

보는 대로 바로 연결하는 시선(視選)통신 기술

김선애, 김영훈, 김수창, 이문식, 방승찬
한국전자통신연구원

요약

본 고에서는 수많은 기기들이 산재하는 무선 통신환경에서 근접거리 내의 디바이스 및 서비스 발견 과정 시에 사용자 개입을 최소화하여 빠르고 편리하게 통신대상에 연결하기 위한 시선(視選)통신 기술에 대하여 알아본다.

시선통신(Look-and-Link)은 사용자가 통신대상의 식별자(전화번호, MAC address 등)를 모르더라도 스마트폰의 화면에서 대상을 보고 선택하면 바로 연결시켜주는 기술이다. 사용자는 스마트폰의 화면을 통해 통신대상을 선택하는 최소한의 관여만으로도 사용자가 원하는 통신대상(프린터, TV, 상점, 사람)을 사용자의 기기가 자동으로 통신대상을 인식하고 해당 디바이스의 통신식별자를 획득해서 손쉽게 빠르게 통신대상과 접속할 수 있다. 시선통신 기술은 무선 트래픽이 폭증하는 최근 통신환경에서 별도의 네트워크 도움 없이 주변 단말과 직접통신을 통해 사용자에게 근접인식 기반의 다양한 모바일 서비스를 제공한다.

I. 서론

최근 스마트폰과 같이 고성능 무선 이동단말의 등장과 함께 사용자가 손쉽게 다양한 형태의 모바일 서비스를 제공받을 수 있는 기회가 늘어나고 있다. 이런 모바일 서비스 환경 변화는 데이터 트래픽을 급격히 증가시켜 이동통신 시스템 지지국의 통신 용량 포화 및 모바일 단말기의 전력 소모 등의 심각한 문제를 일으키고 있다. D2D(Device-to-Device) 통신은 중앙 집중적인 데이터 트래픽을 근거리 망 단말간 직접 통신으로 분산 시킴으로써 데이터 오프로딩(offloading) 효과에 대한 기대를 높이고 있다[1]. 현재 보급 중인 D2D 통신 기술은 Bluetooth 및 Wi-Fi P2P가 대표적이고, 최근에 IEEE 802.15에서 완전 분산형 D2D 통신 기술인 PAC와 3GPP에서 SG(Study Group)으로 논의되고 있는 LTE-Direct에 대한 표준화를 진행 중에

있다[2][3].

현재 D2D 통신은 사용자가 통신하고자 하는 대상과 통신연결을 설정할 때, 먼저 주변의 단말을 탐색하여 발견하고, 이들 중 연결하고자 하는 대상을 선택하는 복잡한 과정을 거친다. 사용자는 이 과정에서 발견된 수많은 단말 중에 연결을 원하는 대상을 선택해야 하는 불편함과 통신 식별자를 알고 있는 기기만 연결할 수 있는 제약이 발생한다. 현재의 D2D 통신은 효율적이면서 빠른 디바이스 및 서비스 탐색과 사용자의 접근성이 많이 뒤떨어져 있어서 활성화 되는데 장애 요소가 되고 있다.

근접 모바일 서비스 및 D2D 통신의 활성화를 위해서는 근접 모바일 사용자 주변에 수천 개의 디바이스 중 연결 대상을 빠르고 효과 적으로 발견하는 탐색기술과 통신대상의 식별자(ID)를 사전에 모르더라도 통신대상과 연결할 수 있는 기술이 필요하다. 특히 미래의 모바일 통신 환경은 단위 면적 당 디바이스의 분포율이 현재보다 매우 높아질 것이고, 밀집된 장소에 다양한 디바이스들이 혼재하는 상황이 빈번히 발생할 것을 고려할 때 통신대상의 식별 ID를 모르더라도 빠르고 편리하게 대상과 연결할 수 있는 통신 기술이 요구될 것이다. 최근 사용자가 통신대상의 ID를 모르더라도 손쉽게 통신연결을 설정할 수 있는 스마트 페어링 기술 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 [4][5], 구글, 삼성 등의 글로벌 기업에서 NFC를 이용한 안드로이드 빔, S-Beam과 같은 상용제품을 출시하고 있는 추세이다 [6].

본 고에서는 수많은 기기들이 산재하는 D2D 통신환경에서 근접거리 내의 디바이스 및 서비스 발견 과정 시에 사용자 개입을 최소화하여 빠르고 편리하게 통신대상에 연결하기 시선통신(Look-and-Link) 기술을 소개한다. 시선통신은 통신주체가 가시 거리 내의 통신대상을 보고 선택하여 통신하는 새로운 개념의 통신 방식이다. 시선통신 기술들은 모바일 기기가 급속히 증가하고 무선트래픽이 폭증하는 모바일 환경에서 D2D 기반 근접인식 모바일 서비스 플랫폼을 구성하는 핵심 기술이 될 것이다.

II. 스마트 페어링 기술동향

최근 근접 무선통신 시스템에서 사용자가 통신식별자(전화번호, MAC address 등)를 알지 못하더라도 손쉽게 알아내서 빠르게 접속을 할 수 있는 새로운 형태의 무선접속 기술이 연구 개발되고 있다. 이 기술은 무선통신 시스템 접속을 하기 위해서는 복잡한 사용자의 관여 및 연결하고자 하는 통신대상의 통신 장치 식별자를 미리 알아야 하는 한계를 해결하기 위한 기술로 근접 모바일 통신 서비스의 활성화를 위해서는 핵심 기술 중의 하나가 될 것이다. 최근 NFC 통신 기술을 이용한 Wi-Fi P2P 접속 기술이 상용화 되면서, 스마트 페어링 기술의 단말간 직접 통신 시장에 도입이 본격화 될 것을 예고하고 있다. 이외에도 다양한 형태의 기술이 연구되었으나, 상용화 되기에는 기술적으로나 사용자 사용면에서 제약이 많았다.

1992년에 IrDA를 이용하여 사용자가 원하는 디바이스에 포인팅해서 연결을 해주는 “Point and Shoot” 기술이 연구되었고[4], 2005년에는 MIT Media Lab의 Invisible Media 프로젝트에서는 적외선 빔을 이용해서 사용자의 시선을 감지하여 고유번호를 사용자에게 알려준 다음 고유 번호와 맵핑되는 디지털 정보를 서버로부터 획득하여 사용자에게 소리 정보를 제공하는 프로토타입을 개발하였으나 더 이상의 연구는 진행되지 않았다. 2009년 Microsoft 사가 음파를 이용해서 사용자가 원하는 핸드폰에 PDA폰을 포인팅 하여 연결 해주는 “Point and Connection” 기술[5]을 소프트웨어로만 개발하는 프로젝트 수행하였지만 상용화 된 제품이 출시되지 않았다.

최근 2011년부터 NFC를 이용해서 통신 대상의 NFC나 Wi-Fi P2P통신식별자를 손쉽게 획득하여 근접 모바일 서비스를 제공 받을 수 있는 구글의 안드로이드 빔[6] 및 삼성의 S-Beam 기술이 상용화 되고 있으며, 한국전자통신연구원은 2011년부터 사용자 관여를 최소화 하면서 근접 모바일 서비스를 빠르고 편

리하게 제공 받을 수 있는 기술을 개발하고 있다.

III. 시선통신 기술

1. 시선통신 기술 개념

시선통신 기술은 사용자가 연결하고자 하는 대상을 스마트폰과 같은 모바일 단말의 화면을 통해 보고 선택하면 해당 통신 장치의 통신식별자(전화번호, 기기의 고유 MAC 주소) 등을 자동으로 획득하여 사용자가 편리하게 통신을 설정할 수 있도록 하는 스마트 페어링 기술이다. 모바일 기기 사용자는 인프라 네트워크 없이 시선통신을 통해 선택된 통신대상과 직접 연결하여 다양한 근접 모바일 서비스를 이용할 수 있다.

기존의 단말간 직접 통신 기술은 주변 단말과 통신하기 위해 복잡한 페어링 과정이 필요하고, 이 과정에서 접속하고자 하는 단말의 통신식별자를 알고 있어야 통신이 가능했다. 하지만 시선통신 기술은 사용자의 연결 의도를 대상단말로의 포인팅하는 행동과 카메라를 통해 획득한 대상의 이미지를 통해 기기가 이해함으로써 직관적으로 해당단말과 연결이 가능하게 한다. 이 과정에서 시선통신은 사용자의 관여를 최소화하여 사용자에게 단말간 통신 연결의 편의를 제공하고, 주변에 존재하는 많은 기기 중에 원하는 방향의 대상단말을 탐색하면서 기존의 탐색과정에서 소모되는 불필요한 통신량을 줄여 빠르고 정확하게 대상단말과 연결하는 페어링 방법을 통해 통신의 효율을 높인다.

시선통신 기술은 스마트폰, 프로젝터, 프린터, 가전 등과 같은 다양한 기기간 스마트 연결을 통해 정보 전달이 가능하고, 편리한 기기 접속을 통해 콘텐츠를 즉시 공유할 수 있다. 거리에서는 통화하고 싶은 사람을 선택하여 다이렉트 콜링이나 메시지를 보낼 수 있으며, 식당, 백화점, 극장 등의 간판을 스마트

표 1. 스마트 페어링 기술 비교

| 구분 | 시선통신 (Look & Link) | NFC (OOB Connection) | PnS (Point & Shoot) | PnC (Point & Connect) |
|--|--------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 편의성 (사용 거리) | <10cm | ~1m | ~4m (실내) ~10m (실외) | ~ 70m |
| 활용기반기술 | 전파(array ant), 이미지 매칭 | 자기장 | 적외선 | 음파 (built-in speaker) |
| 사용자편의성 (사용자 인터렉션) (사용자 노력) (대상인식 정확도) | 상 (Pointing) (단순 지향) (~10°) | 중 (Touching) (기기에 접근) (높음) | 중 (Pointing) (단순 지향) (~15°) | 하 (Pointing) (단순 지향) (~10°) |
| 기술개발 수준 | SW, minimum HW | 사용 | 논문(1992) | Only SW (commercial-off-the-shelf) |

폰으로 비추고 터치하기만 하면 해당 업소에 대한 정보를 별도의 통신비 없이 즉시 얻을 수 있다.



그림 1. 시선통신 기술 개념

2. 시선통신 기술 구성

시선통신의 통신대상 인식기술은 사용자가 연결을 원하는 대상의 통신디바이스의 통신식별자를 사용자의 디바이스가 자동으로 알아내는 기술로, 크게 통신대상 인식을 위한 핵심 요소기술과 매칭과 통신대상의 ID(통신식별자)를 획득하는 방법인 통신대상인식 프로토콜로 구성된다. 통신대상 인식을 위한 핵심 요소기술은 다시 빔포밍 기반의 자기공간 필터링(Self-Special Filtering), 객체구분형 이미지 특성 매칭과 통신대상의 ID(통신식별자)를 획득하는 방법인 통신대상 인식 프로토콜로 구성된다. 각 세부 기술의 구성은 다음 하위 절에서 자세히 설명한다.

시선통신의 핵심기술들은 통신대상인식을 위한 기본 구조는 동일하나 각각 적용되는 시스템 형태에 맞게 별도의 추가 연구 개발을 통해 다양한 통신시스템에 적용되어 개발될 수 있다. 뿐만 아니라 각 핵심요소 기술들은 각각 별도의 응용 분야에 적용이 가능할 것이다. 현재 시선통신 기술은 Wi-Fi P2P 기반으로 연구/개발되고 있으나, 시선통신의 핵심기술이 적용되는 응용 분야는 매우 다양할 것으로 예상된다.

3. 통신대상인식 핵심요소기술

모바일 사용자가 통신하고자 하는 통신대상을 인식하는 기술로 통신대상을 선택하기 위해 전파 빔포밍 기반의 자기공간 필터링(S2F: Self Spatial Filtering)과 이미지 특성에 의한 매칭 기술에 의해 타겟 대상을 인식한다.

3.1 자기공간필터링

통신주체 단말이 타겟 단말을 향해 특정한 신호를 송신하면,

각 통신대상 단말들은 한 개의 수신 안테나만으로 통신주체와 타겟과의 시선(기준선)에 대한 자신의 상대각을 추정한다. 이때 추정된 상대각이 약 10도 이내인 단말들은 자신을 통신대상 후보로 인식하여 통신주체에게 자신의 객체 구분 이미지 특성 및 상대각 추정값을 보내고, 상대각 추정값이 10도 밖인 단말은 자신을 통신대상 후보에서 스스로 제외시켜 필터링한다.

통신주체는 통신대상 단말기에서 특정 방향에서 송신된 신호만을 수신할 경우, 상대각 추정값이 0도에 가까울수록 특정한 빔포밍 신호를 송신하는데, 0도에 가까울수록 수신된 신호는 송신된 신호와 상관계수가 높고, 0도에서 벗어날수록 흔들리는 효과로 인해 상관계수가 낮아진다. 통신주체 단말에서 송신한 특정한 빔포밍 신호는 <그림 2>와 같은 분해능을 갖는다. 그림 2는 4개의 송신 안테나를 이용하여 특정한 빔포밍 신호를 송신하였을 경우 빔패턴을 보여준다. 이 특정한 빔포밍 신호는 기존의 일반 빔포밍 기술로 구분하지 못했던 근접한 단말기의 필터링을 가능하게 하고, 동일한 안테나 개수를 사용할 때 일반 빔포밍보다 빔 폭을 줄이는 효과를 갖는다.

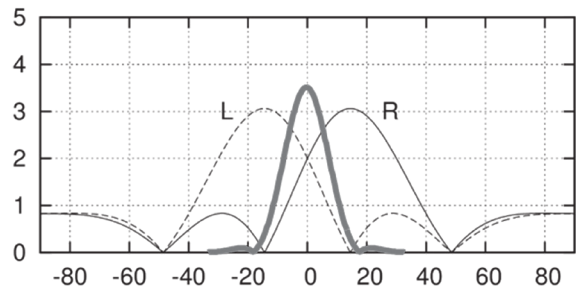


그림 2. 자기공간필터링 기술 각도 분해능

3.2 객체구분형 이미지 특성 매칭

통신대상 단말은 자기공간필터링 방법을 이용하여 자신의 단말이 통신대상 후보로 인식될 경우, 통신주체로 통신대상의 객체타입과 고유한 이미지 특성을 전송한다. 통신주체 단말은 수집된 이 정보들을 가지고 주체에서 획득된 타겟 대상의 이미지 특성과 비교하여 최종 타겟 대상을 구분해 낸다.

통신대상에 대한 객체 타입과 고유한 이미지 특성 정보는 기존의 서버에 등록하는 방식과 달리 시선통신 사용자의 단말에서 간단히 등록 및 변경이 가능하다. 시선통신은 통신 접속 이전에 통신대상 탐색과 선택에 관한 기술로 이미지 매칭 정확도를 높이기 위하여 사용되던 고용량, 고연산의 이미지 매칭 방법을 사용하기 어려운 반면, 이미지 매칭 성공률은 높아야 하는 제약이 있다. 시선통신 객체구분형 이미지 특성 매칭 방법은 통신대상 단말에서 객체타입을 사람, 기기, 건물간판 등으로 구분

하여 객체 타입에 따른 이미지 특성 추출 알고리즘을 사용하여 이미지 특성크기를 300byte 이내로 축소하고, 통신주체 단말에서 전송해온 객체 타입 정보에 따라 다르게 이미지 특성 매칭 알고리즘을 적용하여 이미지 매칭 성능과 처리 속도를 높인다

4. 통신대상인식 프로토콜

통신 ID를 획득하는 절차는 통신주체 디바이스(단말)에서는 크게 통신대상 인식 시작 기능, 통신대상 인식 요청 기능, 통신대상인식 응답수신기능, 통신대상 탐색 기능, 통신대상 인식 종료 기능으로 구성된다. 통신대상에서는 스스로 모바일 사용자의 관심각도(DOA, Direction of Attention)에서 벗어나면 통신대상인식 절차에 참여하지 않도록 하여 불필요한 통신량을 최소화 할 수 있고 통신대상인식 시간 및 통신대상 인식률을 높이도록 한다.

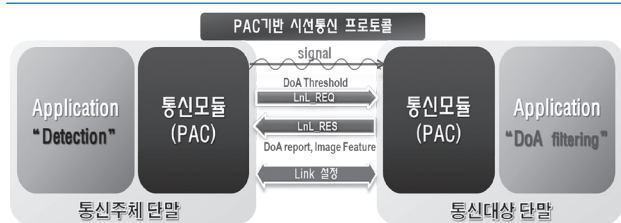


그림 3. 시선통신 통신대상인식 프로토콜

통신대상 인식률은 통신대상인식 핵심 요소 기술과 통신대상 인식 프로토콜을 통하여 사용자 단말(통신주체)에서 최종적으로 선택된 단말이 사용자가 선택한 타겟 대상과 일치할 확률에 해당하며, 통신대상인식 시간은 시선통신의 통신대상인식 통해 최종적으로 선택된 대상의 ID를 획득하는데 걸리는 시간을 의미한다. 시선통신 기술은 90%이상의 통신대상 인식률을 기반으로 기존의 D2D 통신 시스템에서 연결 설정에 30초 이상 소요되던 불편함을 3초 이내로 줄여 근접 모바일 사용자에서 편리함을 제공한다.

〈그림 4〉는 기존 기술에 대비 시선통신 기술의 통신 오버헤

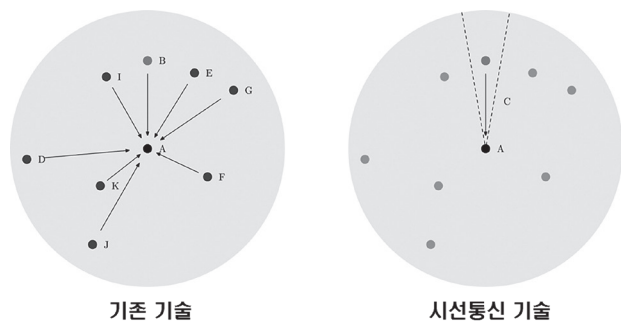


그림 4. 시선통신 프로토콜에 의한 통신 오버헤드 감소

드 효과를 보여준다. 기존의 통신 방식은 사용자 주변 360도 방향의 모든 대상으로부터 대상 탐색 응답을 수신하지만, 시선통신 기술은 사용자가 바라보는 방향으로 좌우 10도(20도) 이내의 대상 단말의 탐색 응답을 수신한다. 이 때 사용자 주변의 대상 단말이 균일 분포(uniform distribution)한다고 했을 때, 시선통신 프로토콜은 기존의 대상 탐색에 소모되던 불필요한 통신량을 1/18로 감소시켜 통신 오버헤드를 최소화하였다.

5. Wi-Fi P2P 기반 시선통신 프로토콜

시선통신 기술은 단말간 통신접속 이전에 스마트 페어링을 제공하는 기술로 현존하는 Wi-Fi P2P에도 적용 가능하다. 그러기 위해서는 Wi-Fi P2P를 위한 인스턴트 커넥션의 PAM(Pre-Association Messaging)기술과 결합되어야 한다. PAM은 Wi-Fi P2P 규격 내에서 디바이스 탐색과정에서 Wi-Fi P2P의 디바이스 발견 단계를 완료하지 않고, 디바이스간 통신 연결 전에 1KB 미만의 소용량 데이터를 빨리 전송할 수 있는 기술이다. 일반적으로 Wi-Fi P2P는 디바이스 간 데이터를 전송하기 위해서 디바이스 발견, 디바이스 그룹 형성 단계를 거치는 과정에서 최소 수 초 정도의 시간이 필요하지만, 이 기술은 디바이스 발견 과정 중 소용량의 정보를 전송할 수 있는 장점이 있다. PAM 기술을 이용하면 Wi-Fi 기기가 주변 탐색하는 과정에서 주변의 대상 디바이스에서 SSID를 보낼 때 간단한 광고나 대상인식을 위한 정보를 보낼 수도 있다.

Wi-Fi P2P 기반의 시선통신 프로토콜은 그림 5와 같이 구성된다. Wi-Fi P2P 기반의 시선통신 프로토콜은 기존의 5GHz 대역을 사용하여 통신인식 요청, DOA 신호 송수신, 통신인식 응답 과정을 5GHz 대역의 DOA 송수신 모듈과 2.4GHz 대역을 사용하는 Wi-Fi P2P 기반의 통신인식 응답 과정으로 분리하여 구성된다. Wi-Fi P2P 기반의 시선통신 프로토콜은 먼저 DOA 모듈에서 5GHz 대역의 DOA 신호를 송수신하고, 통신대상에 설정된 상대각 필터링 값에 의해 통신 대상을 구분하고, Wi-Fi P2P를 위한 인스턴트 커넥션의 PAM(Pre-Association Messaging)기술을 이용하여 2.4GHz 대역으로 통신인식 응답을 전송한다. 이 때 PAM은 통신대상의 이미지 특성 데이터와 객체 타입, DOA 추정값을 포함하고 있다.

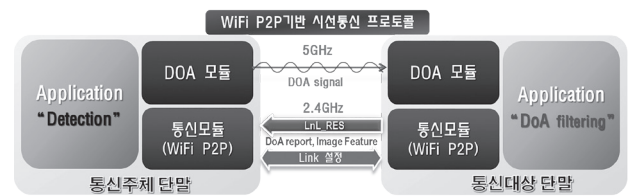


그림 5. Wi-Fi P2P 기반 시선통신 프로토콜

IV. 결론

스마트폰이 가져온 새로운 형태의 서비스 및 플랫폼 그리고 생태계에 의해 모바일 사용자는 새로운 IT를 경험하게 되었고 이로 인해 새로운 비즈니스 기회를 가져왔다. 이런 변화는 근접 모바일 서비스 및 D2D 통신시스템 기술 개발로 심화되고 이로 인해 사용자 및 서비스 제공자는 또 다른 경험을 하게 될 것이다. 제안 기술은 주로 근접 모바일 서비스 제공을 위한 간편한 통신연결을 위한 사용자 인터페이스 기술로 활용되지만, 핵심요소 기술들은 다양한 분야에서 다양하게 적용 가능 할 것으로 생각된다.

현재 시선통신 기술은 2.4GHz와 5GHz Wi-Fi 대역을 사용하는 WiFi P2P 기반 시선통신 시험 단말을 개발하였다.

참고 문헌

- [1] M. Scott Corson, Rajiv Laroia, Junyi Li, Vincent Park, Tom Richardson, George Tsirtsis, "Toward Proximity-Aware Internetworking," IEEE Wireless Communications, December 2010, pp. 26-33.
- [2] 3GPP TR 22.803, "Feasibility study for Proximity Service (ProSe)," Release 12, 3GPP, 2013.
- [3] IEEE P802.15-12-0063-02-0pac, PAR for new IEEE Standard "Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Peer Aware Communications (PAC)," March 2013.
- [4] R.W. Woodings et al., "Rapid eterogeneous Ad Hoc Connection Establishment: Accelerating Bluetooth Inquiry Using IrDA," WCN Conf., vol. 1, Mar. 2002, pp. 342-349.
- [5] C. Peng et al., "Point & Connect: Intention-Based Device Pairing for Mobile Phone Users," MobiSys, - June, 2009, pp. 137-150.
- [6] http://en.wikipedia.org/wiki/Android_Beam
- [7] Byung-Jae Kwak, Seon-Ae Kim, Young-Hoon Kim, and Nah-Oak Song, "Random Jitter Beamforming for Point-and-Link Communications," 2012 IEEE Statistical Signal Processing Workshop (SSP'12), pp. 496-499, 5-8 Aug. 2012.
- [8] 이재호, 박충변, 류철, 김영훈, 방승찬, "무선랜 기반 근접 모바일 서비스," 전자통신동향분석, 28권 2호, pp. 38-49, 2013.

약 력



김 선 애

2005년 충북대학교 공학사
 2007년 충북대학교 공학석사
 2011년 충북대학교 공학박사
 2011년~현재 ETRI 통신인터넷연구부문
 무선자율통신연구실 실장/선임연구원
 관심분야: 5G 이동통신, D2D 통신, WLAN



김 영 훈

1985년 서강대학교 전자공학사
 1993년 플로리다 공대 전자공학석사
 1998년 콜로라도 주립대 전자공학박사
 1999년~현재 ETRI 통신인터넷연구부문
 무선자율통신연구실 책임연구원
 관심분야: 5G 이동통신, D2D 통신, M2M 통신



김 수 창

1986년 홍익대학교 이학사
 1997년 충남대학교 이학석사
 2006년 충북대학교 공학박사
 1988년~현재 ETRI 통신인터넷연구소
 무선자율통신연구실 책임연구원
 관심분야: 5G 이동통신, D2D 통신,
 무선통신 프로토콜



이 문 식

1997년 성균관대학교 공학사
 1999년 GIST 공학석사
 2005년 GIST 공학박사
 2008년~2009년 미국 Stanford 대학 Post-Doc
 2005년~현재 ETRI 통신인터넷연구부문
 무선자율통신연구실 실장/선임연구원
 관심분야: 5G 이동통신, D2D 통신, M2M 통신



방 승 찬

1984년 서울대학교 공과대학교 전자공학과 학사
 1986년 서울대학교 공과대학원 전자공학과 석사
 1994년 서울대학교 공과대학원 전자공학과 박사
 1985년~1987년 금성사 중앙연구소 주임연구원
 1987년~1992년 디지털정보통신연구소 선임연구원
 1994년~현재 한국전자통신연구원 무선전송연구부장
 관심분야: 이동통신 무선전송기술