

디지털 가전채널 변동특성을 반영한 최적 변복조 시스템에 관한 연구

(A Study of Optimal Modem Algorithm According to Various Channel Fluctuations)

차재상*

(Jae-Sang Cha)

요 약

전디지털 가전을 위한 전력선통신에서의 전력선은 통신기능과는 별도로 부하와 연계된 전력전송이라는 본래의 이용 목적이 존재하므로 일반 전화선이나 케이블선과 같은 전용 통신선로에 비하여 전력 부하의 변동특성에 따른 전송로상의 통신에 대한 잡음 및 간섭특성이 수시로 발생하는 특성을 나타내고 있다.

따라서, 본 논문에서는 이러한 디지털 가전용 전력선통신 기반의 부하변동특성을 실측데이터를 기반으로 모델링 하여 각각의 부하변동특성에 따른 복수개의 변·복조 방식 성능을 평가하여, 부하변동별 최적의 변·복조 방식을 도출하였다.

본 논문에서 제시한 부하변동 특성에 따른 복수개의 변·복조 방식 성능을 비교 분석하기 위하여, 부하변동특성에 따른 다양한 잡음 환경 하에서의 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 정량적으로 분석하고, 하드웨어 구현 등을 통해 제안하는 최적의 변·복조 방식에 대한 전력선통신 시스템의 유용성을 확인하였다.

Abstract

Power line for digital home appliances has own property that transmitting power connected to loads. Especially, power line communication(PLC) for the home network which has characteristics of load fluctuation makes variable noise characteristics. It becomes serious problems to maintain efficient communication performance. Thus, in this paper, we present an optimal modulation and demodulation method through mathematical analysis of each measured load fluctuation based on PLC for home appliances. To analyze and compare various modem methods presented in this paper, we analyzed them normally via computer simulation under various noise channel environments according to various load fluctuations. In addition, we certified its availability through hardware implementation.

Key Words : Digital Home Appliance, PLC, Optimal Modulation, Home Network

* 주저자 : 서울산업대학교 매체공학과 전임강사

Tel : 02-970-6431, Fax : 02-970-6431

E-mail : chajs@snut.ac.kr

접수일자 : 2005년 11월 9일

1차심사 : 2005년 11월 14일

심사완료 : 2005년 11월 28일

1. 서 론

최근에 홈 네트워크의 구축과 지능형 전기전자 장

치(정보가전기)들의 증가로 인하여 전력선을 전원 공급 이외의 통신선로로서 활용하는 전력선통신이 홈 네트워크 분야에서 편리한 통신방안으로 연구, 응용되고 있다. 하지만 전력선 통신용 선로의 본래 용도는 통신전용선로가 아닌 전력 전송의 선로임에 따라서 일반 전화선이나 케이블선과 같은 전용 통신 선로에 비하여 전력 부하의 변동특성에 따라서 전송로상의 통신에 대한 잡음과 간섭특성이 수시로 발생하는 열악한 전송로 특성을 나타낸다[1].

그럼에도 불구하고, 전송로 특성과 연계된 전력선 통신에 관한 연구 분야는 현재 까지도 연구의 진행도가 초기단계에 있으며, 전력선 통신과 관련된 다양한 변·복조 기술들이 제시되고 있기는 하나 이들에 대한 성능의 비교분석이 행해지지 못했으며, 전송로의 특성 또한 부하변동의 특성이 반영되지 않은 잡음모델을 이용해서 모의실험을 행한 경우가 대부분이었다[2-3].

그러므로 종래의 획일적인 변·복조 기법에 근거한 전력선 통신 기술들은 전력 선로상의 다양한 부하변동 특성에 대하여 적응력 및 저항성이 있는 시스템 특성을 유지할 수 없다는 한계점을 갖고 있다.

또한 통신기술의 핵심 관건인 전송로상의 최적화된 전송용량의 산출이나, 다양한 전송로 특성, 통신 목적에 부합된 효율적 정보전송 방식에 관해서도 개진된 연구 성과들이 절실히 요구되고 있는 상황이다.

따라서 본 논문에서는 부하변동 상황 하에서 수시로 변화하는 PLC 전송로 상에서 최적의 변·복조 기법을 도출하기 위한 전력선통신 시스템을 제안하고 이를 검증하고자 한다.

우선 부하변동사례별로 잡음특성을 실측하고 분석한 후, 부하변동 사례별 데이터를 기반으로 다양한 변·복조 방식을 적용한 모의실험을 통해 BER(Bit Error Rate) 분석 및 전송용량의 산출을 행함으로써 부하변동특성별 최적의 변·복조 방식을 도출하여 부하변동별 적응성 있는 통신성능 유지에 대한 특성을 명확히 밝힘으로써, 제안하는 시스템의 유용성을 밝히고자 한다.

2. 부하변동에 따른 잡음측정

본 절에서는 홈 네트워크 전력선 통신 환경 하에

서의 다양한 가전기기의 특성을 고려하여 부하를 선정하고 전기적 특성에 따라 분류하였으며, 이들 부하의 변동에 의한 전송로의 변화 및 형태를 사례별로 모델링 하여, 최적의 변·복조 기법 도출을 위한 잡음특성 데이터로서 활용하고자 한다.

특히 부하변동에 따른 전력선 통신의 잡음 환경을 도출하기 위하여 부하의 종류를 수동소자(passive loads)로 구성된 수동부하와 전력전자 소자로 구성된 능동부하(active loads)로 구분하였으며, 수동부하는 그 특성에 따라 저항성(resistive), 유도성 부하(inductive), 용량성(capacitive) 부하로 각각 구분하였다.

한편 능동부하는 실제 사용되고 있는 전원장치로 구분하여 고속 스위칭 잡음(switching noises)과 고조파(harmonics) 성분이 발생하는 대표적 전원장치인 SMPS(Switching Mode Power Supply)와 사이리스터(Thyristor) 혹은 실리콘 제어 정류기(SCR ; Silicon Controlled Rectifier)류의 위상제어를 통하여 전력을 제어하는 조광기(Dimmer) 부하들을 선정하여 각각의 부하의 변동을 실측하였다.

아래의 표 1은 상기 구성한 장치와 측정방법에 의해 실측한 부하변동특성을 사례별로 정리하였으며 그 특성을 표 1에 상세히 나타내었다.

표 1을 살펴보면, 부하변동 실측 데이터의 분석을 통하여 수동부하의 경우에는 차단, 투입과 같은 과도상태에서 비주기 임펄스 잡음이 발생되며, 능동부하의 경우 전원제어방식에 따라 주기형 임펄스가 발생됨을 확인하였다.

3. 최적의 변·복조 방식 선정

본 논문에서는 표 1에서 기술한 실측 부하모델을 근거로, 부하변동특성별 최적의 변·복조 방식을 선정하기 위하여 잡음특성과 데이터 전송속도가 우수한 변·복조 방식을 아래와 같이 선정하였다.

- 1) Spread Spectrum(SS) 변복조
 - a) M-ary Spread Spectrum(SS) 방식
 - b) CCK(Complementary Code Keying) 방식
- 2) 다중반송파(Multi-Carrier) 변복조

a) OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

3.1 M-ary Spread Spectrum 변조방식

상기 선정된 변·복조 방식 중 M-ary SS 방식은 직교확산코드시퀀스들의 집합과 함께 변조되어지는 시스템으로 $M=2m$ 을 갖는 확산 시퀀스들의 특정한 시퀀스를 말하며, 본 논문에서는 이러한 직교 확산 시퀀스를 하다마드(Hadamard) 행렬을 사용하였다[4].

하다마드(Hadamard)행렬의 크기는 $M \times M$ 이며 $m=\log_2 M$ 을 갖는 정보 데이터 비트들의 상태에 일치시켜 전송하게 된다.

여기서 전송되는 신호 $s(t)$ 는 식 (1)과 같다.

$$s(t) = \sqrt{\frac{2E_m}{T_m}} \cos(2\pi fct)m(t)M(t) \quad (1)$$

식 (1)에서 T_m 은 정보 데이터 비트에 대한 심볼 레이트이며, E_m 은 정보 데이터 비트 당 에너지를 의미한다.

전송되는 신호 $s(t)$ 는 PLC 전송채널을 통과하게 되면, 다음 식 (2)와 같은 수신신호를 받게 된다.

$$r(t) = s(t) + n(t) \quad (2)$$

이때 PLC 전송채널을 지난 수신신호 $r(t)$ 는 부가적인 배경잡음과 PLC에서 발생하는 임펄스 잡음인 $n(t)$ 를 더해지게 되며 수신기에서는 전송되어진 시퀀스와 길이가 같은 참조 시퀀스들을 준비하여, 채널에서 출력되어진 모든 시퀀스를 동시에 비교하여 가장 큰 값의 데이터를 복조하게 된다. 그림 2는 M-ary SS PLC 시스템의 기본적인 모델이다.

3.2 CCK(Complementary Code Keying) 변조방식

CCK는 5.5 및 11[Mbps] 속도의 IEEE 802.11b 무선 랜 표준에서 사용되는 DS-SS(Direct Sequence Spread Spectrum) 변조 방식으로 11Mcps(chip per second)의 칩 속도에서 8칩 길이의 확산 코드를 갖

는다. DS-SS 1~2[Mbps] 통신 방식이 Barker 코드를 사용하여 오직 한 개의 코딩 패턴을 제공하는데 비해 CCK는 최대 64개를 제공한다[5].

CCK는 그림 3과 같이 전송하고자 하는 입력 데이터 한 심벌의 구성이 4칩으로 구성되었는지 또는 8칩으로 구성되었는지에 따라 전송속도가 5.5[Mbps]와 11[Mbps]로 구분된다.

본 논문에서는 CCK 변조기법을 적용한 초고속 전력선 통신 구현을 위해 dual mode의 11[Mbps]의 전송속도를 갖는 CCK 변·복조 기법에 초점을 맞추고자 한다.

그림 3의 CCK 11[Mbps] 변조기의 블록도에서 보는 것과 같이 8비트의 입력 데이터($d_0 \sim d_7$)가 1심벌로 입력되면 6개의 비트($d_2 \sim d_6$)는 QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) 변조 과정에 의해 8칩 길이를 가진 64개의 Complementary Code중 하나로 변조되고 2개의 비트($d_0 \sim d_1$)는 DQPSK(Differential Quadrature Phase Shift Keying) 변조 과정에 의해 선택된 시퀀스의 위상을 회전시키는 역할을 한다. 입력 비트 8비트가 8칩 길이를 가진 출력이 되고, 칩 속도는 11Mcps이므로 데이터의 전송 속도는 11[Mbps]가 된다.

8비트의 CCK 확산 코드를 결정하는 식 (3)은 다음과 같다.

$$c = \{ e^{j(\phi_1 + \phi_2 + \phi_3 + \phi_4)}, e^{j(\phi_1 + \phi_3 + \phi_4)}, e^{j(\phi_1 + \phi_2 + \phi_4)}, -e^{j(\phi_1 + \phi_4)}, e^{j(\phi_1 + \phi_2 + \phi_3)}, e^{j(\phi_1 + \phi_3)}, -e^{j(\phi_1 + \phi_2)}, e^{j(\phi_1)} \} \quad (3)$$

11[Mbps] 방식에서 데이터의 변·복조는 심볼 단위로 이루어지므로 8개의 비트열 ($d_7, d_6, d_5, \dots, d_0$)이 전송되면 이 8개의 비트열은 아래 표에 의해 $\phi_1 \sim \phi_4$ 라는 복소수 형태를 가진 4개의 위상성분으로 표현된다. 8비트의 데이터 비트열에서 첫 번째 비트 d_0 와 두 번째 비트 d_1 은 아래 표 3에서 보여 지는 것처럼 DQPSK(Differential Quadrature Phase Shift Keying) 변조 방식에 의해 ϕ_1 으로 표현된다.

8비트로 이루어진 심볼이 짝수 번째 또는 홀수 번째에 따라 d0, d1이 표 3에서 보는 것처럼 다른 값으로 표현된다. d2부터 d7까지 나머지 여섯 개의 비트는 아래 표 4에서 보는 것처럼 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 변조방식에 의해 Φ_2, Φ_3, Φ_4 로 표현된다.

d0, d1의 2비트는 DQPSK, 나머지 6비트 d2~d7은 QPSK 변조 방식에 의해 $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4$ 로 표현되어 식(4)에 대입하면 확산 시퀀스가 결정되어 변조가 이루어진다. 이런 방식을 거쳐 변조된 신호는 전력선 채널을 통과하여 수신단에 전송되어 복조된다. 복조과정은 수신단에 전송된 신호를 미리 알고 있던 64개의 8칩 시퀀스 복조코드로 상관 검파하여 최대 값이 나오는 시퀀스를 입력 데이터로 결정한다.

3.3 OFDM 변조방식

다중 반송파(Multi-Carrier) 통신방식인 직교 주파수 분할 통신방식(OFDM; Orthogonal Frequency Division Multiplexing)은 PSK나 QAM 등의 변조파를 주파수축 방향으로 다수 열거하여 전송하는 FDM(Frequency Division Multiplexing)의 일종이다[6]. 직교 주파수 분할 통신방식은 채널의 대역폭이 여러 개의 sub-channels로 구성이 되어있으며, 각각의sub-channel 은 전체 데이터 전송률 보다 낮은 데이터 전송률을 가지고 있다. OFDM 방식은 각각 다른 전송 주파수를 가진 N개의 독립적으로 변조된 carriers 로 구성되어 각각의 전송 주파수를 적절하게 선택을 하면 여러 개의 반송파들은 서로에게 영향을 주지 않게 된다.

그림 4는 기본적인 OFDM 시스템을 나타낸 그림이다. 여기서 데이터 스트림 신호는 병렬 데이터로 변환되어지고, $\Delta t = 1/f_s$ 에 들어간다. f_s 는 원하는 심볼률이며, 주파수 다중 분할에 따라 N 서브캐리어 주파수로 변조되어 진다.

기본적인 OFDM의 전송신호 s(t)는 식 (4)와 같이 표현할 수 있다.

$$s(t) = \sum_{k=0}^{N-1} \sum_{l=-\infty}^{\infty} b_l[k] \psi_k(t-lT) \quad (4)$$

위식에서 각각의 서브 캐리어인 ψ_k 는 다음 식 (5)와 같이 표현될 수 있다.

$$\psi_k(t) = p(t) \cdot e^{j2\pi f_k t} \quad (5)$$

여기서 함수 p(t)는 펄스이고 $f_k = k/T$ 이다. 또한, 기본적으로 $\{\psi_0, \psi_1, \dots, \psi_{N-1}\}$ 는 직교한다. 그러므로

$$\int_0^T \psi_k(t) \psi_{i^*}(t) dt = \begin{cases} 1, & \text{if } i=k \\ 0, & \text{if } i \neq k \end{cases} \quad (6)$$

그래서 전송신호는 최종적으로 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$s(t) = \sum_{k=0}^{N-1} \sum_{l=-\infty}^{\infty} b_l[k] p(t-lT) \cdot e^{j2\pi f_k t} \quad (7)$$

식 (7)에 나타난 전송신호를 다시 $T_s = T/N$ 의 샘플링에 의해 식 (8), (9)와 같이 표현될 수 있다.

$$x[n] = \sum_{l=-\infty}^{\infty} \prod_N [n-lM] \cdot \sum_{k=0}^{N-1} b_l[k] e^{j2\pi kn/N} \quad (8)$$

$$x[n] = \sum_{l=-\infty}^{\infty} \prod_N [n-lM] \cdot \text{IDFT}(b_l, n) \quad (9)$$

여기서 IDFT는 Inverse Discrete Fourier Transform이다. 이 OFDM 변조신호의 표현에 의해 OFDM 신호 x[n]의 발생함에 따라 IDFT block 과정을 추론할 수 있게 되며, 다시 FFT로 복조하는 과정을 통해 최종적으로 전송된 신호를 수신하게 된다.

다음은 앞서 살펴본 3가지의 변·복조 방식에 대하여 각각의 전력선통신에서 발생하는 부하변동특성에 대한 BER 성능도출을 통해 각 부하변동별로 우수한 변·복조 방식을 추출하고자 한다.

4. 최적의 변·복조 방식 도출을 위한 BER 성능분석

본 절에서는 복수개의 변·복조 방식에 대한 전력선통신 시스템의 동작특성을 평가하기 위하여, 전력선통신 상황을 앞서 표 1에서 구분한 부하 모델들의 잡음특성별로 가정하고, 각각의 동작상황에서 최적의 변·복조 방식의 BER 성능을 도출하였다.

또한, 제안하는 전력선 통신 시스템의 우수성을 확인하기 위하여 기저대역의 디지털 하드웨어 구현 등을 통한 시스템의 성능을 검증하였다.

4.1 시뮬레이션 조건

여기서는 최적의 변·복조 방식 도출을 위한 BER 성능을 분석하기 위한 수단으로서, 링크레벨에서의 수행되는 몬테카를로 시뮬레이터를 MATLAB으로 구성한 후, 이하 표 1에 기술하는 다양한 부하변동 조건하에서 최적의 변·복조 방식을 도출하기 위한 전력선통신 시스템에 대한 시뮬레이션을 진행하였다.

이하 표 2는 BER 성능을 도출하기 위한 시뮬레이션 파라미터이다.

4.2 부하변동별 모의실험 및 성능분석

이상에서 선정한 복수개의 통신방식에 실측 데이터 기반의 부하모델을 이용하였으며, 제안된 시스템의 통신용량 및 비트오율(BER ; Bit Error Rate) 성능을 분석하고 비교 평가하였다.

그림 5에서의 표기한 값은 각 변조방식에 따라 BER을 10^{-3} 으로 고정된 경우의 E_b/N_0 값으로서, 그 값들이 작을수록 우수한 통신성능을 나타낸다.

그림 5에 나타난 바와 같이 용량성 부하모델인 D 모델의 경우 변조방식에 따라 M-ary SS 변조방식을 이용한 경우의 E_b/N_0 가 11.5[dB], OFDM 변조방식의 경우는 E_b/N_0 가 7[dB], CCK 변조방식의 경우의 E_b/N_0 가 15.5[dB]로서, OFDM 변조방식과 CCK 변조 방식간의 BER 성능의 차는 약 8.5[dB]로써, 용량성 부하모델의 경우엔 OFDM 변조방식이 가장 우수하게 도출되었다.

또한 그림 6에서 모의한 조광기 부하변동 시(R 모델)의 BER 성능평가 결과 M-ary SS 변조방식을 이용한 경우의 E_b/N_0 가 12[dB], OFDM 변조방식의 경우는 E_b/N_0 가 11.5[dB], CCK 변조방식의 경우의 E_b/N_0 가 11[dB]로서, CCK 변조방식과 M-ary SS 변조 방식간의 BER 성능의 차는 약 1[dB]로써, 조광기 부하모델의 경우엔 CCK 변조방식이 가장 우수하게 도출되었다.

마지막으로 그림 7에서 모의한 SMPS의 부하 변동 시 (T모델-부하 감소)의 BER 성능평가 결과 M-ary SS 변조방식을 이용한 경우의 E_b/N_0 가 9.5[dB], OFDM 변조방식과 CCK 변조방식의 경우는 E_b/N_0 가 15[dB]로써, M-ary SS 변조방식과 OFDM, CCK 변조방식 간의 BER 성능의 차이가 약 5.5[dB]로 M-ary SS 변조방식이 가장 우수하게 도출되었다.

그림 8과 같이 상기 부하변동 모델 별로 변·복조 방식을 비교 평가한 결과 다양한 부하변동 모델에 따른 복수개의 변·복조 방식의 성능이 각각 상당한 편차를 갖는 것으로 나타났다.

따라서 각 부하변동에 따라 통신 성능이 우수한 변·복조 방식을 선택적으로 사용할 경우, 전력선통신상에서 최적의 통신 성능을 유지될 수 있는 환경을 제공해 줄 수 있을 것이다.

5. 최적의 변·복조 방식을 적용한 디지털 하드웨어기반의 테스트 베드 구현

본 논문에서는 최적의 변·복조 방식을 적용한 테스트베드(데모)를 구성하였다. 그림 9에서 나타난 하드웨어 테스트 베드는 고성능 디지털 하드웨어로서 그래픽 프로그램 언어인 LabVIEW기반의 기저대역 하드웨어 블록으로 구성되어 있으며 PC 인터페이스기반의 PCI A/D, PXI D/A 보드 및 관련 모듈(커플러 등)로서 전력선 및 다양한 부하들과 연계되는 형태에서 신호처리기능을 수행한다. 또한 그림 10, 11에서 보여주고 있는 실행 소프트웨어는 GUI형태로 구현된 것으로서 LabVIEW 보드에 연계되어 저장된 실측데이터를 기반으로 데이터를 분류 및 분석하는 기능을 수행함과 동시에 부하변동 환경하에서 변조방식을 수시로 가변 시켜가면서 항상 최적의 BER성능을 도출해 내는 역할을 수행한다.

본 논문에서는 이러한 디지털 하드웨어 기반의 테스트베드를 부하변동 사례에 맞추어서 구현하고 그 동작 성능을 확인해 봄으로써 부하변동특성에 따라 최적의 변·복조 방식을 선택하는 알고리즘 구현의 실용화 가능성 및 유용성을 확인하였다.

6. 결 론

본 논문에서는 전송채널의 다양한 부하변동에 의한 잡음특성을 실측 및 모델링 후에 각 부하변동별 최적의 성능을 갖는 변·복조 방식을 도출하여 가변하는 전력선통신 채널환경에 적용할 수 있는 새로운 전력선통신 시스템을 제시하고 모의실험과 테스트베드(테모)의 구현을 통해서 그 유용성을 검증하였다.

본 논문에서 제시한 전력선통신 시스템은 부하변동특성을 반영한 상태에서도 항상 신뢰성 높은 최적의 변·복조 방식을 운용하는 미래지향적인 최적의 PLC 기술로서 관련분야에서 유용하게 활용되고 실용화 될 수 있으리라 기대된다.

표 1. 전력선통신 부하모델별 잡음특성
Table 1. Noise properties by load patterns PLC

구분	부하모델	잡음특성	비고	
A	AWGN	-	잡음	
B	저항성 부하	(위상) 동상	정상상태	수동부하
C	유도성 부하	전류지연		
D	용량성 부하	전압지연	과도상태	복합수동부하
E	저항성부하 + 유도성부하	비선형 전류 증가		
F	저항성부하 + 용량성부하	임펄스잡음		
G	저항성부하 + 유도성부하 + 용량성부하	비선형 전류 증가 및 임펄스잡음	정상상태	용량성부하 유도성부하
H	라디에이터	(위상) 동상		
I	SMPS 1개	주기성 임펄스잡음		
J	SMPS 3개	주기성 임펄스잡음		
K	조광기	주기성 임펄스잡음	복합부하	가변부하
L	컴프레샤	전압지연		
M	진공청소기	전류지연		
N	컴프레샤 + SMPS 3개	주기성 임펄스잡음	복합부하	가변부하
O	라디에이터 + 조광기	주기성 임펄스잡음		
P	진공청소기 + 조광기	주기성 임펄스잡음		
Q	라디에이터 (약 → 강)	비 주기성 임펄스잡음	가변부하	

구분	부하모델	잡음특성	비고
R	조광기 (약 → 강)	주기성 임펄스잡음	가변부하
S	SMPS (5개+1개추가)	비 주기성 임펄스잡음 + 주기성 임펄스잡음	
T	SMPS (6개-4개해제)	비 주기성 임펄스잡음 + 주기성 임펄스잡음	

표 2. 시뮬레이션 파라미터
Table 2. Simulation parameters

조 건	내 용
변·복조 방식	M-ary SS, CCK, OFDM
채널 모델	A-T Load models (표 1. 참고)
BER	10^{-3}
E_b/N_0	0-22[dB]

표 3. DQPSK 인코딩 테이블 (CCK 11(Mbps))
Table 3. DQPSK encoding table for CCK 11(Mbps)

d0,d1	Even Symbols	Odd Symbols
00	0	π
01	$\pi/2$	$3\pi/2$
11	π	0
10	$3\pi/2$	$\pi/2$

표 4. QPSK 인코딩 테이블 (CCK 11(Mbps))
Table 4. QPSK encoding table for CCK 11(Mbps)

d_i, d_{i+1}	Phase
00	0
01	$\pi/2$
10	π
11	$3\pi/2$

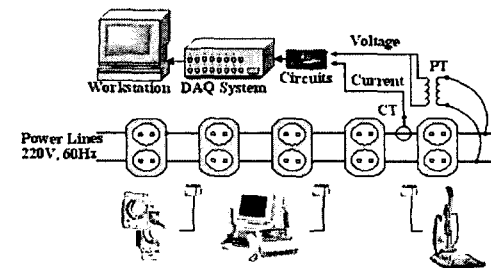


그림 1. 부하변동 잡음 추출을 위한 측정방안
Fig. 1. Measurement environments for variable load fluctuation noises

디지털 가전제품 변동특성을 반영한 직적 변복조 시스템에 관한 연구

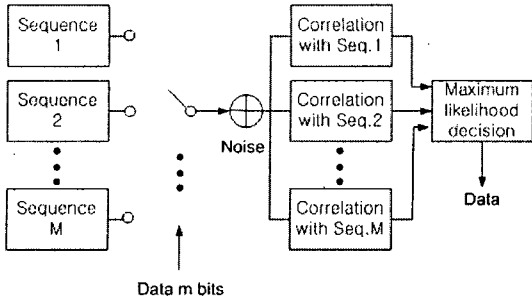


그림 2. M-ary SS 변조방식의 구조
Fig. 2. An architecture of M-ary SS modulation

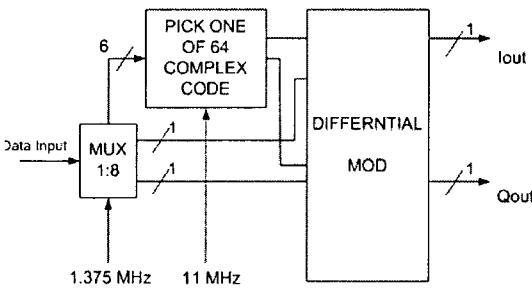


그림 3. CCK 변조방식의 구조
Fig. 3. An architecture of CCK modulation

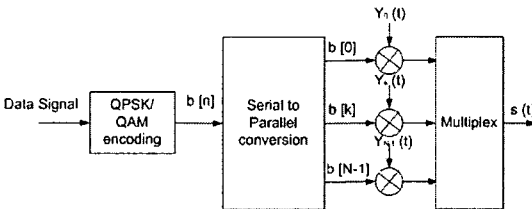


그림 4. OFDM 변조방식의 구조
Fig. 4. An architecture of OFDM modulation

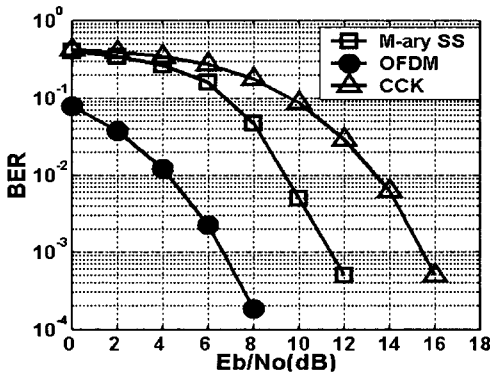


그림 5. 용량성 부하(D 모델)의 BER 성능평가
Fig. 5. BER performances of capacitive load (D model)

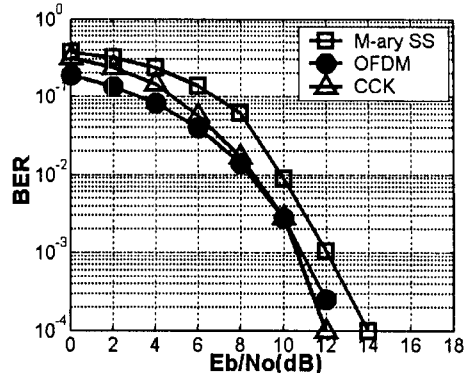


그림 6. 조광기 부하변동 시 BER 성능평가
Fig. 6. BER performances with fluctuated dimmer

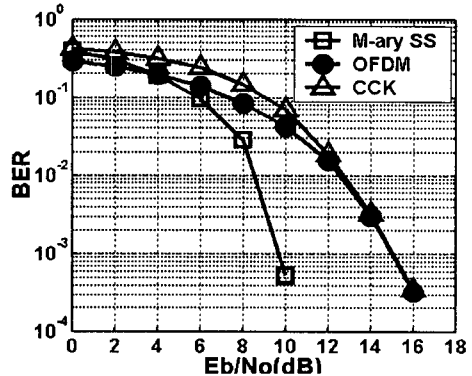


그림 7. SMPS 부하변동 시 BER 성능평가
Fig. 7. BER performances with fluctuated SMPS

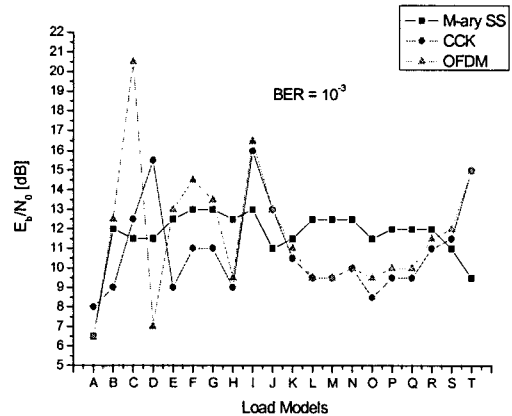


그림 8. 부하변동별 변·복조 방식 성능 비교
Fig. 8. A performance comparison of modem schemes by various load fluctuations

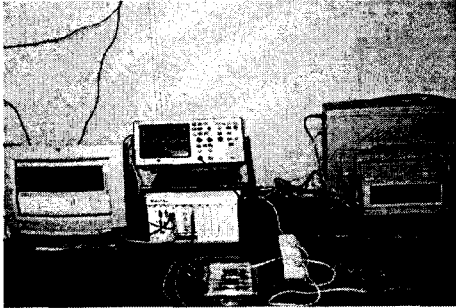


그림 9. 전력선통신용 기저대역 H/W 구성블록
Fig. 9. Base-band hardware block for PLC

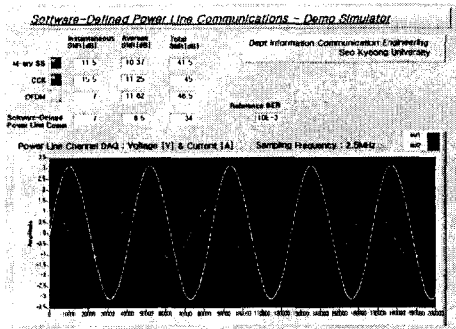


그림 10. 최적의 변·복조 방식 추출을 위한 시뮬레이터(1)(평가 부하모델 : 용량성 부하)
Fig. 10. A simulator for searching optimal modem scheme(1) (Target model : Capacitive load model)

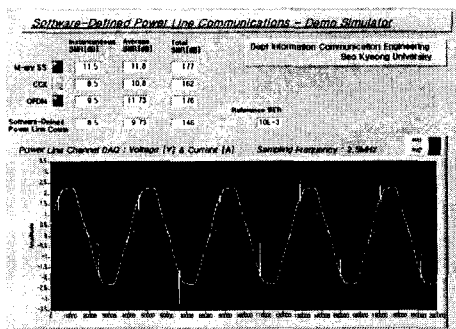


그림 11. 최적의 변·복조 방식 추출을 위한 시뮬레이터(2)(평가 부하모델 : 조광기 부하)
Fig. 11. A simulator for searching optimal modem scheme(2)(Target model: Dimmer model)

본 연구 내용의 일부는 2005년도 산업자원부 신기술실용화기술 개발사업의 결과로 작성되었습니다.

References

- [1] Ferreira, H.C. Grove, H.M. Hooijen, O. Han Vinck, A.J., "Power line communication: an overview" IEEE AFRICON 4th, Vol.2, pp.558-563 199.
- [2] Manfred Zimmermann and Klaus Dostert, "Analysis and Modeling of Impulsive Noise in Broad-Band Power Line" IEEE Trans. Electromagnetic Compatibility, Vol.44, NO. 1, pp. 249-258, FEBRUARY 2002.
- [3] L. T. Tang, P. L. So, Member, IEEE, E. Gunawan, Y. L. Guan, S. Chen, and T. T. Lie, "Characterization and Modeling of In-Building Power Lines for High-Speed Data Transmission", IEEE transactions on power delivery, VOL.18, No. 1, January 2003.
- [4] Tadahiro WADA, Takaya YAMAZATO, Masaaki KATAYAMA, Akira OGAWA, "A New M-ary Spread-Spectrum Multiple Access Scheme in the Presence of Carrier Frequency Offset", IEICE Trans, Fundamentals, vol.E79-A, No.9, September, 1996.
- [5] Carl Andren, "CCK Modulation Delivers 11(Mbps) for High Rate IEEE 802.11 Extension", Wireless Symposium, 1999.
- [6] Tiili, F. Rouissi, F. Chazel, A, "Precoded OFDM for power line broadband communication", IEICE Trans, Fundamentals, vol.E79-A, No.9, September 1996.
- [7] A. P. Dempster, "A generalization of Bayesian inference," Journal of the Royal Statistical Society, Series B, 30, 1968.
- [8] G. Shaper, A Mathematical Theory of Evidence, Princeton University Press, Princeton, 1976.

◇ 저자소개 ◇

차재상 (車載祥)

1968년 1월 11일생. 1991년, 1997년 성균관대학교 학사 및 석사. 2000년 일본 東北(Tohoku)대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사). 2000~2002년 한국전자통신연구원 이동통신연구소 선임연구원. 2002년 3월~2005년 9월 서경대학교 정보통신공학과 전임강사. 2005년 10월~현재 서울산업대학교 매체공학과 전임강사.