ISO/IEEE 11073 PHD 표준 구현을 통한 복잡도 분석

정회원 김 상 곤*, 유 돈 식**, 김 태 곤***°

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

Sang-Kon Kim*, Done-Sik Yoo**, Tae-Kon Kim***° *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 ISO/IEEE 11073 개인건강기기(Personal Health Device: PHD) 표준을 임베디드 시스템 상에 구현할 경우, 요구되는 시스템 재원을 파악하고자, ISO/IEEE 11073 개인건강기기 표준의 구현에 대한 복잡도 분석(Complexity Analysis)을 수행하였다. 다양한 개인용 건강기기 중 체중계, 혈압계, 그리고 혈당계의 구현된 프로그램을 기반으로 모의코드를 작성하였다. 그리고 난 후 프로그램 메모리 공간 및 데이터 메모리 공간 두 개의 다른 관점에서 복잡도 분석모델을 하였다. 개인건강기기는 그 특성상 재원 또는 성능의 제약이 있어 본 연구의 결과는 상기 표준의 구현에 요구되는 추가적인 시스템 재원을 추정하는데 유용하게 활용될 수 있다.

Key Words : 개인건강기기(Personal Health Device: PHD), ISO/IEEE 11073 PHD, 복잡도 분석(Complexity Analysis), 모의코드(Pseudo-Code), 유헬스(uHealth)

ABSTRACT

In this paper, we perform a complexity analysis for implementation of the ISO/IEEE 11073 Personal Health Device (PHD) standards in order to check the required system resources when ISO/IEEE 11073 PHD standards are implemented on the embedded system. Base on the implemented programs complying the PHD standards for a weighing scale, a blood pressure monitor, and a glucose meter among the various personal health devices, we make a pseudo-code. And then from the two different points of view such as program memory space and data memory space, we make a complexity analysis model. Because system resources or capability are strongly restricted in the personal health devices, our research work is very useful to estimate the required system resources.

Ⅰ. 서 론

과학기술 발달과 더불어 인류의 평균수명이 증가하고 있으며, 이로 인해 노인 의료비 지원을 위해 많은 비용이 지출되고 있는 추세이다.[1] 우리나라 또한 경제성장과 더불어 노령인구 또한 급격히 증가하고 있으며, 손쉽게 의료 서비스를 받을 수 있는 사회적, 지리적 이점을 가지고 있음에도 불구하고 질병관리 대상자가 늘어나고 있다.[2] 이로 인해 국가는 노령 환자를 위한 의료비용을 효과적으로 줄이기 위한 방안을 찾는 노력을 다방면으로 추진하고 있다. 기존의 의료 서비스보다 저렴한 비용으로

* ㈜유헬스넷 (paulka@lycos.co.kr), ** 한국전자통신연구원 BT융합연구부/유헬스연구팀 (dsyoo@etri.re.kr),
*** 고려대학교 디지털미디어통신 연구실 (taekonkim@korea.ac.kr), (° : 교신저자)
논문번호 : KICS2012-02-092, 접수일자 : 2012년 2월 28일, 최종논문접수일자 : 2012년 4월 17일

개인의 건강을 점검, 관리할 수 있는 유헬스 서비스에 사용할 수 있는 개인건강기기에 대한 표준화 작업을 IEEE 11073 개인건강기기(Personal Health Device: PHD) Work Group (WG)에서 진행하고 있다.[3,4] 개인건강 관리시스템에 상호운영성을 제공하여 개인건강기기의 확산을 통해 건강관리를 위한 비용을 개인이 부담할 할 수 있는 적정한 수준으로 만들고자 하는 것이 IEEE 11073 PHD WG의 취지이다.

이와 더불어, 240여개 회원사를 갖고 있는 컨티뉴아(Continua Health Alliance)는 ISO/ IEEE 11073 PHD 표준을 기반으로 다양한 개인건강기기 및 관리기기에 대해 자체의 프로토콜 스택을 추가하여 ISO/IEEE 11073 PHD 표준과 컨티뉴아 스택을 모두 지원하고 있는지를 확인하고 인증하는 시험/인증제를 도입하고 있다.[5]

상기의 국제적인 시장의 변화 추이에 따라, 우리나라 또한 개인건강기기 제조사들을 중심으로 표준 기반의 제품을 개발하여 국제시장에 경쟁력 있는 제품을 출시하려는 계획은 증가하고 있으나, 자체적으로 ISO/IEEE 11073 PHD 표준을 구현하여 적용한 사례는 손에 꼽을 정도로 극히 드문 상황이다. 그 원인은 국내 개인건강기기 제조사들의 대부분이 중소기업이기 때문에, 표준 구현을 위해 필요한 전문 엔지니어를 다수 확보하기 어렵고 일정기간 지속적으로 재정지원을 하기 힘든 기술적/경제적 한계를 갖고 있기 때문이다. 이와 더불어, 기존의 제품에 ISO/IEEE 11073 PHD 표준을 적용하고자 할 때, 표준문서에는 "얼마만큼의 시스템 재원이 추가적으로 요구되는가?"에 대한 정보가 없어 제품기획 및 개발에 많은 어려움을 겪고 있다.

본 논문에서는 다양한 개인건강기기 중 초기 시장에 보급될 것으로 예상되는 체중계, 혈압계, 그리고 혈당계를 중심으로 ISO/IEEE 11073 PHD 표준을 적용한 개인건강기기와 관리기기를 임베디드 시스템을 이용하여 구현한 결과를 바탕으로, 개인건강기기와 관리기기에 대해 모의코드(Pseudo-Code)를 작성하여 제시한다. 또한 임베디드 시스템 기반의 제품에 ISO/IEEE 11073 PHD 표준을 적용할 때, 개인건강기기는 재원의 제약을 받고 있어 구현된 프로그램과 모의코드를 기반으로 복잡도(Complexity) 분석을 통해 추가적으로 요구되는 시스템 재원에 대해 요소별로 분석하였다.

Ⅱ. ISO/IEEE 11073 PHD 표준

ISO/IEEE 11073 PHD 표준은 개인용 원격진료 장치와 모니터 또는 관리기기 사이의 전송방식에 독립적인 애플리케이션 및 정보프로파일 문제를 해결하기 위한 표준으로 개인건강기기와 관리기기 사이 영역을 정하고 있다.

주로 가정에서의 질병관리, 건강관리, 및 독거관리 부분에 대한 서비스를 제공하기 위한 이 표준의 작업은 전반적인 기술적 리포트인 ISO/IEEE 11073-00103, 개인건강기기에 대한 표준인 ISO/IEEE 11073-104xx, 그리고 개인건강기기(agent)와 관리기기(manager) 사이의 최적화된 데이터 교환 표준인 ISO/IEEE 11073-20601로 간략히 구분되어 표현될 수 있다.[6]

2.1. ISO/IEEE 11073-104zz 기기 표준

ISO/IEEE 11073-104zz 표준은 ISO/IEEE 11073-20601 위에 존재하는 개인건강기기에 대한 상세 표준으로 개인건강기기가 어떻게 동작해야 하는지에 대해 기술하고 있다. 다양한 개인건강기기에 대한 표준화작업을 진행하고 있으며, 체온계, 체중계, 혈압계, 혈당계, 심전계, 맥박산소측정기 등에 대한 표준을 정하고 있다. 각각의 자세한 정보는 표준문서에 명시되어 있다.

2.2. ISO/IEEE 11073-20601 최적화 교환 프로토콜

전송 레이어 상위의 ISO/IEEE 11073 -20601 최적화 교환 프로토콜로 응용계층 서비스와 데이터 교환 프로토콜로 구성된다. 응용계층서비스는 연결관리 및 신뢰성 있는 전송을 위한 프로토콜을 제공한다. 데이터 교환 프로토콜은 명령, 개인건강기기의 구성정보, 데이터 형식, 그리고 전체적인 프로토콜에 대해 정의한다. 본 절에서는 3장의 모의코드에 대한 이해를 돕기 위해 ISO/IEEE 11073-20601에 대해 보다 자세히 설명하도록 한다.

2.2.1 ISO/IEEE 11073-20601 시스템 모델

ISO/IEEE 11073-20601 시스템 모델은 도메인정보 모델, 서비스 모델, 통신 모델로 구분된다. 각 모델들은 데이터를 표현하고 데이터 액세스 방법과 명령하는 방법을 정의하며, 개인건강기기와 관리기기 사이의 데이터 통신을 위해 상호 연계되어 동작한다.

2.2.2 ISO/IEEE 11073-20601 상태머신

ISO/IEEE 11073 PHD 표준은 ISO/IEEE

11073-20601에 기반을 두고 있기 때문에, 상태머신을 이해하는 것이 중요하다. 표준에서는 개인건강기기 및 관리기기 각각에 대해 상태머신을 제시하고 있으나, 상호 연동의 관계로 유사점과 각 기기의 재원 차이를 고려하여 본 절에서는 개인건강기기에 대한 상태머신에 대해 서술할 것이다. 개인건강기기의 상태머신은 아래의 8가지 상태들로 구성된다.

1) 연결분리(Disconnected) 상태

처음 전원이 켜졌을 때, 관리기기와의 전송계층 접속이 확립되지 않은 연결분리 상태에서 시작한다.

2) 연결(Connected) 상태

전송계층접속이 설립될 때, 전송계층으로부터 전송계층접속 표시를 수신하고 연결 상태로 이동한다. 전송계층접속 시, 제휴되지 않은 상태에서 시작한다.

3) 제휴되지 않은(Unassociated) 상태

관리기기와 응용계층 제휴맺기(Association)를 갖고 있지 않으면, 제휴되지 않은 상태에 머무른다.

4) 제휴 중인(Associating) 상태

개인건강기기가 제휴맺기를 생성해야 한다고 결정할 때, 제휴 중인 상태로 전이하고 제휴맺기 요청 메시지를 관리기기로 보낸다.

5) 제휴된(Associated) 상태

관리기기로부터 “accepted” 매개 변수를 갖는 제휴맺기 응답을 받았을 때, 제휴된 상태로 이동한다.

6) 동작(Operating) 상태

관리기기로부터 “accepted” 매개 변수를 갖는 제휴맺기 응답을 받았을 때, 동작 상태로 이동한다. “accepted-unknown-config” 매개 변수를 갖는 제휴맺기 응답을 받았을 경우, 구성 상태로 이동한 뒤 구성맺기가 수락되면 동작 상태로 이동한다.

7) 구성(Configuring) 상태

관리기기로부터 “accepted-unknown-config” 매개 변수를 갖는 제휴맺기 응답을 받았을 때, 구성 상태로 이동한다. 개인건강기기는 구성맺기 정보를 전송하고 관리기기가 구성정보에 대해 승인할 때까지 구성 상태를 유지한다.

8) 제휴분리(Disassociating) 상태

개인건강기기가 내부적으로 현재의 제휴맺기을 해제해야 한다고 결정한 경우, 제휴분리 상태로 이동하고 관리기기로 제휴맺기 해제 요청을 보낸 뒤 그에 상응하는 응답을 수신한 경우 제휴되지 않은 상태로 이동한다.

ISO/IEEE 11073 PHD 표준을 따르는 개인건강기기와 관리기기는 상기의 상태머신에 맞춰 상호 동작한다.

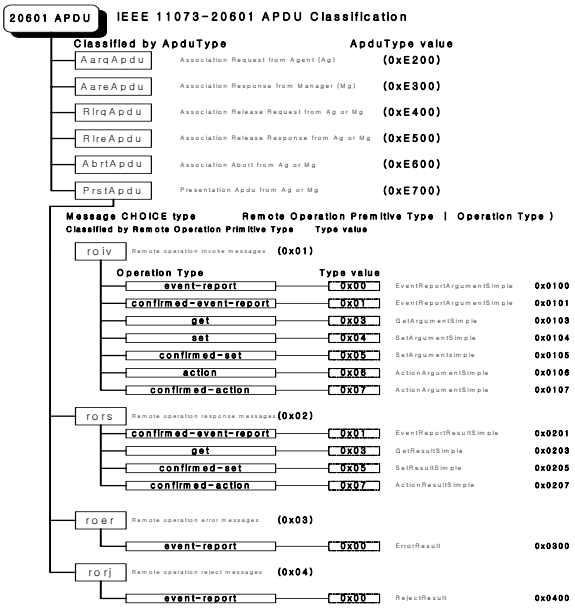

그림 1. ISO/IEEE 11073-20601 APDU 분류도
Fig. 1. APDU Classification of ISO/IEEE 11073-20601

Ⅲ. ISO/IEEE 11073 구현 및 복잡도 분석

본 장은 2장에서 알아본 ISO/IEEE 11073 PHD 표준기술 및 권고사항을 바탕으로, 체중계(11073-10415)[7],혈압계(11073-10407)[8], 그리고 혈당계(11073-10417)[9]에 대한 개인건강기기들은 8-bit 프로세서가 적용된 임베디드 시스템, 관리기기는 32-bit 프로세서가 적용된 임베디드 시스템을 이용하여 구현한 결과에 기반을 둔다. 우선 ISO/IEEE 11073 PHD 표준 및 구현한 프로그램을 중심으로, 개인건강기기와 관리기기 사이에 주고받는 APDU (Application Protocol Data Unit)를 형태별로 분류하여 사용되는 메시지의 구분을 명확히 하고, 모의 코드를 이용하여 구현한 프로그램을 설명한 뒤, 시스템 요소별로 나누어 ISO/IEEE 11073 PHD 표준을 개인건강기기에 적용할 때의 복잡도를 분석을 한다.

3.1. ISO/IEEE 11073-20601 APDU 분류

(그림 1)과 같이, ISO/IEEE 11073-20601에서 사용되는 APDU는 크게 Association Request(Aarq), Association Response (Aare), Association Release Request (rlrq), Association Release Response (rlre), Association Abort(abrt), 그리고 Presentation(prst)으로 구분된다. Prst APDU를 제외한 나머지 5개 APDU들은 모두 통신 서비스에 연관된 것이고, Prst APDU는 Get, Set, Action, 그리

고 Event Report와 같은 명령과 데이터를 전송하기 위한 것으로 Remote Operation Invoke(roiv), Remote Operation Response(rors), Remote Operation Error(roer), 그리고 Remote Operation Reject(rorj) 메시지들로 구분되어 사용된다.

3.2. 모의코드

ISO/IEEE 11073 PHD 표준을 실제의 제품 환경에 맞춰 8-bit 프로세서가 적용된 마이크로컨트롤러를 이용하여 아래와 같은 임베디드 시스템 환경에서 구현하였다.

- 8-bit processor가 적용된 µController
- 20MHz System Clock
- 1024 bytes SRAM
- 256 bytes Data EEPROM
- 14Kbytes Program Memory
- 4 8-bit Timers & 1 16-bit Timers
- 1 UART (9600bps)
- 16 GPIO

개인건강기기와 관리기기는 ISO/IEEE 11073 PHD 표준의 적용 범위에 맞춰 구현되었고 이를 기반으로 모의코드를 작성하였으며, 표준 적용을 위해 표준문서 상에 명시되지 않은 어떤 프로세스들을 수행해야 하는가에 대해 간략하게 설명한다. 표준에서 정의하지 않은 부분이나 표준의 범위를 넘어선 영역(예, 제조업체에 의해 정의될 부분, 제품의 신뢰성 확보를 위해 정의될 부분 등)의 경우, 최소화하거나 배제하였다. 또한, 점대점 통신으로 연결된 개인건강기기와 관리기기는 상태머신 내부의 현재 상태에서 수신될 수 없는 메시지를 수신할 경우, 수신된 메시지를 무시하는 것으로 가정하였다. 동작의 신뢰성을 확보하기 위한 송수신 메시지에 대한 오류검사, 최대 시도횟수, 그리고 시간제한 관련 내용은 간결성을 위해 모의코드에서 제외하였다.

개인건강기기에 대한 모의코드는 (그림 2)와 같다. 전원인가 후, 초기에는 연결분리 상태로 있다가 사용자가 관리기기에 개인건강기기를 연결하면 연결된 제휴되지 않은 상태로 전이한다. 개인건강기기 제조사가 정한 방식으로 제휴맺기 내부 신호를 발생시키면, 제휴맺기 과정을 시작한다. 내부 신호가 발생된 경우, 개인건강기기는 제휴 중인 상태로 전이하여 관리기기로 제휴맺기 요청을 전송한다. 제휴맺기 요청에 상응하는 제휴맺기 응답(Aare)을 수신한 경우, 그 결과(Aare_result)가 거절(Reject)인 경우, 제휴되지 않은 상태로, Accepted Unknown인

```
1) Initialize the current state into Disconnected state
2) If(there is any manager that is newly connected)
    2_1) No.      Goto step 1)      // Disconnected state
    2_2) Yes.     Goto step 3)      // Connected Unassociated state
3) Goto Connected Unassociated state from Disconnected state
4) If(there is any association start input)
    4_1) No.      Goto step 3)
    4_2) Yes.     Goto step 5)
5) Goto Associating state.
6) Send Association Request message(Aarq).
7) If(the corresponding Association Response message(Aare) is received within a fixed time interval)
    7_1) No.      Goto step 3)
    7_2) Yes.     Goto step 8)
8) Switch(Aare_result)
    8_1) rejected.                Goto step 3)
    8_2) accepted unknown         Goto step 9)     // Configuring state
    8_3) accepted                 Goto step 15)    // Associated operating state
9) Goto Configuring Sending Config state
10) If(there is any configuration that is not sent yet)
    10_1) No.     Goto step 3)
    10_2) Yes.    Goto step 11)
11) Send Config Event Report Request message
12) Goto Configuring Waiting Approval state
13) If(the corresponding Config Event Report Response message is received within a fixed time interval)
    13_1) No.     Goto step 3)
    13_2) Yes.    Goto step 14)
14) Switch(ConfigEventReportRsp_result)
    14_1) unsupported-config          Goto step 9)
    14_2) standard-config-unknown     Goto step 9)
    14_3) accepted-config             Goto step 15 )   // Associated operating state
15) Goto Associated Operating state.
16) If(there is any measured data that is not sent yet)
    16_1) No.     Goto step 18)
    16_2) Yes.    Goto step 17)
17) send Date Report including measured data
18) If(send or receive any Release Request(rlrq) and Release Response(rlre) or Abort message)
    18_1) No.     Goto step 15)
    18_2) Yes.    Goto step 3)     // Unassociated state
```

그림 2. 개인건강기기에 대한 모의코드
Fig. 2. Pseudo-code of personal health device(agent)

경우, 구성 상태로, Accepted인 경우 동작 상태로 전이해야 한다. 구성 상태에서 개인건강기기는 구성 전송(Sending Config) 상태에서 구성 데이터를 전송한 후, 승인 대기(Waiting Approval) 상태에서 그 응답을 수신하여 응답결과에 따라 다시 구성 상태로 되돌아 갈 것인지 아니면 동작 상태로 전이할 것인지를 결정한다. 동작 상태에서만 정상적으로 측정값을 전송할 수 있다.

개인건강기기에 상응하는 관리기기에 대한 모의코드는 (그림 3)과 같다. 사용자가 관리기기에 개인건강기기를 접속하면 연결된 제휴되지 않은 상태로 전이한다. 관리기기는 제휴맺기 요청(Aarq) 수신을 대기하고 있다. 제휴맺기 요청을 수신한 경우, 수신된 제휴맺기 요청의 지원여부를 검토하여 결과(Aare_result)를 결정한 뒤 연결응답(Aare)을 전송한다. 결과가 거절인 경우, 제휴되지 않은 상태로 , Accepted Unknown인 경우, 구성 상태로, Accepted인 경우, 동작 상태로 전이해야 한다. 구성 상태에서 관리기기는 구성 대기(Waiting for Config) 상태에서 Config Event Report Request 수신을 대기/수신 후, 구성 검토(Checking Config) 상태에서 수신된 구성정보에 대한 지원여부를 검토하여 결과를 결정하며 Config Event Report Response 메시지를 전송한다. 응답결과에 따라 다시 구성 상태로 되돌아 갈 것인지 아니면 동작 상태로 전이할 것인지를 결정한다. 동작 상태에서만 정상적으로 측정값을 수신할 수 있다.

(그림 2) 및 (그림 3)의 개인건강기기 및 관리기기에 대한 모의코드를 이용하여 상태머신에 따른

```
1) Initialize the current state into Disconnected state
2) If(there is any agent that is newly connected)
      2_1) No.      Goto step 1)      // Disconnected state
      2_2) Yes.     Goto step 3)      // Connected Unassociated state
3) Goto Connected Unassociated state.
4) If(any Association Request message(Aarq) is received)
      4_1) No.      Goto step 3)      // Connected Unassociated state
      4_2) Yes.     Goto step 5)      // Associating state
5) Goto Associating state.
6) Send Association Response message(Aare) // including Aarq_check_result
7) Switch(Aarq_check_result)
      7_1) rejected.                  Goto step 3)
      7_2) accepted unknown           Goto step 7)      // Configuring state
      7_3) accepted                   Goto step 15)     // Associated operating state
8) Goto Configuring Waiting for Config state
9) If(any Config Event Report Request message is received within a fixed time interval)
      9_1) No.      Goto step 3)
      9_2) Yes.     Goto step 10)
10) Goto Configuring Checking Config state
11) Send Config Event Report Response     // including ConfigEventReportRsp_result
12) Switch(ConfigEventReportRsp_result)
      12_1) unsupported-config          Goto step 8)
      12_2) standard-config-unknown     Goto step 8)
      12_3) accepted-config             Goto step 13 )    // Associated operating state
13) Goto Associated Operating state.
14) If(any Data Report is received from agent)
      14_1) No.     Goto step 14)
      14_2) Yes.    Save and manage the received data into Agent's own database
15) (send or receive any Release Request(rlrq) and Release Response(rlre) or Abort message)
      15_1) No.     Goto step 13)
      15_2) Yes.    Goto step 3)      // Unassociated state
```

그림 3. 관리기기에 대한 모의코드
Fig. 3. Pseudo-code of manager

동작을 확인하였고, 기기 내부적으로 발생시켜야 하는 신호 및 제조사에 의해 정의되어야 하는 부분이 존재함을 파악할 수 있다. 예를 들면 개인건강기기가 제휴되지 않은 상태에서 제휴 중인 상태로 전이하기 위해서는 연결을 생성하고자 하는 내부적인 신호(assocReq)가 발생되어야 한다. 이는 제조사의 정책에 의해 정해지는 방법으로 자동 또는 수동적으로 정의할 수 있다. 본 절에서는 모의코드를 이용하여 구현된 프로그램에 대해 살펴볼 수 있었고 이를 토대로 다음 절의 복잡도 분석을 진행했다.

3.3. 복잡도 분석

본 절에서는 개인건강기기에 ISO/IEEE 11073 PHD 표준을 적용할 때, 얼마만큼의 복잡도가 추가적으로 요구되는지를 프로그램 메모리 공간(PMS: Program Memory Space)과 데이터 메모리 공간(DMS: Data Memory Space) 관점을 중심으로 분석한다. 개인건강기기는 하나 이상의 구성정보를 가져야 하며, 각 구성정보는 표준에서 정의된 오브젝트들을 포함하고, 각 오브젝트 또한 필요한 속성들을 갖는다. 따라서 ISO/IEEE 11073 PHD 적용 복잡도 분석은 다음과 같은 파라미터들과 밀접한 관계가 있다.

- NC: 지원하는 구성정보의 수
- NO(i): i번 구성에 포함된 오브젝트 수
- NA(i,j): i번 구성, j번 오브젝트의 속성의 수
- SC(i): i번 구성의 메모리 크기
- SO(i,j): i번 구성, j번 오브젝트의 메모리 크기
- SA(i,j,k): i번 구성, j번 오브젝트, k번 속성의 메모리 크기

먼저 프로그램 메모리 공간 관점에서의 분석은 크게 두 가지 부분으로 나눠지는데, 프로그램 메모리에 저장되는 코드 크기와 프로그램 수행 시 처리되어야 할 명령의 수이다. 이는 코드 크기와 명령의 수가 각각 적용될 시스템의 프로그램 메모리 크기와 프로세서의 처리속도와 직접적인 연관을 갖기 때문이다. 구현된 프로그램을 중심으로 분석한 결과에 의하면, 개인건강기기가 지원하는 구성정보의 수, 오브젝트의 수, 속성의 수가 증가할 때, 처리해야 할 프로세스와 처리속도는 각각의 수에 비례하여 증가한다. 즉, 프로세스의 증가는 프로그램 메모리 크기의 증가를 의미하고 처리속도의 증가는 처리해야 할 명령의 수가 증가함을 의미한다. 따라서 프로그램 메모리 공간 관점에서의 복잡도(C_{PMS})는 다음과 같이 주어진다.

$$C_{PMS}(i,j) = (\alpha+\beta)[NC \cdot \sum_{i=1}^{NC} NO(i) \cdot \sum_{i=1}^{NC} \sum_{j=1}^{NO(i)} NA(i,j)] \quad (1)$$

여기서, α 는 코드 크기를 위한 비례상수이고 β 는 명령의 수를 위한 비례상수이다.

데이터 메모리 크기 관점에서의 분석은 적용할 시스템에서 요구되는 데이터 메모리 크기에 대한 것으로, 구성정보, 오브젝트, 그리고 속성 각각을 표현하기 위해 필요한 데이터 메모리 크기를 의미한다. 이는 구성정보의 수, 오브젝트의 수, 속성의 수가 증가할 때, 구성정보, 오브젝트, 그리고 속성에 대한 데이터를 저장하기 위해 필요한 데이터 메모리 크기에 비례하여 증가한다. 따라서 데이터 메모리 공간 관점에서의 복잡도(C_{DMS})는 다음과 같이 주어진다.

$$C_{DMS}(i,j,k) = p\sum_{i=1}^{NC} SC(i) + q\sum_{i=1}^{NC}\sum_{j=1}^{NO(i)} SO(i,j) + r\sum_{i=1}^{NC}\sum_{j=1}^{NO(i)}\sum_{k=1}^{NA(i,j)} SA(i,j,k) \quad (2)$$

여기서, p, q, r은 각각 구성정보, 오브젝트, 그리고 속성을 위한 비례상수이다.

본 절에서 ISO/IEEE 11073 PHD 표준을 8-bit 프로세서가 적용된 시스템에서 구현한 결과를 토대로 (표 1)에 나타낸 것과 같이 각 기능별 프로그램

표 1. 기능별 코드크기
Table. 1. Code size of function

기 능 별 함 수 명	크 기 (Byte)
a a r q	2 3 2 8
a a r e	4 5 6 4
c o n f i g _ r e q	2 6 4 6
c o n f i g _ r e s	5 0 8
d a t a _ r e c e i v e	2 4 8
d a t a _ r e p o r t	2 4 6
m i s c . p a c k e t	1 7 2 2
s y s t e m c o d e	1 3 6 4
T o t a l	1 3 6 2 6

코드크기를 정리하여 시스템의 재원을 프로그램 메모리, 명령의 수, 그리고 데이터 메모리로 구분/정리하여 그 복잡도 분석을 하였다. 개인건강기기가 지원하는 구성정보의 수, 오브젝트들의 수, 속성들의 수가 증가함에 따라 필요한 프로그램 메모리 및 프로세서의 처리속도는 기하적인 증가를 보이나, 데이터 메모리는 산술적으로 증가함을 보인다. 구현한 프로그램은 최적화되지 않은 상태로 표준에 따라 체중계(-10415), 혈압계(-10407), 그리고 혈당계(-10417) 각각을 표준 구성만 적용한 경우를 봤을 때, 필요한 메모리는 프로그램 메모리와 데이터 메모리를 포함하여 평균적으로 15KB 내외이다.

Ⅳ. 결 론

본 논문은 시스템 재원의 제약을 받는 개인건강기기에 ISO/IEEE 11073 PHD 표준을 적용할 경우, 요구되는 재원에 대한 복잡도 분석을 목적으로 8-bit 프로세서가 적용된 시스템에서 ISO/IEEE 11073 PHD 표준 중 체중계, 혈압계, 그리고 혈당계를 기본으로 하는 개인건강기기를 구현하였고, 그에 상응하는 관리기기를 32-bit 프로세서가 적용된 임베디드 시스템에서 구현하였다. 구현 결과를 토대로 개인건강기기 시스템의 재원을 프로그램 메모리와 데이터 메모리로 구분하여 그 복잡도 분석모델을 제시하였다. 복잡도 분석 결과를 활용하면 ISO/IEEE 11073 PHD 표준을 개인건강기기에 적용함에 있어서 최소한 요구되는 재원을 파악할 수 있을 뿐만 아니라, 주어진 재원이 제한되어 있을 때 구현 가능한 구성정보, 오브젝트, 그리고 속성을 유추할 수 있다는 점에서 본 논문의 복잡도 분석은 그 의미가 크다. 향후, ISO/IEEE 11073 PHD 표준을 기존의 개인건강기기에 적용할 때 지표로서 많은 기여를 할 것으로 기대된다.

참 고 문 헌

[1] "World Population Ageing: 1950-2050", UN, http://www.un.org

[2] "통계용어·지표의 이해", 4장, 2010년 9월, 통계청, http://kostat.go.kr

[3] 유돈식, "Review & Scheme of u-Health Standardization", TTA 20주년 기념 세미나, 2008년 9월

[4] ISO/IEEE 11073 Personal Health Device WG, http://standards.ieee.org

[5] Continua Health Alliance, http://www.continuaalliance.org

[6] ISO/IEEE Std 11073-20601TM, Optimized Exchange Protocol

[7] ISO/IEEE Std 11073-10415TM, Weighing scale

[8] ISO/IEEE Std 11073-10407TM, Blood pressure monitor

[9] ISO/IEEE Std 11073-10417TM, Glucose meter

김 상 곤 (Sang-Kon Kim) 정회원

2008년 서울대학교 전기컴퓨터공학 공학박사

2010년~현재 (주)유헬스넷 감사

2008년~현재 고려대학교 전자및정보공학과 외래교수

<관심분야> 유헬스, 유·무선 통신네트워크 및 보안

유 돈 식 (Done-Sik Yoo) 정회원

1998년 Univ. College London Dept. of Medical Physics & Bioenginnering, PhD

1999년 3월~현재 한국전자통신연구원 책임연구원

<관심분야> 유헬스 서비스, 의학물리학, 의공학, 의료정보

김 태 곤 (Tae-Kon Kim) 정회원

2001년 Pennsylvania 주립대학 전자공학 공학박사

2001년~2002년 인텔연구소

2003년~2004년 삼성 디지털미디어 연구소

2005년~현재 고려대학교 전자및정보공학과 부교수

<관심분야> 영상 및 통신 신호처리, 통신네트워크,전술통신, 유헬스