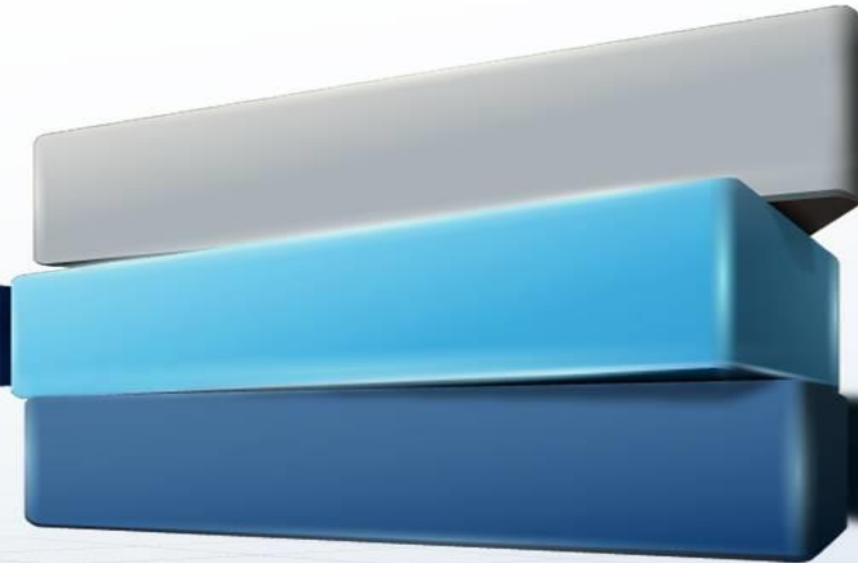


김정수교수님

10주 1강

무선통신공학



지난 시간 복습



소규모 전파모델(Small Scale Propagation)

🌐 Small-Scale propagation model

- 아주 짧은 시간(수초 단위) 혹은 짧은 거리(수 파장)에서 수신 신호의 빠른 변화를 나타내는 전파모델
- 다중 경로로 수신되는 신호의 Multipath에 의한 영향
- 이동국의 차량 속도에 의한 주파수 천이에 의한 감쇠
- 다른 방향에서 오는 신호의 합을 나타내기 때문에 짧은 거리 약 $\lambda/2$ 에서 최대 30~40dB의 수신 전력의 변화가 생기기도 한다.
- 레일리 페이딩분포(Rayleigh fading distribution)
 - LOS가 없는 경우
- 라이시안 페이딩 분포(Ricean fading distribution)
 - LOS가 있는 경우

Small Scale Propagation

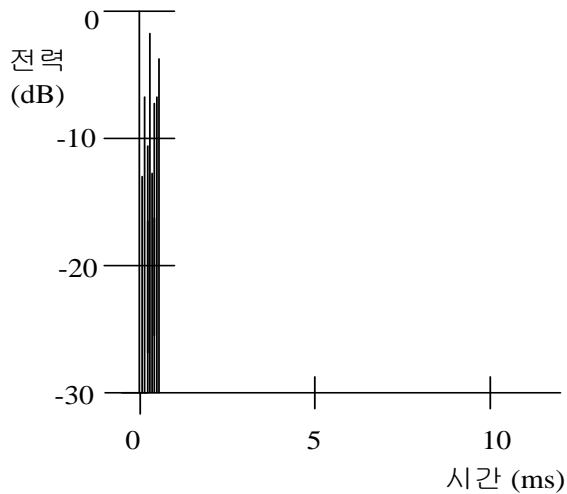
📡 Small-Scale 페이딩을 발생시키는 요인

- 다중 경로 전파(multi-path propagation)
 - 반사체나 산란체에 의해 다중 경로 발생
- 수신기 속도(mobile speed)
 - 송신기와 수신기의 움직임에 인해 도플러 천이
- 주위 물체의 속도(speed of surround objects)
 - 무선채널상에 존재하는 물체의 움직임으로 다중경로 성분들의 도플러 천이, 주위 물체가 수신기보다 빠르게 이동 한다면 small-scale 페이딩 발생 요인

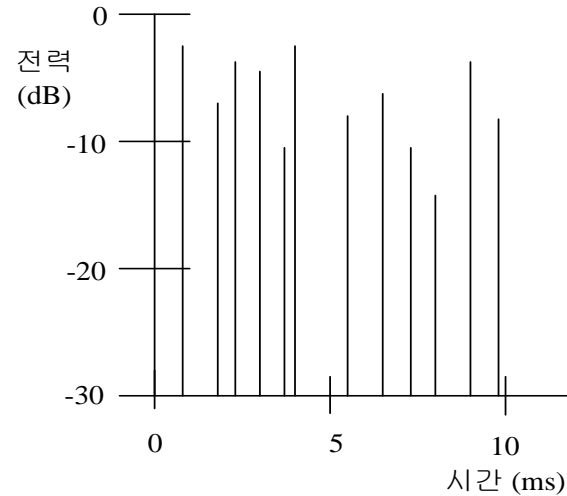
Small Scale Propagation

다중경로에 의한 지연 확산

- 다중 경로로 전파된 신호는 각 경로의 거리 및 전송 특성 등의 차이에 의해 도달하는 시간과 진폭에 차이가 발생
- 일반적으로 거쳐오는 경로가 길수록 수신되는 진폭은 작아지고 지연시간도 길어지게 된다.



(a)시골지역



(b)도심지역

다중경로에 의한 지연 확산

● 인접 심볼 간의 간섭 (ISI; inter symbol interference)

- 원래의 심볼 주기보다 빠르게 혹은 늦게 도착한 심볼은 앞이나 뒤의 심볼에 영향
- 고속 데이터 전송 시스템은 지연확산으로 인한 ISI 영향 증가
- 성능 개선을 위해 레이크 수신기(Rake receiver) 이용

다중경로에 의한 지연 확산

● 주파수 비선택적 채널(frequency non selective channel),

플랫 채널(flat channel)

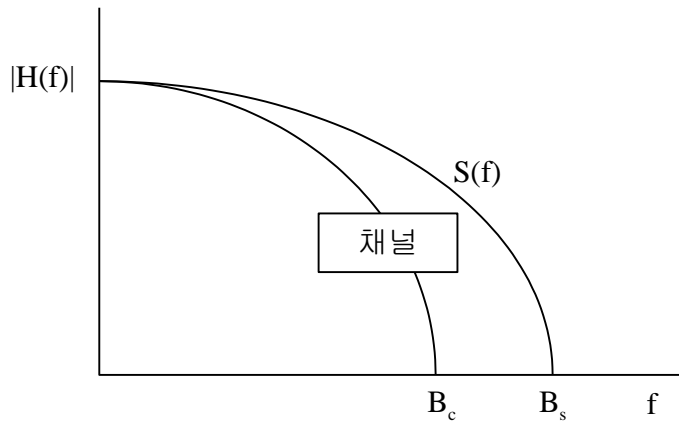
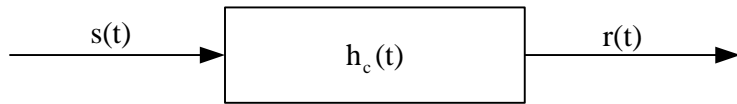
- 채널의 주파수 대역폭이 송신신호의 주파수 대역 보다 넓다면, 송신신호의 모든 주파수 성분은 왜곡이 없이 수신되며, ISI는 무시 될 수 있다. 이런 경우는 주로 교외지역과 같이 지역확산 값이 매우 적은 경우에 발생한다.

● 주파수 선택적 채널(frequency selective channel)

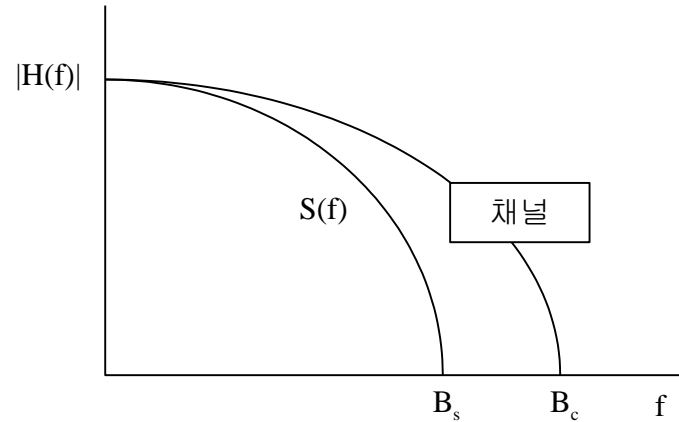
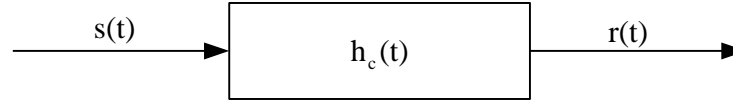
- 반대로 송신신호의 주파수 대역이 채널의 주파수 대역폭 보다 매우 넓다면 이로 인해 ISI가 발생하게 된다.

다중경로에 의한 지연 확산

기저대역채널 응답(전달 함수)



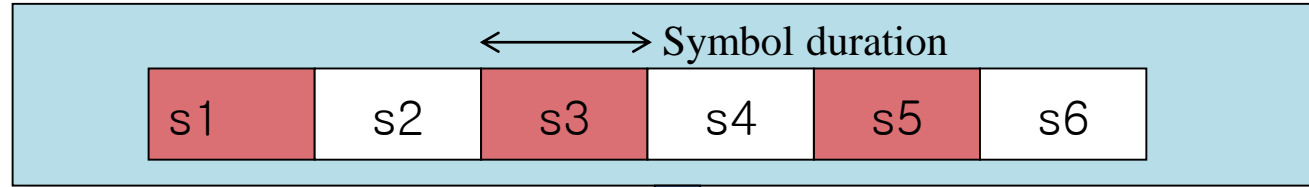
Frequency Selective fading



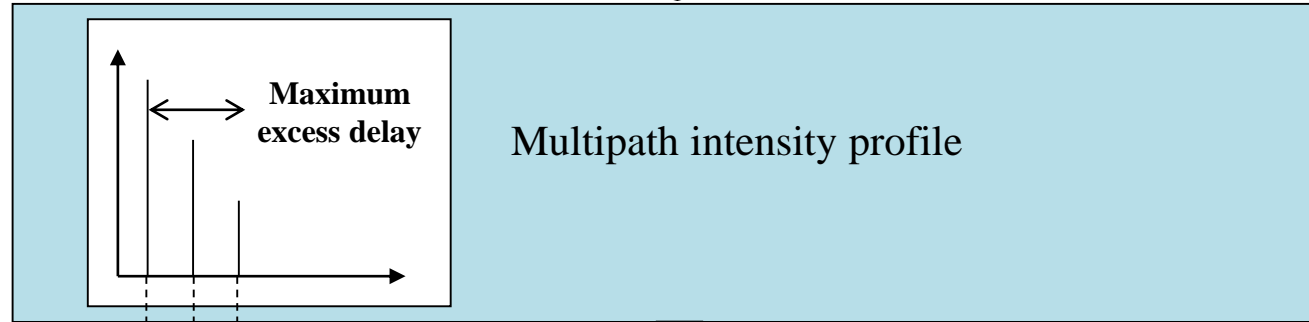
Flat fading

Multipath에 의한 영향(Flat fading)

Transmitted data

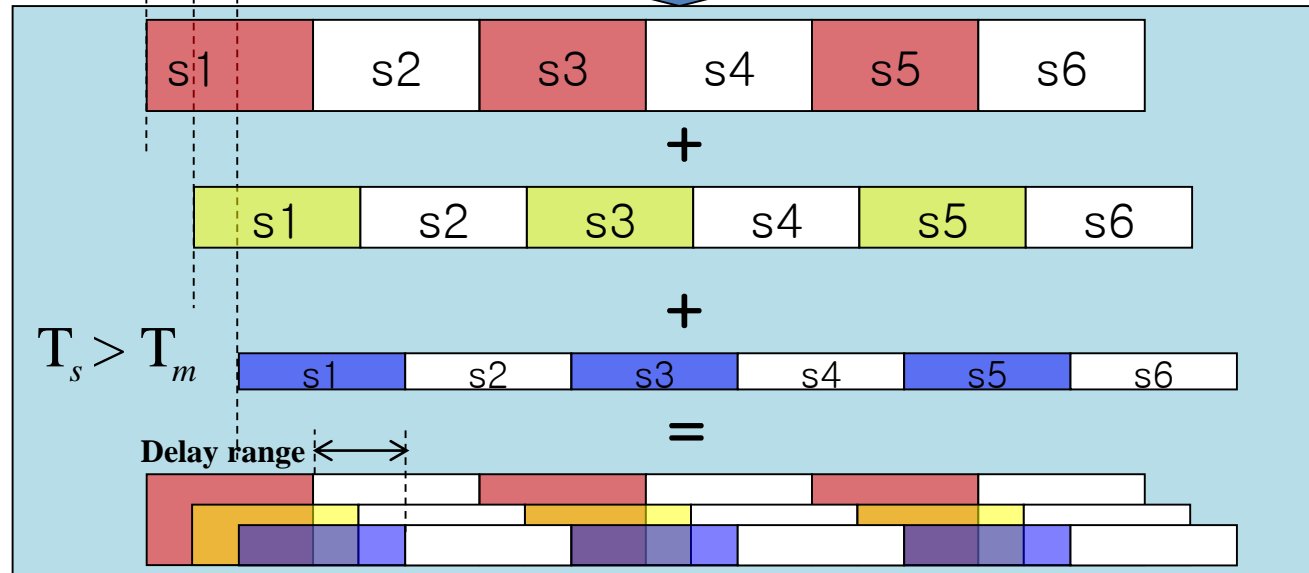


Channel



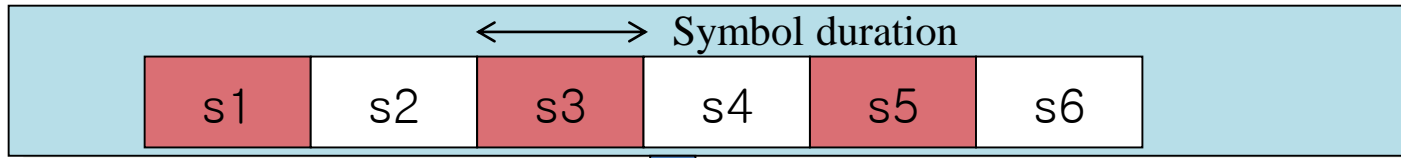
Received data

T_s : symbol duration
 T_m : maximum delay time

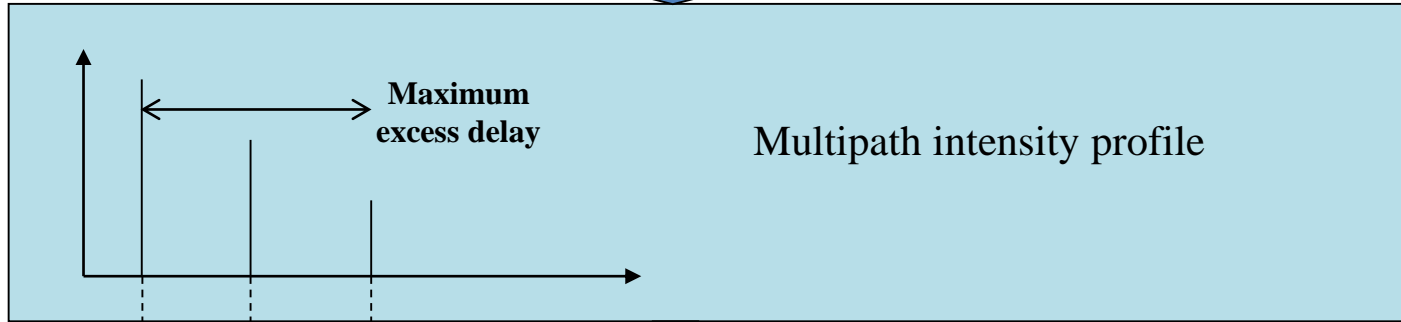


Multipath(Frequency selective fading)

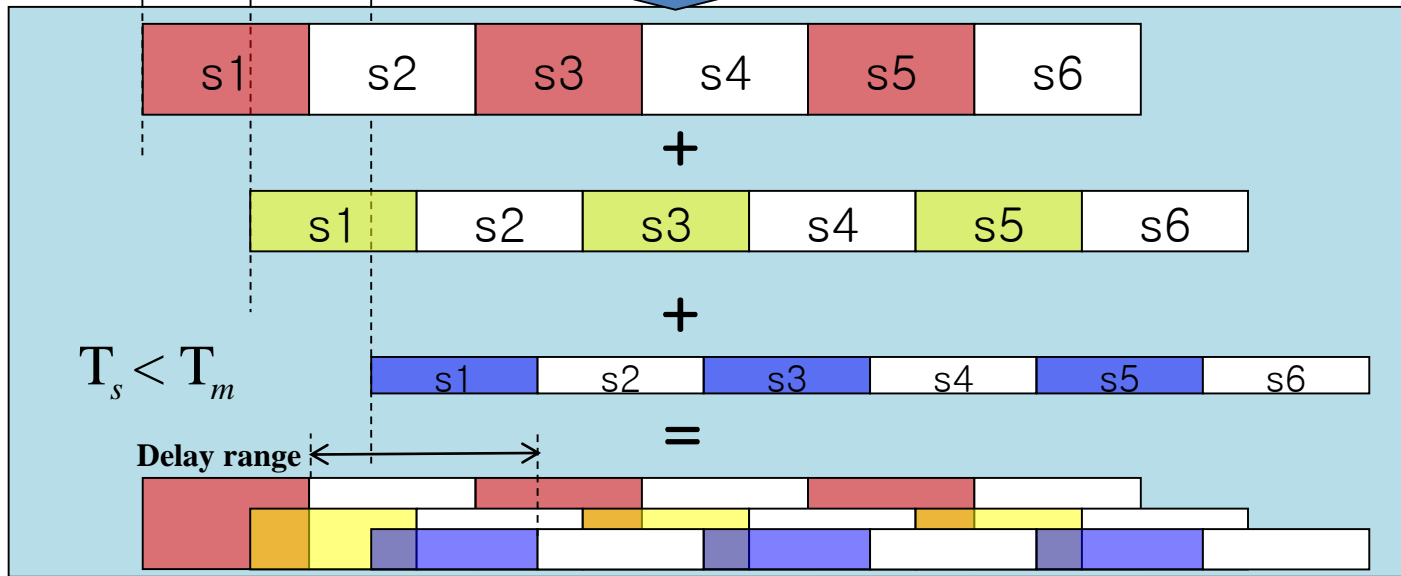
Transmitted data



Channel



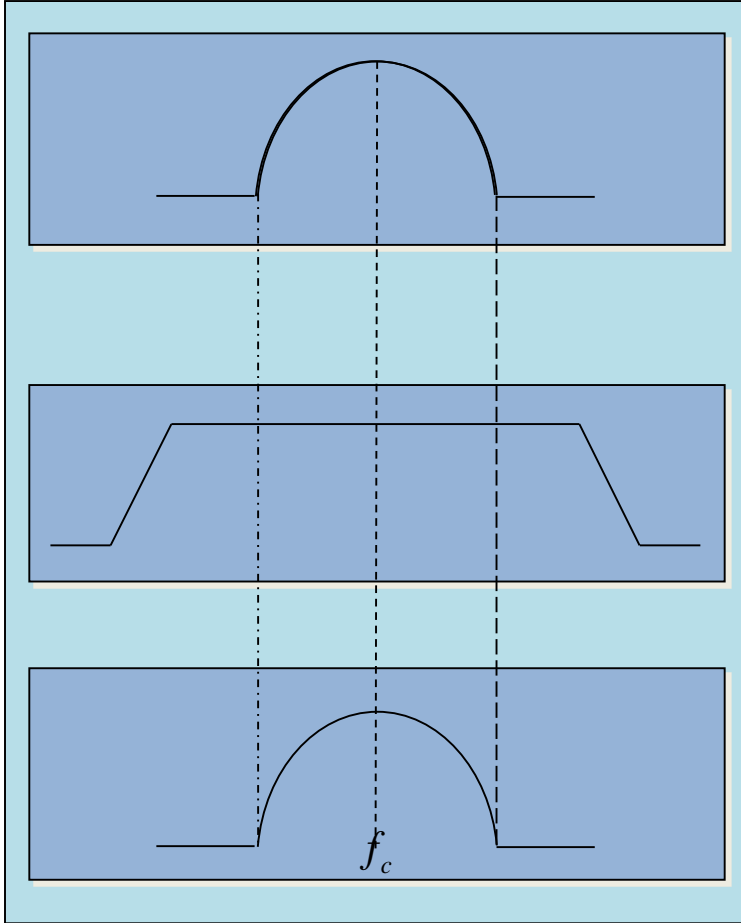
Received data



Multipath에 의한 영향

Flat Fading
(Frequency domain)

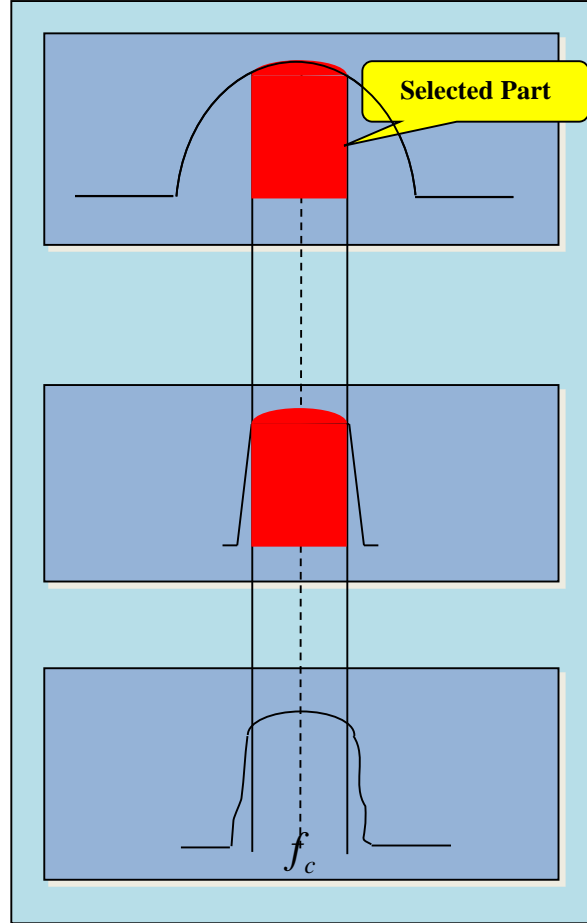
Signal bandwidth
 W



$$W < f_o$$

Frequency Selective Fading
(Frequency domain)

Selected Part

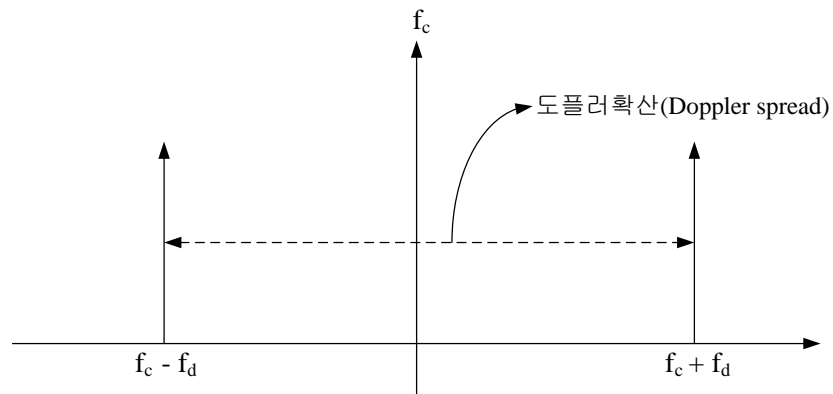
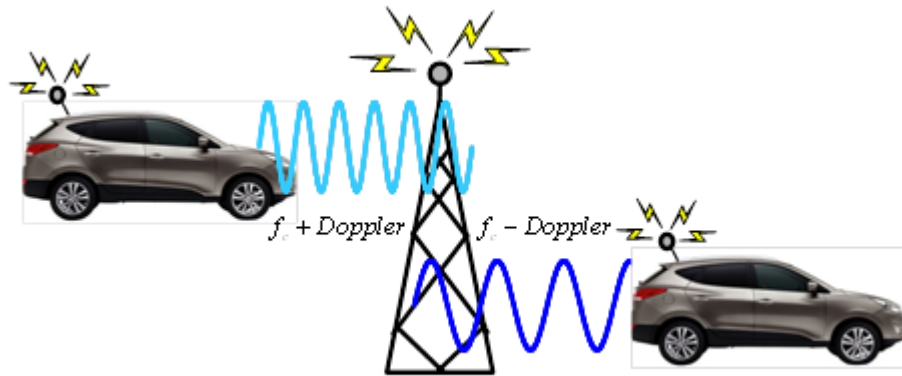


$$W > f_o$$

소규모 전파모델(Small Scale Propagation)

도플러 효과에 의한 주파수 천이

- 도플러 천이(doppler shift): 이동체 속도에 따라 주파수가 변화하는 현상
- 도플러 확산(doppler spread): 주파수 천이의 분포
- 이동체가 움직이면서 경로 길이의 차이에 의한 수신 신호의 위상 변위가 생기며 이는 바로 주파수 변위를 야기시키게 된다. 이러한 주파수 변위를 도플러 천이라 한다.

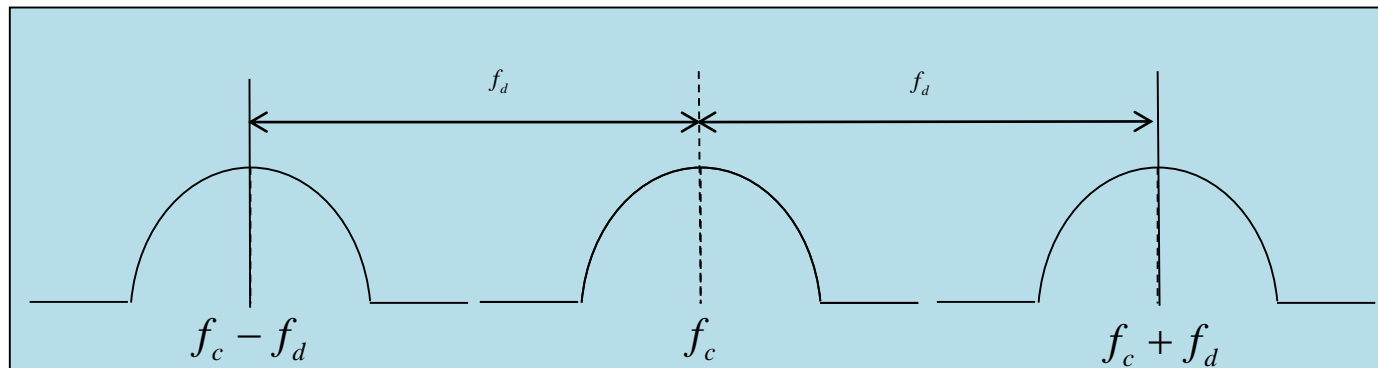


소규모 전파모델(Small Scale Propagation)

도플러 효과에 의한 주파수 천이

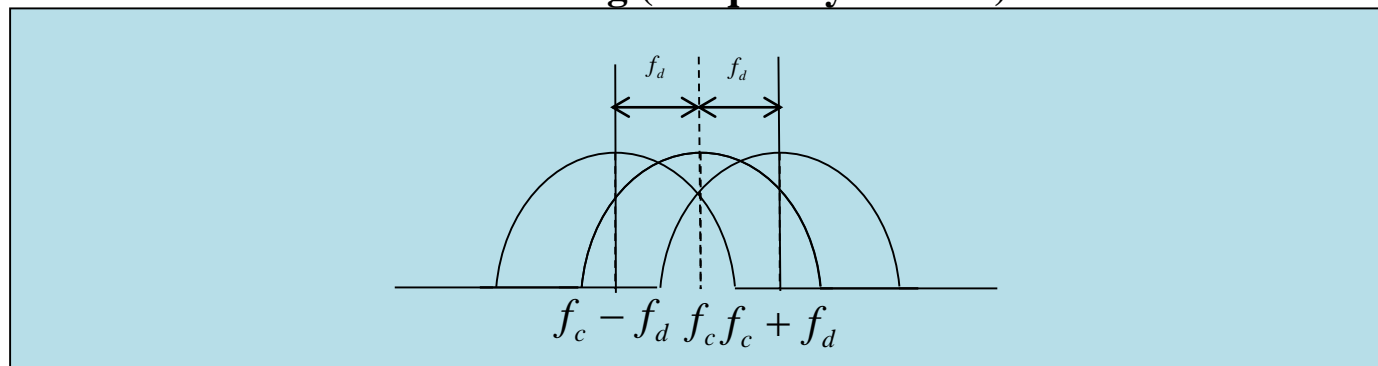
Fast Fading (Frequency domain)

$$W < f_d$$



Slow Fading (Frequency domain)

$$W > f_d$$



W : 신호의 bandwidth

f_d : Doppler에 의해 천이되는 bandwidth

도플러 확산으로 인한 페이딩

● 빠른 페이딩(fast fading)

- 도플러의 확산의 증가
- 코히런스 시간 < 심볼주기

● 느린 페이딩(slow fading)

- 도플러의 확산의 감소
- 코히런스 시간 > 심볼주기

다중경로 지연확산으로 인한 페이딩

● 주파수 선택적 페이딩

- 다중경로 지연확산 영향 큼
- 신호 대역폭 > 채널 대역폭

● 주파수 비 선택적 페이딩

- 다중경로 지연확산 영향 적음
- 신호 대역폭 < 채널 대역폭

소규모 전파모델(Small Scale Propagation)

🌐 Small Scale Fading의 종류

소규모 페이딩(Small-scale fading)

(다중경로 지연확산으로 인한 페이딩)

주파수 비선택적 페이딩 (flat fading)

1. 신호 대역폭(BW of signal) < 채널 대역폭(BW of channel)
2. 지연확산(delay spread) < 심볼 주기(symbol period)

주파수 선택적 페이딩 (frequency selective fading)

1. 신호 대역폭(BW of signal) > 채널 대역폭(BW of channel)
2. 지연확산(delay spread) > 심볼 주기(symbol period)

소규모 페이딩(Small-scale fading)

(도플러 확산으로 인한 페이딩)

빠른 페이딩(fast fading)

1. 도플러 확산의 증가(high Doppler spread)
2. 코히런스 시간(coherence time) < 심볼 주기(symbol period)
3. 도플러 확산으로 인한 주파수 분산이 클 경우

느린 페이딩(slow fading)

1. 도플러 확산의 감소(low Doppler spread)
2. 코히런스 시간(coherence time) > 심볼 주기(symbol period)
3. 도플러 확산으로 인한 주파수 분산이 작은 경우

페이딩 채널 모델

● 백색잡음(AWGN: Additive White Gaussian Noise)

- 열잡음
- 우주통신, 유선통신
- 전체적인 시스템의 기준 모델

● 라이시안 페이딩

- 다중반사 경로들뿐 아니라 직접 LOS 경로가 있는 경우에 사용되는 모델
- 실외에서는 개방된 교외환경이나 마이크로셀에서 사용
- 실내에서 사용되는 모델

페이딩 채널 모델

● 레일리 페이딩

- 송수신단 사이에 LOS가 없고 다중반사 경로가 존재 시 사용.
- 가장 페이딩 심한 환경에 대한 전파 모델
- 전파환경이 나쁜 도심지역에서의 페이딩 특성

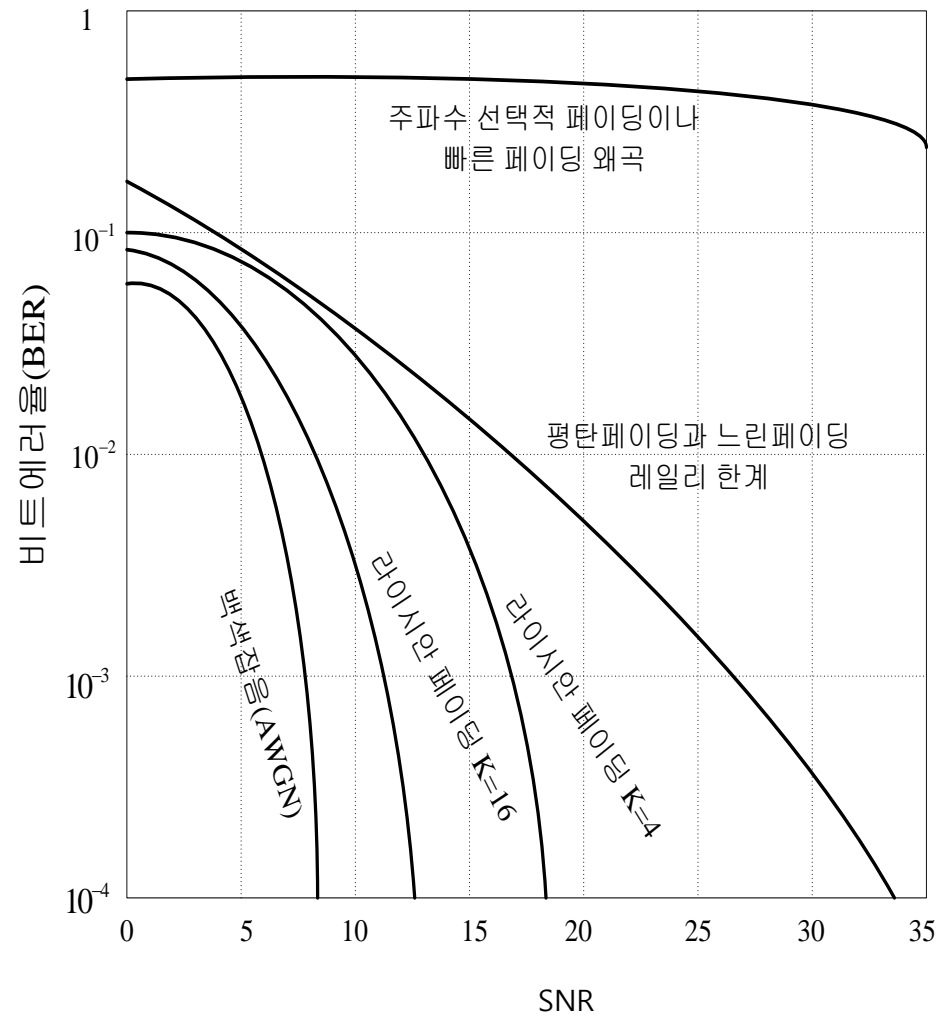
페이딩 채널 모델

● 라이시안 계수

- K =직접파의 전력/다중반사 경로파들의 전력 비
- $K=0$: Rayleigh channel (직접파의 전력=0)
- K =무한대 : AWGN channel (다중반사 경로파들의 전력=0)

페이딩 채널 모델

라이시안 계수



페이딩 채널 모델

● 여러가지 페이딩 상태에서 이론적 BER(Bit Error Rate)

- K가 증가하게 되면 채널이 레일리에서 가우시안으로 변하게 되어 BER이 줄어 들음
- 높은 SNR은 성능을 향상 시킴
- 오류 영향
 - 백색잡음 < 주파수 비선택적 페이딩, 느린 페이딩 < 주파수 선택적 페이딩, 빠른 페이딩
- 에러 보상 기법 필요 : FEC(Forward Error Correction), 이퀄라이저, 다이버시티 기법 등

수고하셨습니다.

