
ASK 시스템의 성능개선에 관한 연구

정성부* · 김주웅**

A study of performance improvement of ASK system

Sung-boo Chung* · Joo-woong Kim**

이 논문은 2010년도 서일대학 학술연구비에 의해 연구되었음

요 약

본 연구에서는 인공지능 알고리즘을 이용하여 밀리미터파 대역에서 사용되는 giga-bit modem을 위한 ASK 시스템의 성능 개선을 제안한다. 본 연구에서 적용할 인공지능 알고리즘은 퍼지 논리 시스템이다. 제안한 퍼지 논리 시스템의 입력은 수신단의 counter에서 발생하는 remainder와 remainder의 적분합을 이용하고, 출력은 LPF의 bandwidth이다. 본 연구의 유용성을 위해 제안한 방식과 bandwidth가 고정된 방식에 대해 BER 성능을 확인하는 시뮬레이션을 수행한다. 시뮬레이션을 통해 제안한 방식과 bandwidth가 고정된 방식의 성능을 비교 검토한다.

ABSTRACT

In this study, we proposed an intelligent algorithm for the performance improvement of ASK system for giga-bit modem in millimeter band. The proposed intelligent algorithm is a fuzzy logic system. The inputs to the fuzzy logic system are the remainder and integral of remainder that occurred counter of receiver, and the output is bandwidth of LPF. In order to verify the effectiveness of the proposed method, simulation is performed to the proposed system and the fixed bandwidth system, and is confirmed to the BER performance.

키워드

ASK, giga-bit modem, 밀리미터파 대역, 퍼지, 인공지능

Key word

ASK, giga-bit modem, millimeter-band, fuzzy, intelligent

* 종신회원 : 서일대학
** 종신회원 : (주) 대성디엔에프 (csbnim@hotmail.com)

접수일자 : 2011. 08. 10
심사완료일자 : 2011. 09. 27

I. 서 론

밀리미터파(millimeter-wave)는 일반적으로 30~300 GHz의 주파수 대역으로 현재 사용되고 있는 무선 주파수대와 적외선의 중간 대역에 있는 밀리미터 단위의 파장을 갖는 전파이다. 밀리미터파 대역은 전통적으로 군사용 주파수로 할당되었다.

예를 들면 12~45GHz 대역은 군사용 위성통신에 사용되었고, 3~95GHz 대역은 차량 탑재 군사용 레이더 전자전 무기, 미사일 추적장치 등에 사용되어 왔다. 최근에는 기지국과 가입자 간의 통신로를 무선화하는 BWLL(Broad band Wireless Local Loop)과 초고속 무선 LAN 및 차량 충돌 방지 시스템 등 민간부문의 응용기술이 점차 보급되고 있다.

밀리미터파를 통신에 사용하면 파장이 짧아 안테나 및 기기의 소형 경량화가 가능하다. 그리고 대역폭을 넓게 사용할 수 있어 정보량을 대량으로 전송할 수 있으며, 마이크로파의 통신량을 훨씬 상회하는 초고속 다중통신이 가능하고, 직진성이 크기 때문에 근거리 통신에 적합하며, 주파수 재사용율이 높다. 그러나 밀리미터파는 대기환경이나, 지리적 위치, 비나 눈과 같은 기후, 지형, 계절 등이 영향을 많이 받아 감쇄가 심하게 나타난다. 또한 회절성이 작기 때문에 장거리 통신에는 다소 부적합한 단점이 있다.[1~2]

밀리미터파 보다 낮은 주파수 대역에서는 기존의 전자회로 기술을 바탕으로 활용이 이루어졌고, 밀리미터파 보다 높은 주파수 대역에서는 광학 기술을 기반으로 하여 시스템의 설계가 이루어져 왔다. 그러나 밀리미터파의 경우는 컨트롤 방식이 여의치 않아 적절한 활용방식이 없어 주파수 활용도가 미미했다.

밀리미터파 대역에서 giga-bit modem을 위한 통신시스템은 ASK(Amplitude Shift Keying), BPM, 4-QAM 등이 있으며, 각 시스템의 성능개선을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.[3]

ASK 시스템은 NRZ(non-return-to-zero) 방식으로 인코딩된 신호와 반송파 신호를 이용하여 ASK 변조된 신호를 만들어 내는 시스템이다. ASK 시스템의 특징은 중간 주파수 IF(Intermediate Frequency) 변환이 없는 동기변조(coherent modulation) 시스템으로 간단하고 잡음에 강하며 적은 비용으로 구축할 수 있는 장점이

있다.

ASK 시스템에서 송신단은 viterbi encoder, ISI(Inter Symbol Interference)를 최소화할 수 있는 pulse shaping을 위한 고속의 shutter와 mixer 등으로 구성되고, 수신단은 다수의 LPF(Low Pass Filter), SNR(Signal-to-Noise Ratio) 개선과 rectangular pulse train을 만들기 위한 repeater, counter, viterbi decoder 등으로 구성된다. repeater는 4개의 converter로 이루어져 있으며, converter는 LPF와 limiter로 구성된다.

ASK 시스템의 가장 큰 특징은 여러 개의 LPF를 사용하고 있다는 점이다. 따라서 bandwidth가 ASK 시스템의 성능에 큰 영향을 미치게 된다.

본 연구에서는 인공지능 알고리즘을 이용하여 밀리미터파 대역에서의 giga-bit modem을 위한 ASK 시스템의 성능개선을 제안한다. 제안한 방식은 퍼지 논리 시스템을 이용하여 ASK 시스템의 수신단에 있는 LPF의 bandwidth를 자동으로 조절하여 성능을 개선한다.

제안한 퍼지 논리 시스템의 입력은 수신단의 counter에서 나오는 remainder와 remainder의 적분합이며 출력은 bandwidth이다.

제안한 방식의 유용성을 확인하기 위해 제안한 방식과 bandwidth가 고정된 방식에 대해 시뮬레이션을 수행한다. 시뮬레이션은 두 가지 방식에 대해 BER(Bit Error Rate) 성능을 비교 검토한다.

II. 일반적인 ASK 시스템

그림 1은 밀리미터파 대역에서 사용되는 giga-bit modem을 위한 간단한 형태의 ASK 시스템 블록선도를 나타낸 것이다.

그림 1 (a)의 송신단에서 RCS(Raised Cosine Signal generator)는 raised cosine 신호를 발생하고, 이 신호의 side lobe를 제거하기 위해 switching window 기능을 실행하는 고속의 shutter가 있다.

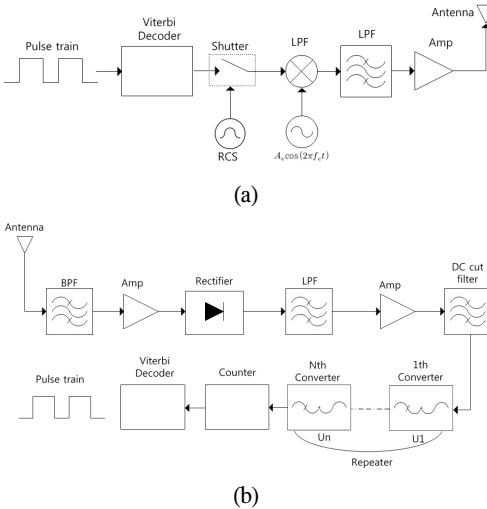


그림 1. 일반적인 ASK 시스템의 블록선도
(a) 송신단 (b) 수신단

Fig. 1 The block diagram of general ASK system
(a) The transmitter (b) The receiver

shutter는 상수 포락선을 생성하는 역할을 하며 shutter의 출력은 식 (1)과 같다.

$$h_s = \begin{cases} \sigma(T_s) \frac{\sin(\alpha\pi T_s)}{\pi T_s}, & n = 1 \\ 0, & n = 0 \end{cases} \quad (1)$$

여기서 $\sigma(T_s)$ 는 심벌 주기를 위한 이득이고, α 는 roll-off factor, T_s 는 심벌 주기, 그리고 n 은 심벌의 상태이다.

그림 1 (b)의 수신단은 여러 개의 converter로 구성된 repeater를 사용하고, 중간주파수 IF 변환을 하지 않는다. 수신단에서 사용되고 있는 각각의 converter는 LPF와 limiter로 구성되어 있다.

converter의 설계는 LPF의 bandwidth와 limiter의 stiffness에 의해 결정되어진다. converer는 정교한 파라미터의 조정을 필요로 하지는 않는다. 식 (2)는 converter 출력을 나타낸다.

$$y_i(t) = SL[Gx_i(t)] \quad (2)$$

여기서 $y_i(t)$ 는 converter의 출력이고, SL 은 limiter

의 변환함수, $Gx_i(t)$ 는 limiter의 입력이다. converter의 블록선도는 그림 2와 같다.

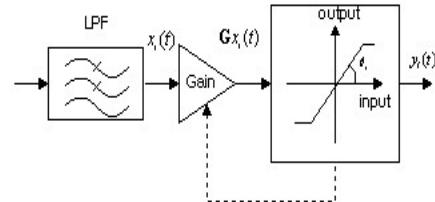


그림 2. converter의 블록선도
Fig. 2 The block diagram of a converter

repeater는 SNR를 향상시킬 수 있고, rectangular pulse train을 만들 수 있다.

III. 제안한 방식

본 연구에서는 밀리미터파 대역에서 사용되는 gigabit modem을 위한 ASK 시스템의 성능개선을 위해 퍼지 논리 시스템을 이용하여 수신단의 LPF의 bandwidth를 자동 조절하는 시스템을 제안한다. 제안한 시스템의 블록선도는 그림 3과 같다.

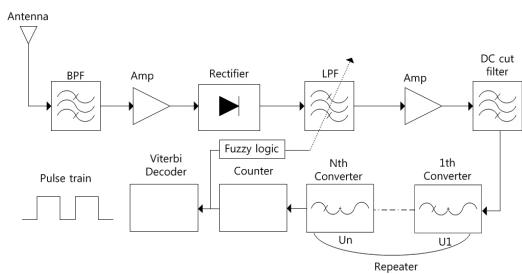


그림 3. 제안한 시스템의 블록선도
Fig. 3 The block diagram of proposed system

수신단에 있는 counter의 출력은 pattern sequence에 많은 영향을 받는다. 따라서 ASK 시스템의 성능개선을 위해서는 LPF의 bandwidth를 늘리거나 줄이는 조절이 필요하다.

본 연구에서는 퍼지 논리 시스템을 이용하여 LPF의 bandwidth를 자동 조절하여 ASK 시스템의 성능을 개선

한다. 본 연구에서 사용된 퍼지 논리 시스템의 입력은 remainder와 remainder의 적분합이며 출력은 LPF의 bandwidth이다.

퍼지 논리 시스템의 membership function과 퍼지 rule base를 만들기 위해 bandwidth의 변화에 따른 remainder와 remainder의 적분합에 대해 시뮬레이션 수행했으며 그 결과는 그림 4와 같다.

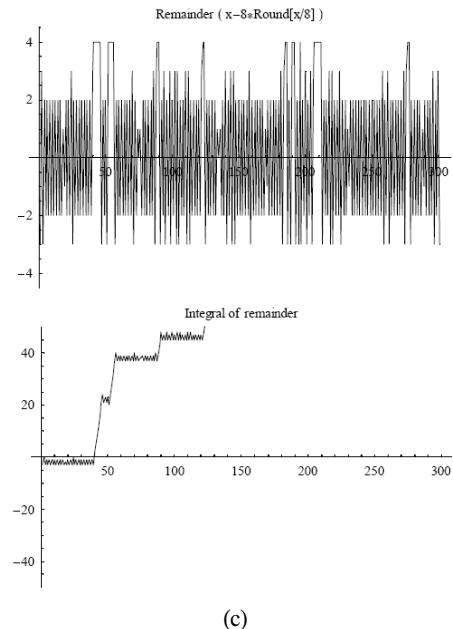
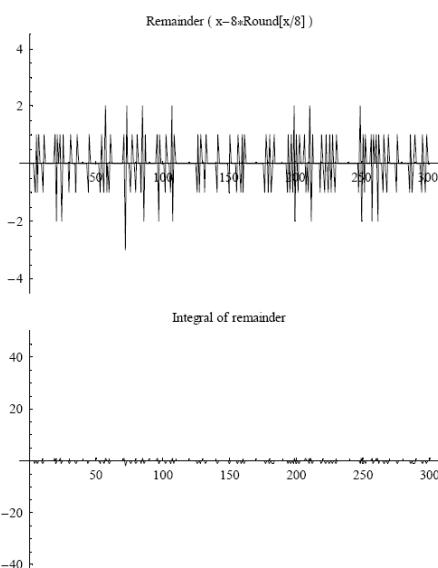
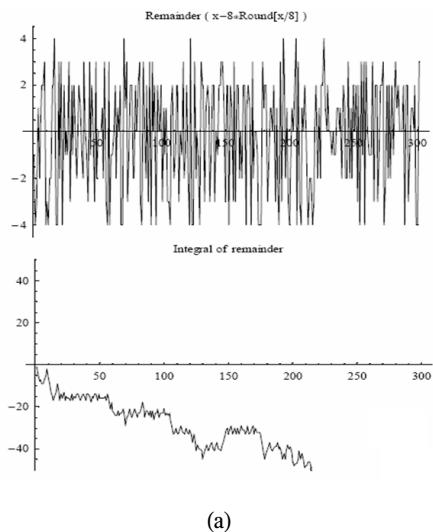
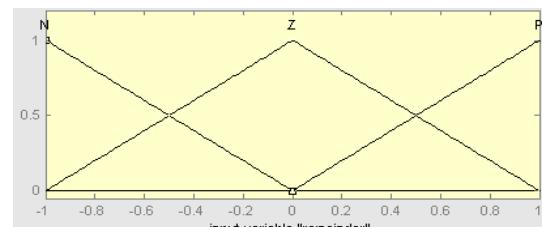


그림 4. bandwidth 변화에 대한 시뮬레이션 결과
(a) 협대역 (b) 최적대역 (c) 광대역

Fig. 4 The simulation results for bandwidth control
(a) Narrow bandwidth (b) Optimal bandwidth
(c) Broad bandwidth

그림 4에서 remainder가 매우 큰 양수값이나 음수값일 때, remainder의 적분합이 크게 요동치는 것을 알 수 있다. 이러한 상황에서 bandwidth를 조절하기 위해 퍼지 논리 시스템을 적용한다.

그림 5는 퍼지 시스템의 입력에 대한, 그리고 그림 6은 퍼지 시스템의 출력에 대한 membership function을 보여주고 있다.



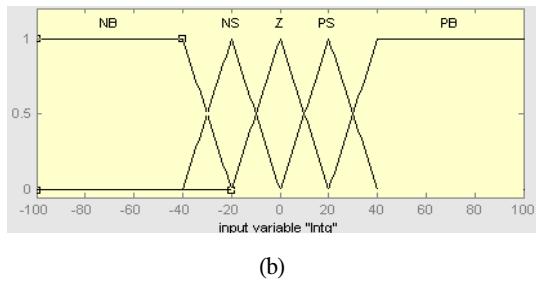


그림 5. 퍼지 입력에 대한 membership function
(a) remainder (b) remainder의 적분합
Fig. 5 The membership function of fuzzy input.
(a) Remainder (b) Integral of remainder

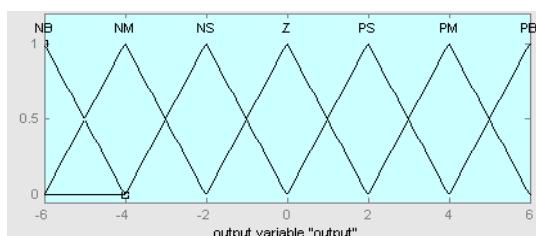


그림 6. 퍼지 출력에 대한 membership function
Fig. 6 The membership function of fuzzy output.

표 1은 시뮬레이션 결과를 이용한 퍼지 입출력 관계에 대한 퍼지 rule base이다.

표 1. 퍼지 rule base
Table. 1 Fuzzy rule base

R \ IR	NB	NS	Z	PS	PB
N	PB	PM	PS	Z	NS
Z	PM	PS	Z	NS	NM
P	PS	Z	NS	NM	NB

여기서 R은 remainder이고 IR은 remainder의 적분합을 나타낸다. 표 1에 보듯이 퍼지 rule base는 15개의 rule 이 있다.

rule base를 통한 퍼지 추론은 max-min 추론법을 이용한다. 그리고 출력에 대한 비퍼지화는 무게중심법을 이용한다.[4]

IV. 시뮬레이션

제안한 시스템의 유용성을 확인하기 위하여 MATLAB을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션은 제안한 방식과 bandwidth가 고정된 방식에 대해 BER의 성능을 비교 검토하였다.

시뮬레이션을 위해 캐리어 주파수는 60GHz로 하였고, 메시지 데이터는 1Gbps로 하였다. SNR을 개선하기 위해 리미터의 각을 임의로 변화시켰다. viterbi 알고리즘의 파라미터는 제한 길이는 7, 코딩률은 0.5로 하였다. 그리고 생성다항식은 8진수로 171, 133을 주었다.[5]

그림 7은 제안한 방식과 bandwidth가 고정된 방식에 대해 BER 성능을 나타내는 시뮬레이션 결과이다.

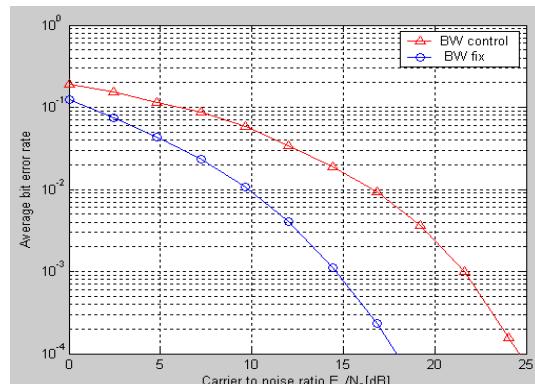


그림 7. BER 성능의 시뮬레이션 결과
Fig. 7 The simulation results of BER performance

그림 7에서 제안한 방식이 bandwidth가 고정된 방식보다 BER이 10^{-3} 일 때 SNR이 약 8dB 개선됨을 보여주고 있다.

그림 8은 viterbi 알고리즘을 사용했을 경우, repeater 앞뒤의 신호에 대한 평균 BER을 나타내고 있다. 그림 8에서 BER이 10^{-3} 일 때 shutter가 없는 경우, repeater가 없는 경우, repeater가 있는 경우의 SNR이 각각 31dB, 30dB, 22dB로 나왔다. 그림 7과 8을 통해 제안한 방식이 bandwidth가 고정된 방식보다 더 우수함을 알 수가 있었다.

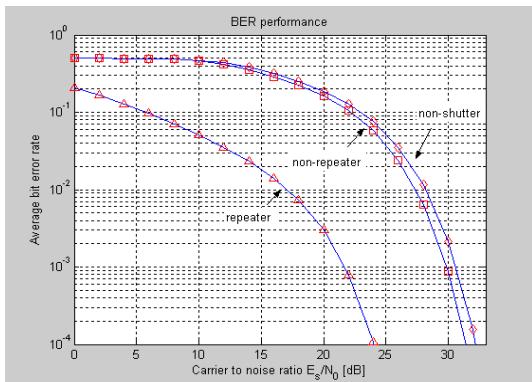


그림 8. repeater에 대한 평균 BER
Fig. 8 The average BER for the repeater

V. 결 론

본 연구에서는 인공지능 알고리즘인 퍼지 논리 시스템을 이용하여 밀리미터파 대역에서의 giga-bit modem을 위한 ASK 시스템의 성능개선을 제안하였다. 제안한 방식은 퍼지 논리 시스템을 이용하여 ASK 시스템의 수신단에 있는 LPF의 bandwidth를 자동으로 조절하여 성능을 개선하는 것이다. 제안한 퍼지 논리 시스템의 입력은 수신단의 counter에서 나오는 remainder와 remainder의 적분합을 사용하였고 출력은 LBP의 bandwidth였다. 제안한 방식의 유용성을 확인하기 위해 bandwidth가 고정된 방식과 BER 성능을 비교하는 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과 제안한 방식이 bandwidth가 고정된 방식보다 BER이 10^{-3} 일 때 SNR이 약 8dB 개선됨을 알 수가 있었다. 또한 BER이 10^{-3} 일 때 shutter가 없는 경우, repeater가 없는 경우, repeater가 있는 경우의 SNR이 각각 31dB, 30dB, 22dB가 됨을 알 수가 있었다. 이를 통해 제안한 방식이 bandwidth가 고정된 방식보다 성능이 우수함을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 2010년도 서일대학 학술연구비 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 관계기관에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] V. R. M Thyagarajan, R. H. M. Hafez, D. D. Falconer, "Broadband indoor wireless communication in (20~60) GHz band: Signal strength considerations," Universal Personal Communication, vol. 2, pp. 894-899. Oct. 1993.
- [2] Engin, N., van Berkel, K., "Viterbi decoding on a coprocessor architecture with vector parallelism", Signal Processing Systems, 2003. SIPS 2003. IEEE Workshop on 27-29 pp. 334-339, Aug., 2003
- [3] Man Guo, Ahmad, M.O., Swamy, M.N.S., Chunyan Wang, "An adaptive Viterbi algorithm based on strongly connected trellis decoding", Circuits and Systems, 2002. ISCAS 2002. IEEE International Symposium on Vol. 4, pp. IV 137-140, May, 2002
- [4] R.Johnston, "Fuzzy Logic Control," GEC Journal of Research, Vol.11, No.2, pp.99-109, 1994.
- [5] M. Hosemann, R. Habendorf, and G. P. Fettweis, "Hardware-software codesign of a 14.4 MBit - 64 state - Viterbi decoder for an application-specific digital signal processor," Signal Processing Systems, 2003. SIPS 2003. IEEE Workshop on 27-29 Page(s): 45 - 50, Aug. 2003.

저자소개



정성부(Sung-boo Chung)

1979년 동국대학교 전자공학과

학사 졸업

1981년 동국대학교 전자공학과

석사 졸업

2002년 동국대학교 전자공학과 박사 졸업

현재 서일대학 컴퓨터전자과 교수

※ 관심분야: 지능시스템, 통신전자제어



김주웅(Joo-Woong Kim)

1996년 동국대학교 전자공학과
학사 졸업

1998년 동국대학교 전자공학과
석사 졸업

2003년 동국대학교 전자공학과 박사 졸업

현재 (주)대성디엔에프 R&D 실장

※ 관심분야: 지능시스템, USN, SMPS