논문 2018-13-12

AWS기반 3G 통합환경센서 모듈을 이용한 실시간 환경 모니터링 시스템 개발

(Development of Real-time Environment Monitoring System Using 3G Integrated Environmental Sensors Based on AWS)

천 승 만*, 이 승 준, 윤 장 규, 석 수 영
(Seung-Man Chun, Seung-Jun Lee, Jang-Kyu Yun, Soo-Young Suk)

Abstract : As indoor pollutants such as carbon dioxide and dust mainly affect the respiratory and circulatory systems, there is an increasing need for real-time indoor / outdoor environmental monitoring. In this paper, we have developed a real - time environmental monitoring system using the cloud-based 3G integrated environmental sensor module for environmental monitoring. A highly reliable environmental information monitoring system requires various IT technologies such as infrastructure (server, commercial software, etc.), service application software, security, and authentication. A real-time environment monitoring system based on cloud service that can provide reliable service satisfying these configuration requirements is proposed and implemented. It is expected that this system can be applied to various technologies such as indoor automatic window opening/closing system based on the Internet.

Keywords : AWS monitoring system, Environment monitoring, Smart IoT convergence, 3G IoT sensor

Ⅰ. 서 론

최근 의료, 산업, 교통, 보안, 도시, 주택 등 다양한 분야에서 IoT(Internet of Things)의 급속한 발전이 이루어지고 있다 [1]. 특히 팜 (Farm), 공장, 가전, 시티 등의 다양한 산업에 스마트화를 이루기 위해서 다양한 센서, 플랫폼 등이 개발되고 있다 [2][3][4]. 특히, 스마트팜 또는 스마트공장에서는 외부의 환경정보에 따른 농작물 성장, 공장 제조 생산량이 달라질 수 있기 때문에 환경정보 모니터링 및 관리가 무엇보다 중요하다. 여기서, 환경정보는 온도, 습도, 일산화탄소, 일사, 먼지, 기울기 등의 정보를 말한다. 스마트팜에서는 이러한 환경정보를 기반으로 측창/천장, 커튼/차광막, 냉/난방기, 전등, 전열기구, 양액/관수펌프 등을 자동으로 제어하는 서비스를 개발하고 있다. 하지만, 이러한 서비스를 개발하기 위해서는 다양한 도전과제인 인프라(HW, SW), 보안, 네트워크, 개발 언어, 장치간 호환성 해결이 필요하다 [5].

현재 사물인터넷에 대한 관심이 증가하고 있으나, 서버 인프라, S/W, 라이센스 등의 네트워크 인프라가 부담되어 사물인터넷 기반 산업 활성화를 저해하는 요인으로 작용하고 있다 [6, 7]. 최근 들어, 이러한 사물인터넷 서비스를 제공하고자 Amazon Web Service [8], Google Cloud [9], Microsoft Azure [10] 등 글로벌 소프트웨어기업들이 클라우드 서비스를 제공하고 있다. 특히 Amazon은 아마존 웹 서비스를 제공하고 있으며, 이는 클라우드 기반의 네트워크 인프라 임대 서비스

*Corresponding Author (smchun@gitc.or.kr)
Received: Jan. 5 2018, Revised: Feb. 1 2018, Accepted: Feb. 19 2018.
S.M. Chun, S.J. Lee, J.K. Yun, S.Y. Suk : Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology
※ 본 연구는 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원의 산업기술개발기반구축사업 (No. N0001156)과 미래창조과학부 (MSIP)와 정보통신산업진흥원(NIPA)의 주관의 '경북SW융합클러스터사업(#S0144-15-1007)'의 사업비 지원으로 수행된 연구결과입니다.

ⓒ IEMEK J. Embed. Sys. Appl. 2018 Apr. 13(2) 101-107
ISSN : 1975-5066
http://dx.doi.org/10.14372/IEMEK.2018.13.2.101

표 1. 클라우드 플랫폼 및 서비스 비교
Table 1. Cloud platform and service comparison

Company	Platform Name	Providing service	Application
IBM	Bluemix	- Infrastructure, Platform, Software	- IoT Field
IBM	Watson IoT	- IBM Watson IoT platform	- IoT Field
APPLE	HOMEKIT	- IoT device control based on APP in premises	- Electronic Device Field
Google	Google Cloud	- Cloud data storage and management	- IoT Field
SAMSUNG	Artik	- Convergence control of premises	- Electronic Device Field
Microsoft	Azure (IoT Hub)	- IoT device and measuring information mgt.	- IoT Field
Amazon	AWS IoT	- Cloud device management and data transmission	- IoT Field

뿐만 아니라, 사물인터넷 플랫폼을 제공하고 있다. 본 논문에서는 AWS 클라우드 서비스를 기반으로 하여 복합 환경정보를 실시간 모니터링하고 서비스 제공할 수 있는 AWS 기반 IoT 환경 모니터링 시스템을 개발하였다. 본 시스템을 활용 및 응용함으로써 복합 환경 정보를 기반으로 데이터 모니터링 뿐만아니라 이종 디바이스를 제어할 수 있기 때문에 다양한 사물인터넷 서비스에 활용될 것으로 기대된다.

II. 기존 연구

1. 클라우드 서비스 분석

클라우드 기반 응용 서비스를 제공하기 위해서는 센서, 플랫폼, 서비스 부분으로 구분할 수 있다[1]. 클라우드 서비스는 플랫폼 또는 서비스부분을 제공하는 것을 말한다. 클라우드 서비스에서는 센서를 제공하고 이를 기반으로 플랫폼 및 서비스를 제공할 수 있는 운영 시스템을 제공한다.

표 1은 기존 클라우드 서비스 및 플랫폼에 대한 분석표를 나타낸다. 클라우드 서비스는 크게 IaaS (Infrastructure as a service), PaaS (Platform as a Service), SaaS (Service as a Service)로 구분된다. 이러한 구분은 서비스 제공 내용이 어떤 서비스를 제공하느냐에 따라 구분될 수 있다. IaaS는 인프라를 서비스로 제공하는 서비스를 말하며, PaaS는 플랫폼을 제공하는 서비스이며, SaaS는 응용서비스를 제공하는 서비스를 의미한다. IaaS서비스를 제공하는 기업으로는 IBM, APPLE, Google, Samsung, MS, Amazon 등이 있으며, 각 회사에서 제공하는 플랫폼으로는 블루믹스, 왓슨 IoT, AWS IoT 등이 있다. Watson IoT 서비스의 경우, 플랫폼 제공 뿐만아니라 인공지능 서비스까지 결합하여 서비스를 제공하고 있다. 이에 반해, 아마존사는 IaaS, PaaS, SaaS 등의 다양한 클라우드 서비스를 제공하고 있다. 특히 Amazon Lex, Machine Learning, Polly, Rekognition 등의 다양한 인공지능 서비스를 제공하고 있다.

이러한 글로벌 기업의 클라우드 서비스는 네트워크 보안, 인프라의 확장성, 융합성, 응용성이 뛰어난데 반해, 사용금액이 저렴하기 때문에 타 산업의 글로벌 기업들도 서비스를 활용하여 활용 서비스를 제공하고 있다. 본 연구에서는 클라우드 서비스로, 아마존 웹 서비스 (이하: AWS)를 활용하였다. 아마존 웹 서비스는 인프라 리소스 (컴퓨팅 파워, 데이터베이스 스토리지, 콘텐츠 전송 및 기타 기능)를 제공한다. AWS에서는 이러한 인프라 리소스는 쉽게 확장 또는 축소를 지원하기 때문에 저렴하게 서비스 인프라를 구성할 수 있다. AWS를 이용하여 사물인터넷 클라우드 모니터링 서비스를 제공하기 위해서는 EC2 (Elastic Compute Cloud)(가상의 인스턴스(클라우드 컴퓨터)), DynamoDB (데이터베이스), AWS IoT (메시지관리), S3 (파일저장) 서비스를 활용하면 서비스 구성이 가능하다. EC2를 통해서 데이터의 흐름을 Script 언어 등을 이용하여 관리하고 이를 DynamoDB 또는 S3에 데이터베이스 또는 파일을 저장 및 관리할 수 있으며, AWS IoT 서비스를 이용하여 실시간 데이터의 상태에 따른 Rule 설정을 통해 이종 연결된 장치 관리 또는 이벤트 관리를 할 수 있다.

본 연구에서는 복합환경센서 정보를 모니터링

그림 1. 모니터링을 위한 시스템 구조
Fig. 1 System architecture for monitoring

및 관리를 위해 AWS 서비스에서 AWS IoT, DynamoDB (DBMS, NoSQL) 서비스를 활용하였다.

Ⅲ. 시스템 구조

1. AWS 활용 통합환경센서 모니터링 시스템 구조

AWS 기반 통합환경센서 모니터링 시스템 구조를 그림 1과 같다. 통합환경센서는 ㈜나인원에서 판매하고 있는 Air Quality Monitor (이하: 스마트 게이트웨이)를 사용하였다.

본 시스템은 크게 센싱부분, 메시지 저장/관리부분, 데이터 모니터링 부분으로 구성된다. 센싱 부분은 스마트 게이트웨이에서 센싱된 데이터를 측정 및 전송하는 부분을 말한다. 여기서 스마트게이트웨이는 복합 환경 정보 (온도, 습도, 먼지, Co2, 기울기) 정보를 측정하는 복합센서를 지칭한다. 스마트 게이트웨이에는 3G USIM을 탑재되어 있으며, 이를 기반으로 3G통신을 통해 데이터를 전송하게 된다. 3G통신망을 이용하기 때문에 전국어디에서든 데이터 측정 및 전송이 가능하다.

메시지 저장/관리 부분은 스마트 게이트웨이에서 측정된 데이터를 클라우드 기반으로 하여 데이터를 저장 및 데이터 모니터링하는 부분을 말한다. AWS에서는 다양한 서비스들을 제공하고 있지만, 본 연구에서는 데이터 저장을 위해 AWS DynamoDB을 사용하였고, 메시지의 상태에 따른 이벤트 처리를 위해 AWS IoT 서비스 사용하였으며, 디바이스 및 데이터연동을 위해 AWS EC2 서비스를 사용하였다.

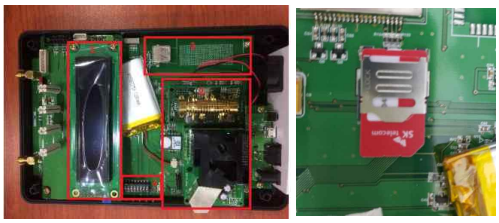

그림 2. 스마트게이트웨이 구조
Fig. 2 Smart gateway structure

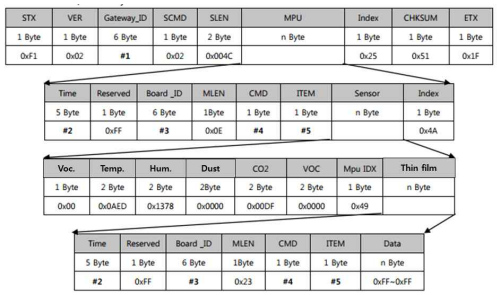

그림 3. Data 세부 구성
Fig. 3 Data detail configuration

데이터 모니터링 부분에서는 AWS DynamoDB에 저장되어 데이터를 모바일 폰 또는 웹 익스플로러를 통해 데이터 가시화하는 부분을 말한다. 본 개발에서는 웹 및 모바일 익스플로러에서 쉽게 확인할 수 있도록 하기 위해, PHP (Hypertext Preprocessor)로 개발하였다.

2. 스마트 게이트웨이 구조

스마트 게이트웨이는 크게 1) Display 보드, 2) 상용 센서 (먼지, Co2, VOC, 기울기센서), 3)박막센서, 4)게이트웨이 ID 설정 스위치로 구성되어 있다. Display 보드하단에 3G USIM 카드 슬롯이 있어 통신사 개통을 통해 장착하게 되어 있다. 스마트 게이트웨이에서는 GatewayID를 설정, 시리얼 설정, IP, Port 설정, 데이터 전송 주기 (ms), 센서 리딩 주기 (ms) 등이 설정이 가능하다.

스마트 게이트웨이에서 보내는 데이터의 구조는 그림 3과 같다. 데이터 전송 시 게이트웨이 ID, 센서 측정 데이터를 구성하여 전송한다.

3. 통합환경센서 모니터링을 위한 시스템 메시지 절차

그림 4는 스마트게이트웨이에서 측정된 데이터를

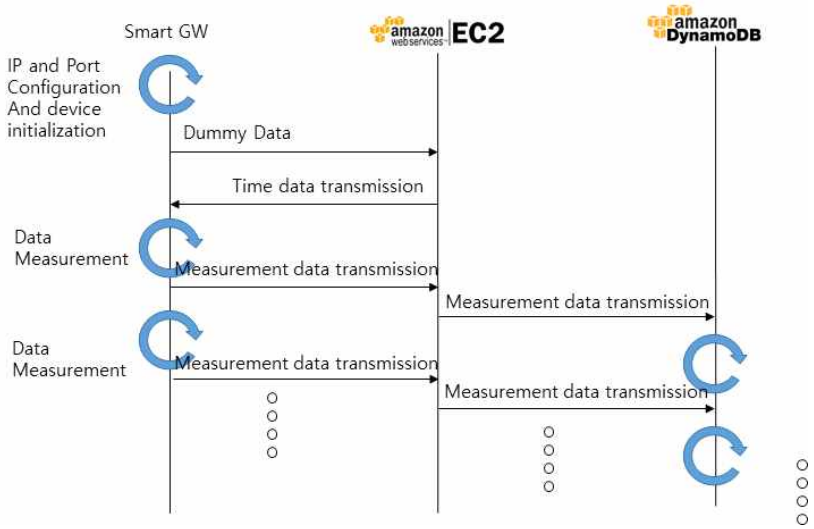

그림 4. 스마트게이트웨이-AWS간 메시지 흐름도
Fig. 4 Message flow between smart gateway-AWS

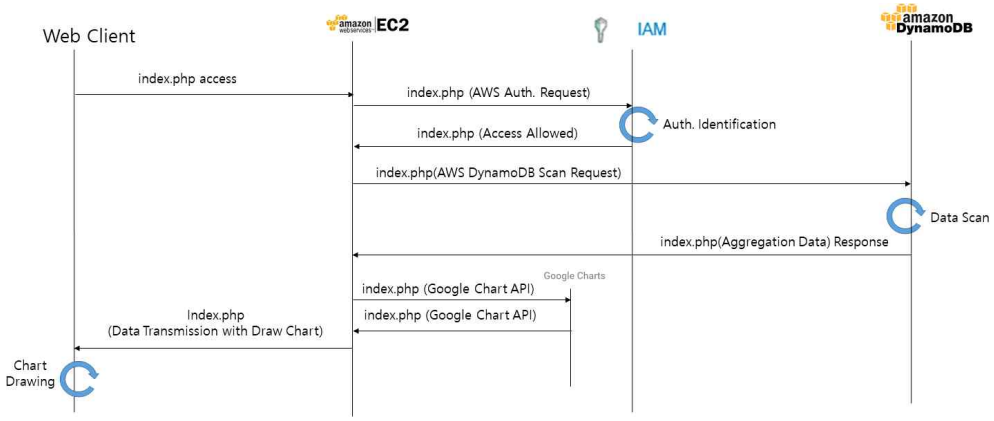

그림 5. Web Client – AWS간 메시지 흐름도
Fig. 5 Message flow between web client-AWS

아마존 웹 서비스 내 DynamoDB에 저장하기까지의 메시지 흐름절차를 보여준다. AWS EC2를 사용하기 위해서는 몇 가지의 설정이 필요한데 본 연구에서는 이 부분을 생략한다.

스마트게이트웨이는 자신의 IP주소 및 포트를 설정하고 디바이스의 정보를 초기화를 수행한다 (그림4). 이후 Dummy Data를 구성하여 설정되어 있는 AWS EC2 TCP 연결로 데이터를 전송하게 된다. 이때 3G 통신망을 이용하여 데이터를 전송하게 된다. EC2는 Dummy Data를 수신한 뒤 시간정보를 메시지를 구성하여 스마트게이트웨이로 전송한다. 이후 스마트게이트웨이는 주기적으로 환경 데이터를 측정하고 EC2로 데이터를 전송하게 되며, EC2는 이를 다시 AWS DynamoDB 데이터베이스 테이블에 측정된 데이터를 저장한다.

그림 5는 AWS Dynamodb에 저장되어 있는 데이터를 웹을 통해 가져올 때 전송되는 메시지 전송 흐름도를 나타낸다. 먼저 웹클라이언트는 AWS EC2의 index.php를 통해 AWS IAM 인증 절차를 수행하게 되고 승인이 완료되면, AWS DynamoDB에 접속하여 데이터를 스캔 (SCAN)하게 된다. DynamoDB는 NoSQL이기 때문에 정형화된 SQL을

SeqNumber	SortKey	Co2	Date	Dust	GatewayId	Humidity	Velocity	temp
251	251	314	2017.08.29 0…	0	a21610101401	44.22	01	26.65
1838	1838	317	2017.08.30 0…	0	a21610101401	43.12	01	28.52
2289	2289	607	2017.08.30 1…	0	a21610101401	43.12	01	26.43
1007	1007	381	2017.08.30 0…	0	a21610101401	43.52	01	27.93

그림 6. AWS DynamoDB의 저장된 데이터 구조
Fig. 6 Stored data architecture in AWS DynamoDB

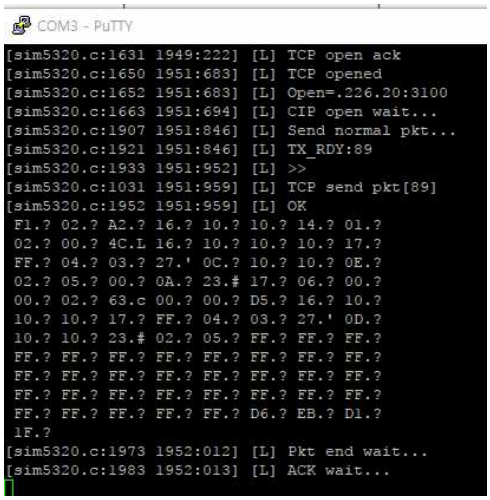

그림 7. 스마트게이트웨이의 환경 센서 측정값
Fig. 7 Environment sensing value of smart GW

사용하지 않는다. 스캔된 데이터를 수집한 뒤에 Google Chart API를 통해 차트형태로 변경되어 웹 클라이언트에 전송되게 된다. 이로써 실시간으로 측정되는 데이터를 모니터링할 수 있게 된다. AWS EC2에 AWS IoT 서비스를 활용하여 스마트게이트웨이에서 측정된 데이터를 AWS IoT Event Management Engine의 조건에 따라 특정 서비스(SMS, Simple Notification Message, Device Call 등)를 제공할 수 있다.

Ⅳ. 구현 결과

그림 6는 AWS DynamoDB에서 저장되어 있는 환경 정보를 보여준다. 스마트게이트웨이에서 주기적으로 측정된 데이터는 DynamoDB에 저장된다. AWS DynamoDB의 데이터베이스구조는 Public Key와 Sequence Key와 Co2, Data Time, Dust, Gateway Id, Humidity 등으로 구성된다. AWS에서

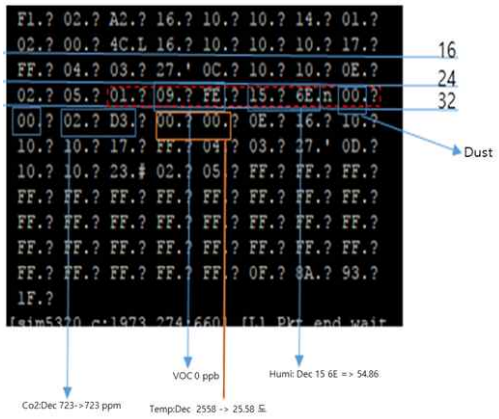

그림 8. 측정된 데이터 분석
Fig. 8 Measured data analysis

데이터베이스 설정시 그림 6에서 보이는바와 같이 데이터 저장하는 속성 또는 필드가 정해져 있지 않기 때문에 스마트게이트웨이에서 전송한 데이터의 타입에 따라 자동으로 설정되어 데이터베이스에 저장된다.

그림7는 스마트게이트웨이에서 복합 환경 정보를 측정하여 Hex로 메시지를 구성하여 AWS EC2로 데이터를 전송하는 것을 보여준다.

그림 8은 측정된 데이터에 대한 상세하게 분석한 것을 보여준다. 그림에서 보이는 바와 같이 먼지, Co2, 온도, 습도 정보 등을 측정하게 된다.

그림 9와 그림 10에서 보이는 바와 같이 모바일 웹 및 웹 익스플로러를 통해서는 복합 환경정보를 실시간으로 모니터링되고 있음을 확인할 수 있으며, 1달 동안의 실환경 테스트를 통해 신뢰성있게 전달됨을 확인하였다.

Ⅴ. 결 론

본 논문에서는 클라우드기반 3G 통합환경 센서

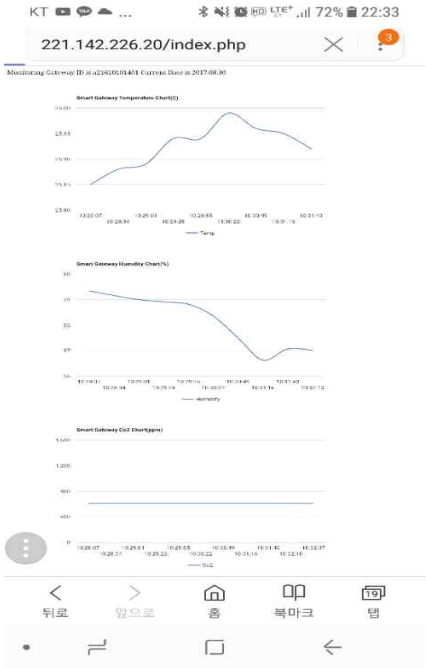

그림 9. 모바일 환경에서의 환경 정보 모니터링 UI
Fig. 9 User interface for environment information monitoring in mobile

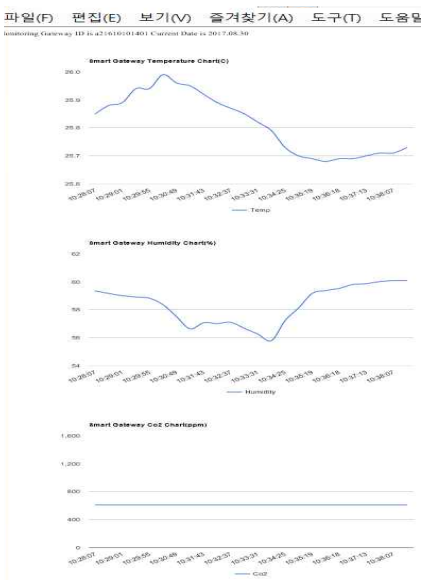

그림 10. 웹 환경에서의 환경 정보 모니터링 UI
Fig. 10 User interface for environment information monitoring in web

모듈을 이용한 실시간 환경 모니터링 시스템을 개발하였다. 환경정보 모니터링 시스템을 위해서는 인프라 (서버, 상용 소프트웨어 등), 서비스 응용 SW, 보안, 인증 등의 IT기술이 필요하다. 이러한 구성 요구사항을 만족하면서 신뢰성이 있는 서비스를 제공할 수 있는 클라우드 서비스 기반 실시간 환경 모니터링 시스템 구조를 제시하였고 이를 구현하였다. AWS에서 제공하는 AWS IoT 서비스를 활용한다면 실시간 측정 환경정보에 따라 다양한 응용 서비스 (푸시 메시지 서비스, 메일 알림, SMS 알림 등)와 연계한 서비스를 제공할 수 있을 것으로 예상된다.

References

[1] 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, pp. 1645-1660, 2013.

[2] M. Kovatsch, M. Lanter, Z. Shelby, “Californium: Scalable Cloud Services for the Internet of Things With CoAP,” Proceeings of International Conference on the Internet of Things(IoT), pp. 1-6, 2014.

[3] N. C. Batista, R. Melício, J. C. O. Matias, J. P. S. Catalão, “Photovoltaic And Wind Energy Systems Monitoring and Build/home Energy Management Using Zigbee Devices Within a Smart Grid,” Energy, Vol. 49, No. 1, pp. 306-315, 2013.

[4] N. Bressan, L. Bazzaco, N. Bui, P. Casari, L. Vangelista, M. Zorzi, “The Deployment of a Smart Monitoring System Using Wireless Sensor and Actuator Networks,” Proceedings of IEEE International Conference on Smart Grid Communications, pp. 49-54, 2010.

[5] D. Miorandi, S. Sicari, F. De Pellegrini, I. Chlamtac, “Internet of Things: Vision, Applications and Research Challenges,” Ad Hoc Networks, Vol. 10, No. 7, pp. 1497-1516, 2012.

[6] R. Buyya, C.S. Yeo, S. Venugopal, “Market-oriented Cloud Computing: Vision, Hype, and Reality For Delivering IT Services

as Computing Utilities," Proceedings of High Performance Computing and Communications, pp. 5-13, 2008.
[7] Cho Y. H, Seo Y. I., Kim l. h., "Consideration of Network as a Service," 12th CEIC 2010.
[8] https://aws.amazon.com/ko/
[9] https://cloud.google.com
[10] https://azure.microsoft.com

Seung-Man Chun (천 승 만)

He received his M. S and Ph. D. degrees and in Electronic Engineering from Kyungpook National University, Daegu, Korea, in 2010 and 2014. He is currently working in Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology. He has published more than 40 journals and articles in the areas of computer communication networks, IoT network management. His research interest includes mobility management, IoT Healthcare Network. In particular, he has been working on IoT network management mobility in Smart Farm and Smart Factory.
Email: smchun@gitc.or.kr

Seung-Jun Lee (이 승 준)

He received his B.S degree in information and communication engineering from Pukyong National University, Busan, Korea, in 2010. He is currently working in Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology. His research interest includes Cloud Datacenter Platform Services. In particular, he has been working on Software as a Service in Cloud.
Email: sjlee@gitc.or.kr

Jang-Kyu Yun (윤 장 규)

He received his M. S and Ph. D. degrees and in Computer Engineering from Kyungpook National University, Daegu, Korea, in 2007 and 2012. He is currently working in Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology. His research interest includes Vehicular Ad Hoc Networks and Wireless Personal Area Networks. In particular, he has been working on V2X communications for autonomous vehicles.
Email: jkyun@gitc.or.kr

Soo-Young Suk (석 수 영)

He received the Ph.D. degree in Information &Communication Engineering from Youngnam University, Gyeongbuk, Republic of Korea, in 2004. In 2005, he was a Postdoctoral Research Fellow in Tohoku University. In March 2013, he joined Gyeongbuk Institute of IT Convergence Industry Technology, Gyeongbuk, Republic of Korea, where he is currently the director of the headquarters. His research interests include IT System for Vehicle and Speech Recognition, Signal Processing Software.
Email: sysuk@gitc.or.kr