

Week 11.

Mobile Networks

Mobile Network Basics

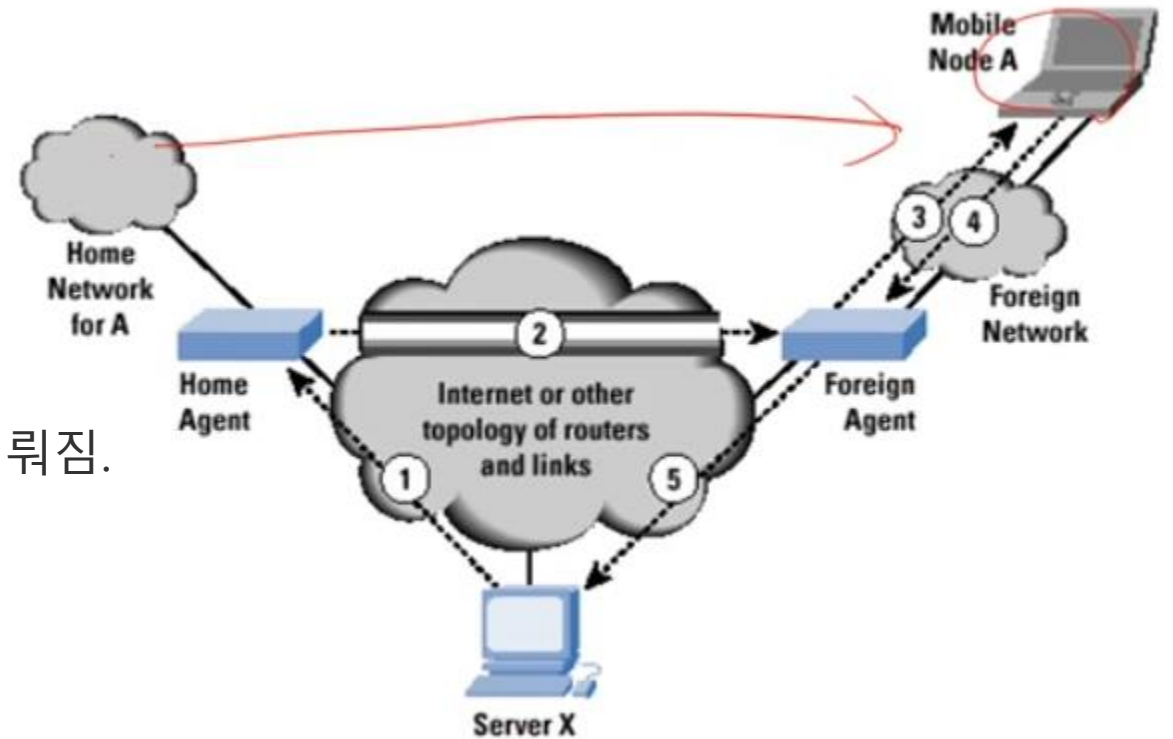
- Mobile Network는 어떤 네트워크가 한 AP나 베이스 스테이션에 접속해있다가 다른 AP나 베이스 스테이션으로 이동했을 때 통신 단절이나 불편함을 느끼지 못한 채로, 다른 AP나 베이스 스테이션으로 연결이 될 수 있을 때 모바일 네트워크라고 말한다.
- No mobility – Bluetooth. WPAN의 일종
- High mobility – Cellular Network.
- No와 High의 중간 – WI-FI

Mobile IP

- 모바일이 많아질수록 통신량이 많아지고 이를 handling하기 힘들어짐.
- 그래서 Let end-systems handle it 하기로 했다.
- 대표적인게 indirect routing

- 아래 과정에 의해 오른쪽과 같은 indirect routing이 이뤄짐.

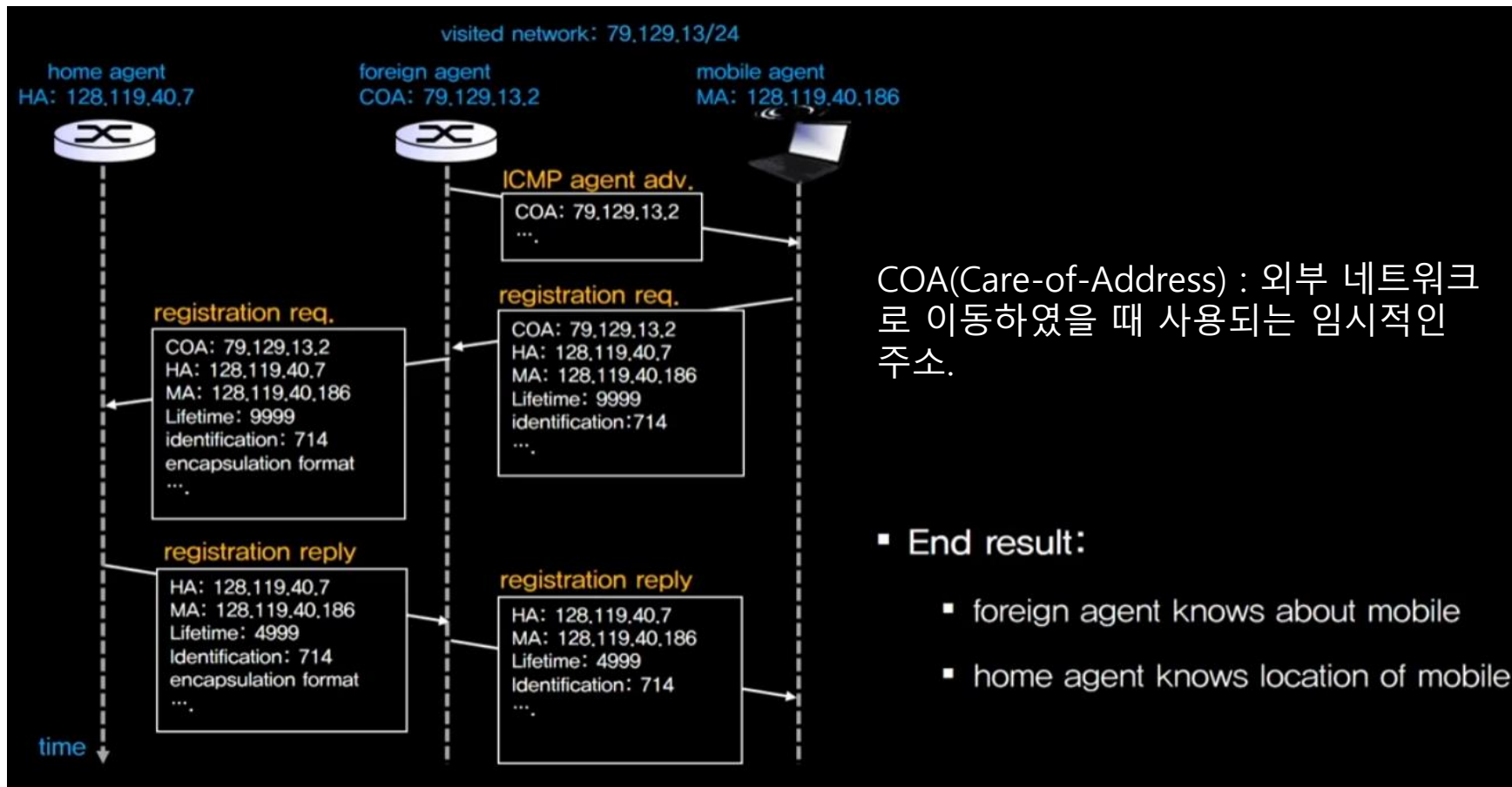
- Agent discovery
- Registration with home agent
- Indirect routing of datagrams



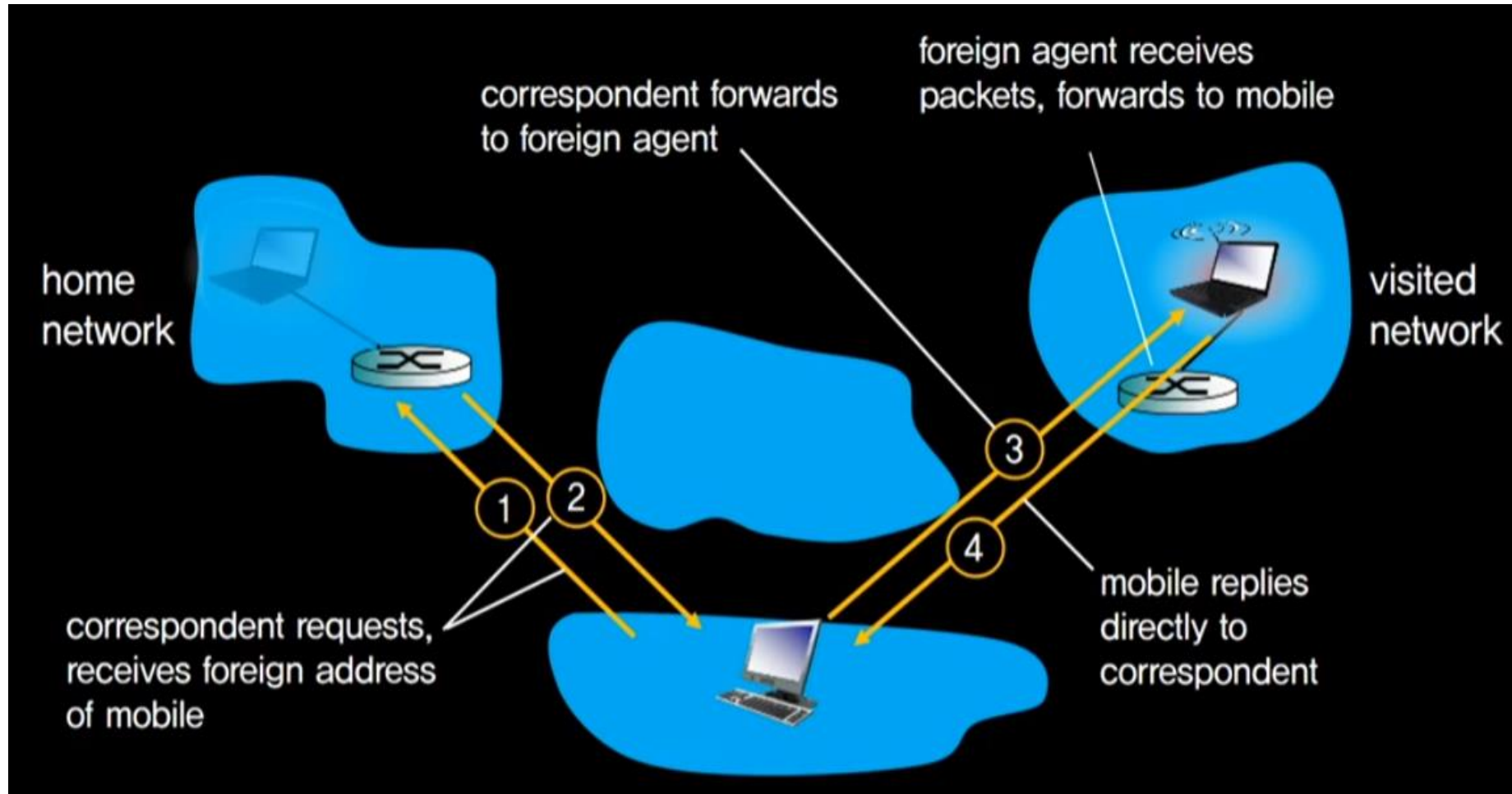
- Agent discovery

- Agent advertisement를 통해 discovery한다. Ad는 ICMP 메시지를 통해 수행된다.

- Registration



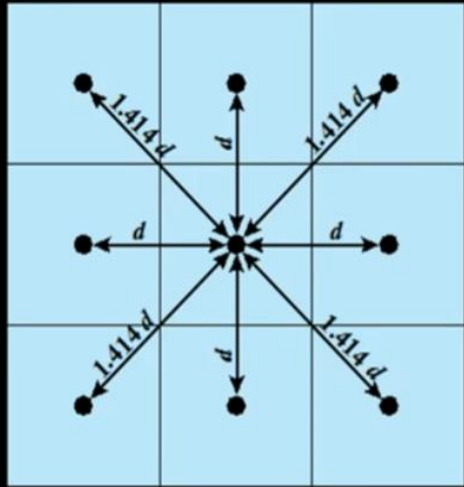
Mobility via Direct routing



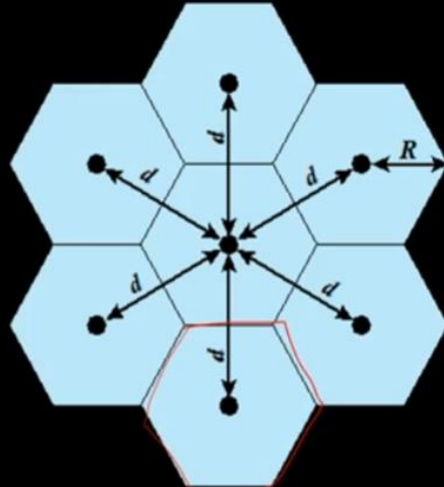
Cellular Network Principle

- 하나의 베이스 스테이션이 감당할 수 있는 영역을 cell이라고 부름.
- 셀을 사용하는 목적은 서비스의 사용할 수 있는 capacity를 늘리기 위해서이다. 다른 셀과의 주파수가 같기 때문에 가능하다. (frequency reuse를 통해 capacity 증가가 이루어진다.)
- 그러므로 하나의 셀을 더 잘게 나누면 frequency 재사용률이 높아진다.
셀의 물리적인 크기보다도 셀 area 안에 서비스 해야하는 고객의 수가 더 중요하다.
- → 인구밀도가 낮은 지역에서는 그냥 셀을 넓게 두고 , 인구밀도가 높은 지역에서는 셀을 최대한 잘게 나눈다.
- 셀을 육각형으로 나눠야 중심간 거리가 일정하다. 그래서 주파수의 세기를 조절하거나 하는 데 용이하다.

Cellular Network Principle



(a) Square pattern



(b) Hexagonal pattern

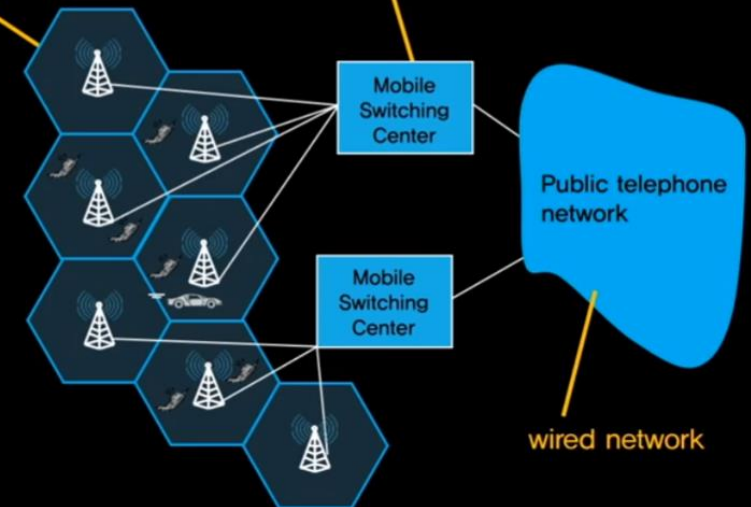
출처 - William Stallings, "Data and Computer Communications," 10th Edition, Pearson Education

cell

- covers geographical region
- base station (BS)** analogous to 802.11 AP
- mobile users** attach to network through BS
- air-interface:** physical and link layer protocol between mobile and BS

MSC

- connects cells to wired tel. net.
- manages call setup (more later!)
- handles mobility (more later!)



Cellular Network History

1G	2G	3G	4G	5G
1981	1992	2001	2010	2020(?)
2 Kbps	64 Kbps	2 Mbps	100 Mbps	10 Gbps
Basic voice service using analog protocols	Designed primarily for voice using the digital standards (GSM/CDMA)	First mobile broadband utilizing IP protocols (WCDMA / CDMA2000)	True mobile broadband on a unified standard (LTE)	'Tactile Internet' with service-aware devices and fiber-like speeds
				?

1. 1G

- 목소리를 반송 주파수에 담아서 직접 보내는 통신

2. 2G

- 목소리를 샘플링을 통해 디지털 형태로 바꾸어서 전달. 에러코딩이나 보안 encryption 알고리즘 적용하기 쉬워짐.
- FDMA 말고 TDMA, CDMA (두 개를 같이 쓰면 GSM) 기술을 쓸 수 있게 되었음.

3. 3G

- 음성 뿐만 아니라 데이터도 전송이 가능해짐. 공중 전화망 뿐만 아니라 공중 인터넷으로도 연결이 가능.
- 보이스 네트워크는 1, 2세대와 동일하나 데이터 네트워크는 parallel하게 데이터를 담당하는 부분이 더 들어가 있음.

4. 4G (LTE)

- 3G 망에 변형만 가하면 4G 이용이 가능했었음. 음성 데이터 조차도 IP 데이터 패킷그램으로 만들어서 전송 함.

Cellular Network History

1G	2G	3G	4G	5G
1981	1992	2001	2010	2020(?)
2 Kbps	64 Kbps	2 Mbps	100 Mbps	10 Gbps
Basic voice service using analog protocols	Designed primarily for voice using the digital standards (GSM/CDMA)	First mobile broadband utilizing IP protocols (WCDMA / CDMA2000)	True mobile broadband on a unified standard (LTE)	'Tactile Internet' with service-aware devices and fiber-like speeds
				?

5G (Fifth Generation)

- 5G 가 되기 위한 조건.
 - 4G 네트워크 capacity의 1000배의 capacity 제공
 - 데이터 다운 시, peak data rate가 10Gbps
 - 유저 별로 100Mbps의 data rate이 나와야 함.
 - 서비스가 제공이 될 때, 데이터가 도달하는데 걸리는 시간이 1ms 이내여야 함.
 - 비트 당 에너지 소모량이 4G에 비해 1/1000이어야 함.
 - 다른 베이스 스테이션으로 넘어갈 때 interruption time은 10ms 이내

5G (Fifth Generation)

● 5G의 Key Technology 3가지

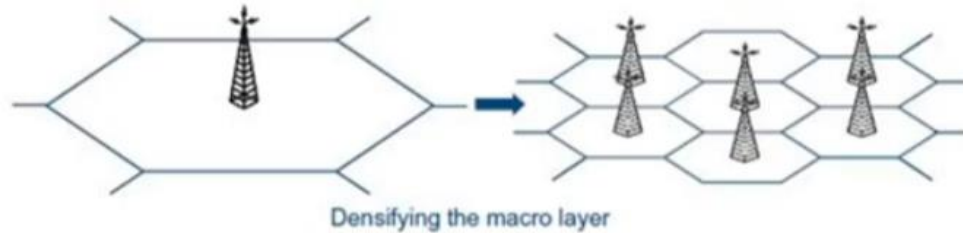
- 조밀한 셀 구성. (셀이 작아질수록 주파수 재사용률이 올라가며 셀 당 사용자수는 줄어듦)
- 사용하는 주파수의 영역이 매우 높고 올라감. (30 GHz 이상의 주파수 영역 대 사용. mmwave)
- Massive MIMO 안테나 사용 (다중 안테나 사용)

조밀한 셀 구성

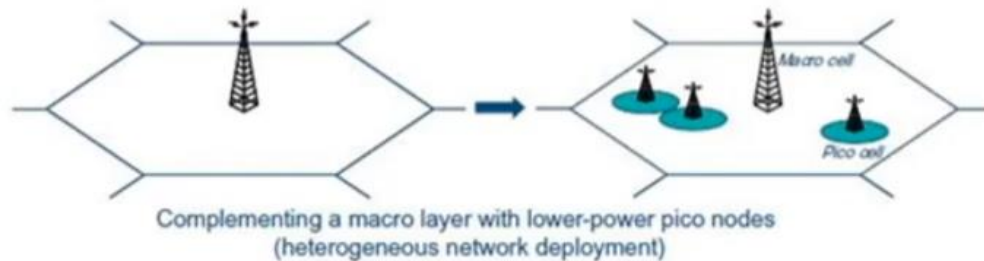


Tech. 1: Extremely dense cellular architecture and offloading

- Extreme densification and offloading to improve the area spectral efficiency. Put differently, more active nodes per unit area and Hz.



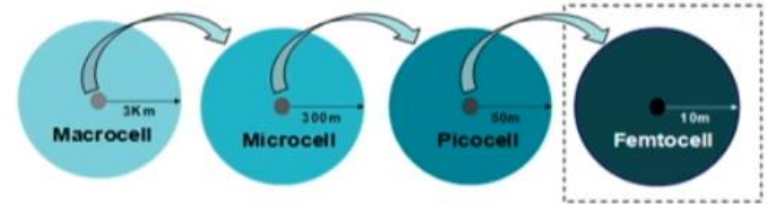
Densifying the macro layer



Complementing a macro layer with lower-power pico nodes (heterogeneous network deployment)

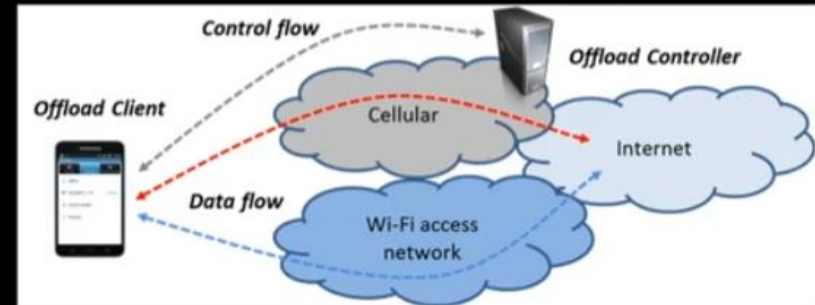
출처 - https://www.google.co.kr/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi9-5zxdjcAhUPOrwKHampAvoQjRx6BAgBEAU&url=http%3A%2F%2Ftrends-in-telecoms.blogspot.com%2F2011%2F06%2Ffile-network-densification-with_html&psig=AOvVaw1E0kuydPFoyhtAKsu3rBsA&ust=1533632799470994

Fig. 1. Types of 'small cells' and typical coverage range compared to macrocells



출처 -

https://www.google.co.kr/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjtzp9rcAhWyrwKHTXqBgUQjRx6BAgBEAU&url=http%3A%2F%2Fjason.tv%2Fen%2Fict_telecom_analytics_view%2Ftrends-and-perspectives-of-market-development-of-picocells-in-russia-and-in-the-world-2014090505123219&psig=AOvVaw1MpGkDKFL0ZN-nmMLw1ld&ust=1533712753741075



출처 -

<https://www.google.co.kr/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwj44sXps9rcAhWBURwKHcqlCMUQjRx6BAgBEAU&url=http%3A%2F%2Fwww.climes.com.tw%2FDispNews%2Ftw%2FWi-Fi-offload%2FWi-Fi-Passpoint%2F1303072349GJ.shtml&psig=AOvVaw1XblCjoD9TP7ucvDVISV0R&ust=1533712843896454>

높은 주파수 영역



Tech. 2: Extremely higher carrier frequency spectrum

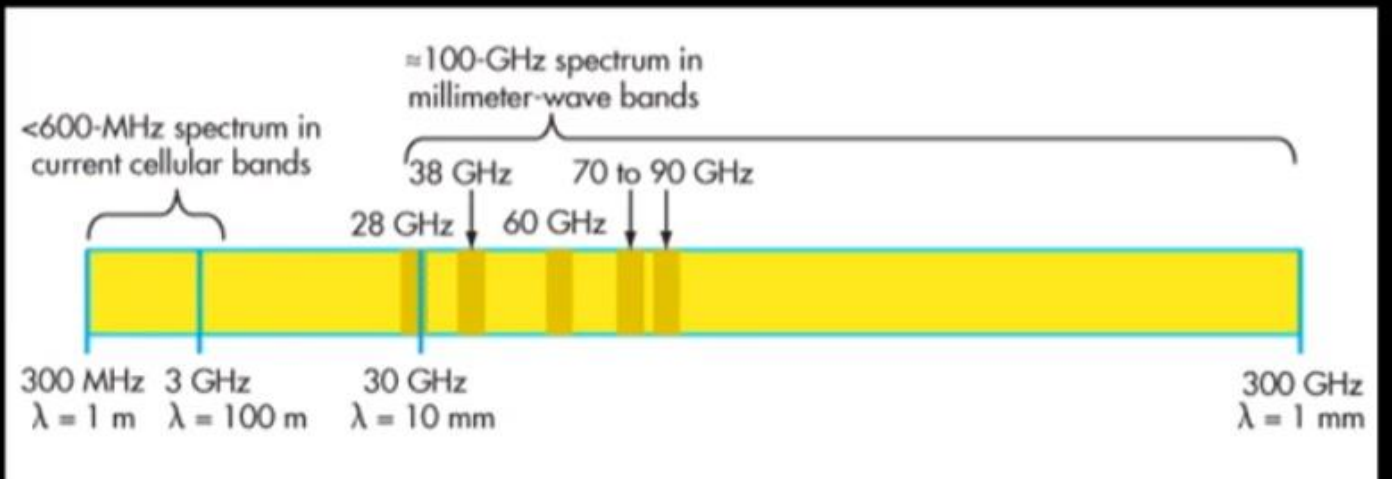
- Increased bandwidth, primarily by moving toward and into mmWave spectrum but also by making better use of WiFi's unlicensed spectrum in the 5-GHz band. Altogether, more Hz.



Beachfront frequency
Crowded

vs

mmWave frequency
Extensive

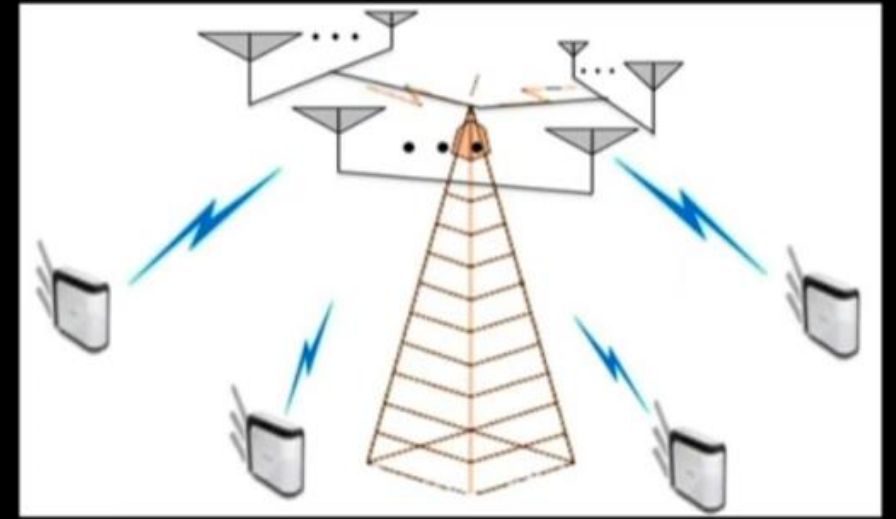
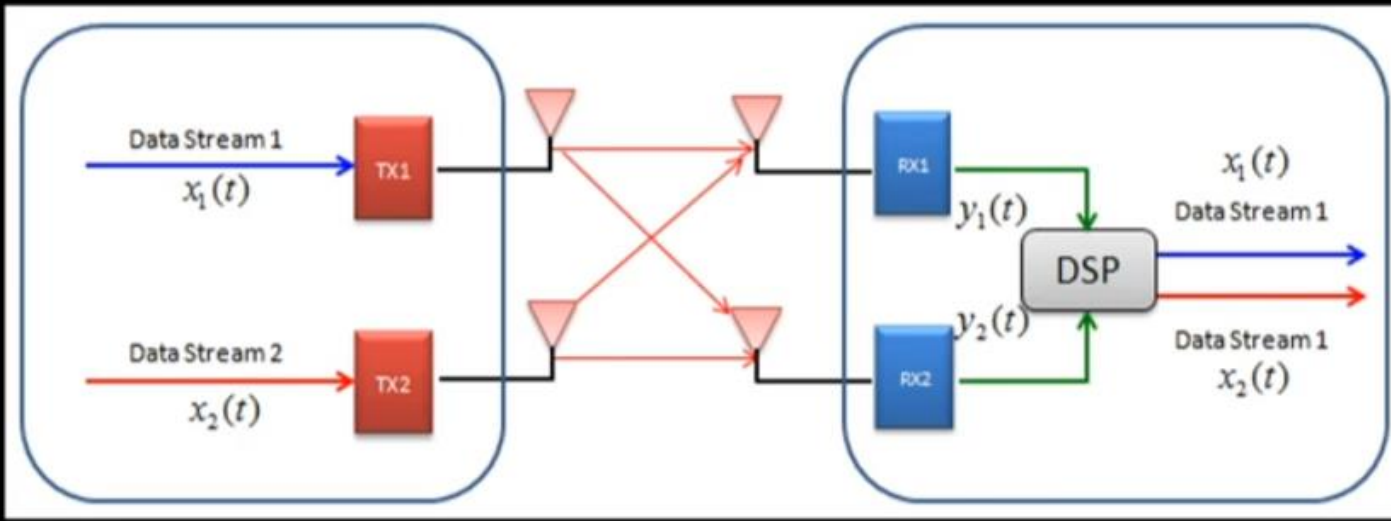


Massive MIMO 사용



Tech. 3: Large number of antennas

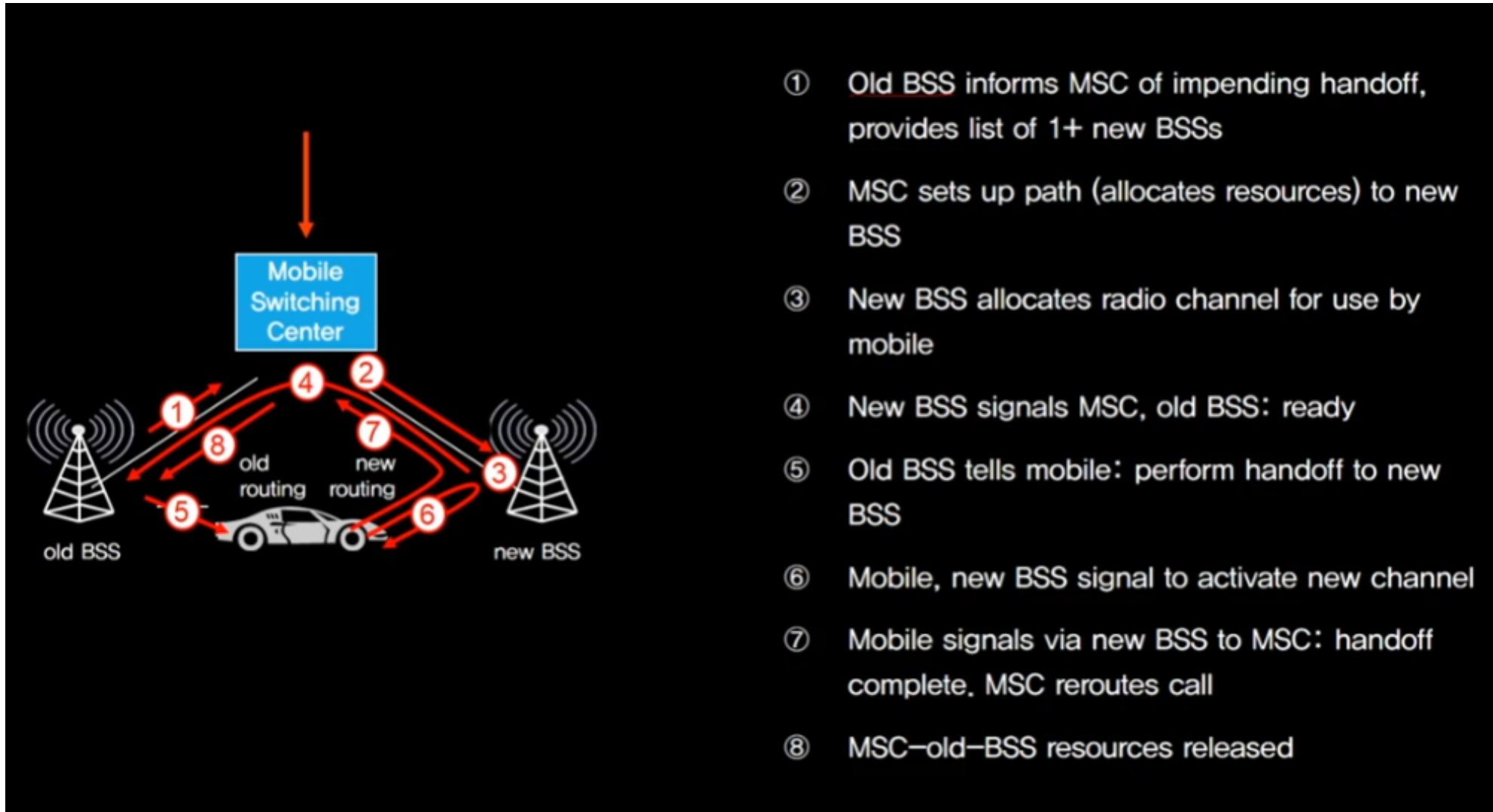
- Increased spectral efficiency, primarily through advances in MIMO, to support more bits/s/Hz per node



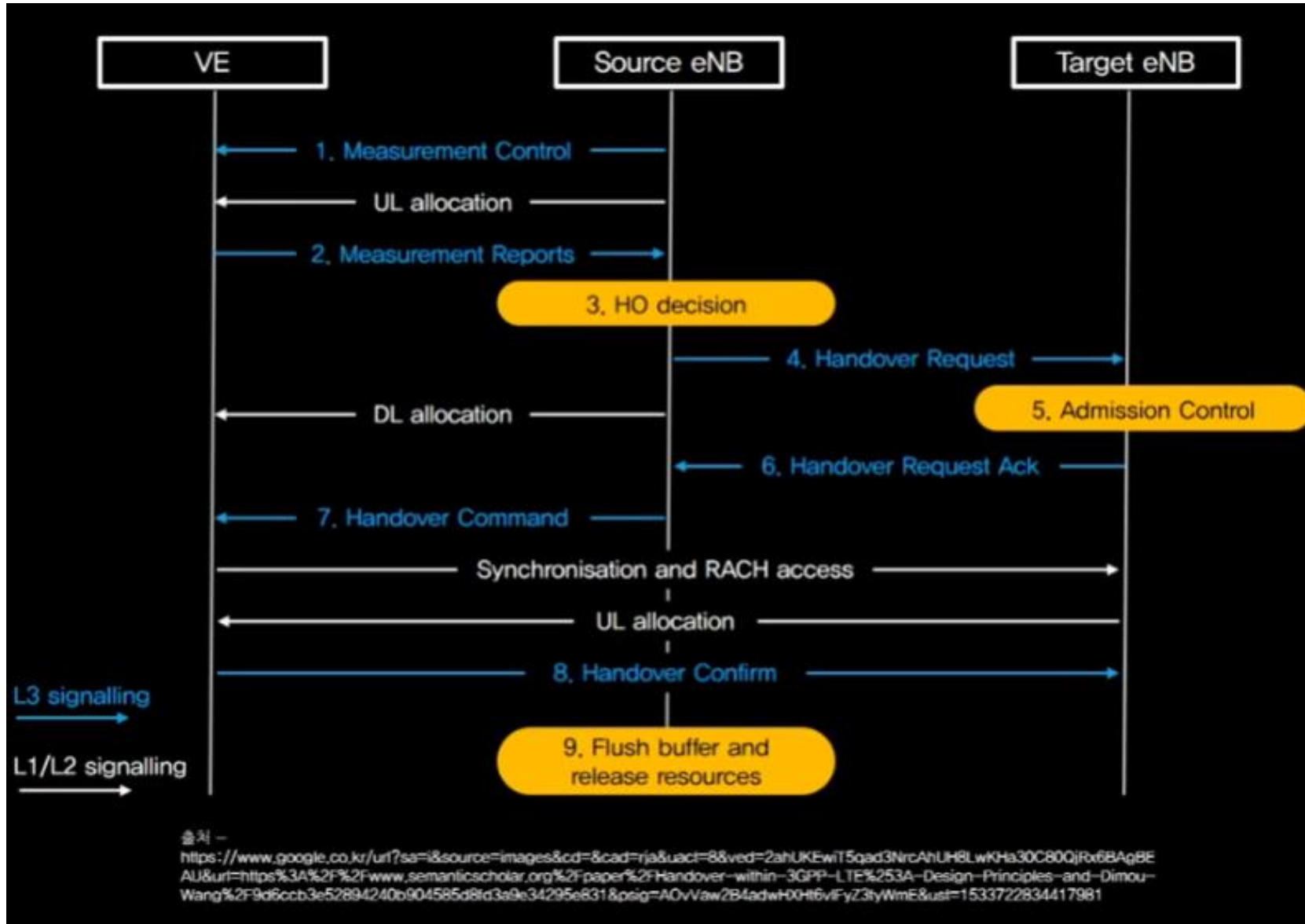
Handoff in Cellular Network

- Handoff
 - 기존의 하나의 베이스 스테이션으로 받던 서비스를 새로운 베이스 스테이션으로 서비스를 받을 수 있게끔 라우팅을 바꾸는 것.
 - 사용자한테 특별한 interruption을 주지 않게 라우팅을 바꾸는 것을 말한다.

GSM : Handoff with common MSC



Handoff in LTE



summary

- 모바일 IP(mobile IP): 한 BSS 내의 무선 장치가 다른 BSS로 옮겨가더라도 IP 주소를 재할당하지 않고 계속 연결이 유지되도록 하기 위한 기술
- 홈 에이전트(home agent): 무선 장치가 속한 원래 BSS 내의 게이트웨이
- 방문 에이전트(foreign agent): 무선 장치가 이동하여 현재 속해 있는 BSS 내의 게이트웨이
- 셀룰러 네트워크(cellular network): 하나의 휴대전화 기지국이 커버하는 셀(cell)을 기본 구조로 하는 휴대전화망
- 5G(fifth generation): 5세대 이동통신
- 핸드오프(handoff): 휴대전화가 서비스의 끊김없이 여러 기지국 사이를 이동할 수 있도록 지원하는 기술

감사합니다