

## IoT-enabled Solutions for Tour Photography Services

Isu Jeong\*, Seungwoo Baek\*, Eunsol An\*, Yujin Kim\*, Jiwoo Choi\*, Jaeseok Yun\*

\*Student, Dept. Internet of Things, Soonchunhyang University, Asan, Korea

\*Student, Dept. Internet of Things, Soonchunhyang University, Asan, Korea

\*Student, Dept. Internet of Things, Soonchunhyang University, Asan, Korea

\*Student, Dept. Internet of Things, Soonchunhyang University, Asan, Korea

\*Student, Dept. Internet of Things, Soonchunhyang University, Asan, Korea

\*Professor, Dept. Internet of Things, Soonchunhyang University, Asan, Korea

### [Abstract]

In this paper, we propose an IoT-enabled solution for tour photography services with small-size investment and resources in the travel and tourism industries, being able to impact on economic, social, and cultural values. An IoT-enabled camera is developed based on an open hardware and software platform complying with oneM2M, which can make traditional embedded systems oneM2M-compliant devices due to a middleware solution called TAS (thing adaptation software). IoT cameras deployed around photo zones in a tour site could be remotely controlled via an IoT gateway with a Web-based application on a smartphone. Users would perform a pan and tilt camera control if they want and then take and download a perfect photo picture (even though they are away from the tour site). We expect that the proposed solution will promote the deployment IoT-enabled technologies in tour and travel industries which are important parts of the tertiary sector.

▶ **Key words:** IoT, oneM2M standards, IoT platforms, Remote control, Tour photography service

### [요 약]

본 논문에서는 관광 서비스 산업 분야에서 소규모 투자와 최소한의 인력만으로 경제적/사회적/문화적 효과를 이끌어낼 수 있는 관광 사진 촬영 서비스를 제공하기 위한 IoT 기반 솔루션을 제안한다. 오픈 하드웨어 플랫폼과 국제 IoT 표준인 oneM2M 기반 소프트웨어 플랫폼을 활용하여 원격 제어가 가능한 IoT 카메라를 구현하고 이 과정에서 센서 및 액추에이터들을 oneM2M 표준 디바이스로 변환이 가능한 미들웨어를 개발하였다. 포토존에 설치된 IoT 카메라는 oneM2M 기반 게이트웨이에서 제공하는 웹앱 인터페이스를 통해 앵글 조절이 가능하고 촬영한 이미지를 사용자 스마트폰으로 전달할 수 있다. 관광지 밖에서도 사용자에게 부여된 식별자를 이용하여 동일한 방식으로 촬영했던 사진 다운로드가 가능하다. 본 연구에서 제안한 솔루션을 발판으로 복합 서비스 산업 중 하나인 관광 분야에서도 IoT 관련 기술들이 보다 활발히 적용되기를 기대한다.

▶ **주제어:** 사물인터넷, 원앰투엠 표준, 사물인터넷 플랫폼, 원격 제어, 관광 사진 서비스

- First Author: Isu Jeong, Corresponding Author: Jaeseok Yun
- Isu Jeong (jeong.isu.j@gmail.com), Dept. Internet of Things, Soonchunhyang University
- Seungwoo Baek (seungwoohundred@gmail.com), Dept. Internet of Things, Soonchunhyang University
- Eunsol An (eunsol.iot@gmail.com), Dept. Internet of Things, Soonchunhyang University
- Yujin Kim (ygim7123@gmail.com), Dept. Internet of Things, Soonchunhyang University
- Jiwoo Choi (erase.choi@gmail.com), Dept. Internet of Things, Soonchunhyang University
- Jaeseok Yun (yun@sch.ac.kr), Dept. Internet of Things, Soonchunhyang University
- Received: 2020. 04. 06, Revised: 2020. 05. 21, Accepted: 2020. 05. 21.
- This work won the runner-up prize at the 3<sup>rd</sup> KETI Mobius 2.0 IoT Service Developer Challenge (2019).

## I. Introduction

사물인터넷 (IoT, Internet of things)은 지난 몇 년간 일상 생활과 산업 전반에 걸쳐서 우리의 삶을 변화시키고 있다. 다양한 센서, 임베디드 시스템, 웨어러블 기기들은 인터넷에 연결되어 여러 비즈니스 기회를 창출하고 유용한 응용 서비스를 제공한다 [1-2].

IoT 시스템에는 디바이스, 네트워크, 서비스, 애플리케이션까지 이르는 다양한 계층이 존재하는데, 현재 대부분 기업들은 자사의 플랫폼 내에서 해당 계층들을 연결하는 독자적인 (proprietary) 솔루션들을 구축하고 있다. 독자적인 플랫폼 내에서 시스템을 구축한다면, 각 회사마다 모든 계층들을 개별적으로 설계하므로 확장성과 상호연동성을 떨어뜨리고 대규모 서비스 구축을 어렵게 한다. 데이터는 수직적 구조를 가진 시스템 내로 제한되어 사용자 접근성을 떨어뜨릴 뿐만 아니라 데이터 융합, 가공이 불가능하여 축적된 데이터 활용을 어렵게 한다. 이러한 시장 파편화 (market fragmentation) 문제를 해결하기 위해 여러 산업 분야에 걸친 수평적인 공통 플랫폼 조성의 필요성이 대두되었고, 세계의 지역별 정보통신표준 개발기구 (SDO)들에 의해 oneM2M 표준화 단체가 만들어졌다 [3-4].

oneM2M은 IoT 응용 서비스 지원을 위해 다양한 산업 분야에서 활용되는 서버, 게이트웨이, 디바이스를 위한 공통 서비스 엔티티 (common service entities)를 제공하여 단편화된 수직 계층 구조를 수평 계층 구조로 변환하기 위한 표준과 플랫폼을 제공한다. oneM2M 플랫폼을 통해 하부 네트워크 계층과 관계없이 서비스 계층에서 개방형 API (application programming interface)를 사용하여 규격화된 제어와 데이터의 공유가 가능하다. 이 장점으로 스마트 팜, 스마트 오피스, 헬스케어 등 다양한 산업 분야에서 oneM2M 기반 IoT 시스템이 개발되고 있다 [5-8].

그러나 oneM2M 표준의 주요 활용 분야는 1차 (예, 스마트 팜) 또는 2차 (예, 스마트 팩토리) 산업에 집중되는 경향이 있으며 현대 산업의 주를 이루는 3차 산업인 서비스 분야에는 제한적으로 활용되고 있다. 본 논문에서는 주요 관광지에 적용할 수 있는 사진 촬영 서비스를 위한 oneM2M 기반 원격 제어 솔루션을 제안한다. 카메라인 IoT 디바이스부터 사용자 상호작용 기기인 사용자 스마트 폰까지 oneM2M 표준 플랫폼을 사용한 원격 제어 솔루션을 구현함으로써 oneM2M에서 제안하는 아키텍처에 따라 기기간 표준 연결과 제어 흐름이 구현되고 확장성과 상호연동성이 높다. 또한 시리얼 통신처럼 다양한 통신 인터페이스를 지닌 센서 및 액추에이터들을 oneM2M 표준 디바

이스와 연결하기 위해 비표준 데이터를 oneM2M 표준 형식으로 변환하는 미들웨어를 개발하였다. 동일한 방법으로 모든 종류의 센서와 액추에이터를 인터넷에 연결된 표준 사물로 변환이 가능하다. 마지막으로 에지 컴퓨팅 (edge computing)과 같이 IoT 게이트웨이의 중요성이 커짐에 따라 디바이스와 서버 플랫폼 간 직접 통신을 이용해 구현한 대부분 기존 연구들과 달리 oneM2M 표준 게이트웨이 플랫폼을 적용해 시스템을 구현하였다.

본 논문에서 제안한 솔루션은 표준 오픈 소스와 오픈 하드웨어 플랫폼을 활용해 개발되었기 때문에 설치와 관리에 비용이 크게 들지 않는 장점이 있고, 소규모 지방자치단체가 지역 관광 명소에서 도입하여 서비스를 제공함으로써 지역경제 활성화에 도움될 수 있다. 뿐만 아니라 표준 플랫폼을 활용한 확장성과 연결성을 갖춘 솔루션이기 때문에 타 서비스 산업 (예, 교통, 숙박 등) 영역과 연계된 서비스를 손쉽게 구축하는 등 3차 산업 분야에서 IoT 플랫폼과 데이터의 활용 가치를 높일 것으로 기대한다.

## II. Related Work

IoT 시스템은 인터넷을 기반으로 대규모의 사물들을 연결하여 데이터를 생산하기 때문에 빅데이터 및 머신 러닝과 같은 데이터 분석기술과 접목되어 이를 기반으로 사용자 편의성 및 다양한 비즈니스 기회를 창출할 수 있다. 하지만 일반적으로 IoT 디바이스는 제한된 컴퓨팅 능력을 가지고 저전력으로 구동되기 때문에 IoT 시스템은 서버에서 데이터를 저장하고 분석하는 중앙집중 인프라를 가진다. oneM2M 표준에 기반한 디바이스 플랫폼 및 서버 플랫폼을 통해 다수의 디바이스들을 연결하여 산업 및 공공 서비스를 제공하는 IoT 시스템을 설계할 수 있다.

oneM2M 표준에 기반하여 효율적으로 대규모 제조 환경을 구축할 수 있는 플랫폼 참조 모델이 제안되었다 [9]. 제조 클라우드를 통해 여러 공장이 연결되어 분산된 제조 시설 간의 협업을 통해 유연한 생산이 가능하다.

스마트 시티의 구현에 있어서 IoT는 핵심 기술로 꼽히고 있으나, 극도로 파편화된 스마트 시티 솔루션은 극복해야 할 문제이다. An 등은 스마트 시티 상호연동을 위해 oneM2M 호환 장치를 지원하는 프록시 기반 솔루션을 제공하며, 여러 스마트 시티 플랫폼을 통합하는 가능성을 보여주었다 [10]. 최근 도시화로 인한 대기 상태의 악화로 인해 미세먼지 정보 데이터에 관한 관심이 증가하고 있으며, oneM2M 플랫폼을 활용해 실시간 대기 정보를 제공하여

사람들이 오염된 대기에 노출되는 것을 제한할 수 있게 하는 연구도 진행되었다 [11]. LoRa 네트워크에 기반을 둔 non-oneM2M 시스템에서 수집된 대기 정보는 oneM2M 리소스로 변환되어 관리된다.

개인과 가정을 위한 스마트 홈 영역에서도 oneM2M 시스템을 활용하는 연구가 진행되어 왔다. 주거시설 및 가정 생활에 있어서 인간에게 편안한 삶을 제공해주기 위해 소비자 중심의 다양한 제품들이 출시되었고, 이를 제어하기 위한 제어기에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있다. 그중에서도 음성 명령은 사용자의 진행 작업을 방해하지 않고, 자연스럽게 정보를 전달할 수 있는 사용자 인터페이스이며, 음성 인식 시스템과 oneM2M 표준을 연결하여 음성 기반 스마트 홈의 기기들을 제어할 수 있다 [12]. 또한 다양한 스마트 홈 제품들을 제어하기 위해 통합적인 제어가 가능하면서도 직관적인 형태의 스마트 홈 리모컨이 제안되었다 [13]. 제안된 스마트 홈 리모컨은 자동화 서비스 플랫폼을 통해 다양한 인터넷 서비스 정보를 연동한 자동화 서비스를 제공한다.

고령화에 따라 스마트 홈 시스템 중에서도 노년층을 위한 스마트 에이징에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. Fattah 등은 ‘올바른 약복용’을 유도하기 위한 서비스 시나리오를 가정하고 oneM2M 기반 도움 시스템을 구현하여 서비스 동작에 대한 검증을 수행하였다 [14]. 사용자의 약 복용을 위해 LED 전구, 스피커, 스마트폰, 웨어러블 밴드, 약통 등의 다양한 표준/비표준 IoT 디바이스들이 플랫폼에 연동되어 서비스를 제공한다.

위에 기술된 연구들은 모두 oneM2M 표준 서버와 디바이스 플랫폼을 사용함으로써 IoT 시장 파편화 문제를 해결하고자 한다. 하지만 현대 산업구조에 가장 비중이 높은 서비스 산업에 적용된 사례가 아니며, 대규모 2차 산업, 공공 목적 또는 개인 사용자를 위한 IoT 시스템을 대상으로 한다. 본 논문에서는 적은 자원으로 구현 가능하며 동시에 다수 사용자에게 서비스를 제공할 수 있는 관광지 사진 촬영 서비스를 위한 IoT 솔루션을 제안한다. 우리는 누구나 사진을 찍어 사회 관계망 서비스 (SNS)로 공유하는 시대를 맞이하고 있으며 관광지에서 여행 기념 사진 촬영을 하는 사람들을 쉽게 볼 수 있다. 일반인도 손쉽게 전문가 수준의 사진을 남길 수 있도록 도와주는 본 시스템을 지역 관광 명소, 행사 및 축제에 적용할 수 있으며 표준 API를 이용해 타 서비스와 연계하여 확장이 가능하다.

### III. The Proposed Scheme

본 논문에서는 관광지에서 방문자에게 사진 촬영 서비스를 제공하기 위해 oneM2M 표준을 적용한 IoT 시스템 구현 방법을 제안하고 있다.

#### 1. Overall System

제안하는 전체 시스템 구현을 위해 Fig. 1에서 보이는 바와 같이 디바이스 (IoT 카메라), 게이트웨이, 서버로 이루어진 IoT 시스템 구조를 설계하였다. 게이트웨이는 하나의 관광지 (또는 관광지 내 포토존)에 설치되어 촬영 장소에 설치된 IoT 카메라들과 연결되며, 서버는 관광지에 설치된 게이트웨이들과 연결된다.

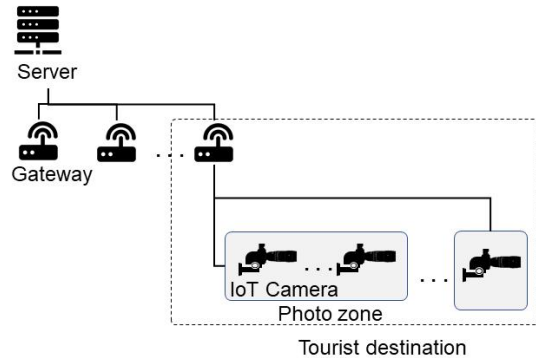


Fig. 1. System Design

IoT 카메라는 원격 제어가 가능한 카메라로, 게이트웨이로부터 전달받은 사용자의 명령에 따라 사진 배경을 세부 조절하기 위한 모터를 제어하거나, 사진을 촬영한 이미지 파일을 게이트웨이로 전송한다. 게이트웨이는 사용자에게 웹 앱 (Web App) 형태로 카메라 제어와 촬영 결과에 대한 인터페이스를 제공하고, 서버는 관광지 밖에서 사용자가 촬영한 사진에 대한 접근성을 제공해준다.

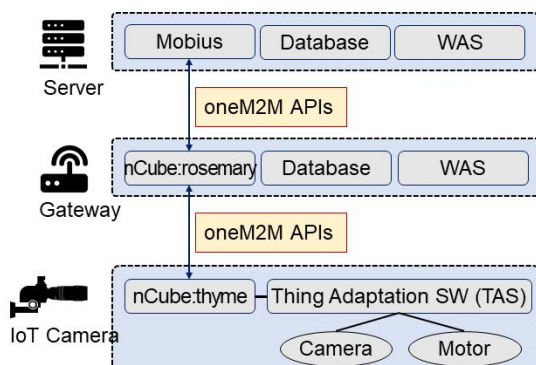


Fig. 2. Proposed Architecture

Fig. 2에서는 위에서 제안한 설계대로 본 논문에서 구현하고자 하는 프로토타입 시스템의 구조를 보이고 있다. IoT 서버, 게이트웨이, 디바이스를 구현하기 위해서 IoT 오픈소스 협의체 오션 (OCEAN; Open allianCE for iot stANdard)에서 제공하는 oneM2M 표준 기반 오픈소스 플랫폼인 Mobius, nCube: rosemary, nCube: Thyme을 사용하였다 [15]. oneM2M 표준에서 Mobius는 IN-CSE, nCube: rosemary는 MN-CSE에 해당하며, 12 개의 공통 서비스 기능 (CSF, Common Service Function)을 제공한다. oneM2M 시스템의 엔티티들은 CSE에서 제공하는 레퍼런스 포인트를 통해 표준 통신이 가능하다. nCube: Thyme은 ADN-AE를 지원하며 이를 통해 어디서나 접근이 가능한 애플리케이션 서비스를 구현한다. 제안하는 시스템은 oneM2M 표준에서 정의한 프로토콜을 따르기 때문에 컴퓨터 프로그램PC 프로그램, 스마트폰 애플리케이션 등 다양한 엔티티들이 표준화된 REST API로 데이터를 주고받을 수 있다. 해당 시스템에서는 개발비용을 절약하고 사용자 측면에서 접근성을 높이기 위해 웹 앱 기술을 사용하였다. 사용자는 스마트폰의 웹 브라우저를 이용하여 IoT 카메라를 접근하고 원격 제어가 가능하다.

2. Service Scenario

구현된 시스템의 전체적인 동작 시나리오는 다음과 같다. 사용자는 소지한 스마트폰을 통해 포토존에 설치된 게이트웨이에서 제공하는 웹 서버에 접속해 카메라 접근 권한을 받고 (1), REST API를 통해 게이트웨이에 카메라 제어 명령을 전송할 수 있다 (2). 제어 명령은 oneM2M 표준 기반의 리소스를 생성하고 게이트웨이는 해당 리소스를 IoT 카메라에게 전달하며 (3), IoT 카메라는 이에 따라 모터 제어 또는 사진 촬영을 수행한다 (4). 카메라가 촬영한 사진을 게이트웨이에 전송하면 (5) 게이트웨이는 사진에 대한 URL을 올려 oneM2M 표준 기반 리소스를 생성한다. 사용자는 이후, 서버나 게이트웨이의 웹을 통하여 촬영 결과물을 내려받을 수 있다 (6).

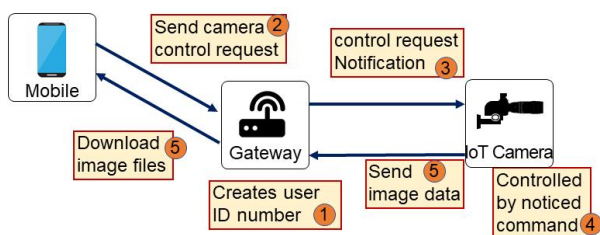


Fig. 3. System Component Behavior with Service Usage

IV. Our Implementation

앞에서 제안한 IoT 기반 사진 촬영 시스템을 다음과 같이 구현하였다. 게이트웨이와 카메라 소프트웨어는 오픈 하드웨어 플랫폼인 라즈베리 파이 (Raspberry Pi)에서 동작 가능하며, 서버 소프트웨어 또한 라즈베리 파이에서 구동이 가능하다. 일반적으로 서버는 고사양의 컴퓨팅 능력을 요구하므로 데스크톱 컴퓨터를 사용하였다. 카메라와 게이트웨이는 관광지에 설치하여 사진 촬영을 위한 서비스를 제공해주며 촬영 장소 또는 관광지의 크기에 따라 규모 또는 컴퓨터 성능이 달라질 수 있다.

1. IoT Camera

인터넷 연결성을 가진 라즈베리 파이와 이에 내장된 소프트웨어, 하드웨어 모듈은 사용자 요청에 따라 카메라 앵글의 조절, 사진 촬영과 전송을 가능하게 한다.

1.1 nCube: Thyme

nCube: Thyme은 IoT 시스템의 필드 도메인에 위치하는 IoT 디바이스를 위한 oneM2M 소프트웨어 플랫폼이다. IoT 카메라 디바이스의 nCube: Thyme은 oneM2M 서버 플랫폼과 게이트웨이 플랫폼에서 제공하는 레퍼런스 포인트를 통해 응용 프로그램 엔티티 (AE, Application Entity)로 등록할 수 있다. 본 논문의 프로토타입 시스템에서 IoT 카메라는 서버 플랫폼이 아닌 게이트웨이 플랫폼에 AE를 등록한다.

nCube: Thyme (즉 oneM2M 표준)은 사물의 데이터를 수집하거나, 사물을 제어할 수 있는 전통적인 임베디드 시스템과의 인터페이스 방법에 대한 표준은 정의하지 않는다. 따라서 타 표준과의 메시지 변환 방법을 정의하는 oneM2M IPE (interworking proxy entities) 역할을 수행하는 TAS (thing adaptation software) 소프트웨어 모듈을 사용하여 카메라, 모터 등 장치들과 nCube: Thyme과의 연결통로를 구현하였다.

pigpio, request, mjpg-streamer 등 다양한 Node.js 오픈 소스 모듈들을 사용하여 사진 촬영과 카메라 앵글 조정 기능을 구현하였고, TAS를 통해 oneM2M 표준의 디바이스 플랫폼과 인터페이스를 연결하였다. 개발자는 TAS를 사용하여 API 기능을 유지하면서 oneM2M 표준의 디바이스 플랫폼에 연결할 수 있기 때문에 하드웨어 인터페이스 구조와 개발 효율성을 고려하여 API를 선정할 수 있다. 또한 nCube: Thyme 개발 언어인 Node.js는 비동기식으로 이벤트를 처리하며 병렬적으로 계산을 수행하기 때문에

데이터 수집 및 네트워크 통신에 있어서 빠르고 효과적인 입출력을 가능하게 한다.

1.2 Configuration and functions

IoT 카메라의 주요 구성요소로는 라즈베리 파이와 카메라 모듈, 서보 모터가 있으며, 자세한 장치들과 각 기능은 Table. 1에 설명되어 있다.

Table. 1. Camera Device Components

Component	Functions
Raspberry Pi 3B+	Single board computer
Raspberry Pi Camera Module V2	Streaming and shooting a picture
Digital Servo Motor DM-S1300MD	Pan and tilt camera movement
Servo Motor Bracket	Combining camera with servo motor
Raspberry Pi Power Adapter	Power supply
Ethernet Cable	Connecting with a network
Ethernet Cable	Provide Internet connectivity
Power adapter	Power supply

사용자가 촬영 공간에서 서비스를 사용하는 동안 라즈베리 파이는 카메라 모듈을 통해 실시간으로 대상을 촬영하고 웹 브라우저로 송출한다. 사용자는 웹 앱을 통해 자신의 모습을 확인하고 제한된 범주 내에서 카메라 모듈의 각도를 조절하거나 촬영을 진행할 수 있다. 라즈베리 파이는 촬영 각도 조절을 위해 GPIO 핀의 펄스 신호 폭을 조절하여 서보 모터를 제어한다. 2개의 축을 통해 상, 하, 좌, 우로 각도를 조절할 수 있게 하였다.

촬영은 사진의 해상도와 촬영 지연시간에 따라 2가지 방식이 존재한다. 첫 번째로 스트리밍 프로그램을 종료하고 고해상도의 이미지를 촬영한 뒤, 스트리밍 프로그램을 재실행 하는 방식으로 사진을 촬영할 수 있다. 스트리밍 화면과 실제 촬영되는 사진의 해상도를 다르게 조절할 수 있어 효율적으로 데이터를 전송할 수 있지만, 프로그램 재실행에 따른 지연시간이 발생한다. 두 번째 방법은 웹 브라우저를 통해 송출 중인 이미지를 게이트웨이로 보내는 것이다. 스트리밍 화면과 촬영 사진의 해상도가 동일하기 때문에, 고화질의 사진을 촬영하기 위해서는 스트리밍 해상도를 높게 설정해야 한다. 첫 번째와 달리 송출 프로그램을 종료하고 재실행 하지않아 프로그램 실행 지연시간은 줄일 수 있지만, 해상도 조절이 자유롭지 못하며, 네트워크 전송 속도를 느리게 한다.

카메라 컨테이너는 3D 모델링 프로그램인 SketchUp을 이용하여 모델링하고, 3D 프린터를 이용하여 직접 제작하였다. Fig. 4는 실제 구현한 IoT 카메라 장치의 사진과 구성 요소들을 보여준다.

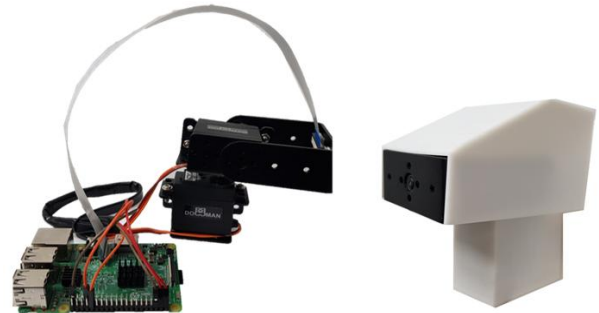


Fig. 4. Implementation of IoT Camera (a) All Components (b) Packed in a Container

2. IoT Gateway

게이트웨이는 nCube: rosemary, 사진 처리 서버, 웹 애플리케이션 서버 (WAS), 그리고 사용자에게 메일을 보내는 프로그램으로 구성된다. Fig.5는 사용자 동작에 따른 게이트웨이 내부 프로그램의 동작 흐름을 보여주고 있다.

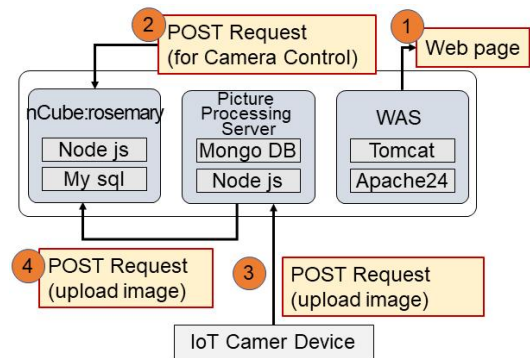


Fig. 5. Process Flows in Gateway

사용자는 WAS에서 응답받은 웹 페이지를 통해 nCube: rosemary에 카메라 사진 촬영 또는 촬영 각도 조절을 위한 POST 요청을 전송할 수 있다. nCube: rosemary는 해당 POST 요청을 처리하여 카메라 제어에 관련한 컨테이너에 리소스를 생성하여 카메라가 해당 제어 명령에 접근할 수 있도록 한다. 촬영 명령을 수행하였을 시, IoT 카메라는 게이트웨이의 사진 처리 서버에 촬영 사진을 업로드 하는 POST 요청을 보낸다. 사진 관리 서버는 카메라 디바이스로부터 받은 사진 저장 요청 (POST 요청)을 처리하고 nCube: rosemary에 oneM2M 표준에 기반한 데이터 형식으로 사진 접근 경로 (URL)를 생성한다.

### 2.1 nCube: rosemary

nCube: rosemary는 oneM2M 표준을 기반으로 하는 오픈소스 IoT 게이트웨이 플랫폼으로써 oneM2M 애플리케이션 및 기타 oneM2M 장치에 공통 서비스 기능을 제공하여 근접성 기반 IoT 서비스를 가능하게 한다. 장치 등록 및 관리, 데이터 저장, 구독/알림 등의 기능을 표준 API를 통해 제공하기 때문에, API 와 데이터 구조 해석을 통해 oneM2M 표준을 준수하는 IoT 시스템 구성이 가능하다.

nCube: rosemary 내에는 촬영 장소 단위로 AE가 생성되며, 해당 AE 아래 데이터 저장을 위한 컨테이너가 생성된다. IoT 카메라와 WAS는 nCube: rosemary에 리소스를 생성하거나 가져와서 정보를 공유한다. Fig. 6은 nCube: rosemary 내에 생성되는 리소스 구조를 나타낸다. 사용자가 웹 앱을 통해 카메라 제어 명령을 전송하면, Cam 컨테이너 (oneM2M 표준 con)에 제어 명령에 해당하는 데이터가 콘텐츠 인스턴스 (oneM2M 표준 cin)로 업로드 된다. Current User 컨테이너에는 각 사용자에게 할당된 일련번호가 업로드 되며, State 컨테이너에는 현재 서비스 사용 가능 여부에 대한 정보가 업로드된다. 사용자가 일련번호를 할당받으면, nCube: rosemary에는 사용자 일련번호와 동일한 이름의 컨테이너가 생성되며, 사진 촬영 시 해당 컨테이너 아래 URL이 업로드된다.

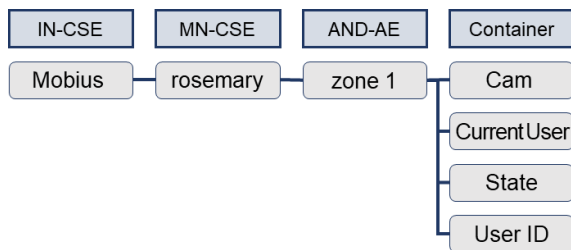


Fig. 6. Resource Hierarchy in nCube: rosemary

### 2.2 Photo Processing Server

오픈 소스 플랫폼인 nCube: rosemary는 관계형 데이터베이스 관리 시스템인 SQL을 사용하기 때문에 사진과 같이 대용량의 데이터를 저장할 수 없다. 따라서 IoT 카메라에서 촬영한 사진을 공유하기 위해서 NoSQL (비관계형) 데이터베이스인 MongoDB를 활용하였다. 게이트웨이의 사진 관리 시스템은 MongoDB와 Node.JS로 구성되어 있으며 RESTful 요청을 처리하여 사진 저장, 전송, 다운로드 등의 기능을 수행한다. 사진 관리 시스템은 IoT 카메라 부터 사진 데이터를 전달받고 데이터베이스에 저장한 후, oneM2M 표준에 의한 데이터 공유를 위해 nCube: rosemary에 저장한 사진의 URL을 업로드한다. 업로드된 데이터는 Fig. 7과 같이 JSON 형식으로 생성해 oneM2M

표준 API를 통해 공유할 수 있다.

```

{
  "m2m:cin": {
    "pi": "B71c5wV-Z1",
    "ri": "t81F3TneCk",
    "ty": 4,
    "ct": "20200326T081843",
    "st": 1,
    "rn": "4-20200326081843455N81A",
    "it": "20200326T081843",
    "et": "20200326T081843",
    "cs": 141,
    "cn": "{aei}",
    "con": {
      "url": "http://192.168.0.11:1234/images/YK4AC7?obj=5e7c65635bb37845f8bfc749",
      "date": "xxxx-xx-xx",
      "type": "xxxx",
      "gps": "xxxxx.xxxx,xxxxx.xxxx"
    }
  }
}
    
```

Fig. 7. Data Format Uploaded to nCube: rosemary

### 3. IoT Server

서버는 oneM2M 서버 플랫폼인 모비우스와 사진관리 서버, WAS로 구성되어 있다. 게이트웨이와 동일하게 사진 관리 서버는 MongoDB 와 Node.JS를 이용하여 개발하였고, WAS는 아파치와 톰캣을 이용하여 구현하였다.

사용자는 사진 촬영을 종료한 뒤, 관광지 내의 IP (Internet Protocol) 주소가 아닌 외부 IP를 이용하여 사진을 다운로드 받고 싶을 때, 서버에 접속하여 사진 데이터에 접근이 가능하다.

### 4. Web App

본 논문의 시스템에서 서비스 사용을 위한 모바일 애플리케이션은 웹 앱 형태로 제공된다. 웹 앱은 사용자 모바일 기기와 무관하게 동일한 서비스를 제공할 수 있게 하며 HTML 표준 언어를 사용하기 때문에 통합적이고 효율적인 개발을 가능하게 한다.

사용자의 웹 앱 사용 절차는 크게 세 가지로 나눌 수 있으며 각 절차에 대한 자세한 설명은 다음과 같다.

- 절차 1. 사용자 접근과 초기 설정

Fig. 8은 서비스 사용 가능 여부를 판단하고, 사용자 식별 번호를 제공하기 위한 웹 앱 동작을 나타내는 순서도이다. 해당 시스템에서는 촬영 장소와 대응되는 컨테이너 (State)에 업로드된 최근 값에 따라 사용자의 접근을 차단하여, 여러 명이 동시에 촬영 장소를 사용할 수 없도록 한다. 최근 값이 1일 경우에는 서비스 사용 버튼을 비활성화시키고, 0일 경우에는 활성화를 시켜 사용자가 버튼을 눌러 촬영을 진행할 수 있도록 한다. 사용자가 활성화된 버튼을 누르면 State 컨테이너에는 '1'이 업로드된다. 또한, 6자리의 임의로 된 사용자 식별 번호를 만들어 관련 컨테이너 (Current User)에 업로드하고 식별 번호와 동일한 이름의 컨테이너를 nCube: rosemary에 생성한다.

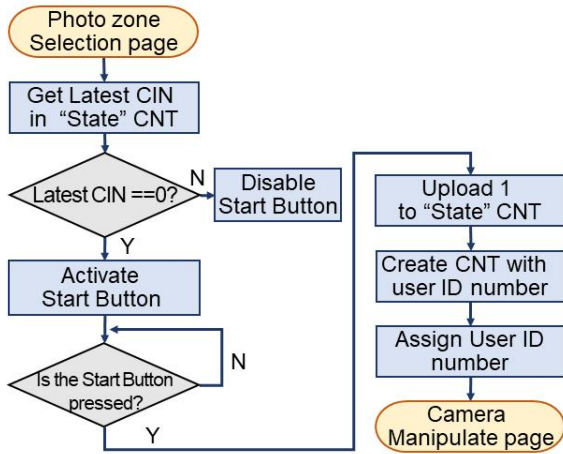


Fig. 8. nCube: rosemary resources for user access

• 절차 2. 웹을 이용한 카메라 제어와 사진 촬영

nCube: thyme은 구독/알림 기능을 통해 리소스에 일어나는 이벤트를 추적할 수 있다. 카메라 제어 웹페이지는 nCube: rosemary의 Cam 컨테이너에 카메라 제어를 요청하는 콘텐츠 인스턴스를 생성하는데 이때 nCube: rosemary는 구동 중인 nCube: thyme에게 알림을 보내 리소스가 변경됨을 통지한다. 아래 표는 컨테이너에 생성되는 콘텐츠 인스턴스에 따른 카메라 동작을 나타낸다.

Table 2. Camera Control Command

Command	Value
'0'	Reset camera movement
'1'	Tilt up camera
'2'	Tilt down camera
'3'	Pan left camera
'4'	Pan right camera
'5'	Shoot and send picture

Fig. 9에서는 웹페이지에서 누른 버튼에 따라 nCube: rosemary에 생성된 데이터를 전자부품연구원 (KETI)에서 제공하는 oneM2M 브라우저를 통해 보여주고 있다.

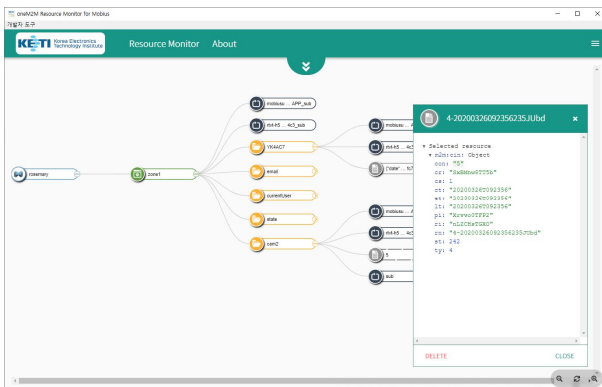


Fig. 9. Uploaded Data in nCube: rosemary

• 절차 3. 촬영 사진 다운로드

사진 접근 경로는 특정한 규칙에 따라 사진 다운로드 경로로 변환이 가능하다. 사용자가 촬영을 끝나치면 웹 페이지는 사용자 일련번호에 해당하는 컨테이너에서 생성된 콘텐츠 인스턴스들을 가져와 웹 페이지에 촬영된 사진을 표시한다. 사용자가 원하는 사진들을 선택하고 다운로드 버튼을 누르면, 해당 사진의 URL은 다운로드가 가능한 URL로 변환되며 사용자의 기기에 사진이 저장된다.

V. Usage Scenario

제안하는 프로토타입 시스템은 관광지에서 제공 가능한 IoT 서비스에 관한 것이다. 실험 및 동작 검증을 위해 Fig. 10과 같이 아크릴과 모형을 이용해 가상의 촬영 공간을 제작하였다. 사람 모형은 서비스 사용자를 나타내며, 실제 조작용 시연자의 태블릿을 통해 이루어진다.



Fig. 10. Miniaturized Photo Zone

Fig. 11은 시연자가 태블릿 위에서 웹 앱을 통해 서비스 사용자 모형을 촬영하고 있는 모습을 보인다. 사용자는 현재 자신이 어떠한 모습인지 실시간으로 확인이 가능하고 우측 방향 버튼을 눌러 사용자에게 대한 카메라 각도를 조절하거나 좌측 하단 카메라 버튼을 눌러 촬영할 수 있다.

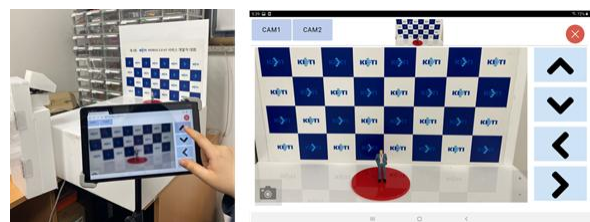


Fig. 11. Demonstration of Camera Remote Control System (a) Adjust Camera Angle using the Web App (b) Camera Control Web Page

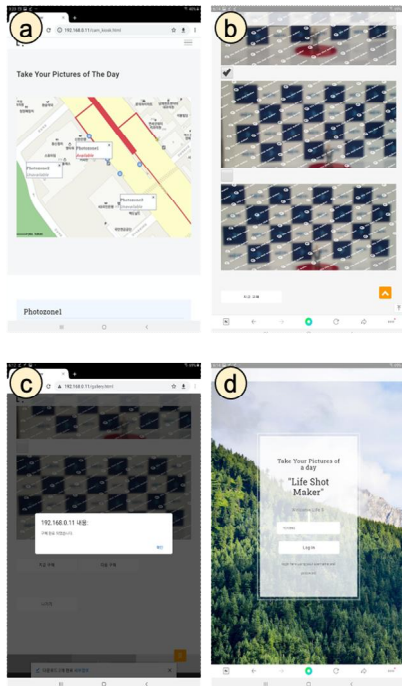


Fig. 12. Web Application for Camera Remote Control (a) Check photo zone availability, (b) View and Select Photos taken, (c) Download Photos, (d) Web service pages

Fig. 12는 웹 앱의 일부 실행 화면이다. Fig. 12(a)에서 사용자는 카카오 지도 API를 통해 촬영 장소의 위치를 확인하고 사용 가능 여부를 판단해 Fig. 11(a)의 카메라 제어 페이지로 진입할 수 있다. 카메라 제어가 종료되면 Fig. 11(b)와 같이 촬영된 사진의 목록을 나열해준다. 사용자는 원하는 사진을 선택하여 다운로드 할 수 있다. Fig. 11(c)는 사진을 내려받은 화면을 보여준다. 포토존에서 촬영을 종료한 순간에 다운로드를 결정하지 않고 (예, 결제 등을 이유로), 이후 사진 데이터를 받고 싶을 때 사용자는 Fig. 11(d)에서 보이는 웹 서비스에서 사진을 받을 수 있다. 해당 페이지에 사용자 식별 번호를 입력하면 Fig. 11(c), (d)와 동일한 기능을 제공하는 페이지로 이동한다.

#### IV. Conclusions

현재 IoT 관련 기술들은 일상 생활 여러 분야에 활발히 적용되고 있으며 특히 스마트 팜으로 대표되는 1차 산업, 스마트 팩토리로 대표되는 2차 산업에 집중적으로 적용되고 있다. 하지만 현대 산업의 가장 큰 비중을 차지하는 서비스 분야로의 적용은 상대적으로 소극적이며 그나마 적극적인 서비스 적용 분야는 대규모 투자와 지속적인 관리가 필요한 공공 서비스 분야를 중심으로 활발히 연구되고

있다. 본 논문에서는 소규모 저비용 시스템을 구축하여 다수의 사용자가 이용할 수 있는 IoT 기반 관광지 사진 촬영 서비스를 위한 솔루션을 제안하고 기술적 가능성을 검증하였다. 이 솔루션을 활용하여 지방자치단체 등 기관에서 소규모 투자와 관리 인력만으로 시스템 설치와 유지가 가능하면서도 경제적/사회적/문화적 기대 효과를 IoT 시대를 맞이하여 이끌어낼 수 있기를 기대한다.

향후 연구 방향으로는 원격 제어 반응 속도를 보다 단축시키기 위해 IoT 카메라를 위한 오픈 소스 디바이스 플랫폼과 하드웨어 제어를 위한 미들웨어 최적화 작업이 필요하다. 또한 다수 IoT 카메라와 게이트웨이를 연결하여 시스템을 구성했을 때 일어날 수 있는 네트워크 관리 및 장애 대처 방안 (예, 자동 초기화 등)에 보완이 필요하다.

#### ACKNOWLEDGEMENT

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), (NRF-2020R1I1A3A04037409).

#### REFERENCES

- [1] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," *Computer Networks*, vol. 54, no. 15, pp. 2787-2805, October 2010.
- [2] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic, M. Palaniswami, "Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions," *Future Generation Computer Systems*, vol. 29, Issue 7, Sep 2013, Pages 1645-1660
- [3] J. Kim, S.-C. Choi, J. Yun, and J.-W. Lee, "Towards the oneM2M standards for building IoT ecosystem: Analysis, implementation and lessons," *Peer-to-Peer Networking and Applications*, vol. 11, no. 1, pp. 139-151, January 2018.
- [4] J. Kim, J. Yun, S.-C. Choi, D. N. Seed, G. Lu, M. Bauer, A. Al-Hezmi, K. Campowsky, and J. Song, "Standard-based IoT Platforms Interworking: Implementation, Experiences and Lessons Learned," *IEEE Communications Magazine*, vol. 54, no. 7, pp. 48-54, July 2016.
- [5] M. Ryu, J. Kim, and J. Yun, "Integrated semantics service platform for the Internet of Things: A case study of a smart office," *Sensors*

Vol. 15, No. 1, pp. 2137-2160, 2015.

- [6] M. Ryu, J. Yun, T. Miao, I.-Y. Ahn, S.-C. Choi, and J. Kim, "Design and Implementation of a Connected Farm for Smart Farming System," in Proceedings of the IEEE Sensors, pp. 1724-1728, November 1-4 2015.
- [7] S. M. M. Fattah, N.-M. Sung, I.-Y. Ahn, M. Ryu, and J. Yun, "Building IoT Services for Aging in Place Using Standard-Based IoT Platforms and Heterogeneous IoT Products," Sensors, vol. 17, no. 10, pp. 2311, 2017.
- [8] J. Yun, I.-Y. Ahn, J. Song, and J. Kim, "Implementation of Sensing and Actuation Capabilities for IoT Devices Using oneM2M Platforms," Sensors, vol. 19, no. 20, pp. 4567, 2019.
- [9] S. Yun, H. Kim, H. Shin, H. S. Chin, and W.-T. Kim, "A Novel Reference Model for Cloud Manufacturing CPS Platform Based on oneM2M Standard," KIPS Transactions on Computer and Communication Systems, vol. 8, pp.41-56, 2019.
- [10] J. An, F. L. Gall, J. Kim, J. Yun, J. Hwang, M. Bauer, M. Zhao, and J. Song, "Toward Global IoT-Enabled Smart Cities Interworking Using Adaptive Semantic Adapter," IEEE Internet of Things Journal, vol. 6, no. 3, pp. 5753-5765, June 2019
- [11] J. Yun, N.-M. Sung, S.-C. Choi, and J. Kim, "Real-time PM Monitoring System based on oneM2M IoT Platform and LoRa Networks," Proceedings of the IEEE Sensors, pp. 1--4,
- [12] I. Jeong and J. Yun, "Voice-based Device Control Using oneM2M IoT Platforms," Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, vol. 24, no. 3, pp. 151-157, Mar. 2019.
- [13] AmSuk Oh, "Design and Implementation of Smart Home Remote Control Based on Internet of Things Service Platform", Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, Vol. 22, No. 12: 1563~1570, 2018
- [14] N.-M. Sung and J. Yun, "Medication Reminder System for Smart Aging Services Using IoT Platforms and Products," Journal of The Korea Society of Computer and Information, vol. 22, no. 9, pp. 107-114, September 2017.
- [15] OCEAN, <http://developers.iotocean.org/>

## Authors



networks.

Isu Jeong is an undergraduate student with the Department of Internet of Things at Soonchunhyang University. Her research interests include Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), and computer



Seungwoo Baek is an undergraduate student with the Department of Internet of Things at Soonchunhyang University. His research interests include Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), and embedded systems.

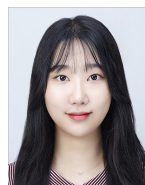


Eunsol An is an undergraduate student with the Department of Internet of Things at Soonchunhyang University. Her research interests include Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), and smart healthcare.



applications.

Yujin Kim is an undergraduate student with the Department of Internet of Things at Soonchunhyang University. Her research interests include Internet of Things (IoT), artificial intelligence (AI), and Web-based



Jiwoo Choi is an undergraduate student with the Department of Internet of Things at Soonchunhyang University. Her research interests include Internet of Things (IoT), Web-based applications, smart healthcare.



Jaeseok Yun is 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 the 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, USA from 2006 to 2009. He earned his M.S. and Ph.D. in mechatronics from Gwangju Institute of Science and Technology (GIST) in 1999 and 2006, and B.S. in electronics engineering from Chonnam National University in 1997. His research interests include ubiquitous computing, Internet of Things (IoT), and machine learning-enabled applications in everyday lives.