

## 네트워크 상황 정보를 이용한 다중 인터페이스 단말의 배터리 수명 연장 기법

이재균<sup>1</sup>, 윤동근<sup>1</sup>, 김용운<sup>2</sup>, 최성곤<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 전파통신공학과, <sup>2</sup>한국전자통신연구원

e-mail : {bnlj1, holylight1, sgchoi1}@cbnu.ac.kr, qkim@etri.re.kr2

### Battery life time extension method in the multi-interfaced terminal by using the network state information

Jae Kyun Lee<sup>1</sup>, Dong Geun Yun<sup>1</sup>, Yong Woon Kim<sup>2</sup>, Seong Gon Choi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Radio & Communications Engineering, Chungbuk National University

<sup>2</sup>Electronics and Telecommunications Research Institute

**요약** 본 논문에서는 네트워크 상황 정보를 이용한 다중 인터페이스 단말의 배터리 수명 연장 방법을 제안한다. 단말은 현재 접속 네트워크에 병목현상이 발생하는 경우, 다중 인터페이스를 이용하여 다중 경로로 데이터를 수신한다. 하지만 다중 인터페이스를 이용하는 경우 단말의 배터리 소모가 많아 단말의 배터리 수명이 짧아진다. 이러한 배터리 소모를 줄이기 위해 OLT를 통해 네트워크의 병목현상 유무를 판단하고 단말에게 네트워크 상황 정보를 전송한다. 단말은 네트워크 상황 정보를 통해 하나의 인터페이스를 비활성화 시켜 에너지 소비를 절감시킨다. 단일 인터페이스와 다중 인터페이스를 사용함에 따른 배터리 소비량을 계산하여 제안 방안의 효과를 확인하였다.

**키워드** : 네트워크 상황 정보, OLT, 배터리 전력 소비량, 다중 인터페이스

**Abstract** In this paper, we propose the battery life time extension method in the multi-interface terminal by using the state information in an optical wireless integrated network architecture. When the bottlenecks occurs in the network, the terminal receives data packets via multipath. However, the battery life time is rapidly reduced because the power consumption of the terminal is bigger than single interface. For reducing the power consumption in the multi-interface terminal, the Optical Line Terminal (OLT) confirms whether the bottleneck phenomenon is occurred or not. And the network state information is transmitted to the terminal. The terminal turns one of the interfaces off to reduce the power consumption. In order to estimate the performance, we compare the power consumption between single and dual interfaces.

**Key Words** : state information, OLT, battery power consumption, multi-interface

### 1. 서론

최근 일반적인 음성 통화 지원뿐만 아니라 모바일 인

터넷 데이터 서비스가 가능한 스마트폰에 대한 수요가 급격하게 증가하고 있다. 이에 따라 모바일 응용시장 또한 스마트폰 사용자의 증가와 함께 급속히 성장하고 있다.[1] 스마트폰 사용자의 증가로 인해 다양한 무선 서비

\*교신저자: 최성곤(sgchoi@cbnu.ac.kr)

접수일(2012년 6월3일), 심사완료일(2012년 6월 27일)

스에 대한 수요 증가와 함께 단말의 사용시간 및 무선 데이터 트래픽이 눈에 띄게 증가하고 있다.

다양한 무선 네트워크의 공급에 따라 하나의 단말에서 여러 방식의 무선 네트워크를 사용하기 위해 다양한 인터페이스들을 함께 설계하여 구성하고 있다. 따라서 하나의 단말을 이용해 다양한 네트워크에 접속이 가능하다.

하지만 유선망의 경우 무선망에 비해 월등한 능력의 전송 속도로 서비스를 제공하기 때문에 유선망에서 전송된 데이터를 무선망에서 빠르게 처리하지 못하여 데이터들의 병목 현상이 발생하게 된다. 또한 유,무선망 사이에서 발생하는 병목현상을 해소하고 사용자가 요구하는 서비스를 원활히 제공하기 위해 다중 인터페이스를 사용하는 경우, 단일 인터페이스를 사용할 때보다 에너지 소비가 증가하여 지속적인 다중 인터페이스 사용은 불가능하다.

본 논문에서는 다중 인터페이스 단말이 병목현상으로 인해 서로 다른 네트워크를 이용하여 다중 경로를 사용하는 경우, OLT를 통해 병목현상의 유무를 확인하고 네트워크 상황 정보에 따라 단말의 에너지 소비를 절감 할 수 있는 배터리 절감 알고리즘을 제안한다. 단말은 네트워크 정보를 확인하여 접속 중인 다중 인터페이스에서 하나의 인터페이스를 선택하여 비활성화 시킴으로써 단말의 배터리 수명을 연장시킬 수 있다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 기존 논문에서 제안된 에너지 절감 전략에 대한 내용을 기술하고, 3장에서는 제안한 다중 인터페이스 단말의 배터리 수명 연장 방법을 기술한다. 4장에서는 단일 인터페이스와 다중 인터페이스 사용에 따른 에너지 소비량을 비교하여 향상된 배터리 소비 성능을 평가하고, 마지막으로 5장에서는 논문의 결론을 맺는다.

## 2. 관련연구

기존 논문에서는 다중 인터페이스 단말을 사용하며 네트워크에서 병목현상이 발생하였다고 가정하였을 때, 다중 경로를 사용하여 서비스를 제공한다. 하지만 네트워크의 성능에 대해서만 분석을 했을 뿐 단말의 에너지 소비 측면에 대해 분석하지 않았다.[2]

EPON과 WiMAX 통합 네트워크 내에서 지연시간에

민감한 실시간 서비스에 대해 보장된 지연시간을 제공하기 위한 방안으로 네트워크 내에 병목현상이 발생하였을 경우, 다중 경로를 통해 실시간 서비스를 제공 받음으로써 실시간 서비스에 대한 지연시간을 보장한다.[3] 그러나 병목현상이 해제 되었을 때, 네트워크 상황을 인지하는 방식과 네트워크 장치들의 동작에 대해 고려하지 않았다.

다중 인터페이스 단말에서 Primary 인터페이스보다 단위시간당 에너지 소모가 더 큰 Standby 인터페이스를 사용하면서 폴링 기법을 이용하여 Primary 인터페이스가 사용될 수 있는지의 여부를 판단하여 Standby 인터페이스 보다 에너지 소비가 더 작은 Primary 인터페이스를 사용하도록 구성되어있다.[4] 따라서 Primary 인터페이스를 사용하지 않은 경우, 단말에서 소비되는 에너지가 증가하게 되며 네트워크의 상황에 대한 언급이 되어있지 않다.

IEEE 802.16e/m에서 단말의 에너지 소비를 최소화시키려는 전력 절감 기술의 핵심은 서비스를 사용하지 않는 동안에 단말이 수면 모드로 동작하게 하고, 전력 소모의 주요인인 송수신과 관련된 주요 장치의 전원을 차단케 하는 것이다. 따라서 전력 절감 기술에서 단말은 두 가지 상태 모드, 수면 모드 (sleep mode)와 웨이크 모드 (wake mode)로 동작한다.[5] 여러 논문에서 두 가지 상태 모드와 수면 사이클 크기를 이용하여 에너지 소비 절감 성능을 향상 시키려 하고 있다. 하지만 네트워크의 병목현상이 존재할 경우 단일 인터페이스의 최대 성능을 모두 사용하지 못하고 에너지를 소비하게 된다. 따라서 병목현상을 인지하고 단말에 네트워크 정보를 전송함에 따라 불필요한 에너지 소비를 줄일 수 있는 배터리 절감 알고리즘이 요구된다.

## 3. 네트워크 상황 정보를 통한 배터리 수명 연장 기법

그림 1은 다중경로를 사용하기 위한 네트워크 구성도를 나타낸 것이다.

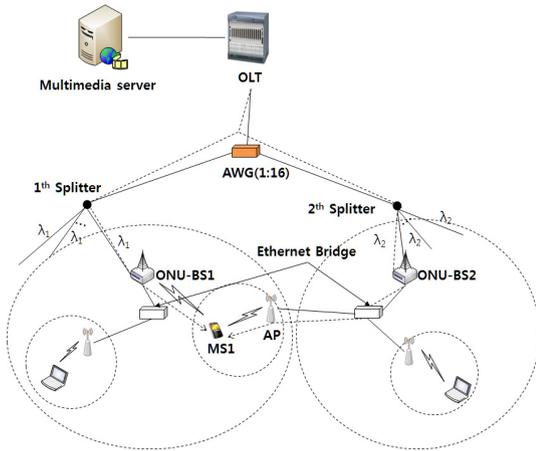


그림 1. 다중경로를 사용하기 위한 네트워크 구성도  
Fig 1. Network architecture for multipath transmission[2]

OLT는 광가입자망의 일부로, 광종단 장치이며, ONU로부터의 자원 할당 및 요청을 제어한다. MS1은 다중 인터페이스 단말로 다수의 네트워크를 이용하여 서비스를 제공 받을 수 있다.

OLT Mapping Table				
MS ID	Source MAC address	Destination MAC address	LLID	Assigned BW
MS-1	MAC 1	MAC_x_1	xxxx-xxxx	xx
MS-2	MAC 2	MAC_x_2	xxxx-xxxx	xx
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
MS n	MAC n	MAC_x_n	xxxx-xxxx	xx

MS : Mobile Station ID : Identifier LLID : Logical Link ID BW : Bandwidth

그림 2. OLT 맵핑 테이블  
Fig 2. OLT Mapping Table[2]

그림 2는 OLT 내부의 Mapping Table을 나타낸 것이다. Mapping Table은 OLT의 내부에 위치하고, 다중 인터페이스를 갖는 단말에게 다중 경로를 통하여 프레임 전송하기 위해서 MS1 관련 정보를 저장하며, Classifier와 상호 동작하여 다중 경로로 프레임이 전송될 수 있도록 한다.

MS ID는 Mobile Station Identifier로 OLT 하위에 접속되어 있는 모든 MS를 식별하기 위해 사용된다. MS에 다중 인터페이스가 장착되어 있는 경우, 복수 개의 MAC address가 저장되어 다중 경로를 통해 단말에 서비스를 제공한다. Assigned BW는 각 MS 내의 다중 인터페이스에 할당된 대역폭을 의미한다. OLT는 하나의 ONU-BS에 할당될 수 있는 최대 자원을 미리 설정을 하고 MS에

자원을 할당하게 된다. OLT는 MS에 할당된 자원을 모니터링하고 자원 할당 요청이 왔을 경우, 최대 자원에서 현재 할당된 자원을 제외한 사용가능한 자원을 확인하고 요청한 자원의 양과 비교를 한 후 자원을 할당하게 된다. 이 때 요청한 자원이 사용가능한 자원보다 큰 경우 병목 현상이 발생하였다고 판단하게 된다. 병목현상이 발생함에 따라 다중 경로를 통해 MS에 서비스를 제공하며 OLT는 계속적으로 자원을 모니터링 한다. 요청한 자원이 가용 자원보다 작은 경우 병목현상이 해제되었다고 판단하여 네트워크 상황 정보를 전송하며 단말은 네트워크 정보를 수신하고, 다중 인터페이스 중 하나를 비활성화 한다.

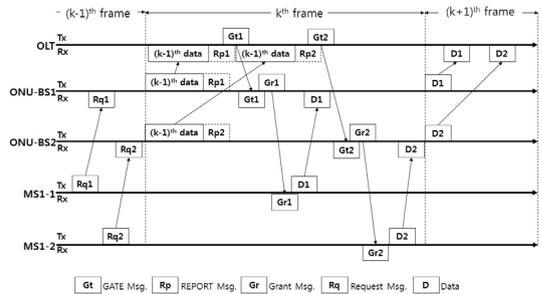


그림 3. 단말의 자원 요청 및 할당  
Fig 3. Resource request and allocation of the terminal[6]

그림 3은 단말의 자원 요청에 따른 OLT의 자원 할당 및 단말의 데이터 전송을 나타낸 것이다. MS1은 MS1-1과 MS1-2의 다중 인터페이스를 가지고 있으며, 다중 인터페이스를 이용하여 동시에 데이터를 송·수신할 수 있다.

병목 현상이 발생하였을 경우, 단말은 자원을 요청하기 위해 Rq(Request Msg)1과 Rq2를 각각의 인터페이스의 BS로 전송한다. 자원 요청 메시지를 받은 OLT는 MS1-1과 MS1-2에 가용한 자원을 할당하고 할당된 자원과 인터페이스 정보를 OLT Mapping Table에 저장하여 모니터링하게 된다. OLT는 전체 자원 및 현재 단말의 요청에 따라 할당된 자원, 전체 자원에서 할당된 자원을 제외한 현재 사용가능한 자원의 정보를 관리한다. 따라서 현재 사용가능한 자원의 정보를 통해 네트워크의 병목현상 유무를 확인하고 네트워크 상황에 대한 정보를 단말에게 전송한다.

그림 4는 다중 인터페이스 단말의 배터리 절약을 위한

알고리즘을 나타낸 것이다.

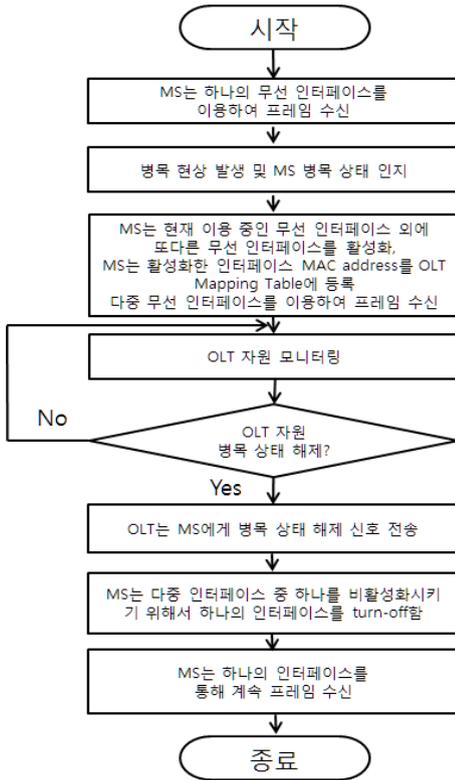


그림 4. 단말의 배터리 절약을 위한 알고리즘  
Fig 4. Algorithm for battery saving of the terminal

다중 인터페이스 단말의 배터리 절약을 위한 알고리즘은 MS1이 하나의 무선 인터페이스를 이용하여 프레임을 수신하고 있다고 가정한다. 이후 병목 현상이 발생하고 MS1은 병목 상태를 인지한다. MS1은 기존에 이용 중인 무선 인터페이스 외에 또 다른 무선 인터페이스를 활성화하고, 활성화한 인터페이스 MAC address를 OLT Mapping Table에 등록하고, 기존 무선 인터페이스와 새로이 활성화한 무선 인터페이스 즉, 다중 무선 인터페이스를 이용하여 다중 경로를 통해 프레임을 수신한다. OLT는 현재 하위에 접속해 있는 모든 MS의 자원 상태를 관리하고 계속 모니터링한다. OLT는 모니터링한 자원 상태를 확인하여, 현재 병목 상태인지 아닌지를 판단한다. 만약 병목 상태라면 OLT는 계속적으로 OLT 자원을 모니터링한다. 이 때 MS1은 계속적으로 다중 인터페이스를 이용하여 다중 경로로 프레임을 수신한다. 만약, 병목 상태가 해제되었다면, OLT는 MS1에게 병목 상태

가 해제되었음을 알리는 신호를 MS1에게 전송한다. MS1은 병목 상태 해제 신호를 수신하고, 다중 인터페이스 중 하나를 비활성화 시킨다. 이후 MS1은 하나의 인터페이스를 통해 계속해서 프레임을 수신한다.

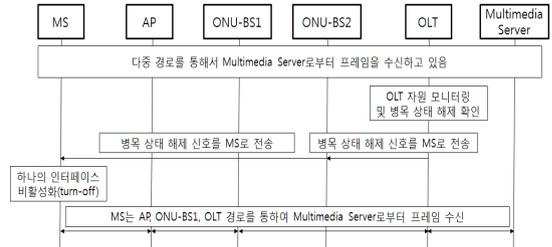


그림 5. 단말의 배터리 절약을 위한 절차  
Fig 5. Procedure for battery saving of the terminal

그림 5는 단말의 배터리 절약을 위한 절차를 나타낸 그림이다. 단말의 배터리 절약을 위한 절차는 병목현상으로 인해 단말이 현재 AP, ONU-BS1, OLT 경로와 ONU-BS2, OLT 경로, 즉 다중 경로를 통해서 Multimedia Server로부터 데이터를 수신한다고 가정한다. 이후 OLT를 통해 단말에 할당된 자원 상태를 모니터링 함에 따라 네트워크에 병목현상이 발생하였는지 여부를 판단하여 병목현상이 존재하는 경우 계속적으로 모니터링을 하고, 병목현상이 해제된 경우 그림 5의 절차를 통해 단말에 병목 상태 해제 신호를 전송한다. 병목 상태 해제 신호를 수신한 단말은 다중 인터페이스 중 더 많은 에너지를 소비하는 인터페이스를 비활성화시키고 나머지 하나의 인터페이스만을 사용하여 Multimedia Server로부터 계속적인 서비스를 받게 된다.

#### 4. 평가

본 장에서는 3장에서 제안한 배터리 절약 알고리즘에 대한 에너지 소비 측면에서의 성능 분석 결과를 제시한다. 성능 지수로는 다중 인터페이스를 사용했을 때와 단일 인터페이스를 사용했을 때, 단말에서 소비되는 에너지 소비량을 비교한다. 표 1의 성능지수를 선택한 이유는 다중 인터페이스를 사용하였을 경우, 단일 인터페이스를 사용했을 경우 보다 많은 에너지를 소비하게 되며 각각에 대해 소비되는 에너지를 비교하여 절감할 수 있는 에너지를 보이기 위함이다. 다중 인터페이스의 소비 전력

의 경우 각각의 인터페이스의 소비 전력을 더한 값을 따른다고 가정한다.

표 1. 성능 매개 변수  
Table 1. Performance Parameters[7]

Parameter	Power [mW]
Per-1Mbps power consumption in 3G downloading	1400
Per-4.5Mbps power consumption in WiFi downloading	1450

그림 6은 다중 인터페이스와 단일 인터페이스가 소비하는 에너지의 양을 나타낸 것으로 단일 인터페이스에 비해 다중 인터페이스의 전력 소비가 크기 때문에 시간에 따른 에너지 소비량의 차이가 점차 증가하는 것을 볼 수 있다.

다중 인터페이스를 사용할 경우, 단일 인터페이스를 사용했을 경우 보다 많은 대역폭을 할당함에 따라 단일 인터페이스를 사용할 때 보다 더 빠르게 데이터 패킷을 수신할 수 있다. 하지만 병목 현상이 해제된 이후, 하나의 인터페이스를 이용하여도 충분히 원하는 서비스의 데이터 패킷을 수신 할 수 있는 경우에서 다중 인터페이스를 사용하여 데이터 패킷을 수신한다면 불필요한 에너지를 낭비하는 결과를 초래한다.

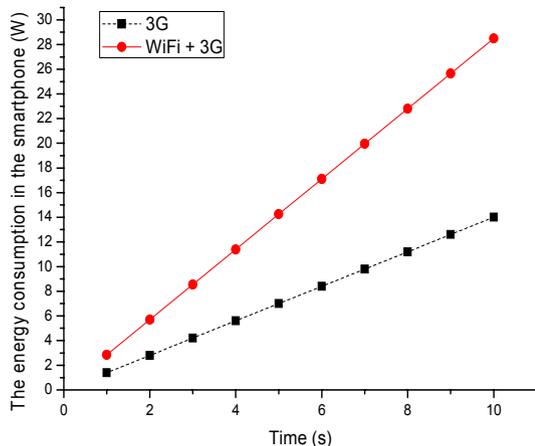


그림 6. 단말에서의 에너지 소비량  
Fig 6. Power consumption in the terminal

따라서 트래픽에 따라 병목현상이 발생하거나 해제되

는 네트워크 환경에서는 제안한 방식이 네트워크 상태를 확인하여 단말의 다중 인터페이스 중 하나의 인터페이스를 비활성화 함에 따라 그림 6에 나타난 그래프의 차이만큼의 에너지 소비 절감 효과를 보이게 된다.

## 5. 결론

우리는 본 논문에서 다중 인터페이스를 사용하는 단말의 배터리 수명을 연장하기 위한 네트워크 상황 정보 전달 방식에 대해 제안한다. 단말은 네트워크 내에 병목 현상이 발생할 경우, 다중 인터페이스를 이용하여 데이터 패킷을 수신하여 사용자로 하여금 요구하는 서비스를 제공할 수 있다. 단말은 네트워크 상황 정보를 수신함에 따라 현재 네트워크에서 병목현상이 존재하는지에 대해 확인 할 수 있으며, 이에 따라 병목현상으로 활성화 되어 있는 두 개의 인터페이스 중 하나의 인터페이스를 비활성화 함에 따라 단말의 배터리 수명을 연장할 수 있다. 제안 방안의 유효성을 확인하기 위해 우리는 인터페이스의 에너지 소비량에 대해 비교하며, 그 결과 다중 인터페이스를 사용하는 경우 보다 단일 인터페이스를 사용하는 경우 더 적은 양의 에너지를 소비하는 것을 확인하였다. 향후 단말이 요구하는 대역폭과 네트워크의 성능에 따른 에너지 소비량을 통해 능동적으로 다중 인터페이스를 사용하거나 최적의 단일 인터페이스를 사용할 수 있는 방안에 대한 연구가 요구된다.

## Acknowledgement

이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No.2011-0026214)

본 연구는 방송통신위원회의 지원을 받는 방송통신표준기술력향상사업의 연구결과로 수행되었음

## 참 고 문 헌

- [1] Min Woo Kim, Dong Geun Yun, Jong Min Lee, and Seong Gon Choi, "Battery Life Time Extension Method Using Selective Data Reception on Smartphone", Information

Networking (ICOIN), 2012 International Conference on, pp468-471, Feb.2012.

[2] S.H. Shah Newaz et al, "An Approach of Multipath Transmission from Intelligent OLT in Optical-Wireless Converged Networks", Optical Internet (COIN), pp.1-3, July, 2010.

[3] Dong Geun Yun, Hyun Jong Kim, Seong Gon Choi, "The delay-guaranteed mechanism for providing real-time service in intergrated architecture of EPON and WiMAX", ICT Convergence (ICTC), 2011 International Conference on, pp614-615, Sept.2011.

[4] 김봉재(Bongjae Kim), 민홍(Hong Min), 구분철(Bonchul Gu), 정진만(Jinman Jung), 조유근(Yookun Cho), 허준영(Jungyoung Heo), 홍지만(Jiman Hong), "다중 무선 네트워크 휴대 장치를 위한 에너지 효율적인 네트워크 인터페이스 선택 기법", 정보과학회논문지 : 컴퓨팅의 실제 및 레터, 16(12), pp.1141-1273, Dec, 2010.

[5] JungYul Choi, "Power Saving Mechanism for Advanced Mobile Station in IEEE 802.16m", 한국통신학회논문지, 36(12), pp.941-1043, Dec, 2011.

[6] Bokrae Jung, JungYul Choi, Young-Tae Han, Min-Gon Kim, Minhoo Kang, "Centralized Scheduling Mechanism for Enhanced End-to-End Delay and QoS Support in Integrated Architecture of EPON and WiMAX", JOURNAL OF LIGHTWAVE TECHNOLOGY, 28(16), pp.2277-2288, Aug, 2010.

[7] Perrucci, G. P. and Fitzek, F. H. P., Widmer, J., "Survey on Energy Consumption Entities on the Smartphone Platform", Vehicular Technology Conference, pp.1-6, May.2011.

## 저 자 소 개

이 재 균(Jae-Kyun Lee) [비회원]



- 2012년 2월: 충북대학교 정보통신 공학과(학사)
- 2012년 2월 ~ 현재: 충북대학교 전파공학과 석사과정
- <관심분야> : mobility, energy efficiency, QoS 등

윤 동 근(Dong-Geun Yun) [비회원]



- 2007년 2월: 충북대학교 정보통신 공학(공학사)
- 2007년 3월 ~ 현재: 충북대학교 전파공학과 박사과정
- <관심분야> : NGN, 미래인터넷, Energy Saving 등

김 용 운(Yong-Woon KIM) [정회원]



- 1990년 2월 : 동아대학교 전자공학과 학사
- 1995년 2월 : 포항공과대학교 공학석사
- 1995년 2월 ~ 2001년 4월 : 한국전자통신연구원 선임연구원
- 2002년 2월 ~ 2004년 4월 : (주)이니텍 보안기술연구소장/CTO
- 2004년 5월 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 책임연구원
- 2009년 10월 ~ 2011년 11월 : ISO/IEC JTC 1 Green ICT Study Group 의장
- 2009년 10월 ~ 현재 : ITU-T SG 5 L.methodology ICT\_projects 대표 에디터
- <관심분야> : RFID/USN, IoT, M2M, Green ICT

최 성 곤(Seong-Gon Choi) [정회원]



- 1999년 : 한국정보통신대학 네트워크(공학석사)
- 2004년 : 한국정보통신대학 네트워크(공학박사)
- 2004년 3월 ~ 8월 : 한국전자통신연구원
- 2004년 9월 ~ 현재 : 충북대학교 전자정보대학 부교수
- <관심분야> : NGN, mobility, MPLS, QoS 등