

# CAZAC sequence 기반의 SC-FDMA 파일럿 신호구조 설계

신경찬\*, 강 훈, 임세빈, 최형진  
성균관대학교 정보통신공학부  
hjchoi@ece.skku.ac.kr

## Design of CAZAC-sequence-based Pilot Signal in SC-FDMA System

Kyungchan Shin, Hoon Kang, Sebin Im, Hyungjin Choi  
School of Information and Communication Engineering, Sungkyunkwan University

### 요 약

본 논문에서는 시간 영역 및 주파수 영역에서 일정한 전력 특성을 가지는 CAZAC(Constants Amplitude Zero Auto-Correlation) sequence의 생성과 그 특성에 대해 분석하고 sequence length의 결정에 따라 발생할 수 있는 문제점에 대해 논의한다. 또한 3GPP에서 제시하고 있는 차세대 이동통신 시스템으로써 상향 전송 시스템인 SC-FDMA에서 고려하고 있는 파일럿 구조 중 CAZAC sequence를 이용한 CDMA 기반 파일럿 신호 구조에 대해 분석하여 이러한 구조를 실제로 적용했을 때 발생할 수 있는 문제점을 예측하고 이에 대한 해결 방안을 제시한다. 모의 실험을 통한 CAZAC sequence의 특성 분석 결과 prime number length의 CAZAC sequence에서 가장 우수한 cross-correlation 성능을 획득할 수 있었으며 CAZAC sequence를 SC-FDMA 시스템에 적용할 때는 최적화된 CAZAC sequence index  $k$ 를 선택함으로써 송수신기 CM 성능 열화를 최소화할 수 있음을 확인하였다.

### I. 서 론

3GPP(3rd Generation Partnership Project)에서는 차세대 이동통신 시스템으로써 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)방식을 가장 유력한 기술 후보로 거론하고 있다[1]. 그러나 OFDMA 방식은 주파수 영역에서 심벌을 변조하기 때문에 시간 영역 신호의 PAPR(Peak to Average Power Ratio)이 크다는 단점이 있다. 하향 전송에서 이러한 PAPR 특성은 크게 문제가 되지 않으나 상향 전송에서 단말기를 고려할 때 PAPR은 문제를 야기시킬 수 있다. 따라서 3GPP에서는 이러한 PAPR 문제를 극복하기 위한 상향 전송 방식으로 SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access)를 고려하고 있다[2]. SC-FDMA는 광대역의 고속 데이터 통신을 위한 새로운 전송 방식 중 하나로써 기존의 OFDMA 시스템에 비해 시간 영역에서의 PAPR이 낮은 장점이 있다. 그러나 SC-FDMA 시스템은 주파수 영역에서의 PAPR이 크기 때문에 3GPP에서는 SC-FDMA 시스템의 파일럿 신호 구조의 한 방식으로 CAZAC sequence를 이용하여 시간 및 주파수 영역에서 일정한 전력 특성을 가지는 CDMA(Code Division Multiple Access)방식의 신호 구조를 고려하고 있다.

본 논문에서는 CAZAC sequence의 생성 방법과 기본적인 특성 및 sequence length에 따른 문제점에 대해 분석한다. 추가적으로 SC-FDMA 시스템에서 고려하고 있는 CAZAC sequence의 적용 및 SC-FDMA 시스템에서 발생할 수 있는 파일럿 구조의 문제점에 대해 분석하고 최적화된 파일럿 신호를 제안한다[3~7].

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 CAZAC sequence의 생성과 특성에 대해 설명한다. 3 장에서는 CDMA 파일럿 신호를 이용하는 SC-FDMA 시스템에 대한 설명과 더불어 CAZAC sequence 적용의 문제점에 대해 분석하며 4 장에서는 문제점에 대한 해결방안을 제시한다.

마지막으로 5 장에서는 본 논문의 결론을 도출한다.

### II. CAZAC sequence

#### 1. CAZAC sequence의 생성

CAZAC sequence란 constant amplitude 및 zero-auto correlation 특성의 sequence를 의미한다. 3GPP TR 25.814에서는 CAZAC sequence로써 generalized chirp-like sequence의 한 종류인 Zadoff-Chu CAZAC sequence를 고려하고 있다.  $L$ 의 주기를 가지는  $n$ 번째 Zadoff-Chu CAZAC sequence는 식 (1)과 같이 정의된다[1].

$$c_k(n) = \exp\left[\frac{j2\pi k}{L} \cdot \left(n + \frac{n \cdot (n+1)}{2}\right)\right] \quad \text{if } L \text{ is odd}$$
$$c_k(n) = \exp\left[\frac{j2\pi k}{L} \cdot \left(n + \frac{n^2}{2}\right)\right] \quad \text{if } L \text{ is even}$$

여기서  $k$ 는 sequence의 종류를 결정하는 index이다.

#### 2. CAZAC sequence의 특성

Zadoff-Chu CAZAC sequence는 다음과 같은 특성을 가지고 있다.

##### 2.1 Constant power

CAZAC sequence는 식 (1)과 같이 exponent 함수로 생성되어 시간 영역에서 항상 일정한 전력 특성을 지닌다. 또한 식 (2)와 같은 DFT(Discrete Fourier Transform) 연산의 결과로 정의되는 주파수 영역의 신호도 일정한 전력 특성을 지닌다. 그림 1, 2는 실제 모의실험을 통해  $L=128$ ,