

논문 2016-53-4-1

사물인터넷 헬스케어 서비스를 위한 oneM2M기반 ISO/IEEE 11073 DIM 전송 구조 설계 및 구현

(Design and Implementation of ISO/IEEE 11073 DIM Transmission
Structure Based on oneM2M for IoT Healthcare Service)

김 현 수*, 천 승 만*, 정 윤 석*, 박 종 태**

(Hyun Su Kim, Seung Man Chun, Yun Seok Chung, and Jong Tae Park[Ⓞ])

요 약

사물 인터넷 (Internet of Things : IoT) 환경에서 IoT 디바이스들은 전원이나 메모리 등의 물리적 구성요소들에 의해 제한되며 대역폭, 무선 채널, 처리율, 페이로드 등의 네트워크 성능 또한 제한적임에도 불구하고 타 IoT 디바이스들과 리소스를 공유한다. 특히 IoT 헬스케어 서비스에 있어서 원격 디바이스 정보 관리 뿐만 아니라 원격 환자 정보관리가 매우 중요하며, 더욱이, 사물인터넷 헬스케어 디바이스와 헬스케어 플랫폼간 상호연동성 지원이 매우 중요하다. 이를 위해서는 헬스케어 디바이스와 헬스케어 플랫폼간 데이터 정보 표현, 데이터 전송 표현, 메시지 규격 등이 사물인터넷 환경에 적합한 국제표준 준수가 매우 필요하다. 하지만, 기존의 국제의료정보 전송표준인 ISO/IEEE 11073 PHD (Personal Healthcare Device) 표준에서는 사물인터넷 환경 (네트워크 프로토콜)을 고려하지 않아 사물인터넷 헬스케어 서비스에 적용하기 어렵다. 이를 위해 본 논문에서는 사물인터넷 표준인 oneM2M과 의료정보 전송표준인 ISO/IEEE 11073 DIM(Domain Information Model)을 적용한 사물인터넷 헬스케어 시스템을 설계 및 구현하였다. 구현을 위해 oneM2M 기반인 OM2M 플랫폼을 활용하였고, 헬스케어 디바이스와 OM2M 플랫폼간 효율적인 전송 구문에 대한 평가를 위해 HTTP와 CoAP간, XML과 JSON간 단일 처리과정의 패킷 사이즈와 전송 패킷 수 등을 성능 분석하였다.

Abstract

In the environment of Internet of Things (IoT), IoT devices are limited by physical components such as power supply and memory, and also limited to their network performance in bandwidth, wireless channel, throughput, payload, etc. Despite these limitations, resources of IoT devices are shared with other IoT devices. Especially, remote management of the information of devices and patients are very important for the IoT healthcare service, moreover, providing the interoperability between the healthcare device and healthcare platform is essential. To meet these requirements, format of the message and the expressions for the data information and data transmission need to comply with suitable international standards for the IoT environment. However, the ISO/IEEE 11073 PHD (Personal Healthcare Device) standards, the existing international standards for the transmission of health informatics, does not consider the IoT environment, and therefore it is difficult to be applied for the IoT healthcare service. For this matter, we have designed and implemented the IoT healthcare system by applying the oneM2M, standards for the Internet of Things, and ISO/IEEE 11073 DIM (Domain Information Model), standards for the transmission of health informatics. For the implementation, the OM2M platform, which is based on the oneM2M standards, has been used. To evaluate the efficiency of transfer syntaxes between the healthcare device and OM2M platform, we have implemented comparative performance evaluation between HTTP and CoAP, and also between XML and JSON by comparing the packet size and number of packets in one transaction.

Keywords : International healthcare standard, IoT healthcare, IEEE 11073 PHD, CoAP

* 정회원, ** 평생회원, 경북대학교 전자공학부(Department of Electrical Engineering, Kyungpook University)

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

※ This study was supported by the BK21 Plus project funded by the Ministry of Education, Korea (21A20131600011)

Received : January 5, 2016

Revised : March 16, 2016

Accepted : April 4, 2016

I. 서 론

사물 인터넷 (Internet of Things : IoT)은 점점 세계적인 인기를 얻고 있다. IoT는 IoT환경을 넘어 다양한 프로토콜, 도메인 및 어플리케이션들을 수용할 수 있는 디바이스, 시스템 및 서비스들과의 높은 수준의 연결성을 제공할 것으로 기대된다^[1].

IoT 서비스의 제공을 위해 조직된 IIC (Industrial Internet Consortium), AllSeen Alliance, OIC (Open Interconnect Consortium), Thread Group등의 단체들이 있다. 이들은 IoT 서비스의 개발을 위한 오픈소스 프로젝트를 진행하고 있다.

한편, 개개인의 건강에 대한 관심이 커짐에 따라 헬스케어 산업은 IoT 기술의 수준에 맞게 발전하였다. 최근에는 원격 헬스케어 서비스 시스템을 제공하기 위한 다양한 연구가 진행되었다. 원격 헬스케어 시스템은 현대 정보 기술의 새로운 장을 열었으며, 생체 정보 측정 기술과 같은 최신 통신기술의 발전에도 일조하였다. 통합된 단말 장치 소프트웨어와 다양한 헬스케어 모듈을 통해, 원격 헬스케어 서비스 시스템은 완전한 “원격 헬스케어 정보 기반” 운영 매커니즘으로 “독립적인 건강 관리 서비스”와 “장기적인 원격 헬스케어 서비스”를 제공할 수 있도록 설계 되었다. 이러한 시스템은 높은 수준의 종합적 헬스케어 시스템을 구성하기 위해 의료 기관들과 치료 시설들에게 제공된 기술, 정보 및 서비스를 통합 할 수 있다.

현재까지 Withings사의 Withings, Google사의 구글 핏, 마이크로소프트사의 헬스, Signov사의 SigHealth 등의 다양한 헬스케어 제품이 출시되었다. 하지만 이러한 기존의 헬스케어 서비스는 아쉽게도 개인 헬스케어 기기를 통해 생체 정보를 헬스케어 플랫폼으로 전송하는 기능만을 제공하고 있다. 또한 기존의 헬스케어 서비스는 회사 전용 프로토콜, 인터페이스로 개발되었기 때문에 하나로 통합된 헬스케어 서비스를 제공하기 어렵다. 사물인터넷 기반의 헬스케어 서비스는 기존의 헬스케어 서비스들이 하나의 통합된 서비스를 제공하고, 헬스케어 서비스간 상호연동이 가능하며, 인터넷을 통해 원격 관리 서비스가 가능한 서비스를 말한다^[2]. 좀더 구체적으로, 사물인터넷 헬스케어 서비스를 제공하기 위해서는 상호운용성, 네트워크 연결성, 데이터 전송의 신뢰성, 데이터의 연결성, 데이터 통합이 필요하다.

헬스케어 디바이스와 시스템간 상호운용성을 지원하기 위해 ISO/IEEE 11073 PHD, IHE-PCD (IHE-Patient

Care Device), HL7 CDA (Clinical Document Architecture)가 표준화되었다^[1].

1984년부터 표준화 진행 중인 ISO/IEEE 11073 PHD (Personal Health Device)는 생체정보 데이터 모델과 프로토콜을 정의한 것으로 IEEE 11073 PHD 에이전트가 탑재된 원격 개인용 생체 정보 측정 장치와 PC, 셋톱박스, 스마트폰 등에 탑재된 IEEE 11073 PHD 매니저간 정보 교환을 위한 표준이다^[3].

그러나 ISO/IEEE 11073 PHD에서는 인터넷 프로토콜을 고려하지 않았기 때문에 사물인터넷 헬스케어 서비스를 활용하기 어렵다. 특히, 에이전트와 매니저간 교환 프로토콜을 정의한 ISO/IEEE 11073-20601에서는 ACSE (Association Service Control Element), CMDISE (Common Medical Device Information Service Element)가 존재한다. 하지만 이러한 기술은 WPAN (Wireless Personal Area Network), WBAN (Wireless Body Area Network)을 기반으로 설계된 프로토콜이기 때문에 사물인터넷 네트워크에는 적합하지 않다. 따라서 ISO/IEEE 11073-20601은 사물인터넷 헬스케어 서비스를 위해 적합하지 않다.

최근 IETF CoRE (Constraint RESTful Environments) Working Group에서는 리소스가 제한된 IP 네트워크 환경에서 동작하는 리소스 지향적 어플리케이션을 위한 프레임워크를 제공하기 위해 CoAP (Constrained Application Protocol)을 표준화 하였다. CoAP은 매우 작은 리소스를 가진 전자기기가 인터넷을 통해 간단하게 통신할 수 있도록 하는 소프트웨어 프로토콜이며, 사용자들이 스마트기기의 리소스에 접근하기 쉽게 하는 것은 물론, 낮은 시그널링 오버헤드, 멀티캐스트 지원 및 제한된 환경에서의 단순성 등의 요구조건을 모두 만족한다. 하지만 안타깝게도 CoRE WG는 ISO/IEEE 11073 PHD 기반의 헬스케어 어플리케이션을 고려하지 않는다^[4].

앞에서 언급한 바와 같이 사물인터넷 헬스케어 서비스를 제공하기 위해서는 무엇보다도 데이터 및 서비스의 융합을 위해 국제표준에 준한 시스템이 필요하다. 이를 위해, 본 논문에서는 사물인터넷 헬스케어 시스템에 적합한 사물인터넷 표준인 oneM2M 표준기술과 의료정보전송표준인 ISO/IEEE 11073 PHD 표준기술을 통합한 사물인터넷 헬스케어 시스템을 설계 및 구현하였다.

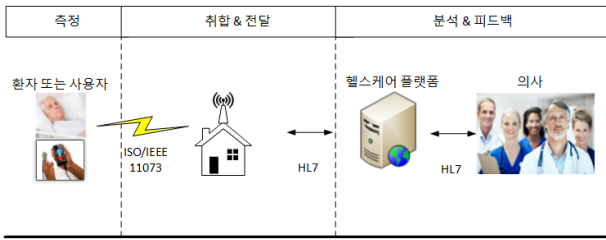


그림 1. U-헬스케어 시스템 구조
Fig. 1. U-Healthcare system structure.

II. 관련연구

1. U-헬스케어 시스템 구성

U-헬스케어 서비스는 노인과 환자 뿐만 아니라 본인의 건강 상태를 점검 혹은 관찰하고 싶은 모두가 사용할 수 있는 서비스로, 더 나아가 전문가나 전문 기관에 데이터를 제공하는 것으로 병의 진단이나 치료에 도움이 될 수 있다.

그림 1은 U-헬스케어의 시스템 구조를 나타낸다. 일반적인 U-헬스케어 시스템은 측정, 취합 및 전송, 분석 및 피드백으로 크게 세가지로 구성된다. 가장 먼저, 디바이스들은 환자나 사용자로부터 생체정보를 측정 및 수집하여 WBAN/WPAN을 통해 이를 홈게이트웨이 또는 모바일 단말로 전송한다. 전송된 생체정보는 개인건강상태 모니터링 또는 저장을 위해 플랫폼 또는 병원 시스템으로 전송된다. 분석과 피드백이 끝나면 데이터는 데이터베이스에 저장되어 추후 환자의 데이터에 근거한 진단과 치료 계획이 이루어 질 수 있다.

헬스케어 디바이스에서 측정된 생체데이터를 원격 헬스케어 서비스 기관 또는 병원으로 전송하기 위해 ISO/IEEE 11073 PHD, HL7, IHE-PCD 등이 사용된다.

2. ISO/IEEE 11073 PHD

ISO/IEEE 11073 PHD는 상위 전송 계층을 정의하고, 도메인 정보 모델 (DIM: Domain Information Model), 서비스 모델 그리고 통신모델로 구성되며, 특히, ISO/IEEE 11073-20601표준은 데이터 교환 프로토콜로 전송 계층 상위에 존재하며 연결 관리 및 신뢰성 있는 전송을 위하여 명령, 개인건강기기의 구성정보, 데이터 형식, 통신 모델, 그리고 전체적인 프로토콜로 구성되어 있다^[3].

도메인 정보 모델은 에이전트를 하나의 객체 집합으로 표현하는 계층적 모델로써 이러한 객체 및 그 것의 속성은 동작 특성을 제어하고 에이전트의 상태 및 에이전트가 매니저와 교신할 수 있는 데이터에 대해 보고하

는 요소를 표현한다. 서비스 모델은 데이터 교환 서비스를 위한 개념적인 동작원리를 정의한다. 이러한 서비스는 에이전트와 매니저간에 교환되는 메시지를 말한다. 통신 모델은 하나의 매니저와 하나 이상의 에이전트가 논리적으로 점-대-점 연결을 가지는 통신 구조를 지원한다. 이러한 연결에 대해 연결 상태 머신을 이용하여 시스템이 동적으로 어떻게 변화하는가를 정의한다.

3. CoAP

CoAP은 멀티캐스트 지원, 작은 오버헤드, 간결성 등의 특수한 요구조건을 만족하면서 웹과의 간단한 통합이 가능하도록 HTTP로 쉽게 전환 될 수 있도록 설계되었다. 예를 들면, 저전력 센서, 스위치, 밸브와 표준 인터넷 통신을 통하여 원격 제어 또는 관리 등에 사용된다. CoAP은 리소스 제한적인 인터넷 디바이스들에서 사용 될 목적으로 만들어진 UDP 기반의 어플리케이션 계층 프로토콜이다. 따라서 CoAP은 IoT 헬스케어 서비스에 매우 적합하다.

III. 사물인터넷 헬스케어 서비스 시스템 구조

본 장에서는 사물인터넷 헬스케어 서비스를 지원하기 위한 ISO/IEEE 11073 PHD와 oneM2M 기술을 활용한 헬스케어 시스템의 구조에 대해 설명한다.

1. 시스템 구성

사물인터넷 기반 헬스케어 시스템 구조는 그림 2와 같다. 그림 2에서 보이는 바와 같이, 크게 헬스케어 디바이스, 헬스케어 플랫폼 및 웹 클라이언트로 구성되어 있고, 각 구성의 프로토콜 구성은 그림 2와 같다. 우선 사물인터넷 헬스케어 디바이스: IoT-HD (Internet of Things Healthcare Device) 들은 헬스케어 데이터 수집 및 헬스케어 플랫폼으로의 전송을 담당한다. 또한 헬스케어 플랫폼으로부터의 요청도 IoT-HD에서 처리하는데, 예를 들어 IoT-HD가 리소스 조회 요청을 받게 되면 상황에 따라 ISO/IEEE 11073 DIM을 전송하게 된다. 이때 프로토콜은 헬스케어 디바이스에 적합한 CoAP을 사용한다. 그리고 헬스케어 플랫폼은 IoT-HD 들의 상태를 관리하는데, 특정 IoT-HD에 대한 요청들을 중계하다 요청이 성공적으로 처리되었을 경우 클라이언트에게 피드백 메시지를 전송한다. 또한 클라이언트에게 더 빠르게 응답하기 위해 최신의 ISO/IEEE 11073 DIM 및 상태 정보를 캐시 하는 역할도 담당한다. 그리고 웹 클라이언트는 리소스를 조회하기 위해

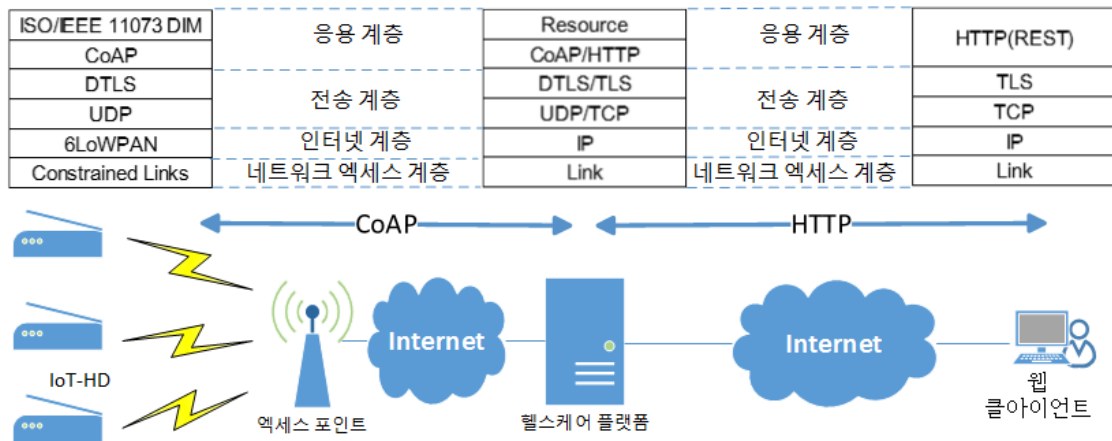


그림 2. 시스템 구조
Fig. 2. System Architecture.

GET, PUT, DELETE와 같은 HTTP 메소드 또는 CoAP 메소드를 사용한다.

가. IoT 헬스케어 디바이스

본 구성의 IoT-HD는 고유의 IEEE 11073 DIM을 가진다. IoT-HD는 CoAP 서버, 헬스케어 데이터 수집기, 상태 관리자의 세 가지 주요 파트로 구성된다. 그림 3에서 보이는 것과 같이 IoT-HD는 리소스 목록을 가지는데, 혈압과 같은 실제 측정치에 해당하는 물리적인 리소스 외에도 CREATE, UPDATE, PUT, DELETE와 같이 물리적 리소스를 추가하거나 수정할 때에 쓰이는 추상 리소스 또한 포함한다. 이러한 특수 리소스들은 리소스 관리에 사용되는데, 한 가지 예로 리스트에 리소스를 추가하기 위해 CREATE 리소스가 사용된다. 각각의 리소스들은 리소스에 접근하기 위한 고유의 URL을 가진다.

(1) CoAP 서버

CoAP 서버는 전달자, 관리자, 조정자의 세가지 역할을 가진다. 전달자로서 CoAP 서버는 요청들을 처리하고 헬스케어 서버에 응답을 전송하는 등 외부와의 통신을 담당한다. 관리자로서 CoAP 서버는 리소스 목록을 가진다. 그림 3은 리소스 목록의 예를 보인다. 리소스 목록은 CREATE, UPDATE, PUT, DELETE, STATE 다섯 가지 기본 리소스를 가진다. 이 중 STATE는 리소스의 실시간 상태를 나타내고 나머지 리소스들은 타 리소스의 수정에 사용된다.

본 논문에서 언급하는 IoT-HD의 리소스는 반드시 다음의 속성들을 가진다.

- ID : 리소스를 나타내는 일련 번호

표 1. IoT-HD 물리 기능

Table 1. IoT-HD Physical functions.

Resource_ID	Type	Measurement	Is_Idle
**	**	**	**

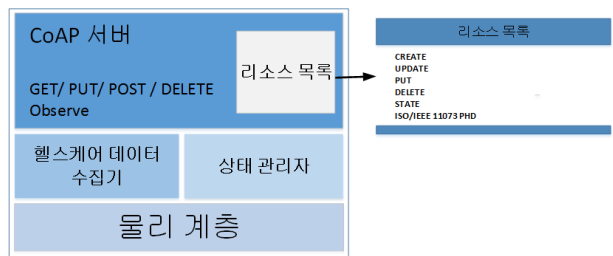


그림 3. IoT-HD 구성요소 및 CoAP 서버 리소스 목록
Fig. 3. IoT-HD components and CoAP server resource list.

- Name : 사람이 인지할 수 있는 리소스의 이름
- Available : 현재 리소스의 사용 가능 여부
- Creator : 리소스를 생성하도록 요청한 대상. 타 클라이언트들 혹은 IoT-HD 자신이 될 수도 있다

CoAP 서버는 리소스 목록을 통해 모든 리소스를 관리한다. 관리에 대한 다른 측면은 상태 관리자를 통해 IoT-HD의 물리적 상태를 조정 가능하다는 것이다.

(2) 헬스케어 데이터 콜렉터

헬스케어 데이터 콜렉터의 기본 기능은 물리적 계층을 통해 데이터를 수집하고 ISO/IEEE 11073 PHD 표준에 맞도록 이를 전환하는 것이다. 표 1에 보이는 것과 같이 헬스케어 데이터 콜렉터는 물리적 기능 속성에 대한 테이블을 가진다. 일반적으로 IoT-HD의 모든 물리적 기능은 리소스에 대응되며, 해당 리소스는 앞에서

언급한 것과 같다. Resource_ID는 리소스 고유 식별정보를 나타내며 헬스케어 서버, CoAP 서버, 헬스케어 데이터 콜렉터에서 해당 리소스를 사용하기 위해 모두 같은 Resource_ID를 사용한다. 또한 ISO/IEEE 11073-104xx 표준에서는 각 개인 건강 기기의 특정 종류를 나타내는데 쓰이는데, ISO/IEEE 11073-10407의 경우 혈압계에 해당한다. 테이블상의 Type은 해당 리소스에 관련된 ISO/IEEE 11073 표준의 특정 파트를 나타낸다. Measurement는 각 리소스의 마지막 측정치를 나타내고, Is_Idle은 해당 리소스가 실행 중인지의 여부를 나타내는 Boolean값을 표시한다.

(3) 상태관리자

상태 관리자는 유일하게 물리적 계층을 통해 IoT-HD 상태를 제어할 수 있다. 프로세서가 유휴 상태에 있을 때 상태 관리자는 CoAP 서버에 요청하여 리소스의 상태를 체크하고 해당 IoT-HD가 처리해야 하는 추가적인 요청이 헬스케어 서버에 있는지 확인하도록 한다. 상태 관리자가 CoAP 서버로부터 추가적인 요청이 없다는 확인 메시지를 받고 나면, Sleep 모드로 진입하도록 물리적 계층에게 지시한다.

나. 헬스케어 서버

헬스케어 서버는 IoT-HD의 상태 정보를 IoT-HD 정보 테이블 (IOT-HDIT: IoT-Healthcare Device Information Table)로 저장하며, 이는 헬스케어 디바이스의 상태를 지속적으로 관리하는데 필요하다. 이를 통해 IoT-HD는 ECG, 혈압과 같은 측정치들에 대해 웹 클라이언트나 타 IoT-HD 등의 요청에 응답하는 것이 가능하다.

표 2는 IOT-HDIT의 세부 항목들을 보인다. 장치 정보 테이블의 ID는 고유의 식별자로, IoT-HD들의 구별을 위해 헬스케어 서버에서 배정된다. Dev_name 항목은 헬스케어 디바이스의 이름에 해당하며 일반적으로 제조업체에 의해 부여된다. Sys_ID 항목은 디바이스에 구동 중인 시스템을 나타낸다. 헬스케어 서버는 헬스케어 디바이스로부터 이 값을 얻게 되며, 미리 정해진 시스템일 경우 해당 시스템의 번호로 알려진 값을 바로 사용하여 나타내지만 제조업체에 의해 따로 제작된 시스템일 경우 시스템 정보로부터 값을 확인하여 표시한다. MDS_DIR항목은 헬스케어 서버에서 MDS(Medical Device System) 파일이 저장된 장소를 나타내며 모든 헬스케어 디바이스는 ISO/IEEE 11073 DIM을 나타내기 위해 오직 하나의 MDS 파일을 가진다. MAC_Addr항

표 2. 장치 정보 테이블

Table 2. Device Information Table.

ID	Dev_Name	Sys_ID	MDS_DIR	MAC_Addr	Res_ID	State_Flag
**	**	**	**	**	**	**

표 3. 헬스케어 서버의 리소스 테이블

Table 3. Resource Table of Healthcare Server.

Res_ID	User_Group	P_Flag	Res_Description
**	**	**	**

표 4. 캐시 리소스 테이블

Table 4. Cached Resource Table.

HD_ID	Resource_ID	Sleep Time	Sleep Length	Latest Value	Request Queue
**	**	**	**	**	**

목은 각 IoT-HD의 MAC 어드레스에 해당한다.

IOT-HDIT의 Res_ID 항목은 각 IoT-HD의 리소스 ID를 나타낸다. Res_ID는 테이블을 구성하는 항목 중 외래 키에 해당하는데, 이는 헬스케어 서버가 리소스 테이블(RT)라는 별도의 테이블을 가지기 때문이며 표 3에서 리소스 테이블의 각 항목을 확인할 수 있다. Res_ID는 고유의 아이디로 헬스케어 서버에 등록된 리소스들을 나타내며 이 값은 반드시 IOT-HDIT와 CoAP 서버 리소스 목록에서 해당 값이 같아야 한다. User_Group은 유저의 리소스 접근 가능 여부를 나타내며 P_Flag는 웹 클라이언트들에 대한 리소스의 공개 여부를 나타내는 리소스의 플래그이다. RT의 마지막 항목은 Res_Description으로 리소스에 대한 설명에 해당하며 리소스의 기본 정보를 알려준다. 이러한 RT의 구성은 액세스 제어를 위한 것으로, 헬스케어 서버가 클라이언트들에게 웹 서비스를 제공해야 하기 때문이다. 다시 장치 정보 테이블로 돌아와서, 마지막 항목인 State_Flag는 Sleep과 같은 IoT-HD의 상태를 나타낸다. 표 4의 캐시 리소스 테이블의 HD_ID는 IoT-HD 각각의 고유의 아이디를 나타내며 Resource_ID는 리소스에 대한 고유의 식별 정보를 표시한다. Sleep Time은 IoT-HD가 Sleep 상태로 들어가기 시작하는 시간을 나타내며, Sleep Length는 Sleep mode의 지속 시간을 나타낸다. 앞에서 언급한 대로, CoAP 서버는 데이터 캐시 단계에서 모든 리소스에 대한 최종 측정 정보를 헬스케어 서버로 전달하여 이 테이블에 저장하게 된다. IoT-HD가 Sleep mode에 있을 때 클라이언트로부터 요청 메시지가 도착할 경우, 헬스케어 서버는 IoT-HD의

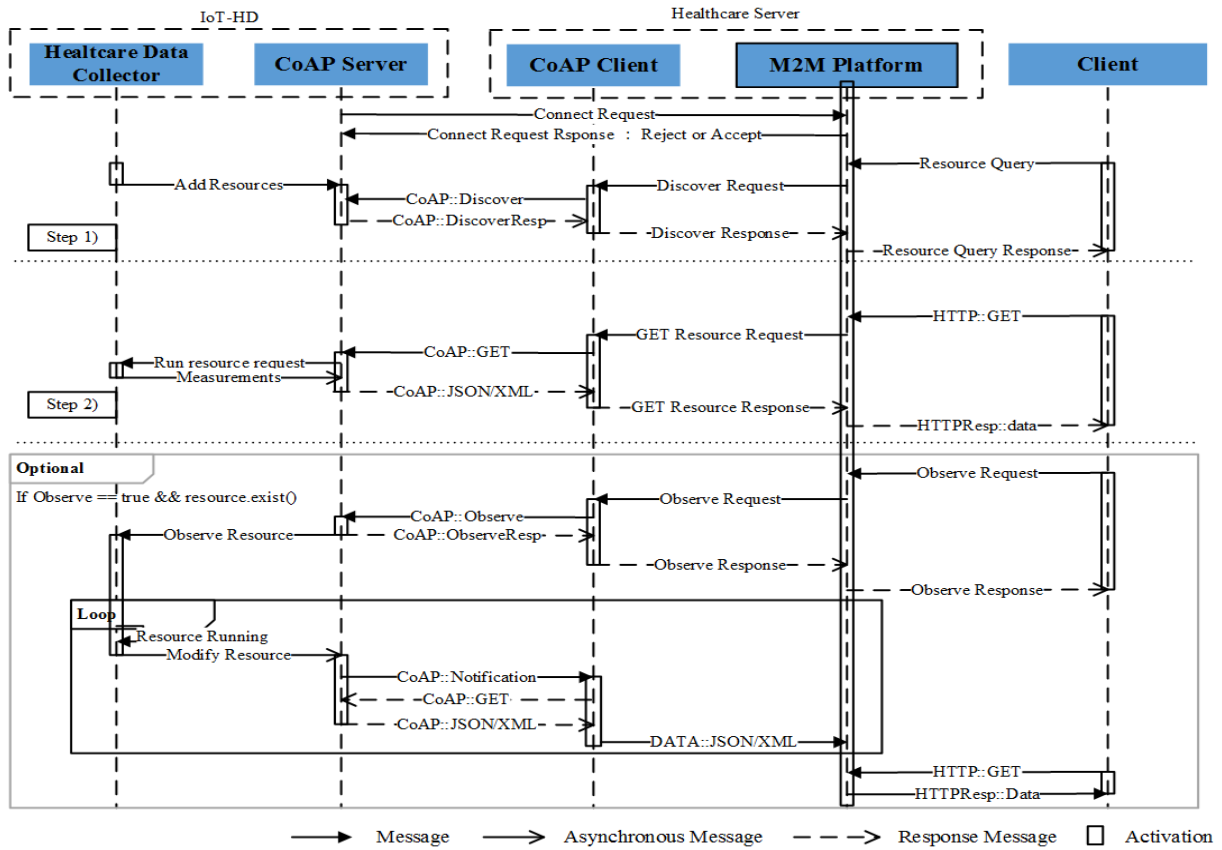


그림 4. 신호 흐름 제어
 Fig. 4. Signaling flow control.

상태 및 일어나기 까지 걸리는 시간을 반환한다. 이렇게 반환된 정보가 클라이언트에서 원하는 값이 아닐 경우 요청 큐로 요청을 추가할 수 있으며, 헬스케어 서버는 IoT-HD가 일어났을 때 CoAP 서버로 해당 요청 메시지를 전달하게 된다. 만약 IoT-HD가 시간 내에 일어나지 못하면 헬스케어 서버는 해당 요청 정보를 소실하게 된다.

2. 신호 흐름도

그림 4는 전체 시스템에 대한 세부 절차를 나타내며, 이는 크게 두 단계로 나누어 볼 수 있다. 첫 번째는 탐색 단계이다. 이 단계에서 클라이언트는 IoT-HD에 속하는 모든 리소스를 검색하기 위한 요청 신호를 보낸다. 다음 단계는 요청단계로써 클라이언트는 필요한 리소스들을 선택하여 헬스케어 서버로 GET 요청을 보내는 것으로 CoAP 서버로 해당 요청이 중계 되도록 한다. IoT-HD는 요청 신호에 기반한 측정 정보를 헬스케어 서버로 전송하고, 헬스케어 서버는 해당 데이터를 클라이언트에게 전달하게 된다.

단계 1) CoAP 서버는 헬스케어 서버로 연결되고, 헬

스케어 데이터 콜렉터가 IoT-HD의 리소스들을 CoAP 서버로 추가한다. 클라이언트는 리소스 탐색 메시지를 M2M 플랫폼으로 전달하고, M2M 플랫폼은 해당 메시지를 IPC(Interprocess Communication)를 통해 CoAP 클라이언트 오브젝트로 전달하게 된다. 이후 CoAP 클라이언트는 CoAP 탐색 메소드를 사용하여 IoT-HD의 리소스들을 찾게 된다. CoAP 서버는 탐색 요청 신호를 수신하는 즉시 자신의 리소스 목록에 기반하여 해당되는 리소스들을 찾아 헬스케어 서버로 반환하게 된다. 구체적으로는 리소스 아이디, 이름, 설명이 이에 해당한다.

단계 2) 클라이언트가 리소스 목록을 전달 받은 후에는 이를 이용하여 측정된 생체정보를 요청 할 수 있게 된다. 먼저, 클라이언트는 HTTP GET 메소드를 사용하여 헬스케어 서버로 GET 요청을 보내고 CoAP 클라이언트는 이를 CoAP GET 메시지로 매핑하여 IoT-HD로 전달한다. 이후 CoAP 서버는 헬스케어 데이터 콜렉터에게 명령하여 측정치를 얻어 CoAP 서버로 전달하도록 한다. 이러한 과정에서 IoT-HD는 작동 상태를 유지한다. CoAP 서버는 전달 받은 측정치를 ISO/IEEE 11073 PHD 표준에 따라 JSON 또는 XML로 전환하고,

이를 헬스케어 서버로 다시 전달한다. 마지막으로 헬스케어 서버에서 이를 클라이언트로 전송한다.

표 5에 제시된 것과 같이 IEEE 11073 서비스 모델에는 GET, SET, EVENT REPORT, 그리고 ACTION 이 있다. 본 논문에서는 이들을 CoAP 메소드로 매핑하였다. CoAP GET 메소드는 GET 서비스를 대체할 수 있는데, GET 서비스는 원래 에이전트 MDS 오브젝트로부터 값을 얻기 위해 매니저에서 사용 되었다. 이러한 역할을 유지하기 위해 모든 MDS 오브젝트를 RESTful 구조 기반의 리소스로 매핑 하였으며, 매니저는 CoAP GET 메소드를 사용하여 MDS 오브젝트를 얻을 수 있다. 이때 MDS 오브젝트는 URL을 포함하는데, 이는 MDS 리소스를 나타낸다. IEEE 11073 SET 서비스는 에이전트의 오브젝트 속성 값을 설정하기 위해 매니저에서 사용 되었다. 이를 대체하기 위한 방법으로 CoAP PUT 메소드를 사용하였다. 앞에서 기술한 것과 같이 모든 리소스는 자신을 나타내기 위한 URL을 가지고 있으며, 리소스가 PUT 요청을 받게 되면 PUT 메시지와 함께 수신된 수치에 기반 하여 이를 변경하게 된다. IEEE 11073 ACTION 서비스는 매니저에서 에이전트가 지원하는 동작들을 불러오기 위해 사용 되었다. 이를 대체하기 위한 방법으로 CoAP POST 메시지를 사용한다. 모든 동작들 역시 각자를 나타내는 URL을 가지며 POST 메시지를 사용하여 메시지와 함께 들어온 수치를 통해 동작이나 메소드들을 불러올 수 있다. 마지막으로 갱신된 설정이나 측정치들을 매니저에게 전달하기 위해 에이전트에서 사용되는 IEEE 11073 EVENT REPORT 서비스가 있다. 이를 CoAP 메소드로 매핑하기 위해서는 타 메소드들과 상호작용 가능한 CoAP Observe 메소드를 사용하여야 한다. CoAP은 간단한 Observe 메소드를 지원하는데, 클라이언트는 리소스를 주시하여 해당 리소스가 특정 상황에 처했을 때 응답을 받을 수 있다. 따라서 PUT 메소드를 사용하여 각 리소스들에게 특정 상황에 대한 정보를 부여하고 이후 Observe 메소드를 사용하는 것으로 EVENT REPORT 서비스를 구현할 수 있다. Observe 메소드의 신호 흐름은 그림 4에서 확인 할 수 있다.

IV. 구현 및 결과

1. 구현 환경

본 논문에서 제안한 사물인터넷 헬스케어 서비스를 위한 oneM2M기반 ISO/IEEE 11073 DIM 전송 구조 설

표 5. IoT-HD 물리 기능

Table 5. IoT-HD Physical functions.

IEEE 11073 Service Model	CoAP Method
GET Service	GET
SET Service	SET
Action Service	POST
EVENT REPORT Service	Observe + PUT

표 6. 구현 환경

Table 6. Implementation Environment.

Component	Environment
서버	IBM Server, MySQL 5.5, one-M2M platform
스마트폰	Nexus 5[LGD821 model]-OS version 5.1
혈압계	AD Medical UA651BLE digital blood pressure
개발언어	Java, Phython

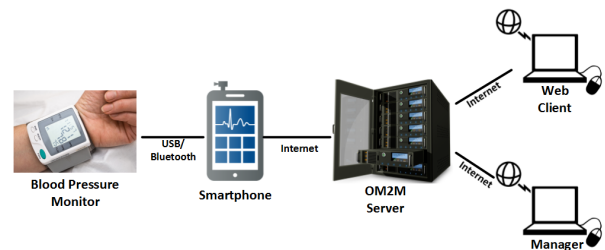


그림 5. 구현 환경

Fig. 5. Implementation Environment.

계 및 구현에 대한 성능 평가를 위하여 oneM2M표준 기반의 OM2M 플랫폼을 이용하여 구현을 하였다^[5]. OM2M 플랫폼은 LAAS-CNRS에서 개발한 oneM2M 기반 오픈소스 프로젝트이다. 구현을 위한 환경으로는 블루투스 저전력 프로토콜을 기반으로 하는 혈압계를 사용하여 ISO/IEEE 11073 표준을 따르는 원본 데이터를 생성하였다. 표 6은 환경에 대한 세부 정보를 나타낸다.

그림 6에서는 OM2M 플랫폼화면으로 리소스로 Ad Medical UA661BLE 디지털 혈압계를 추가하였으며, 어플리케이션 목록에 보이는 COAP_BLOODPRESSURE 항목이 이에 해당한다. OM2M SCL 리소스 트리의 맨 윗줄은 URL로 리소스에 접근하는 방법을 나타낸다. CL_485120208은 콘텐츠의 세부 정보를 가지는 DESCRIPTOR의 유일한 콘텐츠 인스턴스로 우측 편에 보이는 차트에서 CL_485120208의 속성 및 값들을 묘사한다. 그림 7에는 CL_485120208이 가진 특정 메소드 또한 나타났는데, 이를 통해 CL_485120208은 IoT-HD로부터 ISO/IEEE 11073 DIM을 얻을 수 있다. 해당 메소드를 호출 할 경우 헬스케어 서버는 IoT-HD에게 getDIM() 메소드를 실행하도록 하며, 이후 클라이언트

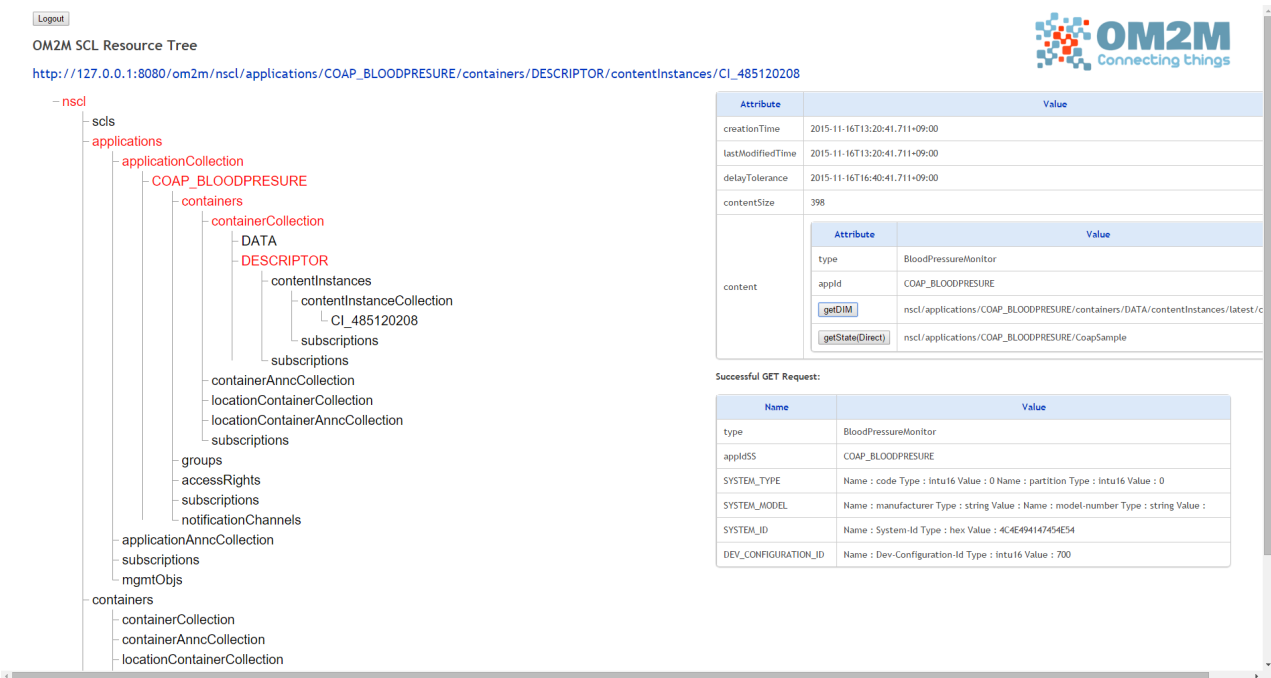


그림 6. 혈압계 리소스

Fig. 6. Resources of Blood Pressure Monitor.

에게 XML의 형식으로 특정 값을 반환하게 된다. 앞에서 언급한대로 모든 메소드는 마치 리소스 트리에 속하는 것처럼 보이기 때문에, 버튼을 누르는 것은 사실 CI_485120208에 속하는 리소스를 실행하도록 요청하는 것과 같다고 볼 수 있다. 그림 6의 오른쪽 아래의 반환 값 부분은 헬스케어 서버가 ISO/IEEE 11073 DIM으로부터 데이터를 파싱하여 특정 서비스를 제공하기 위한 별도의 XML로 변환된 것을 나타낸다.

2. 성능 평가

제시한 설계에 대한 평가를 위해 CoAP과 HTTP를 비교하였으며, XML과 JSON을 비교하였다. CoAP과 HTTP의 교환 패킷수와 CoAP의 재전송 기능을 검증하기 위해 리눅스 tc 커맨드를 사용하여 패킷 손실률을 10%로 가정하고 실험을 진행하였다. UDP 기반의 CoAP은 확인 응답 메커니즘을 가짐으로써 전송 신뢰성이 보장된다. 그림 7은 한번의 전체 처리 과정에서 교환된 패킷의 수를 나타낸다. 실험 결과는 패킷 손실과 패킷 재전송에도 불구하고 CoAP프로토콜이 HTTP 프로토콜에 비해 적은 수의 패킷을 교환하였음을 보인다.

그림 8에서는 한번의 처리로 전송 되는 패킷의 수를 보여준다. HTTP 프로토콜으로는 IEEE 11073 DIM을 전송하기 위해 12개의 패킷이 필요한 데에 반해, CoAP 프로토콜은 전체 처리 과정에 6개의 패킷 만이 필요하

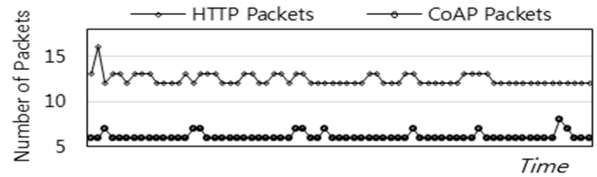


그림 7. 각 트랜잭션의 패킷 수

Fig. 7. Number of packets in each transaction.

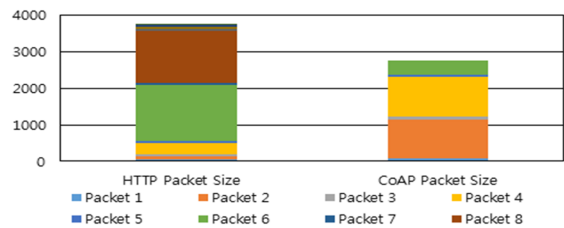


그림 8. 한 트랜잭션의 패킷 크기

Fig. 8. Packet size in one transaction.

다. 이러한 결과가 나온 것은, UDP 기반 프로토콜인 CoAP에 비해 TCP 기반 프로토콜인 HTTP는 TCP 연결을 시작할 때 3패킷, 종료할 때 4패킷이 더 필요하기 때문이다. IoT 환경에서는 이러한 7개의 추가적인 패킷은 센서의 배터리를 낭비하게 될 수 있다. 또한, HTTP는 CoAP에 비해 큰 헤더를 가지므로 HTTP의 패킷 크기가 CoAP보다 크다.

표 6은 ISO/IEEE 11073 DIM 프로필이 전송될 때 패킷 크기, 해석 시간, 응답 시간, 처리 시간의 관점에서

표 6. XML과 JSON을 사용할 때의 패 사이즈
Table 6. Packet size using XML and JSON.

	XML	JSON
패킷 크기	Payload : 1234bytes 1075 + 261 = 1336bytes	Payload : 906bytes 957bytes
연산 시간	29ms	10ms
응답 시간	318ms	303.1ms
처리 시간	220156ns	129583ns

XML과 JSON을 사용했을 때의 성능을 비교한 것을 보인다. 위 결과로부터, JSON 사용 시 XML에 비해 리소스 소모 및 응답시간이 더 작은 것을 확인할 수 있다. 그러므로 IEEE 11073 DIM 전송에는 JSON방식이 XML방식보다 적합함을 확인할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 사물인터넷 환경에 적용하기 위하여 ISO/IEEE 11073 DIM/서비스 모델과 CoAP을 합친 형태의 새로운 디자인을 제시하였다. 이에 대한 설계 및 세부 신호 체계를 고안하였으며, ISO/IEEE 11073 DIM 전송 시의 CoAP과 HTTP의 성능 비교를 위해 단일 처리 과정에서의 패킷 수 및 특정 손실률에서의 패킷 수, 그리고 XML과 JSON 형식의 비교 성능 평가를 시행하였다. 평가 결과, 높은 손실률의 상황에서도 CoAP은 꾸준히 HTTP보다 적은 수의 패킷을 전송하였으며, 리소스 소모 등의 다양한 관점에서 JSON이 XML에 비해 우수함을 보였다.

REFERENCES

- [1] IHE Patient Care Device Technical Framework, Vol. 2 (PCD TF-2): Transactions, Integrating the Healthcare Enterprise (IHE), Nov.4, 2014.
- [2] Pang, Z., Zheng, L., Tian, J., Kao-Walter, S., Dubrova, E., & Chen, Q. "Design of a terminal solution for integration of in-home health care devices and services towards the Internet-of-Things," Enterprise Information Systems, pp. 86-116, Sep 1 2015.
- [3] The Institute of Electrical and Electronics Engineers, ISO/IEEE 11073-20601 Standard for Health Informatics - Personal health device communication - Application profile = Optimized exchange protocol. ISO/IEEE 11073-20601, 2008.
- [4] Z. Shelby, K. Hartke, and C. Bormann, Constrained Application Protocol, IEEE Internet

- Draft, draft-ietf-core-coap-18, June 28, 2013.
[5] Open Source platform for M2M communication
<http://www.eclipse.org/om2m/>

저 자 소 개



김 현 수(정회원)
2014년 대구대학교 임베디드시스템 공학 (공학사)
2014년~현재 경북대학교 전자공학부 (석사 과정)
<주관심분야: U-헬스케어 서비스, 통신, 이동성 관리, 사물인터넷>



천 승 만(정회원)
2008년 동양대학교 전자공학과(공학사)
2010년 경북대학교 전자공학부(공학석사)
2015년 경북대학교 전자공학부(공학박사)

<주관심분야: 차세대 통신망 운용, 이동성 관리, U-헬스케어 네트워크 관리>



정 윤 석(정회원)
2016년 경북대학교 전자공학부(공학사)
<주관심분야: 통신, U-헬스케어 서비스, 네트워크 관리>



박 종 태(평생회원)
1978년 경북대학교 전자공학과(공학사)
1981년 서울대학교 전자공학과(공학석사)
1987년 미국 미시건대학교 정보통신(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: 헬스케어 융합 네트워크 관리, 이동통신, 차세대 통신망 운용, 네트워크 보안>