

적응 터보 시스템

최현우, 이재홍

서울대학교 공과대학 전기컴퓨터공학부 뉴미디어통신공동연구소

Adaptive Turbo System

Hyunwoo Choi and Jae Hong Lee

School of Electrical Engineering and Computer Sciences and INMC, Seoul National University

Email: novo2008@snu.ac.kr

Abstract

In this paper, we propose an adaptive turbo system for a varying channel between being frequency-flat and frequency-selective. The proposed system unites a turbo code and a turbo equalization and selects one of two algorithms adaptively to the channel variation with the feedback information from the receiver. The performance of the proposed system in varying channel is evaluated by computer simulation when the feedback delay exists. It is shown that when the feedback delay is moderate, the proposed system outperforms both the conventional turbo code system and turbo equalization system without increasing the complexity.

I. 서론

터보 부호(Turbo codes)[1]는 주파수 비선택적인 (frequency-flat) 채널에서 큰 코딩 이득을 갖지만 주파수 선택적인 (frequency-selective) 채널에서는 심볼간 간섭 (Intersymbol Interference)으로 인해 성능이 매우 열화된다. 반면 터보 부호의 알고리즘에서 유래한 터보 등화기 (Turbo equalizer)[2]는 부호 이득은 터보 부호보다 적지만 주파수 선택적인 채널에서 심볼간 간섭을 효과적으로 제거하여 좋은 성능을 낸다.

본 논문에서는 주파수 비선택적인 채널과 주파수 선택적인 채널 모두에서 선택적으로 작동하는 적응 터보 시스템 (Adaptive Turbo System, ATS)을 제안한다. 제안된 시스템은 비슷한 알고리즘을 사용하는 터보 부호와 터보 등화기를 하나의 시스템에 통합하여 수신단에서 오는 채널에 관한 피드백 정보를 관찰하여 하나의 알고리즘으로 작동한다. 수신단에서 송신단으로의 피드백 지연이 크지 않으면 제안된 시스템은 주파수 비선택적이었다가 주파수 선택적으로 또는 그 반대로 변하는

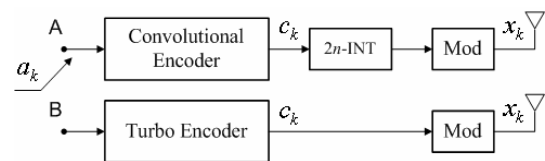


그림 1. 부호기

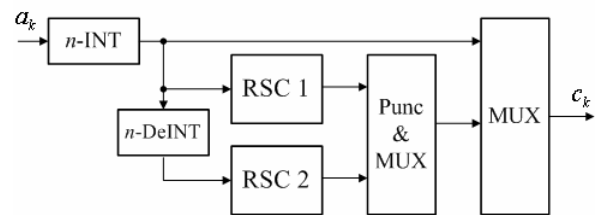


그림 2. 터보 부호기

채널에서 좋은 성능을 보여준다.

II. 본론

터보 등화기는 터보 부호의 복호 알고리즘을 차용하여 채널이 주파수 선택적일 경우 채널을 길쌈부호기 (Convolutional Code)와 비슷하게 보고 두 개의 MAP(Maximum a Posteriori) 복호기를 사용하는 터보 부호의 하나의 복호기를 채널에 대한 복호기, 즉 MAP 방식의 등화기로 작동하도록 한다.

그리고 패리티 비트에 대한 외부 정보(Extrinsic Information)까지 다뤄야한다는 점을 제외 하면 터보 복호기와 동일한 알고리즘을 가진다. 따라서 송신단에서 채널에 따라 길쌈부호나 터보 부호로 부호화하고 수신단에서는 송신단에 맞춰 터보 등화를 하거나 터보 복호를 하면 채널이 주파수 비선택적이었다가 선택적으로 혹은 그 반대로 변하는 채널에 대응하여 좋은 성능 보인다.

본 연구는 국가지정연구연구실 사업, BK21 사업 및 ITRC 사업의 지원으로 수행되었음.

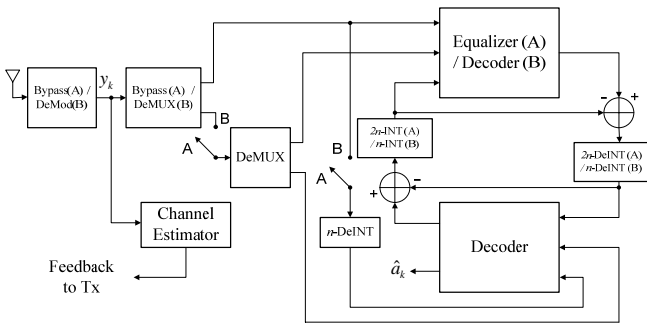


그림 3. 수신기

제안된 적응 터보 시스템은 부호기는 그림 1 과 같 이 터보 등화기 모드 (A)와 터보 부호 모드 (B)로 동작 한다. 터보 부호 모드에서의 터보 부호기는 그림 2 과 같다. 수신단에서 오는 채널에 관한 피드백 정보를 보 고 채널이 주파수 선택적이면 터보 등화기 모드로 작 동하여, 길쌈 부호화를 하여 전송하게 된다. 반면 채널이 주파수 비선택적이면 터보 부호 모드로 작동하여 터보 부호화를 하여 전송하게 된다.

수신기는 그림 3 와 같다. 두 개의 소프트 입력 소 프트 출력 (Soft Input Soft Out, SISO) 모듈은 잘 알려진 MAP 알고리즘을 구현하여 서로 외부 정보를 주고 받 음으로써 좀 더 신뢰도 높은 등화 또는 복호가 가능하 게 된다. 송신기의 모드에 맞춰서 수신기도 터보 등화 기 모드(A)와 터보 부호 모드(B)로 동작한다. 터보 등화 기 모드에서는 수신 신호가 그대로 등화기로 전달되고 송신 정보 비트와 패리티 비트 모두의 외부 정보가 디 인터리빙(Deinterleaving)되어 복호기로 전해진다. 하지만 터보 부호 모드에서는 수신 신호 중 짝수 번째의 패리 티 비트가 디멀티플렉싱(Demultiplexng)되어 두 개의 복 호기로 나뉘어 전해지고 각 복호기에서는 송신 정보 비 트에 대한 외부 정보만 다른 복호기로 전해진다. 복호 기와 등화기 모두 잘 알려진 BCJR MAP 알고리즘이 적 용된다. 채널 추정기 (Channel Estimator)는 추정한 채널 정보를 송신단으로 피드백하는데 본 논문에서는 완벽한 채널 추정과 오류없는 피드백을 가정하였다.

III. 실험결과

주파수 512 비트로 구성된 프레임 100 개마다 채널 이 주파수 선택적이었다가 주파수 비선택적으로 또는 그 반대로 변하고 채널이 주파수 선택적인 시간이 전체 관찰 시간의 절반을 차지한다고 가정하였으며 페이딩은 없고 주파수 선택적인 채널의 경우 채널 계수가 {0.5,

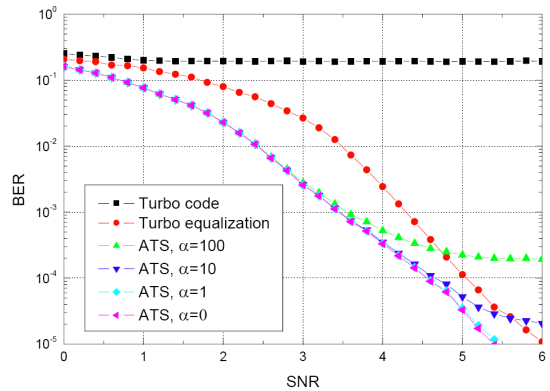


그림 4. 제안된 시스템의 성능

0.71, 0.5}, {0.407, 0.815, 0.407}, {0.227, 0.46, 0.668, 0.46, 0.227}중에서 임의의 하나가 선택되었다.터보 부호 모드 와 터보 등화기 모드 모두 발생 다항식이 $G(D)=(1+D^2)/(1+D+D^2)$ 인 RSC (Recursive Systematic Code) 길쌈부호기를 사용하였고 제안된 시스템을 포함 한 모든 시스템의 반복 횟수는 7 번이며 수신단에서 송 신단으로의 피드백 지연 시간 단위는 프레임이며 α 로 표시하였다.

그림 4 에서 보듯이 제안된 적응 터보 시스템은 수 신단에서 송신단으로의 피드백 지연이 크기 않다면 채 널이 주파수 선택적에서 비선택적 또는 그 반대로 변하 는 채널에서 기존의 터보 부호기 시스템이나 터보 등화 기 시스템보다 나은 성능을 보여준다.

IV. 결론

본 논문에서는 터보 알고리즘에 기반해서 채널이 주파수 선택적이었다가 비선택적으로 또는 그 반대로 변하는 채널에서 강한 성능을 보이는 시스템을 제안하 였다.

참고문헌

- [1] C. Berrou, A. Glavieux, and P. Thitimajshima, "Near Shannon limit error-correcting coding and decoding: Turbo codes," in *Proc. IEEE ICC '93*, Geneva, Switzerland, May 1993, pp. 1064-1070.
- [2] C. Douillard, M. Jezequel, and C. Berrou, "Iterative correction of intersymbol interference: Turbo-equalization," *Eur. Trans. Telecommun.* vol. 6, pp 507-511, Sept.-Oct. 1995.