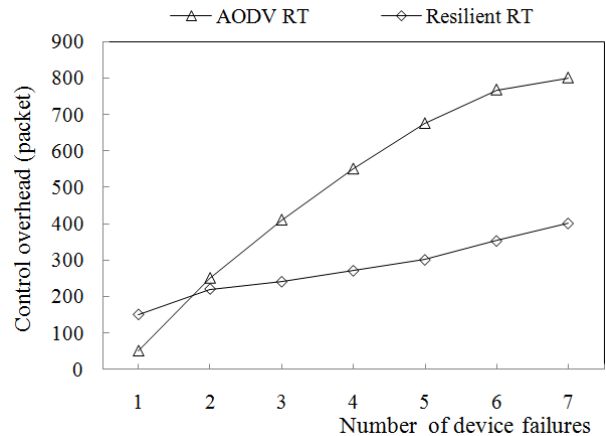


그림 8. WMR에 따른 패킷 오버헤드
Fig. 8. Control overhead with the increased number failures of WMR.

PDF의 경우에는 본 논문에서 제안하는 방법이 기존의 AODV 라우팅 프로토콜보다 좋은 성능을 보임을 알 수 있다. 이는 Resilient 라우팅 프로토콜에서 WMR 장애가 발생할 때 미리 만들어진 복구 경로를 통하여 데이터를 전송하기 때문에 복구 경로가 없는 AODV 라우팅 프로토콜보다 성능이 향상된 결과를 보여준다. 이에 반하여, AODV 라우팅 프로토콜의 경우 데이터 전송 기간에 WMR 장애가 발생하면 복구 경로가 존재하지 않기 때문에 급격하게 패킷 전달율이 낮아지는 것을 확인할 수 있다.

그림 8은 100 (10*10)의 WMR로 구성된 네트워크 환경에서 WMR의 장애 발생 수에 따른 패킷 오버헤드를 비교하여 나타내었다. 패킷 오버헤드의 경우는 초기에 경로를 설정 할 때 복구 경로를 형성하기 때문에 제안한 방법이 기존 방법보다 컨트롤 오버헤드가 높지만 WMR의 장애 발생 수를 증가시키는 경우 복구 경로 때문에 기존의 AODV 보다 제안한 Resilient 라우팅 프로토콜에서 오버헤드가 거의 증가 하지 않는 것을 알 수 있다. 즉 기존의 AODV 라우팅 프로토콜은 오버헤드가 많이 발생하여 라우팅 성능을 저하시킬 수 있는 반면 본 논문에서 제안한 Resilient 라우팅 프로토콜 방식은 WMR 장애 발생 시 RERR 패킷을 사용하지 않고 처음부터 경로 탐색을 하지 않기 때문에 패킷의 오버헤드를 줄일 수 있다는 장점이 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 U-헬스케어 무선 매쉬 네트워크에서 정책기반의 고 신뢰성 있는 응급 데이터 관리를 위한 신원 인증 및 전송 구조 및 프로토콜을 제시하였다. 이를 위해 IEEE11073-20601 표준을 확장한 사용자/헬스 모니터링 장치/헬스 모니터링 게이트웨이의 인증 프로토콜을 제안하였고, 무선 매쉬 네트워크에서 헬스 모니터링 장치에서 수집된 생체 데이터를 U-헬스케어 모니터링 게이트웨이로 고 신뢰성 있는 데이터 전송을 위한 새로운 Resilient 라우팅 방법을 제안하였다. 마지막으로, 새로이 제안된 Resilient 라우팅 방법의 PDF 및 오버헤드 에 대한 성능 분석을 하였다.

Management, Vol. 3, Iss. 1, 2012.
[10] The ns-3 network simulator,
<http://www.nsnam.org>

REFERENCES

- [1] X. Wang, "Wireless Mesh Networks", J. Telemed Telecare, Vol.14, no.8, pp.401-403, 2008.
- [2] E. Amir, N. Nidal and A. D. Jehad, "Efficient Routing for wireless mesh networks using a backup path," International journal communication systems, 2012.
- [3] H. Joan, et al., "Sex Differences in Pulse Pressure Trends With Age Are Cross-Cultural," American Heart Association, Vol. 55 no.1, pp. 40-47, Jan 2010.
- [4] 11073 Standard for Medical Device Communication Part 00000: Framework and Overview, IEEE Standard.
- [5] F. Nobuo, Access-Point Allocation Algorithms for Scalable Wireless Internet-Access Mesh Networks, Book edited by Nobuo Funabike, Jan. 14, 2011.
- [6] A. Egner, et al., "Enhanced Communication Protocol for ISO/IEEE 11073-20601," U. P. B Sci. Bull, Vol. 75, iss. 2, 2013.
- [7] A. Egner et al., "Managing Secure Authentication for Standard Mobile Medical Networks", 2012 IEEE Symposium on Computers and Communications (ISCC), pp.390-393, 2012.
- [8] Motorola, "Betound Coorate Walls: Motorola Enterprise Mesh Networks," Technical Brief Document, Feb. 2009.
- [9] K. Supersh and K. Jogendra, "Comparative Analysis of Proactive and Reactive Routing Protocol in Mobile Ad-Hoc Network(MANET)," Journal of Information and Operations

저 자 소 개



천 승 만(정회원)
 2008년 동양대학교 전자공학과
 (공학사)
 2010년 경북대학교 IT 대학
 전자공학부(공학 석사)
 2010년~현재 경북대학교 IT대학
 전자공학부 박사과정
 <주관심분야 : 차세대 통신망 운용, 이동성 관리,
 U-헬스케어 네트워크 관리>



우 연 경(정회원)
 2011년 영남대학교 전자공학
 공학사
 2012년~현재 경북대학교
 전자공학부 (석사과정)
 <주관심분야 : U-헬스케어 서비
 스, 무선 네트워크 관리, 차세대
 통신망운용, 네트워크 이동성 관
 리>



박 종 태(평생회원)
 1978년 경북대학교 전자공학과
 (공학사)
 1981년 서울대학교 전자 공학과
 (공학석사)
 1987년 미국 미시건대학교 정보
 통신(공학박사)
 1989년~현재 경북대학교 전자공학과 교수
 2000년~2003년 IEEE Technical Committee on
 Information Infrastructure(TCII) 의장
 1988년~1989년 삼성전자 컴퓨터시스템 사업부
 수석연구원
 1987년~1987년 미국 AT&T Bell 연구소
 연구위원
 1984년~1987년 미국 CITI 연구원
 <주관심분야 : 이동통신, 차세대 통신망 운용, 네
 트워크 보안, 헬스케어 융합 네트워크 관리>