
ISO/IEEE 11073 표준 프로토콜 기반의

산소포화도 전송 에이전트 설계

박주건* · 임승현* · 박기현*

*계명대학교

Design of an SpO₂ Transmission Agent based on

ISO/IEEE 11073 Standard Protocol

Ju-geon Pak* · Sung-hyun Im* · Kee-hyun Park*

*Keimyung University

E-mail : khp@kmu.ac.kr

요 약

맥박산소측정기는 비침습적으로 사용자의 혈중 산소포화도(percentage oxygen saturation of haemoglobin: SpO₂)를 측정 및 모니터링 하는 기기이다. 맥박산소측정기를 포함한 대부분의 개인건강기기 (Personal Health Device: PHD) 들은 데스크톱 컴퓨터에 비해 제한된 리소스를 가지므로, 측정된 데이터를 근거리의 매니저 (스마트폰, PC)에 전송하고, 매니저를 통해 원격의 모니터링 서버로 전송하는 방식을 사용한다. 따라서 개인건강기기와 매니저 간의 통신 프로토콜은 상호호환성의 관점에서 중요한 연구 분야이다. 이에 본 논문에서는 개인건강기기에 관한 국제 표준인 ISO/IEEE 11073 (X73) 프로토콜 기반 산소포화도 전송 에이전트의 설계 결과를 제시한다. 본 논문의 에이전트는 맥박산소측정기가 측정한 사용자의 산소포화도 및 맥박 수를 X73 메시지로 생성하여 매니저에게 전송하는 임베디드 프로그램으로 세션핸들러, 메시지 핸들러, 그리고 메모리 핸들러로 구성된다. 세션 핸들러는 원격 모니터링 서버와의 통신 세션 연결, 해제를 담당하고, 메시지 핸들러는 X73 메시지의 생성 및 해석을 담당한다. 메모리 핸들러는 맥박산소측정기 메모리에 저장된 맥박 및 산소포화도를 추출한다. 본 논문의 산소포화도 전송 에이전트를 사용함으로써, 맥박산소측정기는 x73 표준을 따르는 여러 매니저들과의 통신이 가능하게 되며, 이를 통해 맥박산소측정기와 매니저 간 상호호환성을 보장할 수 있다.

ABSTRACT

A pulse oximeter is a device which provides non-invasive estimate of percentage oxygen saturation of haemoglobin (SpO₂). Due to the limitations of resources of personal health devices (PHDs) including pulse oximeters, they generally transmit the estimated data to a remote monitoring server through a close manager (e.g. mobile device or PC). Therefore, communication protocols between PHDs and a manager is an important research topic in terms of interoperability. In this paper, we present design results of an SpO₂ transmission agent based on the ISO/IEEE 11073 (X73) protocol. The protocol is an international standard for PHDs. The agent is an embedded program which generates X73 messages from the estimated pulse rates and SpO₂, and transmits the messages to a close manager. The agent consists of a Session, Message and Memory Handler. The Session Handler manages a communication session with the manager, and the Message Handler generates and analyzes the exchanged messages according to the X73 protocol. The Memory Handler extracts pulse rates and SpO₂s which are stored in a memory of the pulse oximeter. The SpO₂ transmission agent allows pulse oximeters to communicate with managers based on x73 standard. Consequently, the interoperability between the pulse oximeters and the managers is guaranteed.

키워드

개인건강기기, 맥박산소측정기, 산소포화도, ISO/IEEE 11073, PHD

1. 서 론

최근 IT 기술의 발전과 웰빙 트렌드의 확산으로 인해 사용자의 건강을 지속적으로 모니터링하기 위한 개인건강기기(Personal Health Device: PHD)의 보급이 확산되고 있다 [1, 2]. 개인건강기기란 사용자의 생체/의료/위치 등의 정보를 측정 및 분석하는 기기를 말하며, 대표적인 예로는 운동량계 (Activity monitor), 복용기 (Medication dispenser), 맥박산소측정기 (Pulse oximeter) 등을 들 수 있다. 이 중 맥박산소측정기는 사용자의 혈중 산소포화도 (SpO2)와 맥박수를 비침습적으로 측정하여 혈액 중 산소부족현상 및 심장기능 저하로 인한 각종 응급상황을 사전에 방지하기 위한 기기로서 보급이 점차 확산되고 있다.

맥박산소측정기를 포함한 대부분의 개인건강기기들은 데스크톱 컴퓨터에 비해 제한된 컴퓨팅 파워 및 네트워크 대역폭을 가진다는 단점 때문에, 측정된 개인건강정보를 비교적 근거리에서 위치한 스마트폰, 데스크톱 컴퓨터 등(매니저)에게 전송하고, 매니저를 통해 측정 정보를 원격의 모니터링 서버로 전송하는 방식을 사용하고 있다. 따라서 개인건강기기에 탑재된 에이전트와 매니저 간 통신 프로토콜은 상호호환성 및 운용 효율성의 관점에서 중요한 연구 분야이다 [3].

이에 본 논문에서는 개인건강기기에 관한 국제 표준인 ISO/IEEE 11073 (x73) 프로토콜 [4] 기반의 산소포화도 전송 에이전트의 설계 결과를 제시한다. 본 논문의 산소포화도 전송 에이전트는 맥박산소측정기가 측정한 사용자의 산소포화도 및 맥박 수를 x73 프로토콜 기반의 메시지로 생성한 후, 해당 프로토콜에서 명시한 통신 절차에 따라 매니저에게 전송하는 임베디드 프로그램이다. 산소포화도 전송 에이전트는 세션 핸들러, 메시지 핸들러, 그리고 메모리 핸들러로 구성된다. 세션 핸들러는 매니저와의 통신 세션 연결, 해제를 담당하고, 메시지 핸들러는 x73 프로토콜 기반의 메시지 생성 및 해석을 담당한다. 메모리 핸들러는 맥박산소측정기 메모리에 저장된 맥박 및 산소포화도를 추출한다. 본 논문의 산소포화도 전송 에이전트를 사용함으로써, 맥박산소측정기는 x73 표준을 따르는 여러 매니저들과의 통신이 가능하게 되며, 이를 통해 맥박산소측정기와 매니저 간 상호호환성을 보장할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장은 관련연구 부분으로 본 논문의 근간이 되는 x73 표준 프로토콜에 대해 설명하며, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 산소포화도 전송 에이전트의 설계 결과를 제시한다. 마지막으로 4장에서 본 논문의 결론과 향후 연구 방향에 대해 논한다.

II. 관련연구

x73은 개인건강기기에 관한 국제 표준으로

PHD 워킹 그룹에 의해, 2006년 5월 11일에 제안되었다. x73은 표준화를 통해 개인건강기기의 상호호환성을 보장하며 플랫폼의 재사용성을 보장하는데 그 목적이 있다 [5]. x73은 개인건강기기와 매니저 간의 통신 방식을 규정하기 위해 x73-20601 Optimized Exchange Protocol [6]을 명세하였으며, 각 PHD별 특성을 고려한 세부 프로토콜 (Device Specialization)들을 명세하였다. 그림 1은 x73 프로토콜의 구조를 나타낸다.

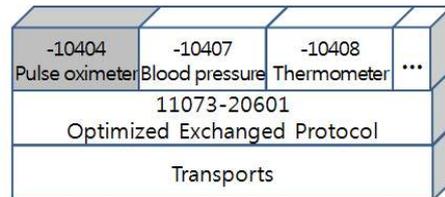


그림 1. x73 프로토콜 구조

본 논문의 산소포화도 전송 에이전트는 맥박산소측정기가 측정한 산소포화도 및 맥박 수를 x73-10404 표준 [7]에 따라 메시지로 생성하고, 생성한 메시지를 x73-20601 표준에서 명시한 절차에 따라 매니저로 전송한다. 그림 2는 에이전트와 매니저 간 메시지 교환 절차를 나타낸다.

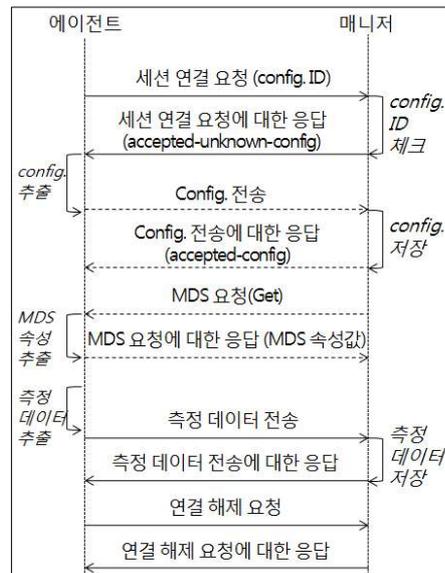


그림 2. 메시지 교환 절차

그림 2에서와 같이 에이전트는 매니저에게 설정 ID (Configuration ID)를 포함한 세션 연결 요청 메시지를 전송한다. 이를 수신한 매니저는 자신의 메모리에 해당 설정 ID가 존재하는지 체크한다. 만약 존재하지 않는다면 (즉, 해당 에이전트와 매니저의 최초 통신일 경우) 매니저는 에이전트에게 'Accepted-unknown-config'를 반환한다. 이를 수신한 에이전트는 자신의 메모리에 저장된

설정 값들을 추출하여 설정 ID와 함께 매니저에게 전송하고, 매니저는 수신한 설정 값과 설정 ID를 자신의 메모리에 저장한다. 이후, 매니저는 에이전트가 탑재된 기기의 정보를 획득하기 위해 Medical Device System (MDS) 객체의 속성 값을 요청하며, 에이전트는 속성 값들을 추출하여 매니저에게 반환한다. 설정 값과 속성 값은 초기 한번만 교환되며, 교환 이후부터는 세션 연결 후 즉시 데이터를 송신 및 수신할 수 있게 된다.

III. 산소포화도 전송 에이전트

맥박산소측정기를 포함한 대부분의 개인건강기 기들은 데스크톱 컴퓨터에 비해 작은 크기의 화면과 제한된 컴퓨팅 파워 및 네트워크 대역폭을 가진다는 단점 때문에, 측정된 개인건강정보를 비교적 근거리에서 위치한 스마트폰, 데스크톱 컴퓨터 등의 매니저에게 유/무선으로 전송하고, 매니저는 수신한 정보를 원격의 모니터링 서버로 전송한다. 그림 3은 본 논문의 산소포화도 측정 에이전트가 탑재된 전체 시스템의 구성도를 나타낸다.

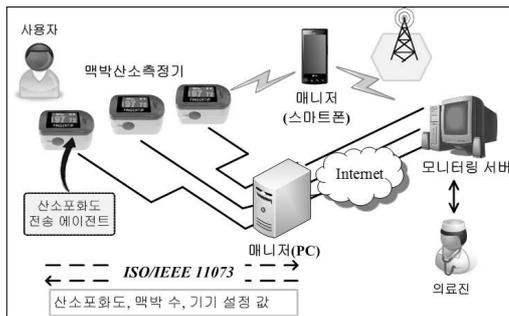


그림 3. 산소포화도 모니터링 시스템 구성도

그림 3에서 사용자의 맥박산소측정기가 측정된 산소포화도, 맥박 수, 기기 설정 값 등의 정보는 매니저에게 전송된다. 이 때 산소포화도 측정기와 매니저 간의 통일된 통신 프로토콜이 필요하며, 이를 위해 제안된 표준이 2장에서 설명한 x73-10404 이다. 맥박산소측정기가 측정 정보를 매니저에게 전송하면, 매니저는 수신된 정보를 원격의 모니터링 서버에 전송한다.

3.1 산소포화도 전송 에이전트 설계 구조

본 논문의 산소포화도 전송 에이전트는 사용자의 맥박산소측정기에 탑재되며, 맥박산소측정기가 측정된 사용자의 맥박 및 산소포화도를 x73 프로토콜 기반의 메시지로 생성한 후, 해당 프로토콜에서 명시한 통신 절차에 따라 매니저에게 전송하는 역할을 수행한다.

그림 4는 본 논문에서 제안하는 산소포화도 전송 에이전트의 구조도를 나타낸다.

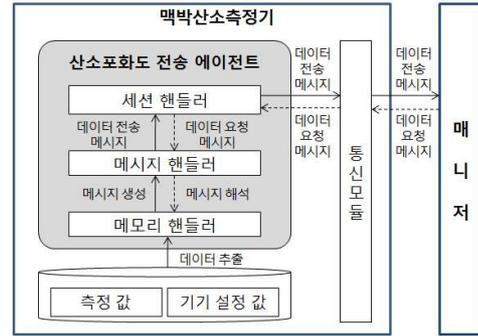


그림 4. 산소포화도 전송 에이전트

본 논문의 산소포화도 전송 에이전트는 세션 핸들러, 메시지 핸들러 그리고 메모리 핸들러로 구성되며, 각 핸들러들의 역할은 다음과 같다.

- **세션 핸들러:** 매니저와의 통신 세션을 관리한다. 하나의 세션이 종료될 때까지 매니저와의 접속을 유지한다.
- **메시지 핸들러:** 매니저와 송수신하는 x73 메시지를 생성/해석한다. 메시지 핸들러는 사용자의 산소포화도, 맥박 수 그리고 기기 설정 값을 메모리로부터 추출하여 메시지로 생성하며, 매니저로부터 수신한 메시지를 해석한다.
- **메모리 핸들러:** 매니저에게 전송해야 할 데이터는 메모리에 저장되는데 메모리 핸들러는 메모리에 저장된 데이터를 추출한다.

3.2 ISO/IEEE 11073-10404 메시지 생성 방법

x73-10404 표준 프로토콜에 따르면, 맥박산소측정기가 매니저로 전송해야 할 메시지의 타입은 총 5가지이며, 각 메시지의 역할은 다음과 같다.

- **세션 연결 요청 메시지:** 맥박산소측정기가 매니저와의 세션 연결을 요청할 때 전송하는 메시지로 시스템 ID, 설정 ID 등의 정보가 포함된다.
- **설정 값 전송:** 맥박산소측정기의 설정 값(측정 값 종류, 전송 방식 등)을 전송하는 메시지로 표준 설정일 경우 설정 ID는 0x0190 또는 0x191이며, 확장 설정일 경우 설정 ID는 0x4000에서 0x7FFF 사이의 값이 된다.
- **MDS 객체 응답 메시지:** 매니저가 수신한 MDS 객체 요청에 대한 응답으로 MDS의 속성 값들이 포함된다. MDS의 속성으로는 기기의 모델, 제조사 등이 있다.
- **데이터 전송 메시지:** 맥박산소측정기가 측정된 사용자의 산소포화도, 맥박 수 등의 정보가 포함된다.
- **세션 해제 요청 메시지:** 매니저와의 세션을 해제할 때 사용되는 메시지로 세션 해제 이유를 명시한다.

x73-10404을 포함한 모든 x73 프로토콜의 특성상 에이전트와 매니저 간 교환되는 동일한 타입의 메시지들은 서로 동일한 형식을 가지며 메시

지에 포함된 데이터 중 일부만 변경된다. 따라서 각 메시지 타입별로 기본 패턴을 설정해두고, 변경되어야 할 데이터만 추가하여 메시지를 생성한다면 컴퓨팅 능력이 제한적인 맥박산소측정기의 연산을 줄일 수 있다. [8].

이에 본 논문의 산소포화도 전송 에이전트는 각 메시지 타입별 템플릿을 사전에 설정해두고, 변경되는 데이터를 변수로 취급하여 삽입하는 방식을 사용한다. 그림 5는 산소포화도 전송 에이전트의 메시지 생성 방법을 나타낸다.

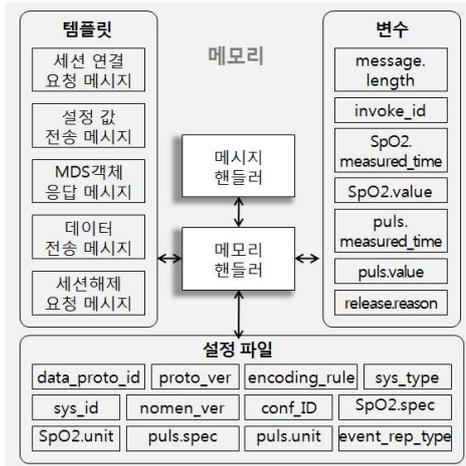


그림 5. 에이전트의 메시지 생성 방법

그림 5에서와 같이 맥박산소측정기의 메모리에는 각 메시지 타입별로 사전에 형식을 정의해둔 템플릿들과 메시지 전송 시마다 변경될 수 있는 변수들, 그리고 맥박산소측정기의 기기 설정 값을 나타내는 설정 파일이 저장된다. 메시지 핸들러는 메시지 생성 시 생성할 메시지의 타입 정보를 메모리 핸들러에 전달한다. 메모리 핸들러는 메시지 타입 정보를 바탕으로 해당 메시지 템플릿을 추출하며, 각 메시지 템플릿에 추가되어야 할 정보를 변수 및 설정 파일로부터 추출하여 메시지 핸들러에게 전달한다. 템플릿, 변수, 설정 값을 수신한 메시지 핸들러는 이들을 조합하여 하나의 메시지를 생성한다.

IV. 결 론

본 논문에서는 맥박산소측정기가 측정할 산소포화도 및 맥박 수 전송을 위한 산소포화도 전송 에이전트의 설계 결과를 제시하였다. 산소포화도 전송 에이전트는 맥박산소측정기에 탑재되며, 맥박산소측정기가 측정할 정보를 추출한 후 x73 표준 메시지로 생성하고 매니저에게 전송하는 역할을 한다. 이를 위해 본 논문에서는 산소포화도 전송 에이전트를 세션, 메시지, 메모리 핸들러로 구분하여 설계하였다. 특히 메시지 핸들러는 실질적으로 x73 메시지를 생성하는 모듈로, 메시지 생성

시 각 메시지 타입별로 사전에 정의된 템플릿을 로드하고, 해당 템플릿에 변수 및 기기의 설정 값을 추가하는 방법으로 메시지를 생성한다. 본 논문의 산소포화도 전송 에이전트를 사용함으로써, x73 표준을 따르는 여러 매니저들과의 통신이 가능하게 되며, 이를 통해 맥박산소측정기와 매니저 간 상호호환성을 보장할 수 있다.

현재, 본 연구팀은 설계 결과를 바탕으로 에이전트를 구현하고 있으며, 구현 후 맥박산소측정기에 실제 탑재하여 매니저와의 통신 효율을 개선하기 위한 다양한 연구를 진행할 예정이다.

Acknowledgments

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2011년도 산학연공동기술개발사업(No. 2011 - 0003)의 연구 수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

참고문헌

- [1] 강성욱, 이성호, 고유상, "유헬스(u-Health) 시대의 도래", SERI CEO Information, 제 602호, 2007.
- [2] A. O'Brien, and R. M. Ruairi, "Survey of Assistive Technology Devices and Applications for Aging in Place", 2CENTRIC 2009, pp. 7-12, Sept. 2009.
- [3] M. Galarraga, L. Serrano, I. Martinez, P. de Toledo and M. Reynolds, "Telemonitoring Systems Interoperability Challenge: An Updated Review of the Applicability of ISO/IEEE 11073 Standards for Interoperability in Telemonitoring", EMBS 2007, pp. 6161-6165, Aug. 2007.
- [4] IEEE11073. Health informatics. Point-of-care medical device communication. Standard for Medical Device Communications - Overview and Framework, <http://www.ieee11073.org>
- [5] L. Schmitt, T. Falck, F. Wartena, and D. Simons, "Novel ISO/IEEE 11073 Standards for Personal Telehealth Systems Interoperability", HCMDSS-MDPnP 2007, June 2007.
- [6] ISO/IEEE 11073-20601, Application profile-Optimized Exchange Protocol, Dec. 2008.
- [7] ISO/IEEE 11073-10404, Device specialization-Pulse oximeter, Apr. 2009.
- [8] M. Martinez-Espronedada, L. Serrano, I. Martinez, J. Escayola, S. Led, J. Trigo, and J. Garcia, "Implementing ISODEEE 11073: Proposal of two different strategic approaches", EMBS 2008, pp. 1805-1808, Aug. 2008.