
가우스 채널 상에서의 비터비 디코딩에 대한 성능 분석 및 최적 조건 고찰

원 대 호 · 정 희 석 · 양 연 모

금오공과대학교

The performance analysis and optimal conditions for Viterbi decoding over the
Gaussian channel

Dae-ho Won · Hui Sok Jung · Yeon-Mo Yang

Kumoh University

E-mail : wdh10828@naver.com

요 약

비터비 디코딩 방법은 컨볼루션 복호화 방법 중에서 가장 많이 사용되고 알려진 복호화 방법이다. 본 논문에서는 실질적인 비터비 복호화 성능 고찰을 위하여 여러 가지 파라미터 값을 이용한다. 파라미터 값에 대한 여러 가지 비터비 복호화 방법에 대하여 논의한다. 그리고 비터비 알고리즘 방법 중, 중관정과 경관정 이라는 서로 다른 의사결정에 의한 복호화 방법의 차이를 비교한다. 여러 가지 파라미터 값과 의사결정 방법을 가지고 가우시안 채널 상에서의 다양한 비터비 복호화 방법에 대하여 논의하여 가장 적절한 파라미터 값과 의사결정 방법에 대하여 논의한다.

ABSTRACT

The Viterbi Decoding is one of the most researched areas of the convolutional decoding methods. In this paper, we use various parameters for the substantial Viterbi decoding and discuss some viterbi decoding methods. And, the viterbi algorithms of the methods, we discuss 'Hard Decision' and 'Soft Decision'. So, we compare differences of two methods about decoding methods, performance. Because of having various parameters and decision methods, we discuss the values of various parameter and decision methods in the Gaussian channel about the viterbi decoding methods.

키워드

Viterbi decoding, hard-decision, soft-decision

1. 서 론

데이터를 송신하는 사용자는 데이터 전송시 채널의 특성과 기타 여러 가지 사항으로 인하여 에러가 발생할 것임을 인지하고 있다. 필연적으로 발생된 에러로 인하여 손실된 데이터를 본래 송신된 데이터로 다시 인지하기 위하여 여러 가지 복호화 방법이 연구되어 왔다. 현재 우리가 사용하는 복호화 방법으로 컨볼루션 코딩과 비터비 복호화 방법이 있다. 컨볼루션 코딩이 기존의 블록코딩과 다른점은 기억성에

있다.[1] 이러한 기억성에 의하여 복호화 할 때 더욱 정확한 복호화가 가능하게 된다.

비터비 복호화 방법은 앤드류 비터비에 의하여 개발된 복호화 방식으로 디지털 통신 시스템에서 가장 많이 사용되는 복호화 방식이다. 비터비 복호화 방법은 Maximum-likelihood 방식을 이용한다.[2] Maximum-likelihood 방식은 입력된 신호를 가설로 가정하고 실제 수신된 신호를 정의하는 방식이다. 이는 가설을 바탕으로 관정을 내리므로 정확도면에서는 다소 낮을 지도 모르지만, 채널 코딩이라는 특정 환경에서는 일단 에러

발생을 가정 하에 실시하므로 보다 빠른 복호화를 정의내리기에 적절한 방식이라고 할 수 있다. 본 논문에서는 디지털시스템에서 일반적으로 사용되는 비터비 복호화 방식에 대해 연구하고 다양한 조건과 파라미터를 적용하여 가우시안 채널에서 가장 높은 성능을 보이는 비터비 복호를 규명하고자 한다.

본 논문의 순서는 다음과 같다. 2장에서는 비터비 복호화 방법에 대한 정의를, 3장에서는 다양한 조건과 파라미터 값에 대한 정의와 이에 대한 비터비 복호의 성능에 대하여 설명하고, 마지막으로 결론과 앞으로의 연구에 대하여 논의하고자 한다.

II. 비터비 복호화

비터비 복호화를 하기 위해서는 먼저, 일반적으로 컨볼루션 부호화가 먼저 이루어져야 한다. 왜냐하면 앞에서 언급한 바와 같이 비터비 복호화는 먼저, 컨볼루션 부호기를 통하여 표 1과 같은 출력 값을 구한다. 그림 1은 k가 3일 경우의 부호기를 나타내었는데, 여기서 k값은 부호기의 상태 레지스터를 나타내는 값이라고 보면 된다. 앞에서 언급한 바와 같이 컨볼루션 부호기의 가장 큰 특징은 기억성에 있다. 이 기억성을 위해 레지스터가 존재하게 되고 비터비 복호에도 유용하게 사용이 된다.

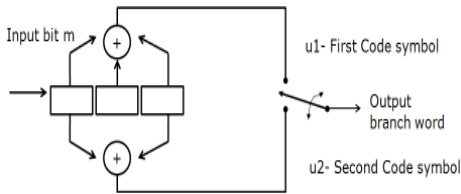


그림 1. 컨볼루션 부호기(k=3, R=1/2)

레지스터 콘텐츠	출력	
	u1	u2
100	1	1
010	1	0
101	0	0
010	1	0
001	1	1

표 1. 컨볼루션 부호기에 의한 출력 값(k=3, R=1/2)

표 1에서 나온 출력 값을 이용하면 그림 2와 같은 상태도가 나오게 된다. 이 상태도를 이용하여 컨볼루션 부호화 방법 중 트렐리스 다이어그램을 나타낼 수 있다. 트렐리스 다이어그램은 입력 값인 0,1에 따라 출력되는 값을 다음의 상태 변화에 따라 나타낸 표이다.

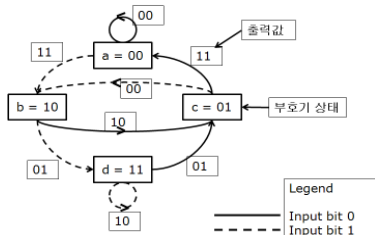


그림 2. 상태도(k=3, R=1/2)

비터비 복호화 알고리즘은 이 트렐리스 다이어그램에 나타난 출력 값과 수신된 신호의 값 간의 해밍거리 방법(hard decision), 유클리디언방법(soft decision)을 이용하여 최소의 경로를 선택함에 대한 역으로의 추적을 통하여 복호화가 최종적으로 이루어지게 된다.

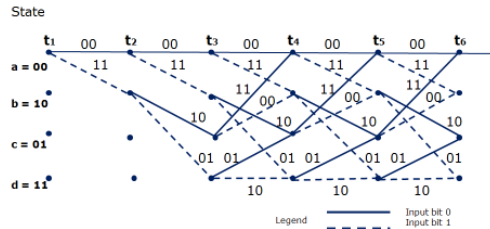


그림 3. 트렐리스 다이어그램

III. 비터비 복호화의 파라미터

본 절에서는 가우시안 채널에서의 비터비 복호 성능을 비교, 분석하기 위하여 여러 가지 파라미터와 조건에 대한 그래프를 나타내었다. 기본적인 시뮬레이션 조건은 다음과 같다. 부호기 k 값은 [1]을 바탕으로 구성하였고, c 언어[5]를 통한 가우시안 채널 구성과 트렐리스 다이어그램을 적용하여 비터비 복호의 성능을 이끌어 냈다.[6]

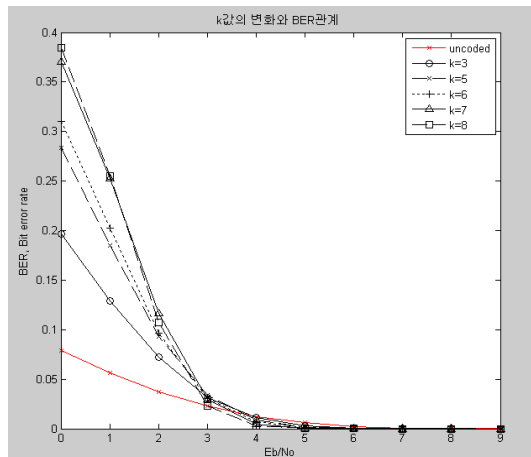


그림 4. k값의 변화와 BER관계

다음으로 나타낸 파라미터 값은 Delimiter 값이다. 이 파라미터 값은 코드 길이를 줄여주는 간격이 되는데, 이를 통하여 어느 정도의 성능향상을 기대할 수 있다. 하지만 어느 정도의 길이가 정해지면 성능향상이 두드러지게 나타나지는 않게 된다. 이를 고려한 적절한 길이의 조정이 필요하다.

그림 6은 TB, 추적 단계에 대한 파라미터의 변화에 대한 BER과 신호대 잡음비(SNR)의 관계를 나타낸 그림이다. 추적 단계(TB)의 수가 증가 할수록 신호대잡음비에 대한 BER의 성능이 향상 되는 것을 알 수 있다. 하지만 TB 값 또한 적정 수준의 값이 증가 하게 되면 성능향상에서 급격한 성능향상을 나타내고 있지는 않는다. 다만, 미소한 성능향상의 도움을 주는 것을 알 수 가 있다.

결론적으로 다양한 파라미터 값은 비터비 복호에게 있어

향상된 성능을 보였다. 하지만, 일정 수준이 지나게 되면 성능향상 면에서 약소한 향상을 보이는 것을 알게 되었다. 그리고 k값, 레지스터 값을 증가하게되면 향상된 성능을 보였지만, 향상된 만큼 시스템 자체에는 상당한 무리가 가는 것을 알게 되었다. 이를 보완하기 위해서는 고성능의 칩으로 설계하게 된다면 이와 같은 단점을 해결할 수 있을 것으로 기대가 된다.

네트워크에 적용하여 적절한 의사 판정을 통한 효과적인 통신 QoS 향상에 적용하여 발전 보완시키고자 한다.

참고문헌

[1] Bernard SKLAR, Digital Communications 32h, Prentice Hall, 2006.
 [2] Andrew J.Viterbi, CDMA-Principles of Spread Spectrum Communication, ADDISON-WESLEY, 1995
 [3] Andrew J.Viterbi, Jim K. Omura, Principles of Digital Communication and coding, McGRAW-HILL, 1979.
 [4] 박우준, 김건욱, 저전력 무선 센서네트워크를 위한 비터비 알고리즘의 적용 및 분석, 대한 전자공학회, 전자공학회논문지, pp1~8, 2007.
 [5] http://viterbi.usc.edu/about/viterbi/viterbi_digital_age.htm
 [6] Chip Fleming of Spectrum Applications, A Tutorial on Convolutional Coding with Viterbi Decoding, Spectrum Applications, 2002

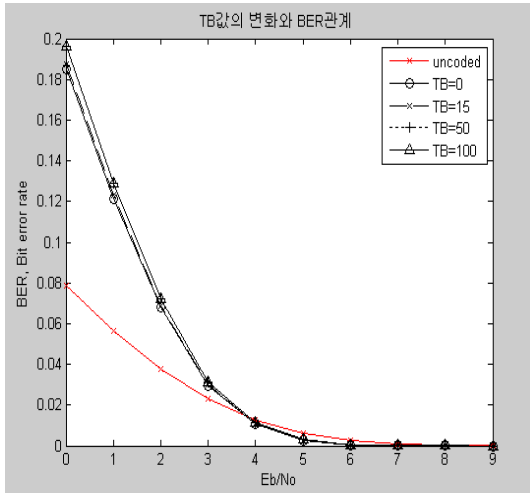


그림 5. Delimiter 값의 변화와 BER 관계

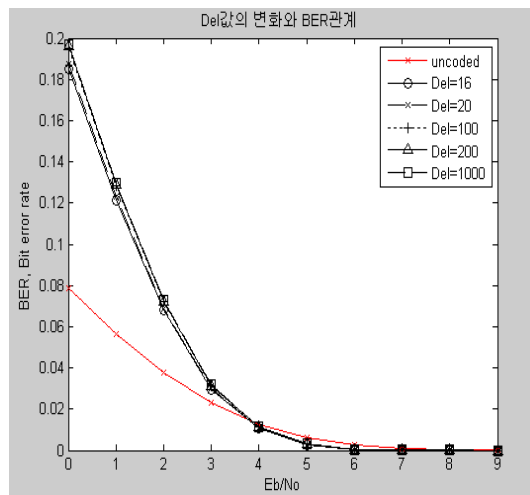


그림 6. TB 값의 변화와 BER 관계

IV. 결론 및 앞으로의 연구과제

비터비 복호화 알고리즘은 디지털 통신에서 복호화 방법으로는 최적의 조건으로 일컬어져 많이 사용되고 있다. 디지털 통신 뿐 아니라 센서네트워크에서 저전력을 위하여 사용되기도 한다.[4]

본 논문에서는 비터비 복호화 알고리즘을 실제로 설계와 구현을 다양한 파라미터 값으로 비교하여 보았다. 기본적인 설계에서 구현을 통하여 컨볼루션 코딩과 비터비 복호화에 대하여 접근해보았다. 앞으로의 연구는 비터비 알고리즘을