

김정수교수님

14주 2강

무선통신공학



이동통신 기술

● OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)의 발전 배경

- 이동통신 환경에서의 다양한 통신 요구 조건의 충족 필요
 - 한정되어 있는 무선 채널의 전력과 주파수의 효율적 사용
 - 요구되는 BER(Bit Error Rate)에 대하여 우수한 성능
 - 고속 데이터 전송의 필요성

● OFDM의 특성

- 다중 반송파 변조 방식의 일종
 - 다중 경로, 이동 수신환경에서 우수한 성능
- 지상파 디지털 TV 및 디지털 음성 방송에 적합한 변조방식

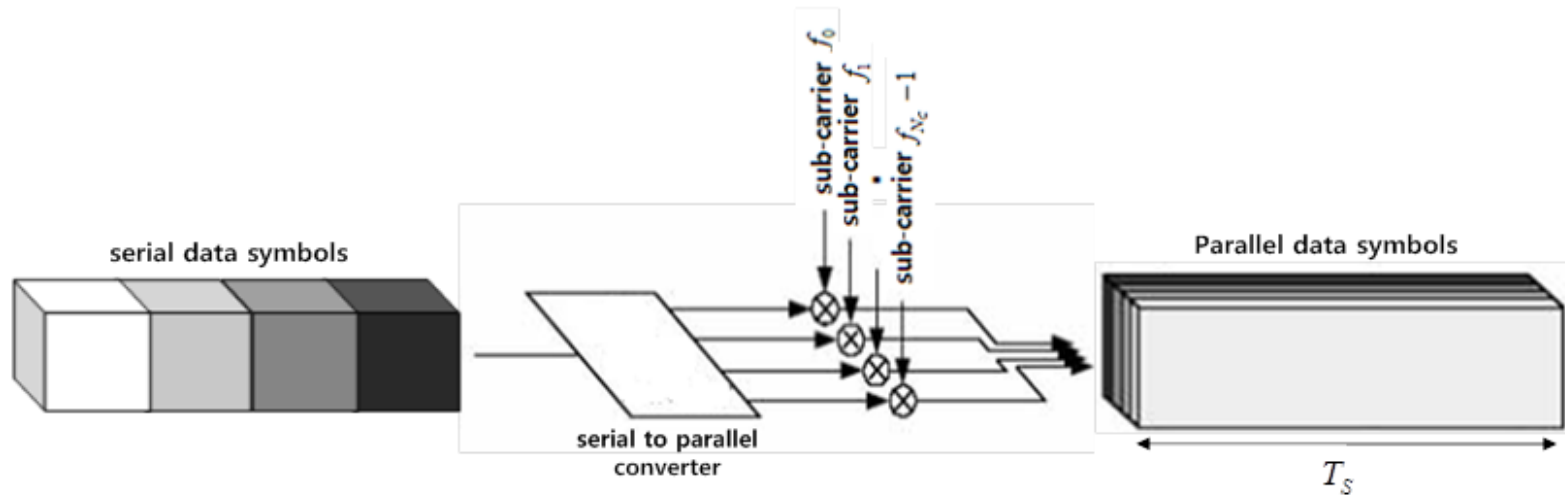
이동통신 기술

● OFDM 신호의 발생 원리

- 전력과 주파수 대역의 효율을 높이기 위한 부반송파의 사용
 - 데이터율이 높은 단일 데이터
 - > 데이터율이 낮은 여러 개의 부반송파로 나누어 전송
 - 다수의 부반송파를 이용하여 각각의 직렬로 입력된 데이터는 부반송파의 개수만큼 병렬로 변환
 - > 시간영역에서 데이터 길이는 부반송파의 개수 배 만큼 확장
 - 다중경로에 의해 발생하는 지연확산보다 큰 값을 가짐
 - > 주파수 선택적 페이딩과 협대역 간섭에 강함

이동통신 기술

🎯 OFDM 신호의 발생 원리



OFDM 기술의 특성

● OFDM 기술의 특성

- OFDM은 다중 반송파 변조 방식의 일종
 - 다중 경로(multi path) 및 이동 수신환경에서 우수한 성능
 - 디지털 TV, 음성방송에 적합한 변조방식
- 4세대 시스템에서의 성능 충족
 - 3세대 이동통신 시스템은 업링크(1.45Mbps), 다운링크(14.4Mbps)의 전송속도를 지원, 해외 타 서비스의 경우 대략 50Mbps의 속도
 - 4세대 이동통신에서 목표로 하는 전송 속도는 이동 환경에서 적어도 평균 20Mbps를 만족시켜야 함
- OFDM 전송의 경우 각 부반송파가 비 선택적 페이딩을 겪게 되며, 이 경우 간단한 등화기로 채널의 효과를 제거 가능

이동통신 기술

OFDM 전송 방식

- OFDM 전송 방식의 핵심 기술은 다중 부반송파와 직교성(Orthogonality)
 - 보내고자 하는 데이터는 N개로 나누어 각 부반송파를 곱해서 전송
 - 전송하는 부반송파 간에 직교성의 유지 여부가 시스템의 성능과 직결

OFDM 보호구간

● 다중 경로 채널환경의 문제점

- 동일 지연된 전파의 다중 수신과 이로 인한 자기간섭 현상
 - 심벌간 간섭(ISI; Inter Symbol Interference)
 - 반송파간 간섭(ICI; Inter Carrier Interference)
- 다중 경로 채널 환경은 OFDM 시스템에서 반송파간의 직교성을 깨트리고 심벌간의 간섭 발생
 - > 이러한 문제를 해결하기 위해 OFDM 심벌에 보호구간 삽입

OFDM 보호구간

● OFDM 보호구간 삽입 방식

- ZP(Zero Padding)
 - 보호구간에 0을 삽입하는 방식
 - 순환 확장(cyclic extension)
 - 심벌의 연속성을 유지하기 위해 보호 구간 삽입
 - 삽입되는 위치에 따라 두 가지 방식으로 분류
- CP(Cyclic Prefix), CS(Cyclic Suffix)

이동통신 기술

🎱 OFDM과 FDM의 유사성

- 다중 반송파를 사용하여 전송

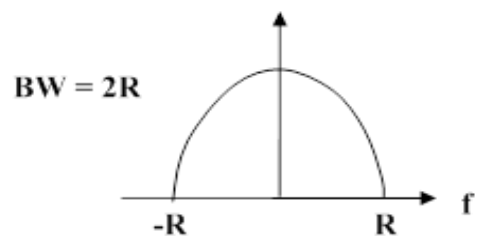
🎱 OFDM과 FDM의 차이점

- OFDM은 반송파간의 직교의 성질을 이용
- FDM은 신호의 중복을 피함
 - 부 반송파의 개수가 늘어나도 총 대역폭의 크기는 유지
 - 부 반송파의 개수가 늘어나면 각 부반송파의 대역폭은 점점 줄어들게 되고 주파수 대역은 점점 협대역으로 변화
 - FDM은 많은 수의 변복조기가 필요, 시스템의 복잡도 높음, 구현비용 높음
- OFDM은 직교성을 이용하여 전송
 - 주파수 대역을 겹쳐서 전송 가능 -> 주파수 스펙트럼 효율 높임
 - 같은 정보 전송 시 필요 대역폭이 FDM 보다 적음

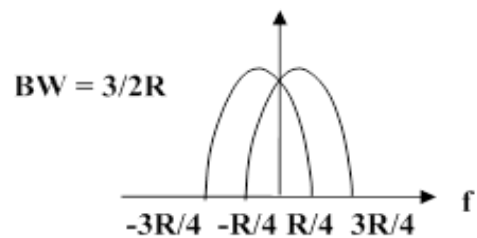
이동통신 기술

● FDM과 OFDM의 대역폭 효율 비교

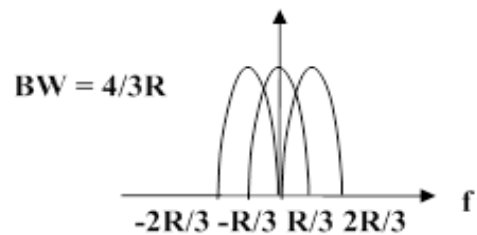
OFDM



$N=1$

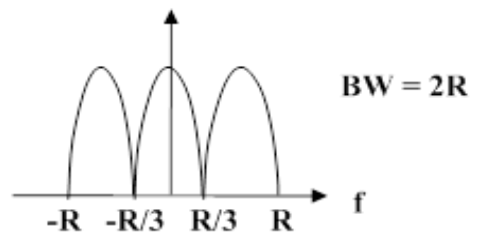
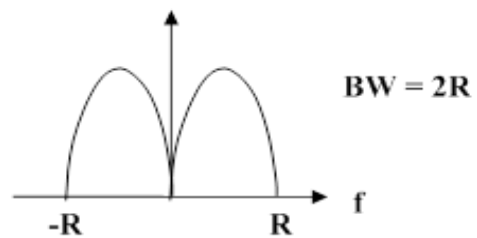
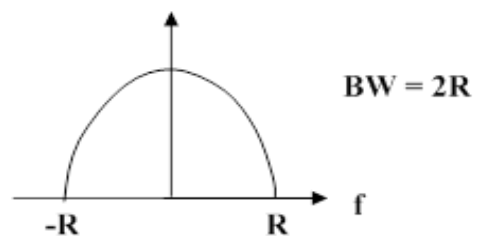


$N=2$



$N=3$

FDM



OFDM 다중 액세스 기법

OFDM 다중 액세스 기법

- 다수의 사용자에게 서비스를 제공하기 위한 다중 액세스 방식이 필요
- 대표적 다중 액세스 방식으로 TDMA, FDMA, CDMA가 있으며 OFDM과 이들 방식을 결합해서 사용
- OFDM-TDMA
- OFDM-FDMA(OFDMA)
- OFDM-CDMA

MIMO

● MIMO(Multiple Input Multiple Output)

- 무선 통신의 채널 용량을 높이기 위한 스마트 안테나(smart antenna) 기술이며, 다중 안테나 기술이라고도 표현한다.
- 다중안테나 기술은 송수신 양단에 여러 개의 다중 안테나를 사용하여 한정된 주파수 자원 및 채널용량을 증대시키는 기술로 정의한다.
- 다중 안테나 기술은 예전부터 다양한 분야에서 이미 활발하게 개발이 진행되고 있었던 분야이며, 최근 들어 서비스 가입자의 폭발적인 증가로 인하여 무선 통신 시스템의 용량 증대에 대한 요구가 증가 되면서 이러한 다중 안테나 기술 연구에 관심이 집중되고 있다.

다중안테나 기술의 종류

● 공간 다중화(spatial multiplexing)기술

- 각 송신 안테나로부터 독립적인 데이터를 동시에 전송
- 고속 데이터 전송 가능

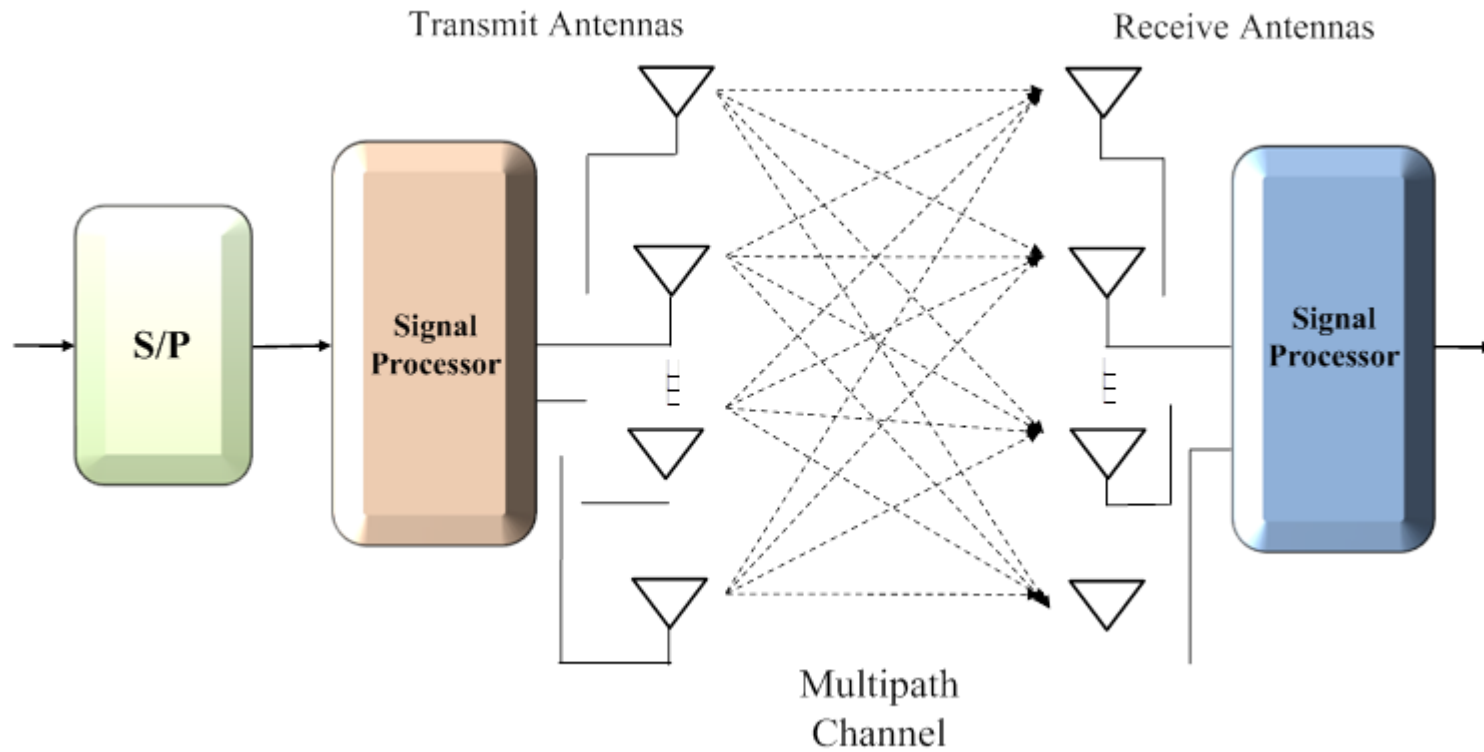
● 전송 다이버시티 기술

- 여러 개의 송신 안테나에서 같은 정보를 가지는 신호를 반복적으로 전송
- 송신 다이버시티 가능
 - 다이버시티 : 다중경로 환경에서 페이딩 채널의 영향을 감쇄하여 AWGN 채널과 유사하게 변형, 2개 이상의 독립된 전파경로를 통해 전송된 여러 개의 수신신호 중 하나 이상의 경로에서 수신된 신호는 양호할 확률이 높다는 사실을 이용하는 방법

MIMO

● MIMO 시스템의 구성

- 공간 다중화(spatial multiplexing) 기술



세대 별 다중안테나 기술

📡 2세대 이동통신시스템(IS-95 CDMA & GSM TDMA)

- 순방향(하향)링크에서는 안테나 1개, 역방향(상향)링크에서는 안테나 2개 주로 사용
- 다중안테나 기술 중에서 매우 기본적인 다이버시티 기술 이용
- 채널의 독립성을 이용하여 성능을 향상시키는 기술

📡 3세대 이동통신시스템(IMT-2000 & CDMA)

- 하향링크 다중안테나 통신기술을 추가하여 성능 향상
- 서비스의 양상이 하향링크에 편중되는 통신 시스템의 특성상 3세대 기술 중 가장 중요한 기술
- STTD(Space Time Transmit Diversity) - 안테나 두 개를 사용하여 하향링크에 직교코드 용량을 유지하면서 두 배의 경로 다이버시티 획득 효과

세대 별 다중안테나 기술

📡 4세대 이동통신시스템

- 요구되는 서비스가 더욱 고속화, 대용량화 되어 다중안테나 통신기술이 더욱 더 활용되며, 2GHz 이상의 고주파수 대역대의 사용이 많아질 것으로 예상
- 빔 형성 기술 이용 시 보통 안테나 간의 길이를 반파장으로 하는데, 고주파수 대역의 사용으로 이 간격이 더욱 좁아짐
- 다이버시티 혹은 멀티플렉싱 시 요구되는 안테나 간격도 좁아짐
- 기지국의 안테나 크기나 안테나 간 간격이 작아져서 상용화 가능성이 더욱 높아짐

📡 MIMO 다이버시티 기술

- 시간, 주파수, 공간 다이버시티 표현

MIMO 응용 분야

● MIMO 다이버시티 응용 전송 기술

- 3세대/4세대 이동통신, Wibro, WLAN, WiMAX 등 모든 이동통신 시스템의 전송 용량 증대 기술로 공통적으로 활용 가능
- 송수신 다이버시티 기술을 통한 이동통신 시스템의 용량을 증대하는 목적을 가지는 다양한 분야에서 사용
- 협력 통신 등을 이용한 홈네트워크, 고정 무선 액세스 릴레이(Fixed radio access relay)등에서의 서비스 커버리지 증대 목적으로 사용
- 최근 출시되는 무선 공유기의 경우 대부분 2개 이상의 안테나를 사용

MIMO 응용 분야

● MIMO 방식을 이용한 무선 공유기



Single Antenna



Multi Antenna

수고하셨습니다.

