

## 위상잡음에 의한 다중 반송파 통신 시스템의 열화 분석

양윤영, 이종길  
인천대학교  
jnglee@incheon.ac.kr

Analysis of performance degradation in multi-carrier  
communication systems due to phase noise

Yoonyoung Yang and Jonggil Lee  
University of Incheon

## 요약

본 논문에서는 OFDM 통신 시스템에서의 오실레이터 페이즈 노이즈에 의한 영향을 분석하였다. 오실레이터 페이즈 노이즈에 의해 수신 단의 출력신호 power 는 감소하는 한편 다른 반송파에 의한 간섭이 유발되며 그에 따라 OFDM 시스템은 성능열화를 겪게 된다. 그러므로 본 연구에서는 페이즈 노이즈 분포의 특성, 페이즈 노이즈 전력에 따른 SIR 과 effective SNR 계산을 통해 그 영향을 분석하였다. 결과적으로 페이즈 노이즈 분포의 분산정도에 따른 영향은 그 차이가 그렇게 크지 않다는 것을 알 수 있다. 그러나 페이즈 노이즈 전력의 증가에 따라서는 시스템의 성능이 심각하게 저하되는 것을 확인하였다.

## I. 서론

무선채널에서 신호왜곡에 강인하며 고속의 데이터 통신을 위한 다중 반송파 방식에는 몇가지 종류가 있으며 현재 활발히 연구되고 있는 기법중에 하나가 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)통신방식이다. OFDM 방식은 일반 FDM 방식과 달리 각 부반송파들의 스펙트럼이 서로 직교하면서 겹쳐지기 때문에 대역폭을 매우 효율적으로 사용하는 디지털통신 기법이다. 반면에 부반송파간의 직교성이 상실되는 경우 반송파간에 간섭이 발생하므로 성능저하가 나타나게 된다. 본 연구에서는 샘플링 옵셋과 오실레이터 페이즈 노이즈에 의한 OFDM 시스템의 성능 분석을 위해 샘플링 옵셋과 오실레이터 페이즈 노이즈의 특성을 분석하고 이에 따른 반송파 간섭, 신호전력, 잡음전력을 고려하여 그 변화에 따른 시스템의 성능 분석을 수행하였다.

## II OFDM 방식에서 반송파 간섭에 대한 분석

OFDM 변조된 신호는 다중경로 페이딩채널을 통해 신호가 수신되므로 다양한 왜곡을 겪게 되면서 직교성이 상실되어 각 부반송파간의 간섭이 유발된다. 여기서 단일 OFDM 심볼이 전송되어 수신단에서 완벽하게 보호 구간 부분을 제거하여 intersymbol interference(ISI)는 일어나지 않으며 심볼 타이밍 동기화 및 sampling rate 는  $1/T_s$ 로 완벽하게 이루어졌다고 가정하면, 다중 경로를 통해 수신되어 FFT 된 신호는 원하는 신호부분(desired term :  $\eta_i$ ) 반송파 간섭부분(subcarrier

interference term :  $\eta_{ScI}$ ) 그리고 잡음부분으로 다음과 같이 정리할 수 있다[1].

$$Y_i = \frac{X_i}{N} \sum_{n=0}^{N-1} H_{n,i}^e + \sum_{\substack{k \in K \\ k \neq i}} \frac{X_k}{N} \sum_{n=0}^{N-1} H_{n,k}^e e^{j2\pi(n/N)(k-i)} + W_i \quad (1)$$

여기서  $H_{n,k}^e$  는  $t = nT_s$ ,  $f = k/T$  에서의 채널전달함수를 나타낸다.  $X_k$  는 부반송파에 실리는 데이터 심볼이고  $K$  는 반송파 인덱스 집합을 나타낸다. 그러므로 FFT 길이와 사용되는 반송파 수가 같다고 하면 반송파의 signal-to-ScI ratio(SIR)을 나타내는  $\gamma_{SIR}(i)$  과 이 평균을 나타내는  $\bar{\gamma}_{SIR}$  을 다음과 같은 방법으로 계산할 수 있다.

$$\gamma_{SIR}(i) = \frac{E[|\eta_i|^2]}{E[|\eta_{ScI}|^2]} \quad (2)$$