

데이터통신과 네트워킹

Data Communication
& Networking Ch. 8



CHAPTER

08

무선통신 시스템

Section

- 01 와이파이
- 02 블루투스 및 비콘
- 03 RFID와 NFC
- 04 지그비

1. 와이파이 개요

- **와이파이(WiFi)**는 와이파이 얼라이언스^{WiFi alliance} 상표이며, IEEE 802.11 표준에 기반 한 무선 근거리 네트워크^{Wireless LAN; WLAN}
- 하나의 LAN선에 여러 기의 컴퓨터, 노트북, 프린터를 공유하도록 만든 공유기(허브)를 무선으로 연결할 수 있도록 만든 장치.
- 802.11 호환 무선 네트워크라고 부르고, 2.4GHz대역을 사용하며, 요즘 나오는 제품의 경우 5GHz 대역을 지원하는 제품도 있음.



그림 8-1 와이파이 로고와 와이파이를 이용한 유무선 공유기

- 와이파이의 가장 대중적인 규격으로는 802.11b, 802.11a, 802.11g, 802.11n, 802.11ac, 802.11ax가 있음.
- 와이파이는 다양한 암호화 기술을 채택하고 있으며, 초기 암호화 방식으로 WEP(Wired Equivalent Privacy)을 사용하였으나 쉽게 뚫리는 단점이 있었음. 더 높은 품질의 암호화방식(WPA, WPA2)들이 나중에 추가되었음.

표 8-1 와이파이 규격과 특징

분류	IEEE 규격	특징
WiFi 1	802.11b	2.4GHz 사용, 11Mbps
WiFi 2	802.11a	5GHz 사용, 54Mbps
WiFi 3	802.11g	2.4GHz 사용, 최대 54Mbps, 스마트폰 및 노트북 탑재
WiFi 4	802.11n	a/b/g호환, 2.4GHz 및 5GHz 사용, 최대 600Mbps
WiFi 5	802.11ac	차세대 WiFi, 5GHz 주파수 대역만 사용하며 최대 3.7Gbps
WiFi 6	802.11ax	802.11ac의 후속 표준

2. CSMA/CA

- 와이파이에서도 충돌회피 프로토콜을 사용 함 -> **CSMA/CA**(Collision Avoidance) -> CSMA/CD와 유사한 경쟁방식 프로토콜.
- 무선임으로 신호가 도달하지 않는 호스트가 있을 수 있음 -> 호스트 A입장에서는 D가 신호를 들 수 없는 호스트.

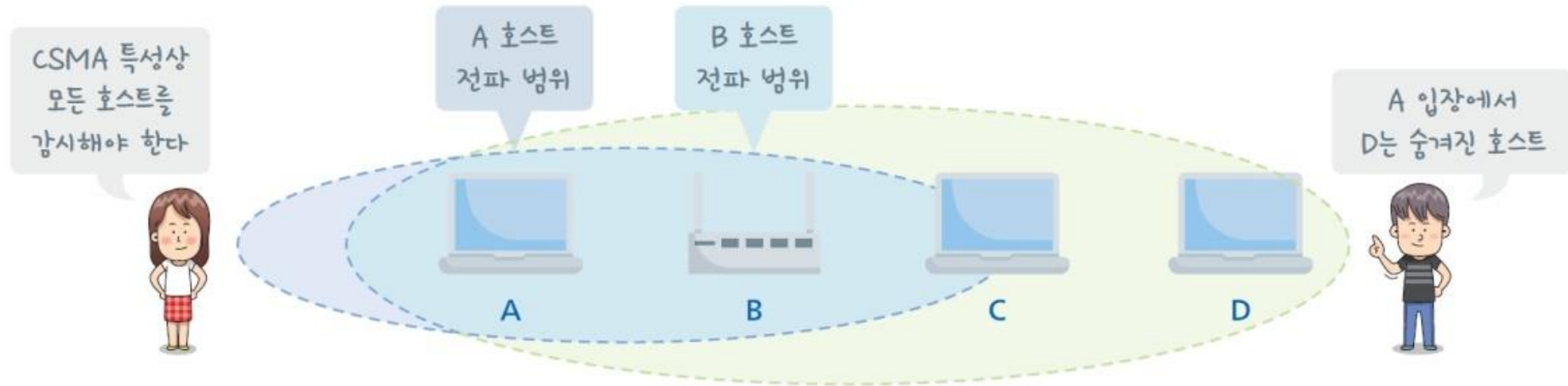


그림 8-2 서로 다른 전파 범위의 문제

- 숨겨진 호스트 hidden host 문제 : A 호스트에서 B로 데이터를 전송하고 있는데 D가 이를 감지 못하고 B에게 데이터를 보내면 충돌이 발생.

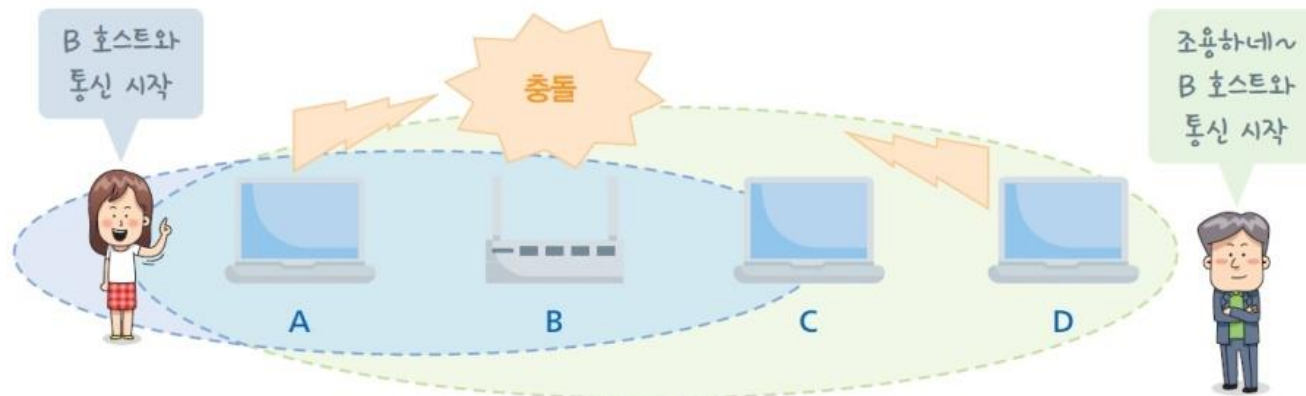


그림 8-3 숨겨진 호스트 문제

- 노출된 호스트의 문제 : A 호스트는 그림 상에는 안 보이는 다른 X 호스트와 통신을 하고 있는 동안 C 호스트는 A가 끝날 때 까지 통신을 포기 -> 문제를 일으키지 않음.

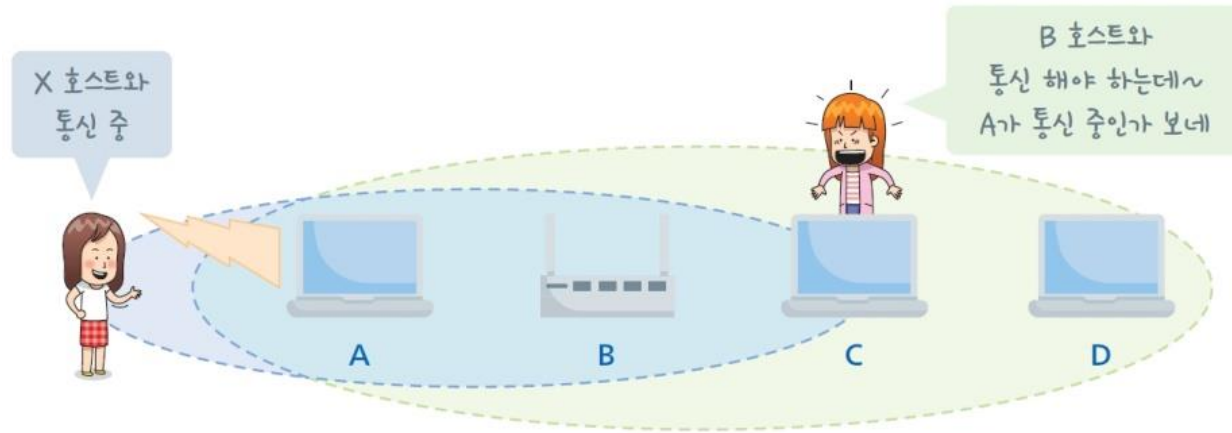


그림 8-4 노출된 호스트 문제

와이파이

- 숨겨진 호스트 문제를 해결하기 위해 CSMA/CA 사용 -> 사용 가능한 모든 채널을 감시하다가 전송 가능할 때 전송을 시작한다는 점에서 CSMA/CD와 같음.
- A와 B 호스트가 통신을 진행 한다고 가정 -> A는 B에게 RTS^{Request To Send} 신호를 보냄 -> B는 허락의 의미로 CTS^{Clear To Send}를 보냄 -> 타임아웃 시간은 RTS와 CTS에 명시되어 있음 -> 다른 호스트들이 통신을 시작하면 나머지 호스트들은 타임아웃 시점까지 가상전송 모드^{Network Allocation Vector(NAV 모드)}에 진입.
- 가상전송 모드란 누군가 사용 중이기 때문에 전송을 할 수 없는 상태를 의미.

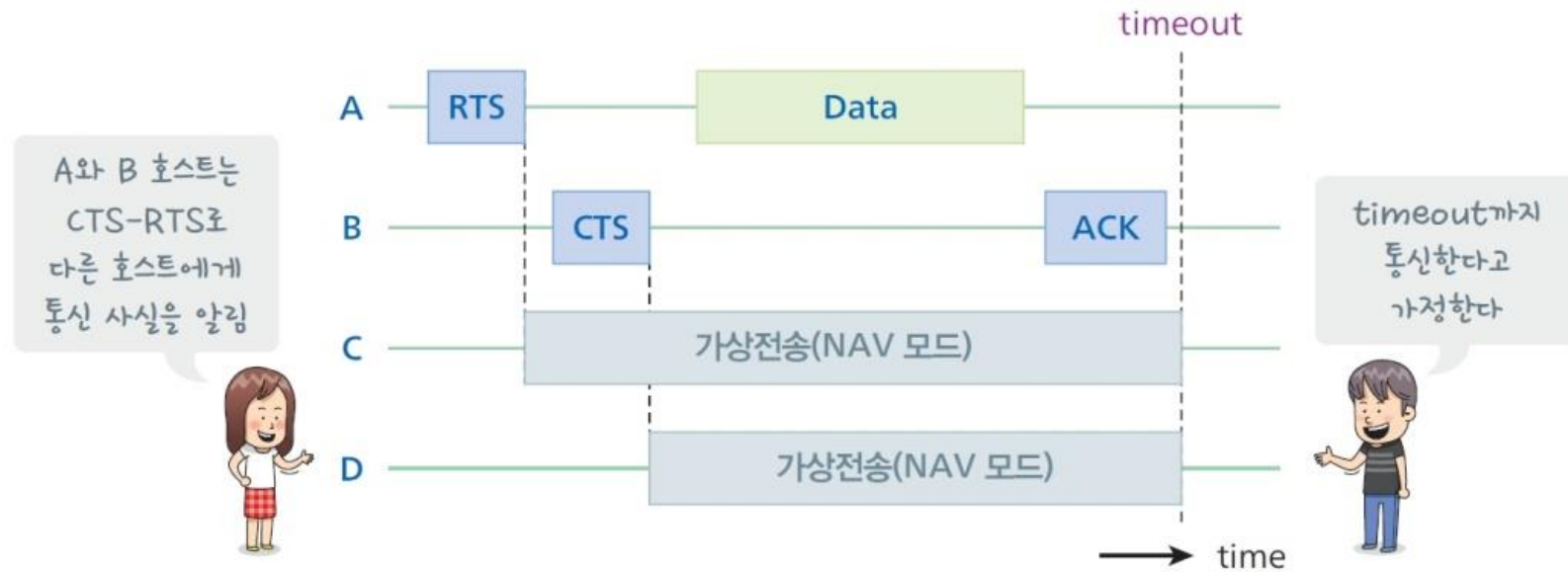


그림 8-5 CSMA/CA 프로토콜

1. 블루투스 개요

- 무선 개인 통신망(Wireless Personal Area Network(WPAN))은 개인의 작업 공간에 장치들을 연결하기 위한 컴퓨터 네트워크 -> 10m 정도의 거리에서 통신이 가능. 대표적인 통신규격으로 **블루투스 Bluetooth**
- 블루투스는 기기간의 간단한 연결을 위해 만들어진 무선 통신 시스템. 블루투스는 와이파이와 같이 2.4GHz 대역을 사용.



그림 8-6 블루투스 로고와 지원 기기

블루투스과 비콘

- 블루투스는 1997년 버전 1.0이 발표되었으며 현재에는 블루투스 5.x 규격이 최신 규격.

표 8-2 블루투스 주요 버전과 특징

버전	특징	발표연도
1.0	최초 버전, 723Kbps 전송속도	1997
1.2	1.0버전의 문제해결, IEEE 802.5.1 표준으로 승인	2003
2.0 + EDR	Enhanced Data Rate(EDR)로 전송속도 3Mbps까지 증가	2004
3.0 + HS	High Speed - 802.11을 채용하여 전송속도 24Mbps 증가	2009
4.0	Bluetooth Low Energy(BLE), 단방향 모드 추가	2010
5.0	데이터 도달 거리 향상	2016

2. 블루투스 특징

- 블루투스가 네트워크를 구성하는 방식을 애드혹(Ad-hoc)방식 -> 기존의 LAN이나 인터넷 망과의 연결 없이 기기들이 네트워크를 구성하는 방식.
- 블루투스 네트워크에는 1개의 마스터^{master}와 여러 대의 슬레이브^{slave} 방식으로 네트워크가 구성.
- 페어링은 마스터^{master} 기기가 슬레이브^{slave} 기기를 하나로(쌍으로) 묶는 단계 : 마스터는 주 노드, 슬레이브는 종속 노드를 의미.

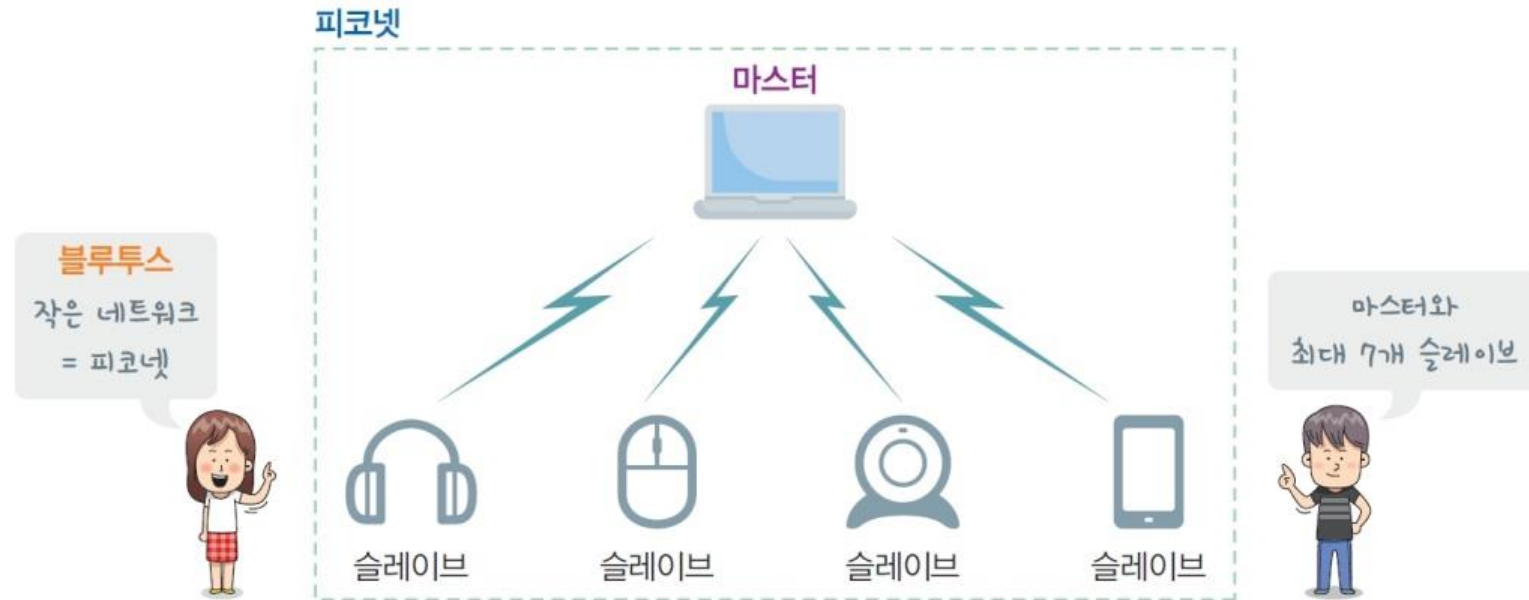


그림 8-7 피코넷

블루투스과 비콘

- 연결범위 및 연결 기기의 개수가 많지 않기 때문에 블루투스 네트워크를 아주 작은 네트워크란 의미로 피코넷piconet이라 부름.
- 피코넷은 전체 8개로 구성되며 1개는 마스터이고 나머지는 7개는 슬레이브가 됨.
- 등록은 되어 있지만 쉬고 있는 상태를 파크park 상태라 부르는데, 파크상태 기기는 최대 256개까지 가능.
- 피코넷을 조합하여 만들어지는 네트워크를 스캐터넷scatternet이라 부름.

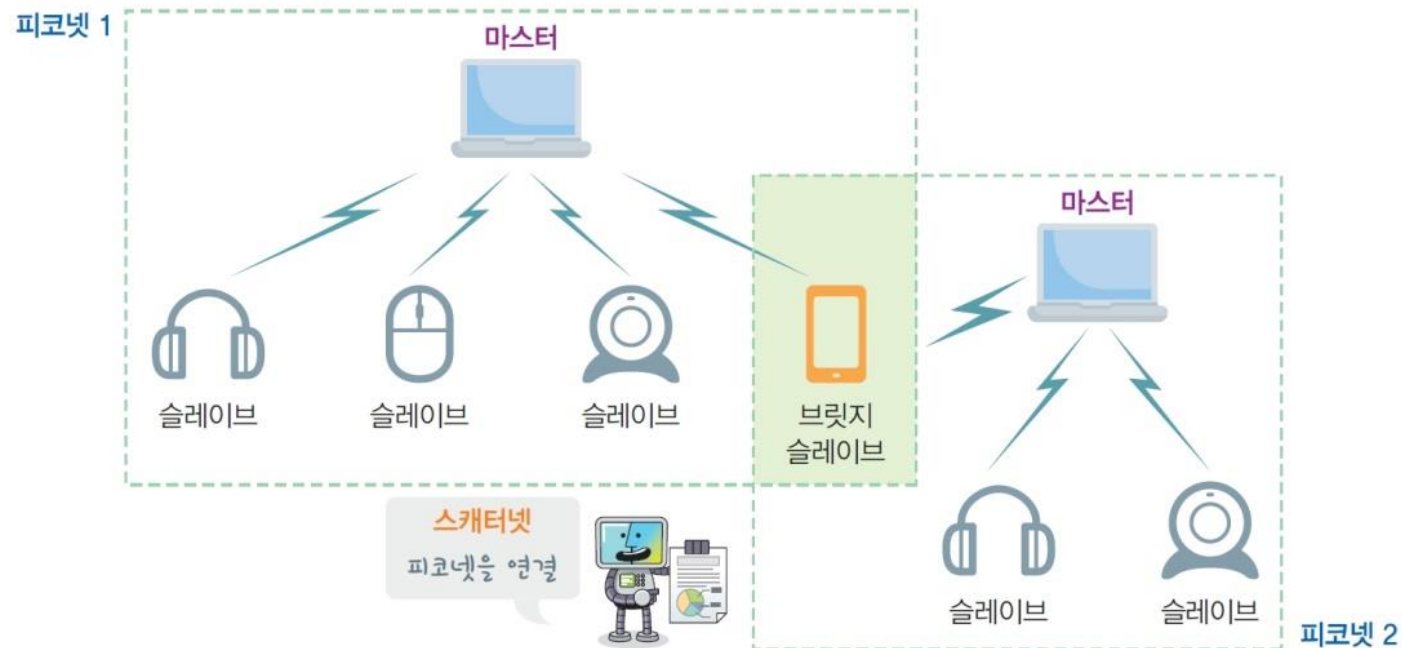


그림 8-8 스캐터넷

3. 블루투스 프레임

- 블루투스에는 버전에 따라 다양한 프레임이 있음.
- 블루투스 프레임은 크게 72비트의 접근코드^{access code}, 54비트의 헤더^{header}, 데이터로 구성 -> 데이터는 없거나 최대 2744비트까지.
- 헤더에는 같은 내용이 3번 반복됨. 헤더의 처음 3비트는 주소, 주소는 슬레이브 ID를 의미.
- 4비트의 Type 필드는 상위계층으로부터 오는 데이터의 유형을 나타냄.
- 8비트 HEC는 18bit로 구성된 헤더에 대한 오류 탐색 필드(검사합).

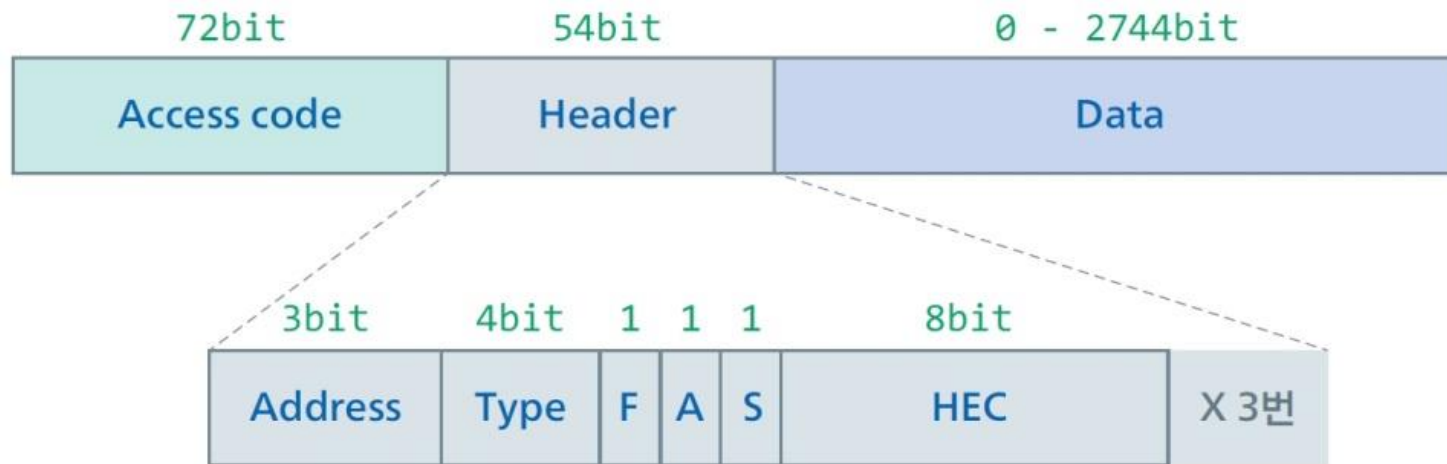


그림 8-9 블루투스 프레임

4. 비콘

- 블루투스 통신기술을 응용한 기술로 **비콘**beacon이 있음. 블루투스 비콘이라고도 불림.
- 단방향 모드 지원 -> 단방향 모드를 사용하면 패어링 없이 스마트기기에서 블루투스 기기로 데이터를 보낼 수 있음. 또한 블루투스끼리 통신하기 위하여 대기를 할 필요가 없음.
- 자동 출석 시스템에 비콘 사용.

1. ID 코드의 발전

- ID 코드 identification code는 사물을 구분하기 위해 만들어진 정보체계.
- 상품의 ID 코드로 가장 먼저 사용된 것이 바코드 barcode
- 바코드를 개선하여 코드에 일정수준의 데이터를 담을 수 있는 QR 코드 Quick Response code
- 바코드와 QR 코드의 가장 큰 문제는 보안성.



그림 8-10 바코드(좌)와 QR코드(우)

2. RFID의 특징

- **RFID** Radio Frequency IDentification는 라디오 주파수 대역을 사용하여 ID 정보를 전달하는 시스템.
- RFID는 능동형, 수동형, 반수동형의 3가지로 나눌 수 있음.
- 수동형 RFID는 데이터를 가진 RFID 태그^{tag}와 RFID 리더기로 구성.
 - 태그 안의 작은 칩^{chip}에 암호화된 정보가 담겨져 있음.
 - 배터리를 포함하지 않는 RFID 태그는 전자기 유도방식으로 통신함.
 - 수동형 RFID 시스템에서는 RFID 리더기가 전파를 쏘면 태그에 달린 안테나가 전파를 받아서 전기로 만들고, 만들어진 전기를 사용하여 데이터를 전송.

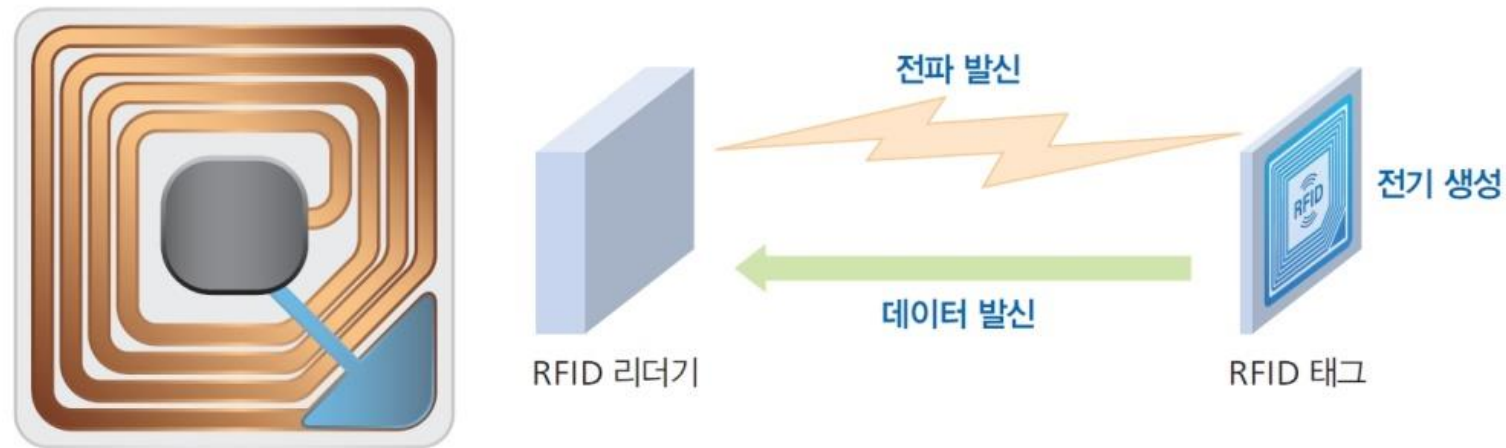


그림 8-11 RFID 태그 구조(좌)와 RFID의 데이터 전송 방식(우)

- 전자기 유도 방식을 사용하는 제품을 주위에서 흔히 볼 수 있음.
- 휴대폰의 무선충전 시스템도 전자기 유도 방식으로 전파를 전송하여 충전.
- 전동칫솔도 전자기 유도 방식을 사용하기 때문에 충전기에 올려놓기만 해도 충전.



그림 8-12 전자기 유도 방식의 무선 충전 시스템

RFID와 NFC

RFID는 전파를 이용하기 때문에 많은 양의 데이터를 쉽게 읽을 수 있어 다양한 곳에서 사용 됨.



그림 8-13 RFID를 이용한 출입관리 시스템(좌)과 하이패스 시스템(우)



그림 8-14 RFID 리더기(좌) RFID 태그가 달린 물품들(중, 우)

3. RFID의 기술적 특징

- RFID는 작동방식은 3가지로 분류됨 -> 태그에 전원이 없고 전자기 유도 방식으로 통신하는 RFID를 수동형^{Passive} RFID라 함.
- 능동형^{Active} RFID는 태그에 자체적인 전원을 가지고 있는 방식. 고가이고 정확도가 높고 인식거리가 길다는 장점이 있음.
- 반수동형^{Semi-passive} RFID란 수동형과 능동형의 장점을 합쳐놓은 것. 태그 발신기가 있어 수동형 태그의 신호를 증폭하여 발신하는 방식.

표 8-3 RFID 사용 주파수 대역별 특징

주파수	인식거리	동작방식	특징
125, 134kHz	~ 10cm	수동형	현재 가장 많이 사용, 출입통제 및 보안
13.56MHz	~ 30cm	수동형	투과성이 우수, 교통카드, 스마트카드
433.92MHz	~ 100m	능동형	실시간 위치 추적, 컨테이너 식별
860~960MHz	~ 10m/~ 100m	수동/능동	상품 유통
2.45GHz	~ 30cm/~ 1km	수동/능동	위조방지 및 톨게이트 시스템

4. NFC

- NFC(Near Field Communication)은 13.56MHz 대역의 주파수를 사용하는 초근거리 무선 통신 기술.
- NFC를 지원하는 스마트 폰의 경우, 신용카드를 대신하여 결제를 하거나 자신의 정보를 다른 스마트 폰으로 전송하는 데 사용.
- 일반적으로 NFC가 RFID 기술을 기반으로 만들어졌기 때문에 RFID가 NFC기술을 포함하고 있음.
- 가장 큰 차이점은 RFID는 단방향 통신이고, NFC는 양방향 통신 -> NFC는 상황에 따라 태그와 리더 역할을 변경할 수 있음.

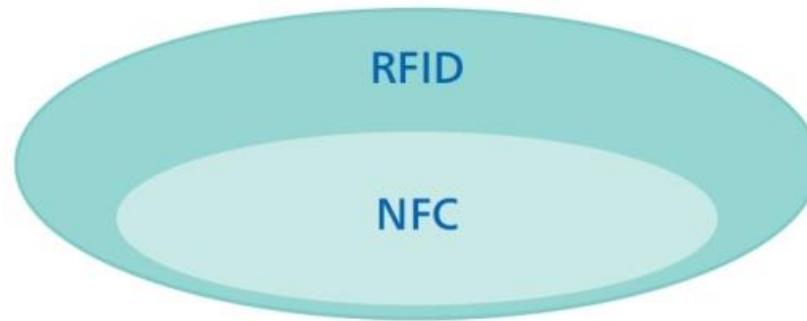


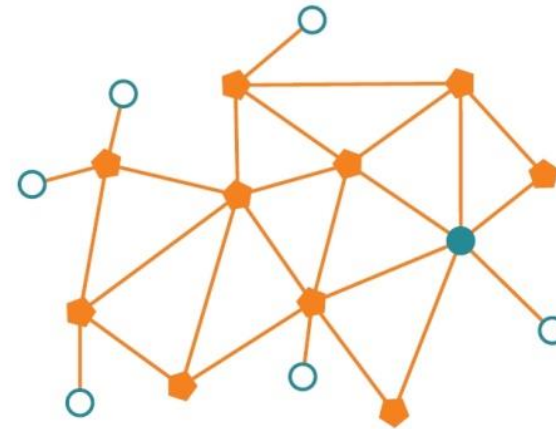
그림 8-15 NFC와 RFID의 관계

1. 지그비(zigbee)

- 먼 거리까지 데이터를 전송하면서도 낮은 에너지를 소비하는 장비가 직비^{zigbee}
- 직비는 낮은 수준의 전송 속도를 필요로 하면서도 긴 배터리 수명과 보안성을 요구하는 분야에 사용.
- 직비는 유니캐스트, 멀티캐스트, 브로드 캐스트를 모두 지원하고, 128비트 대칭키 암호화를 이용한 보안을 제공. 또한 충돌방지 프로토콜로 CSMA-CA를 사용.
- 직비는 스타형태, 클러스터 트리형태, 메시^{mesh} 형태의 네트워크를 구성할 수 있음. 메시^{mesh} 메시 형태란 장치들이 그물 형태로 연결되는 구조.



그림 8-16 지그비 로고



● 지그비 코디네이터 ◆ 지그비 라우터 ○ 지그비 엔드 디바이스

그림 8-17 지그비의 메시 형태 네트워크

2. 주요 무선통신 시스템 비교

- 와이파이의 경우 11Mbps에서 최대 3.7Gbps에 이르는 높은 전송 속도와 전파거리 100M에 이름. 블루투스는 10M 안쪽에서 통신되고, 24Mbps(블루투스 4.0 기준)의 전송속도. 직비는 비록 전송 속도는 250kbps로 낮지만 전파거리가 100M에 이름.
- 와이파이, 블루투스, 직비의 유사점은 세 가지가 IEEE 802에 규정되어 있고, 2.4GHz 대역을 사용하는 기기라는 점임
- 와이파이의 경우 추가적으로 5GHz도 사용. 전력소비에 있어서 직비가 가장 낮는데 이는 센서에 있는 배터리로 오랜 기간 동안 통신이 가능하도록 설계되었기 때문.

표 8-4 와이파이, 블루투스, 지그비 비교

	WiFi	Bluetooth	Zigbee
응용	무선 공유기	케이블 대체	모니터링 및 컨트롤
전송속도	11Mbps ~ 3.7Gbps	24Mbps	250Kbps
전파거리	~ 100M	~ 10M	~ 100M
주파수	2.4 혹은 5GHz	2.4GHz	2.4GHz
표준	IEEE 802.11	IEEE 802.15.1	IEEE 802.15.4
전력소비	높음	중간	낮음