

MSK (Minimum Shift Keying) 신호의 타이밍 복원 알고리즘 설계

성지연, 김명섭*, 은창수
충남대학교, *㈜투니텔

Design of Timing Recovery Algorithm for MSK Systems

Jiyun Seong, Myungsup Kim*, Changsoo Eun
Chungnam National University, *Tunitel Inc.

요 약

RF 대역에서 무선전송 채널에 대한 늘어나는 요구는 스펙트럼 상의 혼잡이라는 문제와 인접 및 동일 채널 간섭 문제를 일으킨다. 이러한 문제점들을 개선하기 위한 방법들 중 하나인 대역 효율이 좋은 변조 기술인 MSK(Minimum Shift Keying)에 대한 효율적인 타이밍 복원 방법을 제시하였다. 제안된 MSK 타이밍 복원 알고리즘을 이용한 시스템 설계 및 성능을 제시 하였다.

I. 개요

MSK(minimum shift keying) 변조방식은 CPFSK(continuous-phase frequency shift keying) 변조 방식의 특별한 경우로써, 최소의 주파수 간격을 (비트 율의 반) 유지하면서 이진 입력 신호에 따라 신호의 위상을 변화시키는 전송 방법이다. 즉, 다른 두 개의 주파수를 사용하여 신호를 표현하는 FSK 변조 방식의 일종이라 할 수 있으며, 두 신호의 주파수 편이비(deviation ratio)가 1/2 일 때의 CPFSK 신호가 MSK 신호이다. 일반적인 CPFSK 신호는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있으며, 이때의 위상은 식 (2)와 같다.

$$s(t) = \sqrt{\frac{2E}{T_b}} \cos[2\pi f_c t + \theta(t)] \quad (1)$$

$$\theta(t) = \theta(0) \pm \frac{\pi h}{T_b} t \quad 0 \leq t \leq T_b \quad (2)$$

식 (2)에서, 보내고자 하는 데이터의 심볼이 1 일 때는 + 부호가, 심볼이 0 일 때는 - 부호가 적용된다. 이 때 E_b 는 전송되는 신호의 비트 당 에너지, T_b 는 비트 간격, $\theta(t)$ 는 $s(t)$ 의 위상을 나타내고, $\theta(0)$ 는 시간 $t=0$ 의 위상 값을 나타낸다. 또한, f_c 는 반송주파수로써 아래와 같다.

$$f_c = \frac{1}{2}(f_1 + f_2) \quad (3)$$

두 주파수간의 편이비를 나타내는 파라메타 h 는 아래와 같은 관계식을 가진다.

$$h = T_b(f_1 - f_2) \quad (4)$$

따라서 $h=1/2$ 의 CPFSK 신호인 MSK 신호의 위상은 식 (2)를 이용하여 아래와 같이 표현 할 수 있다.

$$\theta(t) = \theta(0) \pm \frac{\pi}{2T_b} t \quad 0 \leq t \leq T_b \quad (5)$$

식 (5)에서도 알 수 있듯이 MSK 신호는 주기 T_b 동안 입력되는 데이터 심볼에 따라 위상이 $2/\pi, -2/\pi$ 로 천이 되는 것을 알 수 있다.

이러한 MSK 신호의 위상 변화는 위상 트리(phase tree)를 이용하여 손쉽게 관찰 할 수가 있는데, 그림 1 에 입력 데이터 열 1101000 에 대한 위상 트레리스를 보였다.

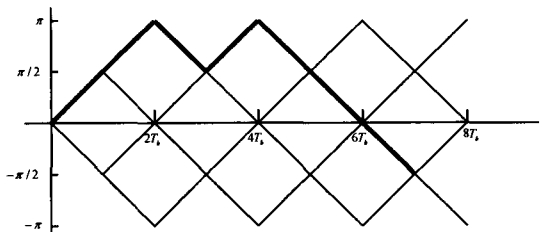


그림 1. phase trellis; 1101000 에 대한 위상 경로

식 (1)을 삼각함수의 관계식을 이용하여 인-페이즈(in-phase) 성분과 쿼드러처(quadrate)성분으로 아래의 식과 같이 나눌 수 있다.

$$s(t) = \sqrt{\frac{2E}{T_b}} \cos[\theta(t)] \cos(\pi f_c t) - \sqrt{\frac{2E}{T_b}} \sin[\theta(t)] \sin(\pi f_c t) \quad (6)$$

여기서, $\sqrt{2E/T_b} \cos[\theta(t)]$ 는 인-페이즈 성분을,

$\sqrt{2E/T_b} \sin[\theta(t)]$ 는 쿼드러처 성분을 나타낸다.

여기서 신호 $s(t)$ 의 인-페이즈 성분을 s_1 , 쿼드러처 성분을 s_2 라 하고, 정규직교기저함수(orthonormal basis