

# UWB 대역에서 Multiple Chirp 을 이용한 새로운 시그널링 방법

김영삼\*, 윤상훈\*, 정정화\*, 이경국\*\*  
한양대학교 정보통신학과\*  
오소트론 주식회사\*\*

## A Novel Signaling Method using Multiple Chirps in UWB Radio

Yeong-Sam Kim\*, Sang-Hun Yoon\*, Jong-Wha Chong\*, Kyung-Kuk Lee\*\*  
Hanyang University\*  
Orthotron Co., LTD\*\*

E-mail : \*ys31202@ihanyang.ac.kr, \*shyoon11@ihanyang.ac.kr, \*jchong@hanyang.ac.kr,  
\*\*Kyunglee@orthotron.com

### Abstract

In this paper, we propose a novel signaling method using chirp signals in UWB radio with satisfaction of FCC regulation. Chirp signals have been used in many ranging systems such as radar because of its good correlation properties. Because it is important to use broader signal bandwidth in order to get higher precision of the ranging, according to the Cramer-Rao Lower Bound, UWB radio is extremely good as the ranging systems. But, it is very difficult to apply existing chirp signals to UWB, because FCC regulates that the systems operating in UWB radio must occupy signal bandwidth more than 500MHz on the condition of stopping the frequency sweeping. So, we propose multiple chirp signals which can satisfy the regulation of FCC while maintaining chirp signal's properties. The multiple chirp signals which are composed of the sub-chirps modulated by sub-carriers can expand the signal bandwidth with the same principle of OFDM systems. The simulation results show that the BER performance of the proposed multiple chirp signals is identical to that of conventional OFDM when it is applied to data communication, and that the correlation properties of the proposed signals are almost the same with properties as those of single chirp signals whose sweeping bandwidth is the same value with the proposed one.

### I. 서론

Chirp 신호는 확산 대역 신호로 부분 대역 방해파에 강한 특성을 가지고 있어 이미 데이터 통신용으로 많은 연구가 진행되어 왔다[1]. 또한, Chirp 신호는

Correlation 특성이 뛰어나 거리측정의 정확도를 높일 수 있으므로 Sonar 등의 안테나에서 이미 Chirp 신호를 많이 이용하고 있다.

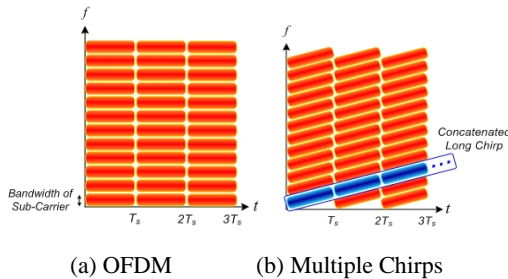
Cramer-Rao Lower Bound 는 신호의 대역폭과 세기가 주어졌을 때 거리측정오차의 한계를 제시한다[2]. 특히 거리측정의 정확도는 신호의 대역폭과 비례 관계가 있는 것은 잘 알려진 사실이다[3]. 따라서 UWB 대역에서 chirp 신호를 사용하여 거리 측정을 한다면 좋은 성능을 낼 수 있을 것이다. 그러나 현재 UWB 대역에서는 일반적인 Single Chirp 으로는 UWB 대역의 규정을 통과하기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 UWB 대역에서 사용할 수 있는 chirp 방식으로 Multiple Chirp 을 제안한다.

### II. 본론

최근 발표된 FCC 규정을 보면 swept modulation, 즉 Chirp 신호는 주파수 스위핑을 멈춘 상태에서 500 MHz 이상의 대역폭을 만족해야 한다[4]. Single Chirp 을 이용하면서 FCC 의 규정을 만족하기 위해서는 Time-Frequency Distribution 에 의해 주파수 스위핑 기술을 조절하는 방법이 있을 수 있다. 하지만, 이 방법은 수 ns 의 매우 짧은 시간에 500Mhz 이상의 대역폭을 스위핑하는 Chirp 신호를 만들어야 하므로 디지털 구현에

어려움이 있다. 따라서 본 논문에서는 디지털회로로 구현 가능한 UWB 대역의 Chirp 신호를 제안한다.

OFDM 의 경우 그림 1 의 (a)와 같이 심볼 길이에 의해 결정된 부반송파 대역폭을 가지는 신호들이 여러 개의 부반송파에 의해 변조되어 합해진 신호로 부 반송 파 수에 부반송파 대역폭이 곱해진 만큼의 신호 대역을 가지게 된다. 이와 같이 한정된 심볼 길이를 가져 UWB 가 만족된 신호의 각 부반송파에 부반송파 대역폭의 주 파수만큼을 스위핑하게 되면 그림 1 의 (b)와 같이 Chirp 의 형태를 유지하면서 FCC 의 규정을 만족하는 신호를 만들 수 있다. 또한, 이와 같은 Multiple Chirp 심 불이 연속적으로 송수신되게 하면 그림 1 의 (b)와 같이 장시간의 주파수 스위핑을 하는 연속된 Chirp 신호를 얻을 수 있다.



(a) OFDM (b) Multiple Chirps  
그림 1. OFDM 과 Multiple Chirps

$$s(t) = \left( \sum_{i=0}^N d_i e^{j2\pi \frac{f_i}{T} t} \right) \cdot e^{j2\pi f t^2} \quad \text{식 1}$$

식 1 은 Multiple Chirp 의 일반 식을 나타낸다. 여기서, 괄호 부분은 일반적인 OFDM 신호의 수식과 같으며 나머지 부분은 주파수 스위핑을 나타내고 있다. 따라서, Multiple Chirp 신호는 OFDM 신호의 생성 후 chirp spreading 과정을 거치면 생성할 수 있음을 알 수 있다.

### III. 실험 결과

제안하는 Multiple Chirp 신호의 데이터 통신 성능과 거리 측정 성능을 OFDM, single chirp 과 각각 비교하였다. 데이터 통신의 성능은 BER 성능을 통하여 비교하였으며 거리 측정 성능은 거리 측정에 있어 중요한 성능 지표인 Correlation 을 이용하여 비교하였다.

시뮬레이션 결과 데이터 통신 성능은 OFDM 과 동일하였고 Correlation 특성은 동일 대역을 사용하는 Single Chirp 과 유사한 결과를 얻을 수 있었다.

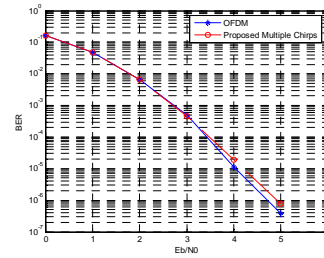
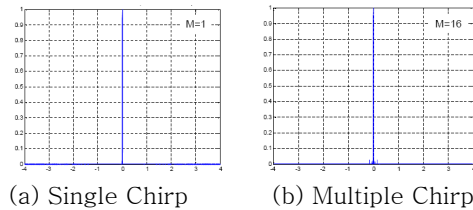


그림 4. OFDM 과 제안하는 시스템의 BER 성능비교



(a) Single Chirp (b) Multiple Chirp  
그림 5. Correlation 특성 비교

### IV. 결론

본 논문에서는 FCC 의 규정을 만족시켜 UWB 에서 chirp 신호를 사용할 수 있게 해주는 multiple chirp 신호를 제안하였다. 제안하는 Multiple chirp 신호를 이용하면 UWB 를 통해 기존의 OFDM 통신과 동일한 BER performance 로 데이터 통신을 수행할 수 있으며 광대역의 신호 bandwidth 로 인한 초 정밀 ranging 이 가능하게 할 수 있을 것으로 기대된다.

### 감사의 글

본 논문은 정보통신부의 출연금 등으로 수행한 ITSoc 지원 사업에 의한 것 임.

### 참고문헌

- [1] S. E. El-Khamy, "Matched Swept-Frequency Digital Modulation for Binary Signaling in Inhomogeneous Dispersive Media," *IEEE Trans. Anten. & propag.*, Vol. AP-28, pp. 29-35
- [2] R.Cardinali, L.De Nardis, P.Lombardo, and M.-G. Ki Benedetto, "Lower Bounds for Ranging Accuracy with Multi Band OFDM and Direct Sequence UWB Signals," *2005 IEEE International Conference on*, pp. 302-307, Sept. 2005
- [3] S. M. Kay, *Fundamentals of Statistical Signal Processing*, volume I: Estimation Theory, Prentice Hall PTR, 1st edition, Mar. 26, 1993.
- [4] Federal Communication Commission, Technical Report FCC 05-58, Mar. 2005