

## 실시간 복약상태 전송을 위한 에이전트 개발<sup>†</sup>

박주건\*, 임승현\*, 박기현\*  
\*계명대학교 컴퓨터공학과  
e-mail : [khp@kmu.ac.kr](mailto:khp@kmu.ac.kr)

### Implementation of an Agent for Real-Time Medication Status Transmission

Ju-Geon Pak\*, Seung-Hyun Im\*\*, Kee-Hyun Park\*  
\*Dept. of Computer Engineering, Keimyung University

#### 요 약

복약기는 개인의 건강 증진 및 질병 예방을 위한 개인건강기기(Personal Health Device: PHD) 중 하나로 정해진 스케줄에 따라 약을 배출하는 기기이다. 복약기를 통해 수집되는 복약자의 복약상태(복약 여부, 복약 횟수 등)는 의료진 및 보호자에게 복약자를 관리하기 위한 중요한 정보가 될 수 있으므로 모니터링 서버에게 실시간 전송하여 의료진 및 보호자가 분석할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 이에 본 논문에서는 복약기 내에 탑재되어 사용자의 복약상태를 원격 모니터링 서버에게 실시간 전송하는 복약상태 전송 에이전트를 제안한다. 복약상태 전송 에이전트는 단말기 관리에 관한 산업계 표준인 Open Mobile Alliance(OMA) Device Management(DM) 프로토콜에 따라 복약 상태 메시지를 생성 및 전송한다. 복약 상태 메시지를 수신하는 모니터링 서버로는 OMA DM 기반의 상용 서버를 사용하였다. 이는 추후 본 논문의 복약상태 전송 에이전트를 확장하여 복약기 원격 관리 용도로 적용하기 위함이다. 본 논문에서는 제안된 복약상태 전송 에이전트의 구현 결과 및 모니터링 서버와 연동성 검증 결과를 제시한다. 검증 결과 제안된 에이전트는 복약기로부터 복약상태를 수집한 후 OMA DM 프로토콜에 따라 복약상태를 정상적으로 전송함을 알 수 있었다. 즉, 본 논문의 복약상태 전송 에이전트는 복약상태의 원격 전송뿐 만 아니라, OMA DM 을 준수하는 기존의 모바일 단말기 관리 서버들을 복약상태 모니터링 서버로 활용할 수 있다는 장점이 있다.

#### 1. 서론

최근 복약기, 낙상폰, 활동량계 등 개인의 건강 증진 및 질병 예방을 위한 유헤스케어(u-healthcare) 기반의 다양한 개인건강기기(Personal Health Device: PHD)들이 출시되고 있다[1]. 이 중 복약기(Pill Dispenser)는 정해진 스케줄에 따라 약을 배출하여 약 복용자의 오복용, 과복용 및 미복용을 방지하기 위한 기기로서, 고령자 또는 만성질환자들을 대상으로 보급이 확산되고 있다. 의사와 보호자의 입장에서, 복약기를 통해 수집되는 복약상태는 중요한 정보가 될 수 있으므로 복약상태가 실시간으로 모니터링되어 의사와 보호자에게 제공된다면 복약자의 건강 관리가 보다 용이해질 것이다. 따라서 복약자의 복약상태를 원격의 모니터링 서버에게 실시간 전송하여, 의료진 및 보호자가

분석할 수 있도록 하는 것이 바람직하다. 이에 복약상태를 모니터링하기 위한 다양한 시스템들이 제안되었으며 RFID 태그와 리더기를 사용하여 복약상태를 체크하고 전송하는 시스템[2]과, 센서를 사용하여 복약상태를 체크한 후 PC 와의 물리적 연결을 통해 유선으로 전송하는 시스템[3]이 제안되었다. 하지만 이 시스템들은 전송 범위가 근거리로 제한된다는 단점이 있다. 이 외에 센서를 사용하여 복약상태를 체크한 후 WiFi 통신 모듈을 사용하여 원격의 모니터링 서버에 전송하는 ePROMES[4]도 제안되었다.

본 논문에서는 사용자의 복약상태를 복약기 내에서 수집하여 사전에 정의된 주기 또는 이벤트에 따라 원격 모니터링 서버에게 실시간 전송하는 복약상태 전송 에이전트를 제안한다. 제안된 에이전트는 크게 관리 트리, 트리 핸들러, 메시지 핸들러, 그리고 세션

<sup>†</sup> 본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2010년도 산학연공동기술개발사업(No. 00041042)의 연구 수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.

핸들러로 구성되며 단말기 관리에 관한 산업계 표준인 OMA DM 프로토콜[5]에 따라 메시지를 생성 및 전송한다. 복약 상태 메시지를 수신하는 모니터링 서버로는 OMA DM 기반의 Funambol 서버[6]를 사용하였다. Funambol 서버는 OMA DM 기반의 상용서버로 모바일 단말기를 관리하기 위해 널리 사용되고 있는 서버이다. 복약상태 전송을 위해 OMA DM 프로토콜을 사용한 이유는 추후 본 논문의 복약상태 전송 에이전트를 복약기 설정 값 및 소프트웨어 관리, 오류 보고 등의 원격 관리 용도로 확장 적용하기 위함이다.

본 논문에서는 제안된 에이전트의 설계 및 구현 결과를 제시하며, Funambol 서버와의 연동성 검증 결과를 제시한다. 검증 결과 제안된 에이전트는 복약기로부터 복약상태를 수집하여 정상적으로 전송함을 알 수 있었다. 또한 메시지 생성 및 전송에 있어 OMA DM 표준을 준수함을 알 수 있었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 본 논문의 복약상태 전송 방법을 기술하며, 3 장에서는 제안된 방법에 따른 복약상태 전송 에이전트의 구현 결과를 제시한다. 4 장에서는 복약상태 전송 에이전트와 모니터링 서버와의 연동성 검증 결과를 제시하며 5 장에서는 본 논문의 결론과 향후 연구에 대해 논한다.

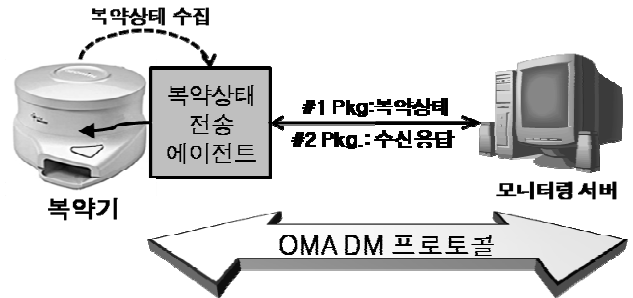
## 2. 복약상태 전송 방법

본 장에서는 복약상태를 OMA DM 프로토콜에 따라 원격의 모니터링 서버에게 전송하기 위한 방법을 제시한다. 이에 앞서 OMA DM 프로토콜의 메시지 생성 및 교환 방식에 관해 설명한다. OMA DM 은 단말기 관리에 관한 산업계 표준으로 모바일 단말기를 원격으로 관리하기 위해 교환해야 할 메시지의 형식과 교환 절차에 대해 정의하고 있다[5]. OMA DM 메시지는 관리 대상 데이터와 해당 데이터를 전송하기 위한 관리 명령들로 구성된다. 관리 대상 데이터는 단말기 내 존재하는 실제 데이터들의 값을 의미하는데 관리 객체로 표현되며. 관리 객체들은 트리 형태로 구성된다. 관리 명령으로는 관리 객체를 추가, 삭제, 수집 및 실행하기 위한 'ADD', 'DELETE', 'GET', 'EXEC' 명령, 관리 객체의 값을 수정하기 위한 'REPLACE' 명령이 있으며, 추가, 삭제, 실행 및 수정 명령에 따른 처리 결과를 나타내는 'STATUS' 와 수집 명령에 따른 관리 객체 반환을 위한 'RESULT' 명령이 있다.

OMA DM 메시지들은 용도에 따라 패키지 형태로 구성되는데, 단말기 관리를 위해 클라이언트와 관리 서버는 총 4 종류의 패키지를 교환한다. #1 패키지는 관리 요청을 위해 클라이언트가 관리 서버에게 전송하는 패키지이며 단말기의 기기정보와 인증 정보가 포함되어 있다. 기기정보 전송을 위해 클라이언트는 <REPLACE, 기기정보관리객체, 객체의 값> 형태의 메시지를 생성하고 해당 패키지에 추가한다. #2 패키지는 관리 서버가 클라이언트에게 전송하는 #1 패키지에 대한 응답으로 관리 요청 수락 메시지 및 실제 관리 메시지가 포함되어 있다. #3 패키지는 #2 패키지에서 수신된 관리 메시지에 대한 처리 결과로 클라이언트에서 관리 서버로 전송된다. #3 패키지를 수신한 관

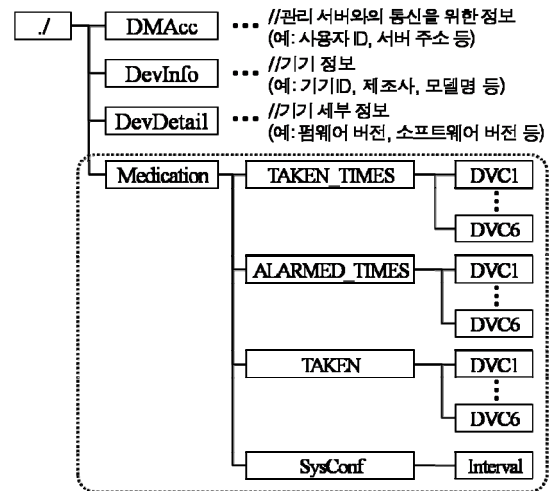
리 서버는 추가적인 관리 메시지가 남아 있을 시 #4 패키지를 클라이언트에게 전송하고, 클라이언트는 처리 후 #3 패키지를 반환한다.

본 논문의 복약상태 전송 에이전트는 복약기 내 기록된 복약상태를 OMA DM 프로토콜 기반의 메시지로 생성하여 전송한다. 전체 복약상태 전송 시스템의 구조는 그림 1 과 같다.



(그림 1) 복약상태 전송 시스템 전체 구조도

본 논문의 에이전트는 현재 복약상태 전송만을 목적으로 하고 있으므로 #1 패키지와 #2 패키지만 교환한다. 복약상태 전송 에이전트는 #1 패키지를 통해 복약상태를 관리 서버로 전송하고, 관리 서버는 #1 패키지의 수신 여부를 #2 패키지로 반환한다. 이를 위해 에이전트는 복약상태를 관리 대상 데이터, 즉 관리 객체로 정의하고 트리로 구성한다. 그림 2 는 복약상태 전송을 위한 관리 객체 및 트리를 나타낸다.



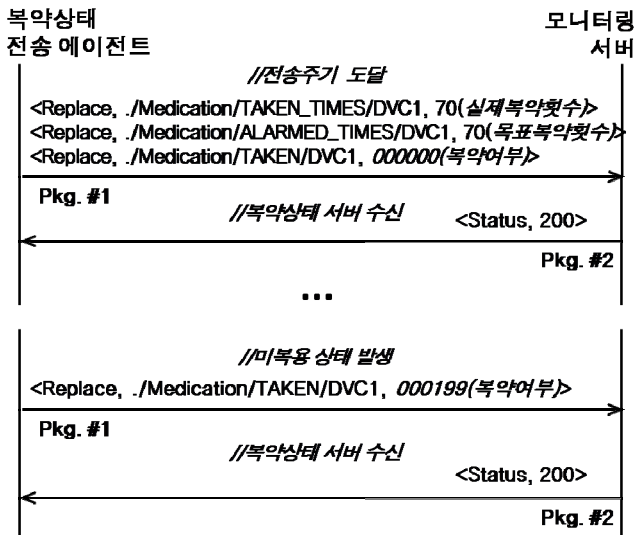
(그림 2) 복약상태 전송을 위한 관리 객체 및 트리

그림 2 에서 DMAcc, DevInfo, DevDetail 은 에이전트가 탑재된 기기의 사용자 및 기기 정보에 해당하는 관리 객체로 OMA DM 프로토콜에서는 필수적으로 정의되어야 하는 부분이다. 그림 2 의 Medication 객체와 Medication 의 하위 객체들은 본 연구팀이 복약상태 전송을 위해 추가로 구성한 객체들로, 실제 복약횟수를 나타내는 TAKEN\_TIMES, 목표 복약횟수를 나타내는 ALARMED\_TIMES, 복약여부를 나타내는 TAKEN, 그리고 복약상태 전송 주기를 나타내는

*SysConf/Interval* 로 구성된다. 하나의 복약기에 탑재 가능한 약 보관 카트리지의 수는 최대 6 개로 가정하였으며, 각 카트리지들은 *DVC1* 에서 *DVC6* 까지로 표현된다. 즉, *./Medication/TAKEN TIMES/DVC1* 은 1 번 카트리지에 탑재된 약의 실제 복용횟수를 나타낸다.

*TAKEN* 은 6 비트로 표현되며, 각 비트들은 하나의 카트리지에 탑재된 서로 다른 약의 복약상태를 나타낸다. 비트의 값 0 은 복약, 1 은 미복약, 9 는 복약 예정을 뜻한다. 예를 들어, *./Medication/TAKEN/DVC1* 의 값이 '000199' 라면 1 번 카트리지에 탑재된 여섯 종류의 약 중 1~3 번까지의 약은 정상복약, 4 번 약은 미복약, 5~6 번 약은 복약 예정임을 나타낸다.

복약상태 전송 에이전트는 복약기에 기록된 복약상태를 수집하여 관리 객체에 저장하고, 전송 주기에 도달하거나 미복약 시 관리 객체들을 모니터링 서버로 전송한다. 그림 3 은 복약상태 전송 에이전트가 OMA DM 프로토콜에 따라 관리 객체(복약상태)를 모니터링 서버에게 전송하는 과정을 나타낸다.



(그림 3) 관리 객체(복약상태) 전송 과정

복약상태 전송 에이전트는 복약기 내 타이머가 사전에 정의된 전송주기(*./Medication/SysConf/Interval*)에 도달한 경우, 그리고 사용자가 약을 제한 시간 내에 복용하지 않은 경우(*./Medication/TAKEN/DVCn* 의 비트 중 하나가 1 로 설정된 경우) 복약상태를 전송한다.

전송주기 도달 시 복약상태 전송 에이전트는 OMA DM 의 *Replace*(변경) 명령을 사용하여 수집된 복약상태(실제복약횟수, 목표복약횟수, 복약여부)를 모니터링 서버로 전송한다. 모니터링 서버는 서버의 데이터베이스에 저장된 복약상태 데이터를 수신한 복약상태 데이터로 업데이트 한다. 수정이 정상적으로 완료되면 *Status* 명령을 사용해 상태 코드를 전송하게 되는데, 상태 코드 200 은 수신 및 업데이트 성공을, 500 은 실패를 뜻한다. 500 을 수신하면 복약상태 전송 에이전트는 해당 복약상태를 재전송한다. 미복용 시 *./Medication/TAKEN* 객체의 특정 비트 값이 1 로 설정되고, 복약상태 전송 에이전트는 전송주기와 관계

없이 즉시 모니터링 서버에게 해당 객체를 전송한다. 이러한 과정을 통해 복약상태 전송 에이전트는 사용자의 주기적 복약상태 및 복약 여부를 모니터링 서버에게 실시간 전송할 수 있다.

### 3. 복약상태 전송 에이전트 구현

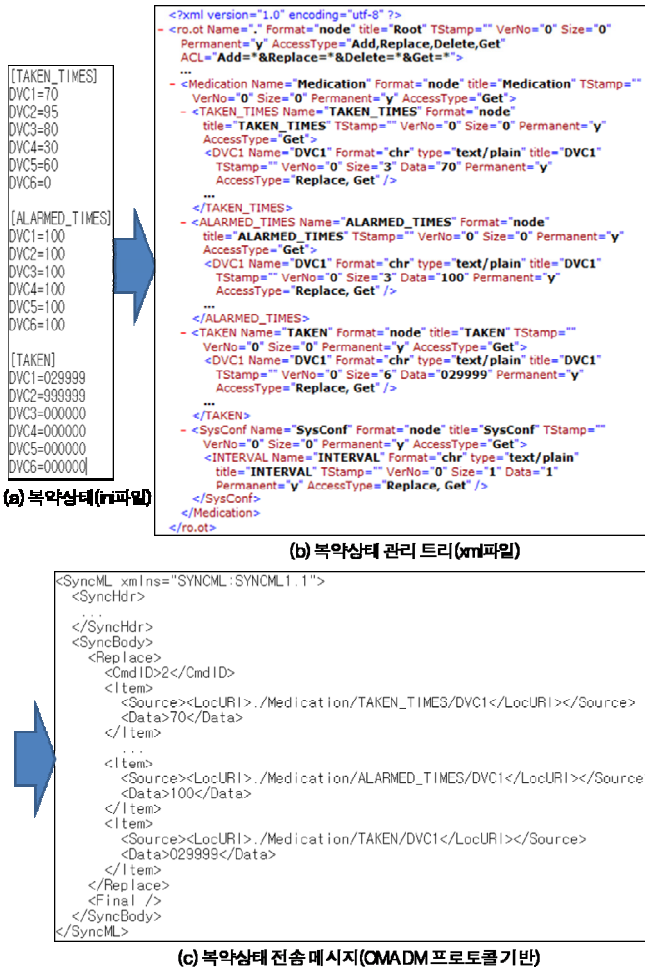
본 논문의 복약상태 전송 에이전트는 관리 트리, 트리 핸들러, 메시지 핸들러 그리고 세션 핸들러로 구성된다. 관리 트리는 복약기 내의 복약상태를 수집하여 그림 2 의 트리 형태로 구성한 것이고, 트리 핸들러는 관리 트리에 저장된 복약상태를 추출하는 모듈이다. 메시지 핸들러는 트리 핸들러로부터 추출된 복약상태를 OMA DM 기반의 메시지로 생성하며 세션 핸들러는 생성된 메시지를 모니터링 서버로 전송하기 위한 통신 연결 설정 및 해제를 관리한다.

복약상태 전송 에이전트는 C#으로 개발되었으며, 대구 지역 기업인 ㈜자누리에서 개발한 복약기에 실제 탑재되었다. ㈜자누리의 복약기는 윈도우 임베디드 CE 기반의 보드를 사용하며, ATMEL 사의 8bit 저전력 MCU(Micro Controller Unit)인 ATMEGA8L-8AU 를 사용한다. 또한 복약상태를 기록하는 SMHV2\_Data.ini 파일을 복약기 내 낸드 플래시(NAND Flash)에 저장한다. 그림 5 는 ㈜자누리의 복약기와 복약기에 탑재된 복약상태 전송 에이전트를 나타낸다.



(그림 4) 복약기 및 복약상태 전송 에이전트

복약상태 전송 에이전트는 복약기 내 저장된 SMHV2\_Data.ini 파일을 분석하여 복약상태를 추출하고 XML 기반의 관리 트리에 저장한다. 이 후 복약상태를 전송할 때 관리 트리로부터 OMA DM 프로토콜 기반의 메시지를 생성하고 모니터링 서버에게 전송한다. 그림 5 는 SMHV2\_Data.ini 파일과 XML 기반의 관리 트리, 그리고 복약상태 전송 시 생성된 OMA DM 메시지의 일부를 나타낸다. 그림 5 에 따르면, 본 논문의 복약상태 전송 에이전트는 복약기 내에 탑재되어 복약상태를 정상적으로 추출하여 관리 트리로 저장하고, OMA DM 기반의 메시지로 생성하여 모니터링 서버에게 전송함을 알 수 있다.



(그림 5) 복용상태 전송 에이전트 메시지 전송 과정

4. 복용상태 전송 에이전트 연동성 검증

본 논문의 복용상태 전송 에이전트는 OMA DM 프로토콜을 따르므로 OMA DM 기반의 관리 서버와의 연동성 테스트는 필수적이다. 이에 그림 6 에서와 같이, 제안된 복용상태 전송 에이전트와 OMA DM 표준을 준수하는 상용 관리 서버인 Funambol 서버와의 연동성을 검증하였다.

Operation	Node URI	Value	
Get	./Medication/TAKEN/DVC1		☑ ▲ ▼
Get	./Medication/ALARMED_TIMES/DVC1		☑ ▲ ▼
Get	./Medication/TAKEN_TIMES/DVC1		☑ ▲ ▼

(a) 복용상태 수집을 위한 GET 명령 등록

Operation	Node URI	Value	Results	Status Code
Get	./Medication/TAKEN/DVC1		029999	200
Get	./Medication/ALARMED_TIMES/DVC1		100	200
Get	./Medication/TAKEN_TIMES/DVC1		70	200

(b) 에이전트가 반환한 복용상태 값

(그림 6) 에이전트와 서버간 연동성 검증 결과

검증을 위해 복용상태 전송 에이전트의 관리 객체 중 복용상태를 나타내는 TAKEN, ALARMED\_TIMES,

TAKEN\_TIMES 객체의 값을 요청하는 GET 명령을 Funambol 서버에 등록하였다(그림 6(a) 참조). 즉, 복약상태 전송 에이전트가 Funambol 서버에 접속하면 OMA DM 기반의 GET 명령들이 Funambol 서버에서 복약상태 전송 에이전트로 전송된다. 그림 6(b)는 GET 명령을 수신한 복약상태 전송 에이전트가 해당 명령을 처리한 후 반환한 값을 나타내는데, 해당 객체의 값을 정상적으로 반환하였음을 알 수 있다. 또한 Status Code 가 200 이므로, 복약상태 전송 에이전트가 OMA DM 기반의 GET 명령을 정상적으로 해석 및 처리하였음을 뜻한다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 정해진 스케줄에 따라 약을 배출하는 개인건강기기인 복용기를 통해 수집되는 복용상태를 모니터링 서버로 전송하는 복용상태전송 에이전트의 구현 결과를 제시하였다. 제안된 복용상태전송 에이전트는 복용기 내 저장된 ini 파일로부터 복용상태를 추출하여 XML 기반의 관리 트리에 저장한 후, OMA DM 프로토콜 기반의 메시지로 생성하여 모니터링 서버에게 전송한다. 단말기 관리에 관한 산업계 표준인 OMA DM 프로토콜 기반의 메시지로 생성하여 전송하도록 구현한 이유는 추후 제안된 복용상태 전송 에이전트를 확장하여 복용기 원격 관리 용도로 적용하기 위함이다. 구현 결과 본 논문의 복용상태 전송 에이전트가 실제 복용기 내에 탑재되어 복용상태를 정상적으로 전송함을 알 수 있었다. 또한 OMA DM 기반 상용 관리 서버와의 연동성 검증을 통해 제안된 에이전트가 OMA DM 프로토콜도 준수함을 알 수 있었다. 따라서 본 논문의 복용상태 전송 에이전트는 복용상태의 원격 전송뿐 만 아니라, OMA DM 을 준수하는 기존의 모바일 단말기 관리 서버들을 복용상태 모니터링 서버로 활용할 수 있다는 장점이 있다. 향후 연구과제로는 본 논문의 복용상태 전송 에이전트를 확장 개발하여 복용기를 원격으로 관리할 수 있는 기능을 추가하고자 한다.

참고문헌

- [1] 강성욱, 이성호, 고유상, “유헬스(u-Health) 시대의 도래”, SERI CEO Information, 제 602 호, 2007.
- [2] Fishkin, K., and Wang, M., “A flexible, low-overhead ubiquitous system for medication monitoring”, Intel Report IRS-TR-03-011. Seattle, WA: Intel Corporation, 2003.
- [3] 임명은, 최재훈, 김대희, 방선리, “약복용 지원을 위한 스마트 약상자 및 시스템의 구현”, 대한전자공학회 학술대회, pp. 788-789, 2009.
- [4] 최재훈, 임명은, 방선리, 김대희, “원격 약복용 모니터링 시스템 개발”, 한국정보과학회 학술대회, pp. 206-211, 2010.
- [5] Open Mobile Alliance, Device Management Protocol Spec. Ver. 1.2, 2009. <http://openmobilealliance.org>
- [6] Funambol, Funambol Installation and Administration Guide, <https://www.forge.funambol.org>