

## 방해전파 환경에서 신뢰성을 확보한 효과적 전송기법 구현

황성규\*

### Implementation of reliable transmission technique in jamming environment

Seong-kyu Hwang\*

Department of Information & Communication Engg., Chosun College of Science & Technology, Gwangju 61453, Korea

#### 요 약

비면허 대역(Unlicensed)을 사용한 최근 무선통신이 증가하고 있으며 사용범위도 점차 넓어지고 있다. 비면허 대역은 통신 장비 간에 간섭을 용인하는 전제조건과 비면허통신 증가로 주파수 중첩과 간섭 현상이 증가하고 있다. 특히 2.4GHz 대역을 사용하는 블루투스, 무선랜, 무선식별 시스템(RFID)의 간섭 현상은 심각해지고 있다. 이러한 환경의 도심지에서는 무선 전송매체 상태가 간섭과 방해전파의 환경이 대부분일 것이다. 방해전파환경에서 효과적 전송을 할 수 있는 방법은 대략 2가지로 생각할 수 있다. 첫 번째는 IEEE 802.11의 RTS/CTS방식이 있고 두 번째로는 프레임 분할(fragmentation)방식이 있다. 본 논문에서는 방해전파 환경에서 일정크기 이상의 프레임을 전송할 경우 무선 환경의 간섭으로 전송이 어려워진다. 이러한 환경에서 신뢰성 전송과 효율적 전송을 하기 위해 프레임을 일정한 작은 단위로 분할하여 전송하여 효과적 전송과 신뢰성을 확보한 프레임분할 전송기법을 구현하여 확인하였다.

#### ABSTRACT

Recent wireless communications using the unlicensed band have been on the rise and the range of use is increasing. The license-exempted band is a prerequisite for accepting interference between telecommunication equipment. In particular, the interference phenomenon of Bluetooth, wireless LAN, and RFID (Radio Frequency Identification) using the 2.4 GHz band is getting serious. In such urban areas, the wireless transmission medium may be in a bad state. There are roughly two ways to make effective transmission in this environment. The first is the IEEE 802.11 RTS / CTS method and the second is the frame fragmentation method. In this paper, it is difficult to transmit a frame over a certain size in a jamming environment due to the interference of the wireless environment. In this environment, we implement a frame division transmission scheme that guarantees effective transmission and reliability by dividing a frame into smaller units in order to perform reliability transmission and efficient transmission.

**키워드** : 비면허 대역, 프레임 분할, 단편화, 무선전송

**Key word** : Industrial Scientific Medical band, frame splitting, fragmentation, wireless transmission

Received 19 October 2017, Revised 01 November 2017, Accepted 15 November 2017

\* Corresponding Author Seong-Kyu Hwang ( E-Mail: okhsk@cst.ac.kr, Tel:+82-62-230-8840)

Department of Information & Communication Engg., Chosun College of Science & Technology, Gwangju 61452, Korea

Open Access <https://doi.org/10.6109/jkiice.2017.21.12.2279>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서론

사물인터넷 통신(Internet of Things)과 같은 무선통신 사용이 우리 생활 속에 증가되면서 제한된 비면허 대역 사용이 증가하고 있다. 이로 인한 사용주파수가 증첩되어 서로 간에 전파 간섭 현상이 발생되어 통신기기의 부하 발생과 신뢰성 있는 데이터 전송을 하지 못하고 있다[1].

IEEE 802.11b 채널 특성은 정보 전송시에 여러 채널 중 한 채널을 선택하여 통신에 이용된다. 이처럼 한 채널을 동시에 사용함으로 전파방해가 발생되어 프레임 충돌을 발생시킨다. 간섭의 원인은 한 채널을 공통채널로 사용하여 전파 충돌이 발생된다[2].

본 연구에서는 부정확한 채널 구성이나 증첩된 채널 구성으로 RF 간섭현상을 볼 수 있다. 무선통신을 사용하는 주변에서 신호가 방해받아 무선통신에 지장이 되는 경험이 누구나 있다. 물론 이러한 간섭은 효과적인 설계를 통해 완화할 수 있으나 이러한 경우가 너무 많이 존재하여 발생하는 모든 RF 간섭현상을 완전히 예방할 수 없다.

일정한 크기의 프레임을 전송할 때 동일 주파수 간섭으로 인한 무선랜의 성능이 저하되는 현상을 극복하여 신뢰성을 확보한 효과적 전송방법인 프레임 분할 기법을 사용한다. 프레임 분할 기법은 긴 길이의 프레임을 작은 단위로 분할 하여 전송함으로 RF 간섭현상에서 일어나는 패킷 손실을 효과적으로 전송 효율을 높이는 방법이다.

## II. Fragmentation

인터넷네트워크 장비 간에 데이터 전송은 인터넷 프로토콜(IP)에서 수행하여 상위 계층의 데이터를 캡슐화하여 전송신호로 보내기 위해서는 하위 계층의 최대 프레임 크기(MTU, maximum transmission unit)에 적합해야 한다. 프레임 길이가 크면 메시지를 단편화 전송함으로 수신측에서 원본 메시지를 재조합한다[3].

### 2.1. MTU(Maximum Transmission Unit)

데이터의 크기 제한을 두기 위해 각 물리 네트워크는 단일 프레임으로 포맷을 사용한다.

OSI 3계층의 데이터그램이 2계층 프레임 포맷의 데이터 필드보다 크면 문제가 발생한다.

광섬유 분산 데이터 인터페이스(FDDI, Fiber Distributed Data Interface)네트워크는 3계층에서 처리할 데이터 크기는 최대 4,470바이트이고 이더넷은 프레임 임을 1,500바이트의 데이터 필드 크기로 제한하고 있어 이보다 큰 IP 데이터그램은 처리할 수 없으며 전달되는 과정에서 각 홉에서 물리네트워크의 최대 프레임 크기가 다를 수 있어 단편화가 이루어 져야 한다[4]. IP 인터넷네트워크 장비에서는 최대 전송 단위가 IP 헤더 인 20byte이상 포함하여 LAN에 전송된다면 MTU는 1,500 바이트 보다 작아야 한다. 그렇지 못할 경우 단편화가 이루어져야 한다.

### 2.2. IP 메시지 단편화 과정

단편화는 Low layer의 세부내용에서 독립적인 네트워크 계층의 인터넷네트워크를 구현하는데 중요사항이지만 이로 인한 IP 복잡성은 더욱 가중된다. IP는 비연결성 프로토콜로 신뢰성을 보장하지 못한다. 최종목적지까지 가는 동안 최적의 경로를 택하여 전송할지라도 목적지에 수신하지 못할 수도 있다. 그래서 단편화를 하여 하나의 메시지를 여러 패킷으로 분할하면 몇 가지 문제가 발생된다[5].

첫째 순서와 위치 지정문제이다. 메시지는 분할을 통해 분할된 패킷으로 시퀀스 번호를 달고 순서대로 전송되는데 수신지에서는 반드시 순서대로 수신되지 않는다. 수신기기에서는 순서대로 재조합하기 위해 순서번호를 알아야 한다. 수신기기에서는 메시지의 전체 크기를 즉시 알아야하기 때문에 일부 IP구현 시에는 맨 마지막 단편을 먼저 전송한다.

두 번째로 단편화 메시지 분리 문제인데 송신기기는 하나 이상의 단편화된 패킷을 한 번에 보낼 수 있고 중계과정에서 단편화하여 여러 데이터그램을 보낼 수 있다. 그러므로 수신기기에서는 여러 분할된 단편화 패킷을 받을 수 있다.

세 번째 재조합 종료 문제이다. 수신기기에서는 송신지에서 보낸 단편화 패킷을 수신되었는지 파악할 수 있어야 한다. 이러한 문제를 분석하고 재조합하기 위해 IP 프로토콜은 헤더에 단편화된 패킷을 재조합하기 위한 시퀀스 번호등 몇 가지 필드를 포함하고 있다.

### 2.3. IP 단편화 과정

단편화의 구현과정 중 네트워크가 다른 네트워크를 경유해야 할 경우 MTU가 달라 작은 MTU를 가질 수 있기 때문에 단편화는 다른 MTU에 맞게 이루어질 것이다. 장비마다 차이는 있으나 메시지를 단편화하기 위해 특정 알고리즘을 사용하고 MTU가 3,300바이트와 1,300바이트로 다른 MTU를 경우 할 경우 헤더 20바이트 포함하여 8,720바이트 IP메시지를 MTU 3,300 바이트 MTU 링크로 전송한다면 1차 단편화가 3번 발생되고 더 작은 1,300 MTU로 2차 단편화가 이루어지는 일반적인 상황을 보면 그림 1과 같다.

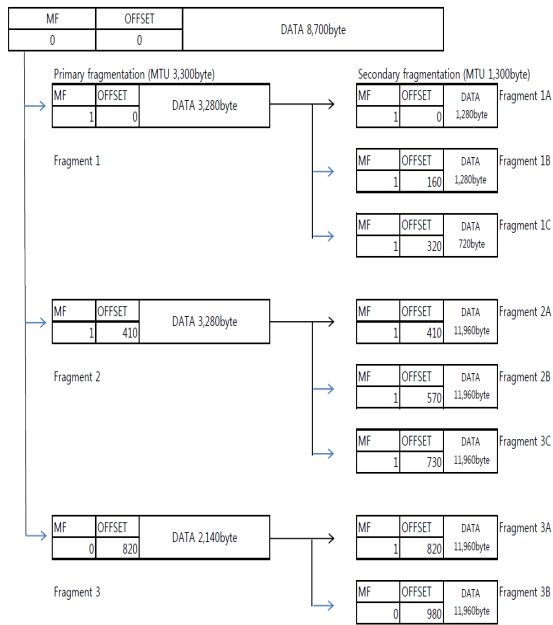


Fig. 1 Fragmentation IPv4 datagram header fields

그림1의 단편화는 소스 데이터의 IP헤더가 첫 번째 단편화의 IP 헤더로 바뀌어 지고 단편화가 되면서 20바이트 헤더가 증가되어 전송되는 패킷의 바이트수는 증가한다.

송수신 기기에서 데이터그램을 단편화하여 송신하고 수신할 때 수신기기는 단편화된 필드를 이해하고 재조합하는데 필요한 정보를 가지고 있어야 하며 이러한 정보는 IPv4 헤더 필드에 정의된다. 먼저 IP의 데이터그램 포맷 필드 중 전체길이(TL, Total Length) 필드는 각 단

편의 길이를 의미하고 단편 중 마지막에 해당되는 단편은 전체 길이 중 이전 단편과정에 단편화되지 않은 데이터이기 때문에 길이가 다르다. 식별자 필드는 16비트로 65,536개의 식별자를 구분할 수 있다. 보통 송신 장비는 여러 단편을 생성할 때는 1씩 증가하여 단편을 만들 수 있다. MF(More Fragments) 필드는 0과 1로 설정할 수 있는데 단편의 마지막을 표시 할 때는 0으로 설정하면 각 단편의 마지막을 수신하였다 판정된다. 단편화 오프셋 필드는 13비트이며 0~8,191의 값을 갖고 전체 메시지에서 각 단편에 순서를 지정하는 역할을 하는 필드이다.

### 2.4. IP 메시지 재조합

데이터그램을 단편화하여 전송할 경우 수신기기는 원본 데이터그램으로 재조합의 과정을 한다. 재조합은 중간 라우터에서 이루어지지 않고 최종 수신지 기기에서 이루어진다. 중간라우터에서는 단편화가 발생할 수 있다[6].

단편화를 하여 재조합 과정에서의 일반적 기능은 단편 인식이다. 단편화된 메시지 식별 수신기기는 MF필드가 1로 설정되거나 오프셋필드가 0이 아닌 데이터그램이 수신되면 단편 인식을 하고 메시지 식별은 IP관련 필드와 프로토콜 등을 통해 식별된다.

버퍼 초기화는 수신기기가 단편을 수신하면 버퍼를 초기화 하여 저장할 공간을 확보하며 특수 테이블에 기록하여 수신한 단편의 위치를 기록한다. 수신기기는 버퍼 기록을 통해 전체 수신하였는지를 파악할 수 있다.

수신 기기가 메시지를 재조합하기 위해 타이머 기능을 활성화 하여 에러로 인한 수신할 수 없는 경우 무한루프에 빠지지 않기 위해 타이머 초기화 기능을 갖는다.

단편 수신과 처리과정은 수신기기에 수신된 단편을 오프셋 위치에 맞게 재조합 과정을 거치며 수신 표시를 특수 테이블에 표시되며 마지막 단편인 MF비트가 0의 단편이 수신되면 메시지의 재조합이 완료된다. 이렇게 정상적인 경우 외에 전체 단편을 수신하지 못할 경우는 재조합 타이머가 만료되면 메시지 재구성에 실패한다. 이럴 경우 부분 수신된 단편은 폐기 되고 ICMP로 time exceeded 메시지를 전송한다[7-9].

### III. 실험

#### 3.1. 환경설정

RF간섭 현상은 부정확한 채널 구성이나 중첩된 채널 구성으로 인해 발생된다. 간섭현상으로 무선통신에 방해가 되고 이러한 환경에서 데이터의 양이 크다면 대부분의 데이터는 재전송을 요청하거나 손실 된다.

광섬유 분산 데이터 인터페이스는 데이터 크기는 약 4,470바이트이고 이더넷 프레임은 페이로드 크기가 1,500바이트이다. 데이터 전송 크기가 다른 FDDI와 이더넷이 통신을 하기 위해 전송하면 이더넷 프레임 페이로드가 더 작기 때문에 IP 계층에서는 메시지를 여러 IP 단편으로 분리하여 전송해야 한다. 단편화는 보내려고 하는 데이터의 전체 길이가 통신하려고 하는 네트워크의 MTU보다 크면 IP계층에서 메시지를 단편화한다.

무선매체의 간섭환경에서 먼저 더 작은 일정 크기로 단편화를 하여 전송하면 RF간섭 환경에서 효율적 전송이 되는지 살펴보기 위해 본 연구에서는 이더넷 프레임 MTU의 1,500바이트보다 작게 1,024바이트 단편화와 1,024의 1/4의 크기인 256바이트 단편화를 실시하기 위해 시스템 설계를 통해 분석하였다.

#### 가. 어플리케이션 트래픽 설정

어플리케이션의 트래픽 설정은 많은 트래픽을 발생시켜 이에 따른 영향을 관찰하기 쉽게 하기 위해 IEEE 802.11b의 환경에서 실험하기 위해 속도 11Mbps 트래픽을 발생한다. 그래서 어플리케이션 트래픽 5,000Byte 크기 패킷을 4ms 간격으로 발생 (사용자 트래픽은 10Mbps 발생 됨) TCP/IP헤더와 MAC프레임 오버헤드를 캡슐화 하면 10.1Mbps 트래픽 발생하여 11Mbps 대역폭을 포화시키는 데이터 양이다.

트래픽 발생 방향은 Source에서 Destination으로 발생시키고 요청횟수(Request Count)는 100,000,000번 정도 충분히 큰 값으로 설정한다. 요청간격(Interrequest Time)은 0.004초로 Request Packet Size는 5,000Bytes로 설정하고 고정비트율(Constant Bit Rate)은 10Mbps로 설정한다.

#### 나. 프레임 충돌 노드 동작 원리

RF간섭 현상을 시뮬레이션 하기 위해 전파 간섭

Jammer Host를 추가하여 프레임 충돌을 발생시킨다. 프레임 충돌을 발생시키기 위해 공통채널을 설정해야 한다. IEEE 802.11b 채널 특성을 보면 14개의 채널이 있고 정보전송시에는 14개 채널 중 한 채널을 선택하여 통신에 이용된다. 전파방해를 발생하여 프레임 충돌을 발생시키기 위해서는 한 채널( 실험에서는 채널 3번)을 공통채널로 사용하여야 전파 충돌이 발생된다. 채널 3번의 기본 주파수는 2.401GHz, 대역폭은 22MHz과 패킷 수신간격 지터 (Jammer Packet Interarrival Time)은 0.04초와 Jammer packet size는 256비트로 입력하면 전파방해하기 충분한 값으로 설정한다.

#### 3.2. 성능분석

단편화의 구현은 통신하는 네트워크가 다를 경우 다른 네트워크의 MTU에 맞게 이루어져야 한다. 각 장비는 단편화를 하기 위해 장비의 고유의 특정 알고리즘을 사용하여 수행한다.

본 논문에서는 RF 환경에서 간섭 현상이 빈번히 발생하는 경우의 시나리오로 이더넷 프레임의 1,500바이트 MTU보다 약간 작은 1,024바이트로 단편화를 하는 경우와 1/4크기인 256바이트의 데이터 필드 크기로 단편화된 시나리오로 성능 분석을 하였는데 MTU에 가까운 단편화된 이더넷 프레임 보다 더욱 작게 단편화된 1/4크기의 단편화 과정이 RF환경에서의 간섭 현상에 데이터를 효율적으로 전송하였다.

#### 가. Throughput

RF 간섭현상을 완전히 예방하여 설계할 수 없고 더욱 증가하는 비면허 대역 주파수 사용으로 RF환경에서 간섭현상이 증가한다. 이러한 환경에서 단편화과정을 수행하여 전송할 때 MTU에 근사한 단편화와 1/4크기의 단편화를 전송하여 수신 처리율을 비교하였고 결과는 그림 2의 그래프로 표시했다.

그림 2의 첫 번째 그래프는 1,024바이트로 단편화했을 때의 처리율을 나타내는데 1,200,000(bit/sec)이고 두 번째 그래프는 1,024의 4배 작게 단편화한 256바이트 단편화된 프레임을 전송을 했는데 2,400,000(bit/sec)의 처리율을 나타내고 있어 결과적으로 더 작게 단편화한 데이터 크기가 2배 이상의 처리율이 우수함을 보인다.

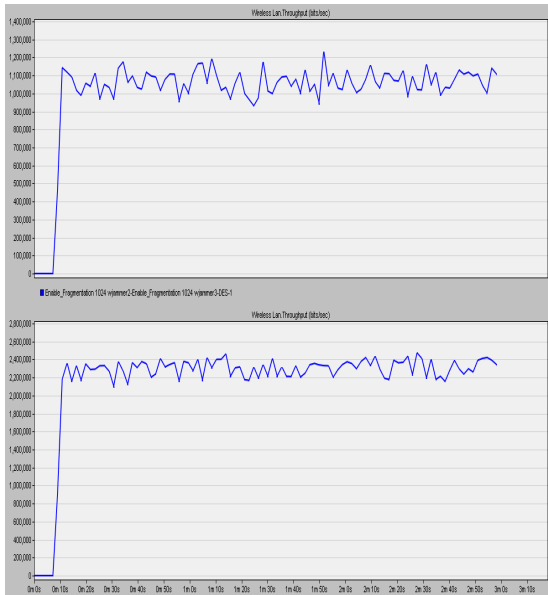


Fig. 2 Fragmented frame throughput comparison

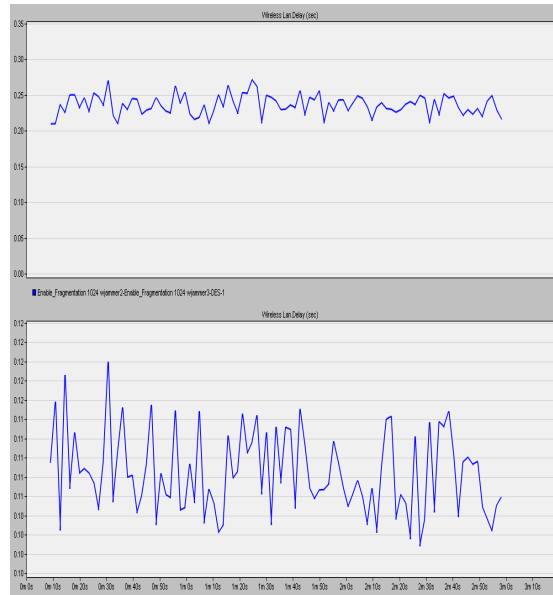


Fig. 3 Fragmented frame delay comparison

#### 나. Delay

단편화 과정을 거쳐 전송되는 지연 시간을 측정 한 결과 데이터는 그림 3의 결과처럼 1,024바이트의 단편화와 256바이트의 단편화 하여 전송했을 경우 256바이트 단편화 그래프인 그림 3의 두 번째 그래프에서 평균 지연시간은 0.11(sec)이고 1,024바이트 평균 지연 시간은 0.22(sec)의 결과 지연 시간이 산출되었다. 그림 3에서 두 번째 256바이트 단편화 과정이 그래프의 변동폭의 더 크게 보이는데 최소 0.10(sec)와 최대 0.12(sec)로 변동폭은 0.01로 작은 변동폭을 보이고 있다.

지연 시간도 처리율과 마찬가지로 단편화를 더 세분화 할 경우 지연 시간이 2배 차이를 보이고 있다.

#### IV. 결 론

RF환경의 무선통신이 증가하고 있고 이로 인한 무선통신의 주 사용 주파수 대역인 비면허대역의 사용이 증가 함으로 인접채널과 중첩된 채널 구성 또는 동일 주파수등으로 RF환경에서 간섭현상이 증가하고 있다. 특히 무선랜의 IEEE802.11환경과 블루투스 환

경의 주파수 중첩현상의 두드러져 이러한 RF환경에서의 효과적 무선 통신의 전송방법을 단편화 과정으로 하여 극복하기 위해 분석하였다.

이더넷 프레임의 MTU 크기 1,500바이트 데이터 필드 크기에 가까운 1,024바이트 단편화와 1,024바이트의 1/4 크기의 256바이트 단편화 과정을 거쳐 전송하여 throughput(bit/sec)와 delay(sec)을 비교 분석하였다. 어플리케이션 트래픽 설정은 실험 환경의 IEEE 802.11b의 11Mbps 대역폭을 포화시킬 수 있는 데이터 양을 전송하였으며 프레임 충돌 노드를 추가 하여 IEEE 802.11b의 한 채널을 공통 채널로 선정하여 전파 충돌을 발생 시켰다. 그 결과 1,024 단편화 보다 256바이트 단편화가 처리율이 2배 (2,400,000bit/sec : 1,200,000 bit/sec)우수했으며 지연 시간 또한 (0.11 sec : 0.22sec)로 단편화를 더욱 작게 수행한 256바이트의 단편화가 효율적임을 나타내고 있다.

따라서 RF환경의 간섭 현상이 빈번한 도심이나 Hot Spot 지역에서 무선통신으로 전송할 경우 효율적 전송을 하기 위해서는 단편화 과정을 거쳐 프레임의 일정 크기 이하의 프레임으로 하여 전송하면 간섭 현상이 심한 RF환경을 극복한 효율적 전송의 결과를 산출되었다.

## REFERENCES

- [1] T. Li, Q. Ni, D. Malone and D. Leith "Aggregation with fragment retransmission for very high-speed WLANs," *IEEE/ACM Transactions on Networking*, vol.17, no.2, pp.591-604, Apr.2009.
- [2] C. Ghali, A. Narayanan, D. Oran, G. Tsodik, and C. A. Wood, "Secure fragmentation for content-centric networks," in *Proceedings of IEEE International Symposium on Network Computing and Applications*, pp. 47-56, Sept.2015.
- [3] Q. Xia, X. Jin, and M. Hamdi, "Active queue management with dual virtual proportional integral queues for TCP uplink/downlink fairness in infrastructureWLANs," *IEEE Transactions on Wireless Communications*, vol.7, no.6, pp.2261-2271, Jun. 2008.
- [4] F. Keceli, I. Inan, and E. Ayanoglu, "TCP ACK congetion control and filtering for fairness provision in the uplink of IEEE 802.11 infrastructure basic service set," in *Proceedings of IEEE International Conference on Communication (ICC)*, pp.4512-4517, Jun. 2007.
- [5] I. K. Ha, Z. Zhang, H.J. Park, and C.G. Kim, "Analysis of Wi-Fi Signal Characteristics for indoor Positioning Measurement," *Journal of Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 16, no. 10, pp.2177-2184, Aug. 2012.
- [6] D. Benyamina, A. Hafid and M. Gendreau, "Wireless Mesh Networks Design - A Survey," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol.14, no. 2, pp.299-310, May 2012.
- [7] J. Pavon and S. Choi, "Link adaptation strategy for IEEE 802.11 WLAN via received signal strength measurement," in *Proceedings of the IEEE International Conference on Communication(ICC'03)*, Anchorage:AK, vol.2, pp.1108-1113, 2004
- [8] D. Feng, et al, "A Survey of Energy-Efficient Wireless Communications," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol.15, no.1, pp.167-178, Mar. 2013.
- [9] W. S. Lee, "Neighbor Discovery Scheme based on Spatial Correlation of Wireless Channel," *The Korea Institute of Information and Communication Engineering*, vol.19, no.10, pp. 2256-2262, Oct. 2015.



황성규(Seong-kyu Hwang)

2007 전주대학교 교육대학원 컴퓨터교육학과 석사  
2015.2 조선대학교 정보통신과 공학박사  
2017.3 조선이공대학교 정보통신과 조교수  
※ 관심분야 : 통신 프로토콜, 통신 네트워크