

# IoT 기반의 영산강 생태환경 감시망 연구

남강현\*

A Study on Yeong-san River Ecological Environment Monitoring based on IoT

Kang-Hyun Nam\*

요 약

생태환경 감시 시스템은 센서노드, 게이트웨이, 서비스플랫폼, 그리고 웹브라우저로 구성된다. 본 논문에서는 생태환경 감시 서비스에서 다뤄질 수 있는 서비스 기능과 게이트웨이 리소스트리를 설계하였다. 게이트웨이 서비스기능은 oneM2M 규격의 공통 서비스 기능을 근간으로 하며, 게이트웨이 리소스트리는 센서 들의 데이터들을 처리하는 애플리케이션 부분과 게이트웨이에 링크되어 처리되는 부분, 마지막으로 디바이스 등록, 센싱, 제어, 프로파일을 관리 처리하는 부분 구성된다.

ABSTRACT

The ecological environment monitoring system configured with Sensor Node, Gateway, Service Platform, and Web Browser. In this paper, we designed gateway resource tree and service function to do handling in the ecological environment monitoring service. Gateway Service Function based on oneM2M Common Service Function, Gateway Resource Tree configured with Application Part handling Sensor Data and Gateway link handling. lastly Device Registration, Sensing, Control, Profile Management.

키워드

M2M(Machine to Machine) or IoT(Internet of Thing), Device, Gateway, Resource tree  
사물지능 통신, 디바이스, 게이트웨이, 리소스트리

## 1. 서 론

지구 온난, 도시화/산업화 확산에 따라 하천, 호수의 녹조, 오염사고 등 환경 재해 발생 빈도 및 피해 규모 급증하고 있다. 영산강의 경우도 농업용 댐, 하굿둑, 보 건설 등을 통해 농업용수를 확보하였으나 유속이 느려져 수질 악화 요인이 발생하였다. 현재의 국내 수질·수량측정망은 인력에 의한 수동측정, 고가 분석기 사용, 하천 소수 지점(현 60여개) 운용 등 비 효율적으로 운용되어 개선이 시급하다.

민간이 참여하는 대규모 IoT 생태환경 실증사업으로 공공분야 시장 창출을 통한 IoT 산업 활성화 필요 하고, 영산강 수질·수량 등 생태환경 특성에 맞게 최적 지점에 감지 센서 및 무인 측정환경을 구축하여 M2M/IoT 근거 저전력/고신뢰 게이트웨이 적용이 필요하다. 또한 빅데이터 기반 생태환경 재해 진조감시·예측 서비스 플랫폼 구축이 되어야 한다. 비용·운영 효율성 증대 등으로 주요 국가기관 및 지자체의 수질·수량 측정 자동화 시장 수요를 국산 제품 중심으로 발전 시켜야 한다.

IoT 기반 기술(각종 물환경 센서 및 저전력 중거리

\* 교신저자(corresponding author) : 광주대학교 정보통신학과(khnam@gwangju.ac.kr)

접수일자 : 2014. 12. 08

심사(수정)일자 : 2015. 01. 16

게재 확정일자 : 2015. 02. 09

전송기술 적용 등) 적용을 통해 현행(측정소 당구축비 5 억원, 운영비 1억원) 대비 많은 비용 절감 효과가 가능 할 것으로 예측 한다.

본 논문은 2장에서 IoT 생태환경 감시 서비스 지능화 구조를 위한 아키텍처를 설명하고, 3장에서는 생태환경 감시 센서 게이트웨이 구조와 기능을 제시하고, 마지막 4장에서 결론 및 향후 연구로 끝을 맺는다.

## II. IoT 생태환경 감시 서비스 지능화 구조를 위한 아키텍처

하천에 적용되는 계측기들로는 제방의 수평 변위를 파악하기 위한 지중 수평 변위계, 실시간 하천 수위 측정하기 위한 수위 측정계, 토양 수위 및 수분의 분포 측정을 위한 간근 수압계, 전기 비저항탐사기, 유속측정기, 대기 오염 측정기, 수질측정기 등이 있다. 그리고 녹조 조기 감지를 위한 센서 들도 있다.

다양한 장치와 사물을 이용해서 IoT 생태환경 감시 서비스 환경을 구성하기 위해서 IoT 서비스를 제공하는 플랫폼은 oneM2M 기능 구조[1-4]를 가진다.

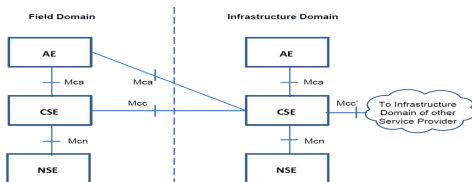


그림 1. oneM2M 기능 구조[4]  
Fig. 1 oneM2M functional architecture[4]

oneM2M 시스템을 구성하는 기능 구조는 크게 응용 엔티티(Application Entity), 공통 서비스 엔티티(Common Services Entity), 네트워크 서비스 엔티티(Network Services Entity)로 구성되어 있으며 세부적인 구성 요소의 설명은 다음과 같다.

- 응용 엔티티 (AE): 엔드 투 엔드 M2M 솔루션을 위한 애플리케이션 로직을 제공하는 역할을 하며 영상 감 생태환경 센서 모니터링, 원격 측정 및 제어와 같은 응용이 될 수 있다.
- 공통 서비스 엔티티 (CSE): oneM2M에 의해 정의된 M2M 환경들에 공통적인 “서비스 기능들”의 집합으

로 구성되어 있다. 이러한 서비스 기능들은 Mca 와 Mcc 참조점에 의해서 다른 엔티티에 제공되며 참조점 Mcn은 기본 네트워크 서비스 엔티티를 접근하는데 사용된다. 공통 서비스 엔티티에 의해 제공되는 서비스 기능들의 예로는 데이터 관리, 디바이스 관리, M2M 가입 관리, 위치 서비스 등이 있다.

- 네트워크 서비스 엔티티 (NSE): 디바이스 관리, 위치 서비스, 디바이스 트리거링과 같은 서비스를 공통 서비스 엔티티들에게 제공한다.

oneM2M의 엔티티들은 다음과 같은 참조점들에 의해 연결되며 이 참조점들은 공통 서비스 엔티티에 의해 지원된다.

- Mca 참조점: 응용 엔티티와 공통 서비스 엔티티 간의 통신 흐름을 나타낸다.
- Mcc 참조점: 두 공통 서비스 엔티티들 간의 통신 흐름을 나타낸다.
- Mcn 참조점: 공통 서비스 엔티티와 네트워크서비스 엔티티 간의 통신 흐름을 나타낸다.
- Mcc'참조점: 서로 다른 M2M 서비스 공급자 도메인에 존재하는 oneM2M 인프라 구조 노드에 포함된 공통 서비스 엔티티들 간의 통신 흐름을 나타낸다. 따라서 서로 다른 M2M 서비스 공급자 네트워크에 존재하는 인프라 구조 노드의 공통 서비스 엔티티간의 통신을 허용한다.

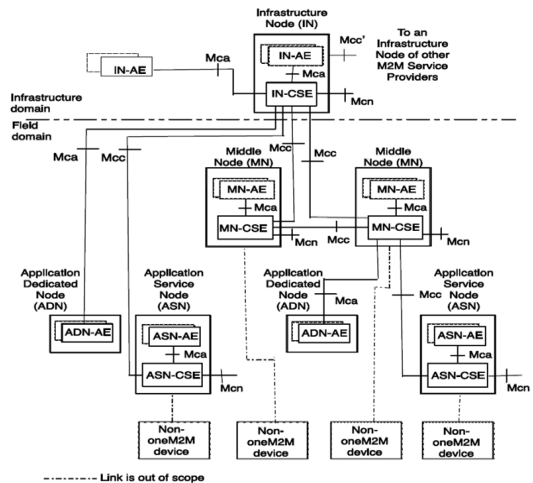


그림 2. oneM2M 구조에서 지원하는 구성[4]  
Fig. 2 Configurations supported by oneM2M architecture [4]

본 논문에서 제안하는 IoT 생태환경 감시 시스템 구성은 필드(Field) 도메인과 인프라스트럭처(Infrastructure) 도메인으로 구분된다. 필드 도메인에는 M2M 디바이스 및 M2M 게이트웨이가 존재하며, 인프라스트럭처 도메인에는 M2M 서버가 존재한다. 그림 3의 센서 노드의 애플리케이션은 Non-oneM2M device에 해당하며, 생태환경 감시 Gateway는 중간 노드(Middle Node)에 해당하며, 서비스 플랫폼은 인프라스트럭처 노드(Infrastructure Node)에 해당한다.

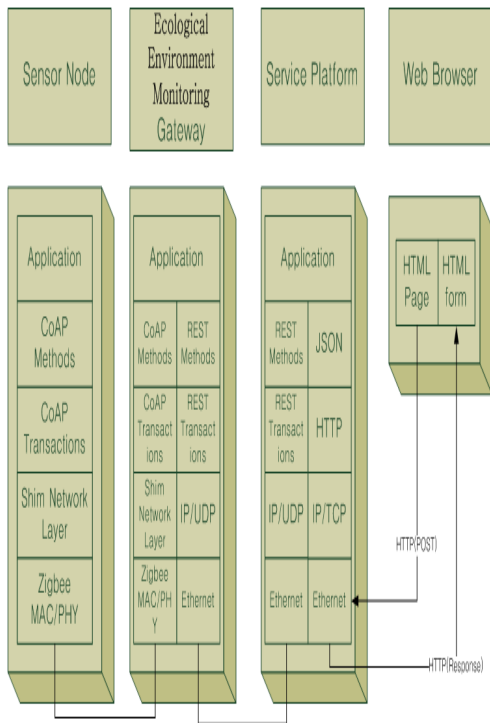


그림 3. IoT 서비스 지능화 아키텍처  
Fig. 3 IoT intelligent service architecture

서비스 플랫폼은 IoT 생태환경 감시 시스템을 사용하는 관련자에게 제공하는 각종 애플리케이션 기능을 담당하고, 생태환경 감시 게이트웨이는 공통 서비스 엔티티가 제공하는 디바이스 관리, 디바이스 제어, 그리고 디바이스 센싱 정보를 Mcc 참조점을 통하여 정보교환한다. 그림 3은 본 논문에서 제안하는 IoT 서비스 지능화 아키텍처에서 각 시스템 사이의 인터페이스 환경을 나타낸다. 생태환경 감시 서비스 사용자에게 제공하는

서비스는 브라우저를 이용한 웹 서비스 형태로 제공하며, 생태환경 감시 서비스 사용자는 웹 페이지의 폼 등을 이용하여 쉽게 서비스를 제공받을 수 있는 구조이다. 그리고 웹 서비스 플랫폼은 센서 노드 각각의 디바이스를 관리하는 생태환경 감시 게이트웨이를 통해서 센서 노드의 디바이스 웹 서비스를 생태환경 감시 사용자에게 제공할 수 있다.

생태환경 감시 게이트웨이는 수평 변위계, 수위 측정계, 간극 수압계, 전기 비저항탐사기, 유속측정기, 대기 오염 측정기, 수질측정기 센서들 주변에 위치하여 Non-IP 디바이스에게 웹 서비스를 제공할 수 있게 한다. IoT 서비스 플랫폼의 요구사항 중, 지능화 및 능동화에 대한 요구사항을 만족하기 위해서는 다양한 디바이스 웹 서비스의 관리 기능, 오류 관리, 컴포지션 및 디바이스의 서비스 관리, 컨텍스트 관리 등이 요구되며, 이를 만족하기 위해서 생태환경 감시 게이트웨이를 이용한 디바이스의 프로파일 관리와 센싱 정보 관리를 제공할 수 있다.

센서 노드에서는 CoAP 프로토콜의 경량화가 되어서 메모리가 작은 임베디드 장치에 적용되며, Shim 헤더 이용하여 UART, RS485, Zigbee 와 같은 non-IP 네트워크 지원한다. 그리고 생태환경 감시 게이트웨이는 CoAP Request, Response 프로토콜을 지원하며, Shim 헤더 이용하여 UART, RS485, Zigbee 와 같은 non-IP 네트워크 지원하여 센서노드의 디바이스들이 자동 등록 및 인증 처리될 수 있도록 한다.

### III. 생태환경 감시 센서 게이트웨이 구조와 기능

생태환경 감시 센서 게이트웨이 모델의 프로파일, 제어 메소드등의 정보를 기반으로, 센서 노드의 오브젝트들을 포함하는 그림 4와 같은 클래스를 정의하였다. 센서 노드의 디바이스 오브젝트화를 위한 클래스 구조는 생태환경 감시 센서 게이트웨이 모델 최상위 클래스와 센서 노드에서 센싱되는 각종 디바이스 클래스로 정의되며, 각종 디바이스 클래스들은 센서노드에 구축된 디바이스 제품에 대한 등록, 제어, 센싱, 프로파일 관리 메소드를 통하여 게이트웨이 기능들을 수행한다.

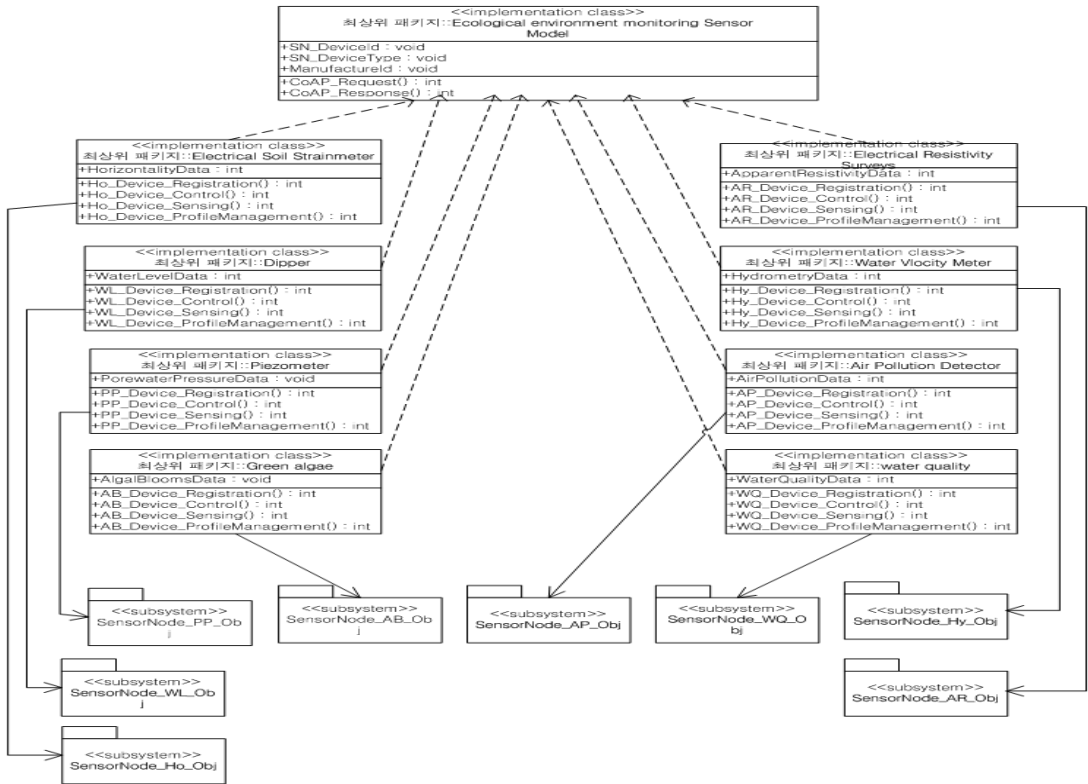


그림 4. 생태환경 센서 게이트웨이 클래스 구조  
 Fig. 4. Gateway class structure using ecological environment sensor

### 3.1 Gateway Resource Tree 설계

그림 5에 설계된 리소스트리는 세부적으로 구분된다. 센서 노드에 존재하는 센서들의 데이터들을 처리하는 sn\_application 부분, 그리고 생태환경 센서 게이트웨이 에 의해 링크되어 처리되는 networking\_gateway 부분, 마지막으로 Device등록, 센싱, 제어, 프로파일을 관리 처리하는 networking\_gateway\_application 부분이다.

#### 3.1.1 Coordinator 설계

Coordinator의 일반 센서 Data 처리 와 Session Data 처리 그리고 운영 및 관리 처리 부분들은 oneM2M <application> 리소스로 모델링되고, 이 리소스의 "searchString" 애트리뷰트가 oneM2M.ObjectType/oneM2M.COORDINATOR tag형태로 Coordinator에서 사용하는 기능들을 인식하게 하며, URI가 아래의 포맷으로 사용한다.

<CSEBase>/applications/<Interacting\_application>  
 <application> 리소스는 서브리소스로 <container> 를 포함하고, 이 서브리소스의 "searchString" 애트리뷰트가 oneM2M.ObjectSemantic 부류의 태그를 이용 객체들을 대체하는 규약으로 표시할 수 있으며, <container> 리소스에 접근 하려는 URI는 아래의 포맷을 가진다.

<CSEBase>/applications/<interacting\_application>/containers/descriptor

<container> 리소스는 여러개의 <contentInstance> 서브리소스를 포함할 수 있고, 이 서브리소스의 "content" 애트리뷰트는 Coordinator를 이용한 처리 내용물을 포함할 수 있다.

Coordinator는 <networking\_sensor\_devices>에 접근 할 수 있고, <contentInstance> 리소스의 "content"

에트리뷰트가 <networking\_sensor\_devices>의 URI를 가지고 되고, 현재의 coordinator의 정보들이 <contentInstance> 리소스를 통해서 <networking\_sensor\_devices>로 정보 처리할 수 있다.

URI는 <contentInstance> 리소스 접근을 위해서 사용되고 아래의 포맷을 가진다.

<CSEBase>/applications/< networking\_sensor\_devices>/containers/descriptor/contentInstances/latest

### 3.1.2 센서 디바이스 네트워킹 설계

Coordinator의 기능들은 <networking\_sensor\_devices>에 속하게 되고, oneM2M <application> 리소스로 모델링된다.

이 리소스의 "searchString" 에트리뷰트가 oneM2M.ObjectType/oneM2M.SENSOR\_DEV tag형태로 센서 디바이스에 Coordinator 기능이 인식하게 하며, URI가 아래의 포맷으로 사용한다.

<CSEBase>/applications/<networking\_sensor\_devices>

<application> 리소스는 서브리소스로 <container>를 포함하고, 이 서브리소스의 "searchString" 에트리뷰트가 oneM2M.ObjectSemantic 부류의 태그를 이용 객체들을 대체하는 규약으로 표시할 수 있으며, <container> 리소스에 접근 하려는 URI는 아래의 포맷을 가진다.

<CSEBase>/applications/<networking\_sensor\_devices>/containers/descriptor

<container> 리소스는 여러개의 <contentInstance> 서브리소스를 포함할 수 있고, 이 서브리소스의 "content" 에트리뷰트는 센서 디바이스를 이용한 처리내용물을 포함할 수 있다.

센서 디바이스는 <networking\_sensor\_device\_application>에 접근 할 수 있고, <networking\_sensor\_devices> 리소스의 "content" 에트리뷰트가 <networking\_sensor\_device\_application>의 URI를 가지고 되고, 현재의 coordinator의 정보들이 <contentInstance> 리소스를 통해서 <networking\_sensor\_devices>로 정보 처리할 수 있다.

URI는 <contentInstance> 리소스 접근을 위해서 사용되고 아래의 포맷을 가진다.

<CSEBase>/applications/<networking\_sensor\_devi

ce\_application>/containers/descriptor/contentInstances/latest

### 3.1.3 센서 디바이스 애플리케이션 설계

각기 센서 디바이스에게 적용된 인터페이스에 포함되어서 처리되는 애플리케이션들은 미러링과 리타케팅이 필요하다. 미러링은 어플리케이션 각기 기능의 동기

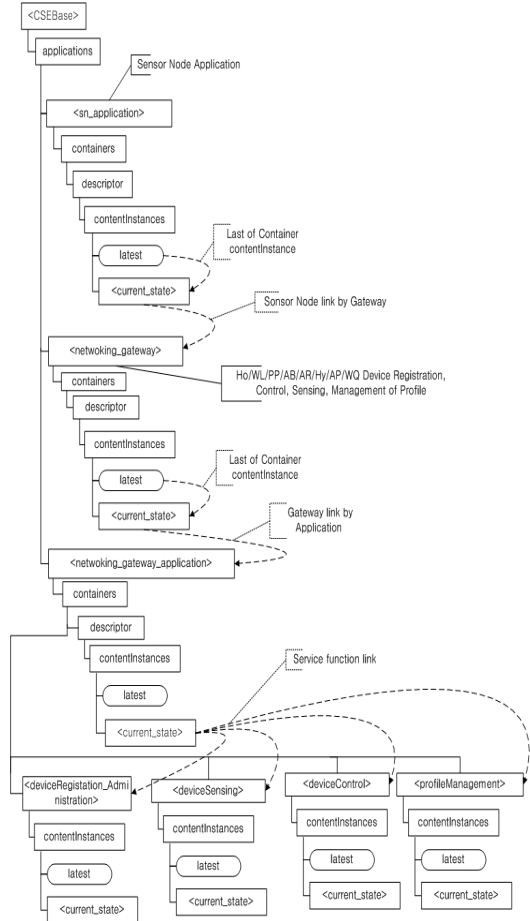


그림 5. 게이트웨이 리소스트리  
Fig. 5 Gateway resource tree

를 유지하는 M2M 자원 구조의 표현이고, 리타케팅은 M2M 자원구조에서 데이터의 저장 없이 디바이스에서 직접 데이터를 패치하는 방법을 정의한 것이다. 미러링을 지원하기위해서 어플리케이션이 모델링된 <application> 리소스는 미러되어지는 각기 인터페이스 요소를

위해서 <container> 서브 리소스를 포함한다. 이러한 <container> 리소스를 접속하기 위해서 사용되는 URI는 아래와 같다.

<CSEBase>/applications/<networking\_sensor\_device\_application>/containers/<deviceRegistration\_Administration>

<CSEBase>/applications/<networking\_sensor\_device\_application>/containers/<ServiceStateHandle>

<container> 리소스는 다수의 <contentInstance> 서브리소스를 포함할 수 있고, 이 서브리소스의 “content” 애트리뷰트는 응용 서비스 사용을 위해서 활용되고, <cpntentInstance> 리소스를 접근하기 위해 사용되는 URI는 아래와 같다.

<CSEBase>/applications/<networking\_sensor\_device\_application>/containers/<deviceRegistration\_Administration>/contentInstances/latest

<CSEBase>/applications/<networking\_sensor\_device\_application>/containers/<ServiceStateHandle>/contentInstances/latest

### 3.2 Gateway 기능

oneM2M의 공통 서비스 엔티티(CSE)는 그림 6과 같이 다양한 공통 서비스 기능(CSF : Common Service Function)들을 제공할 수 있다. 공통 서비스 기능은 게이트웨이 리소스(Resource)들의 조합을 통해 구현된다. 영산강 상태 감시용 게이트웨이의 공통 서비스 기능을 소개하면 다음과 같다.

- 센서 데이터 관리 및 저장 기능(Data Management and Repository): 애플리케이션 엔티티들이 데이터를 수집, 교환, 가공, 공유할 수 있게 한다.

- 통신 관리 및 전달 처리 기능(Communication Management and Delivery Handling): 통신에 대한 전반적인 처리 및 메시지 전달 정책에 기반한 메시지 전달 기능을 제공한다.

- 센서 등록 기능(Registration): 애플리케이션 엔티티 또는 다른 공통 서비스 엔티티가 특정 공통 서비스 엔티티에 등록을 가능하도록 한다. 애플리케이션 엔티티 또는 공통 서비스 엔티티는 등록 이후 M2M 시스템에서 제공하는 공통 서비스 기능을 사용할 수 있다.

- 보안 기능(Security): 보안 키 관리, 보안 채널 설립 (Security Association), 인증(Authentication), 권한 부

여(Authorization), ID(Identity) 보호 등의 역할을 수행한다.

- 구독 및 통지 기능(Subscription/Notification) : 애플리케이션 엔티티 또는 공통 서비스 엔티티가 어떤 리소스에 대한 특정 조건의 변경을 구독(Subscription)하면 해당 리소스가 변경되어 조건 만족 시 이를 통지(Notification)하는 역할을 수행한다.

- 그룹 관리 기능(Group Management): 특정 그룹의 리소스를 생성, 탐색, 수정, 삭제를 수행하고 하나의 그룹 내에 동일 동작 전달(Fanout) 기능 제공한다.

- 네트워크 연동 기능(Network Service Exposure) : 네트워크 서비스 엔티티가 제공하는 서비스를 사용할 수 있게 한다.

- 데이터 검색 기능(Discovery): 요청에 주어진 범위 및 조건 내에서 공통 서비스 엔티티 안의 리소스를 검색한다.

- 위치 기능(Location): M2M 디바이스 또는 M2M 게이트웨이의 위치 정보를 획득하는 역할을 수행한다.

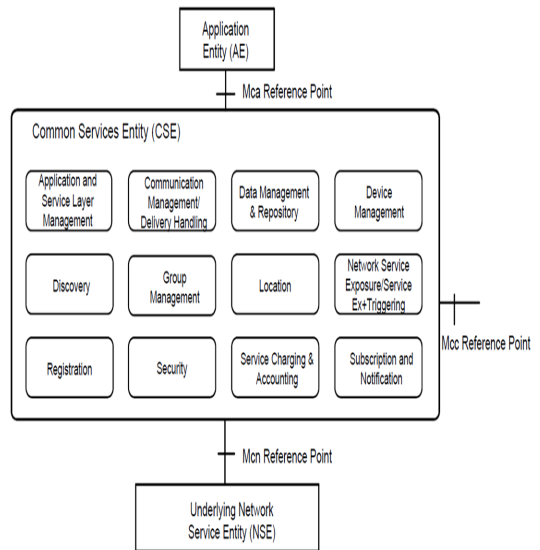


그림 6. 게이트웨이 제공 공통 서비스 기능  
Fig. 6 Gateway common services functions

- 장치 관리 기능(Device Management): M2M 게이트웨이 및 M2M 디바이스에 대한 디바이스 기능을 관리한다. 예를 들어, 애플리케이션 엔티티 설치 및 설정, 펌웨어(Firmware) 업데이트, 디바이스 진단(Diagn-

ostics), 네트워크 토폴로지(Topology) 관리 등을 수행할 수 있다. oneM2M은 장치 관리 표준 기술인 BBF TR069[5]과 OMA DM[6], [7]을 사용하여 장치 관리 기능을 제공한다.

- 서비스 과금 기능(Service Charging and Accounting): 애플리케이션 엔티티들이 어떤 공통 서비스 기능을 사용하는지 모니터링하고, 이를 기반으로 과금 기능을 제공하는 역할을 수행한다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 영산강 생태환경 감지 게이트웨이 구조와 기능을 설계 하였고, 이를 통하여 게이트웨이 코디네이터 클래스 다이어그램, 리소스트리를 제시 하여 인프라스트럭처 도메인과 연동되어 다양한 서비스에 접목할 수 있도록 하였다.

본 연구를 하면서 인프라스트럭처 도메인에서 센서 데이터 활용 서비스 기능 연구의 필요성을 느끼게 되었으며, 향후 서비스 플랫폼과 연동되는 센서 데이터를 이용한 다양한 데이터 서비스를 발굴 할 계획이다.

#### 감사의 글

본 논문은 2014년도 광주대학교의 연구비의 지원을 받아 수행되었음

#### References

- [1] S. Kim, K. Kim, and Y. Shon, "Information Analysis as Keyword of integrated IoT and Advanced Leisure Sport," *J. of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 5, May 2014. pp. 609-616.
- [2] K. Jeong, and W. Kim, "The Implementation of Smart Raising Environment Management System based on Sensor Network and 3G Telecommunication," *J. of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 6, no. 4, Aug. 2011. pp. 595-601.
- [3] J. Kim, "A cluster head replacement based on threshold in the Internet of Things," *J. of The Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 11, Nov. 2014. pp. 1241-1248.
- [4] oneM2M-TS-0001, "oneM2M Functional Architecture," Technical Specification, V-2014-08, Aug. 2014. pp. 18-20, 21-22.
- [5] BBF TR-069 CPE WAN Management Protocol Issue: 1 Amendment 4, July 2011, Broad Band Forum
- [6] OMA-TS-DM\_Protocol-V1\_3 "OMA Device Management Protocol," Open Mobile Alliance
- [7] OMA-TS-DM\_Protocol-V2\_0 "OMA Device Management Protocol," Open Mobile Alliance

#### 저자 소개



#### 남강현(Kang-Hyun Nam)

2003년 용인대학교 경영정보학과 졸업(이학사)

2006년 경희대학교 대학원 정보통신학과 졸업(공학석사)

현재 광주대학교 정보통신학과 교수

1986년~2006년 삼성전자 Core망 개발팀 근무

2013년~현재 산업통산자원부 이동통신분야 산업기술평가단 위원

2014년~현재 사물인터넷포럼 기술분과위원회 위원

2014년~현재 사물인터넷포럼 표준분과위원회 위원

※ 관심분야 : 사물지능통신, 빅데이터 플랫폼, SDN

