

Medication Reminder System for Smart Aging Services Using IoT Platforms and Products

Nak-Myoung Sung*, Jaeseok Yun**

Abstract

In this paper, we propose a medication reminder system using IoT platforms and products to help old adults keep track of their medication schedule, one of 10 Korean instrumental activities in daily living (K-IADL). An interworking architecture based on the oneM2M standard platform is designed to allow various IoT products to be connected each other through interworking proxy entities. A prototype system for the medication reminder service is developed, which consists of a pair of off-the-shelf pill bottle and container box embedded with an NFC tag and reader respectively, three types of actuators including a LIFX LED lightbulb, Musaic speaker, Microsoft Band 2, and smartphone applications. The experiment shows that our medication reminder system can make alarms for old adults to take their pills appropriately considering where they are and when they have food inferred from data collected from sensors including ultrasonic sensor and rice cooker, fostering them to keep their medication routine.

▶ Keyword: Aging in place, IoT product, IoT platform, medication reminder, smart aging service

I. Introduction

세계적으로 선진국 중심 노년층 인구는 급속히 늘어나고 있으며 경제 활동 능력이 부족한 이들을 부양하기 위해 필요한 사회 경비는 국가 복지 예산의 큰 부분을 차지하고 있을 뿐 아니라 주변 가족들에게도 경제적·생활적 부담으로 지워지고 있다. 우리나라의 경우 2015년 기준 총인구에서 65세 이상 고령자가 차지하는 비율은 13.1% (662만 4천명)이며 2060년에는 40%에 달할 것으로 예측되고 있으며, 이에 따른 노년부양비는 생산가능 인구 (15~64세) 5.6명이 고령자 1명을 부양하고 있는 상황이다 [1]. 따라서 노인이나 장애인들이 자기 집에서 최소한의 도움으로 독립적인 생활이 가능하도록 돕는 연구가 'Aging in Place' 이름으로 활발히 이루어져 왔다. 또한, 국내 실버산업의 성장도 2010년 이후 매년 평균 14.2% 증가해 2020년에는 125조원 규모에 달할 것으로 예측하고 있다 [2].

이와 같은 실버산업은 보다 나은 삶을 위한 웰니스, 독거노인이나 중증 장애인을 위한 모니터링 및 케어, 긴급한 응급 상황 대응과 같이 다양한 분야에서 성장하고 있다. 특히 여기에는 정보통신기술의 발달이 큰 역할을 하고 있는데 다양한 센서를 집안에 설치하거나 거주자로부터 생체정보를 수집하는 방식으로 노인들의 물리적인 건강 상태를 모니터링을 하고, 이를 분석한 결과를 활용하여 특정 상황을 판단하거나, 필요시 보호자나 의료 병원에 알림을 주는 서비스로 발전되고 있다.

최근 정보통신기술은 비약적인 발전을 하였으며 특히 유무선 근거리 통신기술 (ZigBee나 Bluetooth) 발전, 이동통신 네트워크 설치, Wi-Fi 핫스팟 활성화, 스마트폰의 대중화 등으로 인해 컴퓨팅 장치의 능력이 발전하고 인터넷 연결성 (Internet connectivity)을 가지게 되어 언제 어디서나 접근이 가능하게

*First Author: Nak-Myoung Sung, Corresponding Author: Jaeseok Yun

*Nak-Myoung Sung (nmsung@keti.re.kr), IoT Platform Research Center, Korea Electronics Technology Institute

**Jaeseok Yun (yun@sch.ac.kr), Dept of Internet of Things, SCH Media Labs, Soonchunhyang University

Received: 2017. 08. 14, Revised: 2017. 09. 04, Accepted: 2017. 09. 11.

This work was supported by the Soonchunhyang University Research Fund (No. 20170692).

This work was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education (NRF-2017R1D1A3B03032676).

되었다. 이렇게 일상생활에서 우리가 사용하는 물건이나 산업 환경에서 활용되는 기기들이 연결되어 거대한 네트워크를 구성하는 것을 사물인터넷 (IoT, Internet of Things)이라 부르며, 기술적인 변화뿐만 아니라, 경제적으로는 다양한 산업에서 새로운 가치와 비즈니스 기회를 생산하고, 사회적으로는 우리 생활 방식과 습관에 큰 영향을 미칠 것으로 예측하고 있다 [3].

IoT가 'Aging in Place' 관련 기술 및 연구에 가져올 가장 큰 특징과 변화는 크게 두 가지로 나눌 수 있는데, 첫 번째는 기존의 모니터링 및 분석 서비스에서 활용되지 못했던 (비경제성 또는 기술적 어려움으로 인해) 데이터들을 낮은 비용으로 획득이 가능하게 되어 거주자의 생활 습관이나 상황 판단 능력이 보다 향상되었으며, 두 번째는 인터넷 연결성으로 인해 언제 어디서든지 스마트폰이나 애플리케이션을 통해 집안 내 장치 (예, 가전기기)들을 접근하고 제어할 수 있게 되었다는 점이다. 이는 과거의 수동적인 모니터링 및 알람 서비스에서 나아가, 거주자 주위에 있는 사물들에게 변화를 주어 상황을 해결하는 적극적인 개입을 할 수 있는 통로가 생성된 것이다. 예를 들어 Nest Lab의 '일산화탄소 감지기'가 일산화탄소 배출을 감지하였을 경우, 거주자에게 다양한 방식으로 경고를 할 뿐만 아니라 댁내에 설치된 보일러를 끄기 위해 동사의 '온도조절기'에게 제어 명령을 내리는 서비스를 제공한다.

그러나 시장에서 구입할 수 있는 IoT 제품의 수는 증가하고 종류는 많아지는 반면에 동일 회사의 제품이거나 연동 소프트웨어가 개발되지 않은 다사 제품끼리는 위와 같은 서비스를 제공하기가 어려운 실정이다. 이 문제는 시장 파편화 (market fragmentation)란 이름으로 알려져 있으며 IoT 생태계의 성공을 위해 가장 중요한 이슈로 인식되고 있다.

이를 해결하기 위한 가장 좋은 방법은 표준 IoT 플랫폼과 상호연결 프로토콜을 활용하여 다양한 IoT 제품들을 연결하고, 이를 이용해 사용자 (사회복지사, 가족, 돌보미)가 손쉽게 노인 돌봄 서비스를 설정하고 운영할 수 있게 해주는 것이 필요하다.

본 논문에서는 표준 IoT 플랫폼과 다양한 IoT 제품 (스마트 약통, 스마트 시계 등)을 연결하여 'Aging in Place'를 위한 서비스를 제공할 수 있는 '스마트 에이징 서비스'를 제안한다. 서비스 제공을 위한 플랫폼으로 IoT 국제 표준인 oneM2M 기반 플랫폼을 활용하였으며, 다양한 IoT 제품을 연결하기 위해 제품마다 상호 연결 프로토콜을 개발하였다. 최종적으로 서비스 제공자는 oneM2M 기반 플랫폼의 인터페이스를 활용하여 제품 간 기능 연결을 통해 특정 시나리오에 맞는 스마트 에이징 서비스를 제공할 수 있다. 본 논문에서는 치료를 위해 일정 주기로 복약이 필요한 노인 거주자를 가정하여 생활 상황에 맞추어 복약을 돕거나 알람을 주는 복약 알람 서비스를 구현하여 제안한 시스템의 기능과 유용성 검증을 수행하였다.

II. Related Works

노인이나 장애인의 편안하고 안전한 삶을 돕기 위한 스마트 서비스는 오랫동안 연구된 분야이며, 특히 스마트 홈과 헬스케어 영역에서 활발한 연구가 진행되어 왔다.

Chan은 스마트 홈과 관련한 광범위한 조사를 지역 별로 (아시아, 유럽, 미국, 호주 등) 수행하고 그 결과로 스마트 홈이 가져야 할 네 가지 주요 기능을 생활보조, 모니터링, 치료보조, 안락함으로 정리 하였다 [4]. 이를 위해 집안에 다양한 종류의 센싱 시스템을 설치하여 거주자에 대한 정보를 수집하거나 착용형 (wearable) 기기와 신체이식형 (implantable) 장치를 활용하여 거주자의 근접 건강정보를 수집하고, 분석 결과를 토대로 거주자에게 생활 및 치료 보조자 역할을 수행하는 로봇의 역할과 중요성을 강조하였다. Botsis는 꾸준한 치료와 투약이 필요한 만성질환 (예, 알츠하이머, 당뇨, 심장질환) 노인환자들을 위한 영상기기와 인터넷 기술을 활용한 '홈 원격돌봄' (home telecare)의 중요성에 대해 기술하였다 [5]. Kleinberger는 노인이나 장애인의 생활 보조를 위한 지능형 실내 환경과 사용자 인터페이스를 조성하고 새로운 기술 교육과 적응과정을 통해 삶의 질을 높일 수 있음을 보였다 [6].

타인의 도움을 최소한으로 받으면서 노년을 자신의 집에서 보낼 수 있도록 하기 위한 연구는 'Aging in Place'라는 이름으로 복지국가를 중심으로 활발히 연구되어 왔다. Dishman은 건강하고 행복한 노년의 삶을 위해 가장 중요한 세 가지 사항을 '건강한 생활습관 증진', '주기적 치료 활동 준수', '비전문가 돌봄 활동 지원'으로 분류하였다 [7]. 또한 발전된 기술로 만들어진 웰니스 시스템은 위에서 기술한 세 가지 활동을 지원하여, 요양보호사 또는 노인 돌보미의 도움을 최소화하여 관련 비용을 줄이고 가족들의 경제적/시간적 부담을 줄일 수 있는 좋은 방법으로 제시하였다. 예를 들어, 부엌에서 사용되는 객체나 (그릇, 식기 등) 가전기기에 무선센서를 부착하여, 수집되는 데이터를 통해 거주자의 행동을 유추하고 응급상황에 대처하거나 치료 활동에 도움을 주는 웰니스 서비스 제공이 가능하다.

특히 임베디드 시스템과 무선 센서 네트워크의 발달로 집이나 사무실 내부에 다양한 센서를 설치하거나 [8], 직접 거주자로부터 생체신호를 측정하여 [9], 상황을 판단하고 분석 결과에 따라 보호자에게 알리거나 의료전문가에서 축적된 데이터를 제공하는 서비스가 활발히 연구되었다. 그러나 최근 IoT 기술들의 발달로 기존 임베디드 시스템이나 무선 센서 네트워크의 노드들도 인터넷에 연결되어 해당 '사물'에 대한 언제 어디서나 접근을 활용한 상호 협업 서비스 개발이 가능하게 되었다. 예를 들어 Yun은 '사물간의 대화 (Things Talk to Each Other)' 서비스를 통해 스마트폰 앱 기반으로 사용자가 댁내 가전기기와 사물들을 서로 동적으로 구성하여 지능화된 서비스를 직접 개발할 수 있음을 보였다 [10]. 또한 Yun은 지능화된 IoT 서비스 동적구성을 위해 가장 중요한 기술 요소는 IoT 플랫폼과 상호연결 소프트웨어이며, IoT 국제 표준인 oneM2M 플랫폼을

활용하여 다양한 표준/비표준 IoT 제품들의 상호연결성과 협업 구성을 지원할 수 있음을 보였다 [11].

따라서 기존의 임베디드 시스템과 무선 센서 네트워크 기술을 바탕으로 수집된 정보를 모니터링하고 필요시 알람을 주는 서비스에서 나아가, IoT 관련 기술이 제공하는 사물 가상화와 인터넷 연결성을 바탕으로, 수집된 정보를 분석하고 상황에 대응하기 위한 동작으로 직접 거주자 주변의 사물들끼리의 협업과 거주자에게 서비스를 제공할 수 있는 시스템 개발이 필요하다고 볼 수 있다. 서론에서 기술했던 Nest Lab의 일산화탄소 감지기 시나리오에서 보듯이, 일산화탄소의 유출을 감지했을 때 단순히 응급 신호를 주는 것에서 나아가 일산화탄소의 유출 근원지가 ‘아마도 보일러임을 추론하여’ 보일러를 제어하는 온도조절기의 동작을 중단시키는 것이 보다 지능화된 협업 서비스라고 볼 수 있다. 그러나 더 많은 IoT 제품이 플랫폼을 통해 연결이 가능하다면, ‘창문’에는 제어 명령을 통해 활짝 열어 환기를 시키고, ‘송풍기’에는 실내 공기를 정화시키는 작업을 수행시키는 것이 가능하다. 뿐만 아니라 응급 알람 서비스 경우에도 감지기에서 생성하는 소리를 통한 정보 전달에서 나아가, TV 등 시청각 기기와 연동하여 경고 신호를 주는 경우, 거주자가 있는 실내조명을 깜빡이거나 색깔을 변화시켜 대피를 유도하는 경우, 만약 거주자가 외출 시에는 손목에 착용한 스마트 밴드나 스마트 위치를 통해 대내 긴급 상황을 전달하는 시나리오 등 보다 효과적이고 다양한 방법으로 확장이 가능하다. Fig. 1은 다양한 표준 (oneM2M, AllJoyn, OCF), 비표준 (Google, Amazon 등) IoT 제품들이 플랫폼 인터워킹을 통해 서로 연결되었을 때 ‘데이터 분석’과 ‘서비스 구성’을 통해 스마트 에이징 서비스를 제공할 수 있음을 보여준다.

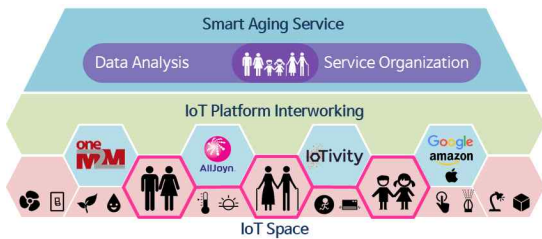


Fig. 1. Overview of smart aging services

III. System Architecture

본 논문에서 제안하는 스마트 에이징 서비스 실현을 위하여 국제표준 oneM2M IoT 플랫폼을 기반으로 표준/비표준 IoT 장치들을 연동하기 위한 구조를 설계하였다. Fig. 2는 비표준 IoT 장치 연동을 위해 인터워킹 프록시 (Interworking proxy) 구조를 채용하여 다양한 IoT 제품군을 플랫폼에 연결하고 이를 통해 스마트 에이징 서비스에서 활용할 수 있는 제품군을 확장하기 위한 구조를 보인다.

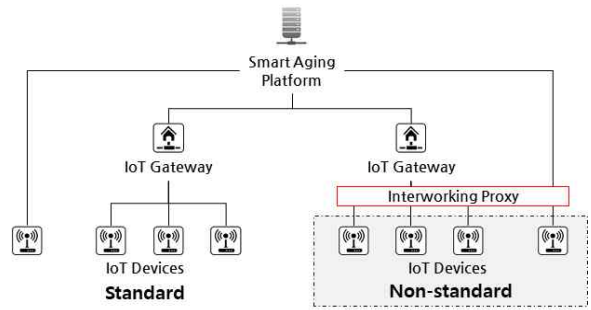


Fig. 2. Interworking architecture based on interworking proxies for non-standard IoT devices

인터워킹 프록시의 내부는 Fig. 3과 같이 oneM2M 표준을 채용하지 않은 비표준 IoT 장치를 oneM2M 플랫폼에 연동하기 위한 Non-oneM2M 애플리케이션 모듈 (개별 비표준 IoT 장치가 제공하는 인터페이스를 통해 비표준 기기 조회/제어 수행)과 oneM2M 플랫폼과 연동하기 위한 oneM2M 애플리케이션 모듈로 이루어져 있으며 중간에서 양방향으로 데이터 형식을 변환하여 상호간 정보교환이 가능하도록 메시지를 변환하는 모듈을 포함하는 구조를 가지는 것을 볼 수 있다.

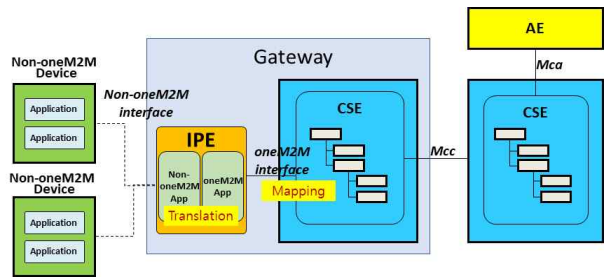


Fig. 3. Interworking proxy structure for interworking with non-oneM2M devices

이러한 인터워킹 프록시 구조를 바탕으로 개발된 스마트 에이징 플랫폼은 다양한 표준/비표준 IoT 장치들을 연동시킬 뿐만 아니라, Fig. 4가 보이는 바와 같이 실제 IoT 장치가 보유한 개별 기능 (센싱, 액추에이팅)들을 oneM2M 플랫폼이 제공하는 REST API를 통해 표준 자원 형태로 읽어 들여 생성한 기능 객체 (functional objects)들을 규칙 기반으로 서로 조합하여 스마트 에이징 서비스로 제공할 수 있다.

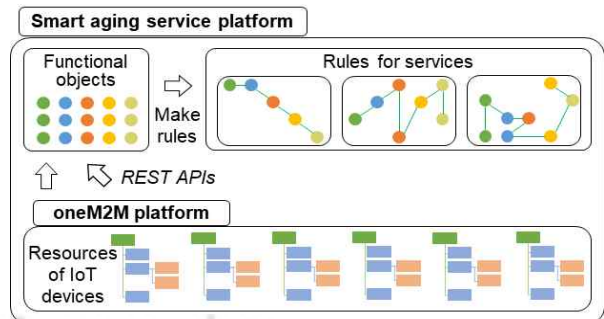


Fig. 4. Rule-based smart aging platform architecture

예를 들어 온도 측정 기능을 제공하는 센서와 실내 온도를 변화시키는 에어컨이 있을 때 센서가 제공하는 온도 측정 기능과 에어컨의 동작/정지 기능이 oneM2M 플랫폼의 자원으로 변환되고 이러한 자원을 접근하는 REST API를 통해 만들어진 기능 객체를 활용하여 (실제 서비스를 개발하는) 개발자는 ‘온도 측정’, ‘에어컨 제어’ 등 단순 서비스를 구현할 수 있다. 뿐만 아니라 각 온도 조회와 에어컨 제어 기능 객체들을 효과적으로 연결하는 규칙을 생성함으로써 ‘온도변화에 따른 에어컨 자동제어 서비스’를 쉽게 구현할 수 있다.

IV. Smart Aging Service Development

3장에서 제안한 표준/비표준 IoT 장치 연동을 지원하는 스마트 에이징 플랫폼을 활용하면 다양한 사용 시나리오를 지원하는 스마트 에이징 서비스 개발이 가능하다.

노인들의 독립적인 일상생활 수행능력을 평가하기 위해 가장 많이 사용되는 평가지표는 ADL (activities in daily living) 과 IADL (instrumental activities in daily living) 이다.

ADL은 집에서 외부인의 도움 없이 독립 생존에 필수적인 행위들을 말하며, 대한민국에서는 옷입기, 세수하기, 목욕하기, 식사하기, 이동하기, 화장실 사용하기, 대소변 조절하기 등 7가지 행위를 K-ADL (Korean ADL) 이름으로 정리하였다 [12].

IADL은 도구 활용이나 주위 환경에의 사회적 적응을 평가하기 위해 필요한 행위들을 말하며, 대한민국에서는 몸단장하기, 집안일하기, 식사준비하기, 빨래하기, 교통수단 이용하기, 돈 관리하기, 전화하기, 물건사기, 가까운 곳 외출하기, 약 복용하기 등 10가지 행위를 K-IADL (Korean IADL) 이름으로 정리하였다 [13].

본 논문에서는 위에서 나열한 행위들 중에 특히 ‘약 복용하기’를 서비스 시나리오로 선정하였다. 그 배경은 다른 행위들보다 독립적 생존에의 중요도는 낮다고 볼 수도 있으나, 서비스 대상이 노인을 포함한 전 연령대가 될 수 있고, 올바른 약 복용은 대상자의 건강상태가 더욱 나빠지는 것을 미연에 방지하므로 서비스 효과와 파급력은 상대적으로 크기 때문이다. 특히 인텔에서 수행한 Proactive Health Research Projects에서도 Aging in Place를 위해 가장 시급하고 중요한 서비스가 ‘올바른 약복용 (medical compliance)’ 이며, 적재적소에서 시청각 알림을 통해 약을 복용할 수 있도록 유도하는 것이 가장 효과적이고 중요한 웰니스 애플리케이션이라고 밝히고 있다 [7].

1. Service scenario

위에서 기술 하였듯이, 본 논문에서는 ‘올바른 약복용’을 유도하기 위한 서비스 시나리오를 가정하고 다음과 같이 서비스 시나리오와 요구사항을 정리하였다 (Fig. 5 참조).

1. 사용자가 약국에서 처방전에 따라 스마트 약통에 약을 받아들음 (예, 권장 복용 방법은 하루 식후 두 번)
 - * 처방전 및 복용법은 스마트 약통에 저장
 - * 약국, 사용자, 처방된 약의 세부 정보 포함
2. 사용자가 집에 돌아왔을 때 스마트 약상자에 스마트 약통을 올려놓음
 - * 스마트 약통에 저장된 정보를 스마트 약상자에서 조회
 - * 조회된 정보는 스마트 에이징 플랫폼에 전송 및 저장
3. 사용자가 스마트폰 앱을 통해 스마트 약통에 저장된 약의 정보 및 복용 방법에 대한 확인이 가능함
 - * 스마트 에이징 플랫폼을 통해 원격에서 정보 확인 가능
4. 스마트 약통에 저장된 약 복용시간이 되면 사용자에게 알림 (식후 알림의 경우 사용자가 ‘밥통’을 통해 식사했음을 인지하여 일정 시간 (예, 30분) 이내알림)
 - * 사용자의 스마트폰을 통해 진동 및 소리 알림
 - * 사용자가 있는 공간의 LED 전구를 깜빡임
 - * 사용자가 있는 공간의 스피커를 통해 음성 재생
 - * 사용자가 착용한 밴드를 통해 진동 알림

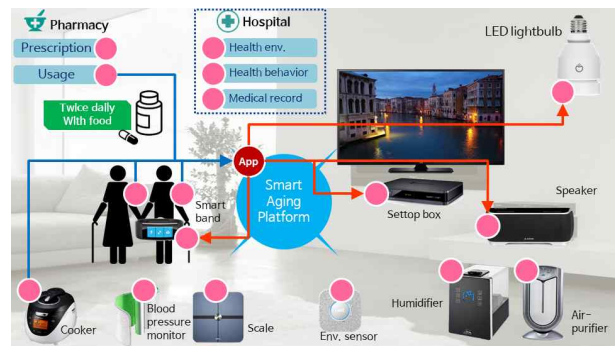


Fig. 5. Smart aging service scenario

2 Service procedure and implementation

위에서 정의한 서비스 시나리오에 따라 절차별 동작을 정의하고 이를 기반으로 서비스를 구현하였다. 첫 번째로 서비스 시나리오 절차 1과 2를 실현하기 위하여 다음과 같이 장치 및 애플리케이션을 개발하였다.

서비스의 시작점이 되는 스마트 약통은 일반 약통 하단에 NFC 태그를 부착하여 다양한 정보를 저장할 수 있도록 구성하였다. 스마트 약상자는 오픈 하드웨어 플랫폼인 라즈베리파이 (Raspberry Pi)와 NFC 리더 하드웨어를 활용하여 구성하였으며 스마트 약통에 부착된 NFC 태그의 정보를 읽어 들여 스마트 에이징 플랫폼으로 약통에 기록된 정보를 전달하는 기능을 구현하였다. Fig. 6은 구현된 스마트 약통 (좌상), NFC 리더가 연결된 라즈베리파이 (우상), 둘을 연결하여 스마트 약통에 부착된 NFC 태그 정보를 읽어 들이는 모습 (하단)을 보인다.



Fig. 6. Implementation of smart pill bottle and box

여기에서 사용되는 스마트폰 애플리케이션은 스마트 약통의 NFC 태그에 약국정보, 약 정보 (처방전에 따른), 복용 시간 등을 입력하는 용도로 약국에서 사용될 수 있는 애플리케이션과 (Fig. 7 참조), 약 복용시간에 대한 알림, 약 정보 조회 등의 용도로 활용되는 사용자를 위한 애플리케이션 (Fig. 8 참조)으로 두 가지 버전을 개발하였다. 약국용 애플리케이션의 경우 Fig. 7과 같이 정보입력을 위한 사용자 인터페이스를 제공하고, 입력된 정보를 JSON 포맷으로 생성하도록 구성하여 NFC 태그에 저장하고 읽어올 수 있도록 개발하였다. 사용자용 애플리케이션의 경우 Fig. 8과 같이 복용 방법에 따른 알림 기능을 수행한다.



Fig. 7. Smartphone application for pharmacy (left) and a JSON format example (right)

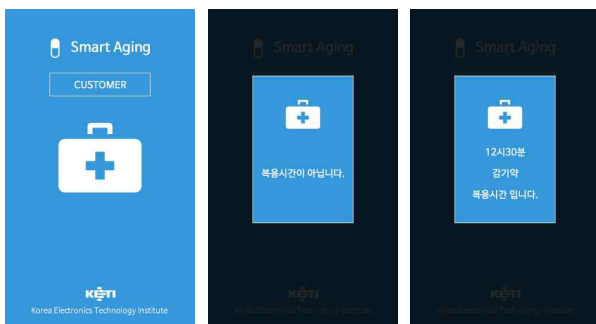


Fig. 8. Smartphone application for users

약국용 애플리케이션에서 생성한 JSON 포맷의 정보를 스마트 약통의 NFC 태그에 저장하고, 이후 사용자가 택내에 도착하여

스마트 약상자에 스마트 약통을 올려놓으면 스마트 약상자의 NFC 리더가 태그를 감지하여 스마트 에이징 플랫폼으로 태그에 저장된 정보를 업로드하게 된다. 태그에 저장된 약의 정보 및 복용 방법은 스마트 에이징 플랫폼에서 자동으로 보관되며 해당 정보를 규칙 기반 조합 서비스를 생성하는데 활용이 가능하다.

이후 시나리오 절차 3과 4의 실현을 위해 비표준 장치 연동을 목표로 3장에서 설계한 인터위킹 프로키를 개발하여 Table. 1과 같이 다양한 표준/비표준 IoT 장치를 플랫폼과 연동하였다.

Table 1. Standard/non-standard IoT devices for our smart aging service

Device	AE name	Container name	Content format (contentInstance)	Standard
Pill Box	ketipillbox	pillbottle01	JSON	0
Rice Cooker	ketiricecooker	powerstatus	String "54kwh"	X
		openstatus	String "open" (open, close)	
Micro-soft Band 2	ketimsband	bandinfo	JSON	X
		bandalarm	String "run" run : control command	
LIFX	ketilifx	lifxstatus	String "0,360" 0 : on/off status, 360 : color	0
		lifxcontrol	String "power, 1", "hue, 360" power, 1 : (0 = off, 1 = on) hue, 360 : (0 ~ 360 color)	
Musaic	ketispeaker	speakercontrol	String "status, play" (play, stop, resume, next, previous, pause)	0
Occupancy sensor	occupancy 1, 2	status	Boolean "true" (true, false)	0
Android App	ketihealth	useralarm	String "run" run : control command	0

Microsoft Band 2는 마이크로소프트에서 제공하는 SDK를 활용하여 스마트폰에 해당 인터위킹 애플리케이션을 구현하여 연동 기능을 수행하였다. LIFX와 Musaic의 경우 산업표준 AllJoyn을 만족하는 전구와 스피커 장치로서 이를 위한 인터위킹 프로키를 개발하여 연동기능을 구현하였다 [14]. 사용자의 위치를 파악하기 위한 재질 감지 장치의 경우 초음파 (ultrasonic) 센서와 라즈베리 파이를 활용하여 oneM2M 표준 애플리케이션 탑재를 통한 표준 장치를 구현하였다. 마지막으로 사용자의 식사 여부를 유추하기 위한 밥통의 경우 현재 IoT 표준을 만족하는 상용 제품이 출시되지 않았을 뿐만 아니라 블루투스나 와이파이 등 외부 통신기능을 제공하는 제품들조차 인터페이스가 공개되지 않은 상황이다. 따라서 밥통 사용 여부를 감지하는 것이 현재 제품으로는 불가능하여 부득이하게 근접 센서 (proximity sensor)를 일반 상용 밥통의 본체와 뚜껑에 부착하여 밥통의 열림/닫힘을 감지하도록 구현하였다.

각각의 장치는 스마트 에이징 플랫폼에서 oneM2M 응용 개체 (AE: application entity)로서 등록이 되고 장치의 개별 기능은 container로 매핑이 되어 각각 자원으로 생성된다. 실제 장치 개별 기능을 위한 데이터 읽기와 제어 명령 보내기는 해당 container 하부에 contentInstance를 생성하는 방식으로 이

루어진다. 예를 들어 스마트 약통을 스마트 약상자에 올려놓을 때, 스마트 에이징 플랫폼의 자원 구조에서 ketipillbox 이름을 가진 AE 하부에 pillbottle01 이름을 가진 container가 생성이 되고, 스마트 약통에 부착된 NFC 태그의 정보는 pillbottle01 container 하부에 contentInstance로서 저장이 된다. 저장된 데이터를 살펴보면 Fig. 7에서 보여준 (약국에서 NFC 태그를 통해 입력된) JSON 포맷의 데이터의 확인이 가능하다.

각 장치의 개별 기능은 URI 형태로 표현이 되며 (스마트 약통 예: /ketipillbox/pillbottle01/latest) oneM2M 표준에서 제시하고 있는 HTTP 프로토콜을 활용하여 자원에 접근하도록 구현하였다. 또한 oneM2M 플랫폼에서 제공하는 인터페이스 중 subscription/notification 기능을 활용하여 각 장치의 자원들에 대해 구독을 하고 변경사항이 있을 시 알림을 받도록 하여 다음과 같이 서비스가 동작하도록 구성하였다.

1. 최초 스마트 에이징 서비스는 oneM2M 플랫폼 상의 스마트 약상자의 자원 (/ketipillbox/pillbottle01)을 구독하여 약의 정보 및 복용 방법이 갱신 될 경우 알림을 받음
2. 약의 정보 및 복용 방법 (식사 후 30분)에 대한 자원 생성 알림 수신 시 식사 여부를 파악하기 위하여 밥통의 열림 감지용 자원 (/ketiricecooker/openstatus)을 구독
3. 사용자가 있는 공간의 장치들을 통해 알림을 주기 위해서 사용자의 위치 파악용 센서 장치인 재실 센서의 자원 (/occupancy1/status, /occupancy2/status)을 구독
4. 밥통의 열림 감지 시 수신된 알림을 통해 내부적으로 타이머를 생성 (식사시간을 30분으로 가정하여 1시간 타이머 생성) 하여 시간을 체크
5. 타이머 종료 시 약 복용 알림을 위해 위치 파악용 재실 센서 장치로부터 파악된 위치를 통해 해당 위치의 장치 자원 하부에 contentInstance를 생성. 즉, 재실센서 1 주위에는 조명기기 (LIFX), 재실센서 2 주위에는 스피커 (Musaic)를 배치하였을 경우
 - 재실센서 1 (occupancy1)이 감지되었을 경우, 조명을 제어하기 위해 /ketilifx/lifxcontrol 하부에 "power,1",
 - 재실센서 2 (occupancy2)가 감지되었을 경우, 스피커를 제어하기 위해 /ketispeaker/speakercontrol 하부에 "status,play" content를 통해 제어명령을 전송,
 - 재실센서 1, 2 모두 감지 결과가 없는 경우 사용자가 대나가 아닌 외부에 있다고 판단하고 사용자의 스마트폰 앱 (/ketihealth/useralarm)과 마이크로소프트 밴드 2 (/ketimsband/bandalarm) 자원 밑에 contentInstance를 생성 (content는 정의된 바와 같이 'run').

위에서 기술한 서비스를 위한 테스트베드를 Fig. 9에서 보이는 바와 같이 실험실 공간 내에 구축하여 표준/비표준 IoT 장치 연동 기반 '올바른 약복용' 유도를 위한 스마트 에이징 서비스 동작에 대한 검증을 수행하였다.



Fig. 9. Smart aging service implementation based on standard/non-standards IoT devices

IV. Conclusions and Future Works

기존에 노인을 비롯한 사회적 약자를 위한 편의 서비스는 다양한 방향으로 연구된 분야로서, 특히 스마트홈 및 헬스케어 영역에서 활발한 연구 및 개발, 상용화가 이루어져왔다. 다양한 장치들의 연계를 통해 'Aging in Place'를 구축하기 위한 연구들은 최근 사물인터넷 (IoT) 기술이 주목받기 시작하면서 다양한 IoT 제품들을 활용한 서비스에 대한 요구가 활발해지고 있다. 그러나 IoT 기술은 현재 국제표준 oneM2M을 비롯하여 산업표준 OCF 등 다양한 플랫폼에 대한 표준화가 진행되고 글로벌 기업들이 앞 다투어 자신들의 플랫폼, 제품들을 개발하고 있어 다양한 제품들을 연계하는 서비스에 대한 개발이 쉽지 않은 상황으로 확장성과 상호연동성이 중요한 이슈가 되고 있다.

본 논문에서는 국제표준 oneM2M IoT 플랫폼을 활용하여 다양한 표준/비표준 IoT 제품을 연결하기 위한 인터워킹 프록시 (interworking proxy)를 개발하고 이를 기반으로 사용자를 위한 시나리오에 맞는 서비스를 제공할 수 있는 플랫폼을 제안하였다. 특히 치료를 위해 일정 주기로 복용이 필요한 노인 거주자를 가정하여 약의 처방 정보와 복용시간을 확인하고 다양한 상황에서 노인에게 약 복용에 대한 알림을 주는 스마트 에이징 서비스의 구현을 통해 제안한 시스템의 기능과 유용성을 검증하였다.

향후 다양한 IoT 자원을 실시간으로 검색하여 즉석에서 간편하게 서비스 구성을 제공할 수 있도록 시맨틱 기반의 자원 표현 기술에 대한 연구 및 적용을 통해 플랫폼을 고도화하고 웹 기반 플랫폼 애플리케이션을 개발하여 사용자가 직접 지능형 서비스 조합/구성/실행을 간편하게 할 수 있는 환경을 구성할 계획이다. 또한 이러한 서비스 조합 정보를 토대로 다양한 사용자들이 많이 활용하는 자원과 서비스를 분석하고 수집한 데이터의 기계 학습을 통해 스마트 에이징 플랫폼이 진화하여 지능 서비스를 제공할 수 있도록 연구할 계획이다.

REFERENCES

- [1] Korea National Statistical Office, "Aged People Statistics," 2015.
- [2] Korea Health Industry Development Institute, "Aged-friendly Industry Survey and Analysis," 2011.
- [3] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," *Computer Networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787-2805, 2010.
- [4] M. Chan, D. Estève, C. Escriba, and E. Campo, "A review of smart homes—Present state and future challenges," *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, vol. 91, no. 1, pp. 55-81, July 2008.
- [5] T. Botsis and G. Hartvigsen, "Current status and future perspectives in telecare for elderly people suffering from chronic diseases," *Journal of Telemedicine and Telecare*, vol. 14, no. 4, pp. 195-203, 2008.
- [6] T. Kleinberger, M. Becker, E. Ras, A. Holzinger, and P. Müller, "Ambient Intelligence in Assisted Living: Enable Elderly People to Handle Future Interfaces," In *Proceedings of the International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*, pp. 103-112, 2007.
- [7] E. Dishman, "Inventing Wellness Systems for Aging in Place," *Computer*, vol. 37, no. 5, pp. 34-41, May 2004.
- [8] U. Varshney, "Pervasive Healthcare and Wireless Health Monitoring," *Mobile Networks and Applications*, vol. 12, no. 2-3, pp. 113-127, March 2007.
- [9] S. Movassaghi, M. Abolhasan, J. Lipman, D. Smith, and A. Jamalipour, "Wireless Body Area Networks: A Survey," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 16, no. 3, pp. 1658-1686, Third Quarter 2014.
- [10] J. Yun, I.-Y. Ahn, S.-C. Choi, and J. Kim, "TTEO (Things Talk to Each Other): Programming Smart Spaces Based on IoT Systems," *Sensors*, vol. 16, no. 4 (467), pp. 1-21, April 2016.
- [11] J. Yun, R. C. Teja, N. Chen, N.-M. Sung, and J. Kim, "Interworking of oneM2M-based IoT systems and legacy systems for consumer products," *Proceedings of the International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC '16)*, pp. 423-428, October 19-21 2016.
- [12] Korean Gerontology Forum, "Physical Performance Measures in Aging Research (노년학 척도집)", 2010.
- [13] J.-H. Bae, H.-K. Lee, H.-S. Kim, and H.-J. Oh, "A study On Activities of Daily Living, Mental status and Life satisfaction of the elderly living in home and in institutions", *The Journal Korean Society of Physical Therapy*, vol. 20, no. 2, pp. 33-41, 2008.
- [14] AllJoyn, <https://allseenalliance.org/>.

Acknowledgement

Thanks to Il-Yeup Ahn and Chen Nan from Korea Electronics Technology Institute (KETI) for assistance with oneM2M standard platform analysis and application implementation, respectively.

Authors



Nak-Myoung Sung received his B.S. and M.S. degrees in Electronic and Information Engineering from the Hankuk University of Foreign Studies, in 2010 and 2015 respectively. He is currently a senior researcher with IoT Platform research center at Korea Electronics Technology Institute (KETI). His research interests include Internet of Things, embedded system software, future Internet architecture, and standard for M2M/IoT device systems.



Jaeseok Yun received his B.S. degree in Electronics Engineering from Chonnam National University in 1997. He also earned his M.S. and Ph.D. degrees in Mechatronics from Gwangju Institute of Science and Technology (GIST) in 1999

and 2006, respectively. He is now an assistant professor with the Department of Internet of Things at Soonchunhyang University. Prior to his current position, he worked as a senior researcher with IoT Platform Research Center at Korea Electronics Technology Institute (KETI) from 2009 to 2016. He also worked as a postdoctoral research scientist with the Ubiquitous Computing Research Group in the School of Interactive Computing at Georgia Institute of Technology, GA, USA from 2006 to 2009. His research interests include ubiquitous computing, Internet of Things, machine learning, and intelligent systems.