

Chapter 11

무선통신과 모바일



목차

01 무선통신의 개요

02 무선통신망

03 다중 접속 기술

- 낮은 주파수와 높은 주파수의 특징을 학습한다.
- 다양한 주파수 스펙트럼의 특징 및 대표적인 통신기기를 학습한다.
- 휴대전화 무선통신의 역사 및 특징을 배운다.
- 휴대전화 시스템의 작동 방식을 학습한다.
- 블루투스과 RFID 특징을 이해한다.
- 다중 접속 기술을 설명하고, CDMA의 작동 방식을 배운다.

■ 전파의 종류

- 낮은 주파수(저음) : 단위 시간당 파형 변화가 적은 주파수
- 높은 주파수(고음) : 단위 시간당 파형 변화가 많은 주파수
- 낮은 주파수와 높은 주파수의 특징은 상대적임



그림 11-1 문 닫힌 클럽 밖에서 들리는 소리

■ 스피커

- 저음을 담당하는 부분은 ‘우퍼’라고 함
 - 커다란 스피커
 - 저음은 확산되기 때문에 왼쪽 저음과 오른쪽 저음을 구분하기가 어려움(우퍼 1개 사용)
- 고음을 담당하는 부분은 ‘트위터’라고 함
 - 작은 원을 가진 스피커
 - 트위터는 고음을 담당하는 부분이 왼쪽과 오른쪽 2개로 구성
 - 고음은 방향성이 있으며, 정보량이 많기 때문에 왼쪽 고음과 오른쪽 고음을 구분할 수 있음



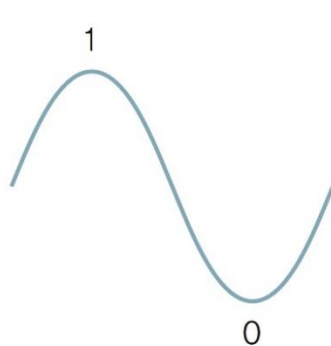
그림 11-2 고음 2개와 저음 하나로 구성된 스피커

■ 저음

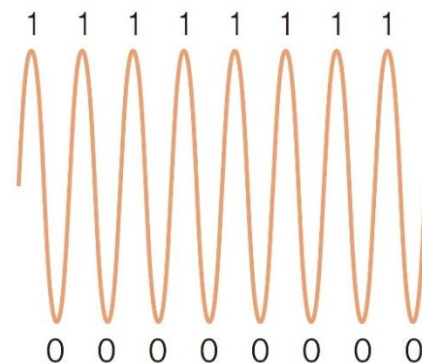
- 퍼져 나가는 성질(확산)이 강하고 물체를 만나면 같이 진동하여 퍼짐
- 정보량이 적음(AM 라디오는 낮은 주파수를 사용하기 때문에 정보량이 작아 음질이 떨어지고 스테레오 방송이 안됨)
- 멀리까지 데이터 전송 가능(깊은 산속에서는 AM 라디오가 더 잘 잡힘)

■ 고음

- 직진하는 성향이 강하고 물체를 만나면 반사하는 특징이 있음
- 장애물에 취약한 대신에 많은 양의 정보를 전달할 수 있음
- 높은 주파수를 사용하는 FM은 음질도 좋고 스테레오 가능



낮은 주파수(저음)



높은 주파수(고음)

그림 11-3 낮은 주파수와 높은 주파수의 데이터 전송량 비교

표 11-1 주파수의 특징

구분	낮은 주파수	높은 주파수
방향성	방향성 없이 퍼져 나간다.	한 방향으로 직진한다.
장애물	장애물을 뚫고 확산한다.	장애물을 뚫지 못하고 반사한다.
전송 정보량	전송할 수 있는 정보량이 적다.	전송할 수 있는 정보량이 많다.

■ 무선통신 기기

- 라디오, TV, 휴대전화, WiFi, RFID, GPS 등 다양한 종류
- 각 기기는 사용하는 주파수도 다르고 전송 방식도 다름
 - 컴퓨터는 WiFi라는 무선 LAN으로 연결
 - 휴대전화는 기지국으로 연결
 - GPS는 인공위성에서 쓰는 무선 데이터를 사용



그림 11-4 무선통신망과 무선기기

■ 주파수 영역

- 낮은 주파수부터 높은 주파수까지 다양한 주파수 대역이 있음
- 적외선과 같은 빛도 파형을 가지기 때문에 통신에 이용됨

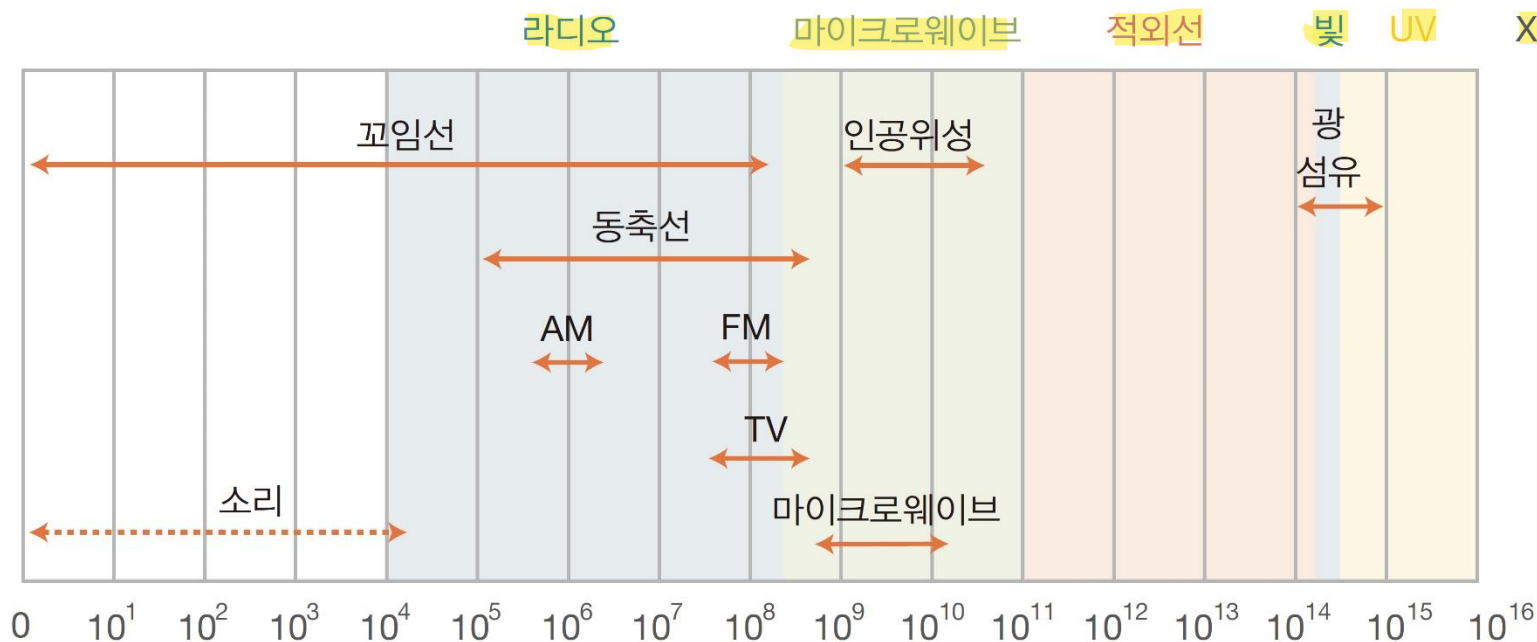


그림 11-5 주파수 스펙트럼

■ 소리 영역

- 소리 영역을 사용하는 무선통신 시스템은 없음
- 무선통신 기기가 소리 영역을 사용한다면 엄청 시끄러움

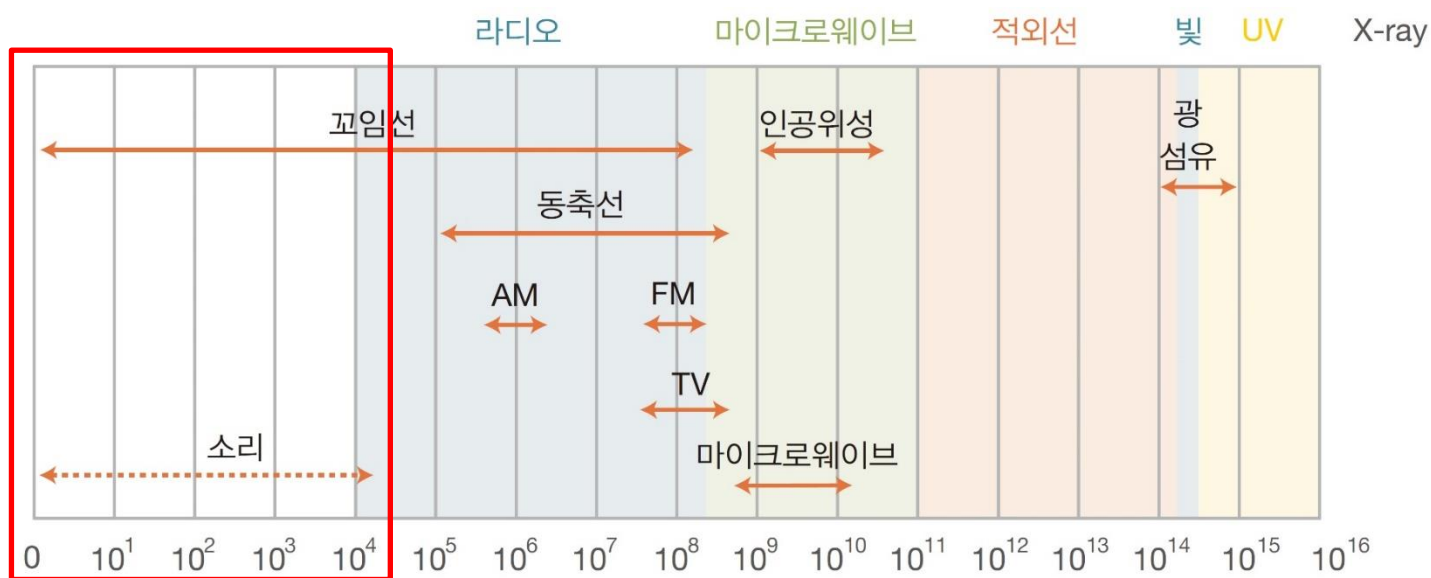


그림 11-5 주파수 스펙트럼

Tip 사람이 소리를 들을 수 있는 가청주파수 영역은 20Hz~20KHz로, 주파수 스펙트럼의 앞쪽에 위치해 있다. 다만 대화는 컴퓨터 통신이 아니기 때문에 점선으로 표시했다. 소리 영역을 사용하는 대표적인 유선통신의 기기로 전화가 있다. 전화는 사람 목소리를 전기로 바꾸어 다른 전화기로 전송한다.

■ 라디오 영역

- 라디오 영역에는 AM과 FM이 있음(AM이 더 낮은 주파수를 사용)
- 꼬임선(twisted pair)
 - 소리 영역~라디오 영역의 주파수 사용
- 동축선(coaxial cable)
 - 라디오 영역의 주파수 사용
 - AM, FM, TV의 주파수 영역을 커버할 수 있기 때문에 케이블 TV의 선으로도 많이 사용



그림 11-5 주파수 스펙트럼

■ 마이크로웨이브 영역

- 국가는 자유롭게 통신기기를 제작할 수 있는 영역을 만들어 줌
- 한국의 경우 2.4GHz와 5GHz

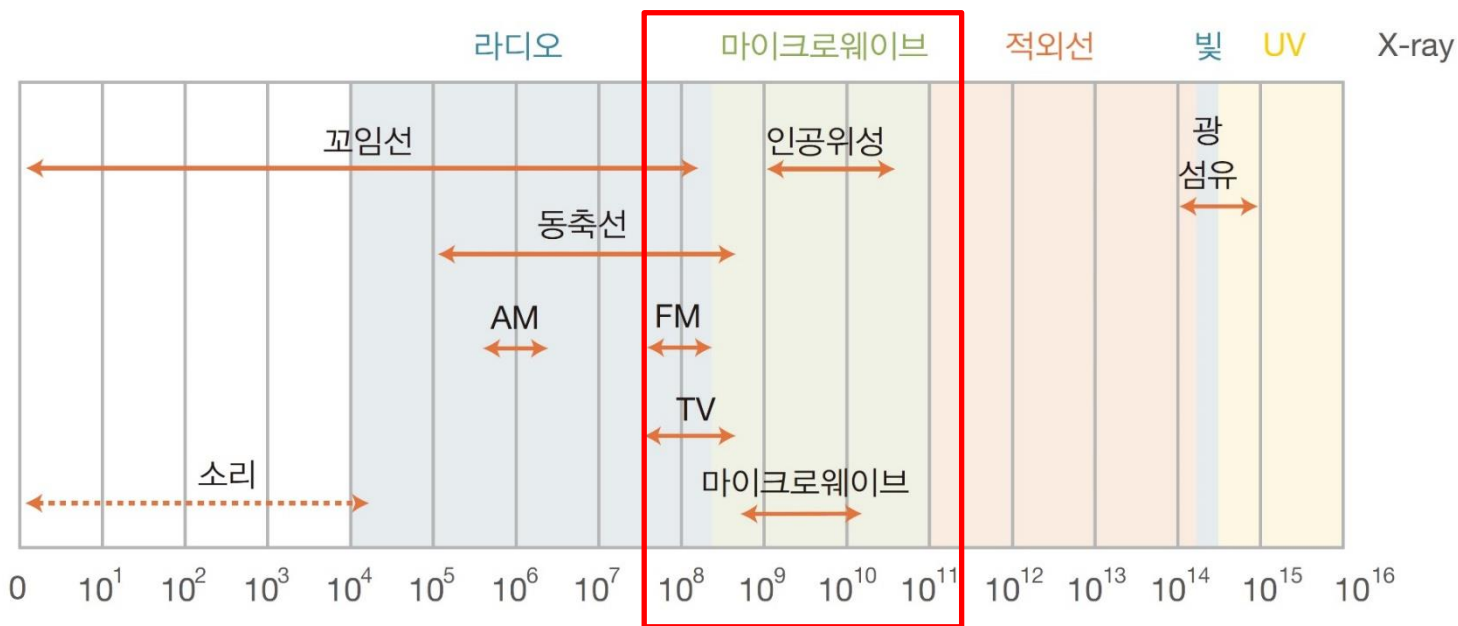


그림 11-5 주파수 스펙트럼

■ 휴대전화 사용 주파수

- 휴대전화가 사용하는 주파수는 통신사별로 혹은 기종별로 다름 (800MHz~2.5GHz대까지)
- 휴대전화 사용 주파수를 확인할 수 있는 웹 사이트 (<https://willmyphonework.net>)

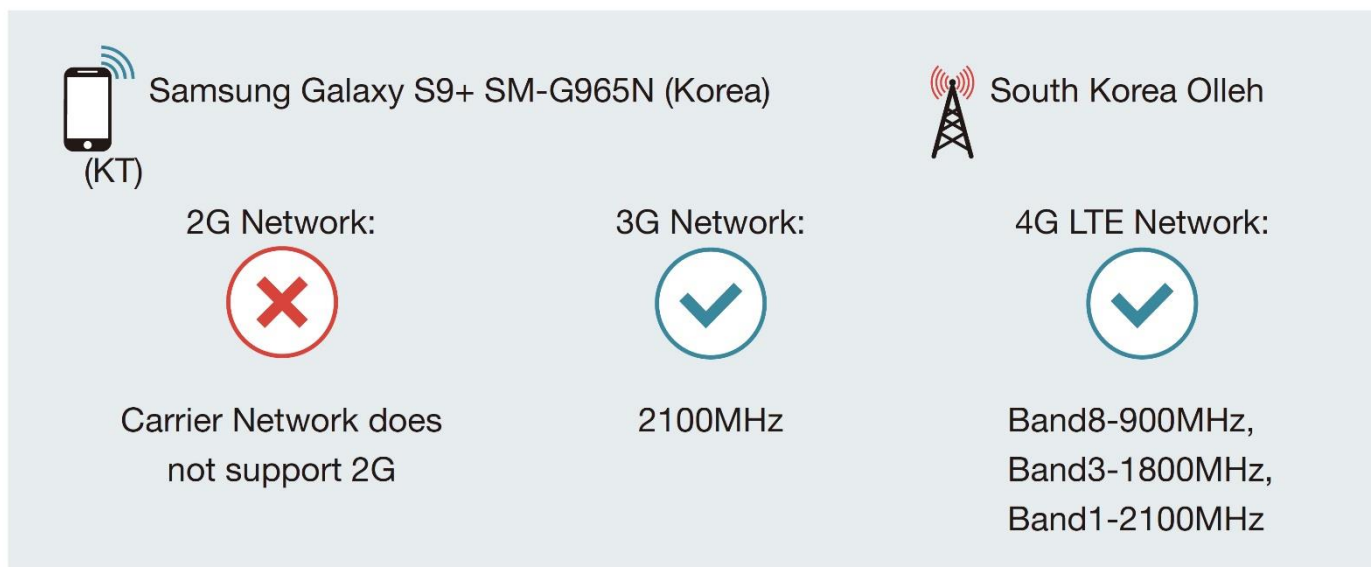


그림 11-6 휴대전화 사용 주파수 확인

■ 마이크로웨이브 영역

- 이 영역에 있는 유명한 무선통신의 장비로 WiFi(와이파이)가 있음
- WiFi는 LAN용 공유기를 무선 형태로 구현한 것으로 2.4GHz 대역을 사용
- 최신 WiFi 제품은 5GHz를 지원(5GHz 지원 제품이 더 많은 양의 데이터를 빨리 전송할 수 있음)

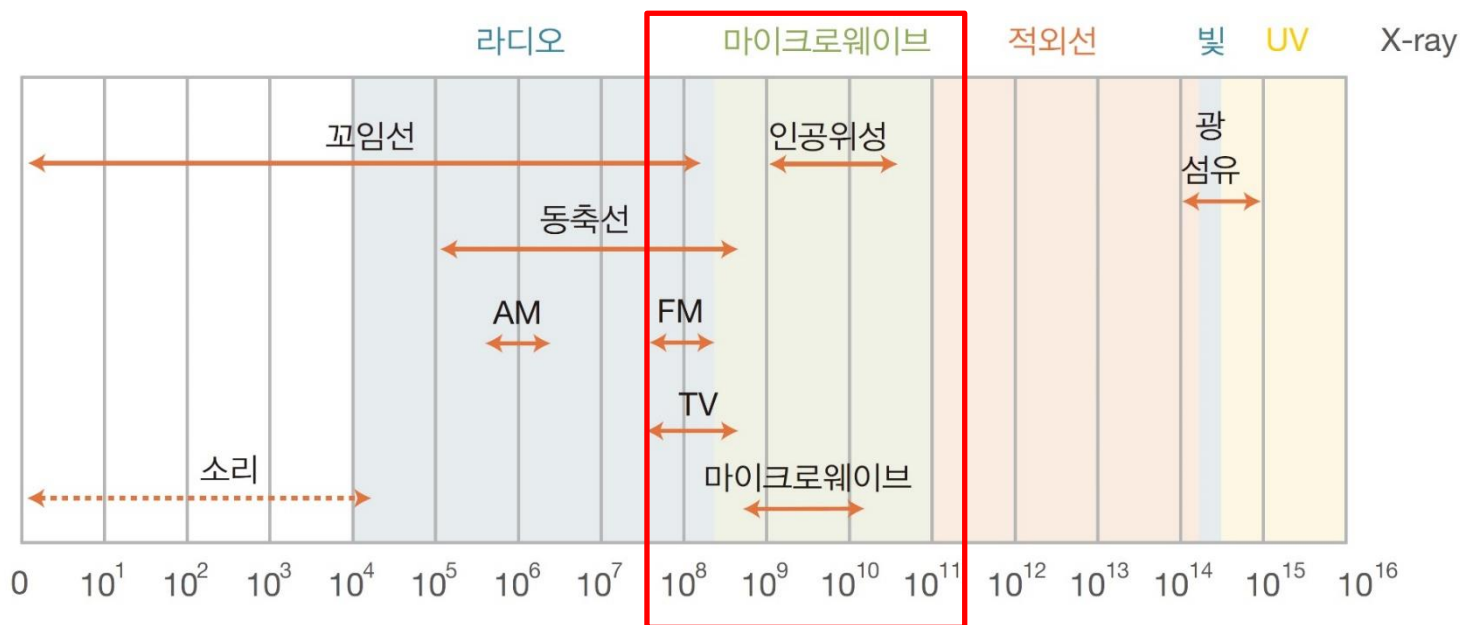


그림 11-5 주파수 스펙트럼

■ 위성통신(satellite)

- 인공위성으로 전파를 쏘고, 이를 지상에 있는 안테나로 받아 통신하는 장비
- 마이크로웨이브 영역의 주파수를 사용
- 과거 ‘스카이라이프’라는 위성통신을 이용한 TV 방송 서비스가 있었음
- 요즘에는 위성통신으로 GPS를 많이 사용

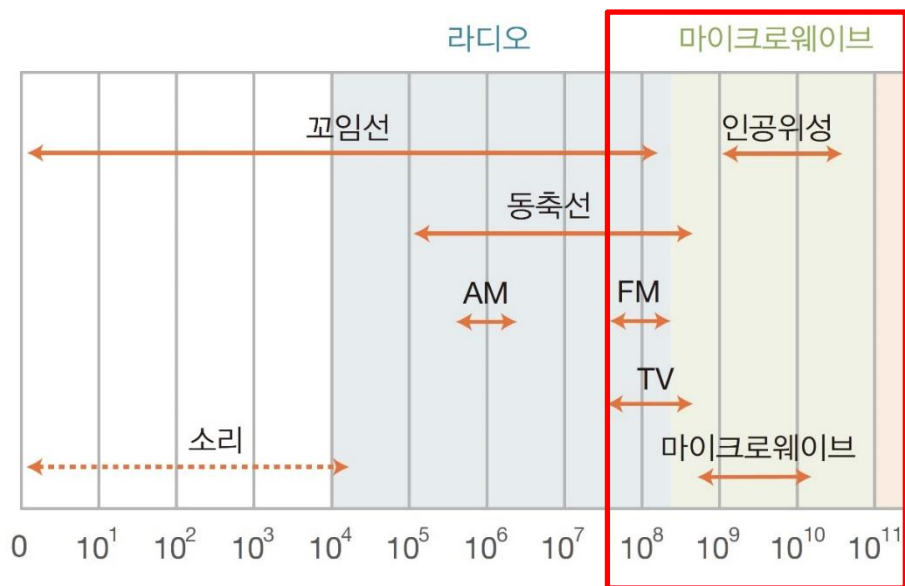


그림 11-5 주파수 스펙트럼



그림 11-7 인공위성

■ GPS(Global Positioning System)

- GPS 인공위성이 쏘는 전파를 수신하여 자신의 위치를 찾는 서비스
- GPS 인공위성 1개만 수신해서는 정확한 위치 값을 얻을 수 없음(위성 신호를 3개 이상 수신하여 자신의 위치를 찾음)
- GPS 서비스는 지도 서비스와 맞물려 자동차 내비게이션, 친구 찾기, 커피 주문, 호텔 찾기, 맛집 찾기 등 다양한 서비스를 받을 수 있음



그림 11-8 GPS을 이용한 내비게이션(왼쪽)과 주변 검색(오른쪽)

■ GPS 수신

- GPS는 실내나 터널 등에서 수신이 불가능
- GPS 신호를 받지 못할 때는 근처에 있는 휴대전화 기지국의 위치 정보를 이용하기도 함
- GPS 신호가 막히면 휴대전화가 통신하는 기지국 정보를 기준으로 사용자 위치를 추정

■ 적외선 영역

- 적외선을 사용하는 통신 장비의 예 : 리모콘

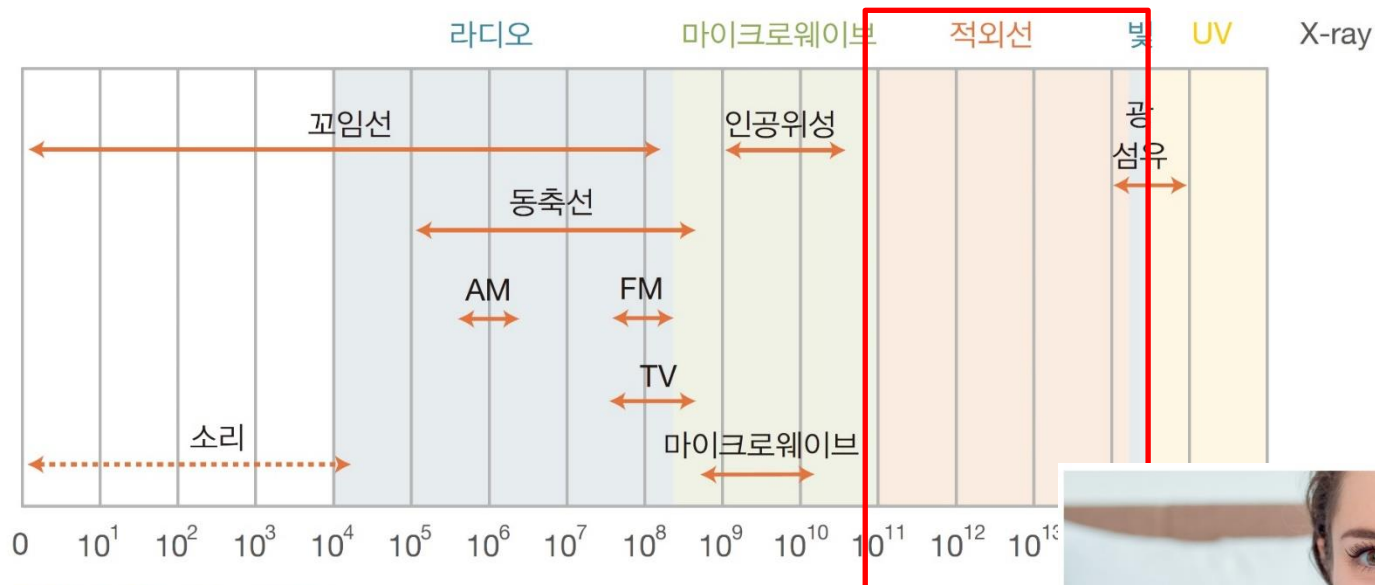


그림 11-5 주파수 스펙트럼

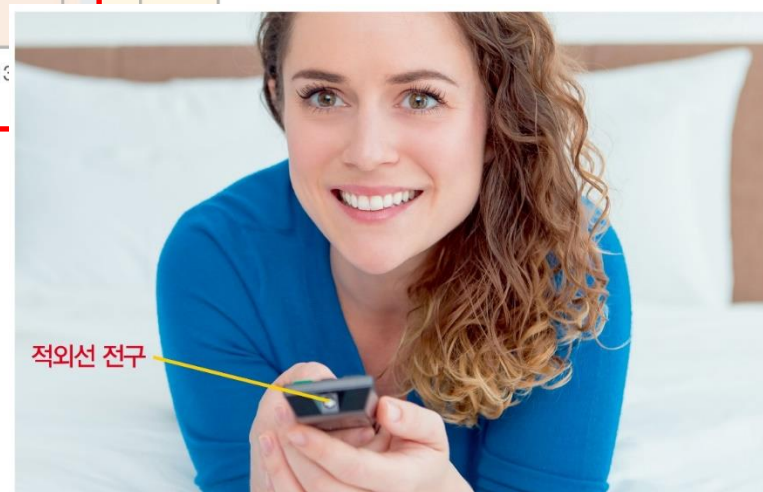


그림 11-9 적외선을 이용하는 통신장비: 리모컨

■ 빛 영역

- 광케이블(fiber optical cable)은 자외선 영역의 주파수를 사용
- 광케이블이 사용하는 빛은 주파수가 매우 높기 때문에 단위 시간당 많은 양의 데이터를 전송할 수 있음

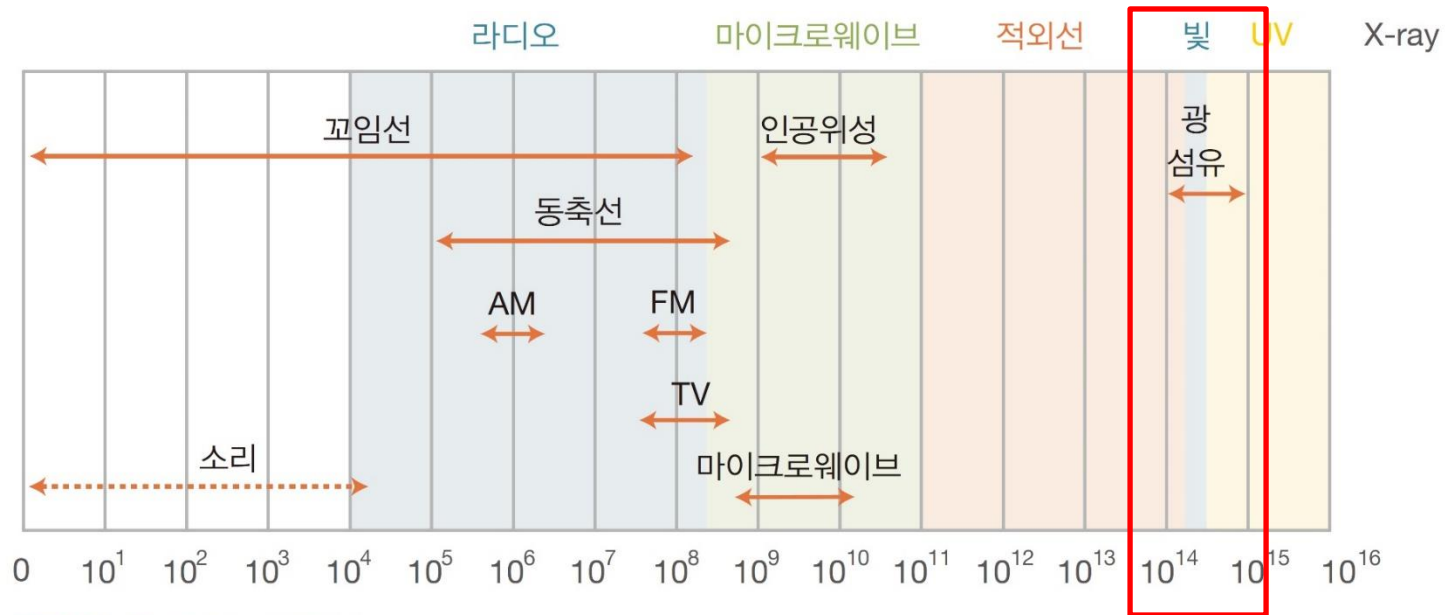


그림 11-5 주파수 스펙트럼

■ 자외선 ~ X-ray 영역

- X-ray 영역을 사용하는 통신장비가 있다면 매우 빠른 속도로 데이터를 전송할 수 있을 것
- 자외선(UV) 이상의 영역은 통신에 사용하지 않음(인체에 해롭기 때문)
- X-ray는 방사선이기 때문에 인체에 치명적

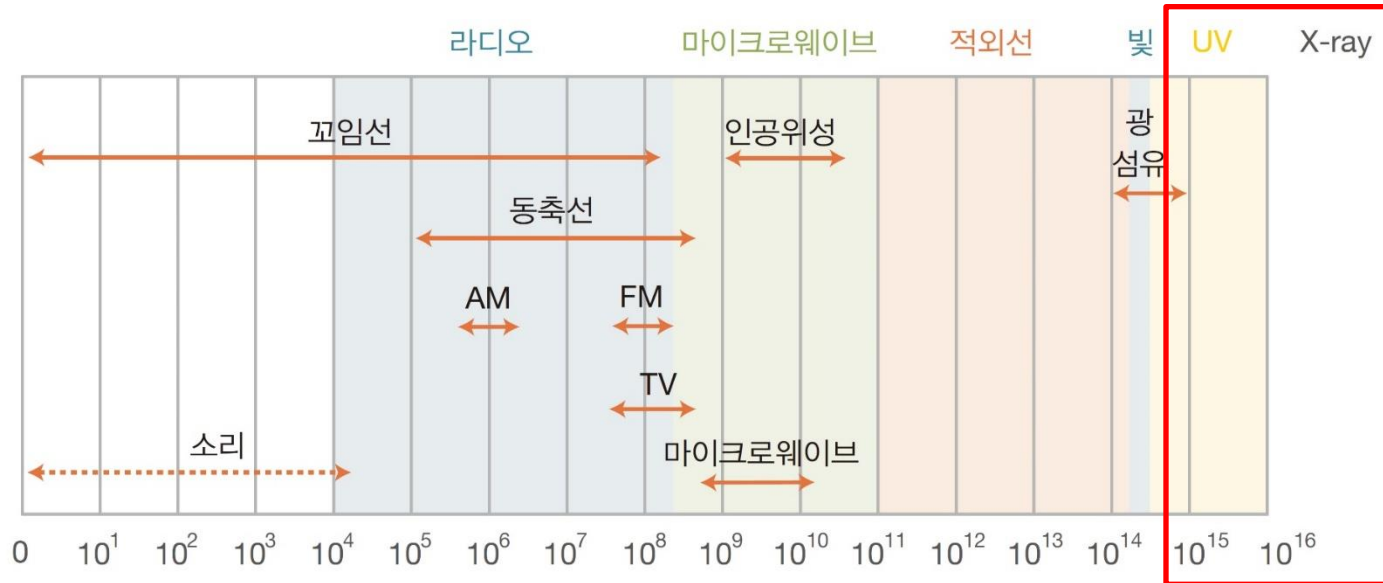


그림 11-5 주파수 스펙트럼

■ 유선전화기

- 인터넷이 보급되기 이전에 가장 대중적인 통신 수단
- 전화기의 불편한 점
 - 모든 전화기는 유선으로 연결해야만 함(매설 비용이 많이 듦)
 - 전화를 걸거나 받으려면 전화기를 설치한 곳으로 가야 함(이동성이 없음)

■ 무선평출기

- 무선통신 시스템의 등장으로 전화기의 단점을 해결
- 선을 직접 연결하지 않아도 전화 설치 가능, 이동 중에도 연락 가능
- 무선평출기
 - 일명 삐삐, 페이저(pager)라고 함
 - 일정 양의 숫자를 전송할 수 있는 단방향 무선평출 시스템
 - 현재 커피숍이나 레스토랑에서 진동벨 형태로 사용



그림 11-10 옛날 무선평출기(왼쪽)와 현재 사용되는 무선평출기(오른쪽)

■ 초기 휴대전화

- 한국에서 개인 무선 휴대전화 서비스는 1984년부터 시작
- 초기 휴대전화는 기계도 비싸고 요금도 너무 비쌌음
- 부유한 사람들만 카폰(car phone) 형태로 차에 달거나 회사 중역들이 업무에만 이용



그림 11-11 초기 휴대전화(왼쪽)와 카폰(오른쪽)

■ 발신 전용 무선전화기 '씨티폰'

- 공중전화 옆에 설치된 무선 안테나로 전화를 걸 수 있는 무선전화기
- 발신 전용 단방향 통신 시스템이기 때문에 전화를 받을 수는 없음
- 모습은 휴대전화와 똑같이 생겼는데, 무선폭출로 연락을 받고 안테나를 찾아야만 했으므로 불편했음



그림 11-12 씨티폰

■ PCS 휴대전화

- 1997년 말 보급
- 일반 휴대전화보다는 통신 품질은 조금 떨어지지만 수신, 발신, 문자 서비스까지 가능한 완전한 휴대전화
- 요금도 저렴하여 급속도로 보급됨
- 앞서 개발되었던 씨티폰은 서비스를 시작한 지 2년 만에 1,000억 원 이상의 적자를 내고 사업을 접음

■ 1세대(1G) 무선통신망

- 처음 서비스된 휴대전화는 사람의 음성을 아날로그 신호로 전달
- 흔히 1G(Generation) 휴대전화 서비스라고 함

■ 2세대(2G) 무선통신망

- 아날로그 신호는 디지털 신호로 바뀜
- 디지털이 아날로그보다는 더 많은 사용자를 수용할 수 있는 기술

■ 3세대(3G) 무선통신망

- 2세대 휴대전화 서비스가 보급된 후 전 세계적으로 인터넷 열풍이 불
- 휴대전화에서 인터넷을 사용할 수 있게 지원하는 무선통신망 개발
- 기존 전화 기능(음성망)에 데이터 통신(데이터망) 기능을 추가
- 전 세계에서 처음으로 한국이 CDMA 통신 기술 상용화



그림 11-13 세대별 모바일 네트워크

■ 4세대(4G) 무선통신망

- 스마트폰이 보급되면서 사용자의 데이터 사용량은 급격하게 증가하고 음성 통화는 줄어들음
- 기존 3세대 음성망으로도 음성 통화는 충분히 처리할 수 있었기 때문에 음성망은 그대로 두고, 데이터 통신을 고속으로 업그레이드
- 이때 사용한 기술 이름이 LTE(Long Term Evolution)
- LTE망은 데이터를 최대 1Gbps 속도로 전송할 수 있는 모바일 네트워크

■ 5세대(5G) 무선통신망

- 2019년 4월 3일, 우리나라는 세계 최초로 5G 상용화 서비스에 성공
- 5세대 무선통신망은 **최대 20Gbps** 속도를 냄
- 4세대보다 응답 지연 시간을 혁신적으로 낮춤
- 4차 산업혁명 사회로 전환되면서 사물 인터넷으로 기기 수억 대를 인터넷에 연결할 것



그림 11-14 5세대 무선통신망과 서비스

■ 무선통신망의 특징

- 1세대 : 아날로그 방식의 무선 전화 통신을 가리킴
- 2세대 : 아날로그 방식을 디지털 방식으로 바꾼 것
- 3세대
 - 음성과 데이터를 같이 전달할 수 있는 시스템
 - 3세대부터 스마트폰은 음성 통화뿐만 아니라 인터넷 검색도 가능
 - 속도는 매우 느림
- 4세대(LTE)
 - 4세대로 넘어오면서 스마트폰이 보급되었고, 음성 통화보다는 인터넷, 이메일, 유튜브, 카카오톡처럼 데이터 통신을 더 많이 사용하기 시작
 - 음성통신은 3세대를 그대로 사용하고, 4세대 데이터 통신망을 설치하여 서비스하기 시작(3.9세대)
 - 3.9세대 무선통신 대신 사용한 단어가 LTE
- 5세대
 - 초고속 무선통신 가능

■ 셀룰러폰(cellular phone)

- 휴대전화 시스템에서 하나의 기지국이 담당하는 영역을 셀(cell)이라고 함
- 기지국 셀에서 통신이 가능한 전화라는 의미에서 ‘cellular phone’
- 보통 기지국의 전파가 닿는 영역은 원에 가까운데 셀을 원으로 그리면 빈 공간이 생기거나 겹쳐서 그려야 하는 불편함을 없애려고 셀을 6각형으로 표시

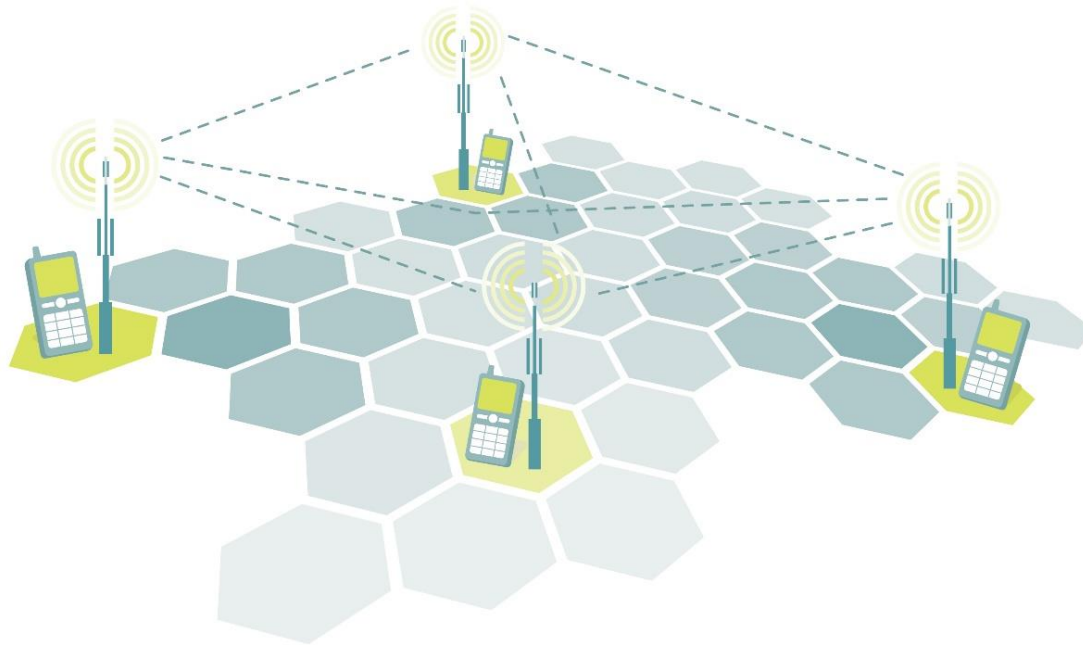


그림 11-15 휴대전화와 셀

■ 핸드오버(hand-over)

- 사용자가 이동하여 하나의 셀에서 다음 셀로 넘어가는 것을 핸드오버(hand-over) 혹은 핸드오프(hand-off)라고 함
- 휴대전화는 전파 세기를 파악하여 사용자 이동을 감지하고 핸드오버가 일어나면 데이터를 빠른 속도로 다음 셀로 넘겨줌



그림 11-16 핸드오버

■ 휴대전화의 통신 과정

- 기본 기지국 : 자신의 집이나 휴대전화를 처음 개통한 곳에 있는 기지국
- 통신이 자주 일어나는 기지국에 휴대전화를 등록하면 기본 기지국이 됨



기본 기지국

그림 11-17 휴대전화의 통신 과정

■ 휴대전화와 기지국의 통신

- 사용자가 전화기를 켜면 휴대전화가 깨어남(wake up) 신호를 기지국으로 보내 현재 위치정보를 등록
- 휴대전화가 꺼질 때 꺼진다는 신호(die)를 보내고 기지국에서 OK 신호를 받은 후에야 꺼짐
- 휴대전화는 켜져 있는 동안 주기적으로 살아 있음(alive) 신호를 기지국으로 보내고 기지국에서 OK 시그널을 받아야만 함



그림 11-18 휴대전화와 기지국의 통신

■ 개인통신망(Personal Area Network, PAN)

- 개인의 작업 공간 장치들을 연결하는 컴퓨터 네트워크
- LAN은 보통 100m 정도를 커버, PAN은 최대 10m 정도 거리를 커버
- 대표적인 통신 규격 : 블루투스(bluetooth)

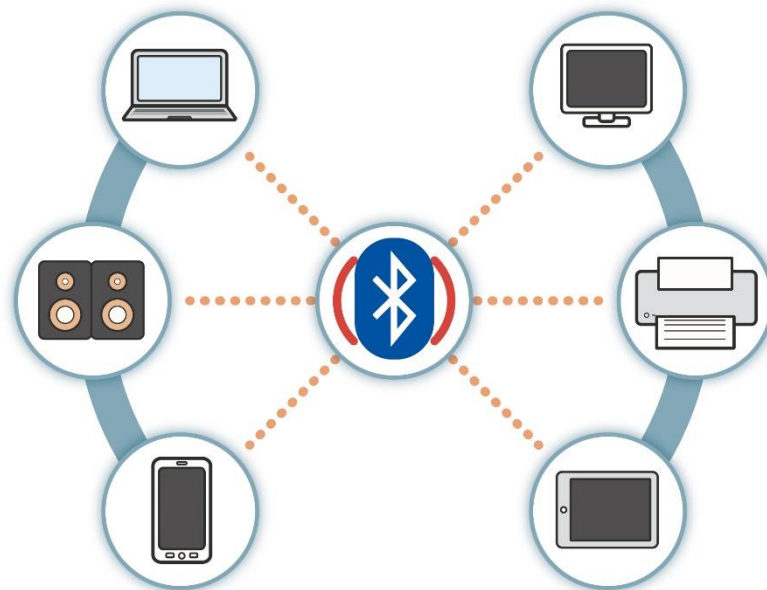


그림 11-19 블루투스의 개념

■ 블루투스를 사용하는 주변 장치

- 대표적인 컴퓨터 주변기기로 마우스와 키보드가 있음
- 스마트폰은 블루투스 스피커나 블루투스 이어폰으로 음악을 들을 수 있음

■ 페어링(pairing)

- 블루투스에서 기기를 연결하려면 페어링(pairing)을 해야 함
- 페어링은 기기 2개를 하나로(쌍으로) 묶는 단계를 의미
- 페어링으로 한 번 연결한 기기는 이후에는 자동으로 연결됨



그림 11-20 블루투스 이어폰인 애플 airpod

■ 초근거리 무선통신(Near Field Communication, **NFC**)

- 개인통신망보다 더 짧은 거리에서 통신하는 시스템
- NFC는 아주 가까운 거리의 무선통신을 할 수 있는 기술로 교통카드, 출입카드, 신용카드에서 사용
- **RFID**(Radio Frequency IDentification)
 - 초근거리 무선통신(NFC)에 사용하는 대표적인 기술



그림 11-21 다양한 RFID 카드와 RFID 리더기

■ 바코드(barcode)

- RFID를 만들기 전에는 대량의 제품을 바코드(barcode)를 사용하여 관리
- 자체적으로 데이터가 없기 때문에 서버가 연결되어 있을 때만 사용 가능
- 리더기로 바코드를 읽을 때 위치와 방향이 어긋나면 데이터를 읽을 수 없음
- 바코드를 개선하여 코드에 정보를 담을 수 있는 QR코드 개발



그림 11-22 바코드(왼쪽)와 QR코드(오른쪽)

■ 바코드와 QR코드의 보안성 문제

- 바코드와 QR코드 모두 가지고 있는 정보들을 누구나 볼 수 있고 쉽게 복사 가능하여 보안에 취약
- 바코드나 QR코드는 상품 분류나 간단한 정보 제공에는 사용할 수 있지만, 신용카드나 출입카드 등에는 사용할 수 없음

■ RFID

- 보안성 문제 해결
- RFID 리더기가 전파를 쏘면 태그가 받은 전파를 이용하여 **전기로 만들어 데이터를 전송하는 통신** 시스템
- 데이터를 가진 RFID 태그(tag)와 RFID 리더기로 구성
- 태그 내 작은 칩(chip)에 암호화된 정보가 담겨 있음



그림 11-23 RFID의 데이터 전송 방식(왼쪽)과 RFID 태그 구조(오른쪽)

■ RFID의 데이터 전송

- RFID 태그 주위로 가늘고 기다란 안테나가 달려 있음
- 안테나가 전파를 수신하면 전파가 전기로 변환되어 데이터를 전송함
- 전파를 전기로 바꾸는 것을 자기 유도 방식이라고 함
- 예 : 휴대전화, 전동칫솔 등



그림 11-24 자기 유도 방식의 무선 충전 시스템

■ 다양한 곳에서 활용하는 RFID

- 도서관 책 반납 시스템
- 주차 관리 시스템
- 하이패스인 고속도로 통행카드

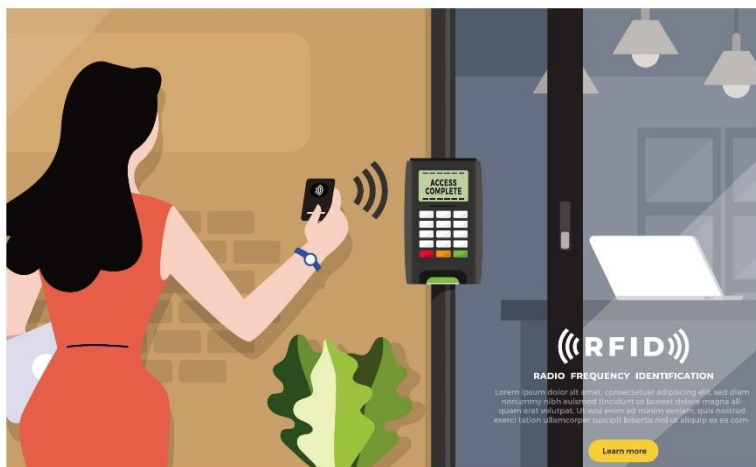


그림 11-25 RFID를 이용한 출입 관리 시스템(왼쪽)과 하이패스 시스템(오른쪽)

■ 다양한 곳에서 활용하는 RFID

- 태그는 데이터를 암호화할 수 있어 도난이나 사용자 인증 시스템에 사용
- 대형 회사들의 입출입 카드, 신용카드, 도난 방지 시스템에도 사용
- RFID 태그는 전파를 수신해야만 전기를 만들어 데이터를 송신할 수 있기 때문에 완벽하게 동작하지 못함

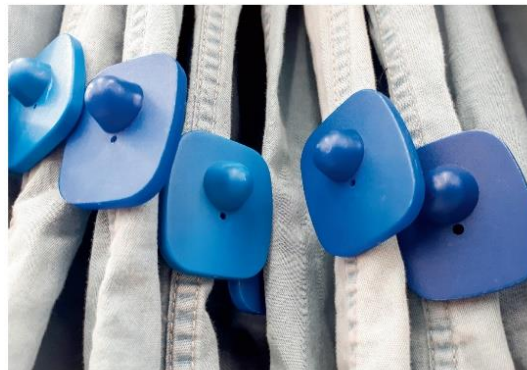


그림 11-26 RFID 리더기(왼쪽)와 RFID 태그가 달린 물품들

■ 다중 접속 기술

- 사용자 여러 명이 동시에 주파수를 사용할 수 있게 하는 기술
- 다중 접속 방식
 - 주파수를 나누는 주파수 분할 다중 접속(Frequency Division Multiple Access, FDMA)
 - 시간을 나누어 사용하는 시간 분할 다중 접속(Time Division Multiple Access, TDMA)
 - 코드를 나누어 사용하는 코드 분할 다중 접속(Code Division Multiple Access, CDMA)

■ 주파수 분할 다중 접속(FDMA)

- 사용 가능한 전체 대역폭을 잘게 쪼개어 사용자에게 나누어 주는 것
- 잘게 자른 영역을 채널(channel)이라고 함



그림 11-27 대역폭과 채널의 개념

■ 주파수 분할 다중 접속(FDMA)

- 주파수 분할 다중 접속 방식의 예 : 케이블 TV
- 주로 아날로그 데이터를 전송할 때 사용
- 1세대 무선통신망이 주파수 분할 다중 접속 사용
- 한 사람이 채널 하나를 독점하기 때문에 주고받는 데이터가 없어도 채널을 공유하지 못함(대역폭 낭비)

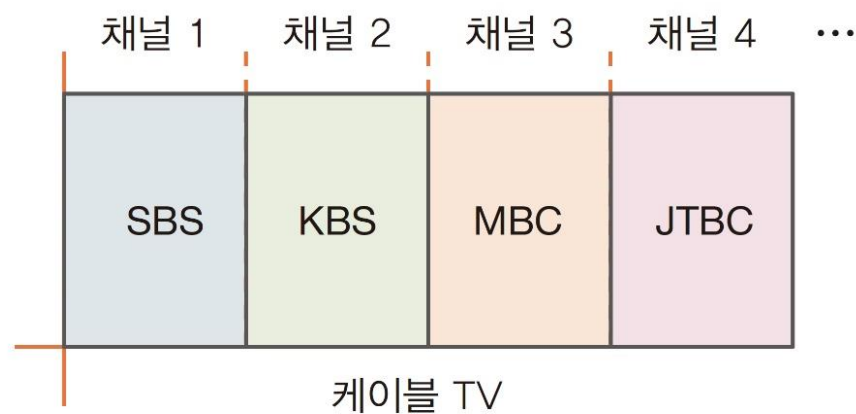
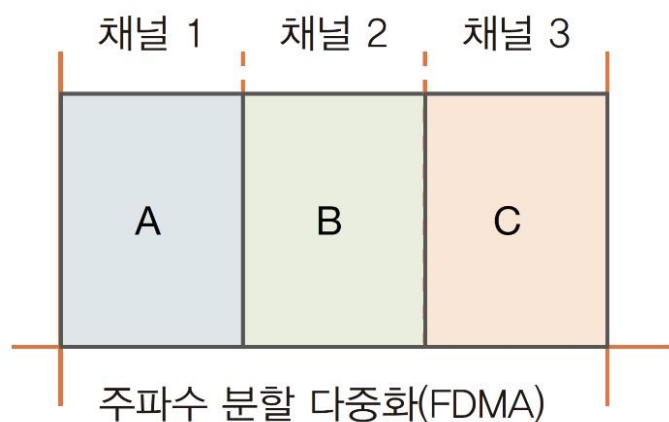


그림 11-28 주파수 분할 다중 접속 방식

■ 시간 분할 다중 접속(TDMA)

- 하나의 채널을 여러 사람이 나누어 쓰는 방식
- 디지털 신호에만 적용이 가능
- 번갈아 가면서 **짧은 시간 동안 데이터를 전송**하는 방식

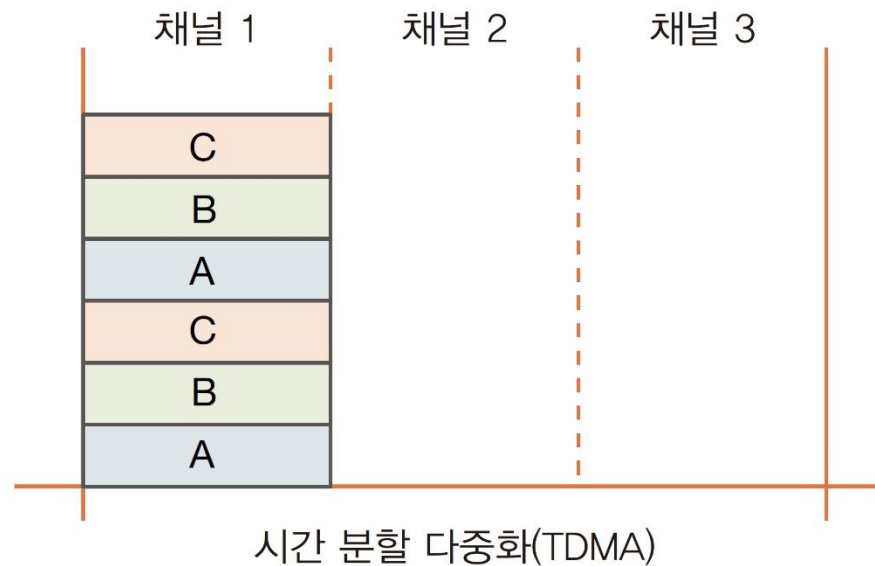


그림 11-29 시간 분할 다중 접속 방식

■ 코드 분할 다중 접속(CDMA)

- 우리나라에서 세계 최초로 상용화하여 그 기술을 수출까지 한 방식
- 하나의 데이터 덩어리를 여러 명이 공유하여 보내는 방식

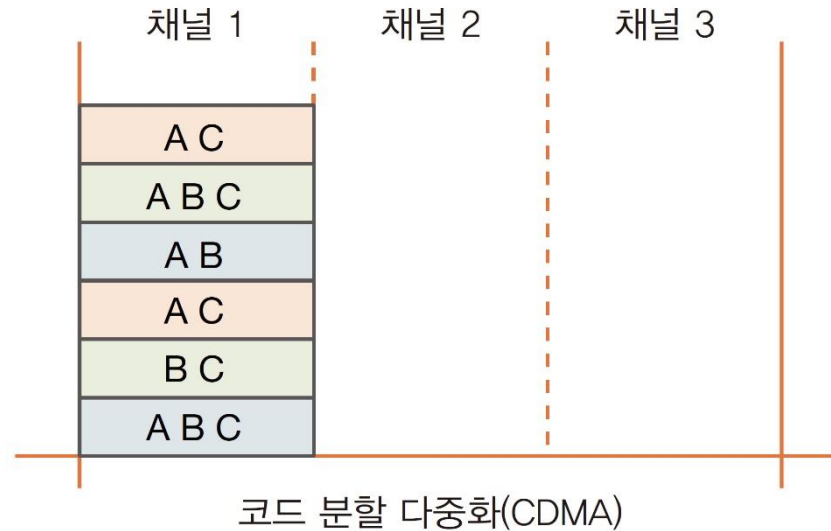


그림 11-30 코드 분할 다중 접속 방식

■ CDMA 방식에서 데이터 발신

- A, B, C 각자의 칩에 구멍이 뚫려 있음(칩에 있는 어떤 구멍도 다른 칩과 겹치지 않음)
- A, B, C는 각자의 구멍 3개에 데이터 작성(겹치는 구멍이 없기 때문에 같이 데이터를 작성해도 데이터가 겹칠 일이 없음)
- 준비가 완료되면 데이터 전송

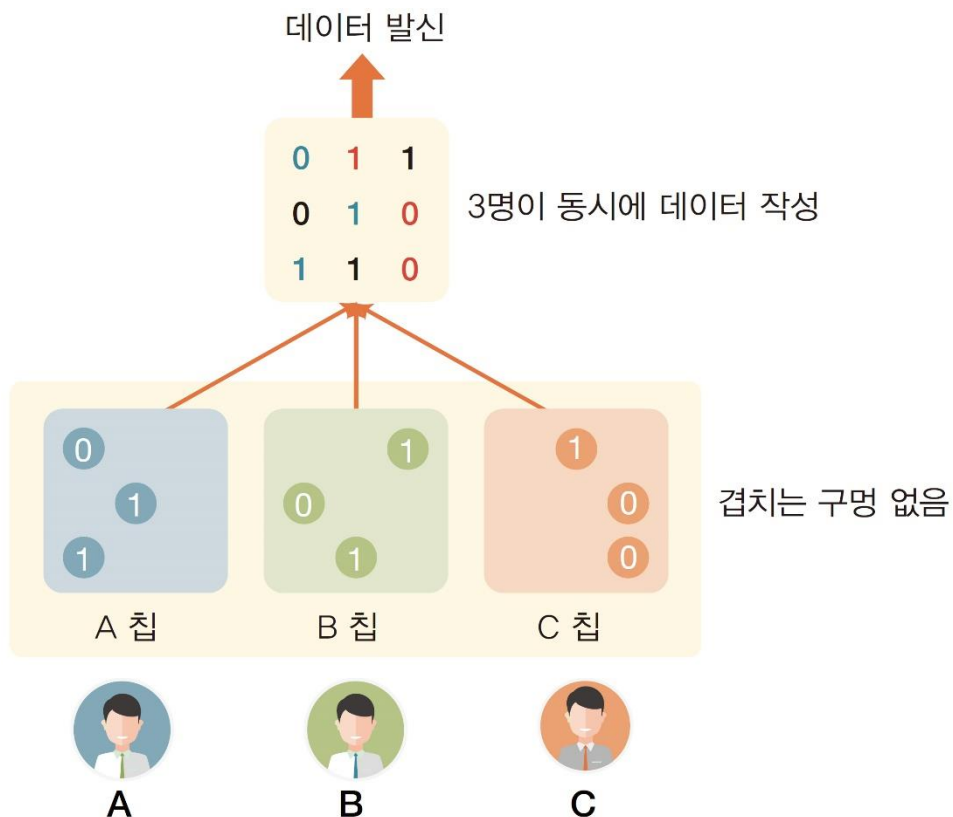


그림 11-31 CDMA 방식에서 데이터 발신

■ CDMA 방식에서 데이터 수신

- 3명 모두에게 같은 데이터가 전달
 - 전달된 데이터에 칩을 겹쳐서 구멍으로 보이는 것이 자신의 데이터
- 여러 사람이 동시에 데이터를 주고받는 방법이 코드 분할 다중 접속
- **스마트폰**은 코드 분할 다중 접속 방식 사용
 - 같은 공간에 같은 통신사를 사용하는 스마트폰이 있다면, 모두에게 같은 데이터가 전달
 - 모두에게 전달된 데이터에서 자기 것만 사용

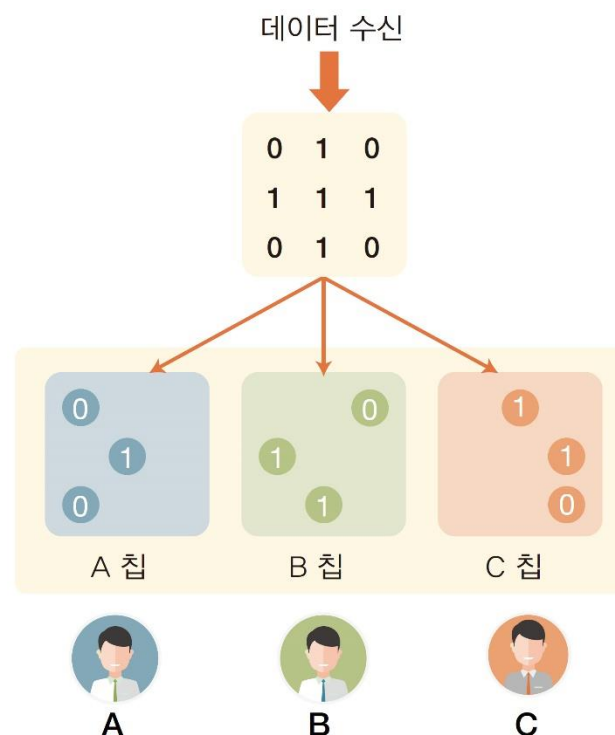


그림 11-32 CDMA 방식에서 데이터 수신

■ CDMA 방식의 장점

- 코드 분할 다중 접속 방식의 가장 큰 장점은 **보안**
- 모든 사람에게 같은 데이터가 전달되지만 칩의 구멍 위치를 모르면 자신의 데이터를 알 수 없음
- 칩의 구멍 위치만 노출되지 않는다면 도청이 불가능
- 시간 분할 다중 접속(TDMA)보다 더 **많은 사용자를 수용할 수 있음**

■ 칩 시퀀스(chip sequence)

- 실제의 코드 분할 다중 접속에서 칩의 구멍 역할을 담당하는 코드를 칩 시퀀스(chip sequence)라고 함
- 모두에게 전달된 데이터와 칩 시퀀스를 결합시키면 자신의 데이터만 보이도록 만든 특수한 2진수가 됨
- 유심(Universal Subscriber Identity Module, USIM) 칩을 꽂으면 어떤 휴대전화든 자신의 휴대전화가 될 수 있음



USIM



010010001001001000111101101010

칩 시퀀스

그림 11-33 유심과 칩 시퀀스

Thank you!