

SDN과 SNMP를 이용한 IMS 네트워크 관리

양우석, 김정호, 이재오*
한국기술교육대학교 전기전자통신공학과

A Management for IMS Network Using SDN and SNMP

Woo-Seok Yang, Jung-Ho Kim, Jae-Oh Lee*

Electrical Electronics & Communication Engineering, Korea University of Technology and Education

요약 정보통신 기술의 발달은 네트워크 사용자들이 손쉽게 멀티미디어 서비스를 이용할 수 있도록 했다. 이로 인해 정보통신 사업자들은 QoS(Quality of Service) 기반의 멀티미디어 서비스를 제공하는 기술을 주목하기 시작했다. IMS(IP Multimedia Subsystem)는 멀티미디어 서비스 및 응용 서비스를 제공하는 기술 중 하나로 IP 네트워크를 기반으로 하는 플랫폼이다. 최근에 주목을 받고 있는 5G 네트워크는 대규모의 용량 및 연결, 적응성, 끊임 없는 이중성, 그리고 고도의 유연성으로 표현된다. 5G로 향하는 근래의 네트워크 기술에서 급증하는 네트워크 디바이스와 서비스 이용자는 트래픽의 부하를 일으킬 수밖에 없다. 본 논문은 이러한 네트워크 트래픽의 부하를 네트워크 가상화 기술인 SDN(Software Defined Network)을 이용하여 최소화 하고, 여기에 SNMP(Simple Network Management Protocol)를 이용하여 보다 더 효율적인 네트워크 관리를 하려한다. 이를 위해 SDN을 이용한 IMS 네트워크에서 이용될 동적 라우팅 알고리즘과 SNMP의 private MIB(Management Information Base)의 설계를 제안한다. 본 논문의 제안을 통해 정보통신 사업자는 보다 효율적으로 네트워크 자원을 제공 할 수 있다고 기대한다.

Abstract In accordance with the development of information and communications technology, a network user has to be able to use quality of service (QoS)-based multimedia services easily. Thus, information and communications operators began to focus on a technique for providing multimedia services. The IP Multimedia Subsystem (IMS) is a platform based on Internet Protocol (IP) as a technology for providing multimedia services and application services. The emerging 5G networks are described as having massive capacity and connectivity, adaptability, seamless heterogeneity, and great flexibility. The explosive growth in network services and devices for 5G will cause excessive traffic loads. In this paper, software-defined networking (SDN) is applied as a kind of virtualization technology for the network in order to minimize the traffic load, and Simple Network Management Protocol (SNMP) is used to provide more efficient network management. To accomplish these purposes, we suggest the design of a dynamic routing algorithm to be utilized in the IMS network using SDN and an SNMP private management information base (MIB). The proposal in this paper gives information and communications operators the ability to supply more efficient network resources.

Keywords : Dynamic Routing, IMS, MIB, SDN, SNMP

1. 서론

5G 통신에서 가장 우려되는 문제점은 폭발적으로 증가하는 네트워크 디바이스의 수에 따른 신호 트래픽의 관리다. 이를 해결할 방안으로 통신사업자들은 네트워크

가상화에 주목하고 있다. 네트워크 가상화란 기존의 하드웨어와 소프트웨어 자원을 하나의 소프트웨어로 네트워크 자원과 구조를 효율적으로 이용 할 수 있다는 개념으로 기존 자원들을 하나의 소프트웨어로 네트워크 자원

*Corresponding Author : Jae-Oh Lee(Korea University of Technology and Education)
Tel: +82-10-3441-7736 email: jolee@koreatech.ac.kr

Received July 25, 2016

Revised (1st January 31, 2017, 2nd April 6, 2017)

Accepted April 7, 2017

Published April 30, 2017

과 구조를 효율적으로 이용 할 수 있게 한다. 대표적인 기술로는 SDN이 있다.

네트워크 디바이스들의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 핵심 기술로는 IP망을 기반으로 하는 IMS가 있다. 이 IMS를 SDN과 접목시켜, SDN Controller로 IMS의 노드인 CSCF(Call Session Control Function)들을 제어한다면 향후 IoT(Internet of Things)산업에서 급증하는 디바이스로 인한 멀티미디어 서비스의 트래픽 문제를 해결할 수 있다고 본다.

SDN Controller를 통해 IMS의 CSCF들을 제어하기 위해서는 NMS(Network Management System)이 필요하다. NMS란 네트워크의 효과적인 운용, 설비 유지 및 품질 유지를 위하여 통신 시스템의 운영 관리와 시스템 내의 각종 자원의 구성, 상태 등을 감시하고 조작하는 것을 말하며, 구체적으로는 트래픽 관리, 품질 유지, 보존 관리 그리고 망 제어를 포함한다[1]. 본 논문에서는 새로운 연구 방향으로 대표적인 관리 프로토콜인 SNMP를 활용하여 SDN기반의 IMS 네트워크를 관리하는 방안과 네트워크의 규모가 커질 경우에 적합한 동적 라우팅 방식 알고리즘 그리고 SNMP내의 MIB설계를 제안한다.

2. SDN과 SNMP를 이용한 IMS 네트워크 관리

2.1 SDN 기반의 IMS

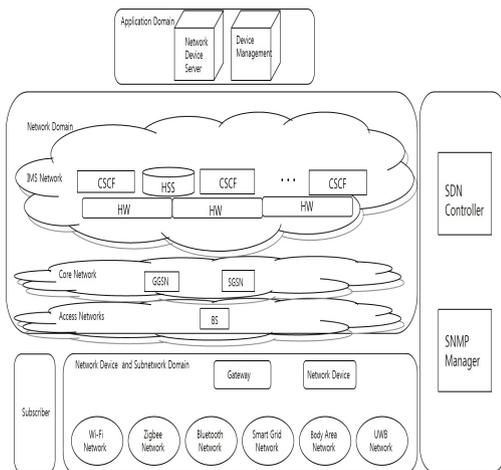


Fig. 1. Architecture of IMS based on SDN

Fig. 1은 SDN기반의 IMS 네트워크 구조를 보여주고 있다. 다양한 특징의 네트워크 디바이스들은 하단부의 게이트웨이(Gateway)를 통해 Network Domain으로 신호를 보내게 된다. 이들 신호는 Network domain 내 Access Network의 기지국(Base Station: BS)에서 취합된다. 이후 Core Network의 GGSN(Gateway GPRS Support Node) 및 SGSN(Serving GPRS Support Node)을 통하게 된다. GGSN에서는 SGSN으로부터 오는 GPRS 패킷을 적합한 PDP 형식으로 변환하여 전송하고 SGSN에서는 패킷 라우팅 및 전송, 이동 및 링크 관리, 인증, 요금부과 등의 역할을 수행한다. 또한 네트워크 자원들은 IMS Network내의 있는 CSCF들을 통해 해당하는 Application Domain에 위치한 Network Device Server로 향하게 되며 이후 사용자는 Network Device Server에서 해당하는 네트워크 자원의 정보를 확인할 수 있다. Application Domain에서는 Network Device Server, Device Management 등이 기본적으로 존재하며 사용자의 필요성에 따라 생성과 삭제 그리고 추가 등의 서비스를 통해 다양한 서비스의 제공이 가능하다[2, 9]. 제시한 네트워크 구조는 우측에 위치한 SDN 제어기(Controller)와 SNMP 제어기(Controller)를 통해서 제어 가 가능하다.

SDN기반의 IMS는 SDN Controller를 통해 각 CSCF들의 역할을 관리한다. 다음 Fig. 2는 SDN 기반의 IMS의 단순 구조를 나타낸다.

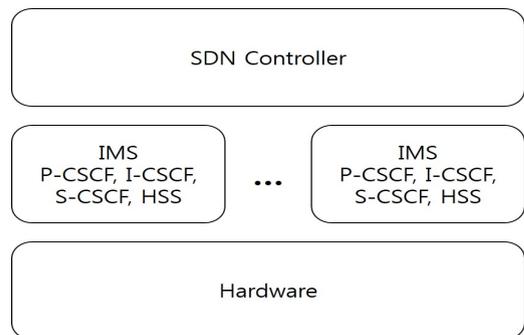


Fig. 2. Simple Architecture of IMS based on SDN

SDN 제어기는 IMS내의 CSCF들의 상태를 체크하여 부하가 발생할 경우 다른 IMS의 CSCF로 넘길 수 있게 신호를 OpenFlow를 통해 처리한다[3-4]. 이러한 구조의 네트워크 제어를 통해 네트워크 서비스의 유연성을 높여

응용서비스의 개발 및 관리비용을 줄일 수 있다.

2.2 SNMP를 이용한 네트워크 관리

앞서 언급한 SDN기반의 IMS 구조를 SNMP로 보다 신뢰성 있고 간편하게 네트워크 관리를 할 수 있는 방안을 제안하려 한다. Fig. 3은 SNMP를 이용한 네트워크 관리의 전체적인 구조를 나타낸 것이다.

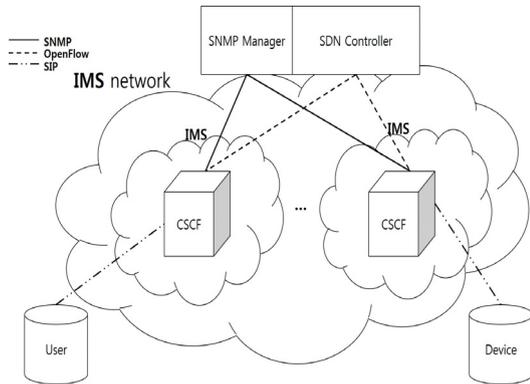


Fig. 3. IMS Network Management based on SDN Using SNMP

User에서 SDP가 포함된 SIP 신호를 CSCF로 보내면, CSCF에 있는 SNMP 에이전트(Agent)는 SNMP 프로토콜을 이용하여 주기적으로 MIB를 SNMP 관리자(Manager)와 정보를 주고받는다. 만약 기존의 CSCF에 부하가 발생하면 SNMP 관리자는 SDN 제어기가 적절한 CSCF를 선택하여 SIP메시지를 전달할 수 있도록 한다. 이를 통해 네트워크 자원과 구조를 효율적으로 이용할 수 있다.

다음은 SDN기반의 IMS 구조를 제어 및 관리를 하는 SNMP 관리자와 SDN 제어기에 대해 설명한다. 먼저 SNMP 관리자는 Management Module과 Monitoring Module 두 가지의 모듈을 가지고 네트워크를 제어한다. Management Module에서는 IMS 내의 CSCF들을 생성, 제어, 관리 그리고 삭제를 수행하며, Monitoring Module에서는 IMS 내의 CSCF에 부하 발생의 여부를 모니터링 한다. 이 두 모듈은 상호간 정보 교환을 통하여 CSCF의 부하 발생시 SDN 제어기에 통보하여 적절한 S-CSCF로 네트워크 자원이 할당되도록 한다. 이때 SNMP 관리자와 SDN 제어기는 Legacyflow를 이용하여 통신한다. Legacyflow는 기존의 네트워크인 Legacy Network와

SDN과 같은 Openflow Network 간의 제어를 가능하게 하는 프로토콜이다.

다음 Fig. 4는 SNMP 관리자의 기본 모듈을 나타낸다.

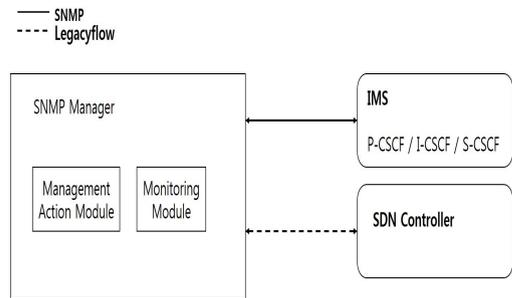


Fig. 4. SNMP Manager Module

SDN 제어기는 SNMP 관리자Manager의 요청을 받아 Traffic Flow Policy DB 및 Network Information Module의 정보를 사용하여 Traffic Flow Decision Module의 결정으로 IMS로 전달되는 네트워크 신호 트래픽을 분류한다. 그 후 지정된 IMS 혹은 부하가 적은 IMS에게 네트워크 신호 트래픽이 전달 되도록 제어 및 관리한다. 이는 IMS들이 트래픽을 전송하는 네트워크 장비 내의 트래픽 정보를 관리 프로토콜(OpenFlow, SNMP 등)을 사용하여 생성 혹은 수정하여 이에 따라 트래픽이 전달되도록 구성한다. Fig. 5는 SDN 기반의 IMS 구조에서 SDN 제어기를 나타낸 것이다.

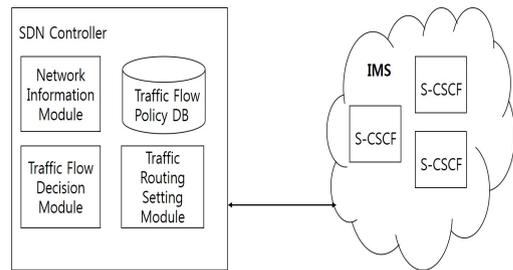


Fig. 5. SDN Controller

Traffic Flow Decision Module에서 결정한 경로는 Traffic Routing Setting Module로 적합한 IMS내의 S-CSCF로 할당되도록 한다.

다음 Fig. 6은 위의 구조를 통하여 I-CSCF에서 S-CSCF로의 SIP 메시지 흐름과 SNMP 관리자와 SDN 제어기의 제어를 시나리오로 보여준다[3].

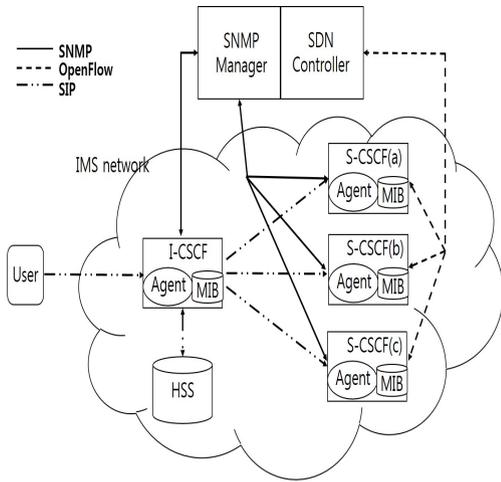


Fig. 6. Scenario of Message Routing

다수의 S-CSCF(a,b,c)가 존재할 때, 임의의 S-CSCF에 부하가 발생했다고 가정한다. 부하가 발생한 S-CSCF는 SNMP 관리자에게 부하의 발생을 알린다. 이후 SNMP 관리자는 라우팅 할 S-CSCF의 주소를 SDN 제어기에 알려주고 적절한 S-CSCF를 선택하여 SIP 메시지를 전달한다.

3. 효율적인 네트워크 관리를 위한 동적라우팅 알고리즘과 MIB 설계

3.1 동적 라우팅 알고리즘 설계

2절에서 언급한 네트워크 관리 구조가 이뤄지기 위해서는 다음 Fig. 7과 같은 동적 라우팅이 이뤄져야 한다. 동적 라우팅 알고리즘을 이용하는 이유는 네트워크의 규모가 커질 경우 CSCF의 노드 수는 더 많아지고 관리해야 할 부분이 많아지기 때문에 부하가 걸릴 시 수행이 힘든 정적 라우팅보다 적절하기 때문이다[5]. CSCF에 있는 SNMP 에이전트는 주기적으로 성능 관련 정보인 MIB를 SNMP 관리자에게 제공한다. SNMP 관리자는 제공받은 정보를 바탕으로 Fig. 7의 동적 라우팅 알고리즘을 이용하여 관리 서비스를 수행한다. 즉, 동적 라우팅은 CSCF 내의 MIB에서 추출한 값을 분석하여 성능이 좋은 CSCF로 라우팅 경로를 변경한다.

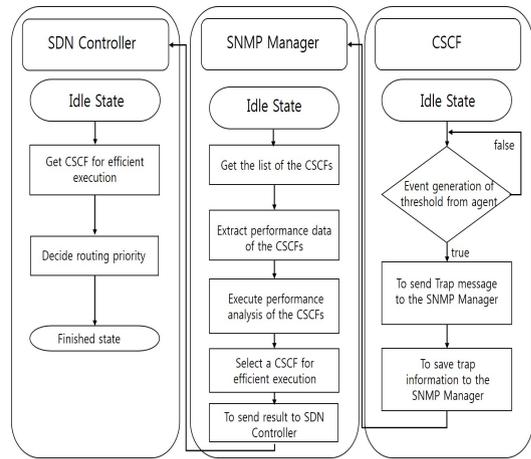


Fig. 7. Dynamic Routing Algorithm

Fig. 7의 알고리즘은 CSCF와 SNMP 관리자 그리고 SDN 제어기인 세 구성으로 나뉘어 동작한다. 각 구성은 다음과 같은 작업을 수행한다.

- CSCF: CSCF내의 에이전트로부터 Threshold가 발생시, Trap메시지를 SNMP 관리자로 보고 및 저장
- SNMP 관리자: CSCF들의 정보를 비교 분석 후 가장 적합한 CSCF선택
- SDN 제어기: 선택된 CSCF를 확인 후 라우팅 우선 순위 결정

이때, Threshold의 기준은 CPU와 Memory를 통해 결정되며 다음 Fig. 8의 형식을 따른다.

```

if [ "$memory" -le "85" ]; then
  if [ "$cpu" -ge "20" ]; then
    echo "UP"
    rm -f $PIDFILE
  elif [ "$DEBUG" -eq "1" ]; then
    echo "The threshold CPU has reached for $IP - DOWN" |
    logger -p local0.debug
    rm -f $PIDFILE
  fi
else
  echo "The threshold MEMORY has reached for $IP - DOWN" |
  logger -p local0.debug
  rm -f $PIDFILE
fi
    
```

Fig. 8. Decision of Threshold Value

알고리즘의 전체적인 흐름은 다음과 같다. SNMP 관리자는 주기적으로 Get 메시지를 통하여 CSCF로부터

성능 정보에 관한 정보를 수집한다. SNMP 관리자에 의하여 설정한 Threshold(CPU, Memory)를 초과하거나 예외 이벤트가 발생할 경우에 Trap 메시지를 통해 SNMP 관리자에게 보고 및 저장한다. Trap 메시지는 CSCF들이 비정상적인 동작 또는 이벤트가 발생할 경우에 이를 SNMP 관리자에게 전달하는 역할을 수행한다. SNMP 관리자는 이렇게 전송된 CSCF 정보들을 추출한 뒤 각 CSCF들의 성능을 비교 분석한다. 그리고 가장 효율 높은 CSCF를 선택한 뒤 SDN 제어기에 이 정보를 전송하면, SDN 제어기는 가장 효율이 좋은 라우팅 경로를 결정하여 수행한다.

3.2 privat MIB 설계

MIB는 Fig. 9와 같은 계층적 구조를 가지므로 필요에 따라 확장해서 사용이 가능하기 때문에 사설 MIB는 private(4)의 enterprise(1)에 정의해서 사용할 수 있다 (RFC 1213).

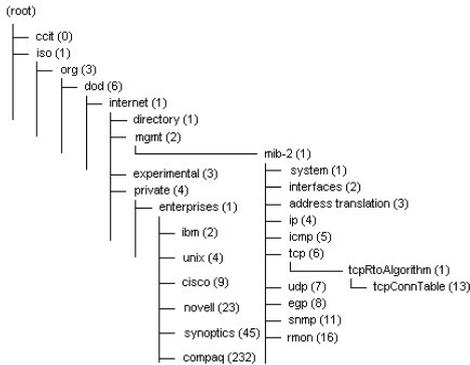


Fig. 9. Basic Architecture of MIB

이렇게 정의된 MIB는 SNMP가 관리해야 할 네트워크 자원 오브젝트의 분류된 정보를 의미한다. 관리할 자원 오브젝트는 시스템정보, 네트워크사용량, 네트워크인터페이스정보 등이 된다. MIB로 정리된 값에 대해서 SNMP는 에이전트의 상태를 파악하거나 그 값을 변경할 수 있다. 결과적으로 에이전트의 장비와 상태도 변경할 수 있으며, 동작을 명령할 수 있다.

본 논문이 제시한 SDN기반의 IMS 네트워크 구조의 효율적인 네트워크 관리를 위해 Table. 1과 같은 사설 MIB 정보를 제안한다.

Table 1. Private MIB in IMS based on SDN
1) IbS - IMS based SDN

Node name	Value
IbSMACAddr	MAC Address of IbS
IbSDescript	IbS description
IbSOrganization	IbS organization
IbSLocation	Location of IbS
IbSReset	IbS reset
IbSStatus	State of IbS
IbSUptime	Run time of IbS
IbSDeathCount	Stop count of IbS
IbSRequests	Request count of IbS
IbSVmIndex	Index of IbS
IbSVmId	ID of IbS
IbSProcessIndex	Process index of IbS
IbSProcessId	OS ID
IbSCpuIndex	Index of CPU
IbSCpuId	CPU ID
IbSTrapStatusChange	agent state change Trap
IbSTrapDetectNew	Add new agent Trap
IbSTrapDisappear	Agent disappear Trap
IbSTrapCpuWarn	Over CPU Threshold

Table 1의 MIB는 private MIB로 정의되고, 각각의 CSCF 내의 에이전트가 탑재한 관리구조의 정보를 나타낸다. IMS 내 CSCF의 장애원인을 판단할 수 있는 정보들과 신속한 처리를 위한 Trap 정보를 포함하여 네트워크를 관리함에 있어 신속한 처리가 이뤄질 수 있게 한다.

4. 결론

본 논문은 SDN과 SNMP를 이용하여 멀티미디어 서비스 플랫폼인 IMS의 네트워크를 관리하는 방안에 대해 제시한다. SDN 기반의 IMS를 통해 통신 사업자는 멀티미디어 서비스를 별다른 투자비용 없이 제공할 수 있고, SNMP를 이용하여 보다 효율적인 네트워크 자원의 관리가 가능하다. 또한 제시하는 구조에 맞게 동적 라우팅 알고리즘을 통하여 SDN 기반의 IMS 구조의 구성 요소인 CSCF, SNMP 관리자 그리고 SDN 제어기들이 IMS의 부하가 발생하지 않도록 역할을 수행할 수 있도록 하고 SNMP 내의 private MIB를 설계 및 구현을 한다면 CSCF의 상태와 장애원인을 파악 및 처리가 신속히 이뤄질 수 있을 것이라 예상된다. 본 논문이 제시하는 부분은 향후 연구를 통해 실제 서비스를 구현할 것이며, 동적 라우팅 알고리즘과 private MIB를 이용했을 때 기존의 IMS와의 트래픽 부하 처리를 비교해 볼 것이다.

References

- [1] J. Case, "A Simple Network Management Protocol (SNMP)", IETF RFC 2790, Mar. 2000.
- [2] Jung-Ho Kim, Jae-Man Been, Seung-Chan Kang, Jae-Oh Lee, "M2M Network Platform Using the MSRP", *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, vol. 17, no. 4, pp. 752-757, 2016.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2016.17.4.752>
- [3] N. McKeown, "OpenFlow: Enabling Innovation in Campus Networks", 2008.
<http://www.openflow.org/documents/openflow-wp-latest.pdf>.
- [4] R. Bifulco, R. Canonico, M. Brunner, P. Hasselmeyer, and F. Mir, "A practical experience in designing an OpenFlow controller", in *Proc. IEEE*.
DOI: <https://doi.org/10.1109/EWSDN.2012.10>
- [5] Jae-Hyoung Cho, Jae-Oh Lee, "A management for the deployment of presence service using a dynamic routing algorithm in the IMS nodes", *APNOM* 2011.
DOI: <https://doi.org/10.1109/APNOMS.2011.6076957>
- [6] Gonzalo Camarillo, Miguel A. Garcia-Martin, "The 3G IP Multimedia Subsystem(IMS) merging the internet and the cellular worlds", Wiley, 2006.
- [7] "Software-defined networking: the new norm for networks", White paper. Open Networking Foundation. April 13, 2012. Retrieved, Aug. 2013.
- [8] W. Xia, Y. Wen, C. H. Foh, D. Niyato, H. Xie, "A survey on softwaredefined networking", *Commun. Surveys Tuts.*, vol. 17, no. 1, pp. 2751, Jun. 2014.
DOI: <https://doi.org/10.1109/COMST.2014.2330903>
- [9] Jae-Man Been, Jae-Oh Lee, "The Platform of Virtualized IMS using the NFV/SDN", *KNOM Review*, vol. 18, no. 1, pp. 49-57.

양 우 석(Woo-Seok Yang)

[정회원]



- 2014년 8월 : 한국기술교육대학교 정보통신공학과 (공학사)
- 2016년 8월 : 한국기술교육대학교 전기전자통신공학과 정보통신공학 전공 (공학석사)
- 2016년 9월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 전기전자통신공학과 정보통신전공 박사과정 재학중

<관심분야>

네트워크 제어/관리, IMS, NFV/SDN

김 정 호(Jung-Ho Kim)

[정회원]



- 2009년 8월 : 한국기술교육대학교 정보통신공학과 (공학사)
- 2011년 2월 : 동대학원 정보통신공학과 (공학석사)
- 2017년 2월 : 한국기술교육대학교 전기전자통신공학과 정보통신전공 (공학박사)

<관심분야>

네트워크 제어/관리, IMS, 제어플랫폼, M2M, NFV/SDN

이 재 오(Jae-Oh Lee)

[정회원]



- 1993년 8월 : 광운대학교 전산학과 졸업(공학박사)
- 1994년 3월 ~ 1995년 2월 : 코오롱 정보통신 연구소 과장
- 1995년 2월 ~ 2000년 12월 : KT 선임연구원
- 1999년 9월 ~ 2002년 8월 : (주) 웨어플러스 연구소장
- 2002년 8월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 전기전자통신공학부 교수

<관심분야>

네트워크 제어/관리 및 IMS, QoS 제어플랫폼, M2M/IoT, NFV/SDN, Machine Learning