

# 멀티홉 릴레이 기술 개요

신정채 | 조호신

경북대학교

## 요약

릴레이(Relay station)는 이동통신 시스템에서 음영 지역 해소를 위해 도입된 기술로서 현재 널리 사용되고 있다. 과거의 방식이 단순히 신호를 증폭해서 보내는 리피터(Repeater)의 기능에 국한된 것에 비해 최근에는 보다 지능화된 형태로 발전하고 있다. 더 나아가 릴레이 기술은 차세대 이동통신 시스템에서 기지국 증설 비용과 백홀 통신망의 유지 비용을 줄이는 동시에 서비스 커버리지 확대와 데이터 처리율 향상을 위해 반드시 필요한 기술로 평가받고 있다. 이에 본 고에서는 릴레이 기술의 일반적인 분류와 도입 시나리오 및 요소 기술에 대해 살펴보고 표준화가 진행 중인 IEEE 802.16j Relay TG (Task group)의 동향 그리고 무선 인지 환경하에서의 릴레이 도입의 가능성에 대해 기술한다.

## 1. 서론

유비쿼터스(Ubiquitous) 사회를 지향하는 정보통신 서비스에 대한 지속적인 수요와 더불어 주파수 자원의 수요 또한 증가하고 있다. 따라서 새로운 서비스를 위해서는 보다 높은 주파수 대역의 개발이 요구된다. 실제로 이동통신 시스템의 경우, 기존의 2세대 CDMA 시스템에서는 800~900MHz대역을 사용했으나, 2.5세대 PCS 시스템에서는 1.8GHz을, 그리고 3세대 WCDMA 시스템에서와 WiBro 시스템의 경우 2 GHz 대역에서 운용 중에 있다. 또한 2007년

10월 스위스 제네바에서 개최된 세계전기통신총회 (World Radiocommunication conference, WRC)-07에서는 4세대용 주파수 대역의 일부로서 3.4GHz의 고주파수 대역을 할당했다.

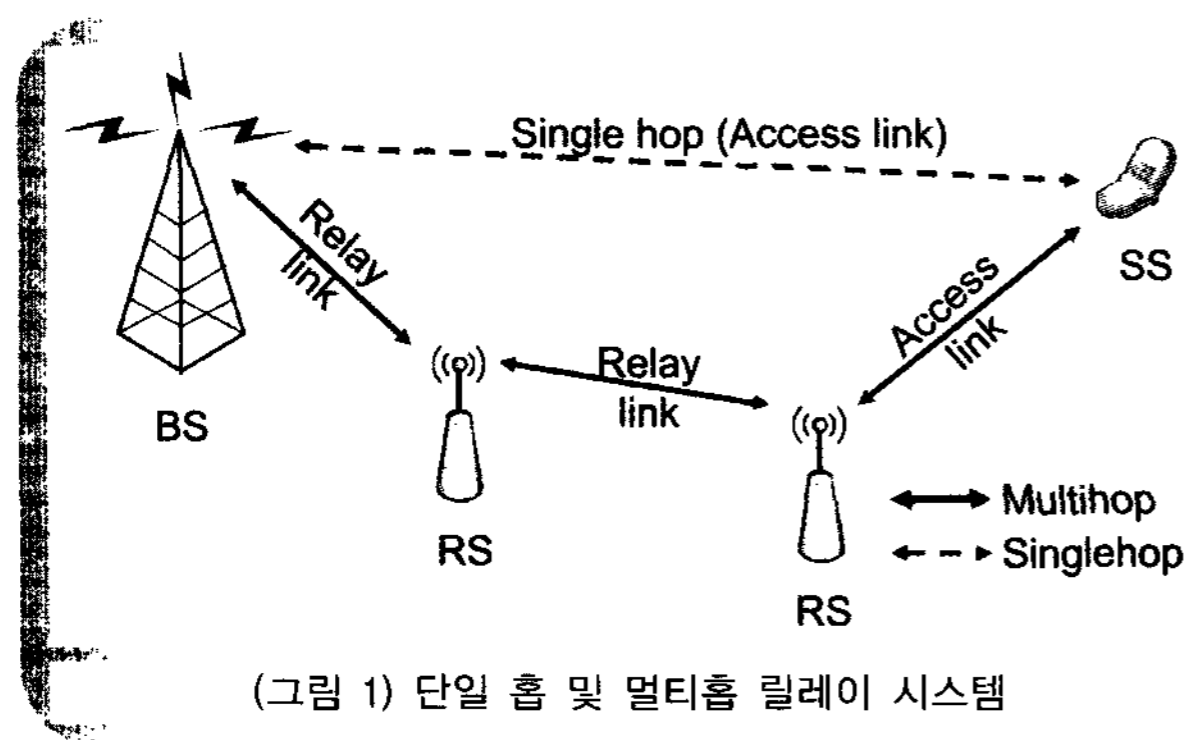
이와 같이 주파수 대역이 높아지는 경우, 전파전파 (Wave propagation) 특성은 직진성이 높아지게 되고 따라서 도심 건물 등의 인공 지형물로 인한 음영 지역(Shadow zone)이 많이 발생하게 된다. 음영 지역에서 수신되는 신호의 세기는 매우 약하기 때문에 이는 신호 대 잡음 비 (SNR, Signal to noise ratio)의 저하로 이어진다. 따라서 통신이 가능한 서비스 커버리지가 줄어들어 시스템 전체적인 성능과 서비스 품질의 저하가 발생할 수 있다. 이러한 음영 지역을 줄이기 위해 쉽게 생각할 수 있는 방법은 기지국을 더 많이 설치하는 것이다. 하지만 많은 수의 기지국 설치에 높은 초기 비용이 필요로 하고 백홀링크 (Backhaul)의 대역 및 유지에 많은 비용이 들어가기 때문에 경제적 면에서 좋은 대안이 될 수 없다. 이에 해결책으로 제시된 기술이 릴레이 (Relay station)를 활용한 방식이다[5],[6].

릴레이(Relay station)는 음영 지역 해소를 위해 도입된 기술로서 현재 널리 사용되고 있다. 과거의 방식이 단순히 신호를 증폭해서 보내는 리피터(Repeater)의 기능에 국한된 것에 비해 최근에는 보다 지능화된 형태로 발전하고 있다. 더 나아가 릴레이 기술은 차세대 이동통신 시스템에서 기지국 증설 비용과 백홀 통신망의 유지 비용을 줄이는 동시에 서비스 커버리지 확대와 데이터 처리율 향상을 위해 반드시 필요한 기술로 평가받고 있다. 이에 본 고에서는 릴레이 기술의 일반적인 분류와 도입 시나리오 및 요소 기술에 대해

살펴보고 표준화가 진행 중인 IEEE 802.16j Relay TG (Task group)의 동향 그리고 무선 인지 환경하에서의 릴레이 도입의 가능성에 대해 기술한다.

## II. 릴레이 방식과 종류

릴레이는 기지국 (Base station)과 단말 (Subscriber station) 사이를 이어주는 중계자 역할을 하는 기기이다. (그림 1)의 점선으로 된 링크는 중계기 없이 기지국과 단말이 직접 통신하는 경우이고, 실선으로 된 링크는 기지국과 단말을 릴레이가 중계해주는 경우를 나타낸다. 전자의 경우 단일홉(Single hop) 전송이라 부를 수 있으며, 후자의 경우 홉의 수가 2 이상이므로 다중홉 혹은 멀티홉(Multihop) 전송이라 부를 수 있다. 멀티홉 전송을 지원해주는 시스템에서 기지국과 단말 간의 단일 홉 또는 다중 홉에서 릴레이와 단말 간의 링크를 액세스 링크라 부르고 기지국과 릴레이 혹은 릴레이와 릴레이 사이의 링크를 릴레이 링크라 부른다[1],[4],[6].



(그림 1) 단일 홉 및 멀티홉 릴레이 시스템

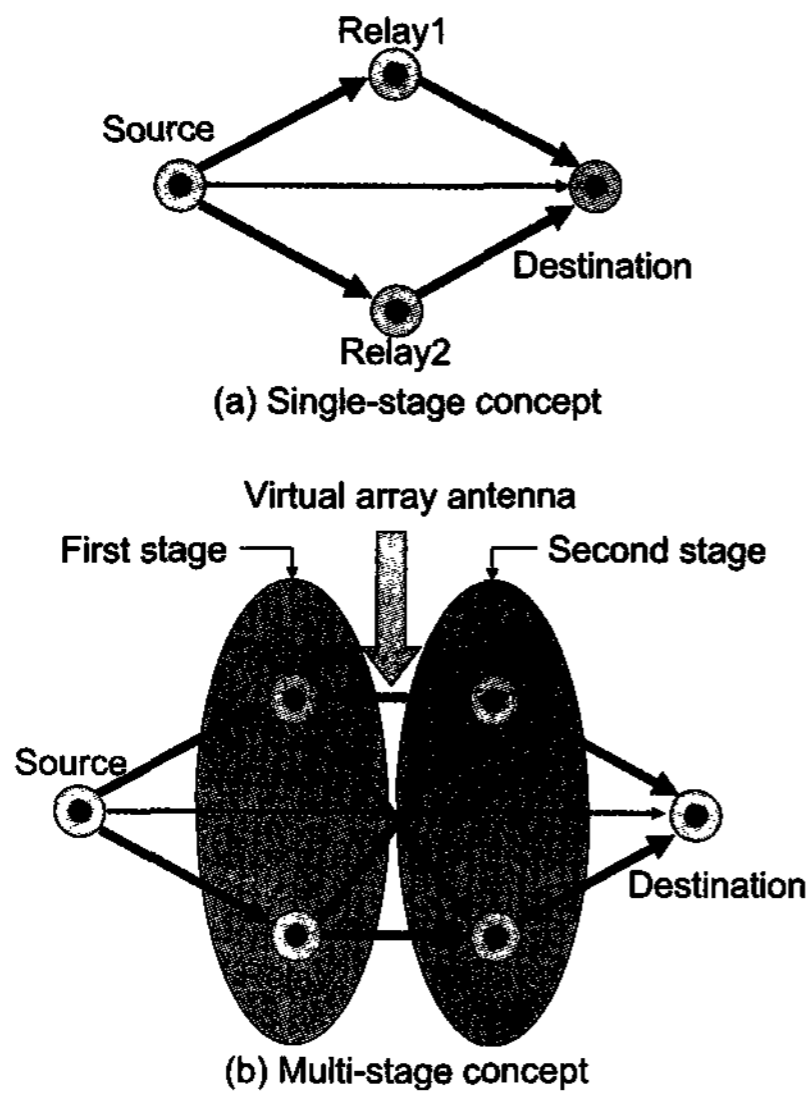
에드-혹 네트워크 (Ad-hoc network) 또는 센서 네트워크 (Sensor network)에서 릴레이는 시작(Source) 노드와 목적(Destination) 노드 사이에 위치하여 시작 노드의 데이터를 목적 노드로 전달해주는 역할 뿐만 아니라 릴레이 자신도 하나의 노드처럼 행동하여 데이터 트래픽을 발생시킨다. 이에 반해 셀룰러 기반의 이동통신 시스템에서 릴레이는 중계 역할만을 수행하는 것이 일반적이다. 물론 데이터 트래픽이 아닌 멀티홉 릴레이 네트워크를 운용하기 위한 시그널링은

필요에 따라 발생할 수 있다. 본 고에서는 셀룰러 기반의 멀티홉 시스템에 대해 다루기로 한다.

릴레이 혹은 릴레이 방식은 이동성 (Mobility), 데이터 전달 (Forwarding), 다이버시티 (Diversity), 무선 접속 기술 방식 (Access technology) 등에 따라 분류할 수 있다[5]. 먼저, 릴레이는 이동성에 따라 고정형 (Fixed), 유목형 (Nomadic), 이동형 (Mobile)으로 분류할 수 있다[9]. 고정된 형태의 중계기는 가장 일반적인 형태이며 많이 사용되는 형태이다. 유목형 중계기는 각종 이벤트나 전시회 등 한시적 (Temporal)으로 많은 가입자가 모이는 경우에 설치하여 원활한 서비스를 제공한다. 자연 재해 또는 비상 시에 한시적으로 설치하여 커버리지를 확장할 수 있는 좋은 대안이다[2][9]. 이동형 중계기는 기차, 버스 등에 사용자가 단체로 움직이는 경우에 유용하게 사용될 수 있으며, 네트워크 모빌리티 (Network mobility, NEMO) 개념으로 생각할 수 있다[5]. 다수의 사용자가 동시에 핸드오프를 하게 되면 많은 자원이 소모되지만, 이동형 중계기가 이들의 대표로서 핸드오프를 수행하게 되면 자원 소모를 줄이는 등 효과적일 수 있다.

데이터 전달 (Forwarding) 방식에 따라 증폭 후 전달 (Amplify-and-forward), 디코딩 후 전달 (Decode-and-forward), 재조합/재구성 후 전달 (Reconfiguration/reallocation-and-forward) 등으로 나눌 수 있다. 우선 증폭 후 전달 방식은 기존 중계기 시스템에서 사용하던 방식으로 단순히 RF 전력을 증폭하여 단말에게 전달하는 방법으로 구현이 비교적 단순하지만 잡음 (Noise) 또한 증폭되는 단점이 있다. 디코딩 후 전달 방식은 신호 전달에 앞서 디코딩을 통해 에러 검출 등의 기능을 수행하고 다시 인코딩 (Reencoding)하여 전달하는 방식이다. 증폭 후 전달 방식에 비해 지능화된 중계기로 볼 수 있으며 구조가 복잡해지는 단점을 가지고 있다. 재조합/재구성 후 전달 방식은 중계기가 기지국의 일부 역할을 담당하는 것으로 기지국으로부터 할당 받은 무선 자원을 중계기와 단말 사이의 채널 상태에 적합하도록 재구성 및 재할당 하는 방식이다. 앞의 두 방식에 비해 중계기의 비용 및 복잡도가 높은 것이 단점이며, 채널 상태에 따른 최적의 자원 운용이 가능하다[5].

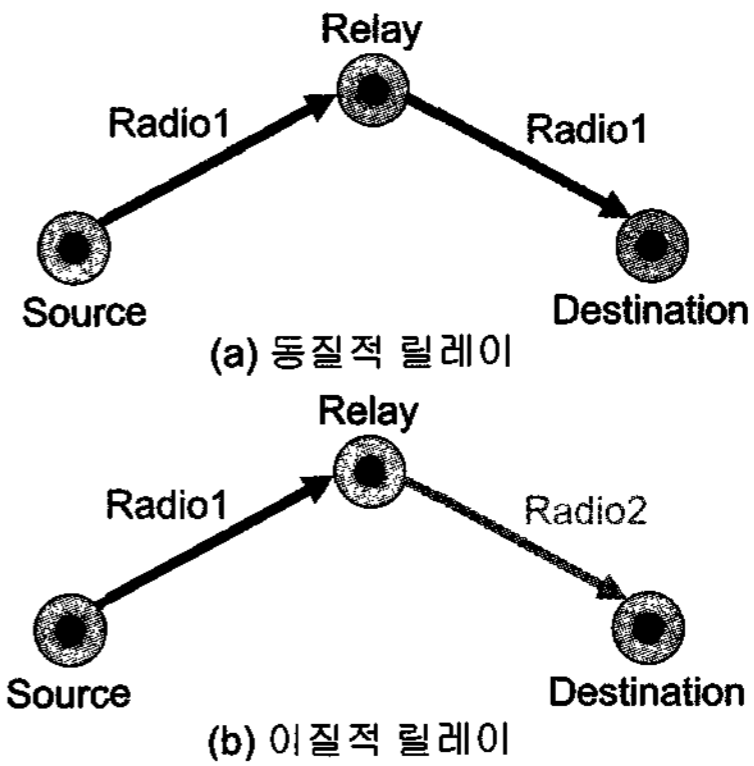
다이버시티 (Diversity) 특성에 따라 중계기는 일반적인 중계 방식과 상호 협력형 중계 (Cooperative relay) 방식으로 나눌 수 있다. 일반적인 중계 방식은 하나의 경로 (Path)를



(그림 2) 상호협력 릴레이 개념도

따라 전달되는 형태인데 반해, 상호 협력형 중계 방식은 전파의 브로드캐스팅 (Broadcasting)되는 성질을 이용하여 다이버시티 (Diversity) 이득을 얻고자 제안된 방식으로 (그림 2)와 같이 단일-단계 (Single-stage)와 다수-단계 (Multi-stage)로 구별된다. 특히 다수-단계 방식은 분산된 (Distributed) MIMO (Multi-input multi-output) 방식 혹은 가상 배열 안테나 (Virtual arrays antenna)로 해석 가능한 방식이다[6],[10]. 원활한 상호 협력형 중계 방식 도입을 위해서는 중계기간의 동기 (Synchronization), 채널 상태 정보 (Channel state information) 등이 필요하다.

무선 접속 방식에 따른 중계기는 동질적 (Homogeneous) 구성과 이질적 (Heterogeneous) 구성으로 나뉜다. 동질적 구성은 기지국과 릴레이 사이의 무선 접속 방식이 릴레이와 단말 사이의 방식과 동일한 경우를 말한다. 이질적 구성은 (그림 3)과 같이 기지국과 릴레이 사이의 무선 접속 방식이 릴레이와 단말 사이의 방식과 상이한 경우를 말하며 통신 환경에 가장 적합한 통신 시스템을 선택하여 통신할 수 있다. 하지만 가용한 모든 무선접속기술에 대한 하드웨어 및 소프트웨어를 기지국, 릴레이, 단말이 모두 갖추고 있어야 한다. 이러한 개념은 통신환경에 적용하여 최적의 통신해법을 제공하는 ABC(Always best connected) 개념과 관련된다 [10][11].

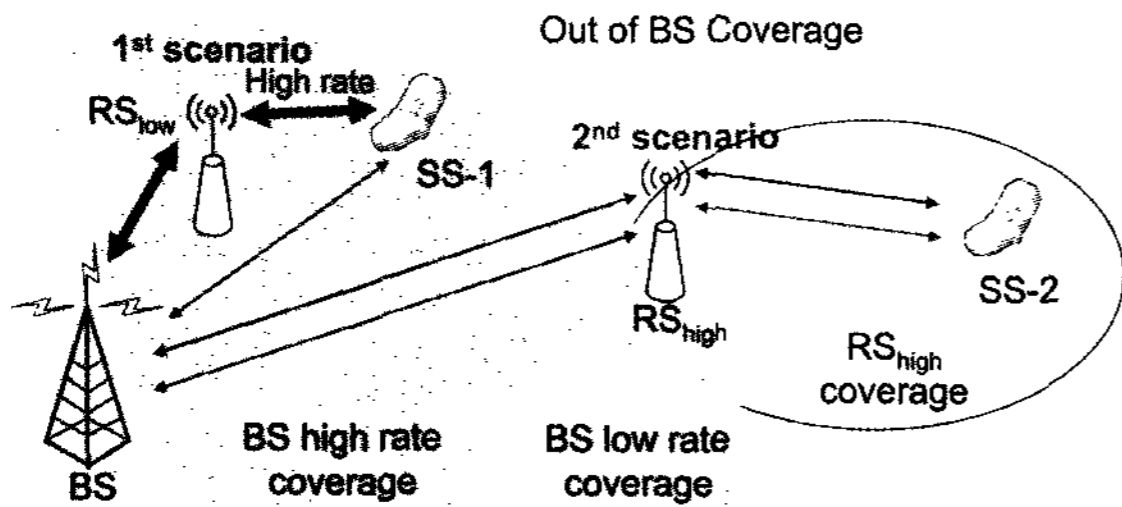


(그림 3) 동/이질적 릴레이 개념도

### III. 릴레이 도입 시나리오

(그림 4)는 릴레이 도입 목적을 설명하기 위한 2가지 시나리오를 나타낸다. 첫 번째는, 단말의 위치가 기지국 영역 내에 있지만, 음영 지역에 위치하거나 또는 상당한 거리에 따른 경로 손실로 인해 기지국으로부터 높은 신뢰도로 전송되는 제어 정보만을 직접 수신할 수 있는 경우로서 릴레이는 단지 데이터 (트래픽) 채널을 단말에게 전달한다. 일반적으로 제어 정보는 안정된 시스템 운용을 위해 열악한 환경에서도 높은 수신율을 가져야하므로 BPSK (Binary phase shifting keying)와 같은 낮은 변조 수준으로 전달된다. 이에 반해, 데이터 트래픽은 채널 상황에 따라 적응 변조 기법 (Adaptive modulation and coding, AMC) 등을 이용하여 높은 혹은 낮은 변조 수준으로 전송된다. 따라서 먼 거리로 인해 낮아지는 데이터 트래픽의 변조 수준을 릴레이를 이용한 짧은 거리 전송 방식으로 높일 수 있다. 즉, 셀 영역의 확대보다는 사용자 데이터 처리를 향상을 위해 릴레이가 사용된 경우이다. 또한 릴레이-단말 링크의 전송을 기지국이 직접 제어하는 방식이므로, 중앙집중식 (Centralized) 제어 방식에 해당된다.

두 번째 시나리오는 기지국의 서비스 영역 밖에 위치하는 단말을 서비스하기 위해 릴레이를 이용하여 셀 영역을 확장시키는 경우를 나타낸다. 제어 채널과 트래픽 채널 모두 릴레이에서 중계하며 이때 제어 채널은 일반적으로 브로드캐



(그림 4) 릴레이 도입 목적에 따른 시나리오[9]

스트 방식을 이용하고 트래픽 채널은 일대일 통신이므로 유니캐스트 (Unicast) 방식을 이용한다. 초기 망 진입, 레인지 (Ranging) 등의 과정을 릴레이가 단말을 대신하여 수행한다. 이 때 릴레이 링크는 중앙집중형도 가능하며 릴레이가 직접 제어하는 분산된 (Distributed) 형태도 고려할 수 있다. 첫 번째 시나리오에 비해 상대적으로 릴레이의 높은 복잡도와 성능이 요구된다. 이러한 두 가지 시나리오의 차이점을 <표 1>에 정리하였다[5][9].

<표 1> RS 도입 목적에 따른 2가지 시나리오 비교

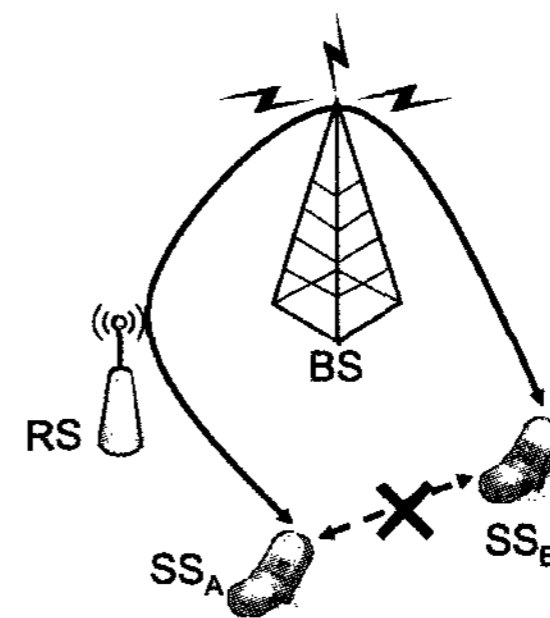
	첫 번째 시나리오	두 번째 시나리오
목표	데이터 처리율 향상	셀 커버리지 확대
릴레이 채널	트래픽 채널 (유니캐스트)	제어 채널 (브로드캐스트), 트래픽 채널 (유니캐스트)
릴레이 용량	<ul style="list-style-type: none"> <li>고성능 불필요</li> <li>데이터 트래픽만 처리</li> <li>제어 정보는 단말이 기지국과 직접 통신</li> <li>RS-MS링크를 기지국이 직접 제어</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>고성능 필요</li> <li>제어메시지 전송 포함</li> <li>기지국의 역할을 대신하여 망 진입 등의 과정을 대신 수행</li> <li>RS-MS링크는 기지국의 도움을 받아 RS가 직접 제어</li> </ul>

이러한 멀티홉 릴레이는 몇 가지 단점을 아울러 갖는다. 멀티홉 전송을 위해 소모되는 추가적인 자원, 자원을 홉별로 나누어 쓸 때 발생하는 낮은 truncation 효율, 트래픽의 지연 시간 그리고 멀티홉을 지원하기 위해 새로이 정의되는 경로 탐색, 스케줄링 (Scheduling) 그리고 터널링 (Tunneling) 등의 시그널링 정보 등이 그것이다. 앞 절의 첫 번째 시나리오와 같이, 1홉 전송 거리에 위치하지만 신호 품질의 향상을 위해 2홉 전송을 하는 단말을 예로 들어보자. 단일홉 전송에서는 신호 품질이 낮아 1개의 심볼에 고작 1비트만을 전송했다면 멀티홉이 데이터 처리율 측면에서 이득을 보려면 1개의 심볼에 적어도 2비트 이상을 보낼 수 있어야 한다. 따라서 홉 수가 늘어날수록 홉별 채널 품질은 우

수해지지만, 요구되는 데이터 전송을 또한 증가하므로 몇 개의 홉을 이용할 것인가를 결정해야한다. 지연 시간 측면에서 동일 프레임 내의 전송이 불가능한 경우, 홉 수에 따라 지연 시간은 비례하여 늘어나므로 실시간 트래픽 서비스의 제공이 힘들어질 수도 있다. 또한, 홉 수에 따라 그만큼 무선 자원을 시간 또는 주파수 영역으로 구분해야 하므로 낭비되는 자원이 발생할 수 있다. 경로 탐색과 채널 측정 결과 등을 레포팅할 때 많은 수의 자원의 소모되므로 시스템에 부하를 줄 수 있다. 마지막으로 스케줄링 및 자원 할당 시 기지국 단말의 일대다(1 to many) 가 멀티홉 릴레이로 인해 지속적으로 증가하는 복잡도를 가지게되는 단점이 있다. 멀티홉 릴레이 도입 시 이와 같은 점들을 고려하여 릴레이 도입에 따른 이득 및 손실에 대한 충분한 검토가 필요하다.

#### IV. IEEE 802.16j 기술 개요

IEEE 802.16j Relay 표준화 활동은 2005년 7월에 결성된 IEEE 802.16 MMR (Mobile multihop relay) 스터디 그룹 (Study group, SG) 활동이 모태가 되어 시작되었다. 2006년 3월까지 SG 활동이 있었으며 프로젝트 승인 후 2006년 5월부터 태스크 그룹 (Task group, TG) 회의를 개최하였다. 현재 2008년 1월까지 총 11번의 회의를 가졌으며, 정식 표준문서 직전의 드래프트 버전에 대한 투표가 진행 중에 있다. 현재 2007년 8월의 'IEEE 802.16j/D1' 문서를 시작으로 수정 (Revision) 작업에 있으며 2007년 12월의 '/D2' 를 거쳐 2008년 2월의 '/D3' 에 대한 검토가 진행 중에 있다.



(그림 5) PMP 모드와 메쉬 모드

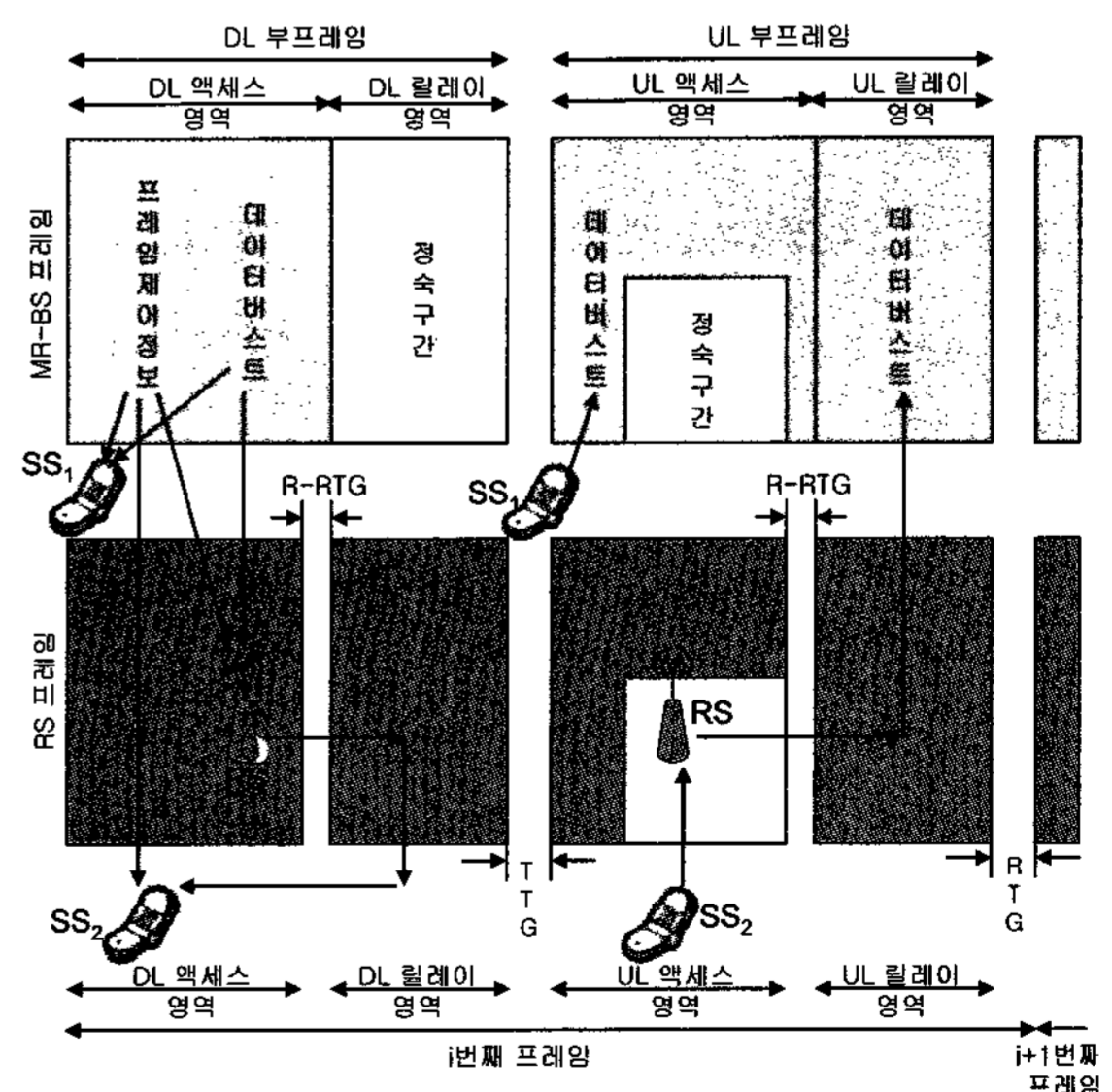
16j 표준화는 802.16e 모델을 기반으로 서비스 커버리지 확대와 데이터 처리율 향상을 목표로 진행되었다. 802.16e는 직교주파수분할 다중 접속 (Orthogonal frequency division multiple access, OFDMA) 기술을 기반으로 이동성을 제공하며, 네트워크 토폴로지는 일-대-다중 (Point-to-Multipoint, PMP) 모드만을 가진다. PMP는 간단히 말해 (그림 5)와 같이 단말 A와 단말 B가 통신을 하고자 할 때 항상 기지국을 통해 연결되는 형태이다. PMP와 대별되는 메쉬 (Mesh) 모드는 단말간의 통신이 기지국을 거치지 않고 이웃 단말들에 의해 라우팅되어 직접 통신이 가능한 구조이다. 802.16e에서는 메쉬 모드를 지원하지 않기 때문에 PMP 모드만을 고려한다[7],[8].

멀티홉 릴레이 전송은 선택사항이므로 후방향 치환성 (Backward compatibility)을 위해 기존의 단말에는 추가 및 변경사항이 없다. 따라서, 단말은 기존의 프레임 구조 등을 그대로 사용하면 된다. 표준에서는 멀티홉 릴레이 전송을 지원하는 기지국을 편의상 MR-BS(Multihop relay-BS)로 부르며 802.16e의 표준 내용과 구분하기 위해 매체접근제어 (Medium access control, MAC) 계층을 R(Relay)-MAC으로, 물리 (Physical, PHY) 계층을 R-PHY로 나타낸다. 표준에서는 주로 초기 망 진입 절차, 대역폭 요구, 연결 유지 및 핸드 오버 등을 정의하고 있으며 본 고에서는 프레임 구조를 통해 릴레이 시스템을 간단히 알아본다.

멀티홉 릴레이를 지원하기 위한 프레임 구조는 III장에서 소개한 2가지 시나리오에 따라 다른 형태를 갖는다. 802.16e는 상향 (Uplink, UL) 및 하향링크 (Downlink, DL)를 시간으로 구분하는 시분할 듀플렉싱 (Time division duplexing, TDD) 방식을 사용한다. 그리고 멀티홉 전송을 위해 새로운 주파수를 사용하는 것은 무선 주파수 자원이 고가격임을 고려해볼 때 비현실적이므로 시간축을 나누는 방식을 택하였다. 하나의 프레임은 상향 및 하향 링크 부프레임으로 나뉘고 각각의 부프레임은 액세스 영역 (Access zone)과 릴레이 영역으로 나뉜다.

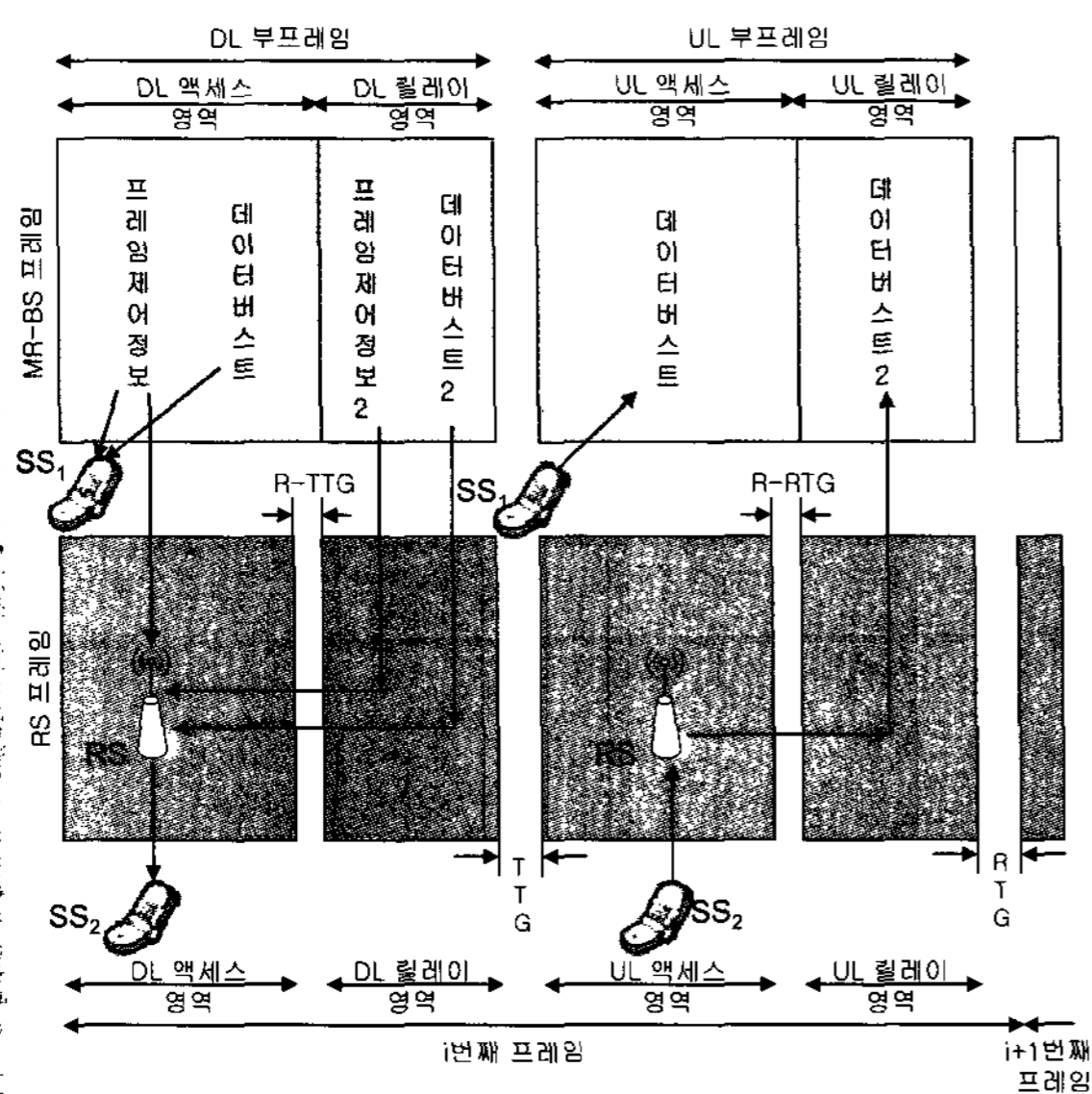
우선, 데이터 처리율 향상이 목표인 첫 번째 시나리오는 16j에서 transparent 릴레이로 불리며 (그림 6)과 같은 구조를 가진다. MR-BS 프레임은 MR-BS의 입장에서, RS 프레임은 릴레이의 입장에서 각각 도시한 프레임 구조이다. MR-BS 프레임의 첫 부분은 16e의 프레임 구조와 동일하게 프레임

제어 정보를 전송한다. 이때 프레임 제어 정보는 프리앰블 (Preamble)과 FCH (Frame check header) 그리고 DL-/UL-MAP등으로 구성된다. 제어 정보를 단말이 직접 수신 가능하므로 “transparent” 하다고 말한다. 상향 또는 하향링크에서 전송되는 데이터 버스트 (Burst)에는 단일홉 사용자(SS1)의 데이터와 다중홉 사용자(SS2)의 데이터가 시간 혹은 주파수로 구분되어 전송된다. SS1은 16e의 단일홉의 경우이므로 릴레이를 통하지 않고 SS2는 릴레이를 통해 데이터를 송수신한다. 릴레이의 원활한 송수신을 위해 MR-BS는 하향 및 상향링크 릴레이 영역의 일정부분을 정숙 구간 (Silent period)으로 두어 전송을 하지 않는다. TDD를 지원하기 위해 TTG(Transmit/receive transition gap)와 RTG(Receive/transmit transition gap)는 송신 모드를 수신 모드로 그리고 수신 모드를 송신 모드로 전환하기 위해 각각 비워두는 시간이다. 중계기의 경우 액세스 영역에서 릴레이 영역으로 전환하는데 R(Relay)-RTG만큼의 시간이 더 필요하다. 본 구조에서는 다중홉으로 인해 필연적으로 발생하는 지연시간 없이 하나의 프레임 내에 송수신이 가능하다는 장점이 있다. 또한 하향링크 릴레이 영역에서 릴레이가 단말에게 전송을 할 때 기지국도 동일한 데이터를 전송하여 상호 협력 이득을 얻을 수 있는 구조이다[1][4].



(그림 6) 시나리오 1에 따른 프레임 구조

두 번째 시나리오는 non-transparent 릴레이 전송 방식이며 서비스 커버리지 확장을 목표로 한다. 단말이 제어 신호 조차 수신할 수 없는 상황이므로 릴레이를 하나의 기지국으로 인지한다. 이를 위해 (그림 7)과 같이 릴레이는 데이터 버스트 뿐만 아니라 제어 신호도 단말에게 전송을 해야 한다. 프레임 제어 정보 2는 릴레이가 RS 프레임을 제어할 수 있도록 기지국이 릴레이에게 내려주는 정보로서 R-FCH, R-MAP로 구성된다. 이를 토대로 RS는 다음 프레임에 자신의 프레임 제어 정보를 생성하고 데이터 버스트를 할당한다. (그림 7)에서 하향링크의 릴레이 영역에서 액세스 영역으로 향하는 화살표가 이를 나타낸다. 따라서, 시나리오 1과는 달리 멀티홉 전송에 따른 지연 시간이 홉 수에 따라 프레임 단위로 증가하는 것이 최대 단점이다. 또한 릴레이는 하향 및 상향링크 부프레임에서 송수신 모드가 각각 번갈아 바뀌므로 모드 전환에 필요한 시간 R-RTG 뿐만 아니라 R(Relay)-TTG가 필요하다[14].



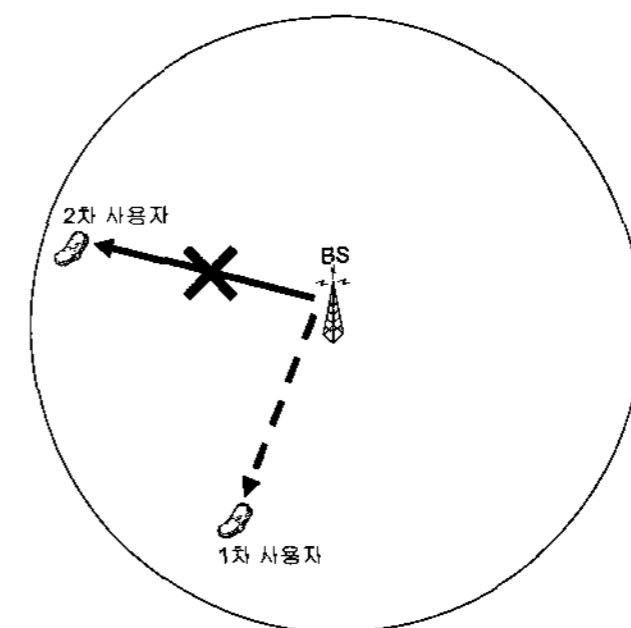
(그림 7) 시나리오 2에 따른 프레임 구조

## V. 무선 인지 환경과 릴레이

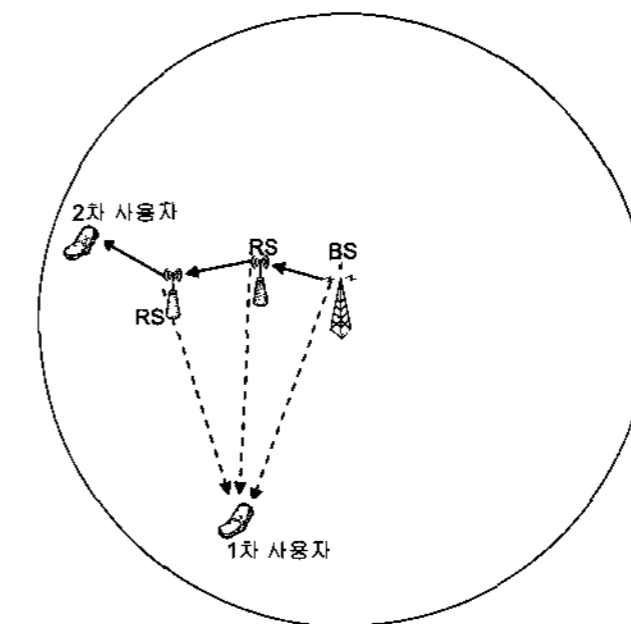
기존의 주파수 할당 방식에서는 라이선스(License)를 부여

받은 1차 사용자가 해당 주파수 대역을 독점적으로 사용했지만, 할당된 주파수의 상당 부분이 사용되지 않고 있다. 실제로 분배된 주파수의 이용 효율을 측정해보면 그 이용 효율이 평균적으로 30% 이하로 나타나고 있다[12]. 이에 국가적 전략 자원인 주파수 자원의 사용율을 높이기 위해 2차 사용자의 개념을 제안한 기술이 무선 인지 (Cognitive radio, CR) 기술이다[13][14].

(그림 8)은 무선 인지 환경에서 릴레이를 사용하는 경우 얻을 수 있는 이점을 보여준다. 우선 기지국으로부터 멀리 떨어져 있는 단말에게 서비스를 원활히 제공하기 위해서는 강한 전력을 사용해야 한다. 이런 경우, (그림 8)의 (a)와 같이 1차 사용자에게 간섭 (점선)을 줄 수 있으므로 해당 주파수를 사용하지 못하고 다른 주파수를 사용해야 한다. 그러나 (b)와 같이 다중홉 릴레이를 사용하면 저전력으로 통신이 가능하여 1차 사용자에게 주는 간섭 (점선)을 줄일 수 있다. 따라서 릴레이 도입 전에는 사용할 수 없었던 무선 자원을 릴레이 도입을 통해 사용할 수 있게 되므로 2차 사용자의 주파수 활용도를 높일 수 있다. 1차 사용자를 감지하기 위한 센싱



(a) 릴레이를 사용하지 않은 경우



(b) 릴레이를 사용한 경우

(그림 8) 무선 인지 시스템에서의 멀티홉 릴레이

기능도 릴레이가 수행 가능하므로, 1차 사용자의 보호 측면에서도 이득이 있을 것이다. 이런 점 때문에 무선 인지 기술을 사용하는 IEEE 802.22 시스템 (Wireless regional area network, WRAN)에서도 릴레이 사용을 옵션으로 채택하고 있다[15],[16].

## VI. 결 론

본 고에서는 멀티홉 릴레이 기술에 대해 살펴보았다. 멀티홉 릴레이 기술은 차세대 이동통신망에서 데이터 처리율 향상과 서비스 커버리지 개선을 위해 핵심기술로서 도입될 것으로 기대된다. IEEE 802.16j에서도 802.16e 시스템을 기반으로 멀티홉 릴레이 도입에 관한 표준화 활동이 진행 중에 있으며 이를 지원하기 위해 다양한 메시지와 기능을 정의하였다. 또한 무선 인지 시스템에서도 멀티홉 릴레이 사용 시 2차 사용자의 주파수 사용 효율 증대가 기대된다. 하지만 이와 더불어 멀티홉 릴레이 시스템의 이득을 제대로 얻기 위해서는 릴레이 전송의 특징을 파악하여 목적에 맞는 시나리오를 구성해야하며 부가적인 프로토콜과 이를 운용하기 위한 스케줄링 기법 등이 필요하다.



[1] 손중제, 주판유, 이현우, "IEEE 802.16 Relay 표준화 현황," *한국통신학회지*, 제24권 제5호, pp. 7 - 14, 2007년 5월.

[2] 김영일 외, "WiBro용 Mobile 기술 동향," *한국통신학회지*, 제24권 제5호, pp. 15 - 26, 2007년 5월.

[3] 우경수 외, "Multi-hop Relay의 물리계층 기술 동향," *한국통신학회지*, 제24권 제5호, pp. 27 - 36, 2007년 5월.

[4] IEEE P802.16j/D2, *Draft Amendment to IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems: Multihop Relay Specification*,

December 2007.

[5] 김영일 외, "IEEE 802.16 MMR 동향," *한국전자통신연구원 전자통신동향분석*, 제21권 제3호, pp. 91 - 99, 2006년 6월

[6] Ralf Pabst et al., "Relay-Based Deployment Concepts for Wireless and Mobile Broadband Radio," *IEEE Comm. Magazine*, Vol.42, Issue 9, pp. 80 - 89, September 2004.

[7] IEEE Standard 802.16e-2005, *IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems*, February 2006.

[8] IEEE C802.16-05/013, "Mobile Multi-hop Relay Networking in IEEE 802.16," July 2005.

[9] IEEE 802.16mmr-06/005, "802.16 Mobile Multihop Relay Tutorial," March 2006.

[10] Song Chong, "Wireless Relay and Mesh Network," *한국통신학회 제12회 이동통신기술 워크샵*, pp.145-174, February 2006,

[11] Eva Gustafsson and Annika Jonsson, "Always Best Connected," *IEEE Wireless Communications*, Vol. 10, Issue 1, pp. 49 - 55, February 2003.

[12] 김창주, "Cognitive Radio 기술 동향," *한국전자통신연구원 전자통신동향분석*, 21권 4호, pp. 62-69, 2006년 8월.

[13] J. Mitola, "Cognitive Radio for Flexible Mobile Multimedia Communications," in *Proc. of IEEE Workshop on Mobile Multimedia Comm.*, pp.3-10, November 1999.

[14] S. Haykin, "Cognitive Radio: Brain-Empowered Wireless Communications," *IEEE JSAC*, vol.23, no.2, pp.201-220, Feb. 2005.

[15] IEEE P802.22/D0.2, *Draft Standard for Wireless Regional Area Networks Part 22: Cognitive Wireless RAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Policies and procedures for operation in the TV Bands*, November 2006.

[16] IEEE 802.22-05/007r46, *Functional requirements for the 802.22 WRAN Standard*, September 2005.

약 력



2002년 경북대학교 전자전기공학부 졸업 (학사)  
2004년 경북대학교 전자공학과 졸업 (석사)  
2004년 ~ 현재 경북대학교 전자공학과 박사과정  
관심분야: 무선 인지 기술, 멀티홉 릴레이

신 정 채



1992년 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업 (학사)  
1994년 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업 (석사)  
1999년 한국 과학기술원 전기 및 전자공학과 (박사)  
1999년 ~ 2001년 한국 전자통신연구원 선임연구원  
2001년 ~ 2003년 한국항공대학교 전자정보통신컴퓨터공학부  
전임강사  
2003년 ~ 현재 경북대학교 전자전기컴퓨터학부 부교수  
관심분야: 이동통신시스템, 무선자원관리, 트래픽 제어, 수중음  
향센서 네트워크

조 호 신

