

명세서

발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 기반으로 부호화를 수행하는 방법 및 이를 이용한 단말 기술분야

- [1] 본 명세서는 무선 통신에 관한 것으로, 더 상세하게는 무선 통신 시스템에서 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 기반으로 부호화를 수행하는 방법 및 이를 이용한 단말에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 종래 LDPC(Low Density Parity Check) 부호화 방법은 IEEE 802.11n WLAN, IEEE 802.16e mobile WiMAX 및 DVBS2와 같은 무선 통신 시스템에서 사용되고 있다. LDPC 부호화 방법은 기본적으로 선형 블록 부호(Linear block code)의 일종이기 때문에, LDPC 부호화 방법의 연산은 패리티 체크 행렬과 입력 벡터의 곱으로 이루어진다.
- [3] 또한, 5G 통신을 위한 데이터의 전송은 최대 20Gbps에서부터 최소 수 십bps (예로, LTE의 경우 40bit)까지 지원될 것으로 예측된다. 넓은 데이터 전송의 커버리지를 지원하기 위해 다양한 부호율(code rate)이 지원될 필요성이 커지고 있다. 위와 같은 요구 사항을 만족시키기 위해 LDPC 부호를 기반으로 한 다양한 부호화 방식에 대한 논의가 진행 중이다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [4] 본 명세서의 목적은 상대적으로 긴 길이의 라지 블록(large block)의 전송에서 높은 쓰루풋을 얻기 위해 설계된 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬(parity check matrix)을 기반으로 부호화를 수행하는 방법 및 이를 이용한 단말을 제공하는데 있다.

과제 해결 수단

- [5] 본 일 실시 예의 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 기반으로 부호화를 수행하는 방법에 따르면, 단말에 의해, 패리티 검사 행렬을 생성하되, 패리티 검사 행렬은 특성 행렬에 상응하고, 특성 행렬의 각 성분은 기본 행렬 내에서 대응되는 성분과 리프팅 값 간의 모듈로 연산을 통해 정해진 시프트 인덱스(shift index) 값과 상응하고, 기본 행렬은 46 x 68 행렬인, 단계; 및 단말에 의해, 패리티 검사 행렬을 이용하여 입력데이터에 대한 부호화를 수행하는 단계를 포함하되, 리프팅 값은 입력데이터의 길이와 연관되는, 단계를 포함한다.

발명의 효과

- [6] 본 명세서의 일 실시 예에 따르면, 상대적으로 긴 길이의 라지 블록(large block)의 전송에서 높은 쓰루풋을 얻기 위해 설계된 LDPC 부호의 패리티 검사

행렬을 기반으로 부호화를 수행하는 방법 및 이를 이용한 단말이 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [7] 도 1은 본 실시 예에 따른 무선 통신 시스템을 보여주는 블록도이다.
- [8] 도 2는 서브 행렬(P)의 특성을 설명하기 위한 도면이다.
- [9] 도 3은 본 실시 예에 따른 패리티 체크 행렬을 보여주는 도면이다.
- [10] 도 4는 본 실시 예에 따른 패리티 체크 행렬에 상응하는 특성 행렬을 보여주는 도면이다.
- [11] 도 5는 본 실시 예에 따른 패리티 체크 행렬을 위한 기본 행렬의 구조를 보여주는 도면이다.
- [12] 도 6은 본 실시 예에 따른 기본 행렬에 속한 A 행렬을 보여준다.
- [13] 도 7A 및 도 7B은 본 실시 예에 따른 기본 행렬에 속한 C 행렬을 보여준다.
- [14] 도 8A 및 도 8B는 본 실시 예에 따른 기본 행렬에 속한 D 행렬을 보여준다.
- [15] 도 9는 본 실시 예에 따른 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 기반으로 부호화를 수행하는 방법을 보여주는 순서도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [16] 전술한 특성 및 이하 상세한 설명은 모두 본 명세서의 설명 및 이해를 돕기 위한 예시적인 사항이다. 즉, 본 명세서에는 이와 같은 실시 예에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수 있다. 다음 실시 형태들은 단지 본 명세서를 완전히 개시하기 위한 예시이며, 본 명세서가 속하는 기술 분야의 통상의 기술자들에게 본 명세서를 전달하기 위한 설명이다. 따라서, 본 명세서의 구성 요소들을 구현하기 위한 방법이 여럿 있는 경우에는, 이들 방법 중 특정한 것 또는 이와 동일성 있는 것 가운데 어떠한 것으로든 본 명세서의 구현이 가능함을 분명히 할 필요가 있다.
- [17] 본 명세서에서 어떤 구성이 특정 요소들을 포함한다는 언급이 있는 경우, 또는 어떤 과정이 특정 단계들을 포함한다는 언급이 있는 경우는, 그 외 다른 요소 또는 다른 단계들이 더 포함될 수 있음을 의미한다. 즉, 본 명세서에서 사용되는 용어들은 특정 실시 형태를 설명하기 위한 것일 뿐이고, 본 명세서의 개념을 한정하기 위한 것이 아니다. 나아가, 발명의 이해를 돕기 위해 설명한 예시들은 그것의 상보적인 실시 예도 포함한다.
- [18] 본 명세서에서 사용되는 용어들은 본 명세서가 속하는 기술 분야의 통상의 기술자들이 일반적으로 이해하는 의미를 갖는다. 보편적으로 사용되는 용어들은 본 명세서의 맥락에 따라 일관적인 의미로 해석되어야 한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 용어들은, 그 의미가 명확히 정의된 경우가 아니라면, 지나치게 이상적이거나 형식적인 의미로 해석되지 않아야 한다. 이하 첨부된 도면을 통하여 본 명세서의 실시 예가 설명된다.
- [19] 도 1은 본 실시 예에 따른 무선 통신 시스템을 보여주는 블록도이다.
- [20] 도 1을 참조하면, 무선 통신 시스템은 송신 단말(10)과 수신 단말(20)을 포함할

- 수 있다.
- [21] 송신 단말(10)은 LDPC 부호화기(100) 및 변조기(200)를 포함할 수 있다. LDPC 부호화기(100)는 데이터(m)를 전달받고, 전달받은 데이터(m)를 부호화(encoding)하여 코드워드(c)를 출력할 수 있다. 변조기(200)는 코드워드(c)를 전달받고, 전달받은 코드워드(c)를 무선변조할 수 있다. 무선변조된 코드워드는 안테나를 통하여 수신 단말(20)로 송신될 수 있다.
- [22] 송신 단말(10)의 프로세서(미도시)는 LDPC 부호화기(100) 및 변조기(200)를 포함하며, 송신 단말(10)의 안테나와 연결되는 것으로 이해될 수 있다.
- [23] 수신 단말(20)은 복조기(300) 및 LDPC 복호화기(400)를 포함할 수 있다. 복조기(300)는 안테나를 통하여 무선변조된 코드워드를 전달받고, 이를 코드워드(c)로 복조할 수 있다. LDPC 복호화기(400)는 코드워드(c)를 전달받고, 전달받은 코드워드(c)를 복호화(decoding)하여 데이터(m)를 출력할 수 있다.
- [24] 수신 단말(20)의 프로세서(미도시)는 복조기(300) 및 LDPC 복호화기(400)를 포함하며, 수신 단말(20)의 안테나와 연결되는 것으로 이해될 수 있다.
- [25] 다시 말해, 도 1의 무선 통신 시스템은 데이터(m)를 LDPC 부호화기(100)를 사용하여 코드워드(c)로 부호화하고 LDPC 복호화기(400)를 사용하여 코드워드(c)를 데이터(m)로 복호화할 수 있다.
- [26] 이를 통해, 송신 단말(10) 및 수신 단말(20) 사이에서 데이터(m)가 안정적으로 송수신될 수 있다. 본 실시 예에 따른 LDPC 부호화 방법 및 복호화 방법은 패리티 체크 행렬(H)을 기반으로 수행될 수 있다.
- [27] 본 명세서에서 데이터(m)는 입력데이터로 언급될 수 있다. 패리티 체크 행렬(H)은 LDPC 복호화기(400)에 수신된 코드워드(c)에 오류가 포함되는지를 여부를 검사하기 위한 행렬을 의미할 수 있다. 패리티 체크 행렬(H)은 송신 단말(10) 및 수신 단말(20) 각각의 메모리(미도시)에 미리 저장될 수 있다.
- [28] 이하, 본 명세서의 실시 예는 준순환(quasi-cyclic) LDPC 부호가 적용됨을 전제로 설명된다. 패리티 체크 행렬(H)은 복수의 서브 행렬(P)을 포함할 수 있다. 각 서브 행렬(P)은 단위 행렬(I, identity matrix)이 시프트된 순환 행렬 또는 영행렬(O, zero matrix)일 수 있다.
- [29] 일반적인 선형 블록 부호(Lenear block code)에서 데이터를 부호화하기 위하여 생성 행렬(Generate matrix, G)이 필요하다. 위 가정에 따르면, 본 실시 예는 준순환 LDPC 방법을 전제하므로, LDPC 부호화기(100)는 별도의 생성 행렬(G) 없이 패리티 체크 행렬(H)을 이용하여 데이터(m)를 코드워드(c)로 부호화할 수 있다.
- [30] LDPC 부호화기(100)는 패리티 체크 행렬(H)을 이용하여 데이터(m)를 코드워드(c)로 부호화할 수 있다.

[31] [수식1]

$$c = [m \quad p]$$

[32] 수학식 1을 참조하면, LDPC 부호화기(100)에 의하여 생성된 코드워드(c)는 데이터(m)와 패리티 비트(p, parity bit)로 구분될 수 있다.

[33] 예를 들어, 데이터(m)는 이진 데이터의 집합인 $[m_0, m_1, m_2, \dots, m_{K-1}]$ 과 상응할 수 있다. 즉, 부호화될 데이터(m)의 길이는 K로 이해될 수 있다.

[34] 예를 들어, 패리티 비트(p)는 이진 데이터의 집합인 $[p_0, p_1, p_2, \dots, p_{N+2Zc-K-1}]$ 과 상응할 수 있다. 즉, 패리티 비트(p)의 길이는 $N+2Zc-K$ 로 이해될 수 있다. 이 경우, $N=66Zc$ 일 수 있다. Zc 는 후술되는 도면을 통해 자세히 설명된다.

[35] LDPC 부호화기(100)의 관점에서, 데이터(m)를 부호화하기 위한 패리티 비트(p)는 패리티 체크 행렬(H)을 이용하여 유도될 수 있다.

[36] 추가적으로, 채널 코딩 체인(channel coding chain) 상에서, 미리 설정된 임계 크기(즉, K_{cb} , 예를 들어, 8448 bits)를 초과하는 전송 블록 크기(Transport Block Size, 이하 'TBS')의 초기 데이터가 상위 계층으로부터 수신된다고 가정할 수 있다.

[37] 이 경우, 초기 데이터는 부호화될 데이터의 길이(K, K는 자연수)에 따라 적어도 두 개의 데이터로 분할될 수 있다. 다시 말해, 데이터(m)의 길이(K)는 코드 블록 사이즈(CBS)로 이해될 수 있다.

[38] 한편, LDPC 복호화기(400)는 패리티 체크 행렬(H)을 기반으로 수신된 코드워드(c)에 오류의 존재 여부를 판단할 수 있다. LDPC 복호화기(400)에 수신된 코드워드(c)의 오류의 존재 여부는 수학식 2를 기반으로 확인될 수 있다.

[39] [수식2]

$$H \bullet c^T = 0$$

[40] 수학식 2와 같이 패리티 체크 행렬(H)과 코드워드(c)의 전치행렬의 곱이 '0'인 경우, 수신 단말(20)에 수신된 코드워드(c)는 오류 값을 포함하지 않는 것으로 판단될 수 있다.

[41] 만일 패리티 체크 행렬(H)과 코드워드(c)의 전치행렬의 곱이 '0'이 아닌 경우, 수신 단말(20)에 수신된 코드워드(c)는 오류 값을 포함하는 것으로 판단될 수 있다.

[42] 도 2는 서브 행렬(P)의 특성을 설명하기 위한 도면이다.

[43] 도 1 및 도 2를 참조하면, 패리티 체크 행렬(H)은 복수의 서브 행렬(P_y , y는 정수)을 포함할 수 있다. 이 경우, 각 서브 행렬(P_y)은 $Zc \times Zc$ 크기의 단위 행렬(I)을 특정한 값(y)만큼 오른쪽으로 시프트한 행렬로 이해될 수 있다.

- [44] 구체적으로, 도 2의 서브 행렬(P_{-1})의 밑 첨자(y)가 '1' 이므로, 서브 행렬(P_{-1})은 $Z_c \times Z_c$ 크기의 단위 행렬(I)에 포함된 모든 원소가 오른쪽으로 한 칸씩 시프트한 행렬로 이해될 수 있다. 참고로, 본 명세서에서, Z_c 는 리프팅 값(lifting value)으로 언급될 수 있다.
- [45] 도 2에 도시되진 않으나, 서브 행렬(P_{-0})의 밑 첨자(y)가 '0'이므로, 서브 행렬(P_{-0})은 $Z_c \times Z_c$ 크기의 단위 행렬(I)로 이해될 수 있다.
- [46] 또한, 서브 행렬(P_{-1})의 밑 첨자(y)가 '-1'이므로, 서브 행렬(P_{-1})은 $Z_c \times Z_c$ 크기의 영 행렬(zero matrix)로 이해될 수 있다.
- [47] 도 3은 본 실시 예에 따른 패리티 체크 행렬을 보여주는 도면이다.
- [48] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 도 3의 패리티 체크 행렬(H)의 각 행(m , m 은 1부터 46까지 자연수) 및 각 열(n , n 은 1부터 68까지 자연수)에 의해 정의된 위치(m, n)마다 하나의 서브 행렬($P_{am,n}$)이 정의될 수 있다.
- [49] 도 3의 패리티 체크 행렬(H)의 정의된 위치(m, n)에 상응하는 밑 첨자(즉, am, n)는 정수 값으로 설정되며, 시프트 인덱스(shift index) 값으로 언급될 수 있다.
- [50] 도 3의 각 서브 행렬($P_{am,n}$)은 $Z_c \times Z_c$ 크기의 단위 행렬(I)을 위치(m, n)에 상응하는 시프트 인덱스 값(am, n)만큼 오른쪽으로 시프트한 행렬로 이해될 수 있다. 즉, 도 3의 패리티 체크 행렬(H)의 실제 크기는 $(m \times Z_c) \times (n \times Z_c)$ 임은 이해될 수 있다.
- [51] 또한, 본 실시 예에 따른 리프팅 값(Z_c)은 7, 14, 28, 56, 112, 224 중 어느 하나일 수 있다.
- [52] 도 4는 본 실시 예에 따른 패리티 체크 행렬에 상응하는 특성 행렬을 보여주는 도면이다.
- [53] 도 1 내지 도 4를 참조하면, 도 4의 특성 행렬(H_c)의 각 행(m , m 은 1부터 46까지 자연수) 및 각 열(n , n 은 1부터 68까지 자연수)에 의해 정해진 위치(m, n)에 따른 성분(즉, $a_{1,1} \sim a_{m,n}$)은 도 3의 패리티 체크 행렬(H)의 대응되는 위치에 시프트 인덱스 값으로 설정될 수 있다.
- [54] 즉, 도 4의 특성 행렬(H_c)의 위치(m, n)에 따른 성분 및 미리 설정된 리프팅 값(Z_c)을 기반으로 도 3의 패리티 체크 행렬(H)이 얻어질 수 있다.
- [55] 또한, 도 4의 특성 행렬(H_c)의 성분(am, n)은 하기의 수학식 3과 같이 정의될 수 있다.
- [56] [수식3]

$$am, n = \begin{cases} V_{m, n} & \text{if } V_{m, n} < 0 \\ \text{mod}(V_{m, n}, Z_c), & \text{otherwise} \end{cases}$$

- [57] 위 수학식 3의 리프팅 값(Z_c)은 7, 14, 28, 56, 112, 224 중 어느 하나일 수 있다. 리프팅 값(Z_c)이 결정되는 과정은 후술된다. 또한, 위 수학식 3의 $V_{m, n}$ 은 후술될 기본 행렬(base matrix, 이하 'Hb')의 대응되는 위치(m, n)의 성분일 수 있다.
- [58] 일 예로, 수학식 3을 통해 얻어진 패리티 체크 행렬(H)의 위치(m, n)에 상응하는

시프트 인덱스 값(am,n)이 '1' 이상인 경우를 가정할 수 있다.

- [59] 이 경우, 도 3의 위치(m,n)에 상응하는 서브 행렬(P_{am,n})은 $Z_c \times Z_c$ 크기(Z_c 는 자연수)의 단위 행렬(I)에 포함된 모든 원소가 도 3의 위치(m,n)에 상응하는 시프트 인덱스(shift index) 값(즉, am,n)만큼 오른쪽으로 한 칸씩 시프트된 행렬로 이해될 수 있다.
- [60] 다른 예로, 수학적 식 3을 통해 얻어진 패리티 체크 행렬(H)의 위치(m,n)에 상응하는 시프트 인덱스 값(am,n)이 '0' 인 경우를 가정할 수 있다. 이 경우, 도 3의 위치(m,n)에 상응하는 서브 행렬(P_{am,n})은 $Z_c \times Z_c$ 크기(Z_c 는 자연수)의 단위 행렬(I)과 상응할 수 있다.
- [61] 참고로, 시프트 인덱스 값(am,n)이 '0'인 경우는 후술될 기본 행렬(Hb)의 성분(V_{m,n})이 '0'인 경우로 이해될 수 있다.
- [62] 또 다른 예로, 수학적 식 3을 통해 얻어진 패리티 체크 행렬(H)의 위치(m,n)에 상응하는 시프트 인덱스 값(am,n)이 '-1' 인 경우를 가정할 수 있다. 이 경우, 도 3의 위치(m,n)에 상응하는 서브 행렬(P_{am,n})은 $Z_c \times Z_c$ 크기(Z_c 는 자연수)의 단위 행렬(I)은 $Z_c \times Z_c$ 크기의 영 행렬(zero matrix)로 대체될 수 있다.
- [63] 참고로, 시프트 인덱스 값(am,n)이 '-1'인 경우는 후술될 기본 행렬(Hb)의 성분(V_{m,n})이 '-1'인 경우로 이해될 수 있다.
- [64] 도 5는 본 실시 예에 따른 패리티 체크 행렬을 위한 기본 행렬의 구조를 보여주는 도면이다.
- [65] 도 1내지 도 5를 참조하면, 도 3의 패리티 체크 행렬(H)은 도 4의 특성 행렬(Hc)과 리프팅 값(Zc)을 기반으로 생성될 수 있다. 또한, 도 4의 특성 행렬(Hc)은 도 5의 기본 행렬(Hb) 및 리프팅 값(Zc)을 기반으로 위 수학적 식 3의 연산을 통해 얻어질 수 있다.
- [66] 도 1 내지 도 5를 참조하면, 본 실시 예에 따른 도 5의 기본 행렬(Hb)은 기본 행렬(Hb) 내에 4개의 하위 행렬(A, B, C, D)를 포함하는 형태일 수 있다.
- [67] 본 실시 예에 따른 기본 행렬(Hb)의 크기는 46 x 68일 수 있다. 기본 행렬(Hb)의 각 행(m, m은 1부터 46까지 자연수) 및 각 열(n, n은 1부터 68까지 자연수)에 의해 정해진 위치(m,n)마다 미리 결정된 성분(V_{m,n})이 배치될 수 있다.
- [68] 도 5의 A 행렬(A)은 기본 행렬(Hb)의 제1 행 내지 제5 행 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 27 열에 상응하는 다수의 성분을 포함할 수 있다. A 행렬(A)은 후술되는 도 6을 통해 더 상세히 설명된다.
- [69] 도 5의 B 행렬(B)은 기본 행렬(Hb)의 제1 행 내지 제5 행 내에서 기본 행렬(Hb)의 제28 열 내지 제68 열에 상응하는 다수의 성분이 모두 '-1'일 수 있다.
- [70] 도 5의 C 행렬(C)은 기본 행렬(Hb)의 제6 행 내지 제46 행 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 27 열에 상응하는 다수의 성분을 포함할 수 있다. C 행렬(C)은 후술되는 도 7A 및 도 7B를 통해 더 상세히 설명된다.
- [71] 도 5의 D 행렬(D)은 기본 행렬(Hb)의 제6 행 내지 제46 행 내에서 기본 행렬(Hb)의 제28 열 내지 제68 열에 상응하는 다수의 성분을 포함할 수 있다. D

행렬(D)은 후술되는 도 8A 및 도 8B를 통해 더 상세히 설명된다.

- [72] 또한, 기본 행렬(Hb)의 미리 정해진 다수의 특정 열에 상응하는 성분은 펼쳐링될 수 있다. 예를 들어, 기본 행렬(Hb)의 제1 열 및 제2 열에 상응하는 성분은 펼쳐링될 수 있다.
- [73] 이하, 후속 도면을 통해 기본 행렬(Hb)에 속하는 각 행렬(A, B, C, D)의 성분(Vm,n)이 구체적으로 설명된다.
- [74] 도 6은 본 실시 예에 따른 기본 행렬에 속한 A 행렬을 보여준다.
- [75] 도 1 내지 도 6을 참조하면, 기본 행렬(Hb)에 속한 A 행렬(A)의 제1 행(m=1) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열(n=1,..., 27)에 상응하는 성분(Vm,n)은 {223, 16, 94, 91, -1, 74, 10, -1, -1, 0, 205, 216, 21, 215, -1, 14, 70, -1, 141, 198, 104, 81, 1, 0, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [76] 기본 행렬(Hb)에 속한 A 행렬(A)의 제2 행(m=2) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열(n=1,...,27)에 상응하는 성분(Vm,n)은 {141, -1, 45, 151, 46, 119, -1, 157, 133, 87, -1, 206, 93, -1, 79, 9, 118, 194, -1, 31, -1, 187, 0, 0, 0, -1, -1}일 수 있다.
- [77] 기본 행렬(Hb)에 속한 A 행렬(A)의 제3 행(m=3) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열(n=1,..., 27)에 상응하는 성분(Vm,n)은 {207, 203, 31, -1, 176, 180, 186, 95, 153, 177, 70, -1, -1, 77, 214, 77, -1, 198, 117, 223, 90, -1, -1, 0, 0, -1}일 수 있다.
- [78] 기본 행렬(Hb)에 속한 A 행렬(A)의 제4 행(m=4) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열(n=1,..., 27)에 상응하는 성분(Vm,n)은 {201, 18, -1, 165, 5, -1, 45, 142, 16, -1, 34, 155, 213, 147, 69, -1, 96, 74, 99, -1, 30, 158, 1, -1, -1, 0, -1}일 수 있다.
- [79] 기본 행렬(Hb)에 속한 A 행렬(A)의 제5 행(m=5) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열(n=1,..., 27)에 상응하는 성분(Vm,n)은 {170, 10, -1, 0}일 수 있다.
- [80] 도 6을 참조하면, A 행렬(600)의 제1 내지 제22 열(n=1,...)에 상응하는 다수의 열은은 정보 열(information column)으로 언급될 수 있다. 본 실시 예에 따른 기본 행렬(Hb)의 정보 열(information column)의 개수(Kb)는 '22'일 수 있다.
- [81] 정보 열(information column)의 개수(Kb)는 하기의 수학식 4와 같이 부호화될 입력데이터(예로, 도 1의 m)의 길이(K)와 리프팅 값인 Zc와 연관될 수 있다.
- [82] 하기 수학식 4의 Zc는 7, 14, 28, 56, 112, 224 중 어느 하나일 수 있다. 본 명세서에서, Zc는 기본 행렬(Hb)내에서 공통으로 이용되는 값일 수 있다.
- [83] [수식4]

$$Zc = K / Kb$$

- [84] 위 수학식 4를 참조하면, 본 명세서를 통해 부호화되는 입력데이터(예로, 도 1의 m)의 길이(K)는 154, 308, 616, 1232, 또는 4928 비트일 수 있다.
- [85] 참고로, 도 3, 도4, 수학식 5, 수학식 6 및 표 1을 참조하여, 리프팅 값인 Zc가

결정되는 일 예가 설명된다.

[86] [수식5]

$$K_b \cdot Z_c \geq K +$$

[87] 위 수학식 5의 Z_c 는 위 수학식 5를 만족하는 하기 표 1의 후보 Z 값 중에서 가장 작은 값으로 결정될 수 있다.

[88] [표1]

Set Index (SI)	Set of Lifting Sizes (Z)
1	2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256
2	3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 384
3	5, 10, 20, 40, 80, 160, 320
4	7, 14, 28, 56, 112, 224
5	9, 18, 36, 72, 144, 288
6	11, 22, 44, 88, 176, 352
7	13, 26, 52, 104, 208
8	15, 30, 60, 120, 240

[89] 또한, 위 수학식 5의 정보 열의 개수(K_b)는 22이고, 위 수학식 5의 K_+ 는 하기 수학식 6을 통해 정의될 수 있다.

[90] [수식6]

$$K_+ = \lceil B' \div C \rceil$$

[91] 위 수학식 6에 따르면, K_+ 는 B' 를 C 로 나눈 몫을 올림한 값일 수 있다. 수학식 6에서, B' 는 상위 계층에서 수신된 초기 데이터의 전송 블록 크기(TBS)와 다수의 CRC(Cyclic Redundancy Check) 비트를 위해 미리 설정된 개수가 더해진 값일 수 있다.

[92] 위 수학식 6의 C 는 상위 계층으로부터 수신된 전송 블록 크기(TBS)의 초기 데이터가 분할되어 얻어진 복수의 입력 데이터의 개수를 의미할 수 있다.

[93] 예를 들어, 미리 설정된 임계 크기(예로, 8448 비트)를 초과하는 전송 블록 크기(TBS)의 초기 데이터는 임계 크기(예로, 8448 비트)를 기준으로 분할될 수 있다. 즉, 하나의 전송 블록 크기(TBS)의 초기 데이터는 임계 크기(예로, 8448 비트)를 기준으로 복수의 입력데이터로 분할될 수 있다.

- [94] 더 구체적으로, 만일 전송 블록 크기(TBS)가 '9001'라고 가정할 수 있다. 이 경우, B'는 전송 블록 크기(TBS)인 '9001'과 다수의 CRC 비트를 위해 미리 설정된 개수인 '24'를 합산한 '9025'일 수 있다. 전송 블록 크기(TBS)가 '9001'은 임계 크기(예로, 8448 비트)를 초과하나, 임계 크기(예로, 8448 비트)의 두 배의 크기(16,896)보다는 작다. 따라서, 전송 블록 크기(TBS)의 초기 데이터는 2개의 입력 데이터로 분할될 수 있다. 즉, K+는 4512.5를 올림한 4513으로 설정될 수 있다. K+가 4513으로 설정될 때, 수학식 5 및 표 1에 따라 후보 Z 값은 224, 240, 256, 288, 320, 352, 384일 수 있다. 결국, 일 예에 따르면, Zc는 '224'로 결정될 수 있다.
- [95] 나아가, 위 수학식 4를 참조하면, 만일 전송 블록 크기(TBS)가 '9001'인 경우, 부호화될 입력데이터(예로, 도 1의 m)의 길이(K)는 '4928' 비트로 결정될 수 있음은 이해될 것이다.
- [96] 본 명세서는 표 1의 셋 인덱스(SI)가 '4'인 경우를 기준으로 설명된다. 본 명세서에서, 리프팅 값인 Zc는 기본 행렬(Hb)내에서 공통으로 이용되는 값이며, 7, 14, 28, 56, 112, 224 중 어느 하나일 수 있다.
- [97] 참고로, 위 언급된 A 행렬은 하기 표 2와 같이 표현될 수 있다.
- [98] [표2]

223	16	94	91	-1	74	10	-1	-1	0	235	216	21	215	-1	14	70	-1	141	198	104	81	1	0	-1	-1	-1
141	-1	45	151	46	119	-1	157	133	87	-1	206	93	-1	79	9	118	194	-1	31	-1	187	0	0	0	-1	-1
207	203	31	-1	176	180	186	95	153	177	70	-1	-1	77	214	77	-1	198	117	223	90	-1	-1	-1	0	0	-1
201	18	-1	165	5	-1	45	142	16	-1	34	155	213	147	69	-1	96	74	99	-1	30	158	1	-1	-1	0	-1
170	10	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0

- [99] 도 7A 및 도 7B는 본 실시 예에 따른 기본 행렬에 속한 C 행렬을 보여준다.
- [100] 도 1 내지 도 6 및 도 7A를 참조하면, 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제6 행(m=6) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열(n=1,...27)에 상응하는 성분(Vm,n)은 {164, 59, -1, 86, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 80, -1, -1, -1, 182, -1, -1, -1, -1, 130, 153, -1, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [101] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제7 행(m=7) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열(n=1,...27)에 상응하는 성분(Vm,n) {158, -1, -1, -1, -1, -1, 119, -1, -1, -1, 113, 21, -1, 63, -1, -1, -1, 51, 136, -1, 116, -1, -1, -1, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [102] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제8 행(m=8) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열(n=1,...27)에 상응하는 성분(Vm,n)은 {17, 76, -1, -1, 104, -1, -1, 100, 150, -1, -1, -1, -1, -1, 158, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [103] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제9 행(m=9) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열(n=1,...27)에 상응하는 성분(Vm,n)은 {33, 95, -1, 4, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 217, -1, -1, -1, 204, -1, -1, 39, -1, 58, 44, -1, 201, -1, -1}일 수 있다.
- [104] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제10 행(m=10) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열(n=1,...27)에 상응하는 성분(Vm,n)은 {9, 37, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1,

- 1, 213, 105, -1, 89, -1, -1, -1, 185, 109, -1, 218, -1, -1, -1, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [105] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제11 행($m=11$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1열 내지 제27열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 {-1, 82, 165, -1, 174, -1, -1, 19, 194, -1, -1, -1, -1, -1, 103, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [106] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제12 행($m=12$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1열 내지 제27열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 {52, 11, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 2, -1, -1, -1, 35, -1, -1, -1, -1, 32, 84, 201, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [107] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제13 행($m=13$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1열 내지 제27열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 {142, 175, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 136, 3, -1, 28, -1, -1, -1, -1, 182, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [108] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제14 행($m=14$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1열 내지 제27열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 {81, -1, -1, 56, -1, -1, -1, 72, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 217, -1, -1, 78, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [109] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제15 행($m=15$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1열 내지 제27열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 {14, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 175, -1, -1, 211, 191, 51, -1, -1, -1, 43, -1, -1, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [110] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제16 행($m=16$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1열 내지 제27열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 {90, 120, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 131, -1, -1, 209, -1, -1, -1, -1, 209, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 81, -1}일 수 있다.
- [111] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제17 행($m=17$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1열 내지 제27열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 {-1, 154, -1, 164, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 43, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 189, -1, 101, -1, -1, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [112] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제18 행($m=18$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1열 내지 제27열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 {56, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 110, -1, 200, 63, -1, -1, -1, 4, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [113] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제19 행($m=19$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1열 내지 제27열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 {-1, 199, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 110, 200, -1, -1, -1, -1, 143, 186, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [114] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제20 행($m=20$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1열 내지 제27열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 {8, 6, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 103, 198, -1, 8, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [115] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제21 행($m=21$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1열 내지 제27열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 {105, -1, -1, 210, -1, -1, -1, -1, -1, 121, -1, 214, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 183, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [116] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제22 행($m=22$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1열 내지 제27열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 {-1, 192, -1, -1, -1, 131, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 220, -1, -1, -1, 50, 106, -1, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [117] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제23 행($m=23$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1

[121] [$\frac{5}{3}$ 3]

164	59	-1	88	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	80	-1	-1	-1	182	-1	-1	-1	-1	130	153	-1	-1	-1	-1
158	-1	-1	-1	-1	-1	119	-1	-1	-1	113	21	-1	63	-1	-1	-1	51	136	-1	116	-1	-1	-1	-1	-1	-1
17	76	-1	-1	104	-1	-1	100	150	-1	-1	-1	-1	158	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
33	95	-1	4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	217	-1	-1	-1	204	-1	-1	39	-1	58	44	-1	201	-1	-1
9	37	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	213	105	-1	89	-1	-1	-1	185	109	-1	218	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	82	165	-1	174	-1	-1	19	194	-1	-1	-1	-1	103	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
52	11	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	2	-1	-1	-1	35	-1	-1	-1	-1	32	84	201	-1	-1	-1
142	175	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	136	3	-1	28	-1	-1	-1	-1	182	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	
81	-1	-1	56	-1	-1	-1	72	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	217	-1	-1	78	-1	-1	-1
14	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	175	-1	-1	211	191	51	-1	-1	-1	43	-1	-1	-1	-1	-1
90	120	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	131	-1	-1	209	-1	-1	-1	-1	209	-1	-1	-1	-1	-1	-1	81	-1
-1	154	-1	164	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	43	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	189	-1	101	-1	-1	-1	-1
56	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	110	-1	200	63	-1	-1	-1	4	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	199	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	110	200	-1	-1	-1	-1	143	186	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
8	6	-1	-1	-1	-1	-1	103	198	-1	8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
105	-1	-1	210	-1	-1	-1	-1	-1	121	-1	214	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	183	-1	-1	-1	-1
-1	192	-1	-1	-1	131	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	220	-1	-1	-1	50	106	-1	-1	-1	-1	-1
53	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	3	-1	-1	-1	148	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
-1	88	203	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	168	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	122	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
49	-1	-1	157	64	-1	-1	-1	-1	-1	-1	199	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	124	-1	-1	-1	-1

[illegible]

- [126] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제30 행($m=30$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 $\{-1, 150, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 11, -1, -1, -1, 53, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 68, -1\}$ 일 수 있다.
- [127] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제31 행($m=31$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 $\{34, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 130, -1, -1, 210, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 123, -1, -1\}$ 일 수 있다.
- [128] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제32 행($m=32$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 $\{-1, 175, -1, -1, -1, -1, -1, 49, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 177, -1, -1, 128, -1\}$ 일 수 있다.
- [129] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제33 행($m=33$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 $\{192, -1, 30, -1, -1\}$ 일 수 있다.
- [130] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제34 행($m=34$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 $\{-1, 114, 49, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 161, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 137, -1, -1, -1, -1\}$ 일 수 있다.
- [131] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제35 행($m=35$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 $\{82, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 186, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 68, -1, 150, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1\}$ 일 수 있다.
- [132] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제36 행($m=36$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 $\{-1, 192, -1, -1, -1, -1, 173, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 26, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 187, -1, -1, -1, -1\}$ 일 수 있다.
- [133] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제37 행($m=37$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 $\{222, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 157, 0, -1, -1, 6, -1, -1, -1, -1, -1, -1\}$ 일 수 있다.
- [134] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제38 행($m=38$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 $\{-1, 81, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 195, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 138, -1, -1, -1\}$ 일 수 있다.
- [135] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제39 행($m=39$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 $\{123, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 90, 73, -1, 10, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1\}$ 일 수 있다.
- [136] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제40 행($m=40$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 $\{-1, 12, -1, 77, -1, -1, -1, 49, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 114, -1, -1, -1, -1, -1, -1\}$ 일 수 있다.
- [137] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제41 행($m=41$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 $\{67, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 96, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1\}$ 일 수 있다.
- [138] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제42 행($m=42$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1 열 내지 제27 열($n=1, \dots, 27$)에 상응하는 성분($V_{m,n}$)은 $\{-1, 23, -1, 215, -1, -1, -1, -1,$

- [139] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제43 행(m=43) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1열 내지 제27열(n=1,...,27)에 상응하는 성분(Vm,n)은 {114, -1, -1, -1, 91, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 78, -1, -1}일 수 있다.
- [140] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제44 행(m=44) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1열 내지 제27열(n=1,...,27)에 상응하는 성분(Vm,n)은 {-1, 206, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 22, -1, 134, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 161, -1}일 수 있다.
- [141] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제45 행(m=45) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1열 내지 제27열(n=1,...,27)에 상응하는 성분(Vm,n)은 {84, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 4, -1, 9, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, 12, -1, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [142] 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(C)의 제46 행(m=46) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제1열 내지 제27열(n=1,..., 27)에 상응하는 성분(Vm,n)은 {-1, 184, -1, -1, -1, -1, 121, -1, -1, -1, 29, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1, -1}일 수 있다.
- [143] 참고로, 위 도 7B를 통해 언급된 C 행렬은 하기 표 4와 같이 표현될 수 있다.
- [144] [표4]

[illegible]

- [145] 도 8A 및 도 8B는 본 실시 예에 따른 기본 행렬에 속한 D 행렬을 보여준다.
- [146] 도 1 내지 도 8A를 참조하면, 기본 행렬(Hb)에 속한 D 행렬(D)은 기본 행렬(Hb)의 제6 행 내지 제25 행($m=6, \dots, 25$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제28 열 내지 제68 열($n=28, \dots, 68$)에 상응하는 다수의 성분을 포함할 수 있다.
- [147] 도 1 내지 도 7 및 도 8B를 참조하면, 기본 행렬(Hb)에 속한 D 행렬(D)은 기본 행렬(Hb)의 제26 행 내지 제46 행($m=26, \dots, 46$) 내에서 기본 행렬(Hb)의 제28 열 내지 제68 열($n=28, \dots, 68$)에 상응하는 다수의 성분을 포함할 수 있다.

- [148] 도 8A에 도시된 20개의 대각 성분은 하기의 수학식 7을 만족하는 행($m=6, \dots, 25$)과 열($n=28, \dots, 47$)에 의해 정해진 위치에 상응하는 성분으로 이해될 수 있다. 마찬가지로, 도 8B에 도시된 21개의 대각 성분은 하기의 수학식 7을 만족하는 행($m=26, \dots, 46$)과 열($n=48, \dots, 68$)에 의해 정해진 위치에 상응하는 성분으로 이해될 수 있다.

- [149] [수식7]

$$m + 22 = n$$

- [150] 도 9는 본 실시 예에 따른 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 기반으로 부호화를 수행하는 방법을 보여주는 순서도이다.
- [151] 도 1 내지 도 9를 참조하면, S910 단계에서, 본 실시 예에 따른 단말은 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 생성할 수 있다.
- [152] 본 실시 예에 따른 패리티 검사 행렬은 특성 행렬(characteristic matrix)에 상응할 수 있다. 특성 행렬은 입력데이터를 위한 22개의 정보 열(information column)을 포함할 수 있다.
- [153] 특성 행렬의 각 성분은 기본 행렬(base matrix) 내에서 특성 행렬의 성분과 대응하는 위치의 성분과 리프팅 값(lifting value) 간의 모듈로(modulo) 연산을 통해 정해진 시프트 인덱스(shift index) 값과 상응할 수 있다. 또한, 기본 행렬은 46×68 행렬일 수 있다. 전술한 바와 같이, 기본 행렬은 앞선 도 5와 같은 형태로 정해질 수 있다.
- [154] 본 명세서에서 리프팅 값은 입력데이터의 길이와 연관될 수 있다. 본 명세서에서, 리프팅 값은 7, 14, 28, 56, 112, 224 중 하나로 결정될 수 있다.
- [155] 예를 들어, 입력데이터는 미리 설정된 임계 크기(예로, 8448 bits)를 초과하는 전송 블록 크기(TBS)의 초기 데이터를 상기 길이(K)에 따라 분할함으로써 획득된 복수의 입력데이터 중 어느 하나일 수 있다.
- [156] 본 명세서의 기본 행렬(Hb)에 속한 A 행렬(즉, 도 5의 A)은 기본 행렬의 제1 행 내지 제 5 행 내에서 기본 행렬의 제1 열 내지 제27 열에 상응하는 다수의 성분을 포함할 수 있다. 이 경우, A 행렬(즉, 도 5의 A)의 다수의 성분은 앞선 도 6과 상응할 수 있다.
- [157] 본 명세서의 기본 행렬(Hb)에 속한 B 행렬(즉, 도 5의 B)은 기본 행렬의 제1 행 내지 제 5 행 내에서 기본 행렬의 제28 열 내지 제68 열에 상응하는 다수의 성분을 포함할 수 있다.
- [158] 구체적으로, 기본 행렬(Hb)의 제1 행 내에서 기본 행렬의 제28 열 내지 제68 열에 상응하는 모든 성분은 '-1'일 수 있다. 기본 행렬의 제2 행 내에서 기본 행렬의 제28 열 내지 제68 열에 상응하는 모든 성분은 '-1'일 수 있다. 기본 행렬의 제3 행 내에서 기본 행렬의 제28 열 내지 제68 열에 상응하는 모든 성분은 '-1'일 수 있다. 기본 행렬의 제4 행 내에서 기본 행렬의 제28 열 내지 제68 열에

상응하는 모든 성분은 '-1'일 수 있다. 기본 행렬의 제5 행 내에서 기본 행렬의 제28 열 내지 제68 열에 상응하는 모든 성분은 '-1'일 수 있다.

- [159] 본 명세서의 기본 행렬(Hb)에 속한 C 행렬(즉, 도 5의 C)은 기본 행렬의 제6 행 내지 제46 행 내에서 기본 행렬의 제1 열 내지 제27 열에 상응하는 다수의 성분을 포함할 수 있다. C 행렬(즉, 도 5의 C)의 다수의 성분은 앞선 도 7A 및 7B와 상응할 수 있다.
- [160] 본 명세서의 기본 행렬(Hb)에 속한 D 행렬(즉, 도 5의 D)은 기본 행렬의 제6 행 내지 제46 행 내에서 기본 행렬의 제28 열 내지 제68 열에 상응하는 다수의 성분은 41×41 크기의 단위 행렬(Identity matrix)의 모든 성분과 상응할 수 있다.
- [161] 다만, 앞선 모듈로 연산은 기본 행렬 내에서 특성 행렬과 대응되는 성분이 0 이상의 정수인 경우에 수행될 수 있다.
- [162] 기본 행렬 내에서 대응되는 성분이 -1인 경우, 상기 모듈로 연산은 수행되지 않고 -1이 특성 행렬의 성분으로 정해질 수 있다. 본 명세서에서, 기본 행렬(Hb) 내에서 대응되는 성분이 '-1'인 경우, 해당 성분은 영 행렬(zero matrix)과 상응할 수 있다.
- [163] 예를 들어, 시프트 인덱스 값이 '0' 또는 '1' 이상의 자연수이면, 특성 행렬의 각 성분은 $Z_c \times Z_c$ 크기의 단위 행렬(identity matrix)과 상응할 수 있다. 또한, 단위 행렬의 모든 성분은 시프트 인덱스 값에 따라 오른쪽으로 시프트될 수 있다.
- [164] S820 단계에서, 본 실시 예에 따른 단말은 패리티 검사 행렬을 이용하여 입력데이터에 대한 부호화를 수행할 수 있다.
- [165] 도 1 내지 도 8을 통해 설명된 본 실시 예가 적용된다면, 도 5의 단일 기본 행렬(base matrix)를 기반으로 정보 비트의 길이에 따라 도 4의 특성 행렬의 시프트 인덱스 값이 변경되는 경우, 우수한 신뢰도를 갖는 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬(예로, 도 3)을 얻을 수 있다.
- [166] 참고로, 특정 정보 비트 길이 및 특정 부호율에 최적화된 쉬프트 인덱스 값(즉, 특성 행렬의 다수의 성분)을 찾는 경우, 다른 정보 비트 길이와 부호율에서는 성능이 열화될 수 있다.
- [167] 제1 정보 비트 길이와 제1 부호율에 최적의 사이클 분포가 p_1 이고, 제2 정보 비트 길이와 제2 부호율에 최적의 사이클 분포가 p_2 라고 가정할 수 있다. 제1 정보 비트 길이와 제1 부호율에 대해서 최적화를 먼저 수행하는 경우, 제2 정보 비트 길이와 제2 부호율을 고려해서 p_1 을 찾기 보다는 sub optimal한 p_2' 을 얻을 수 있는 sub optimal p_1' 을 찾는 것이 필요하다.
- [168] 그러나 실제 통신 시스템에서는 정보 비트 길이와 부호율의 조합이 매우 많으므로 모든 경우의 수를 고려해서 한번에 모든 서브 행렬(P)의 쉬프트 인덱스 값을 찾기는 매우 어렵다.
- [169] 또한, 실제 LDPC부호에는 통신 시스템이 요구하는 정보 비트 길이를 적용하기 위해 쇼트닝이 적용될 수 있다. 일 예로, 정보 열의 길이(K_b)가 22이고, 리프팅 값(Z_c)가 20인 경우 부호화될 정보 비트 길이는 440이 될 수 있다.

- [170] 이 경우, 통신 시스템에서 432의 정보 비트 길이를 지원하기 위해서는 8개의 정보 비트가 0으로 패딩될 수 있고, 패리티 검사 행렬(H)에서는 쇼트닝(shortening)이 적용될 수 있다. 그러므로 실제로 쇼트닝을 적용하지 않고도 쇼트닝 시에 성능 열화가 최적화가 되도록 시스템을 설계하는 것이 필요하다.
- [171] 쇼트닝을 적용하게 되면 패리티 검사 행렬(H)의 일부 열을 디코딩에 사용하지 않거나 또는 사용하더라도 실질적으로는 성능에 아무런 영향을 미치지 않게 될 수 있다.
- [172] 쇼트닝을 고려하지 않고 설계된 패리티 검사 행렬(H)을 쇼트닝하는 경우 쇼트닝으로 인해 일부 열이 사라짐으로써 길이가 짧은 사이클이 사라질 수 있다. 이 경우 쇼트닝이 통신 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다. 이와 반대로, 쇼트닝으로 인해 길이가 긴 사이클이 사라질 수 있다. 이 경우에는 쇼트닝이 통신 시스템의 성능에 나쁜 영향을 끼칠 수 있다.
- [173] 즉, 쇼트닝을 고려하지 않고 패리티 검사 행렬(H)을 설계하는 경우, 쇼트닝으로 인해 좋은 사이클이 없어지는 경우를 가정할 필요가 있다. 즉, 쇼트닝으로 인해 좋은 사이클이 일부 없어지더라도 성능이 유지 될 수 있도록 길이가 긴 사이클이 많은 것을 선택할 필요가 있다.
- [174] 일반적으로 BLER(Block Error Rate) 성능 곡선의 기울기가 급격할수록 길이가 긴 사이클이 많다고 가정할 수 있다. 따라서, BLER 성능 곡선의 기울기는 패리티 검사 행렬(H)의 설계에 있어 큰 요소로 고려될 수 있다.
- [175] 앞서 서술된 본 명세서의 패리티 검사 행렬(H)은 하기와 같은 방식으로 생성될 수 있다.
- [176] 1. 목표 BLER을 설정한다.
- [177] 2. 제1 정보 비트 길이와 제1 부호율에 대한 패리티 검사 행렬(H)을 n 개 생성한다.
- [178] 3. n 개의 패리티 검사 행렬(H)에 대해서 목표 BLER을 달성할 수 있는 SNR(Signal to Noise Ratio) 값을 계산한다.
- [179] 4. SNR값에 따라 n 개의 패리티 검사 행렬(H)을 복수의 그룹으로 분류한다.
- [180] n 개의 패리티 검사 행렬(H)을 분류하기 위한 제1 방법으로, 참조(Reference) SNR을 선정할 수 있다. 참조 SNR 대 SNR이 x_1 이상인 패리티 검사 행렬(H)을 그룹 1로 설정할 수 있다. 참조 SNR 대 SNR이 x_1 미만이고 x_2 이상인 패리티 검사 행렬(H)을 그룹 2로 설정할 수 있다. 이 과정을 반복한다. 여기서 참조 SNR 은 사전에 미리 선정된 값일 수 있다. 또는, n 개의 패리티 검사 행렬(H) 중에서 l (즉, l 은 1보다 큰 정수)번째 작은 SNR을 참조 SNR로 선정할 수 있다..
- [181] n 개의 패리티 검사 행렬(H)을 분류하기 위한 제2 방법으로, n 개의 패리티 검사 행렬(H)에 대한 SNR값을 작은 것부터 큰 순서대로 정렬한다. 상위 m_1 개의 패리티 검사 행렬(H)을 그룹 1로 설정할 수 있다. 그 다음 상위 m_2 개의 패리티 검사 행렬(H)을 그룹 2를 설정할 수 있다. 이 과정을 반복한다. 제2 방법이 제1

방법보다 BLER 곡선의 기울기 값이 큰 것이 선정될 확률이 크다.

- [182] n 개의 패리티 검사 행렬(H)을 분류하기 위한 제3 방법으로, 제1 방법과 제2 방법을 함께 사용할 수 있다. 일 예로, 제1 정보 비트 길이를 위해서 제1 방법을 적용하고, 제2 정보 비트 길이를 위해서 제2 방법을 적용할 수 있다. 일반적으로, 정보 비트의 길이가 짧은 경우에는 쇼트닝 영향이 클 가능성이 높으므로 제2 방법을 적용하고, 정보 비트의 길이가 상대적으로 긴 경우에는 쇼트닝의 영향이 작을 가능성이 높으므로 제2 방법을 적용할 수 있다.
- [183] 5. SNR에 따라 분류된 제1 그룹 내에서 BLER 곡선의 기울기가 가장 큰 패리티 검사 행렬(H)을 선정할 수 있다. 만일 제1 그룹이 없는 경우, 제2 그룹 내에서 BLER 곡선의 기울기가 가장 큰 패리티 검사 행렬(H)을 선정할 수 있다. 만일 제2 그룹이 없는 경우, 제3 그룹 내에서 BLER 곡선의 기울기가 가장 큰 패리티 검사 행렬(H)을 선정할 수 있다.
- [184] 6. 제1 정보 비트 길이와 제1 부호율의 패리티 검사 행렬(H)을 이용하여 제2 정보 비트 길이와 제2 부호율의 패리티 검사 행렬(H)을 n' 개 생성하고 위 2 내지 5의 과정을 반복한다.
- [185] 본 명세서의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관하여 설명하였으나, 본 명세서의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능하다. 그러므로, 본 명세서의 범위는 상술한 실시 예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 발명의 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.