

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2013년 5월 16일 (16.05.2013)



(10) 국제공개번호
WO 2013/069887 A1

- (51) 국제특허분류:
H03M 13/11 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/007732
- (22) 국제출원일: 2012년 9월 26일 (26.09.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2011-0116674 2011년 11월 9일 (09.11.2011) KR
- (71) 출원인: 성균관대학교 산학협력단 (RESEARCH & BUSINESS FOUNDATION SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY) [KR/KR]; 440-746 경기도 수원시 장안구 천전동 300, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 김상호 (KIM, Sang Hyo); 135-906 서울 강남구 압구정동 한양아파트 61동 203호, Seoul (KR). 장민 (JANG, Min); 156-811 서울 동작구 대방동 501 대림아파트 101동 103호, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 에스앤아이피 특허법인 (S&IP PATENT & LAW FIRM); 135-080 서울 강남구 테헤란로 14길 5(역삼동 삼호역삼빌딩 2층), Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

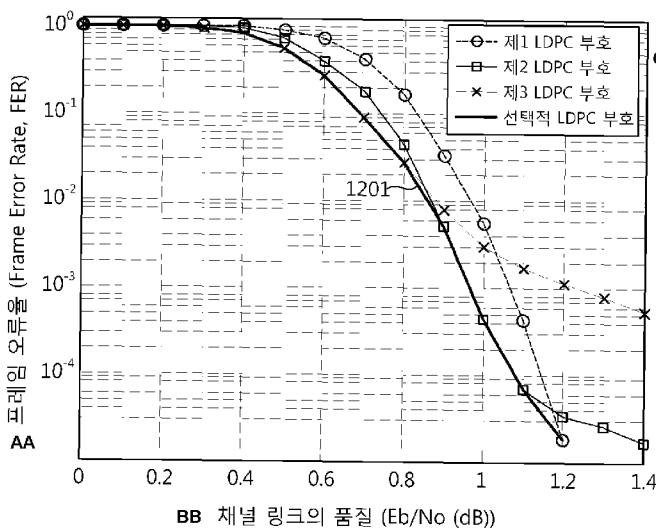
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: METHOD FOR GENERATING CHANNEL LINK QUALITY-ADAPTIVE PARITY CHECK MATRIX, AND METHOD AND APPARATUS FOR ENCODING LOW-DENSITY PARITY CHECK CODE USING SAME

(54) 발명의 명칭: 채널 링크 품질 적응적 패리티 검사 행렬의 생성 방법, 이를 이용한 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 방법 및 부호화 장치



AA ... Frame Error Rate (FER)
BB ... Quality of channel link
CC ... 1st LDPC code, 2nd LDPC code, 3rd LDPC code
DD ... Selective LDPC code

(57) Abstract: The present invention relates to a design of a low-density parity-check (LDPC) code, which is used in various communication environments including data transmission and data compression, and relates to a method and an apparatus for designing an appropriate LDPC code in accordance with characteristics and requirements of an applied technology using the LDPC code and the quality of a channel link, and using same for error correction encoding/decoding. The method for designing the LDPC code, according to the present invention, is characterized by considering a connected-degree set, diversity of connectivity, and distribution of variable nodes that are connected to a check node on a Tanner graph, which visually displays a parity-check matrix of the LDPC code.

(57) 요약서: 본 발명은 데이터 전송 및 데이터 압축 등 다양한 통신 환경에 사용되는 저밀도 패리티 검사 (low-density parity-check, 이하 LDPC) 부호의 설계에 관한 것으로, LDPC 부호를 사용하는 응용 기술의 특징 및 요구사항과 채널 링크의 품질에 따라 적합한 LDPC 부호를 설계하고 이를 이용하여 오류 정정 부호화/복호화를 하는 방법 및 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따른 LDPC 부호의 설계 방법은 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 시각적으로 표현한 태너(Tanner) 그래프에서 검사 노드(check node)에 연결된 변수 노드(variable node)들의 연결 차수 집합(connected-degree

set)과 연결성(connectivity)의 다양성 및 분포를 고려함을 특징으로 한다.

WO 2013/069887 A1

명세서

발명의 명칭: 채널 링크 품질 적응적 패리티 검사 행렬의 생성 방법, 이를 이용한 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 방법 및 부호화 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 저밀도 패리티 검사(low-density parity-check, 이하 LDPC) 부호에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 상기 LDPC 부호가 적용되는 기술의 특징 및 링크의 상태에 따라 적합한 LDPC 부호를 설계하고 이를 이용하여 오류 정정 부호화를 하는 방법 및 이를 수행하는 장치에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 통신 시스템에서는 채널의 잡음(noise), 다중 경로에 따른 페이딩(fading) 및 간섭(interference)등으로 인해 송신기(transmitter)와 수신기(receiver)사이의 링크의 상태가 크게 나빠진다. 따라서 오늘날 고속의 데이터 처리량과 신뢰도를 요구하는 차세대 이동통신 및 멀티미디어 전송 시스템을 구현하기 위해서는 잡음, 페이딩 및 간섭 등을 극복하기 위한 기술이 반드시 수반되어야 한다. 이에 정보 이론이라는 수학적 기반 하에 정보의 왜곡을 효율적으로 복원하여 통신의 신뢰성을 높이는 오류 정정 부호(error-correcting codes)에 대한 연구가 현재까지 활발하게 진행되어 왔다.
- [4] 저밀도 패리티 검사(low-density parity-check, 이하 LDPC) 부호는 이론적인 통신 한계인 Shannon 채널 용량(channel capacity)에 근접하는 우수한 성능을 갖는다. 상기 우수한 성능으로 인해 IEEE 802.16m 모바일 와이맥스(mobile WiMAX) 및 IEEE 802.11 와이파이(Wi-Fi) 등 다양한 표준 기술들이 LDPC 부호를 오류 정정 부호로 채택하여 사용하고 있다.
- [5] 각각의 LDPC 부호는 패리티 검사 행렬(parity-check matrix)로 정의되며, 이러한 패리티 검사 행렬은 시각적, 직관적인 이해를 위해 테너(Tanner) 그래프라는 이분(bipartite) 그래프로 표현될 수 있다. 상기 이분 그래프는 변수 노드(variable node) 집합, 검사 노드(check node) 집합 및 상기 변수 노드 집합과 검사 노드 집합의 원소들을 서로 연결하는 연결선(edge) 집합으로 구성된다. 상기 변수 노드는 부호화된 결과인 부호어(codeword)의 비트와 일대일로 대응되며, 상기 검사 노드는 부호어의 비트들의 대수적인 관계를 나타내는 패리티 검사 방정식(parity-check equation)에 대응된다.
- [6] 도 1은 4개의 행(row)과 8개의 열(column)로 이루어진 이진(binary) LDPC 부호의 패리티 검사 행렬의 예이다. 도 1을 참조하면 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬은 8개의 열을 가지고 있기 때문에 길이가 8인 부호어를 생성한다.
- [7] 도 2는 상기 도 1의 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬에 대응하는 테너(Tanner)

그래프이다.

- [8] 도 2의 태너(Tanner) 그래프는 8개의 변수 노드 $v_1(201)$, $v_2(202)$, $v_3(203)$, $v_4(204)$, $v_5(205)$, $v_6(206)$, $v_7(207)$, $v_8(208)$ 과 4개의 검사 노드 $c_1(211)$, $c_2(212)$, $c_3(213)$, $c_4(214)$ 및 이들을 연결하는 연결선들로 구성된다. 상기 태너(Tanner) 그래프의 연결선은 도 1의 패리티 검사 행렬에 따라 연결되는데, 패리티 검사 행렬의 i 번째 행, j 번째 열의 원소 h_{ij} 의 값이 0이 아니면 j 번째 변수 노드와 i 번째 검사 노드가 연결선에 의해 연결된다.
- [9] 상기 도 1 및 도 2와 같은 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬과 태너(Tanner) 그래프는 부호어의 길이 및 부호율(code rate)을 포함하는 기본적인 요소로 특징지어진다. 부호어의 길이 N 은 패리티 검사 행렬의 열의 수이며, 태너(Tanner) 그래프에서는 변수 노드의 개수이다. 부호율 R 은 패리티 검사 행렬에서 열의 수와 행의 수의 비율을 나타내며, 태너(Tanner) 그래프에서는 변수 노드의 개수 N 과 검사 노드의 개수 M 의 비율을 의미한다. 부호율은 하기의 수학적 식 1에 의해 계산된다.
- [10] 수학적 식 1

$$R = 1 - \frac{M}{N}$$

- [11] 상기 태너(Tanner) 그래프에서 변수 노드와 검사 노드의 차수(degree)는 각 노드에 연결되어 있는 연결선의 개수를 나타낸다. 변수 노드의 차수는 상기 패리티 검사 행렬에서 대응하는 열 배열에 존재하는 0이 아닌 원소의 개수이며, 검사 노드의 차수는 상기 패리티 검사 행렬에서 대응하는 행 배열에 존재하는 0이 아닌 원소의 개수이다. 예를 들어, 도 2를 참조하면, 변수 노드 $v_1(201)$, $v_2(202)$, $v_3(203)$, $v_4(204)$, $v_5(205)$, $v_6(206)$, $v_7(207)$ 및 $v_8(208)$ 의 차수는 순서대로 2, 2, 2, 2, 3, 3, 3 및 4이며, 검사 노드 $c_1(211)$, $c_2(212)$, $c_3(213)$ 및 $c_4(214)$ 의 차수는 순서대로 6, 5, 5 및 5이다.
- [12] LDPC 부호의 변수 노드 및 검사 노드 각각의 노드 관점(node perspective) 차수 분포(degree distribution)는 LDPC 부호에서 노드들이 갖는 차수의 확률적인 분포를 나타내는 지표이다. 여기서 λ_i 는 차수가 i 인 변수 노드의 개수와 전체 변수 노드의 개수 N 의 비율을 나타내며, ρ_j 는 차수가 j 인 검사 노드의 개수와 전체 검사 노드의 개수 M 의 비율을 나타낸다. 예를 들어, 상기 도 1과 도 2에 해당하는 LDPC 부호의 경우 변수 노드의 총 개수는 8이고, 차수가 각각 2, 3 및 4인 변수 노드의 개수는 4, 3 및 1이기 때문에 $\lambda_2=4/8$, $\lambda_3=3/8$, $\lambda_4=1/8$ 이 된다. 또한 검사 노드의 총 개수는 4이고, 차수가 각각 5, 6인 검사 노드의 개수는 3, 1이기 때문에 $\rho_5=3/4$, $\rho_6=1/4$ 이 된다.
- [13] LDPC 부호의 차수 분포가 LDPC 부호의 모든 특징을 표현하지는 않는다. 즉, 동일한 차수 분포를 가지더라도 실제 연결 구성에 따라서 서로 다른 LDPC 부호가 만들어질 수 있다. 하지만 동일한 차수 분포를 갖는 LDPC 부호들은

동일한 점근적인 성능(asymptotic performance)을 갖는다. LDPC 부호의 점근적인 성능은 상응하는 태너(Tanner) 그래프에 순환고리(cycle)가 없다는 가정 아래, 즉 부호어의 길이가 무한대라는 가정 아래 LDPC 부호가 갖는 오류 정정 능력이다. 이와 같이 LDPC 부호의 차수 분포를 이용하여 점근적인 성능을 계산하는 과정을 밀도 진화(density evolution)이라고 한다.

- [14] LDPC 부호의 일반적인 최적화 과정은 주어진 부호율에서 점근적인 성능이 우수한 차수 분포를 찾는 과정이다. 즉, 차수 분포를 변화시켜가며 밀도 진화로 점근적인 성능을 얻고, 이들 중 점근적인 성능이 우수한 차수 분포를 선택하는 것이다. 비록 이러한 최적화 과정이 점근적인 성능, 즉 부호어의 길이가 무한대라는 가정 아래 이루어지지만 성능의 경향은 부호어의 길이가 유한한 LDPC 부호에서도 비슷하게 나타난다. 즉, 우수한 점근적 성능의 차수 분포를 갖는 유한한 길이의 LDPC 부호는 열악한 점근적 성능의 차수 분포를 갖는 동일한 길이의 LDPC 부호에 비해서 일반적으로 성능이 우수하다.
- [15] 동일한 차수 분포를 갖는 LDPC 부호의 점근적인 성능은 모두 동일하다. 하지만 동일한 차수 분포를 갖는 LDPC 부호의 실질적인 성능은 달라질 수 있다. 즉, 유한한 길이를 갖는 LDPC 부호의 경우, 동일한 차수 분포를 갖더라도 실질적인 연결 구성에 따라서 성능의 편차가 발생할 수 있다. 따라서 실질적인 LDPC 부호의 설계에 있어서 동일 차수 분포를 갖는 LDPC 부호들 사이에서도 LDPC 부호를 사용하고자 하는 시스템의 특징 및 요구사항에 적합하고 우수한 성능을 갖는 LDPC 부호를 설계하는 것이 중요하다.

[16]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [17] 상기 최적화된 LDPC 부호를 결정하기 위해 다양한 LDPC 부호의 설계 방법이 제시되었으나, 종래의 LDPC 부호를 이용한 부호화/복호화 기술의 경우 채널의 품질이 변화함에 따라 최적의 LDPC 부호가 변화하는 문제점이 있다. 즉, 채널 링크의 품질이 상대적으로 나쁜 범위로서, 채널 링크의 품질이 좋아짐에 따라 오류율 커브의 기울기가 급격하게 커지는 낙수 영역에서 우수한 성능을 보이는 LDPC 부호가 채널 링크의 품질이 상대적으로 좋은 범위로서, 오류율 커브의 기울기가 낙수 영역에 비해 급격하게 낮아지는 오류-마루 영역에서는 열악한 품질을 보이는 낙수/오류-마루 상충이 관찰된다. 그런데, 동일한 차수 분포를 갖는 LDPC 부호들 사이의 낙수/오류-마루 상충을 유발하는 요소는 아직까지 밝혀진 바 없다.
- [18] 따라서, 낙수/오류-마루 상충을 유발하는 요소를 밝혀내고, 채널의 품질에 적응적으로 LDPC 부호를 선택함으로써 채널 링크의 품질과 무관하게 항상 우수한 오류 정정 능력을 갖는 LDPC 부호를 이용한 부호화/복호화 방법에 대한 연구가 필요하다.

- [19] 상기한 바와 같은 단점을 극복하기 위한 본 발명의 제 1 목적은 LDPC 부호가 사용될 통신 시스템의 특징 및 채널 링크의 품질에 따라 최적의 성능을 갖는 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 설계하는 방법을 제공하는 것이다.
- [20] 또한, 본 발명의 제 2 목적은 부호화된 부호어가 전송되는 채널 링크의 품질에 적응적으로 패리티 검사 행렬을 선택하여 최적의 오류 정정 능력을 갖는 LDPC 부호의 부호화 방법을 제공하는 것이다.
- [21] 또한, 본 발명의 제 3 목적은 부호화된 부호어가 전송되는 채널 링크의 품질에 적응적으로 패리티 검사 행렬을 선택하여 최적의 오류 정정 능력을 갖는 LDPC 부호의 부호화 장치를 제공하는 것이다.

[22]

과제 해결 수단

- [23] 상술한 본 발명의 제 1 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 저밀도 패리티 검사(LDPC, Low Density Parity Check) 부호의 패리티 검사 행렬을 생성하는 방법은 상기 LDPC 부호가 사용되는 통신 시스템의 채널 링크 품질을 기반으로 검사 노드들의 연결 차수 집합(connected-degree set) 조건 및 연결성(connectivity) 조건 중 적어도 하나를 결정하는 조건 설정 단계 및 상기 결정한 연결 차수 집합 조건 및 연결성 조건 중 적어도 하나를 기반으로 패리티 검사 행렬을 생성하는 단계를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 연결 차수 집합 조건은 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악한 경우 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수를 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 많도록 설정하는 것을 특징으로 할 수 있고, 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한 경우 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수를 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 적도록 설정하는 것을 특징으로 할 수 있다. 또한, 상기 연결성 조건은 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악한 경우 상기 검사 노드들의 연결성의 분산값을 미리 설정한 연결성 분산값 기준보다 크도록 설정하는 것을 특징으로 할 수 있고, 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한 경우 상기 검사 노드들의 연결성의 분산값을 미리 설정한 연결성 분산값 기준보다 작도록 설정하는 것을 특징으로 할 수 있다. 상기 채널 링크 품질은 비트 에너지 대 잡음 비율(E_b/N_0)을 기반으로 판단하도록 할 수 있다. 여기서, 상기 품질 기준은 상기 품질 기준보다 상기 채널 링크 품질이 열악한 경우 상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 낙수 영역(waterfall region)에 속하고, 상기 품질 기준보다 상기 채널 링크 품질이 우수한 경우 상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 오류-마루 영역(error-floor region)에 속하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [24] 상술한 본 발명의 제 2 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 저밀도 패리티 검사(LDPC, Low Density Parity Check) 부호의 부호화 방법은 정보 데이터를 입력받는 단계, 검사 노드들의 연결 차수 집합(connected-degree set)

조건, 또는 연결성 (connectivity) 조건이 서로 다른 소정 개수의 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 생성하는 단계, 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 하나의 패리티 검사 행렬을 선택하는 단계 및 상기 선택된 패리티 검사 행렬을 기반으로 상기 정보 데이터를 부호화하여 부호어를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다. 여기서, 상기 패리티 검사 행렬을 선택하는 단계는 상기 LDPC 부호가 사용되는 통신 시스템의 채널 링크 품질을 측정하는 단계 및 상기 채널 링크 품질을 기반으로 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 오류 정정 능력이 가장 우수한 하나의 패리티 검사 행렬을 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다. 여기서, 상기 채널 링크 품질을 측정하는 단계는 신호 대 잡음비(signal-to-noise ratio, SNR)를 포함할 수 있는 채널 링크 품질의 확률적 특성을 기반으로 상기 채널 링크 품질을 추정하는 것을 특징으로 할 수 있다. 여기서, 상기 패리티 검사 행렬을 선택하는 단계는 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수가 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 많은 패리티 검사 행렬을 선택할 수 있고, 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수가 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 적은 패리티 검사 행렬을 선택하는 것을 특징으로 할 수 있다. 또한, 상기 패리티 검사 행렬을 선택하는 단계는 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 연결성의 분산값이 미리 설정한 연결성의 분산값 기준보다 큰 패리티 검사 행렬을 선택할 수 있고, 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 연결성의 분산값이 미리 설정한 연결성의 분산값 기준보다 작은 패리티 검사 행렬을 선택하는 것을 특징으로 할 수 있다. 상기 품질 기준은 상기 품질 기준보다 상기 채널 링크 품질이 열악한 경우 상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 낙수 영역(waterfall region)에 속하고, 상기 품질 기준보다 상기 채널 링크 품질이 우수한 경우 상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 오류-마루 영역(error-floor region)에 속하는 것을 특징으로 할 수 있다.

- [25] 상술한 본 발명의 제 3 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 저밀도 패리티 검사(LDPC, Low Density Parity Check) 부호의 부호화 장치는, 정보 데이터를 입력받는 입력부, 검사 노드들의 연결 차수 집합(connected-degree set) 조건 및 연결성 (connectivity) 조건 중 적어도 하나가 서로 다른 소정 개수의 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 생성하는 패리티 검사 행렬 생성부, 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 하나의 패리티 검사 행렬을 선택하는 제어부 및 상기 선택된 패리티 검사 행렬을 기반으로 상기 정보 데이터를 부호화하여 부호어를 생성하는 부호화부를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 부호화

장치는 상기 LDPC 부호가 사용되는 통신 시스템의 채널 링크 품질을 측정하는 측정부를 더 포함하되, 상기 제어부는 상기 채널 링크 품질을 기반으로 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 오류 정정 능력이 가장 우수한 하나의 패리티 검사 행렬을 선택하는 것을 특징으로 할 수 있다. 상기 측정부는 신호 대 잡음비(signal-to-noise ratio, SNR)를 포함할 수 있는 채널 링크 품질의 확률적 특성을 기반으로 상기 채널 링크 품질을 추정할 수 있다. 또한, 상기 제어부는 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수가 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 많은 패리티 검사 행렬을 선택할 수 있고, 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수가 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 적은 패리티 검사 행렬을 선택할 수 있다. 또한, 상기 제어부는 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 연결성의 분산값이 미리 설정한 연결성의 분산값 기준보다 큰 패리티 검사 행렬을 선택할 수 있고, 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 연결성의 분산값이 미리 설정한 연결성의 분산값 기준보다 작은 패리티 검사 행렬을 선택할 수 있다. 상기 품질 기준은 상기 품질 기준보다 상기 채널 링크 품질이 열악한 경우 상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 낙수 영역(waterfall region)에 속하고, 상기 품질 기준보다 상기 채널 링크 품질이 우수한 경우 상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 오류-마루 영역(error-floor region)에 속하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[26]

발명의 효과

[27] 전술한 본 발명의 일 실시예에 따른 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬의 생성 방법, 이를 이용한 LDPC 부호의 부호화 방법 및 장치에 따르면, 검사 노드에 연결되는 변수 노드의 차수 집합을 의미하는 연결 차수 집합과(connected-degree set)과 차수 합을 의미하는 연결성(connectivity)의 다양성 및 분포도를 고려하여 LDPC 부호가 사용되는 통신 시스템의 특성에 맞는 패리티 검사 행렬을 생성할 수 있다. 또한, LDPC 부호를 사용하는 통신 및 압축 시스템에서 오류 정정 부호화를 수행하는데 있어서, LDPC 부호로 부호화된 정보가 전송되는 채널 링크의 품질에 따라 패리티 검사 행렬을 선택할 수 있다.

[28] 따라서, LDPC 부호를 이용한 오류 정정 부호화에 있어서 낙수/오류-마루 상충을 조절할 수 있다. 즉, 단일한 LDPC 부호를 사용할 경우 채널 링크의 품질이 변화함에 따라 상대적으로 열악한 오류 정정 능력을 갖게 되는 문제를 해결하고, 채널 링크의 품질에 무관하게 항상 최적의 오류 정정 능력을 갖는

오류 정정 부호화를 수행할 수 있다.

[29]

도면의 간단한 설명

[30] 도 1은 부호어의 길이 8, 부호율 1/2의 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬의 예시도이다.

[31] 도 2는 도 1의 패리티 검사 행렬의 예에 상응하는 태너(Tanner) 그래프의 예시도이다.

[32] 도 3은 LDPC 부호의 태너(Tanner) 그래프에서의 순환 고리의 예시도이다.

[33] 도 4는 설계 중에 있는 LDPC 부호의 태너(Tanner) 그래프 및 상기 태너 그래프에 상응하여 임의의 변수 노드를 뿌리로 하는 확장 트리의 예시도이다.

[34] 도 5는 서로 다른 낙수/오류-마루 상충 성능을 갖는 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브 그래프이다.

[35] 도 6은 태너 그래프에서 검사 노드의 연결 차수 집합의 예시도이다.

[36] 도 7은 태너 그래프에서 검사 노드의 연결성의 예시도이다.

[37] 도 8은 서로 다른 연결 차수 집합이 129개인 제 1 LDPC 부호의 연결성 분포도이다.

[38] 도 9는 서로 다른 연결 차수 집합이 2021개인 제 2 LDPC 부호의 연결성 분포도이다.

[39] 도 10은 서로 다른 연결 차수 집합이 2446개인 제 3 LDPC 부호의 연결성 분포도이다.

[40] 도 11은 도 8, 도 9 및 도 10의 제 1 LDPC 부호, 제 2 LDPC 부호 및 제 3 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브 그래프이다.

[41] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 채널 품질 적응적 LDPC 부호화/복호화 방법의 프레임 오류율 커브 그래프이다.

[42] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬 생성 방법의 흐름도이다.

[43] 도 14는 도 13의 조건 결정 단계의 상세 흐름도이다.

[44] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 LDPC 부호의 부호화 방법의 흐름도이다.

[45] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 LDPC 부호의 부호화 장치의 블록도이다.

[46]

발명의 실시를 위한 형태

[47] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다.

[48] 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[49] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기

구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[50] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[51] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[52] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가진 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[53] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어 전체적인 이해를 용이하게 하기 위하여 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[54]

[55] LDPC 부호의 설계는 설계 요소(design factors)를 바탕으로 이루어진다. LDPC 부호가 사용될 통신 시스템의 특징에 따라 부호어의 길이 N 과 부호율 R 이 결정되며, 결정된 부호율에서 우수한 점근적 성능을 갖는 차수 분포(degree distribution)가 선택된다. 이러한 설계 요소를 바탕으로 실제 사용 가능한 LDPC 부호, 즉 유한한 길이의 LDPC 부호를 설계하는데 있어서 중요한 점은 짧은 길이의 순환 고리(cycle)를 최소한으로 생성하는 것이다. 순환 고리는 하나의 노드로부터 시작하여 다른 노드들을 거쳐 다시 자신의 노드로 연결되는 연결선의 집합이다.

- [56] 도 2는 도 1의 패리티 검사 행렬의 예에 상응하는 테너(Tanner) 그래프의 예시도이고, 도 3은 도 2의 테너 그래프에서의 순환 고리의 예시도이다.
- [57] 도 3을 참조하면, 변수 노드 $v_1(301)$ 로부터 검사 노드 $c_1(311)$, 변수 노드 $v_5(305)$, 검사 노드 $c_2(312)$ 를 거쳐 다시 변수 노드 $v_1(301)$ 으로 연결되는 연결선은 순환 고리(320)를 구성한다. 순환 고리의 길이는 순환 고리를 구성하는 연결선의 개수로, 도 3의 순환 고리(320)의 길이는 4이다. LDPC 부호의 테너 그래프(Tanner graph)에 순환 고리가 많을수록, 그리고 순환 고리의 길이가 짧을수록 오류-마루(error-floor)라고 불리는 현상이 발생할 확률이 커진다. LDPC 부호는 채널 링크의 품질이 좋아짐에 따라 지수적으로(exponentially) 향상되는 오류 정정 능력을 갖는데, 오류-마루 현상은 채널 링크의 품질이 좋아지는 정도에 비해 오류 정정 능력이 크게 향상되지 않는 현상을 말한다. 순환 고리의 확장된 개념인 정지 집합(stopping set) 및 트랩 집합(trapping set) 또한 LDPC 부호의 오류-마루 현상에 영향을 미친다.
- [58] 유한한 부호어의 길이를 갖는 LDPC 부호를 설계하는 있어서 순환 고리를 비롯한 정지 집합 및 트랩 집합은 필연적으로 생성된다. 따라서 부호어의 길이, 부호율 및 차수 분포 등 주어진 설계 요소를 바탕으로 LDPC 부호를 설계하는데 있어서 설계된 LDPC 부호 내의 순환 고리를 비롯한 정지 집합 및 트랩 집합의 크기를 줄이는 것이 중요하게 여겨진다.
- [59] 도 4는 LDPC 부호를 설계하는 데 있어서 순환 고리의 크기를 키우는 방법 중 하나인 점진적 연결 구성(progressive-edge-growth, PEG)의 예를 도시한 도면이다.
- [60] 도 4를 참조하면, 설계 요소로써 주어진 차수 분포에 따라 변수 노드의 차수를 미리 정한 뒤, 각 변수 노드마다 순차적으로 정해진 차수만큼의 연결선을 검사 노드에 연결한다. 상기 도 4의 테너(Tanner) 그래프(401)의 상태를 참조하면, 변수 노드 $v_1(411)$, $v_2(412)$, $v_3(413)$ 및 $v_4(414)$ 는 정해진 차수만큼의 연결선을 검사 노드에 연결한 상태이다. 변수 노드 $v_5(415)$ 는 검사 노드 $c_1(421)$ 에 하나의 연결선을 연결하였으며, 두 번째 연결선을 어떤 검사 노드에 연결할지 정해야 하는 차례이다. 설계의 목표는 새로운 연결선을 놓음으로써 만들어지는 순환 고리의 길이를 최대화 하는 것이다. 따라서 변수 노드 $v_5(415)$ 는 자신으로부터 각 변수 노드 및 검사 노드의 거리를 살펴보기 위한 확장 트리(spreading tree)를 구성한다. 도 4의 확장 트리(402)를 참조하면, 변수 노드 $v_5(415)$ 로부터 가장 멀리 떨어진 검사 노드는 $c_3(423)$ 이다. 따라서 새 연결선을 변수 노드 $v_5(415)$ 와 $c_3(423)$ 사이에 연결한다면, 새로운 연결선으로 인해 구성되는 순환 고리의 크기가 최대화된다. 이러한 과정은 LDPC 부호의 설계 과정에 있어서 필연적으로 수행되는 동작이다.
- [61]
- [62] 도 5는 서로 다른 낙수/오류-마루 상충 성능을 갖는 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브 그래프이다. 즉, 동일한 차수 분포를 갖지만 연결 구성은 다른 두 LDPC 부호의 성능을 나타내는 프레임 오류율(frame error rate, FER)커브

그래프를 도시한 도면이다.

- [63] 도 5의 그래프를 참조하면, 가로축(501)은 채널 링크의 품질을 나타내는 비트 에너지 대 잡음 비율이며 값이 클수록 채널 링크의 품질이 좋고, 값이 작을수록 채널 링크의 품질이 나쁘다. 또한 세로축(502)은 각 채널 링크의 품질에서 LDPC 부호를 사용했을 때 복원이 실패할 평균적인 확률을 나타내며 값이 작을수록 LDPC 부호의 성능이 우수하다. 채널 링크의 품질이 좋을수록 LDPC 부호를 사용했을 때 복원이 실패할 평균적인 확률이 낮아지며, 채널 링크의 품질이 나쁠수록 LDPC 부호를 사용했을 때 복원이 실패할 평균적인 확률이 높아진다.
- [64] 도 5의 그래프를 참조하면, LDPC 부호의 성능 그래프는 크게 낙수 영역(waterfall region, 510)과 오류-마루 영역(error-floor region, 520)으로 나뉜다. 낙수 영역(510)은 채널 링크의 품질이 상대적으로 나쁜 범위에서 채널 링크의 품질이 좋아짐에 따라 오류율 커브의 기울기가 급격하게 커지는 영역이다. 오류-마루 영역(520)은 채널 링크의 품질이 상대적으로 좋은 범위에서 오류율 커브의 기울기가 낙수 영역에 비해 급격하게 낮아지는 영역이다.
- [65] 도 5의 그래프를 참조하면, 서로 다른 LDPC 부호가 동일한 부호어의 길이와 동일한 차수 분포를 갖더라도 실질적인 테너(Tanner) 그래프의 연결 구성에 따라 다른 오류 성능을 갖는다. 특히 낙수 영역(510)에서의 성능이 우수하면 오류-마루 영역(520)에서 성능이 열악하고, 오류-마루 영역(520)에서의 성능이 우수하면 낙수 영역(510)에서의 성능이 열악한 낙수/오류-마루 상충(tradeoff between waterfall and error-floor)이 관찰된다. 즉, LDPC 부호 1을 나타내는 그래프(531) 및 LDPC 부호 2를 나타내는 그래프(532)를 관찰하면, 낙수 영역(510)에서는 LDPC 부호 2를 이용할 경우 더 우수한 성능을 보이며, 오류-마루 영역(520)에서는 LDPC 부호 1을 이용할 경우 더 우수한 성능을 보인다.
- [66] 서로 다른 차수 분포를 갖는 유한한 길이의 LDPC 부호들 사이의 낙수/오류-마루 상충은 차수-2 변수 노드의 비율을 변화시켜 조절할 수 있다. 하지만 동일한 차수 분포를 갖는 LDPC 부호들 사이의 낙수/오류-마루 상충을 유발하는 요소는 아직 밝혀진 바 없다.
- [67] 동일한 차수 분포를 갖는 유한한 길이의 LDPC 부호에서 낙수/오류-마루 상충을 조절할 수 있다면 LDPC 부호를 사용하는 통신 시스템의 특징과 채널 링크의 품질에 따라 적합한 LDPC 부호를 설계할 수 있다. 즉, LDPC 부호의 부호율이 주어진 상태에서 밀도 진화를 이용한 점근적인 성능 분석을 통해 LDPC 부호의 차수 분포를 최적화한 뒤, 통신 시스템의 특징과 요구 사항 및 채널 링크의 품질에 따라 적합한 낙수/오류-마루 상충 특성을 갖는 LDPC 부호를 설계하면 시스템의 전반적인 성능을 향상시킬 수 있다.
- [68] 예를 들어, 송신기와 수신기 사이의 채널 링크의 품질이 대체적으로 낮다면 낙수 영역(510)에서 보다 우수한 성능을 갖는 LDPC 부호를 사용하여 링크의 평균적인 신뢰성 향상을 꾀할 수 있다. 반면에 송신기와 수신기 사이의 채널

링크 품질이 대체적으로 좋다면 오류-마루 영역(520)에서 우수한 성능을 갖는 LDPC 부호를 사용하여 링크의 평균적인 신뢰성 향상을 꾀할 수 있다.

- [69] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 LDPC 부호의 설계 방법은 부호어의 길이, 부호율 및 차수 분포가 주어졌을 때 LDPC 부호의 설계 방법을 제공한다. 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 LDPC 부호의 설계 방법은 동일한 부호어의 길이, 부호율 및 차수 분포를 갖더라도 통신 시스템의 특징에 따라 적합한 성능을 갖는 LDPC 부호의 설계 방법을 제공한다.

[70]

- [71] 본 발명의 실시예를 설명하기에 앞서 본 발명이 이용하는 개념으로서, 연결 차수 집합(connected-degree set)과 연결성(connectivity)을 이하에서 설명한다.

- [72] 도 6은 태너 그래프에서 검사 노드의 연결 차수 집합의 예시도이다. 즉, 임의의 태너 그래프에서 하나의 검사 노드를 뿌리(root)로 하여 그려진 확장 트리에서 연결 차수 집합(connected-degree set)의 예를 표시한 도면이다.

- [73] 도 6을 참조하면, LDPC 부호의 태너 그래프에서 한 검사 노드의 연결 차수 집합은 해당 검사 노드와 하나의 연결선으로 이어진 변수 노드들의 차수들의 집합이다. 예를 들어, 상기 도 6에서 검사 노드 c1(601)에 연결선 하나로 연결된 변수 노드는 v1(611), v2(612), v3(613) 및 v4(614)로 총 4개이다. 이 변수 노드의 차수는 각각 v1(611)이 2, v2(612)가 3, v3(613)이 3, v4(614)가 4이다. 따라서 검사 노드 c1(601)의 연결 차수 집합은 {2, 3, 3, 4} 이다.

- [74] 도 7은 태너 그래프에서 검사 노드의 연결성의 예시도이다. 즉, 상기 도 6과 같은 태너(Tanner) 그래프에서 하나의 검사 노드를 뿌리로 하여 그려진 확장 트리에서 연결성(connectivity)의 예를 표시한 도면이다.

- [75] 도 7을 참조하면, LDPC 부호의 태너(Tanner) 그래프에서 한 검사 노드의 연결성은 해당 검사 노드와 하나의 연결선으로 이어진 변수 노드들의 차수들에서 1을 뺀 값의 총합이다. 예를 들어, 상기 도 7에서 검사 노드 c1(701)에 연결선 하나로 연결된 변수 노드는 v1(711), v2(712), v3(713) 및 v4(714)로 총 4개이다. 이 변수 노드의 차수는 각각 v1(711)이 2, v2(712)가 3, v3(713)이 3, v4(714)가 4이다. 따라서 검사 노드 c1(701)의 연결성은 (2-1), (3-1), (3-1) 및 (4-1)의 값을 더한 $1+2+2+3=8$ 이다. 또한, 연결성은 길이 4의 순환 고리가 없다는 전제 하에 검사 노드 c1(701)을 뿌리로 확장 트리를 그렸을 때 깊이 2에 위치한 검사 노드(703)의 수이다.

- [76] 본 발명의 실시예에 따른 LDPC 부호의 설계 방법은 부호어의 길이, 부호율 및 차수 분포가 주어졌을 때 LDPC 부호를 설계하는데 있어서, 기존에는 고려하지 않았던 검사 노드의 상기 연결 차수 집합과 연결성을 고려한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 LDPC 부호는 동일한 부호어의 길이, 동일한 부호율 및 동일 또는 유사한 차수 분포를 갖더라도 검사 노드의 연결 차수 집합의 다양성 및 연결성의 분산값에 따라 낙수/오류-마루 상충이 조절된 성능을 갖는다.

- [77] LDPC 부호의 태너(Tanner) 그래프를 구성하는 각각의 검사 노드의 연결 차수

집합의 형태가 균일하거나 연결성의 분산이 작다면 오류-마루 영역에서의 성능은 우수하지만 낙수 영역에서는 성능이 열악하다. 예를 들어, i) LDPC 부호의 테너(Tanner) 그래프를 구성하는 검사 노드들의 연결 차수 집합이 {2, 3, 3, 4} 이고 연결성은 12로 모두 동일한 경우 또는 ii) 일부 검사 노드들의 연결 차수 집합은 {2, 3, 3, 4}, 연결성은 12이고 상기 일부 검사 노드 이외의 다른 검사 노드들의 연결 차수 집합은 {2, 2, 3, 4}, 연결성은 11인 경우와 같이 검사 노드마다 연결 차수 집합과 연결성은 다소 다르지만 대체로 비슷한 경우 오류-마루 영역에서 우수한 성능을 갖는다.

- [78] 반면, LDPC 부호의 테너(Tanner) 그래프를 구성하는 각 검사 노드의 연결 차수 집합의 형태가 다양하거나 연결성의 분산이 크다면 오류-마루영역에서의 성능은 열악하지만 낙수 영역에서는 성능이 우수하다. 예를 들어, LDPC 부호의 테너(Tanner) 그래프를 구성하는 검사 노드들 중 일부 검사 노드들의 연결 차수 집합이 {2, 2, 2, 2}, 연결성이 8이고 상기 일부 검사 노드 이외의 다른 검사 노드들의 연결 차수 집합은 {4, 4, 4, 4}, 연결성은 16인 경우와 같이 상기 테너 그래프를 구성하는 검사 노드마다 연결 차수 집합이 다양하고 연결성의 분산이 크다면 낙수 영역에서 우수한 성능을 갖는다.

[79]

- [80] 도 8은 서로 다른 연결 차수 집합이 129개인 제 1 LDPC 부호의 연결성 분포도이고, 도 9는 서로 다른 연결 차수 집합이 2021개인 제 2 LDPC 부호의 연결성 분포도이며, 도 10은 서로 다른 연결 차수 집합이 2446개인 제 3 LDPC 부호의 연결성 분포도이다.

- [81] 도 8 내지 도 10에 도시된 제 1 내지 제 3 LDPC 부호를 예를 들어 본 발명의 일 실시예에 따른 LDPC 부호의 설계 방법을 설명한다. 상기 제 1 내지 제 3 LDPC 부호는 동일한 부호어의 길이, 동일한 부호율, 동일한 변수 노드 차수 분포 및 동일한 검사 노드 차수 분포를 갖는다. 반면, 상기 제 1 내지 제 3 LDPC 부호의 검사 노드의 연결 차수 집합과 연결성 분포는 서로 다르다. 하기의 표 1은 제 1 내지 제 3 LDPC 부호에서 나타나는 서로 다른 연결 차수 집합의 수를 나타낸다.

- [82] 표 1

[Table 1]

LDPC ₁ 부호	LDPC ₂ 부호	LDPC ₃ 부호
129	2021	2446

[83]

- [84] 도 8 내지 도 10을 참조하면 연결성의 분포는 제 1 LDPC 부호, 제 2 LDPC 부호 및 제 3 LDPC 부호의 순으로 넓게 퍼져 있다.

- [85] 도 11은 제 1 내지 제 3 LDPC 부호 각각의 프레임 오류율 커브를 도시한 그림이다.

- [86] 도 11을 참조하면, 낙수 영역에서의 성능은 제 3 LDPC 부호가 가장 좋고,

이어서 제 2 LDPC 부호가 우수한 성능을 보이며 제 1 LDPC 부호가 가장 열악한 성능을 보인다. 즉, 검사 노드의 연결 차수 집합이 다양한, 다시 말해 서로 다른 연결 차수 집합의 수가 많은 LDPC 부호일수록 더 좋은 낙수 영역에서의 성능을 갖는다. 반면에 오류-마루 영역에서의 성능은 제 1 LDPC 부호가 가장 우수하고, 이어서 제 2 LDPC 부호가 우수한 성능을 보이며 제 3 LDPC 부호가 가장 열악한 성능을 보인다. 즉, 검사 노드의 연결 차수 집합이 비교적 균일한, 다시 말해 서로 다른 연결 차수 집합의 수가 적은 LDPC 부호일수록 더 좋은 오류-마루 영역에서의 성능을 갖는다. 이와 같이 발명에 따라 LDPC 부호를 설계하는데 있어서, 검사 노드의 연결 차수 집합과 연결성을 고려하여 낙수/오류-마루 상충을 조절한다.

[87]

[88] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 채널 품질 적응적 LDPC 부호화/복호화 방법의 프레임 오류율 커브 그래프이다. 즉, 채널 링크 품질에 대한 확률적 특성에 기반하여 최적의 낙수/오류-마루 상충 성능을 갖는 LDPC 부호를 선택하는 통신 장치의 프레임 오류율 커브를 도시한 그래프이다.

[89]

본 발명의 일 실시예에 따른 LDPC 부호의 부호화기(encoder)는 채널 링크의 품질을 알고 있는 상황에서 해당 채널 링크 품질에서 우수한 낙수/오류-마루 상충 성능을 갖는 LDPC 부호를 선택하여 부호화한다. 대다수의 통신 시스템에서 부호화기 및 복호화기가 순시(instantaneous) 채널 링크에 대한 정보를 정확하게 파악하는 것은 어렵지만, 신호 대 잡음비(signal-to-noise ratio, SNR) 등을 통해 채널 링크 품질의 확률적 특성은 쉽게 파악할 수 있다. 따라서 본 발명에 따른 LDPC 부호의 부호화기는 동일 또는 유사한 부호어의 길이, 부호율 및 차수 분포를 가지며, 서로 다른 연결 차수 집합 분포 및 연결성 분포를 가짐으로써 상이한 낙수/오류-마루 상충 성능을 나타내는 LDPC 부호군을 이용하여 채널 링크의 품질에 대한 확률적 특성에 기반하여 부호화에 사용할 LDPC 부호를 상기 LDPC 부호군 내에서 선택한다.

[90]

도 12에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 LDPC 부호를 사용하는 통신 장치의 부호화기는 서로 다른 낙수/오류-마루 상충 성능을 갖는 3개의 LDPC 부호군을 가지고 있다. 상기 LDPC 부호군은 상기 도 8 내지 도 10의 제 1 내지 제 3 LDPC 부호를 포함할 수 있다. LDPC 부호를 사용하는 통신 시스템의 부호화기가 채널 링크 품질의 확률적 특성을 알고 있는 상황에서 최적의 낙수/오류-마루 상충 성능을 갖는 LDPC 부호를 선택하여 부호화하면 프레임 오류율 커브(1201)와 같은 오류 정정 능력을 갖는다. 이에 따라 통신 시스템의 데이터 전송 처리량(throughput), 최종적인 오류율 등에서 전반적인 성능 향상을 기대할 수 있다. 즉, 채널 링크 품질의 변화에 영향을 받지 않고 적응적으로 LDPC 부호를 선택함으로써, 항상 최적의 오류 정정 능력을 갖는다.

[91]

[92] 패리티 검사 행렬 생성 방법

- [93] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬 생성 방법의 흐름도이고, 도 14는 도 13의 조건 결정 단계의 상세 흐름도이다.
- [94] 도 13에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 저밀도 패리티 검사(LDPC, Low Density Parity Check) 부호의 패리티 검사 행렬을 생성하는 방법은 상기 LDPC 부호가 사용되는 통신 시스템의 채널 링크 품질을 기반으로 검사 노드들의 연결 차수 집합(connected-degree set) 조건 및 연결성(connectivity) 조건 중 적어도 하나를 결정하는 조건 설정 단계(S1310) 및 상기 결정한 연결 차수 집합 조건 및 연결성 조건 중 적어도 하나를 기반으로 패리티 검사 행렬을 생성하는 단계(S1320)를 포함할 수 있다.
- [95] 즉, 상기 LDPC 부호가 사용될 통신 시스템의 특성 및 상기 통신 시스템의 평균적인 채널 링크 품질을 이용하여, 당해 통신 시스템에서 가장 우수한 오류 정정 능력을 갖는 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 생성하기 위해 검사 노드들의 연결 차수 집합 조건, 또는 연결성 조건을 이용한다.
- [96] 도 14에 도시한 바와 같이, 상기 조건 설정 단계(S1310)는 상기 LDPC 부호가 적용되는 통신 시스템을 결정하는 단계(S1410), 상기 결정된 통신 시스템의 채널 링크의 평균적인 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한지 여부를 판단하는 단계(S1420), 상기 판단 결과, 채널 링크의 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수할 경우 연결 차수 집합을 균일화하여 서로 다른 연결 차수 집합의 수를 최소화하는 단계(S1430), 채널 링크의 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수할 경우 연결성 분산값을 최소화하는 단계(S1440), 채널 링크의 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악할 경우 연결 차수 집합을 다양화하여 서로 다른 연결 차수 집합의 수를 최대화하는 단계(S1450), 및 채널 링크의 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악할 경우 연결성 분산값을 최대화하는 단계(S1450)를 포함할 수 있다.
- [97] 보다 구체적으로 설명하면, LDPC 부호가 적용되는 통신 시스템을 결정하는 단계(S1410)에서 상기 통신 시스템을 결정하고 결정된 통신 시스템의 평균적인 채널 링크 품질을 파악한다. 예를 들어, 상기 통신 시스템에 포함된 송신기와 수신기 사이의 채널 링크의 품질이 전반적으로 낮은지 여부, 또는 송신기와 수신기 사이의 채널 링크 품질이 전반적으로 좋은지 여부를 판단한다.
- [98] 상기 판단된 채널 링크의 평균적인 품질을 미리 설정한 품질 기준과 비교하고, 그 비교 결과를 기반으로 연결 차수 집합 또는 연결성의 조건을 결정한다. 도 5를 참조하여 전술한 바와 같이, LDPC 부호의 오류율 커브는 채널 링크의 품질에 의해 낙수 영역(510)과 오류-마루 영역(520)으로 구분되며 검사 노드들의 연결성의 분산이 크거나 연결 차수 집합이 다양한 경우 낙수 영역(510)에서 우수한 오류 정정 능력을 갖는 경향이 있고, 검사 노드들의 연결성의 분산이 작거나 연결 차수 집합이 대체로 유사한 경우 오류-마루 영역(520)에서 우수한 오류 정정 능력을 갖는 경향이 있다.
- [99] 다시 도 5를 참조하여 보다 구체적으로 설명하면, 상기 채널 링크 품질은 비트

에너지 대 잡음 비율(E_b/N_0)을 기반으로 판단할 수 있고, 도 5의 그래프의 가로축(501) 상에 표현되어 있다. 또한, 상기 미리 설정된 품질 기준(540)은 상기 품질 기준(540)보다 상기 채널 링크 품질이 열악한 경우 상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 낙수 영역(waterfall region, 510)에 속하고, 상기 품질 기준(540)보다 상기 채널 링크 품질이 우수한 경우 상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 오류-마루 영역(error-floor region, 520)에 속하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[100] 상기 품질 기준(540)과 채널 링크의 품질을 비교하여, 채널 링크의 품질이 상기 품질 기준(540)보다 우수한지 여부를 판단한다(S1420). 상기 연결 차수 집합 조건은 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준(540)보다 열악한 경우 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수를 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 많도록 설정하여 연결 차수 집합이 다양하도록 설정할 수 있고(S1450), 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준(540)보다 우수한 경우 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수를 미리 설정한 서로 다른 연결 차수 집합 수 기준보다 적도록 설정하여 연결 차수 집합을 균일화할 수 있다(S1430). 상기 미리 설정한 서로 다른 연결 차수 집합 수 기준은 시뮬레이션을 통해 낙수 영역 또는 오류-마루 영역에서 유사한 오류 정정 능력을 갖는 서로 다른 연결 차수 집합 수를 찾아 이용할 수 있다.

[101] 또한, 상기 연결성 조건은 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준(540)보다 열악한 경우 상기 검사 노드들의 연결성의 분산값을 미리 설정한 연결성 분산값 기준보다 크도록 설정할 수 있고(S1460), 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준(540)보다 우수한 경우 상기 검사 노드들의 연결성의 분산값을 미리 설정한 연결성 분산값 기준보다 작도록 설정할 수 있다(S1440). 상기 미리 설정한 연결성 분산값 기준은 시뮬레이션을 통해 낙수 영역 또는 오류-마루 영역에서 유사한 오류 정정 능력을 갖는 서로 다른 연결 차수 집합 수를 찾아 이용할 수 있다.

[102] 따라서, 상기 LDPC 부호가 사용되는 통신 시스템의 특성 및 채널 링크의 품질의 경향성을 고려하여, 최적의 오류 정정 능력을 갖는 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬의 생성이 가능하다.

[103]

[104] **LDPC 부호의 부호화 방법**

[105] 특정한 통신 시스템에서, 채널 링크의 품질이 상황에 따라 변화할 수 있어 제 1 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 사용하면 채널 링크의 품질이 우수할 경우의 오류-마루 영역에서는 우수한 오류 정정 능력을 갖는 반면 채널 링크의 품질이 열악할 경우의 낙수 영역에서는 열악한 오류 정정 능력을 갖고, 제 2 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 사용하면 채널 링크의 품질이 우수할 경우의 오류-마루 영역에서는 열악한 오류 정정 능력을 갖는 반면 채널 링크의 품질이 열악할 경우의 낙수 영역에서는 우수한 오류 정정 능력을 갖는 상황이 발생할 수

있다. 따라서, 채널 링크의 품질에 적응적으로 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 선택하여 항상 최적의 오류 정정 능력을 갖도록 하는 LDPC 부호의 부호화 방법이 필요하다.

- [106] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 LDPC 부호의 부호화 방법의 흐름도이다.
- [107] 도 15에 도시한 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 저밀도 패리티 검사(LDPC, Low Density Parity Check) 부호의 부호화 방법은 정보 데이터를 입력하는 단계(S1501), 검사 노드들의 연결 차수 집합(connected-degree set) 조건 및 연결성(connectivity) 조건 중 적어도 하나가 서로 다른 소정 개수의 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 생성하는 단계(S1502), 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 하나의 패리티 검사 행렬을 선택하는 단계(S1510) 및 상기 선택된 패리티 검사 행렬을 기반으로 상기 정보 데이터를 부호화하여 부호어를 생성하는 단계(S1505)를 포함할 수 있다. 여기서, 상기 패리티 검사 행렬을 선택하는 단계(S1510)는 상기 LDPC 부호가 사용되는 통신 시스템의 채널 링크 품질을 측정하는 단계(S1503), 상기 채널 링크 품질을 기반으로 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 오류 정정 능력이 가장 우수한 하나의 패리티 검사 행렬을 선택하는 단계(S1504)를 포함할 수 있다.
- [108] 다시 도 11 및 도 15를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 방법을 보다 구체적으로 설명한다.
- [109] 통신 시스템의 채널 링크를 통해 전송할 정보를 포함하는 정보 데이터를 입력하고(S1501), 상기 정보 데이터를 부호화하기 위해 소정 개수의 패리티 검사 행렬을 생성한다(S1502). 여기서 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬은 상술한 바와 같이 채널 링크의 품질에 적응적으로 선택하기 위해 검사 노드들의 연결 차수 집합 조건, 또는 연결성 조건이 서로 다른 소정 개수의 패리티 검사 행렬을 생성할 수 있다.
- [110] 예를 들어, 3개의 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 생성하되, 표 1을 통해 설명한 바와 같이 제 1 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬은 129개의 서로 다른 연결 차수 집합의 수를 갖고, 제 2 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬은 2021개의 서로 다른 연결 차수 집합의 수를 가지며, 제 3 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬은 2445개의 서로 다른 연결 차수 집합의 수를 가질 수 있다. 도 8 내지 도 10에 도시된 바와 같이 상기 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬들의 연결성 분산값은 제 1 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 이용한 경우 가장 작고, 제 2 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬 및 제 3 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬의 순서대로 점점 커진다.
- [111] 패리티 검사 행렬의 선택 기준으로서, 상기 LDPC 부호가 사용되는 통신 시스템의 채널 링크 품질을 측정한다(S1503). 일반적인 통신 시스템에서, 부호화기가 순시(instantaneous) 채널 링크에 대한 정보를 파악하는 것은 어렵지만, 신호 대 잡음비(signal-to-noise, SNR) 등의 채널 링크 품질의 확률적 특성은 쉽게 파악할 수 있다. 따라서, 상기 채널 링크 품질을 측정하는

단계(S1503)는 신호 대 잡음비(signal-to-noise ratio, SNR)를 포함할 수 있는 채널 링크 품질의 확률적 특성을 기반으로 상기 채널 링크 품질을 추정하는 것을 특징으로 할 수 있다.

- [112] 상기 측정 또는 추정된 채널 링크 품질을 기반으로 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 오류 정정 능력이 가장 우수한 하나의 패리티 검사 행렬을 선택한다(S1504). 도 11에 도시한 바와 같이, 시뮬레이션을 통해 각각의 LDPC 부호의 패리티 행렬을 이용한 부호화에 대해 프레임 오류율 커브를 구할 수 있다. 따라서, 상기 측정 또는 추정된 채널 링크 품질을 기준으로, 상기 프레임 오류율 커브를 참조하여 가장 우수한 오류 정정 능력을 갖는 패리티 검사 행렬을 선택할 수 있다. 예를 들어, 도 11을 참조하면 측정 또는 추정된 채널 링크의 품질이 1.0인 경우 제 2 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 이용한 경우(1120)에 가장 작은 프레임 오류율을 보이므로, 상기 제 2 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 선택할 수 있다.
- [113] 여기서, 패리티 검사 행렬의 선택 기준은 상술한 채널 링크의 품질뿐만 아니라 채널 링크의 특성, 상태 및 유형을 포함하는 임의의 기준을 사용할 수 있다.
- [114] 경우에 따라, 미리 품질 기준을 설정하고, 품질 기준과 상기 측정 또는 추정된 채널 링크의 품질을 비교한 결과를 기반으로 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 하나를 선택할 수도 있다.
- [115] 즉, 상기 측정 또는 추정된 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수가 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 많은 패리티 검사 행렬을 선택하고, 상기 측정 또는 추정된 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수가 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 적은 패리티 검사 행렬을 선택할 수 있다.
- [116] 또한, 상기 측정 또는 추정된 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 연결성의 분산값이 미리 설정한 연결성의 분산값 기준보다 큰 패리티 검사 행렬을 선택하고, 상기 측정 또는 추정된 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 연결성의 분산값이 미리 설정한 연결성의 분산값 기준보다 작은 패리티 검사 행렬을 선택할 수 있다.
- [117] 여기서, 상기 품질 기준은 상기 품질 기준보다 상기 채널 링크 품질이 열악한 경우 상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 낙수 영역(waterfall region)에 속하고, 상기 품질 기준보다 상기 채널 링크 품질이 우수한 경우 상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 오류-마루 영역(error-floor region)에 속하는 것을 특징으로 할 수 있다.
- [118] 예를 들어, 도 11을 참조하면 채널 링크의 품질이 1.05인 경우를 상기 품질

기준(1140)으로 설정할 수 있고, 서로 다른 연결 차수 집합 수 기준을 1000개로 설정할 수 있다. 따라서 채널 링크의 품질이 1.05를 초과하는 경우 미리 설정된 연결 차수 집합 수 기준인 1000개보다 적은 129개의 서로 다른 연결 차수 집합의 수를 갖는 제 1 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 선택하고, 채널 링크의 품질이 1.05 미만인 경우 미리 설정된 연결 차수 집합 수 기준인 1000개보다 많은 2446개의 서로 다른 연결 차수 집합의 수를 갖는 제3 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 선택할 수 있다.

[119] 제 2 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 함께 고려하여, 보다 구체적인 기준을 추가적으로 설정할 수도 있다. 제 1 품질 기준 및 제 2 품질 기준과 같이 복수의 품질 기준을 설정하고, 상기 복수의 품질 기준을 이용하여 구간을 설정함으로써 각 품질 구간에 상응하는 패리티 검사 행렬을 선택하도록 설정할 수 있다.

[120] 상기 선택된 패리티 검사 행렬을 기반으로 상기 정보 데이터를 부호화하여 부호어를 생성할 수 있다(S1505). 상기 부호어를 생성하는 방법은 종래의 LDPC 부호의 부호화 방법을 이용할 수 있다.

[121] 상술한 LDPC 부호의 부호화 방법에 따르면, 도 12에 도시한 바와 같이, 최적의 오류 정정 능력을 갖는 프레임 오류율 커브(1201)를 얻을 수 있다. 즉, 채널 링크의 품질에 적응적으로 패리티 검사 행렬을 선택함으로써, 낙수/오류-마루 상충을 해결하고 항상 최적의 오류 정정 능력을 갖는 LDPC 부호의 부호화 결과를 얻을 수 있다.

[122]

[123] **LDPC 부호의 부호화 장치**

[124] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 LDPC 부호의 부호화 장치의 블록도이다.

[125] 도 16에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 LDPC 부호의 부호화 장치는 정보 데이터를 입력하는 입력부(1610), 검사 노드들의 연결 차수 집합(connected-degree set) 조건, 또는 연결성(connectivity) 조건이 서로 다른 소정 개수의 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 생성하는 패리티 검사 행렬 생성부(1620), 상기 LDPC 부호가 사용되는 통신 시스템의 채널 링크 품질을 측정하는 측정부(1630), 상기 채널 링크 품질을 기반으로 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 오류 정정 능력이 가장 우수한 하나의 패리티 검사 행렬을 선택하는 제어부(1640), 상기 선택된 패리티 검사 행렬을 기반으로 상기 정보 데이터를 부호화하여 부호어를 생성하는 부호화부(1650) 및 상기 생성된 부호어를 채널 링크를 통해 복호화 장치로 전송하는 통신부(1660)를 포함할 수 있다.

[126] 상기 측정부(1630)는 신호 대 잡음비(signal-to-noise ratio, SNR)를 포함할 수 있는 채널 링크 품질의 확률적 특성을 기반으로 상기 채널 링크 품질을 추정할 수 있다.

[127] 상기 제어부(1640)는 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 서로

다른 연결 차수 집합의 수가 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 많은 패리티 검사 행렬을 선택하고, 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수가 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 적은 패리티 검사 행렬을 선택할 수 있다.

[128] 또한, 상기 제어부(1640)는 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 연결성의 분산값이 미리 설정한 연결성의 분산값 기준보다 큰 패리티 검사 행렬을 선택하고, 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 연결성의 분산값이 미리 설정한 연결성의 분산값 기준보다 작은 패리티 검사 행렬을 선택할 수 있다.

[129] 상기 품질 기준은 상기 품질 기준보다 상기 채널 링크 품질이 열악한 경우 상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 낙수 영역(waterfall region)에 속하고, 상기 품질 기준보다 상기 채널 링크 품질이 우수한 경우 상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 오류-마루 영역(error-floor region)에 속하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[130] 본 발명의 일 실시예에 따른 LDPC 부호의 부호화 장치에 대한 구체적인 작동 방법은 전술한 본 발명의 일 실시예에 따른 LDPC 부호의 부호화 방법에 대한 설명과 동일하다.

[131]

[132] (부호의 설명)

[133] 510 : 낙수 영역 520 : 오류 마루 영역

[134] 531 : 제 1 LDPC 부호의 오류율 커브 532 : 제 2 LDPC 부호의 오류율 커브

[135] 1600 : LDPC 부호의 부호화 장치 1610 : 입력부

[136] 1620 : 패리티 검사 행렬 생성부 1630 : 측정부

[137] 1640 : 제어부 1650 : 부호화부

[138] 1660 : 통신부

청구범위

- [청구항 1] 저밀도 패리티 검사(LDPC, Low Density Parity Check) 부호의 패리티 검사 행렬을 생성하는 방법에 있어서, 상기 LDPC 부호가 사용되는 통신 시스템의 채널 링크 품질을 기반으로 검사 노드들의 연결 차수 집합(connected-degree set) 조건 및 연결성(connectivity) 조건 중 적어도 하나를 결정하는 조건 설정 단계; 및
상기 결정한 연결 차수 집합 조건 및 연결성 조건 중 적어도 하나를 기반으로 패리티 검사 행렬을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 패리티 검사 행렬 생성 방법.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서, 상기 연결 차수 집합 조건은
상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악한 경우 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수를 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 많도록 설정하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 패리티 검사 행렬 생성 방법.
- [청구항 3] 제 1항에 있어서, 상기 연결 차수 집합 조건은
상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한 경우 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수를 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 적도록 설정하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 패리티 검사 행렬 생성 방법.
- [청구항 4] 제 1항에 있어서, 상기 연결성 조건은
상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악한 경우 상기 검사 노드들의 연결성의 분산값을 미리 설정한 연결성 분산값 기준보다 크도록 설정하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 패리티 검사 행렬 생성 방법.
- [청구항 5] 제 1항에 있어서, 상기 연결성 조건은
상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한 경우 상기 검사 노드들의 연결성의 분산값을 미리 설정한 연결성 분산값 기준보다 작도록 설정하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 패리티 검사 행렬 생성 방법.
- [청구항 6] 제 1항에 있어서, 상기 채널 링크 품질은
비트 에너지 대 잡음 비율(E_b/N_0)을 기반으로 판단하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 패리티 검사 행렬 생성 방법.
- [청구항 7] 제 2항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 품질 기준은
상기 품질 기준보다 상기 채널 링크 품질이 열악한 경우 상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 낙수 영역(waterfall region)에 속하고, 상기 품질 기준보다 상기 채널 링크 품질이 우수한 경우

- 상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 오류-마루 영역(error-floor region)에 속하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 패리티 검사 행렬 생성 방법.
- [청구항 8] 저밀도 패리티 검사(LDPC, Low Density Parity Check) 부호의 부호화 방법에 있어서,
정보 데이터를 입력받는 단계;
검사 노드들의 연결 차수 집합(connected-degree set) 조건 및 연결성(connectivity) 조건 중 적어도 하나가 서로 다른 소정 개수의 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 생성하는 단계;
상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 하나의 패리티 검사 행렬을 선택하는 단계; 및
상기 선택된 패리티 검사 행렬을 기반으로 상기 정보 데이터를 부호화하여 부호어를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 방법.
- [청구항 9] 제 8항에 있어서, 상기 패리티 검사 행렬을 선택하는 단계는 상기 LDPC 부호가 사용되는 통신 시스템의 채널 링크 품질을 측정하는 단계; 및
상기 채널 링크 품질을 기반으로 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 오류 정정 능력이 가장 우수한 하나의 패리티 검사 행렬을 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 방법.
- [청구항 10] 제 9항에 있어서, 상기 채널 링크 품질을 측정하는 단계는 신호 대 잡음비(signal-to-noise ratio, SNR)를 포함할 수 있는 채널 링크 품질의 확률적 특성을 기반으로 상기 채널 링크 품질을 추정하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 방법.
- [청구항 11] 제 9항에 있어서, 상기 패리티 검사 행렬을 선택하는 단계는 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수가 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 많은 패리티 검사 행렬을 선택하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 방법.
- [청구항 12] 제 9항에 있어서, 상기 패리티 검사 행렬을 선택하는 단계는 상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수가 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 적은 패리티 검사 행렬을 선택하는 것을 특징으로 하는

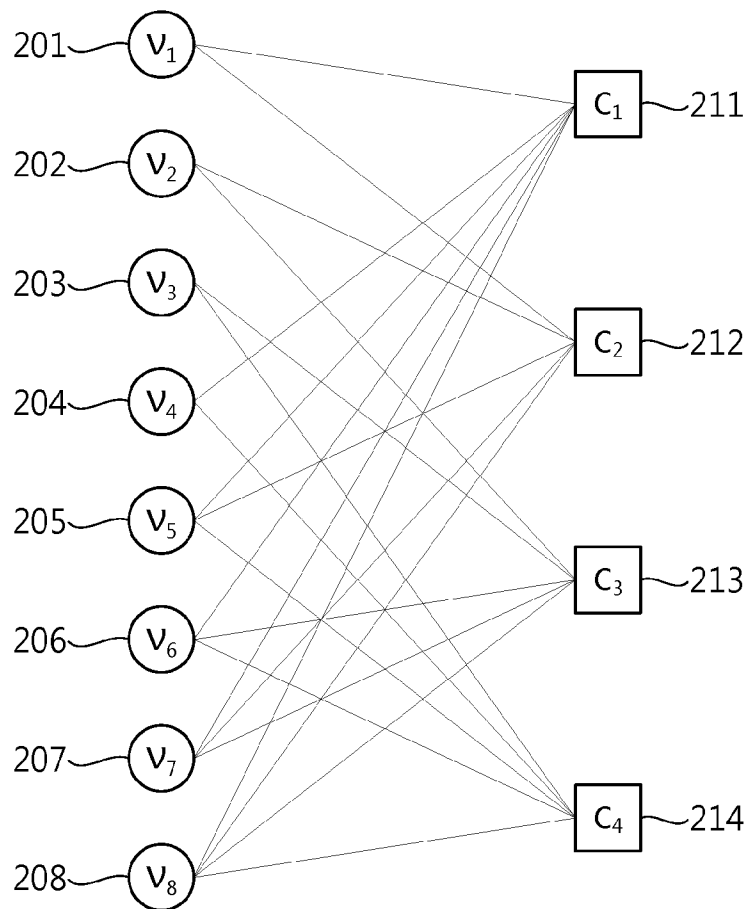
- [청구항 13] 채널 링크 품질 적응적 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 방법.
제 9항에 있어서, 상기 패리티 검사 행렬을 선택하는 단계는
상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악한 경우
상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의
연결성의 분산값이 미리 설정한 연결성의 분산값 기준보다 큰
패리티 검사 행렬을 선택하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질
적응적 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 방법.
- [청구항 14] 제 9항에 있어서, 상기 패리티 검사 행렬을 선택하는 단계는
상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한 경우
상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의
연결성의 분산값이 미리 설정한 연결성의 분산값 기준보다 작은
패리티 검사 행렬을 선택하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질
적응적 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 방법.
- [청구항 15] 제 11항 내지 제 14항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 품질 기준은
상기 품질 기준보다 상기 채널 링크 품질이 열악한 경우 상기
LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 낙수 영역(waterfall region)에
속하고, 상기 품질 기준보다 상기 채널 링크 품질이 우수한 경우
상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 오류-마루
영역(error-floor region)에 속하는 것을 특징으로 하는 채널 링크
품질 적응적 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 방법.
- [청구항 16] 저밀도 패리티 검사(LDPC, Low Density Parity Check) 부호의
부호화 장치에 있어서,
정보 데이터를 입력받는 입력부;
검사 노드들의 연결 차수 집합(connected-degree set) 조건 및
연결성(connectivity) 조건 중 적어도 하나가 서로 다른 소정
개수의 LDPC 부호의 패리티 검사 행렬을 생성하는 패리티 검사
행렬 생성부;
상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 하나의 패리티 검사
행렬을 선택하는 제어부; 및
상기 선택된 패리티 검사 행렬을 기반으로 상기 정보 데이터를
부호화하여 부호어를 생성하는 부호화부를 포함하는 것을
특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 저밀도 패리티 검사 부호의
부호화 장치.
- [청구항 17] 제 16항에 있어서,
상기 LDPC 부호가 사용되는 통신 시스템의 채널 링크 품질을
측정하는 측정부를 더 포함하되,
상기 제어부는 상기 채널 링크 품질을 기반으로 상기 생성된 소정
개수의 패리티 검사 행렬 중 오류 정정 능력이 가장 우수한 하나의

- 패리티 검사 행렬을 선택하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 장치.
- [청구항 18] 제 17항에 있어서, 상기 측정부는
신호 대 잡음비(signal-to-noise ratio, SNR)를 포함할 수 있는 채널 링크 품질의 확률적 특성을 기반으로 상기 채널 링크 품질을 추정하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 장치.
- [청구항 19] 제 17항에 있어서, 상기 제어부는
상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수가 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 많은 패리티 검사 행렬을 선택하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 장치.
- [청구항 20] 제 17항에 있어서, 상기 제어부는
상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 서로 다른 연결 차수 집합의 수가 미리 설정한 연결 차수 집합 수 기준보다 적은 패리티 검사 행렬을 선택하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 장치.
- [청구항 21] 제 17항에 있어서, 상기 제어부는
상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 열악한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 연결성의 분산값이 미리 설정한 연결성의 분산값 기준보다 큰 패리티 검사 행렬을 선택하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 장치.
- [청구항 22] 제 17항에 있어서, 상기 제어부는
상기 채널 링크 품질이 미리 설정한 품질 기준보다 우수한 경우 상기 생성된 소정 개수의 패리티 검사 행렬 중 상기 검사 노드들의 연결성의 분산값이 미리 설정한 연결성의 분산값 기준보다 작은 패리티 검사 행렬을 선택하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 장치.
- [청구항 23] 제 19항 내지 제 22항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 품질 기준은
상기 품질 기준보다 상기 채널 링크 품질이 열악한 경우 상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 낙수 영역(waterfall region)에 속하고, 상기 품질 기준보다 상기 채널 링크 품질이 우수한 경우 상기 LDPC 부호의 프레임 오류율 커브가 오류-마루 영역(error-floor region)에 속하는 것을 특징으로 하는 채널 링크 품질 적응적 저밀도 패리티 검사 부호의 부호화 장치.

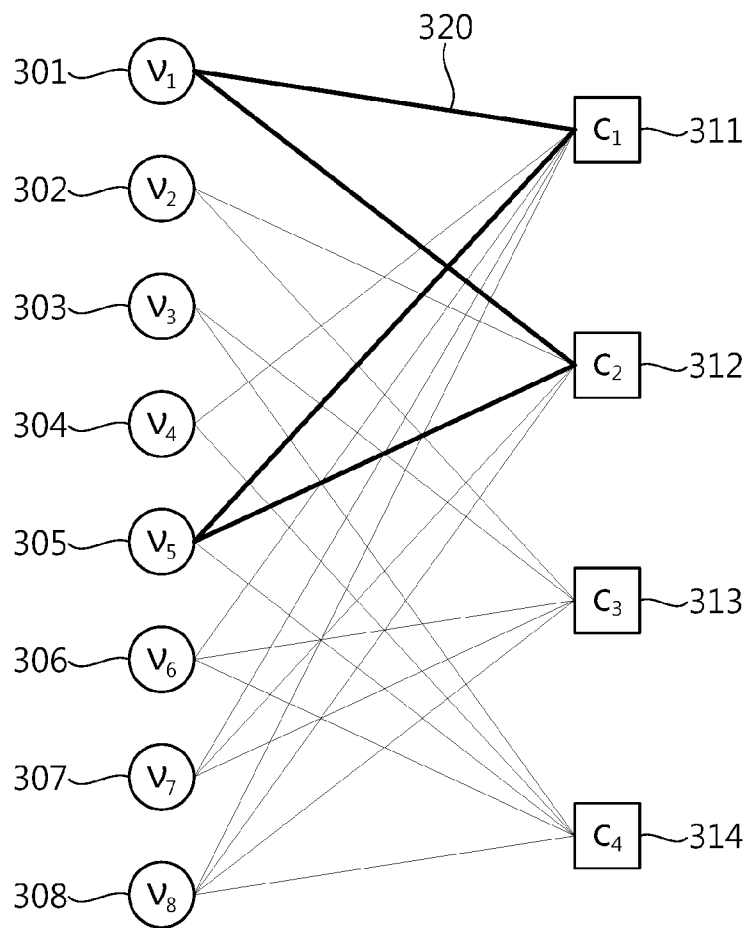
[Fig. 1]

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

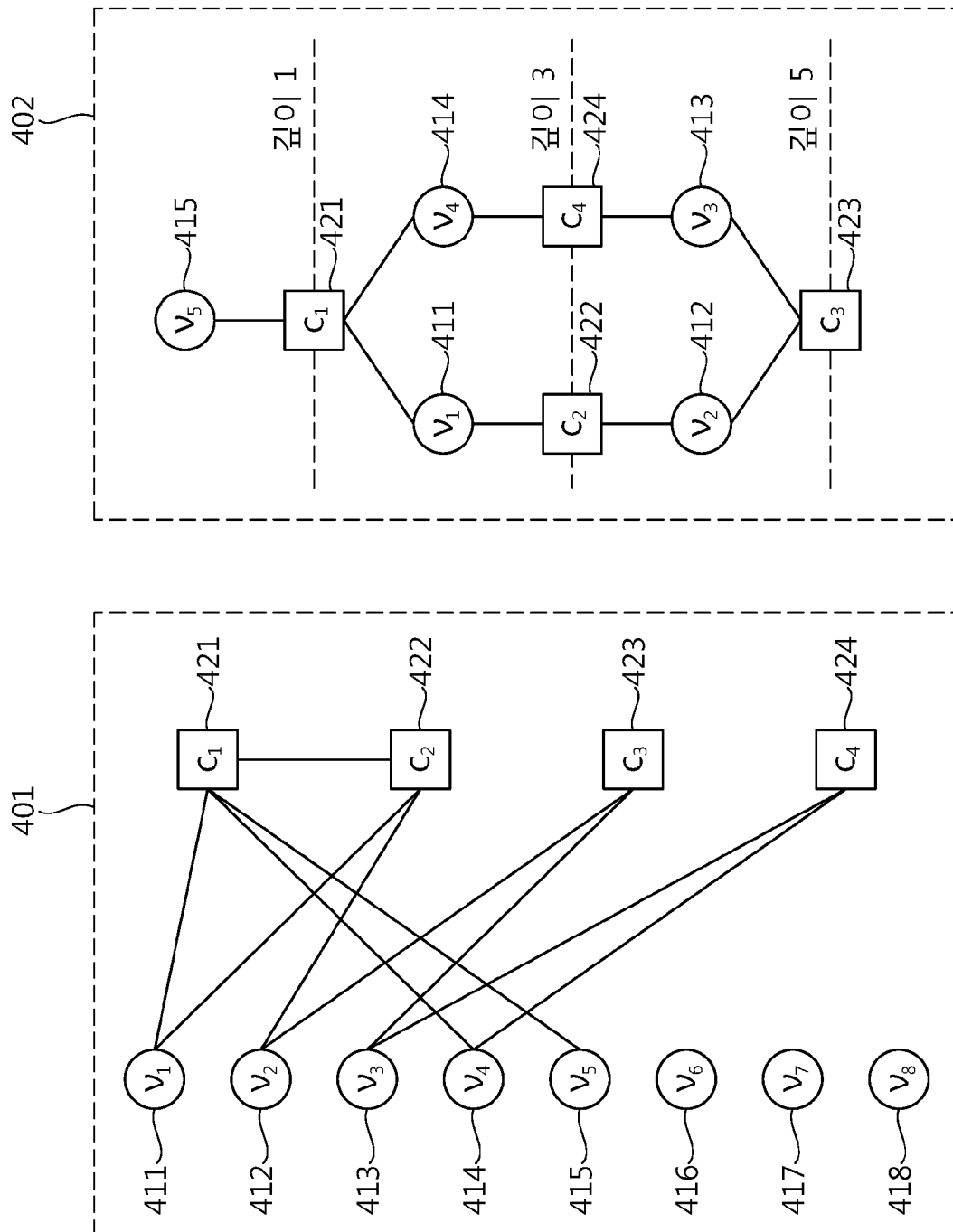
[Fig. 2]



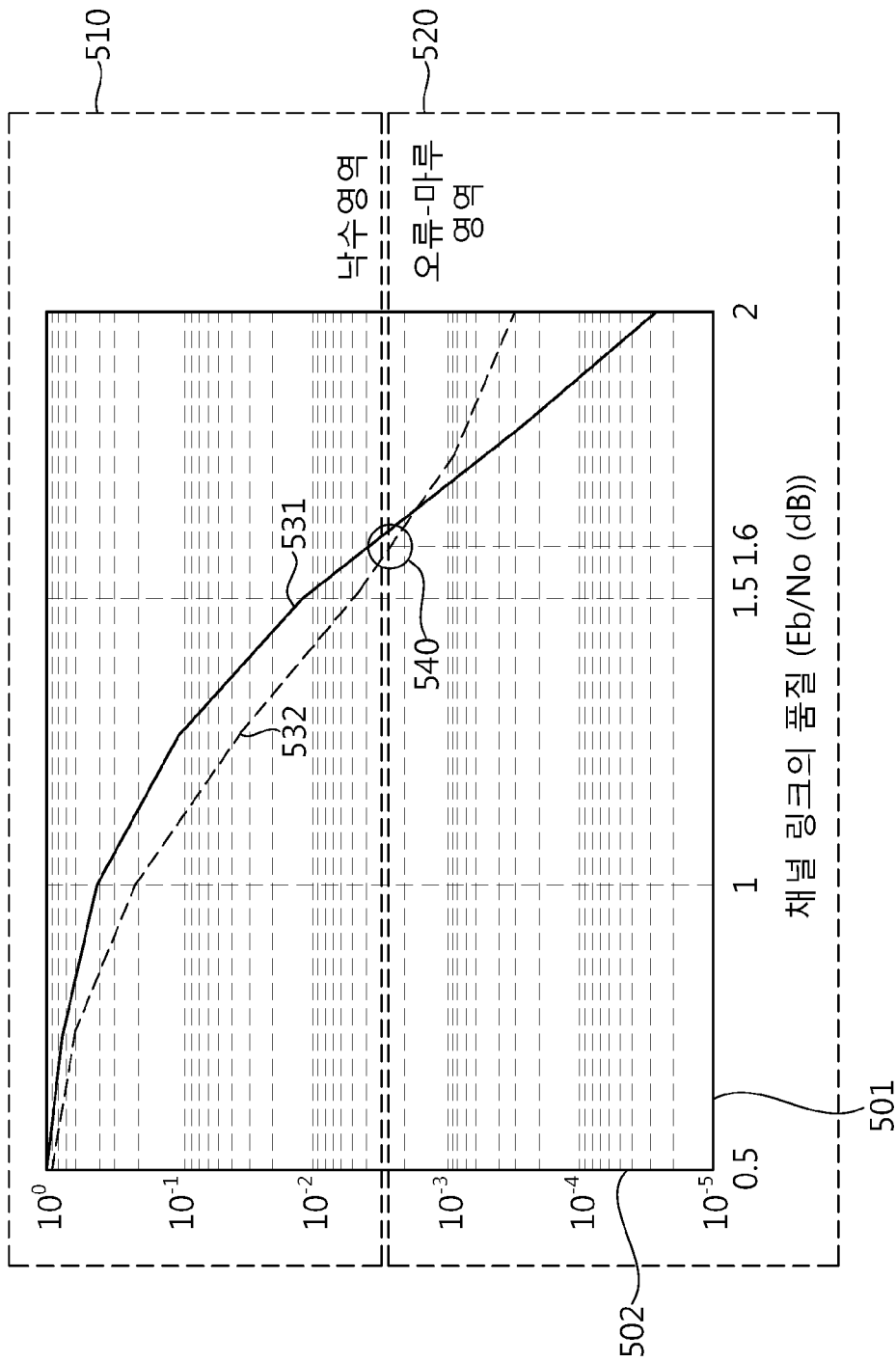
[Fig. 3]



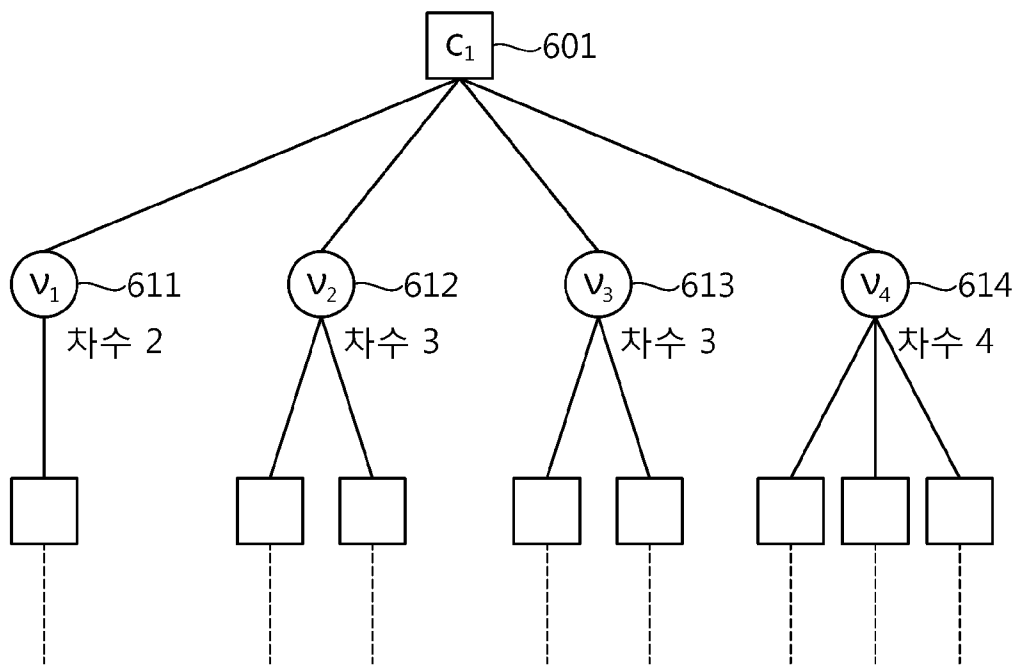
[Fig. 4]



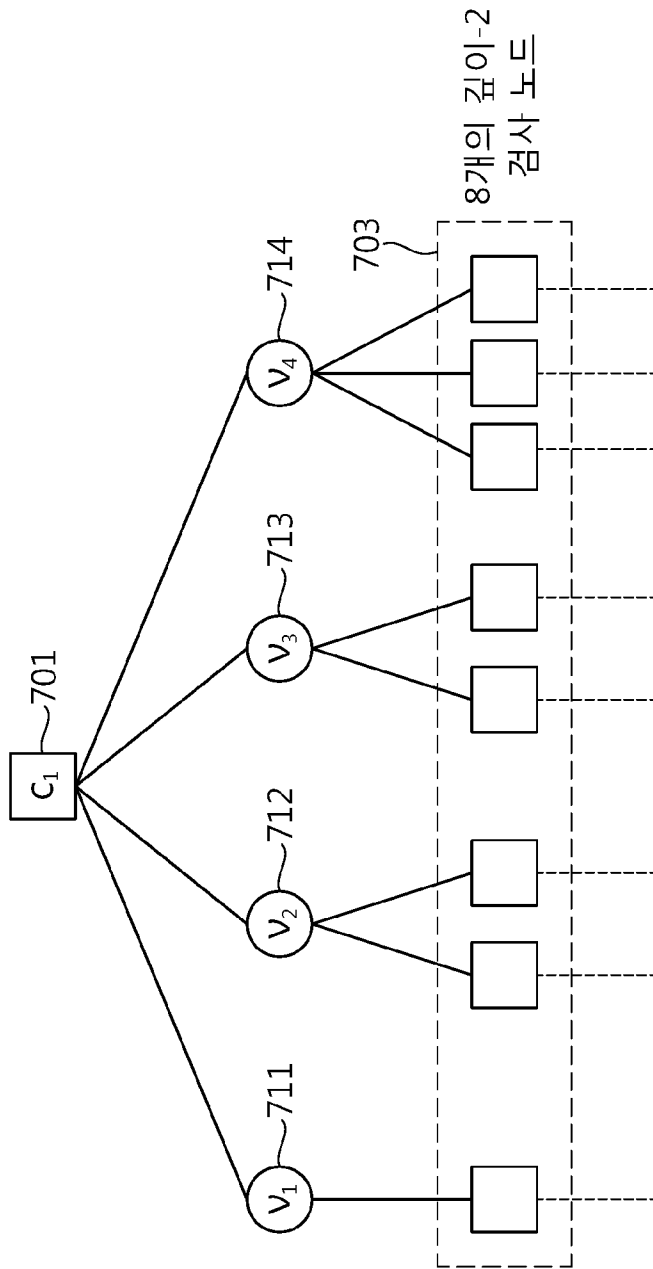
[Fig. 5]



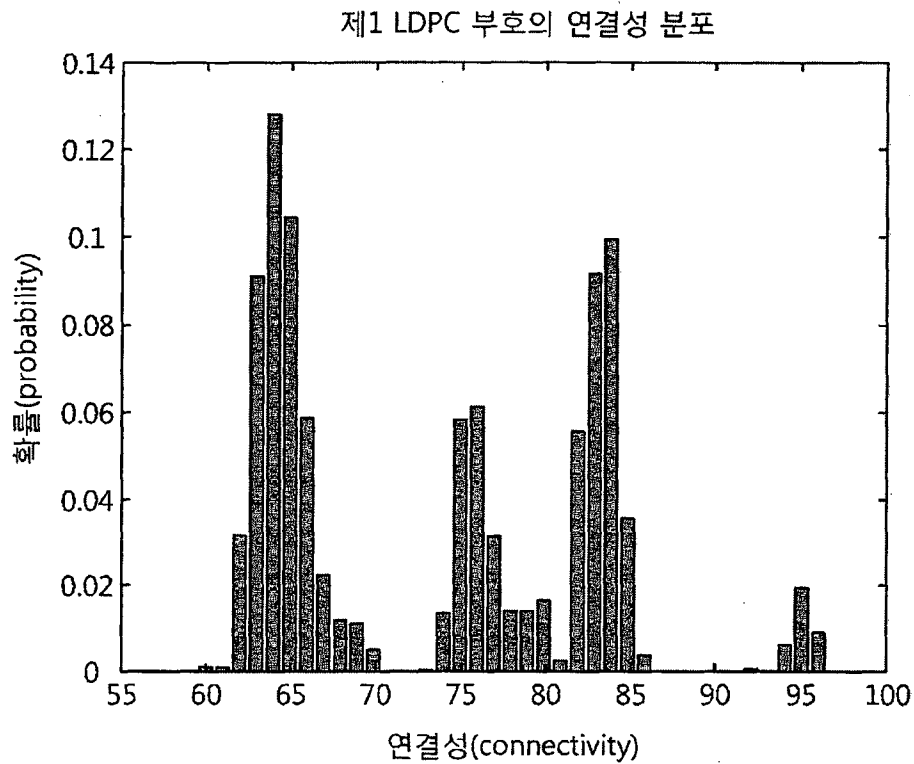
[Fig. 6]



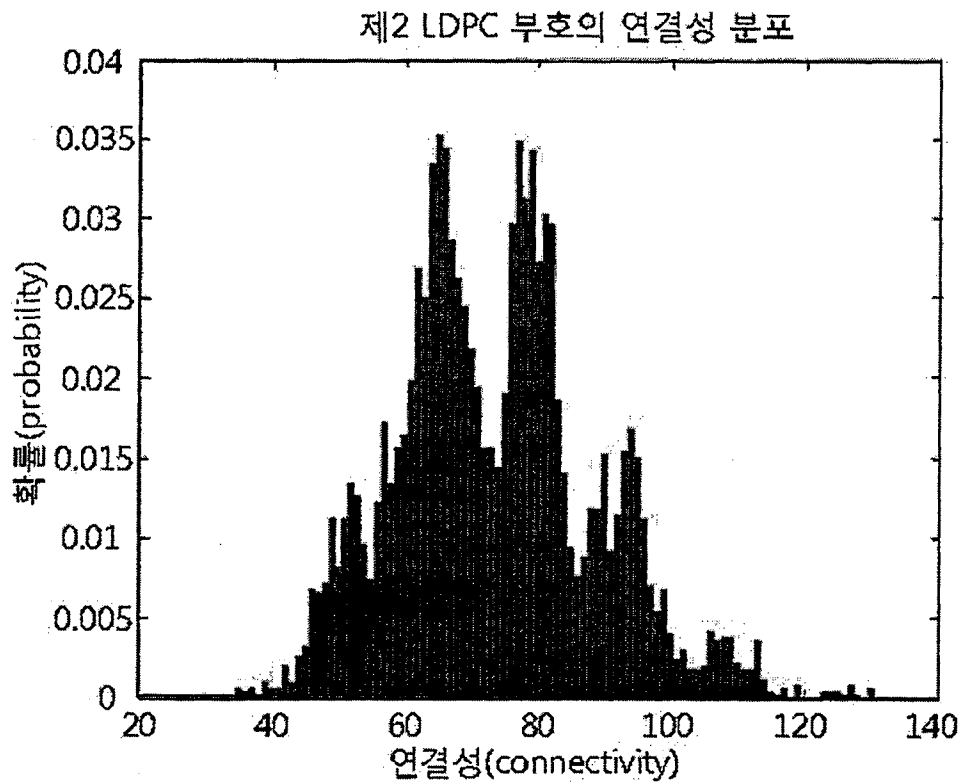
[Fig. 7]



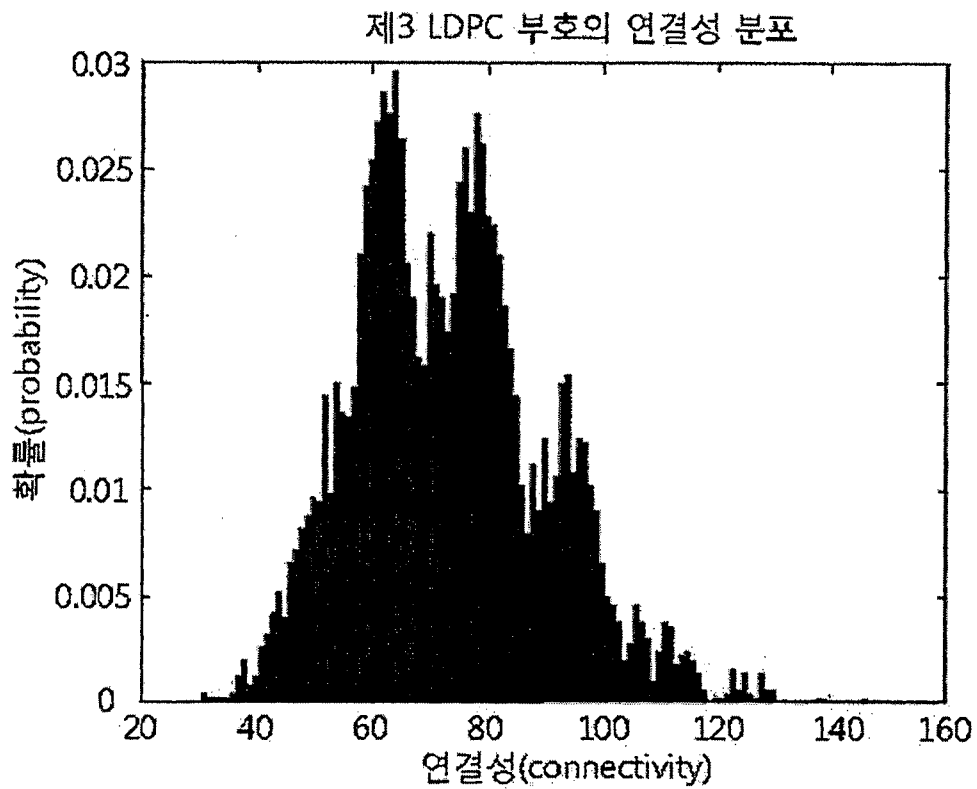
[Fig. 8]



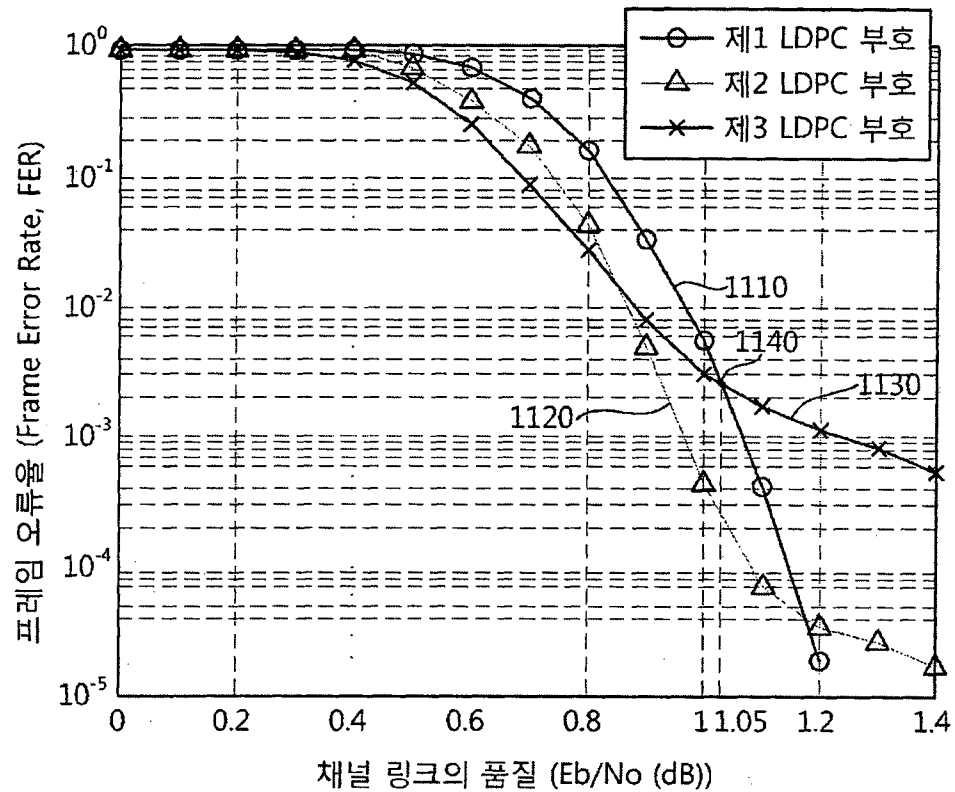
[Fig. 9]



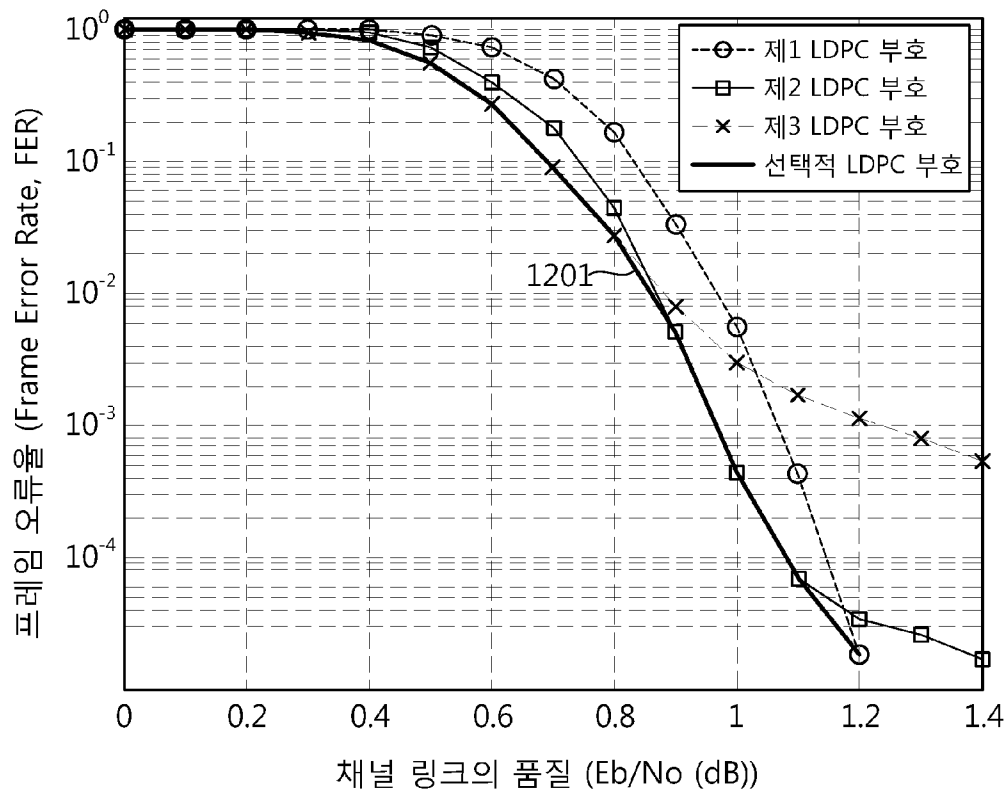
[Fig. 10]



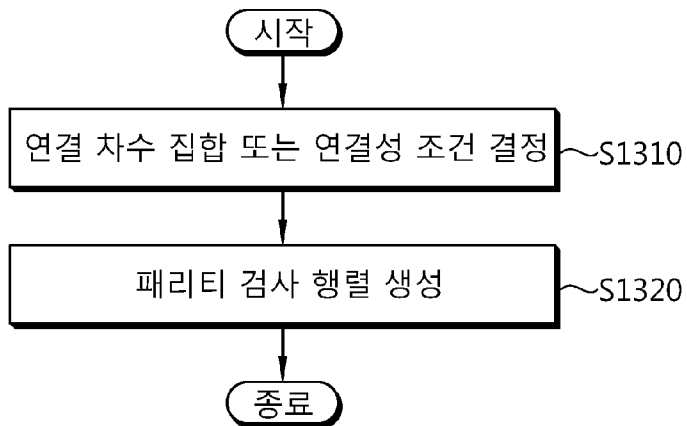
[Fig. 11]



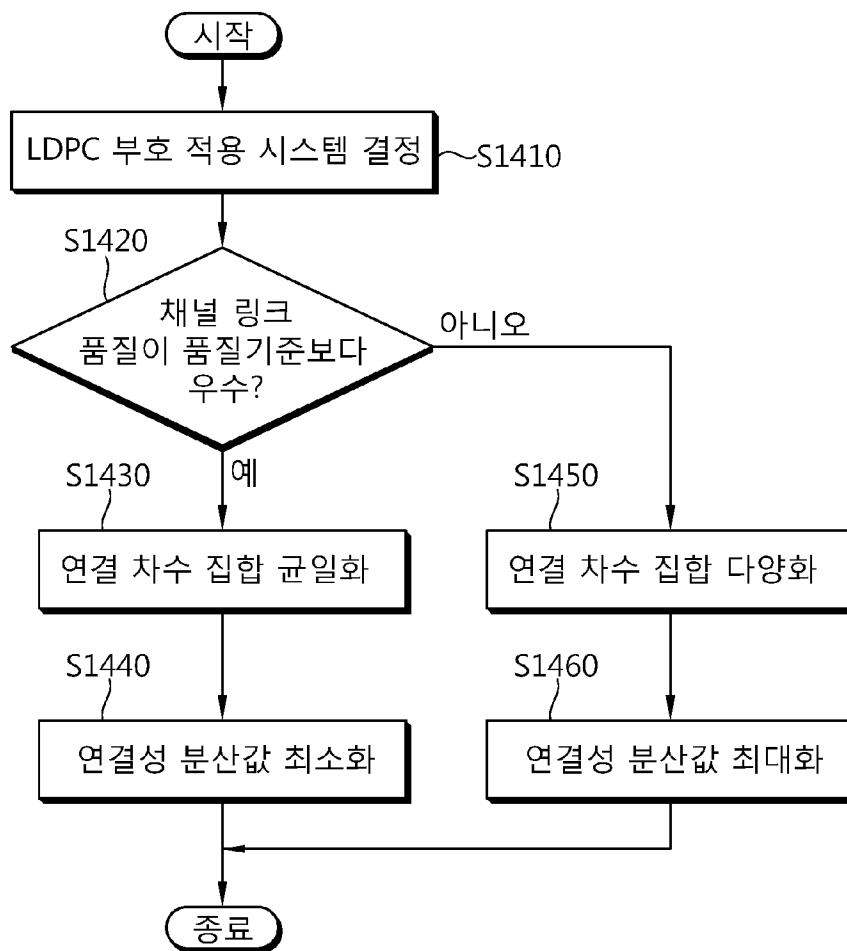
[Fig. 12]



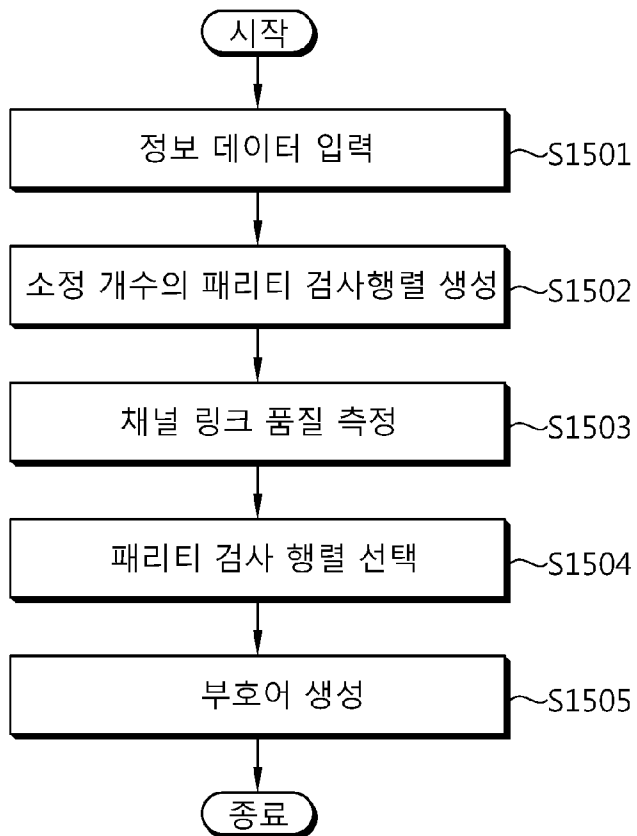
[Fig. 13]



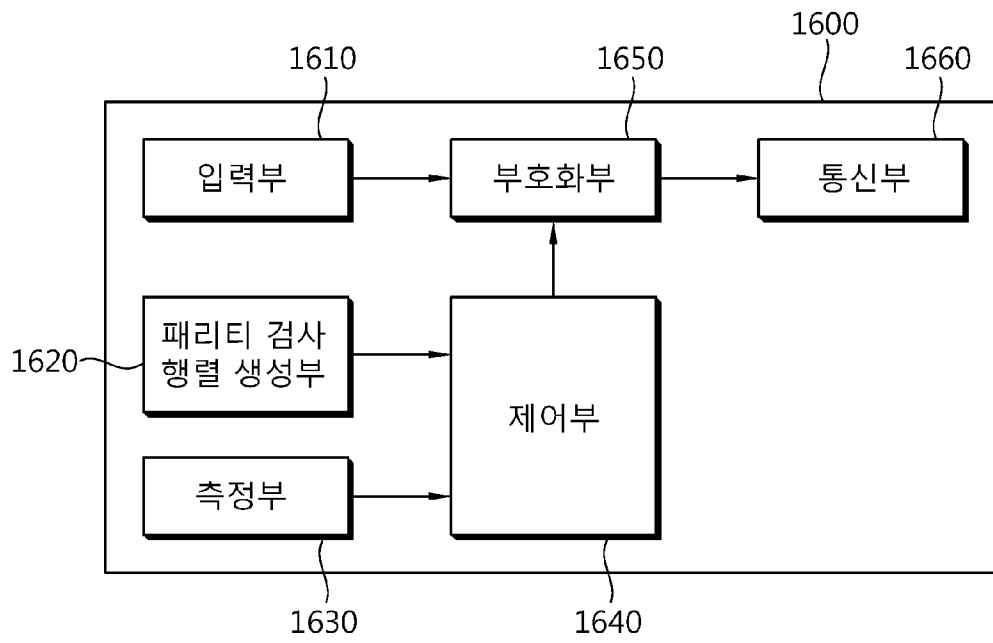
[Fig. 14]



[Fig. 15]



[Fig. 16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2012/007732**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****H03M 13/11(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03M 13/11; H04L 1/00; H03M 13/00; H03M 13/05; G06F 11/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: "ldpc*, ldpc*, low density lipoprotein*, lowdensi*, low, densi*, lowden*, lowden*, parity*, parity*"

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2009-0063986 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 18 June 2009 Abstract, claim 1	1-23
A	WO 2004-047307 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 03 June 2004 Abstract, claims 2,13	1-23
A	US 2008-0320362 A1 (TAUBIN FELIX ALEKSANDROVICH et al.) 25 December 2008 Abstract, claims 1,2	1-23
A	KR 10-2005-0060587 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 22 June 2005 Abstract, claim 2	1-23



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 FEBRUARY 2013 (15.02.2013)

Date of mailing of the international search report

15 FEBRUARY 2013 (15.02.2013)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2012/007732

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2009-0063986 A	18.06.2009	US 2009-0158116 A1 US 8209585 B2	18.06.2009 26.06.2012
WO 2004-047307 A1	03.06.2004	AT 411647 T AU 2003-290821 A1 BR 0316313 A CA 2505057 A1 CN 1714512 A CN 1714512 B CN 1714512 C0 DE 60324190 D1 EP 1576733 A1 EP 1576733 B1 JP 04-422619 B2 JP 2006-506905 A JP 2006-506905 T JP 2010-063111 A JP 4422619 B2 KR 10-1104653 B1 KR 10-2005-0074621 A US 2004-0098659 A1 US 7702986 B2	15.10.2008 15.06.2004 27.09.2005 03.06.2004 28.12.2005 27.10.2010 28.12.2005 27.11.2008 21.09.2005 15.10.2008 11.12.2009 23.02.2006 23.02.2006 18.03.2010 24.02.2010 13.01.2012 18.07.2005 20.05.2004 20.04.2010
US 2008-0320362 A1	25.12.2008	CN 101091319 A EP 1832002 A1 JP 04-836962 B2 JP 2008-526163 A JP 2008-526163 T JP 4836962 B2 US 8051355 B2 WO 2006-075929 A1	19.12.2007 12.09.2007 07.10.2011 17.07.2008 17.07.2008 14.12.2011 01.11.2011 20.07.2006
KR 10-2005-0060587 A	22.06.2005	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) <i>H03M 13/11(2006.01)i</i>																	
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H03M 13/11; H04L 1/00; H03M 13/00; H03M 13/05; G06F 11/10 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: "ldpc*,엘디피씨*,저밀도*,lowdensi*,low,densi*,로덴*,로우덴*,패리*,parity*"																	
C. 관련 문헌 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">카테고리*</th> <th style="width: 70%;">인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재</th> <th style="width: 20%;">관련 청구항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>KR 10-2009-0063986 A (삼성전자주식회사) 2009.06.18 요약, 청구1항</td> <td style="text-align: center;">1-23</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>WO 2004-047307 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2004.06.03 요약, 청구2,13항</td> <td style="text-align: center;">1-23</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>US 2008-0320362 A1 (TAUBIN FELIX ALEKSANDROVICH 외 2명) 2008.12.25 요약, 청구1,2항</td> <td style="text-align: center;">1-23</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">A</td> <td>KR 10-2005-0060587 A (한국전자통신연구원) 2005.06.22 요약, 청구2항</td> <td style="text-align: center;">1-23</td> </tr> </tbody> </table>			카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항	A	KR 10-2009-0063986 A (삼성전자주식회사) 2009.06.18 요약, 청구1항	1-23	A	WO 2004-047307 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2004.06.03 요약, 청구2,13항	1-23	A	US 2008-0320362 A1 (TAUBIN FELIX ALEKSANDROVICH 외 2명) 2008.12.25 요약, 청구1,2항	1-23	A	KR 10-2005-0060587 A (한국전자통신연구원) 2005.06.22 요약, 청구2항	1-23
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항															
A	KR 10-2009-0063986 A (삼성전자주식회사) 2009.06.18 요약, 청구1항	1-23															
A	WO 2004-047307 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2004.06.03 요약, 청구2,13항	1-23															
A	US 2008-0320362 A1 (TAUBIN FELIX ALEKSANDROVICH 외 2명) 2008.12.25 요약, 청구1,2항	1-23															
A	KR 10-2005-0060587 A (한국전자통신연구원) 2005.06.22 요약, 청구2항	1-23															
☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.																	
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> * 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신구성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌 </td> </tr> </table>			* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌	“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신구성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌													
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌	“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신구성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌																
국제조사의 실제 완료일 2013년 02월 15일 (15.02.2013)		국제조사보고서 발송일 2013년 02월 15일 (15.02.2013)															
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 82-42-472-7140		심사관 장석환 전화번호 82-42-481-8250 															

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2009-0063986 A	2009.06.18	US 2009-0158116 A1 US 8209585 B2	2009.06.18 2012.06.26
WO 2004-047307 A1	2004.06.03	AT 411647 T AU 2003-290821 A1 BR 0316313 A CA 2505057 A1 CN 1714512 A CN 1714512 B CN 1714512 C0 DE 60324190 D1 EP 1576733 A1 EP 1576733 B1 JP 04-422619 B2 JP 2006-506905 A JP 2006-506905 T JP 2010-063111 A JP 4422619 B2 KR 10-1104653 B1 KR 10-2005-0074621 A US 2004-0098659 A1 US 7702986 B2	2008.10.15 2004.06.15 2005.09.27 2004.06.03 2005.12.28 2010.10.27 2005.12.28 2008.11.27 2005.09.21 2008.10.15 2009.12.11 2006.02.23 2006.02.23 2010.03.18 2010.02.24 2012.01.13 2005.07.18 2004.05.20 2010.04.20
US 2008-0320362 A1	2008.12.25	CN 101091319 A EP 1832002 A1 JP 04-836962 B2 JP 2008-526163 A JP 2008-526163 T JP 4836962 B2 US 8051355 B2 WO 2006-075929 A1	2007.12.19 2007.09.12 2011.10.07 2008.07.17 2008.07.17 2011.12.14 2011.11.01 2006.07.20
KR 10-2005-0060587 A	2005.06.22	없음	