

열악한 채널 환경하에서의 CSK/SS-DS 신호의 전송 특성

오 경석^a, 이 우재^b, 신 위재^a, 강 석규^c, 주 창복^a

^a경남대학교, ^b경상대학교, ^c동의공업대학

CSK/SS-DS Signal Transmission Characteristics in a Poor Channel Environment

^aKyung-Seak Oh, ^bWoo-Jae Lee, ^aWee-Jae Shin,

^cSuk-Kyoo Kang, ^aChang-Bok Joo

^aKyungnam University, ^bGyeongsang National University,

^cDong-Eui College

E-mail : wireless@kyungnam.ac.kr

요약

본 논문에서는 전력선 채널을 이용한 고속, 고신뢰의 LAN 구성이나 데이터 전송을 위하여 부하 변동에 의한 임피던스 변화에 따른 채널 특성의 변화나 강한 임펄스성의 버스트 잡음과 랜덤 가우시안 잡음하에서의 CSK/SS-DS 방식의 신호전송 특성을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 알아보았다.

그리고, 채널 응답 특성 변화나 저 S/N비 환경하에서도 CSK/SS-DS에서 발생 가능한 동기 문제를 해결할 수 있는 간단한 구조의 채널 등화 필터법을 소개하였다.

ABSTRACT

For the purpose of LAN or data transmission line design with high speed and reliability using power lines, in this paper, we present CSK/SS-DS signal transmission characteristics simulations with changing channel characteristics due to impedance fluctuation. And we also simulated the signal transmissions with a strong impulsive burst noise and with a gaussian random noise.

We introduce a simple channel equalization filtering method that solves the synchronization problem of CSK/SS-DS with fluctuating channel characteristics or low S/N ratio.

I. 서론

전력선 통신은 AC 100/220V의 전력선을 데이터 전송로로 이용하는 통신방식으로 통신 단말기가 설치되어 있는 장소에는 이미 전력선이 부설되어 있기 때문에 별도로 전송선로를 부설할 필요가 없다는 잇점을 갖는다.

전압 배전선로인 전력선과 같이 부하 변동에 따른 임피던스의 변화에 의해 주파수 선택적

신호대역의 손상을 극복할 수 있는 데이터 전송 방식으로써 대역확산(SS:Spread Spectrum) 통신방식에 관한 많은 연구가 이루어져 왔다^{1,2}.

그러나 전력선은 근본적으로 통신을 목적으로 설치되어 있는 것이 아니기 때문에 전력선 통신에서는 특수한 잡음 환경이 통신의 주된 장애 요인으로 되고 있다.

특히 전원 주파수에 동기해서 신호의 위상 특성이 빠르고, 크게 변동할 수 있는 전력선을 통신 채널로 이용하는 경우 동기 제어를 사용하는 SS 통신 방식에서는 이러한 전송로의 문제점으로 인

하여 동기 획득과 추적이 안정적으로 수행될 수 없기 때문에 데이터 복조가 정상적으로 이루어지지 않는 문제점이 있다.

본 논문에서는 전력선 채널을 이용한 고속, 고신뢰의 LAN 구성이나 데이터 전송을 위하여 부하 변동에 의한 임피던스 변화에 따른 채널 특성의 변화나 강한 임펄스성의 버스트 잡음과 랜덤 가우시안 잡음하에서의 CSK/SS-DS 방식의 신호 전송 특성을 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 알아보았다.

특히, CSK(Code Shift Keying) 방식은 전송로의 위상 특성 변동에 크게 영향을 받지 않는 전송 방식으로 알려져 있다^[6]. 한편 디지털 통신에서 동기 추적 루우프로 사용되는 DLL(delay locked loop)은 위상 특성의 급격한 변동에 약하므로 동기점이 동기 루우프의 로크레인을 벗어나기 쉽다. 따라서 안정한 동기 검출과 추적이 기대하기 힘들어진다.

Endo[1]는 CSK 방식의 동기 문제를 해결하기 위하여 정합필터에 의한 상관함수의 최대값을 찾고 그 근방에 관측창(observing window)을 설정하여 동기 검출 및 추적을 수행하였다.

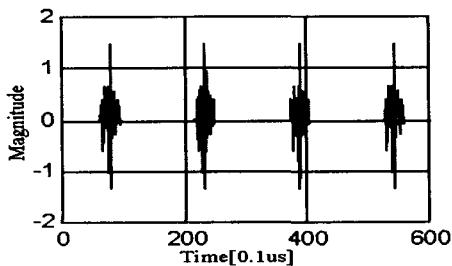
그러나 컴퓨터 시뮬레이션 결과 이 방식에서도 채널 응답 특성의 변동(전력선의 부하 변동에 의한)이나 저 S/N비(임펄스성 잡음으로 인한) 환경하에서는 동기점이 벗어나고 데이터 에러를 크게 증가시키는 문제점이 나타났다.

그래서 본 논문에서는 채널 응답 특성 변화나 저 S/N비 환경하에서도 CSK/SS-DS에서 발생 가능한 동기 문제를 해결할 수 있는 간단한 구조의 채널 등화 필터법을 소개한다.

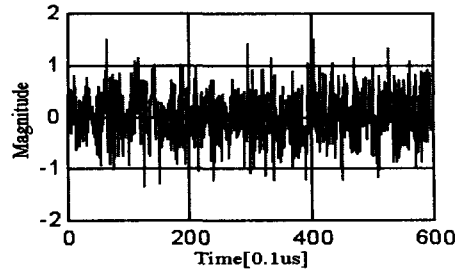
II. 전력선 채널과 Roll-off 필터 모델

전력선상에서의 잡음은 주로 전력선에 접속되어 있는 전자기기에 의해서 발생하며 이들 잡음에 대한 전력 스펙트럼, 크기, 펄스폭 등에 관한 것은 잘 알려져 있다^[6,7,8].

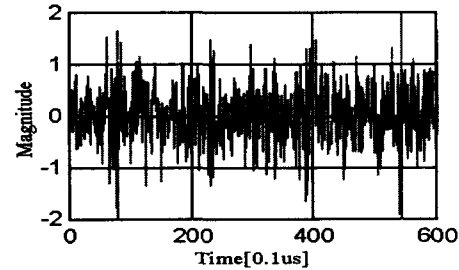
전력선상의 잡음 전력스펙트럼은 전원 주파수의 정수배의 주파수에서 크게 나타나는 것으로 되어 있다^[3]. 이러한 것으로부터 전력선상의 잡음은 주기적 특성을 갖는 잡음으로 예측된다.



(a) 주기적 임펄스성 버스트 잡음.



(b) 랜덤 가우시안 잡음.



(c) 전력선 잡음 모델.

그림 1. 등가 잡음 모델

이러한 점을 고려하여 랜덤 가우시안 잡음을 배경 잡음으로 가정하고, 여기에 주기적인 임펄스성 버스트 잡음을 추가하여 전력선상의 등가 잡음 모델을 그림 1과 같이 나타내었다.

한편, 전력선 전송로의 특성은 여기에 접속되어 있는 전자기기나 이들의 조합에 의해 결정되어진다.

그림 2는 TV 동작시의 임피던스 측정에 의해 나타난 등가 RLC 임피던스 모델이며^[9] 전송 채널은 이들 임피던스 모델을 서로 랜덤하게 접속시키는 방법으로 모델링 하였다. 모델링한 전력선 전송 채널의 주파수 응답 함수는 그림 3과 같다.

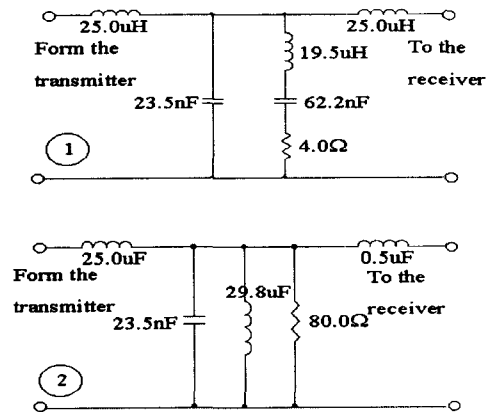
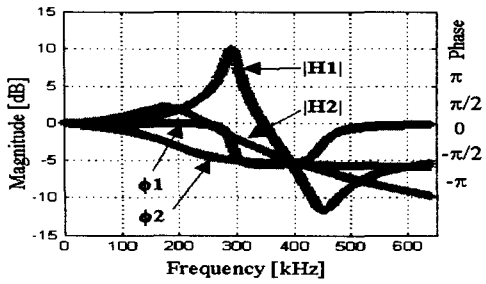
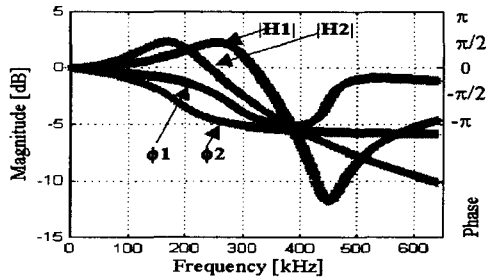


그림 2. 등가 RLC 임피던스 모델



(a) 채널 특성



(a) 등화 채널 특성

그림 3. 그림 2의 채널 주파수 응답 함수

그림 3(a)에서와 같이 전력선 채널 특성으로 볼 때 접속되는 전기기의 종류나 그들의 ON-OFF에 따라 전송로 특성의 변화가 크게 일어날 수 있다.

본 논문에서는 이러한 전송로의 주파수 응답의 변화 특성을 등화할 수 있는 간단한 등화 회로로서 Roll-Off 필터 모델을 제시하고 이 필터 모델에 의한 등화 채널의 특성과 데이터 전송 특성에 관한 컴퓨터 시뮬레이션을 행하였다.

III. 시뮬레이션

컴퓨터 시뮬레이션에서는 모델링한 전송 채널에 9.6kbps의 데이터를 주기 $p=31$ 의 PN코드로 대역 확산시킨 CSK 신호의 전송 특성을 실험하였다.

CSK 신호에서 부호1은 귀환템(5,4,3,1)과 (1,1,1,0,1)의 초기치를 갖는 PN_1 발생기에 대응되고 부호 0는 귀환템(5,2) 및 (1,1,1,1,1)의 초기치를 갖는 PN_0 발생기에 대응된다.

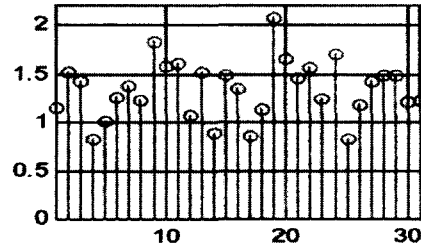
컴퓨터 시뮬레이션을 위하여 CSK 신호를 1칩과 2칩 지연시켜 간섭파로 하였다. 또한 두가지 잡음 환경하에서 시뮬레이션을 행하였으며, 그 하나는 주기적인 임펄스성의 버스트 잡음과 랜덤 가우시안 잡음의 합성잡음이고 다른 하나는 비주기적인 버스트 잡음과 랜덤 가우시안 잡음의 합성 잡음이다. 신호대간섭파비 $S/I=2$, 신호대잡

음비 $S/N=2$ 까지 실험하였다.

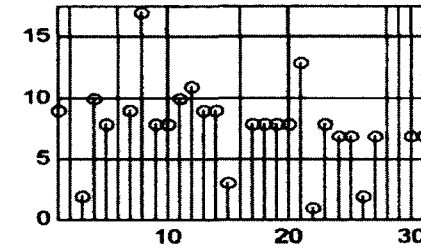
3.1 전력선 채널 모델

그림 2의 등가모델 2~3를 랜덤하게 종속 접속시킬때, CSK 신호의 전송 특성에 관한 시뮬레이션 결과는 그림 4와 같다.

이 그림에서와 같이 상관기 출력의 최대값이 크게 변화하는 곳에서 동기 추적 범위는 벗어나고 데이터 검출 에러가 일어난다.

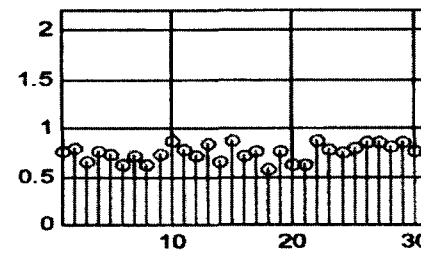


피크값 검출

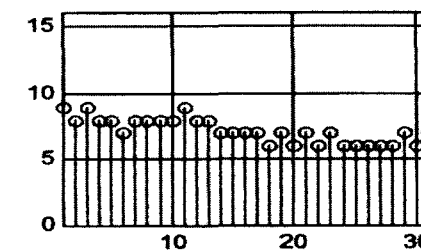


DLL에 의한 동기 추적

(a) 채널①에 대한 상관기 출력



피크값 검출



DLL에 의한 동기 추적

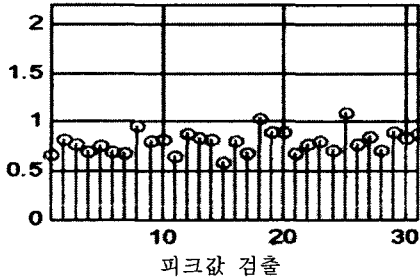
(b) 채널②에 대한 상관기 출력

그림 4. 전력선 채널 모델의 상관출력의 피크검출

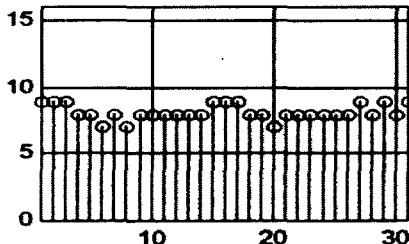
3.2 등화 채널 모델

Roll-Off 필터에 의한 등화 채널에서는 3.1과 같은 조건으로 시뮬레이션 하였고 그 결과는 그림 5와 같다.

그림 5는 그림 4와는 달리 상관 출력의 최대값들이 고르게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이것은 채널 등화가 잘 이루어질 뿐만 아니라 동기 추적도 완벽하여 데이터의 검출 에러가 일어나지 않음을 나타낸다.

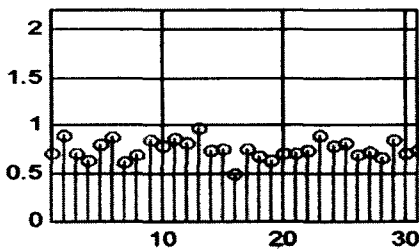


피크값 검출

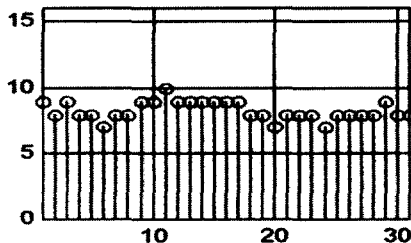


DLL에 의한 동기 추적

(a) 등화 채널①에 대한 상관기 출력



피크값 검출



DLL에 의한 동기 추적

(b) 등화 채널②에 대한 상관기 출력

그림 5. 등화 채널 모델의 상관 출력의 피크검출

IV. 결 론

본 논문에서는 전력선과 같은 열악한 채널 환경하에서 정확한 동기 추적이 가능하고 송신 데이터를 에러없이 검출할 수 있는 채널 등화 모델을 제안하였다.

컴퓨터 시뮬레이션에서는 CSK 신호를 1칩과 2칩 지연시켜 간섭파로 하였다. 또한 두가지 잡음 환경하에서 시뮬레이션을 행하였으며, 그 하나는 주기적인 임펄스성의 버스트 잡음과 랜덤 가우시안 잡음의 합성잡음이고 다른 하나는 비주기적인 버스트 잡음과 랜덤 가우시안 잡음의 합성 잡음이다.

$S/I=2$, $S/N=2$ 로 하였을때에도 정확한 동기 추적과 에러 없는 데이터 검출 성능을 보였다. 이를 통하여 고속 고신뢰의 CSK 신호 전송 특성을 확인 할 수 있었다.

참고문헌

- [1] Kaoru Endo, Tadashi NaKamura, Soichi Tsumura and Shichiro Tsuruta. "Spread Spectrum communication method for power line." IEICE Vol. 74 B-II. No.5 pp234-243. 1991
- [2] Behnaam Aazhang and H. Vincent Poor. "Performance of DS/SSMA communication in impulsive channels-part I: Linear correlation receiver." IEEE Trans. Vol. COM-35, No. II. pp1179-1185 Nov. 1987
- [3] Roger M. Vines, H. Joel Trussell, Louis J. Gale, J. Ben O'Neal, Jr. "Noise on residential power distribution circuits." IEEE Trans. Electromagn. Compat., Vol. EMC-26, No.4 pp161-168 Nov. 1984
- [4] Morgan H. L. Chan, Robert W. Donaldson. "Amplitude, width and interarriral distribution for noise impulses on intrabuilding power line communication networks." IEEE Trans. Electromagn. Compat., Vol.31, No.3. pp320-323. Aug. 1989
- [5] Osamu Ohno, Musaaki Katayama, Takaya Yamazato and Akira Ogawa. "A modeling of the noise for power line communication systems." Technical report of IEICE SST 97-21 pp7-12
- [6] Hummer A. and Schaefer D. J. "performance analysis of M-ary code shift keying in CDMA system" International conference on communication June in philadelphia, 7F. 2. 1, 1982
- [7] Morgan H. L. chan, robert W. Donaldson. "Attenuation of communication signal on

residential and commercial intrabuilding power distribution circuits." IEEE Trans. Electromagn. compat., Vol. EMC-28 N0.4. pp220-230 Nov. 1986

- [8] Yasuhito Kaizawa and Gen Marubayashi. "Noise characteristics of power line home bus system." Technical report of IEICE SST97-22 No.7 1997
- [9] Shin-ichi Tachikawa and Gen Marubayashi. "Direct sequence/spread spectrum communication system sending with reference PN sequence for power line data transmission." IEICE Vol. J74-B-II No.5 pp225-233. May. 1991