[10-98]

디지털 통신시스템에서 효율적인 구조를 갖는 오류정정부호화기 설계

황 종 희*, 김 동 순**, 정 덕 진*
*인하대학교 정보통신공학과, **전자부품연구원
*jonghee38@orgio.net **dskim@keti.re.kr, *djchung@inha.ac.kr

The error correction code implementation with efficient structure for digital communication system

Jong-Hee Hwang*, Dong-Sun Kim**, Duck-Jin Chung*
Dept. Information and Communication Engineering, Inha University,
Korea Electronics Technology Institute

요 약

비터비 디코더는 채널 상에서 발생하는 에러를 정정하는데 탁월한 능력을 가지고 있어, 고속 디지털 통신시스템에서 에러정정기법으로 주로 사용된다. 하지만, 비터비의 디코더는 구속장에 따라 지수적으로 증가하는 복잡도를 가지고 있고, 비선형적인 귀환으로 인해 고속의 출력을 내놓는데 한계가 있다. 또한, "고속과 복잡도"라는 두 가지 요인사이에는 tradeoff 관계가 있어 주로 한 가지 인자에 주안점을 두고 설계하는 것이 일반적이었다. 따라서, 본 논문에서는 이런 한계를 극복하고 고속 디지털 시스템을 위한 낮은 복잡도를 가지면서 고속으로 데이터를 처리할 수 있는 새로운 PMN (path metric normalization)구조를 제안하여 일반적인 비터비 디코더보다 우수함을 검증하고자 한다.

Keywords : 비터비 디코더, Branch Metric(BM), Path Metric Normalization(PMN), Add-Compare-Select(ACS), Trace-Back(TB)

Ⅰ. 서 론

디지털 통신에서 데이터 전송시에는 오류가 발생하는데 이를 수정하기 위해서 오류 정정 부호화(error correction code)가 필요하게 된다. 이 오류 정정 부호화에는 크게 블록 부호(block code)와 컨볼루션 부호(convolutional code)로 나뉘는데, 블록 부호화는 데이터를 블록 단위로 부호화(encoding)와 복호화(decoding)를 수행하고, 컨볼루션 부호화는 일정 길이의 메모리를 이용해 이전 데이터와 현재 데이터를 비교해 부호화를 수행한다. 컨볼루션 부호화의 가장 대표적인 방법이 비터비 알고리즘이며, 비터비 알고리즘은 구속장(K)의 크기에 따라 복잡도가 지수승으로 증가하게 된다. 현재는 K=9 까지 이용되며 K>9 이상은 복잡도가 너무 크기에 실제로는 이용되지 않는다. 실제로 CDMA(IS_95)에서는 K=9 인 구조가 사용되어지고 있으며, 차세대 이동 통신인 IMT 2000 에서는 K=9 인 비터비 코드가 터보 코드와 함께 사용된다.

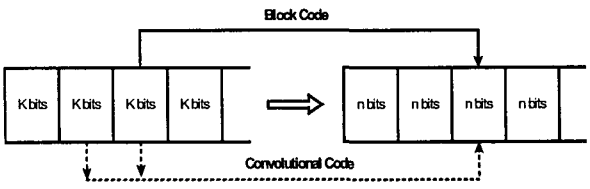

Fig. 1. 블록 코드와 컨볼루션 코드

구속장(K)에 의해 복잡도를 결정하는 가장 중요한 블록이 Add-Compare-Select 이며, 그리고 path metric 을 정규화시킨 결과값을 다시 귀환시켜 새로운 path metric 을 계산하는데 사용하므로 이로 인한 고속의 데이터 처리를 불가능하게 하는 한계가 되어 왔었다. 채널 상에서 발생하는 BER(bit-error-rate)의 감소없이 위의 두 가지 단점을 만족시키는 새로운 구조를 제안하기 위해서 하나의 결합된 형태인 optimized ACS and PMN unit 을 도출하고 이를 일반적인 형태의 ACS 와 2 단 pipeline 구조를 갖는 PMN 과 gate count 수를 비교 인자로 분석하고자 한다.

본 논문에서는 고속디지털 통신시스템에 맞는 효율적인 비터비 디코더를 설계하였으며, 전체 복호기 성능 분석은 MATLAB 을 통하여 수행하였고, 하드웨어 구현은 Verilog 를 사용하였으며, modelsim 으로 functional simulation 수행하였다. Synplicity 라는 합성툴을 이용하여, 설계된 구조를 검증하였으며, 합성툴에서 제공되는 *synthesis report* 를 이용하여 gate count 수를 비교분석하였다.

Ⅱ. 본 론

1. 비터비 알고리즘

비터비 알고리즘은 1967 년에 컨볼루션 부호(convolutional code)를 복호할 목적으로 제안되었다. 후에 이 알고리즘은 다양한 디지털 판단 문제들의 해결방법으로 알려지게 되었다. 비터비 알고리즘은 잡음이 섞인 수신된 데이터에 대하여 한정된 상태에서 프로세스의 연속 값에 대한 최적의 상태추적을 할 수 있다[1].

1.1 컨볼루션 인코더

컨볼루션 인코더를 표현하는데 세 가지 중요한 인자가 있다. 첫 번째로 구속장(K)은 인코더의 출력에 영향을 미치는 입력비트의 수를 나타내고, 두 번째로 Code Rate(R)는 비터비 인코더에 k 비트가 입력으로 들어가고, 출력으로 n 비트가 나온다면, code rate 는 n/k 가 된다. 일반적인값은 1/2,1/3,2/3 이 사용되어지고, 에러정정능력과 하드웨어 복잡도는 k/n 이 감소함에 따라 증가한다. 마지막으로 생성다항식은 인코더의 연결 상태를 구분지어 주는 인자로 사용되어 진다. Fig. 2.에서 같이 shifter