

멀티포인트 네트워크의 효율적 데이터 전송을 위한 적응등화.

장 태원 김 남용 오 용선 강 창언
연세대학교 전자공학과

An Adaptive Equalization For The Effective Data Throughput In Multipoint Network.

Tae Won Chang, Nam Yong Kim, Yong Seon Oh, and Chang Eon Kang
Dept. of Electronic Engineering, Yon Sei University

Abstract

In multipoint network, modem start-up time is very important, which uses the poll/select line protocol. This paper shows fast-convergence equalization to reduce the set-up time of modem equalizer. This result represents the effective data throughputs by achieving fast-polling in multipoint networks.

1. 서론

하나의 중앙 컴퓨터 시스템 또는 주스테이션(Primary station)에 두 개 이상의 대화형 단말기 또는 부스테이션(Secondary)들이 중앙의 컴퓨터를 이용하여 프로그램을 개발하거나 중앙의 데이터 베이스를 이용한 응용을 행할 때, 멀티포인트(또는 멀티 드롭) 이용한 네트워크를 구성할 수 있다. 대표적인 예로 비행기 예약 시스템을 들 수 있다. 이때 선로의 전송 제어 방식은 중앙 컴퓨터 시스템에 의해 polled 된 단말기만이 데이터를 전송할 수 있는 Polling/Select 선로 프로토콜을 주로 사용한다.[1,2]

중앙 컴퓨터 시스템은 Polled 된 단말기의 모델들이 보내는 어떤 특정한 Training 신호에 대해 모뎀 등화기의 탭 계수를 set-up 해야 한다. 여기서 set up된 탭 계수는 Polled 되는 다른 단말기의 전송 채널 특성과 다르므로 저장할 필요가 없다. 위 등화기 set-up 시간은 모뎀 start up 시간의 주요한 부분을 차지한다.[4,5,6] 따라서 등화기 탭 계수를 빠른 시간에 set-up 하면 빠른 polling을 할 수 있고 단말

기들이 전송하는 데이터들의 길이는 보통 짧기 때문에 데이터의 효율적 전송이 가능해진다.

본 논문에서는 LMS(least mean square)알고리즘 [3,7]과 개별 탭 조절 알고리즘인 IT(Individual tap)-LMS 알고리즘 [8]을 모뎀의 적응 등화기에 적용 수행 속도에 따른 멀티포인트 네트워크의 성능을 비교 고찰하였다. 여기에 사용된 변조방식은 9600bps(2400baud/s)의 전송 속도를 가지는 16-QAM (CCITT 권고안 V.29)을 사용하였다.[2]

2. 멀티포인트 네트워크의 개요

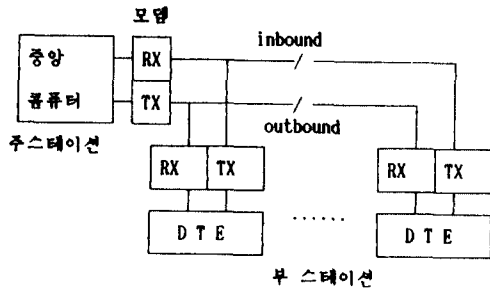
하나의 주스테이션과 두 개 이상의 부스테이션간의 네트워크 구성시 지점간(Point-to-point)와 멀티드롭 선로를 이용한 방법이 있다. 후자의 경우가 가지는 잇점은 다음과 같다.

- 선로 비용의 절감
- 모뎀 비용의 절감
- 주스테이션이 통신을 할 때 필요로 하는 하드웨어

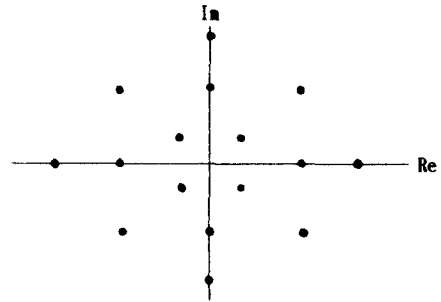
interface 수의 감소와 이에 따른 비용의 감소 멀티포인트 네트워크에서 주스테이션이 Polling할 부스테이션의 주소를 보내므로 부스테이션은 자신의 고유 주소를 갖고 있어야 한다. 멀티포인트 네트워크의 일반적인 구성은 (그림 1)과 같다.

주스테이션의 모뎀은 자동 등화가 가능한 Intelligent 모뎀을 사용하는 것이 보통이다. 위의 네트워크에서 모뎀과 데이터 단말장치 (Data Terminal Equipment)간의 인터페이스(Interface)인 V.24 / RS 232C 는 다음 (그림 2)와 같다.

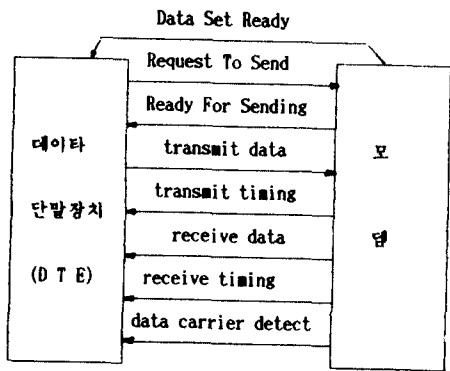
[1,2]



(그림 1) 멀티포인트 네트워크

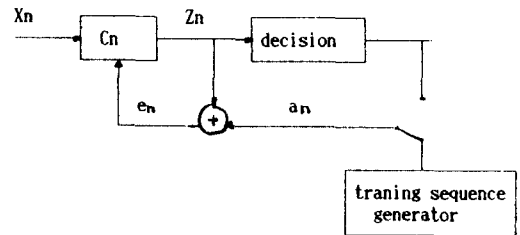


(그림 3) 16-QAM의 constellation (V.29)



(그림 2) V.24 / RS 232C 인터페이스

모뎀 수신단의 QAM 신호는 채널 특성에 의해 왜곡된 후 백색 잡음이 더해졌다고 가정한다. QAM에 대한 복소 베이스 밴드 등화기는 (그림 4)와 같다.



(그림 4) QAM 모뎀의 적응등화기

멀티포인트네트워크의 성능을 계산 하는 데에는 여러가지 지연 시간이 중요한 요인이 된다. 모뎀에서 발생하는 지연 시간은 다음과 같다.

- 모뎀 지연시간
- 모뎀 turn around 지연시간

위의 지연시간 중에서 모뎀의 등화기 탭 set up 시간은 ready to send 와 ready for sending 의 turn around 시간에 들어가 있는데, 이 시간이 줄어들면 신속한 polling이 가능하다. 따라서 비교적 짧은 데이터를 전송하는 단말기들은 보다 효율적으로 데이터를 전송할 수 있게 된다.

3.모뎀의 적응등화

본 논문에서 사용할 변조 방식인 16-QAM의 constellation은 (그림 3) 과 같다.

위 신호는

$$\text{채널 출력} : X_n = X_{n,r} + j X_{n,i} \text{ -----(1)}$$

$$\text{탭 계수} : C_n = C_{n,r} + j C_{n,i} \text{ -----(2)}$$

$$\text{등화기 출력} : Z_n = X_n C_n = Z_{n,r} + j Z_{n,i} \text{ ---(3)}$$

$$\text{training 신호} : a_n = a_{n,r} + j a_{n,i} \text{ -----(4)}$$

$$\text{에러} : e = Z_n - a_n = e_{n,r} + j e_{n,i} \text{ -----(5)}$$

과 같이 표현된다.

이 때 LMS 탭 조절 알고리즘 [3,7]은

$$C_{n+1} = C_n - \lambda X_n e \text{ -----(6)}$$

과 같다. 복소신호에 대해 (6)식은

$$C_{n+1,r} = C_{n,r} - \lambda (e_r X_{n,r} + e_i X_{n,i})$$

$$C_{n+1,i} = C_{n,i} + \lambda (e_r X_{n,i} - e_i X_{n,r}) \text{ ---(7)}$$

와 같이 표현된다. 이때 등화기 출력 Z_n 은

$$Z_{n,r} = X_{n,r} \bar{r} C_{n,r} - X_{n,i} \bar{i} C_{n,i}$$

$$Z_{n,i} = X_{n,r} \bar{r} C_{n,i} + X_{n,i} \bar{i} C_{n,r} \text{-----(8)}$$

과 같다. IT-LMS 알고리즘 [8]에서는 동화기의 탭을 개별적으로 조정하는데 이 때 탭 계수를 조정하지 않는 탭들의 계수는 고정된다. 이 것을 시간이 n 이고 탭 수가 M , 개별 탭 조정에 필요한 샘플 수를 K 로 나타내면 i 번째 탭에 대해 식 (9)-(10) 과 같이 나타낼 수 있다.

$$C_{i,k+1} = C_{i,k} - \lambda e X_{n+k-i-1} \text{-----(9)}$$

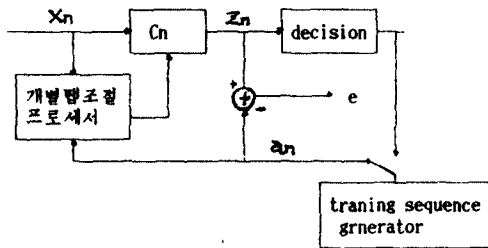
$$e = \sum_{i=1}^M C_{i,k} X_{n+k-i-1} - a_{n+k-i-1} \text{-----(10)}$$

여기서 $i=1,2, \dots, M$

$k=1,2, \dots, K$

$n=1,2, \dots$

복소신호에 대해서는 (9), (10) 식에 (1)-(8)식을 대입하여 구할 수 있다. 위 알고리즘을 적용하기 위해선 전용 프로세서가 필요하며 동화기의 구조는 (그림 5)와 같다.

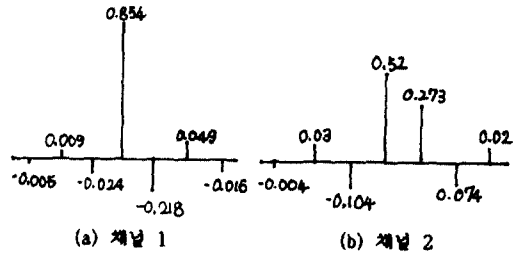


(그림 5) IT-LMS 동화기

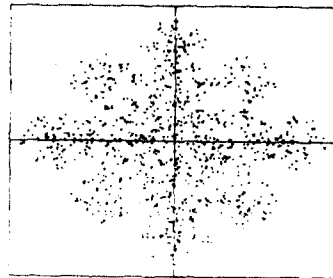
4. 시뮬레이션 및 결과 고찰

(그림 1)과 같은 constellation을 가지는 16-QAM 신호를 (그림 6)과 같은 두 가지 모델의 채널을 통과시킨 후, 이 출력에 분산이 0.001인 백색 잡음을 더해 동화기의 입력으로 하였다. 동화기의 탭은 5개로 하였고, 스텝 파라미터는 0.02로 하였다. IT-LMS 에서 개별 탭 조정을 위해 취해오는 샘플 수는 4개로 하였다.

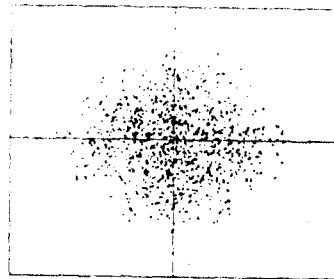
동화기 입력 신호에 대한 constellation은 (그림 7)과 같으며 채널 1의 특성이 더 좋다는 것을 볼 수 있다.



(그림 6) 채널 모델



(a) 채널 1

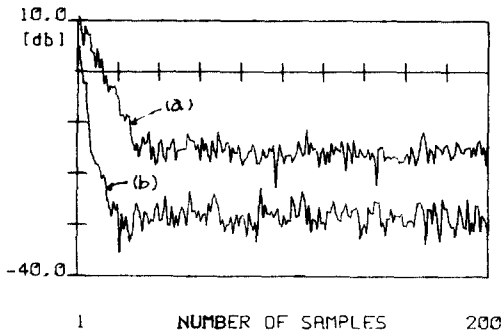


(b) 채널 2

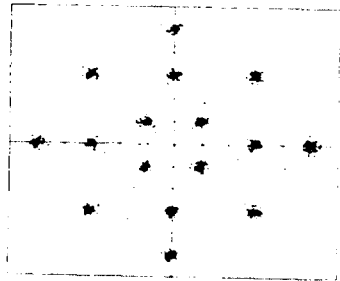
(그림 7) 채널 출력의 constellation

(그림 8)와 (그림 10)은 두 채널에 대한 MSE 수렴 곡선으로 IT-LMS 알고리즘이 LMS 알고리즘보다 훨씬 빠르게 수렴한다는 것을 쉽게 알 수 있으며, 수렴시 에러의 파워도 채널 1에 대해서는 약 13db 채널 2에 대해서는 약 7db 낮음을 볼 수 있다. 또한 IT-LMS 알고리즘 성능이 낫다는 것을 (그림 9)와 (그림 11)의 constellation을 보아도 쉽게 알 수 있다.

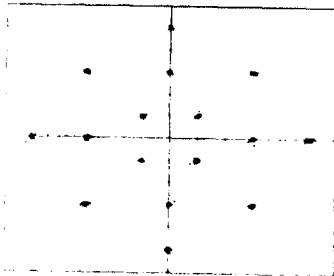
MSE 수렴곡선을 살펴 볼 때 LMS 보다 IT-LMS의 경우 15 샘플 앞서 동화기의 탭이 Set up 됨을 알 수 있다. 이것은 9600bps(2400 baud/s) 전송 속도시 $15 \times 1/2400 = 6ms$ 만큼을 보이나, IT-LMS 알고리즘의 특성상 탭 계수 조정의 처음 iteration시 3 샘플 동안의 지연이 생기고 수렴시 3 샘플을



1 NUMBER OF SAMPLES 200
 (a) LMS (b) IT-LMS
 (그림 8) 채널 1에 대한 MSE

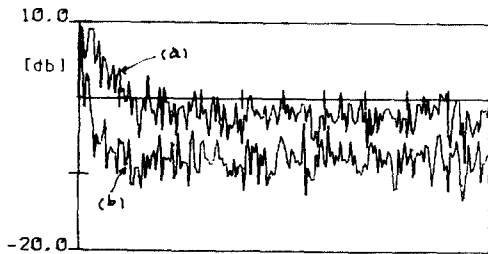


(a) LMS



(b) IT-LMS

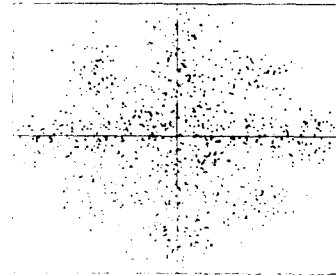
(그림 9) 채널 1에 대한 constellation



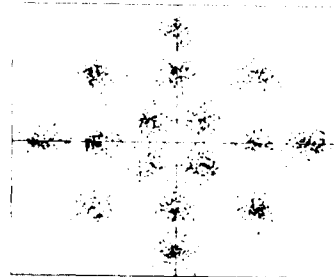
1 NUMBER OF SAMPLES 200
 (a) LMS (b) IT-LMS

(그림 10) 채널 2에 대한 MSE

더 취해야 하므로 실질적인 항상은 $15 - 6 = 9$ 샘플 즉, $9 \times 1/2400 = 4\text{ms}$ 의 속도항상을 보인다. 또한 수렴 후, 잔여 에러가 작기 때문에 신뢰성 높은 통신을 수 있음을 볼 수 있다.



(a) LMS



(b) IT-LMS

(그림 11) 채널 2에 대한 constellation

5. 결론

시뮬레이션 결과로부터 모델 start-up 시 training 신호에 대해 개별적으로 탭 계수를 조정할 때, LMS 알고리즘에 비해 보다 빠르게 등화기의 탭 계수가 set-up 됨을 알 수 있으며 알고리즘도 비교적 간단하다. 따라서 모델의 turn around 지연시간의 감소로 인해 신속한 polling이 멀티포인트 네트워크에서 가능함을 볼 수 있다. 그 결과 보다 효율적인 데이터의 전송이 멀티포인트 네트워크에서 가능함을 알 수 있다.

6. 참고 문헌

1. Trevor Housley, Data Communication and Teleprocessing Systems, Prentice-Hall, 1987
2. Fred Jennings, Practical Data Communications, Blackwell, 1986

3. Shahid U.H.Qureshi, "Adaptive Proceedi-ion", Procee-
ding of IEEE, Vol. 73, No. 9, pp1349-1387, Sep. 1985
4. Kaveh Pahlavaan, Jerry L. Holsinger, "Voice-Band Data
Communication Modem-A Historical Review:1919-1988",
IEEE Comm. Magazine, Vol. 26, No. 1, pp16-27, Jan. 1988
5. D. N., Godard, "Self-recovering equalization and car-
rier tracking in two dimensional data communication
systems", IEEE Tran. on Comm., Vol. COM-28, pp1867-1875
. Nov. 1980
6. D.N. Godard, "A 9600bps Modem for Multipoint Communi-
cation Systems", NTC, pp. B3.3.1-3.3.5, 1981
7. J.G. Proakis, Digital Communications, McGraw-Hill, 1983
8. 김 남용, "렙 이득의 개별적 적응 제어에 의한 동화기의
설계", 연세대학교 대학원 석사학위논문, 2월, 1988