

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. (11) 공개번호 10-2006-0106132
H03M 13/11 (2006.01) (43) 공개일자 2006년10월12일

(21) 출원번호 10-2005-0028573

(22) 출원일자 2005년04월06일

(71) 출원인 삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 매탄동 416
학교법인연세대학교
서울 서대문구 신촌동 134번지

(72) 발명자 김준성
서울특별시 중랑구 묵1동 금호아파트 101동 1006호
송홍엽
서울특별시 영등포구 여의도동 광장아파트 1동 306호
김동호
서울특별시 동작구 상도5동 삼호아파트 103동 1710호
유철우
서울특별시 관악구 봉천4동 건영아파트 1701 건영아파트 102동 1402호
이예훈
경기도 수원시 영통구 영통동 청명마을3단지아파트 321동 1805호

(74) 대리인 이진주

심사청구 : 없음

(54) 연접 LDGM 부호 부호화/복호화 방법

요약

본 발명은 연접 저밀도발생행렬(low density generator matrix: LDGM) 부호 기반의 전송 시스템을 위한 복호화 방법에 관한 것으로서, 본 발명의 복호화 방법에서는 의사 난수 방식으로 미리 정해진 크기의 외부부호 패러티검사행렬을 생성하고, 상기 외부부호 패러티검사행렬을 확장하여 내부부호 패러티검사행렬을 생성하고, 상기 내부부호 패러티검사행렬을 이용하여 수신된 신호를 복호화 하는 것을 특징으로 한다.

대표도

도 2

색인어

저밀도생성행렬(LDGM), 채널부호화, 내부부호, 외부부호

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 일반적인 LDGM 부호의 패리티 검사행렬을 표현한 이분 그래프;

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 LDGM 부호 부호화/복호화 방법에서 패리티검사행렬 생성과정을 설명하기 위한 개념도;

도 3a는 도 2의 외부 패리티 검사행렬의 정보 비트 영역의 첫 번째 행에 대한 이분 그래프;

도 3b는 도 2의 외부 패리티 검사행렬의 정보비트 영역의 첫 번째 행을 확장하여 생성된 행렬의 이분 그래프;

도 3c는 도 3b의 이분 그래프에서 확장된 검사노드를 통합하는 과정을 설명하기 위한 이분 그래프;

도 3d는 도 3b의 이분 그래프에서 확장된 검사노드들이 통합된 후의 이분 그래프;

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 LDGM 부호 부호화/복호화 방법에 적용되는 개선된 신뢰도 전파 알고리즘을 보인 개념도;

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 LDGM 부호 부호화/복호화 방법을 적용하여 구현되는 연결 LDGM 복호기의 구조를 개략적으로 도시한 구성도;

도 6 본 발명의 일 실시예에 따른 LDGM 부호와 종래의 LDGM 부호의 성능 실험 비교 결과를 보인 그래프; 그리고

도 7은 본 발명에 따른 LDGM 부호와 종래의 LDGM 부호의 또 다른 성능 실험 비교 결과를 보인 그래프이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 통신 시스템에서의 채널 부호화에 관한 것으로, 더욱 상세하게는, 부호화 및 복호화 복잡도를 최소화 함으로써 성능을 향상시킬 수 있는 저밀도 생성 행렬 (low-density generator matrix: LDGM) 부호 부호화/복호화 방법에 관한 것이다.

일반적으로, 터보 부호는 부호화 복잡도는 매우 낮으나 복호화 복잡도가 높고, 저밀도패리티검사(low-density parity check: LDPC) 부호는 터보 부호에 비해 부호화 복잡도가 높지만 복호화 복잡도는 매우 낮다.

LDPC 부호는 적은 수의 1을 포함하는 패리티 검사 행렬을 가지는 선형 부호로서 확률적 반복 복호화 알고리즘을 이용하며 채널 용량의 한계 (Shannon limit)에 근접한 성능을 발휘한다. 터보 부호에 대한 LDPC 부호의 장점은 고속의 복호화가 가능한 병렬의 복호기 구조이다. 반면, LDPC 부호의 부호화 과정은 복잡한 행렬 곱셈에 의해 이루어지기 때문에 터보 부호에 비해 부호화 복잡도가 매우 크다.

한편, 저밀도 생성 행렬 (low-density generator matrix: LDGM) 부호는 표준 LDPC [부호] 부호와 터보 부호에 비해 복잡도 측면에서 장점을 가진다. 특히, 생성 행렬이 성긴 구조를 가지기 때문에 부호화 과정에서 요구되는 처리량이 블록 크기에 대해 선형적이고 터보 부호와 유사하다.

더욱이, 구조화된 LDGM 부호의 패리티 검사 행렬 역시 성기기 때문에, 실제로 LDGM 부호는 LDPC 부호의 부분집합이며 표준 LDPC 부호와 동일한 방법 및 동일한 복잡도로 복호 가능하다.

수학식 1과 수학식 2는 각각 표준 LDGM 부호의 패리티 검사행렬과 생성 행렬을 보여주고 있다.

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

수학식 1 및 수학식 2에서 보는 바와 같이, LDGM 부호의 패러티 검사 행렬과 생성 행렬의 원소들은 대부분이 0으로 성기며, 따라서 LDPC 부호와 동일한 방법으로 복호기를 구성할 수 있으며 생성 행렬의 1의 개수가 적기 때문에 부호기의 복잡도도 매우 낮다.

도 1은 수학식 1의 패러티 검사행렬을 표현한 이분 그래프로서, 첫 번째 검사노드(111)는 첫 번째, 세 번째, 네 번째, 및 여섯 번째 비트노드들(121, 123, 124, 126) 및 검사 행렬의 패러티 파트를 구성하는 첫 번째 부호화 비트노드 (131)과 연결되어 있고, 두 번째 검사노드(112)는 첫 번째, 두 번째, 네 번째, 다섯 번째 비트노드들(121, 122, 124, 125)과 두 번째 부호화 비트노드 (132)와 연결되어 있으며, 그리고 세 번째 검사노드 (113)는 두 번째, 세 번째 다섯 번째, 및 여섯 번째 비트노드들(122, 123, 125, 126)과 연결되어 있고, 세 번째 부호화 비트 노드(133)에 연결되어 있다.

그러나 상기 패러티 검사행렬의 이분 그래프에서 보는 바와 같이, 하나의 검사 노드에만 연결된 비트 노드들이 존재하기 때문에 오류 마루 현상이 생기며 BER 성능이 현저히 떨어지는 문제점이 있다.

이러한 단점을 개선하기 위해, 두 개의 서로 다른 LDGM 부호를 각각 내부부호(inner code)와 외부부호(outer code)로 사용함으로써 채널 용량 한계에 근접하는 성능을 보이는 연접 LDGM 부호가 제안된 바 있다.

그러나, 이러한 연접 LDGM 부호는 두 개의 부호기와 두 개의 복호기를 이용하기 때문에 부호화 및 복호화 복잡도가 증가하게 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로, 본 발명의 목적은 복호기의 복잡도를 감소시킬 수 있는 연접 LDGM 부호 부호화/복호화 방법을 제공하는 것이다.

상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 국면에 있어서 정보 비트들에 대응하는 정보비트영역과 패러티 비트에 대응하는 패러티검사 영역으로 구성되는 패러티 검사 행렬을 이용하여 신호를 검출하는 연접 저밀도발생행렬(LDGM) 부호 기반의 전송 시스템을 위한 복호화 방법에서는 의사 난수 방식으로 미리 정해진 크기의 외부부호 패러티검사행렬을 생성하고, 상기 외부부호 패러티검사행렬을 이용하여 내부부호 패러티검사행렬을 생성하고, 상기 내부부호 패러티검사행렬을 이용하여 수신된 신호를 복호화 한다.

바람직하게는, 상기 외부부호 패러티검사행렬 생성 단계는 의사 난수 방식으로 미리 정해진 크기의 제1정보비트영역을 생성하고, 상기 제1정보비트영역에 행 크기가 동일한 단위행렬 형태의 제1패러티검사영역을 더하는 것을 포함한다.

바람직하게는, 상기 내부부호 패러티검사행렬 생성 단계는 상기 외부부호 패러티검사행렬의 제1정보비트영역의 각 행을 미리 정해진 행 크기의 부분행렬로 확장하고, 상기 제1패러티검사영역을 의사 난수 방식으로 확장하고, 상기 확장된 부분행렬들과 확장된 제1패러티검사영역을 배열하여 내부부호 패러티검사행렬의 제2정보비트영역을 생성하고, 상기 제2정보비트영역에 행 크기가 동일한 단위행렬 형태의 제2패러티검사영역 더하는 것을 포함한다.

바람직하게는, 상기 제1정보비트영역은 전진 엣지 성장 알고리즘(progressive edge growth algorithm)을 통해 확장된다.

본 발명의 다른 일 국면에 있어서, 정보 비트들에 대응하는 정보비트영역과 패리티 비트에 대응하는 패리티검사 영역으로 구성되는 패리티 검사 행렬을 이용하여 신호를 검출하는 연접 저밀도발생행렬(LDGM) 부호 기반의 전송 시스템을 위한 부호화 방법에서는 의사 난수 방식으로 미리 정해진 크기의 외부부호 패리티검사행렬을 생성하고, 상기 외부부호 패리티검사행렬을 이용하여 내부부호 패리티검사행렬을 생성하고, 상기 내부부호 패리티검사행렬을 이용하여 내부 생성 행렬을 생성하고, 상기 외부부호 패리티검사행렬을 이용하여 외부 생성 행렬을 생성하고, 상기 생성행렬들을 이용하여 전송할 신호를 연접 부호화 한다.

본 발명의 또 다른 일 국면에 있어서, 내부 LDGM 부호와 외부 LDGM 부호를 이용하는 연접 저밀도발생행렬(LDGM) 부호 기반의 전송 시스템을 위한 LDGM 복호기는 상기 내부 LDGM 부호의 패리티 검사 행렬을 구성하는 여러 개의 패리티 검사노드들을 묶어서 외부 LDGM 부호의 패리티 검사 행렬의 검사노드로 이용한다.

바람직하게는, 상기 외부부호 패리티검사행렬은 의사 난수 방식을 통해 생성된 미리 정해진 크기의 제1정보비트영역과, 상기 제1정보비트영역과 동일한 행 크기의 제1패리티검사영역으로 구성된다.

바람직하게는, 상기 내부부호 패리티검사행렬은 상기 제1정보비트영역의 각 행을 미리 정해진 크기로 확장하여 생성된 제1부분행렬들과 상기 제1패리티검사영역을 의사 난수 방식으로 확장하여 생성된 제2부분행렬로 제2정보비트영역과, 상기 제2정보비트영역과 행 크기가 동일한 단위행렬 형태의 제2패리티검사영역으로 구성된다.

바람직하게는, 상기 제1정보비트영역의 각 행은 전진 엣지 성장 알고리즘을 통해 확장된다.

바람직하게는, 상기 복호기의 출력 신호에 대해 인터리빙을 수행하여 복호기의 입력신호로 출력하는 인터리버를 더욱 포함한다.

발명의 구성 및 작용

이하, 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 연접 LDGM 부호 부호화/복호화 방법을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

본 발명의 연접 LDGM 부호 부호화/복호화 방법에서는 외부 LDGM 부호를 확장하여 내부 LDGM 부호를 생성하고, 내부 LDGM 복호기를 외부 LDGM 부호를 복호화 하는데 사용한다. 필요에 따라 상기 내부 LDGM 복호기는 변형될 수 있다.

본 발명에서 외부 LDGM 부호를 (n_1, n_1-k, p) 균일 LDGM 부호로 정의하고, 내부 LDGM 부호를 (n_2, n_2-k, rp) 균일 LDGM 부호로 정의 한다. 여기서 n_1 과 n_2 는 각각 외부와 내부 LDGM 부호어의 길이이며 n_1-k 와 n_2-k 는 각각 외부와 내부 LDGM 부호어의 패리티검사방정식의 개수이며, p 와 rp 는 각각 패리티검사행렬의 정보영역에서의 각 비트 노드의 엣지 수이다. 여기서 k 는 정보 비트 수, r 과 $s = n_1/(n_1-k)$ 는 자연수 이다. 본 발명의 연접 LDGM 부호 부호화/복호화 방법에서는, 먼저 의사 난수 (pseudorandom) 방식으로 외부 LDGM 부호의 패리티 검사 행렬을 생성하고, 상기 외부 LDGM 부호의 패리티 검사 행렬의 각 행을 s 개의 행들로 확장하여 내부 LDGM 부호의 패리티 검사 행렬을 생성한다. 여기서 각 비트 노드의 엣지 수는 r 배로 증가한다. 설명의 편의상 외부 LDGM 부호의 패리티 검사행렬을 외부 패리티 검사행렬로 내부 LDGM 부호의 패리티 검사행렬을 내부 패리티 검사행렬로 약칭한다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 LDGM 부호 부호화/복호화 방법을 설명하기 위한 개념도이다. 본 발명의 일 실시예에서는 (9, 3, 2) 외부 LDGM 부호와 (18, 9, 4)의 내부 LDGM 부호를 예를 들어 설명한다.

도 2에서, 외부 패리티 검사 행렬은 점선 원편의 정보비트들에 대응하는 정보 비트 영역과 점선 오른편의 패리티 비트들에 대응하는 패리티 검사 영역으로 구분한다. 상기 외부 패리티 검사 행렬의 정보 비트 영역의 각 행은 3개의 행으로 확장되고, 이 경우 각 비트노드의 엣지 수는 2배로 증가한다. 이러한 확장 과정에서, 성능을 최대화 하기 위해 전진 엣지 성장 알고리즘 (progressive edge growth algorithm)을 이용할 수 있다. 내부 LDGM 부호의 패리티 검사 행렬을 구성하는 정보 비트 영역의 나머지 부분은 의사 난수 (pseudorandom) 방식으로 생성될 수 있다.

도 3a는 도 2의 외부 패리티 검사행렬의 정보 비트 영역의 첫 번째 행에 대한 이분 그래프이고, 도 3b는 도 2의 외부 패리티 검사행렬의 정보비트 영역의 첫 번째 행을 확장하여 생성된 행렬의 이분 그래프이다.

도 3a에서, 검사노드(312)는 제1, 제2, 제4, 및 제5 비트노드들(321, 322, 324, 325)에 연결되어 있고, 하나의 부호화 비트노드(332)에 연결되어 있다. 본 발명의 일 실시예에 따라 상기 정보비트 영역의 첫 번째 행을 3행의 행렬성분으로 확장하고, 확장을 통해 생성된 행렬성분을 이분 그래프로 표현하면, 도 3b에서 보는 바와 같이, 세 개의 검사노드(341, 342, 343)가 생성되고, 각각의 검사노드에 하나의 부호화 비트노드(351, 352, 353)가 연결되어 있다. 제1검사노드(341)는 제1, 제2, 및 제5비트노드(321, 322, 325)와 연결되어 있고, 제2검사노드(342)는 제2 및 제4비트노드(322, 324)와 연결되어 있으며, 제3검사노드(343)는 제1, 제4, 및 제5비트노드(321, 324, 325)와 연결되어 있다.

복호화 과정에서 상기 내부 LDGM 부호의 패리티 검사행렬을 구성하는 확장된 검사노드들을 하나의 새로운 검사노드로 통합하면 그 결과는 상기 외부 LDGM 부호의 패리티 검사행렬의 체크노드와 동일해 진다.

도 3c와 도 3d는 도 3b의 이분 그래프에서 확장된 검사노드들을 통합하는 과정을 설명하기 위한 개념도로서, 도 3c에서와 같이 하나의 터미 체크 노드(361)를 추가하고 부호화 노드들을 하나의 부호화 비트노드(371)로 결합하고, 도 3d와 같이 확장된 검사노드들을 터미노드(361)로 통합시키면 그 결과는 도 3a의 이분 그래프와 동일해진다.

상기한 바와 같이, 주어진 외부 부호로부터 내부 부호를 설계함으로써, 신뢰도 전파 알고리즘(belief-propagation algorithm)을 수정하면 외부부호의 복호 시 내부 복호기를 이용할 수 있다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 LDGM 부호 부호화/복호화 방법에 적용되는 개선된 신뢰도 전파 알고리즘을 보인 개념도이다.

일반적으로 신뢰도 전파 알고리즘의 검사노드 메시지 갱신은 수학식 3 내지 수학식 5과 같이 주어진다.

$$T_m = \prod_{n' \in N(m)} \frac{1 - \exp(z_{mn'})}{1 + \exp(z_{mn'})}$$

$$T_{mn} = T_m \times \frac{1 - \exp(z_m)}{1 + \exp(z_m)} \bigg/ \frac{1 - \exp(z_{mn})}{1 + \exp(z_{mn})}$$

$$L_{mn} = \ln \frac{1 - T_{mn}}{1 + T_{mn}}$$

수학식 3 내지 수학식 5에서, $N(m)$ 은 열 무게가 1인 비트노드를 제외한 검사노드 m에 연결된 비트노드들의 집합이고, z_{mn} 은 검사노드 m과 연관된 비트노드 n의 사전 확률 (priori probability)을 로그우도비(log-likelihood ratio)로 나타낸 것이며, z_m 은 검사노드 m에서 열 무게가 1인 비트노드의 사전 확률 (priori probability)을 로그우도비로 나타낸 것이다. 비트노드 메시지 갱신 규칙은 수학식 6과 같이 표현될 수 있다.

$$z_{mn} = F_n + \sum_{m' \in M(n) \setminus m} L_{m'n}$$

여기서 F_n 은 비트노드 n의 수신기에서 수신된 사전 확률 (priori probability)을 로그우도비(log-likelihood ratio: LLR)로 나타낸 것이며, $M(n) \setminus m$ 은 검사노드 m을 제외한 비트노드 n에 연결된 검사노드들의 집합이다.

본 발명의 연접 LDGM 부호를 복호화 하기 위해, 먼저 내부 복호기를 사용하여 내부 부호를 복호하고, 동일한 복호기에 약간의 수정을 가하여 외부부호를 복호 한다.

$S(j)$ 를 외부 부호의 체크노드 j 로부터 확장된 내부 검사노드들의 집합이라 하고, C_j 를 $S(j)$ 에 포함된 새로운 검사노드 (더미 검사노드)라 하면, C_j 에서 수학식 3과 수학식 4로부터 수학식 7을 유도할 수 있다.

$$T'_j = \left(\prod_{m \in S(j)} T_m \right)^{1/r}$$

수학식 7에서 내부 비트노드들 사이의 엣지 수는 외부 비트노드들 사이의 엣지 수보다 r 배 크기 때문에 비트노드들로부터 더미 검사노드 C_j 로 전파된 동일한 메시지는 r 제곱배 만큼 곱해진다. 그러므로, 더미 검사노드 C_j 에서 수학식 7에 주어진 r 번째 루트를 취해야만 한다. 이후 상기 수학식 4와 수학식 5는 T_m 이 T'_j 로 대체된 것을 제외하고는 동일하다. 비트노드 메시지 갱신 규칙을 위해, 더미 검사노드 C_j 로부터의 동일한 메시지들이 모든 비트노드에서 r 회씩 추가되기 때문에 수학식 6은 수학식 8과 같이 수정된다.

$$z_{mn} = F_n + \frac{1}{r} \times \sum_{m' \in M(n) \setminus m} L_{m'n}$$

상기한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 LDGM 부호 부호화/복호화 방법을 적용하면 복호기 복잡도를 줄일 수 있다. 또한, 본 발명의 LDGM 부호의 성능을 향상시키기 위해 내부부호기와 외부부호기 사이에 비트 인터리버가 설치 되는 것이 바람직하다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 LDGM 부호 부호화/복호화 방법을 적용하여 구현되는 연접 LDGM 복호기의 구조를 개략적으로 도시한 구성도이다.

종래의 내부 복호기와 외부 복호기로 구성되는 연접 LDGM 복호기와는 달리, 본 발명의 LDGM 복호기는 내부 복호기와 인터리버로 구성된다. 도 5에서 보는 바와 같이, 내부복호기 (510)의 출력 비트열은 인터리버 (520)에 의해 인터리빙 된 후 다시 내부복호기(510)로 입력된다. 상기 인터리빙된 출력은 종래의 외부 복호기의 입력과 동일하고, 따라서 하나의 복호기로 외부 및 내부 부호를 복호화 하게 된다.

한편, 상기와 같이 구성된 복호기의 구조를 부호기에 동일하게 적용함으로써 낮은 복잡도로 부호기를 구현할 수 있다.

도 6 및 도 7은 본 발명에 따른 연접 LDGM 부호와 종래의 연접 LDGM 부호의 성능 실험 비교 결과를 보인 그래프들이다.

실험을 위해 AWGN 채널 환경에서 부호율 0.5 (20000, 10000, 6)의 내부 부호와 부호율 0.95 (10000, 500, 3)의 외부부호를 사용하였으며 동일한 외부부호를 종래의 연접 LDGM 부호와 본 발명의 연접 LDGM 부호에 적용하였다. 종래의 연접 LDGM 부호를 위한 내부 부호는 PEG 알고리즘을 사용하여 구성되었고, 본 발명의 내부 부호는 상기한 실시예에 따라 외부부호를 확장하여 구성하였다.

도 6에서 보는 바와 같이, 10^{-5} 의 비트오류율 (bit error rate: BER)에서 인터리빙을 적용한 경우 본 발명의 연접 LDGM 부호와 종래의 연접 LDGM 부호가 거의 동일한 성능을 보이고 있음을 알 수 있다.

도 7은 부호어 길이를 2000으로 설정한 경우의 성능 곡선으로, 도 6과 유사한 결과를 보이고 있다. 결과적으로, 본 발명의 연접 LDGM 부호를 적용할 경우 하나의 복호기를 이용하여 종래의 연접 LDGM 부호와 거의 동일한 성능을 얻을 수 있음을 알 수 있다.

본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

발명의 효과

상기한 바와 같이, 본 발명의 연접 LDGM 부호 부호화/복호화 방법에서는 외부 LDGM 부호의 패리티 검사행렬의 각 행을 확장하여, 외부 LDGM 부호로부터 내부 LDGM 부호를 생성하기 때문에, 복호기 구현 시 하나의 내부 복호기로 외부 부호의 복호화가 가능하고, 하나의 복호기를 이용함으로써 복호화 복잡도가 감소한다.

(57) 청구의 범위**청구항 1.**

정보 비트들에 대응하는 정보비트영역과 패리티 비트에 대응하는 패리티검사 영역으로 구성되는 패리티 검사 행렬을 이용하여 신호를 검출하는 연접 저밀도발생행렬(LDGM) 부호 기반의 전송 시스템에 있어서,

의사 난수 방식으로 미리 정해진 크기의 외부부호 패리티검사행렬을 생성하고;

상기 외부부호 패리티검사행렬을 이용하여 내부부호 패리티검사행렬을 생성하고;

상기 내부부호 패리티검사행렬을 이용하여 수신된 신호를 복호하는 복호화 방법.

청구항 2.

제 1항에 있어서, 상기 외부부호 패리티검사행렬 생성 단계는 의사 난수 방식으로 미리 정해진 크기의 제1정보비트영역을 생성하고;

상기 제1정보비트영역에 행 크기가 동일한 단위행렬 형태의 제1패리티검사영역을 더하는 것을 특징으로 하는 복호화 방법

청구항 3.

제 2항에 있어서, 상기 내부부호 패리티검사행렬 생성 단계는:

상기 외부부호 패리티검사행렬의 제1정보비트영역의 각 행을 미리 정해진 행 크기의 부분행렬로 확장하고;

상기 제1패리티검사영역을 의사 난수 방식으로 확장하고;

상기 확장된 부분 행렬들과 확장된 제1패리티검사영역을 배열하여 내부부호 패리티검사행렬의 제2정보비트영역을 생성하고;

상기 제2정보비트영역에 행 크기가 동일한 단위행렬 형태의 제2패리티검사영역을 더하는 것을 특징으로 하는 복호화 방법.

청구항 4.

제 3항에 있어서, 상기 제1정보비트영역은 전진 엣지 성장 알고리즘(progressive edge growth algorithm)을 통해 확장되는 것을 특징으로 하는 복호화 방법.

청구항 5.

정보 비트들에 대응하는 정보비트영역과 패리티 비트에 대응하는 패리티검사 영역으로 구성되는 패리티 검사 행렬을 이용하여 신호를 검출하는 연접 저밀도발생행렬(LDGM) 부호 기반의 전송 시스템에 있어서,

의사 난수 방식으로 미리 정해진 크기의 외부부호 패리티검사행렬을 생성하고;

상기 외부부호 패리티검사행렬을 이용하여 내부부호 패리티검사행렬을 생성하고;

상기 내부부호 패리티검사행렬을 이용하여 생성 행렬을 생성하고;

상기 생성행렬을 이용하여 전송할 신호를 연접 부호화 하는 부호화 방법.

청구항 6.

제 5항에 있어서, 상기 외부부호 패리티검사행렬 생성 단계는 의사 난수 방식으로 미리 정해진 크기의 제1정보비트영역을 생성하고;

상기 제1정보비트영역에 행 크기가 동일한 단위행렬 형태의 제1패리티검사영역을 더하여 외부부호 패리티 검사행렬을 생성하는 것을 특징으로 하는 부호화 방법

청구항 7.

제 6항에 있어서, 상기 내부부호 패리티검사행렬 생성 단계는:

상기 외부부호 패리티검사행렬의 제1정보비트영역의 각 행을 미리 정해진 행 크기의 부분행렬로 확장하고;

상기 제1패리티검사영역을 의사 난수 방식으로 확장하고;

상기 확장된 부분 행렬들과 확장된 제1패리티검사영역을 배열하여 내부부호 패리티검사행렬의 제2정보비트영역을 생성하고;

상기 제2정보비트영역에 행 크기가 동일한 단위행렬 형태의 제2패리티검사영역을 더하여 내부부호 패리티 검사행렬을 생성하는 것을 특징으로 하는 부호화 방법.

청구항 8.

제 7항에 있어서, 상기 제1정보비트영역은 전진 엣지 성장 알고리즘(progressive edge growth algorithm)을 통해 확장되는 것을 특징으로 하는 부호화방법.

청구항 9.

정보 비트들에 대응하는 정보비트영역과 패리티 비트에 대응하는 패리티검사 영역으로 구성되는 패리티 검사 행렬을 이용하여 신호를 검출하는 연접 저밀도발생행렬(LDGM) 부호 기반의 전송 시스템에 있어서,

의사 난수 방식으로 미리 정해진 크기의 외부부호 패리티검사행렬을 생성하고;

상기 외부부호 패리티검사행렬을 이용하여 내부부호 패리티검사행렬을 생성하고;

상기 내부부호 패리티검사행렬을 이용하여 내부 생성 행렬을 생성하고;

상기 외부부호 패리티검사행렬을 이용하여 외부 생성 행렬을 생성하고,

상기 생성행렬들을 이용하여 전송할 신호를 연결 부호화 하는 부호화 방법.

청구항 10.

제 9항에 있어서, 상기 외부부호 패리티검사행렬 생성 단계는 의사 난수 방식으로 미리 정해진 크기의 제1정보비트영역을 생성하고;

상기 제1정보비트영역에 행 크기가 동일한 단위행렬 형태의 제1패리티검사영역을 더하여 외부부호 패리티 검사행렬을 생성하는 것을 특징으로 하는 부호화 방법

청구항 11.

제 10항에 있어서, 상기 내부부호 패리티검사행렬 생성 단계는:

상기 외부부호 패리티검사행렬의 제1정보비트영역의 각 행을 미리 정해진 행 크기의 부분행렬로 확장하고;

상기 제1패리티검사영역을 의사 난수 방식으로 확장하고;

상기 확장된 부분 행렬들과 확장된 제1패리티검사영역을 배열하여 내부부호 패리티검사행렬의 제2정보비트영역을 생성하고;

상기 제2정보비트영역에 행 크기가 동일한 단위행렬 형태의 제2패리티검사영역을 더하여 내부부호 패리티 검사행렬을 생성하는 것을 특징으로 하는 부호화 방법.

청구항 12.

제 11항에 있어서, 상기 제1정보비트영역은 전진 엣지 성장 알고리즘(progressive edge growth algorithm)을 통해 확장되는 것을 특징으로 하는 부호화방법.

청구항 13.

내부 LDGM 부호와 외부 LDGM 부호를 이용하는 연결 저밀도발생행렬(LDGM) 부호 기반의 전송 시스템에 있어서,

상기 내부 LDGM 부호의 패리티 검사 행렬을 구성하는 여러 개의 패리티 검사노드들을 묶어서 외부 LDGM 부호의 패리티 검사 행렬의 검사노드로 이용하는 LDGM 복호기.

청구항 14.

제 13항에 있어서, 상기 외부부호 패리티검사행렬은:

의사 난수 방식을 통해 생성된 미리 정해진 크기의 제1정보비트영역과;

상기 제1정보비트영역과 동일한 행 크기의 제1패리티검사영역으로 구성되는 것을 특징으로 하는 LDGM 복호기.

청구항 15.

제 14항에 있어서, 상기 내부부호 패러티검사행렬은:

상기 제1정보비트영역의 각 행을 미리 정해진 크기로 확장하여 생성된 제1부분행렬들과 상기 제1패러티검사영역을 의사난수 방식으로 확장하여 생성된 제2부분행렬로 제2정보비트영역과;

상기 제2정보비트영역과 행 크기가 동일한 단위행렬 형태의 제2패러티검사영역으로 구성되는 것을 특징으로 하는 LDGM 복호기.

청구항 16.

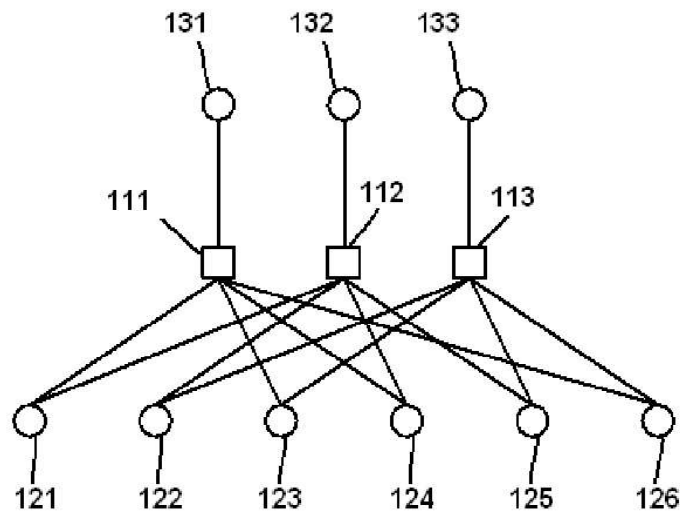
제 15항에 있어서, 상기 제1정보비트영역의 각 행은 전지 엣지 성장 알고리즘을 통해 확장되는 것을 특징으로 하는 LDGM 복호기.

청구항 17.

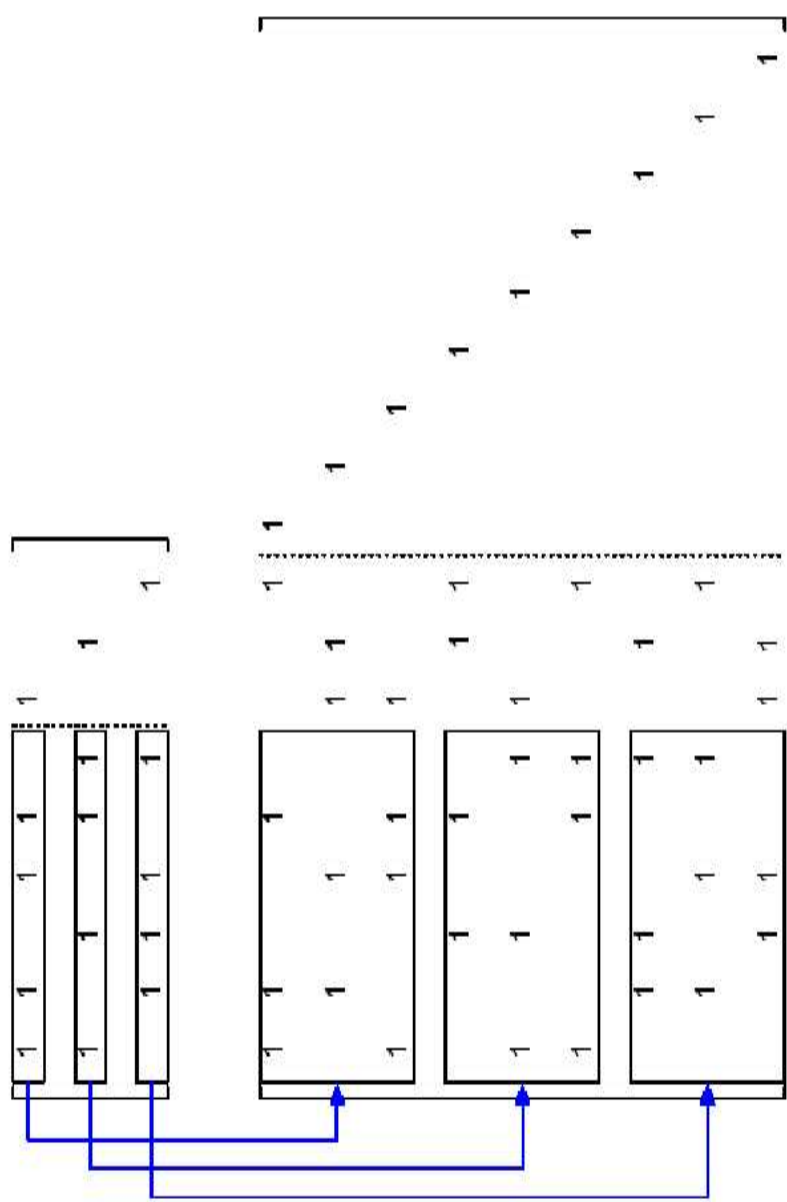
제 13항에 있어서, 상기 복호기의 출력 신호에 대해 인터리빙을 수행하여 복호기의 입력신호로 출력하는 인터리버를 더욱 포함하는 것을 특징으로 하는 LDGM 복호기.

도면

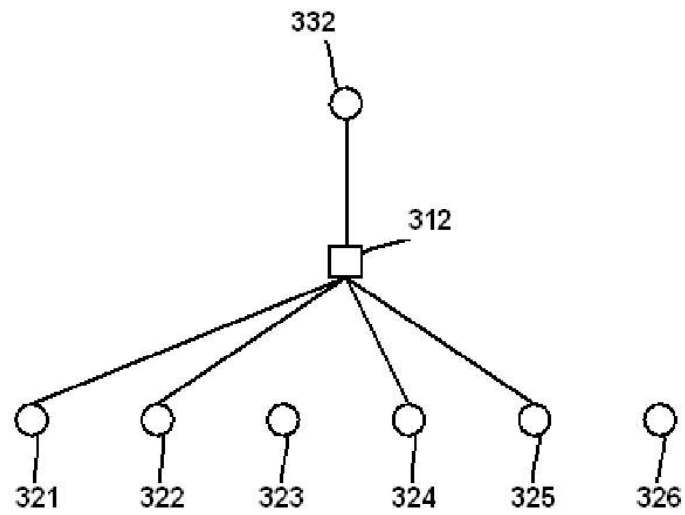
도면1



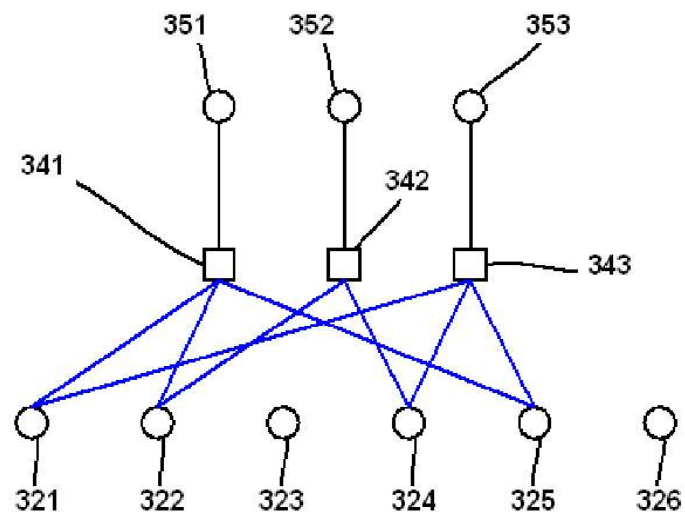
도면2



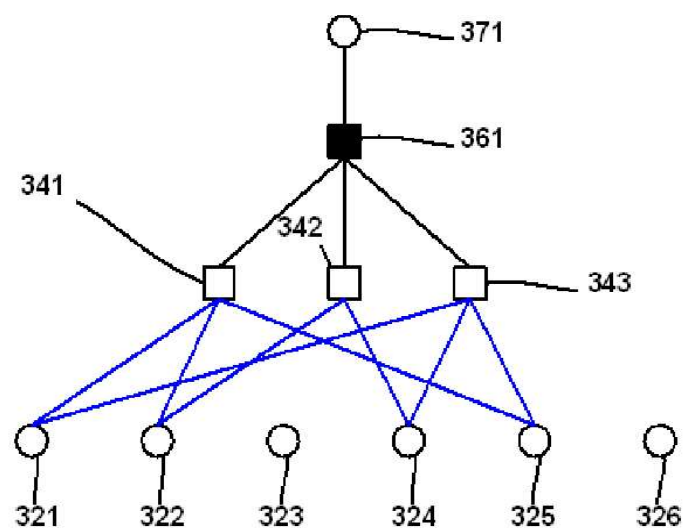
도면3a



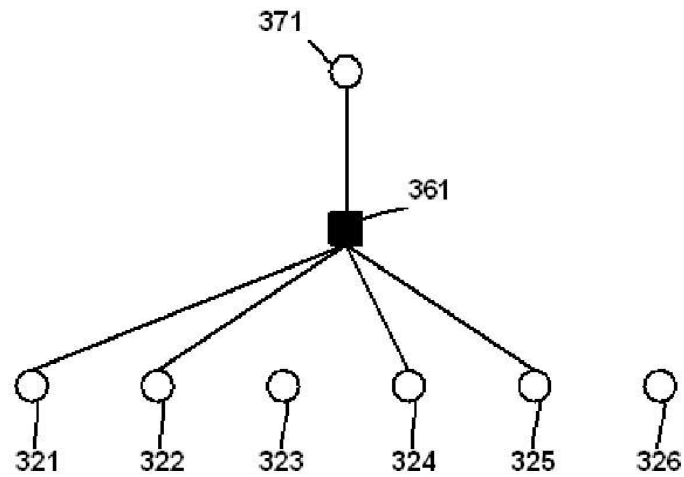
도면3b



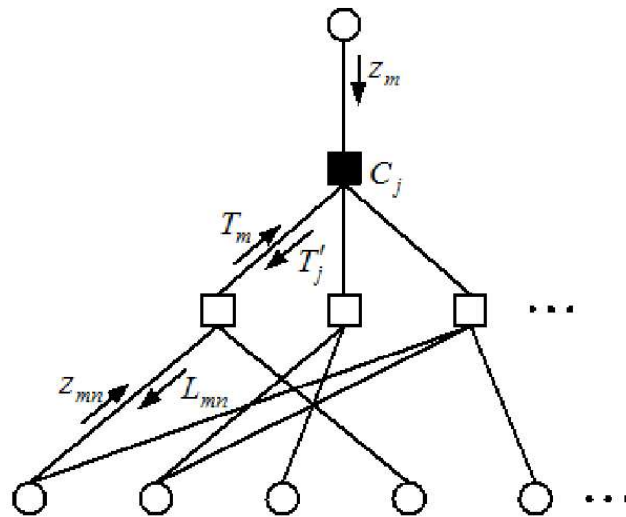
도면3c



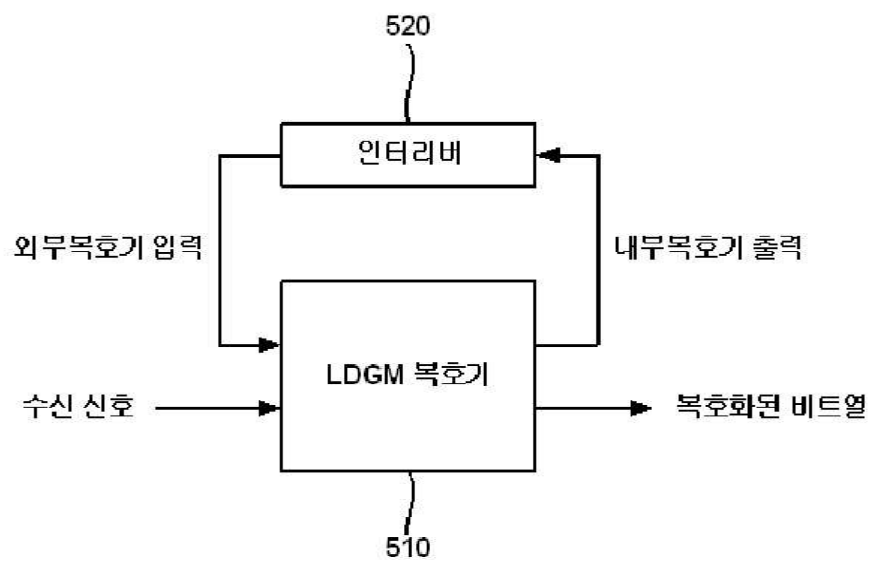
도면3d



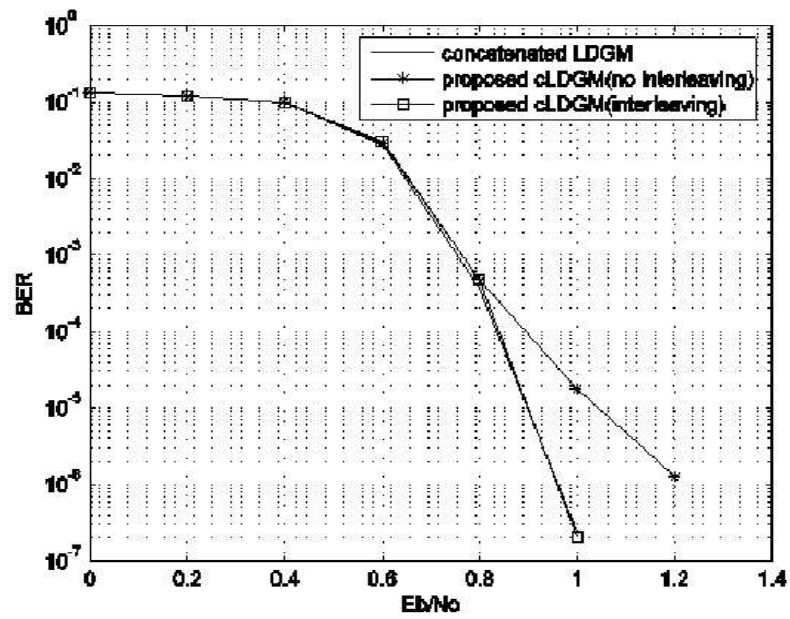
도면4



도면5



도면6



도면7

