

ISO/IEEE 11073 개인건강기기 표준의 PM-store 구현을 위한 복잡도 분석

Complexity Analysis for Implementation of the PM-store of ISO/IEEE 11073 PHD Standards

김 상 곤*, 이 창 기**, 김 태 곤***, 황 희 정****★

Sang-kon Kim*, Chang-ki Lee**, Tae-kon Kim***, Hee-joung Hwang****★

Abstract

In this paper, the complexity analysis for implementation of the PM-store is performed in terms of the number of instruction cycles which is executed by CPU in a personal health device(PHD) in order to transfer the large amount of the periodically generated measurement data using the PM-store concept defined in ISO/IEEE 11073 PHD standards. We propose an analytic model that is focused on the number of instruction cycles executed by CPU depending on the PM-store hierarchy.

요 약

본 논문은 ISO/IEEE 11073 개인건강기기 표준에서 정의된 PM-store 개념을 적용하여 주기적으로 발생하는 대용량 측정 데이터의 전송 프로토콜을 구현할 경우, 개인건강기기의 중앙처리장치(CPU)에서 수행해야 하는 명령 사이클(instruction cycles)의 수를 기반으로 한 복잡도 분석에 대한 연구이다. PM-store의 구성에 따라 중앙처리장치가 처리해야 할 명령 사이클의 수에 대한 분석모델을 제시하였다.

Key words : Personal Health Device, ISO/IEEE 11073 PHD, PM-store, U-Health, Instruction Cycle

* Dept. of Cyber Security, Ajou University

** Korea Institute of Industrial Technology

*** Electronics and Information Engineering, Korea University, taekonkim@korea.ac.kr, 044-860-1358

****★ Dept. of Computer Engineering, Gachon University, hwanghi@gachon.ac.kr, 031-750-4758

※ Acknowledgment

This work was supported by Institute for Information & communications Technology Promotion(IITP) grant funded by the Korea government(MSIP) (No.B0101-15-247, Development of open ICT healing platform using personal health data)

Manuscript received Jul. 20, 2015; revised Sep. 10, 2015 ; accepted Sep. 16. 2015

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

1. 서론

의학 및 과학기술의 발달로 인해 인류의 평균수명이 증가하고 있으며, 이로 인해 고령인구의 빠른 증가 추세와 더불어 도시중심의 생활로 인한 만성 질환자의 비율이 꾸준히 상승함에 따라 세계적으로 의료 수요는 지속적으로 증가하고 있다.^[1] 우리나라 또한 경제성장과 더불어 노령인구 수가 급격히 증가하고 있으며 독거노인을 포함한 노령인구에 대한 의료서비스의 문제가 크게 대두되고 있으며, 의료서비스 또한 질병의 치료 위주에서 예방과 건강관리를 중시하는 추세로 확장되어 의료기관(병·의원) 중심인 기존의 의료서비스에서 의료 소비자(환자) 중심으로 변화되고 있다. 이런 문제들을 해결하기 위해 새로운 의료 패러다임인 유헬스(u-health) 시대에 진입하였다. 유헬스는 원격 환자모니터링과 같이 유무선 네트워크 기술을 활용하여 “언제나, 어디서나” 이용 가능한 건강

관리 및 의료서비스를 지칭한다.

유헬스 시장의 확산을 목적으로, 국제 표준기구인 ISO/IEEE는 시스템간의 논리적인 접속 확립 및 개인 건강기기간의 효율적인 장치통신을 위해 ISO/IEEE 11073 계열의 표준들을 제정하였다.^[2] ISO/IEEE 11073 PHD 표준은 11073-20601 Optimized Exchange Protocol(OEP)^[3] 기반의 11073-104zz 개인건강기기들을 표준화했다. (-20601) OEP에서는 체중계^[4], 혈압계^[5], 혈당계^[6]등과 같이 간헐적(Episodic)으로 발생하는 데이터뿐만 아니라 심전계(ECG)^[7], 맥박계^[5]와 같이 주기적(Periodic)으로 방대한 양이 발생하는 데이터도 전달하기에 적합한 데이터 전송방식을 규정하고 있다.

(-20601) OEP는 일시적(temporarily)으로 저장되는 측정값과 영구적(persistently)으로 저장되는 측정값을 구분된 형태로 전송하도록 규정하고 있다. 일시적으로 저장된 측정값의 전송은 하나의 메시지에 최소 1개에서 최대 25개까지의 측정값을 전송할 수 있고, 26개 이상의 측정값을 전송하기 위해서는 반드시 영구적으로 저장된 측정값에 대한 전송형태를 따라야 한다. 즉, PM-store를 이용해야만 한다.

PM-store는 두 가지 동작환경에서 사용되는데, 하나는 개인건강기기가 관리기와 연결 상태를 적절히 유지하지 못할 경우, 안전하게 데이터를 저장하기 위한 용도이다. 다른 하나는 대용량 데이터를 저장하여 묶음 형태로 전송하기 위한 것이다.^[8] PM-store는 정해진 용량의 데이터를 저장할 수 있으며 PM-store의 설계에 따라 원하는 용량의 데이터를 묶음(block)형태로 전송할 수 있다. 그러므로 주기적으로 많은 양의 측정 데이터를 발생시키는 심전계 또는 맥박계의 경우, 묶음형태의 측정 데이터를 전송을 위해 PM-store 기능을 구현하여 적용하면 에너지소모량을 감소시킬 수 있으며 적절한 PM-store 설계를 통해 효율적인 측정 데이터의 관리가 가능하다.

시장성이 있는 개인건강기기는 에너지 효율성, 기기 휴대성, 가격 경쟁성, 그리고 표준 준용성 등을 만족시켜야 한다. 표준 준용성과 연계되어, 11073 PHD 표준 적용을 위한 복잡도 분석이 Program Memory와 Data Memory 관점에서 진행되었다.^[9] 이에 따르면, 11073 PHD 표준을 적용하기 위해 평균적으로 14KB 가량의 메모리 공간이 요구됨을 알 수 있다. 11073 PHD 표준을 적용하기 위해 요구되는 개인건강기기의 시스템 재원을 파악하기 위해서는 메모리 공간뿐만 아니라 “중앙처리장치(CPU)가 처리하는 명령 사이클의 수가 추가적으로 얼마나 요구되는가?”도 중요한 분석 요소가 된다.

이에 본 논문에서는 주기적으로 대용량의 측정값을 발생시키는 심전계 개인건강기기에서의 에너지 효율적인 데이터 전송을 위해, 11073 PHD 표준에서 정의된 PM-store 기능을 적용할 경우, 일시적으로 저장되는 측정값의 전송만 지원하는 11073 PHD 표준기반의 심전계에 추가적으로 요구되는 PM-store 구성요소와 메시지 절차들에 대해 중앙처리장치가 처리해야 할 명령 사이클의 수 관점에서 분석모형을 제시한다. 그리고 임베디드시스템 환경에서의 구현결과를 중심으로 각각의 메시지 절차에 대응하여 구현된 프로그램을 기반으로 명령 사이클의 수를 측정하고 분석하여 본 논문에서 제시한 분석모형을 검증한다.

II. PM-store 개념

11073 PHD 표준에서 정의된 PM-store 개념에 의한 PM-store 구조에 대해 개략적으로 설명하고, PM-store에 저장된 데이터를 관리기기가 가져오기 (retrieving) 위해 필요한 메시지들과 메시지 전달과정에 대해 소개한다.

1. PM-store 구조

11073 PHD 표준에서는 안전한 데이터의 저장 및 26개 이상의 대용량 측정값을 효율적으로 저장하고 전송하기 위해 PM-store 개념을 제공하고 있다. 정의된 PM-store의 구조는 그림 1과 같으며 구성요소들에 대한 설명은 아래와 같다.

가. PM-store

PM-store 오브젝트(object)는 최상위 구조이며, 이 오브젝트에 대한 속성 정보뿐만 아니라 0개 이상의 PM-segment를 포함한다. 개인건강기기는 서로 다른 형태의 측정값 데이터를 구분하여 나타내기 위해 두 개 이상의 PM-store를 제공할 수 있다.

나. PM-segment

PM-store의 하위구조로 segment의 속성 정보뿐만 아니라 0개 이상의 Entry로 구성되어 있다. 개인건강기기는 PM-store내에 존재하는 PM-segment의 수를 제어할 수 있고 측정 데이터가 존재하는 경우, PM-store는 하나 이상의 PM-segment를 갖는다.

다. Entry

Entry는 시간정보가 포함된 SegmentEntryHeader를 Element들의 앞에 갖는다. 한 segment내의 Entry들은 PM-segment-Entry-Map에 의해 정의된 데이터

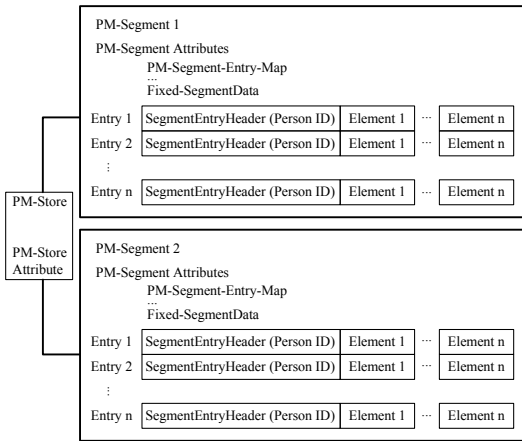


Fig. 1. PM-store with 2 fixed PM-segments
 그림 1. 2개의 고정된 PM-segment를 갖는 PM-store

구성을 동일하게 갖는다. SegmentEntryHeader는 심전계와 같이 주기적으로 동일한 형태의 측정 데이터가 저장될 경우, 생략될 수 있다.

라. Element

측정 데이터가 저장된 Element는 SegmEntryElem에 의해 정의된 하나 이상의 metric measurements를 가지고 있으며 정해진 속성에 의해 Entry 단위로 묶인다.

2. PM-store data 전송

개인건강기기와 관리기간의 상호호작용은 (-20601) OEP에서 정의된 유한 상태기계(finite state machine, FSM)을 따르며, 영구적으로 저장된 측정 데이터의 전송을 위해 그림 2에서 요약된 것과 같은 별도의 PM-store 데이터 전송 과정을 따라야 한다. 그림 2의 첫 번째 단계인 연결절차(association procedure)는 개인건강기기와 관리기기 사이에 반드시 필요한 절차로 두 기기간의 정보 또는 데이터의 전송을 위해 각각의 상태기기 안의 연결(connected)/제휴(associated)/동작(operating) 상태가 되기 위한 것이다. 관리기기는 연결절차를 통해 개인건강기기의 구성(configuration) 정보를 얻을 수 있어, 개인건강기기의 PM-store 지원 여부를 파악할 수 있다.

연결절차를 통해 개인건강기기가 PM-store 기능을 지원함을 파악한 관리기기는 PM-store에 저장된 측정 데이터를 가져오기(retrieve) 위해 그림 2의 ②~④ 과정들을 수행해야 한다. 이는 구성정보로부터 파악된 PM-store의 handle 번호를 이용하여 PM-store의 속성 정보를 가져오기 위한 ② 과정, 각 PM-segment

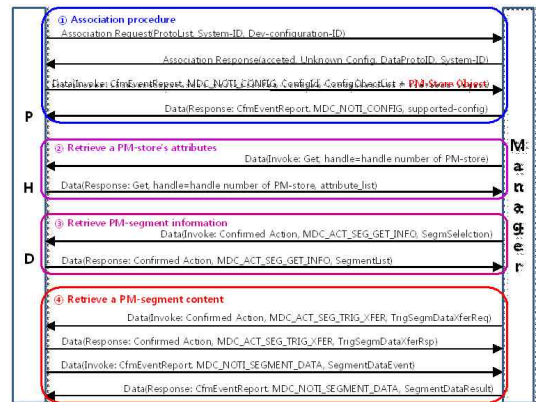


Fig. 2. PM-store measurement data transmission
 그림 2. PM-store 측정 데이터 전송

의 정보를 가져오기 위한 ③ 과정, 그리고 PM-store에 저장된 측정 데이터를 가져오기 위한 ④ 과정으로 구성되며 개략적인 설명은 다음과 같다.

가. Retrieve the PM-store's attributes

개인건강기기와 관리기기 모두 동작 상태에 있을 때, 관리기기가 PM-store의 구성정보를 가져오기 위한 메시지 절차로 Get 명령어를 통해 개인건강기기에 PM-store의 handle 번호를 이용하여 요청(invoke)한다. 이에 대해 개인건강기기는 요청된 handle 번호의 PM-store에 대한 구성정보를 응답 메시지를 통해 전송한다. 개인건강기기가 여러 개의 PM-store를 갖는 경우, 관리기기는 각각의 속성정보를 얻기 위해 파악된 PM-store의 handle 번호를 이용하여 Get 명령을 반복적으로 수행할 수 있다.

나. Retrieve the PM-segment information

관리기기가 개인건강기기의 PM-store의 하위 구성요소인 PM-segment의 정보를 가져오기 위한 메시지 절차로 Action.Get 명령을 통해 개인건강기기에 특정 PM-segment, 모든 PM-segment, 또는 지정된 시간 범위 내의 임의의 PM-segment에 대한 정보를 요청할 수 있다. 앞선 두 개의 PM-segment 지정 방식은 반드시 제공되어야 하지만, 세 번째 방식은 선택적(optional)이다. 관리기기는 PM-store의 구성정보 중 PM-store-Capab을 통해 시간선택기능의 지원 여부를 알 수 있다.

다. Transfer PM-segment content

관리기기는 액세스할 PM-store handle과 전송을 원하는 PM-segment들의 instance 번호들에 대한 정보를 포함하는 Trig-Segm-Data-Xfer Action.Get 명

령을 이용하여 개인건강기기의 PM-segment에 저장된 측정 데이터를 가져온다. 개인건강기기는 수신된 요청이 적절한지 아닌지를 판단하여 응답 메시지를 전송한다. 만일 개인건강기기가 전송가능하다고 판단한 경우, 전송가능(tsxr-successful) 정보를 포함한 메시지로 응답한다. 그리고 난 후 confirmed Segment-Data-Event report를 통해 PM-segment에 저장된 측정 데이터를 전송한다. 관리기기가 event report를 수신한 경우, Segment-Data-Result response로 응답해야 한다. 관리기기가 여러 개의 PM-segment에 대해 측정 데이터를 가져와야 할 경우, 상기의 순차적인 과정들을 반복해야 한다.

라. Clear a PM-segment

관리기기가 개인건강기기의 PM-segment를 임의의 시점에 지우(clear)는 것이 가능하다. PM-segment를 지우는 일반적인 시점은 segment 전체가 관리기기로 전송된 직후이다. 관리자는 PM-segment를 지우기 위해 모든 PM-segment, 특정 PM-segment, 또는 특정 시간 범위 내의 임의의 PM-segment를 선택할 수 있다. 개인건강기기는 지정된 PM-segment들을 지운 후, 그에 상응하는 응답 메시지를 전송해야 한다.

상기의 과정들을 이용하여, 관리기기는 PM-store와 PM-segment에 대한 정보를 얻고 개인건강기기가 PM-segment내의 측정 데이터들을 전송하거나 지우도록 만들 수 있다. 또한 관리기기는 PM-segment 정보를 활용하여 PM-segment로부터 전송될 측정 데이터를 저장하기에 충분한 메모리 공간을 확보해야 하기 때문에, 실제 측정 데이터의 전송을 제외한 모든 과정들은 관리기기에 의해 시작되어야 한다.

III. 구현 및 검증

본 장에서는 다수의 PM-store들과 PM-segment들이 개인건강기기에 구현될 경우, 중앙처리장치 중심의 복잡도 분석을 위해 요구되는 명령 사이클을 기반으로 분석하였고, 개인건강기기와 관리기기를 각각 임베디드시스템과 개인용 컴퓨터를 이용하여 구현한 결과를 토대로 제안된 명령 사이클 기반의 분석모델이 적절함을 검증한다.

1. 명령 사이클 기반의 분석모델

본 절에서는 개인건강기기가 11073 PHD 표준에서 정의된 PM-store 개념에 따라 PM-store를 구성하고

측정 데이터를 전송할 때, 중앙처리장치가 수행해야 할 명령 사이클 관점에서 분석한다. 개인건강기기는 측정 데이터가 존재할 경우, 하나 이상의 PM-store를 가지게 되며 PM-store의 하위구조인 PM-segment를 하나 이상 가지게 된다. PM-segment는 하나 이상의 Entry들을 하위구조로 가지게 되며 Entry들은 하나 이상의 Element를 가지는 계층구조를 가지고 있다. 따라서 PM-store 기능의 명령 사이클 분석은 다음과 같은 파라미터들과 밀접한 관련이 있다.

- nP_{sto} : PM-store의 수
 - $nP_{seg}(i)$: i th PM-store내의 PM-segment의 수
 - $nP_{ent}(i,j)$: i th PM-store, j th PM-segment내의 Entry의 수
 - $nP_{ele}(i,j,k)$: i th PM-store, j th PM-segment, k th Entry내의 Element의 수
 - I_{ele} : 하나의 element 전송을 위한 명령 사이클
- 데이터가 저장되는 Element들이 모여 Entry를 이루고 Entry 앞에는 SegmEntryHeader(H_{ent})를 가지게 된다. SegmEntryHeader는 구성에 따라 생략이 가능하지만 정해진 구조를 벗어나지 않는다. 그러므로 i 번째 PM-store, j 번째 PM-segment, k 번째 Entry를 전송하기 위해 사용되는 명령 사이클의 수(I_{ent})는 H_{ent} 전송을 위해 사용되는 명령 사이클의 수($I_{H_{ent}}$)와 Entry내의 모든 Element들을 전송하기 위한 명령 사이클의 수를 합한 것으로 다음과 같이 표현된다.

$$I_{ent}(i,j,k) = IH_{ent}(i,j,k) + \sum_{l=1}^{nP_{ele}(i,j,k)} I_{ele}(i,j,k) \quad (1)$$

Entry들이 모여서 PM-segment를 구성하는데 전송 단위인 PM-segment의 크기가 최대 전송한계를 넘는 경우, 하나의 메시지로 전송하지 못하므로 나누어 전송해야 하며, 추가적으로 Entry들의 분할정보(T_{ent})가 삽입된다. PM-segment의 크기가 최대 전송한계 이내인 경우 T_{ent} 는 0이며, i 번째 PM-store내의 j 번째인 PM-segment를 전송하기 위해 요구되는 명령 사이클의 수(I_{seg})는 T_{ent} 전송을 위한 명령 사이클의 수(IT_{ent})와 PM-segment내의 모든 Entry들을 전송하기 위한 명령 사이클의 수를 합한 것으로 아래와 같다.

$$I_{seg}(i,j) = IT_{ent}(i,j) + \sum_{k=1}^{nP_{ent}(i,j)} I_{ent}(i,j,k) \quad (2)$$

PM-store내의 PM-segment의 수가 증가하면, 각각의 PM-segment에 대한 구성정보(A_{seg})도 추가되고 PM-segment 단위로 필요한 전송메시지절차(T_{seg})도 증가하게 된다. T_{seg} 는 PM-store와 PM-segment의 구성 상태에 대해 독립적이며, 단지 PM-segment의 수에 비례하여 증가하므로 i 번째 PM-store 하나를 전송하기 위한 명령 사이클의 수(I_{sto})는 내부에 존재하

는 각각의 PM-segment 전송을 위해, T_{seg} 전송을 위한 고정적인 명령 사이클의 수(IT_{seg}), A_{seg} 전송을 위한 명령 사이클의 수(IA_{seg}), 그리고 PM-segment 데이터 전송을 위한 명령 사이클의 수(I_{seg})의 합을 i 번째 PM-store내의 PM-segment 개수인 $nP_{seg}(i)$ 만큼 모두 합한 것으로 다음과 같다.

$$I_{sto}(i) = \sum_{j=1}^{nP_{seg}(i)} [IT_{seg} + IA_{seg}(i,j) + I_{seg}(i,j)] \quad (3)$$

PM-store의 수가 증가하면, 개인건강기기에 대한 구성(configuration) 정보 내의 PM-store Object의 수가 증가하므로 개인건강기기 내부의 모든 PM-store를 위한 명령 사이클(I_{total})은 각각의 PM-store 전송을 위해 필요한 구성정보(Config) 전송을 위한 명령 사이클의 수(I_{Config})와 하나의 PM-store 전송을 위한 명령 사이클의 수(I_{sto})의 합을 PM-store의 개수인 nP_{sto} 개만큼 모두 합한 것으로 다음과 같다.

$$I_{total} = \sum_{i=1}^{nP_{sto}} [I_{Config}(i) + I_{sto}(i)] \quad (4)$$

상기의 명령 사이클 기반의 분석모델을 통해 개인건강기기의 측정 데이터의 특성 및 PM-store 기능 구현에 따라 요구되는 중앙처리장치의 명령 사이클을 효과적으로 예측할 수 있다.

2. 구현 및 검증

심전계를 개인건강기기로 하여 1개의 PM-store가 2개의 PM-segment를 포함하도록 11073 PHD 표준의 PM-store 기능을 그림 3과 같은 32-bit 프로세서가 적용된 임베디드시스템을 이용하여 구현하였다. 개인건강기기에서 PM-store 기능을 구현하고 PM-store에 저장된 측정 데이터를 관리기기로 전송하기 위해, 중앙처리장치가 처리해야 할 명령 사이클의 수를 증

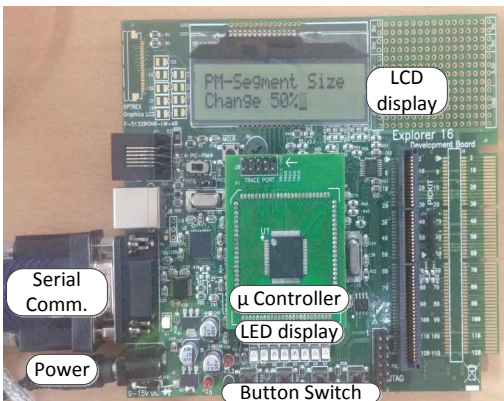


Fig. 3. Embedded system environments
그림 3. 임베디드시스템 환경

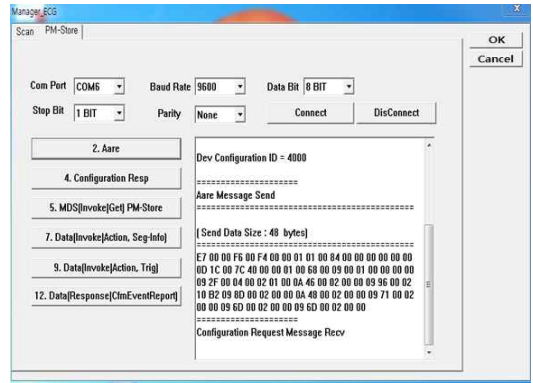


Fig. 4. Manager user interface(UI)
그림 4. 관리기기 사용자 인터페이스

심으로 측정하고 본 논문에서 제시한 분석모델과 비교하여 분석할 목적으로, PM-store에 저장될 측정 데이터의 획득 및 저장 영역은 배제하였고 안정적인 통신 상황을 가정하였다.

심전계 개인건강기기의 구현을 위해 사용한 임베디드시스템의 재원은 아래와 같다.

- 32-bit processor가 적용된 μ Controller
- 80MHz System Clock
- 32Kbytes RAM
- (512+12) Kbytes Flash Memory
- 32Kbytes Data Memory
- 16-bit Timer
- UART
- 16 GPIO

관리기기는 개인용 컴퓨터를 이용하여 PM-store가 적용된 개인건강기기로부터 관련 정보 및 측정 데이터를 수신하고 확인할 수 있도록 그림 4와 같이 메뉴 화면을 구현하였다.

임베디드시스템 환경에서 동작할 경우, 심전계 개인건강기기가 처음 동작할 때 관리기기와 통신 연결을 위한 파라미터 설정을 포함하여 기기의 초기화를 위한 initialization 프로그램은 PM-store가 구현된 경우와 그렇지 않은 경우 모두 동일하게 필요하다.

제휴(association) 단계를 살펴보면 심전계 개인건강기기와 관리기기가 제휴를 맺기 위한 과정으로 개인건강기기가 관리기기로 기기의 구성식별(Dev-config-id) 정보가 포함된 제휴요청(association request) 메시지를 보내고 그에 상응하는 제휴응답(association response) 메시지를 관리기기로부터 받기 때문에 중앙처리장치가 수행해야 할 프로그램의 명령 사이클의

수는 PM-store가 구현된 경우와 그렇지 않은 경우 모두 동일하다. 구성(configuration) 단계는 구성요청(configuration request) 메시지에 PM-store object에 대한 정보를 포함하여 보내기 때문에 Data 메모리 공간은 50bytes만큼 추가적으로 소모하였고, 명령 사이클의 수에서는 2096 사이클을 더 사용하였다. 그러나 그에 상응하는 구성응답(configuration response) 메시지를 관리기로부터 받은 경우, 구성요청에 대한 결과정보를 포함하기 때문에 프로그램의 명령 사이클의 수는 PM-store가 구현된 경우와 그렇지 않은 경우 모두 동일하다. 따라서 본 논문에서 구현한 PM-store와 동일한 구조의 PM-store가 i 개 존재할 경우, 식 (4)에서의 Config(i)가 상수 2096 cycles인 경우로 구성요청 메시지를 보내기 위해 $(2096 * i)$ 사이클과 $(50 * i)$ 데이터 메모리가 요구됨을 예측할 수 있다.

관리기로부터의 MDS(medical device system) 정보 요청은 개인건강기기 제품에 대한 제조사, 제품모델, 구성식별 정보 등과 같은 제품관련 기본정보에 대한 요청과 응답에 대한 것이므로 프로그램의 명령 사이클의 수는 PM-store가 구현된 경우와 그렇지 않은 경우 모두 동일하다.

PM-store 기능을 사용하기 위한 추가적인 절차 중 Retrieve the PM-segment information을 위한 프로그램에서 8820 사이클을 사용하였고, Transfer PM-segment content 절차에서 2865 사이클을 사용하였기

때문에 PM-store를 구현하지 않은 경우보다 총 11685 사이클이 추가적으로 요구됨을 파악할 수 있다. 본 논문에서 구현한 PM-store와 동일한 구조를 갖으며, 같은 형태의 PM-segment가 j 개 존재하면 PM-segment information 메시지의 요소인 PM-segment 속성들이 추가되기 때문에 $(1886 * j)$ 사이클만큼 증가한다. 또한 Transfer PM-segment content는 PM-segment의 수에 비례하여 반복하기 때문에 $(2865 * j)$ 사이클만큼 증가한다. Data report 메시지절차에서 PM-store를 구현하지 않은 경우는 메시지 내부에 많은 정보가 포함되어 있기 때문에 PM-store가 구현된 경우의 Data report 메시지보다 많은 명령 사이클을 사용하였다. PM-store가 구현된 경우, 관리기기는 앞선 구성단계에서 PM-store의 속성정보를 받고 PM-segment의 속성정보를 PM-segment information 메시지를 통해 받았기 때문에 PM-store가 구현되지 않은 경우에 비례적인 메모리 공간 및 명령 사이클을 요구하였다.

하기의 표 1은 PM-store에 저장된 측정 데이터를 관리기가 가져오기 위해 필요한 메시지 절차들을 위해 구현된 프로그램들에 대한 명령 사이클을 측정할 결과이다. 측정 데이터의 전송에 필요한 명령 사이클의 수를 비교하였을 경우, PM-store 기능을 사용하면 개의 측정 데이터를 전송하기 위해 PM-store가 구현되지 않은 경우보다 적은 명령 사이클 및 Data 메모리를 필요로 하기 때문에 PM-store를 구현한 경우

Table 1. Functional comparison between whether PM-store is implemented or not
표 1. PM-store를 적용한 경우와 적용하지 않은 경우의 기능별 비교

Data transmission Function		PM-store		No PM-store		Difference	
		Cycle	Data	Cycle	Data	Cycle	Data
Initialization		193	0	193	0	0	0
Association request Tx		2225	54	2225	54	0	0
Association response Rx		2228	48	2228	48	0	0
Configuration request Tx		5754	144	3658	94	2096	50
Configuration response Rx		1020	26	1020	26	0	0
MDS request Rx		976	18	976	18	0	0
MDS response Tx		1156	86	1156	86	0	0
Retrieving PM-segment Information	request Rx	1998	24	0	0	1998	24
	response Tx	6822	96	0	0	6822	96
Transfer PM-segment Content	request Rx	1985	20	0	0	1985	20
	response Tx	880	22	0	0	880	22
Data report Tx		1217+@	30	1720+@	50	503	-20
Data response Rx		1118	34	1066	32	52	2
Amount		27572	602	14242	408	13370	194

명령 사이클 관점에서의 효율이 더 좋았다. 그러나 측정 데이터 전송을 위해 앞선 PM-store와 PM-segment 관련 메시지 절차의 명령 사이클을 포함하여 비교했을 경우, PM-store를 구현했을 경우는 PM-store를 구현하지 않은 경우에 비해 추가되는 메시지 절차 및 구성정보들이 존재하기 때문에 PM-segment내에 8개 이상의 측정 데이터를 저장해야 PM-store를 구현하지 않은 경우보다 명령 사이클 관점에서의 효율이 더 좋다.

IV 결론

본 논문은 개인건강기기에 ISO/IEEE 11073 PHD 표준의 PM-store 개념을 적용하여 에너지 효율을 고려한 대용량의 측정 데이터를 전송할 경우, 중앙처리 장치에서 수행해야 하는 명령 사이클의 수에 중점을 둔 복잡도 분석모델을 제시하고 구현결과를 이용하여 검증하였다. PM-store의 구성 및 PM-store에 저장된 측정 데이터의 전송을 위해 필요한 메시지 절차들에 대한 명령 사이클 및 데이터 메모리 공간을 측정하여 PM-store 기능이 적용되지 않고 일시적으로 저장된 측정 데이터의 전송만 지원된 경우와 비교분석하였다. 전송할 측정 데이터의 양이 증가할수록 PM-store 기능을 적용하는 것이 명령 사이클 관점 및 전송 에너지 소모량 관점 모두에서 개선된 효율성을 나타냈다. 그러나 개인건강기기의 특성에 따라 PM-store 기능을 사용하여 일정 양이하의 데이터를 전송할 경우, 제휴 단계부터 측정 데이터 전송까지 일련의 메시지 절차가 추가되었기 때문에 오히려 비효율적임을 파악할 수 있다. 따라서 개인건강기기의 측정 데이터 특성에 맞춰 PM-store를 설계할 때, 본 논문에서 제시된 명령 사이클의 수 관점에서의 분석모델이 효과적으로 활용될 것으로 예상된다.

References

- [1] "World Population Ageing: 1950-2050", UN, <http://www.un.org>
- [2] Health Informatics-Personal Health Device Communication, ISO/IEEE 11073. Available: <http://standards.ieee.org/>.
- [3] ISO/IEEE Standard 11073-20601 Optimized

Exchange Protocol

- [4] ISO/IEEE Standard 11073-10415 Weighing Scale
- [5] ISO/IEEE Standard 11073-10407 Blood Pressure
- [6] ISO/IEEE Standard 11073-10417 Glucose
- [7] ISO/IEEE Standard 11073-10406 Basic Electrocardiograph(ECG) (1to3-lead ECG)
- [8] KIM, Sang-Kon; KIM, Tae-Kon; KOH, Jin-Hwan. "Energy Efficient Wireless Data Transmission for Personal Health Devices," *Journal of Electrical Engineering & Technology*, Vol.8, No.6, pp.1559-1570, 2013
- [9] KIM, Sang-Kon; YOO, Done-Sik; KIM, Tae-Kon; "Complexity Analysis for Implementation of the ISO/IEEE 11073 PHD Standards," *Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences*, Vol.37C, No.4, pp.307-3120, 2012

BIOGRAPHY

Sang-Kon Kim (Member)



2008 : PhD degree in Electrical and Computer Engineering, Seoul National University.

2008~2015 : Lecturer of Electronics and Information Engineering, Korea University.

2015~ : Assistant Professor of

Dept. of Cyber Security, Ajou University

Chang-Ki Lee (Member)



2012 : BS degree in Electronics and Information Engineering, Korea University.

2015 : MS degree in Electronics-Information Engineering, Korea University.

2015~ : Research Engineer, Korea

Institute of Industrial Technology (KITECH)

Tae-Kon Kim (Member)

2001 : PhD degree in Electrical Engineering, Pennsylvania State University.

2001~2002 : Intel Corp.

2003~2004 : Digital Media R&D center, Samsung Electronics.

2005~ : Professor of Electronics and

Information Engineering, Korea University.

Hee-Joung Hwang (Member)

2000 : MS degree in Computer Science and Engineering, Inha University.

2008 : PhD degree in Computer Science and Engineering, Incheon University.

2000~ : Associate Professor of Dept.

of Computer Engineering, Gachon University.