

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일

2019년 5월 16일 (16.05.2019)



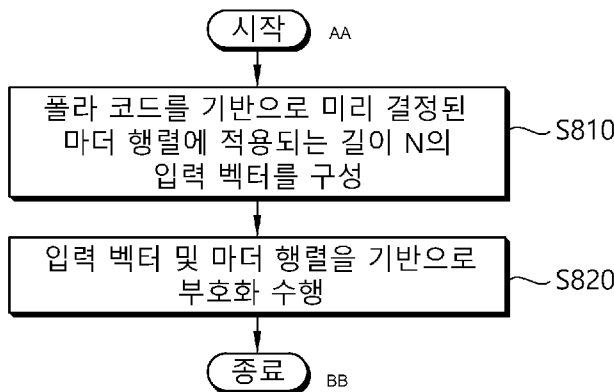
(10) 국제공개번호

WO 2019/093855 A1

- (51) 국제특허분류: H04L 1/00 (2006.01) H03M 13/13 (2006.01)  
H04L 1/18 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2018/013793
- (22) 국제출원일: 2018년 11월 13일 (13.11.2018)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 62/585,495 2017년 11월 13일 (13.11.2017)US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 노광석 (NOH, Kwangseok); 06772 서울시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 김봉희 (KIM, Bonghoe); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 홍송남 (HONG, Song-Nam); 06772 서울시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 정민오 (JUNG, Min-Oh); 06772 서울시 서초구 양재대로11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 인비전 특허법인 (ENVISION PATENT & LAW FIRM); 06234 서울시 강남구 테헤란로 124, 5층, 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(54) Title: ENCODING METHOD ON BASIS OF POLAR CODE IN ORDER TO SUPPORT HARQ, AND WIRELESS DEVICE USING SAME

(54) 발명의 명칭: HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화하는 방법 및 이를 이용한 무선 장치



S810 ... Configure input vector which has length of N and is applied to mother matrix predetermined on basis of polar code  
 S820 ... Perform encoding on basis of input vector and mother matrix  
 AA ... Start  
 BB ... End

(57) Abstract: An encoding method on the basis of a polar code in order to support an HARQ according to the present embodiment comprises the steps of: configuring, an input vector for retransmission, which has a length of N and is applied to a mother matrix predetermined on the basis of a polar code, by a wireless device, wherein the input vector is defined on the basis of a first index set for an optimized position of an information bit having a length of K, a second index set for a position of a bit to be punctured among encoded bits generated on the basis of the mother matrix, and a third index set for a position of at least one unknown frozen bit associated with an information copying scheme; and performing encoding on the basis of the input vector and the mother matrix, by the wireless device.

(57) 요약서: 본 실시 예에 따른 HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화하는 방법은, 무선 장치가, 폴라 코드를 기반으로 미리 결정된 마더 행렬에 적용되는 재전송을 위한 길이 N의 입력 벡터를 구성하고, 입력 벡터는 길이 K의 정보 비트의 최적화된 위치를 위한 제1 인덱스 집합, 마더 행렬을 기반으로 생성되는 부호화된 비트 중 천공될 위치에 대한 제2 인덱스 집합 및 정보 복사 기법과 연관된 적어도 하나의 언노운 프로즌 비트의 위치에 대한 제3 인덱스 집합을 기반으로 정의되는, 단계; 및 무선 장치가, 입력 벡터 및 마더 행렬을 기반으로 부호화를 수행하는 단계를 포함한다.



공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

## 명세서

### 발명의 명칭: HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화하는 방법 및 이를 이용한 무선 장치

#### 기술분야

- [1] 본 명세서는 무선 통신에 관한 것으로, 더 상세하게는 HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화하는 방법 및 이를 이용한 무선 장치에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 데이터 통신 시스템에서 송신자로부터 수신자까지 데이터를 오류 없이 전달하는 것은 중요한 문제이다. 1948년 쉐논(Shannon)이 오류 없이 전달 가능한 최대 데이터 전송률의 한계를 수학적으로 규명 했는데, 이를 채널 용량(channel capacity)라고 한다. 이러한 채널 용량에 가깝게 실제 통신 시스템을 구현하기 위해서는, 구현 가능한 복잡도를 가지는 오류 정정 부호(error correction code)가 존재하여야 한다. 1948년 이후 여러 종류의 오류 정정 부호가 개발되었으며, 비교적 최근 쉐논의 채널 용량에 근접한 성능을 보이는 오류 정정 부호로 터보 코드(turbo code)와 LDPC(Low Density Parity Check) 등이 개발되었다. 그러나, 이와 같은 코드들은 쉐논의 채널 용량에 근접한 성능을 보이기는 하나, 정확한 채널 용량을 달성하는 것이 아니다. 최근 이와 같은 문제점을 해결하면서 수학적으로 채널 용량을 완전히 만족하는 코드로 폴라 코드(polar code)가 개발되었다.
- [3] HARQ는 오류가 있는 패킷을 수신하면 재전송을 요청함으로써 오류를 복원하는 기술이다.

#### 발명의 상세한 설명

##### 기술적 과제

- [4] 본 명세서의 목적은 HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화하는 방법 및 이를 이용한 무선 장치를 제공하는데 있다.

##### 과제 해결 수단

- [5] 본 실시 예에 따른 HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화하는 방법은, 무선 장치가, 폴라 코드를 기반으로 미리 결정된 마더 행렬에 적용되는 재전송을 위한 길이  $N$ 의 입력 벡터를 구성하되, 입력 벡터는 길이  $K$ 의 정보 비트의 최적화된 위치를 위한 제1 인덱스 집합, 마더 행렬을 기반으로 생성되는 부호화된 비트 중 천공될 위치에 대한 제2 인덱스 집합 및 정보 복사 기법과 연관된 적어도 하나의 언노운 프로즌 비트의 위치에 대한 제3 인덱스 집합을 기반으로 정의되는, 단계; 및 무선 장치가, 입력 벡터 및 마더 행렬을 기반으로 부호화를 수행하는 단계를 포함한다.

## 발명의 효과

- [6] 본 명세서의 목적은 향상된 성능으로 HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화하는 방법 및 이를 이용한 무선 장치를 제공하는데 있다.

## 도면의 간단한 설명

- [7] 도 1은 폴라 부호화(polar encoding)의 개념을 도시하는 도면이다.  
 [8] 도 2는 코드 블록의 길이 에 따른 양극화 경향을 도시하는 도면이다.  
 [9] 도 3은 폴라 코드의 기초 모듈(base module)을 도시하는 도면이다.  
 [10] 도 4는 N 레벨을 갖는 채널 조합의 예시에 관한 도면이다.  
 [11] 도 5는 본 일 실시 예에 따른 천공에 따른 상호(reciprocal) 특성에 관한 개념도를 보여준다.  
 [12] 도 6은 본 일 실시 예에 따른 천공에 따른 계층(hierarchical) 특성에 기반한 천공 패턴에 관한 개념도이다.  
 [13] 도 7은 본 일 실시 예에 따른 HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화하는 방법에 관한 개념도이다.  
 [14] 도 8은 본 일 실시 예에 따른 HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화하는 방법에 관한 순서도이다.  
 [15] 도 9는 본 일 실시 예에 따라 HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화를 수행하는 절차에 관한 순서도이다.  
 [16] 도 10는 본 일 실시 예에 따라 HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 복호화를 수행하는 절차에 관한 순서도이다.  
 [17] 도 11은 본 일 실시 예에 따른 연속 평처링(successive puncturing)의 치환된 천공 패턴(permuted puncturing pattern)의 특성을 보여주는 개념도이다.  
 [18] 도 12 및 도 13은 본 다른 실시 예에 따라 HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화하는 방법에 대한 개념도이다.  
 [19] 도 14는 본 일 실시 예에 따른 가변 부호율을 지원하는 극 부호 설계에 대한 시뮬레이션 결과를 보여준다.  
 [20] 도 15는 본 일 실시 예들이 적용될 수 있는 무선 장치들을 설명하기 위한 도면이다.

## 발명의 실시를 위한 형태

- [21] 전술한 특성 및 이하 상세한 설명은 모두 본 명세서의 설명 및 이해를 돕기 위한 예시적인 사항이다. 즉, 본 명세서는 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.

- [22] 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.
- [23] 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.
- [24] 도 1은 폴라 부호화(polar encoding)의 개념을 도시하는 도면이다.
- [25] 도 1을 참조하면, 폴라 코드를 이용한 폴라 부호화 과정은 채널 조합(channel combining) 단계(S1) 및 채널 분할(channel splitting) 단계(S2)를 포함할 수 있다.
- [26] 도 1을 참조하면, 복수의 기본 채널(W)을 적절히 조합하여 벡터 채널(W<sub>vcc</sub>)이 생성될 수 있다. 또한, 생성된 벡터 채널(W<sub>vcc</sub>)을 분리함으로써, 양극화된(polarized) 새로운 채널들이 생성될 수 있다. 예를 들어, 무한한 길이의 채널에 대하여 채널 용량은 채널 용량  $C(W)=0$ 과  $C(W)=1$ 로 구분될 수 있다.
- [27] 예를 들어, 채널 용량( $C(W)$ )이 '1'인 채널은 오류 없는 전송이 가능하므로 정보 비트(information bit)의 전송을 위해 할당될 수 있다. 채널 용량( $C(W)$ )이 '0'인 채널은 정보 전송이 불가능하므로 의미 없는 비트인 프로즌 비트(frozen bit)의 전송을 위해 할당될 수 있다.
- [28] 도 2는 코드 블록의 길이 에 따른 양극화 경향을 도시하는 도면이다.
- [29] 도 2의 (a) 내지 (c)를 참조하면, 코드 블록의 길이(N)가 길어질수록 채널 용량이 1 또는 0으로 양극화된 이해될 것이다.
- [30] 도 3은 폴라 코드의 기초 모듈(base module)을 도시하는 도면이다.
- [31] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 상술한 채널 조합은 B-DMC 채널(binary-input discrete memoryless channel)을 병렬(parallel)로 연결(permutation)함으로써 수행될 수 있다.
- [32] 예를 들어, 채널 조합을 기반으로 코드 블록의 크기가 결정될 수 있다. 예를 들어, 도 3의 W는 B-DMC 채널을 나타낼 수 있다. 도 3의 폴라 코드의 기초 모듈은 2개의 B-DMC 채널들을 조합할 수 있다.
- [33] 예를 들어, 도 3의 u<sub>1</sub> 및 u<sub>2</sub>는 이진-입력 소스 비트(binary-input source bit)일 수 있다. 도 3의 x<sub>1</sub> 및 x<sub>2</sub>는 상응하는 채널(W)로의 입력일 수 있다. 도 3의 y<sub>1</sub> 및 y<sub>2</sub>는 부호화된 출력 비트(output coded bit)일 수 있다. 또한, 전체 채널과 동등한(equivalent) 채널은 W<sub>2</sub>로 표시될 수 있다.
- [34] 예를 들어, x<sub>1</sub>에는 u<sub>1</sub> 및 u<sub>2</sub>의 XOR 연산의 결과 값이 포함될 수 있다. 또한,

$x_2$ 에는  $u_2$ 가 별도의 연산 없이 포함될 수 있다. 결국, 도 3의 폴라 코드의 기초 모듈에 대한 기초 행렬(F)는 하기의 수학식 1과 같이 표현될 수 있다.

[35] [수식1]

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

[36] 만일 N개의 B-DMC 채널이 조합될 때, 각각의 채널은 재귀적(recursive) 형태로 표현될 수 있다. 또한, 인코더의 출력 비트에 대한  $x$  벡터는 하기의 수학식 2를 이용하여 표현될 수 있다.

[37] [수식2]

$$x_1^N = u_1^N G_N$$

[38] 위 수학식 2를 참조하면, 인코더의 출력 비트에 대한  $x$  벡터는 하기의 수학식 3과 같이 표현되고, 인코더의 입력 비트에 대한  $u$  벡터는 하기의 수학식 4와 같이 표현될 수 있다.

[39] [수식3]

$$x_1^N = \{x_1, \dots, x_N\}$$

[40] [수식4]

$$u_1^N = \{u_1, \dots, u_N\}$$

[41] 예를 들어, 코드 블록의 길이가 N인 폴라 코드에 있어서, K 비트의 입력을 가정하면, 부호율(code rate)은  $N/K$ 이다. 이 때,  $\{u_1, \dots, u_N\}$  중에서 K개의 비트는 페이로드를 위한 비트로 이해될 수 있다.

[42] 또한, 위 수학식 2를 참조하면, 하기 수학식 5의 생성 행렬( $G_N$ )은 수학식 1의 기초 행렬(F)의 크로네커 곱의 형태로 표현될 수 있다.

[43] [수식5]

$$G_N = F^{\otimes N}$$

[44] [수식6]

$$F^{\otimes N} = F \otimes F^{\otimes(N-1)} \text{ (다만, } F^{\otimes(0)} = 1)$$

[45] 예를 들어, 수학식 5 및 수학식 6에 따라  $2 \times 2$  크기의 생성 행렬( $G_1$ )은 수학식 1에 상응할 수 있다.

[46] 또한, 수학식 5 및 수학식 6에 따라  $4 \times 4$  크기의 생성 행렬( $G_2$ )은 하기의 표 1과 같을 수 있다.

[47] [표1]

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

[48] 또한, 수학식 5 및 수학식 6에 따라 8X8 크기의 생성 행렬(G3)은 하기의 표 2과 같을 수 있다.

[49] [표2]

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

[50] 본 명세서에서, 위 수학식 5에 따른 생성행렬(GN)은 폴라 코드를 기반으로 미리 결정된 마더 행렬(mother matrix)로 언급될 수 있다.

[51] 또한, 본 명세서에서, 하기 설명될 도 4의 경우와 달리, Bit-reverse permutation을 위한 연산이 인코딩 파트가 아닌 디코딩 파트에 존재하는 것을 전제로 설명된다.

[52] 도 4는 N 레벨을 갖는 채널 조합의 예시에 관한 도면이다. 예를 들어, 도 4는 Bit-reverse permutation을 위한 연산이 인코딩 파트에 존재하는 경우로 이해될 수 있다. 도 4를 참조하면, 코드 블록의 크기(N)은 2^n(n은 자연수)의 제한을 가질 수 있다.

[53] 예를 들어, 폴라 코드의 복호화는 연속 제거(Successive Cancellation, SC) 복호화를 이용하여 수행될 수 있다. 여기서, 연속 제거 복호화 방식은 채널 천이(transition) 확률을 계산한 후, 계산된 확률에 기초하여 입력 비트에 대한 우도비 (likelihood Ratio, LLR)를 계산함으로써 수행될 수 있다.

[54] 이 경우, 채널 조합과 채널 분할 과정이 재귀적 형태인 점을 이용하여, 채널 천이 확률은 재귀적인 형태로 계산될 수 있다. 즉, 우도비 값도 재귀적인 형태로 계산될 수 있다.

[55] 이하, 데이터가 전송되는 페이로드 비트는 데이터 비트로, 페이로드 비트를 제외한 나머지 비트(즉, 실제 데이터가 전송되지 않는 비트)는 프로즌

비트(frozen bit)로 언급될 수 있다.

- [56] 폴라 코드에 있어서, 코드 블록 내에서 어떠한 위치의 비트를 데이터 비트 또는 프로즌 비트로 결정하는지가 문제될 수 있다. 예를 들어, 각 채널의 채널 용량에 기초하여 데이터 비트의 위치와 프로즌 비트의 위치가 결정될 수 있다.
- [57] 도 5는 본 일 실시 예에 따른 천공에 따른 상호(reciprocal) 특성에 관한 개념도를 보여준다.
- [58] 본 명세서에서, 생성 행렬(GN) 즉, 마더 행렬에 적용될 입력 벡터는  $\{u_0, u_1, \dots, u_{m-1}, m \text{은 자연수}\}$ 로 정의될 수 있다.
- [59] 예를 들어, 표 2의 8X8 크기의 생성 행렬(G3)를 위한 입력 벡터는  $\{u_0, u_1, \dots, u_7\}$ 로 정의될 수 있다. 또한, 입력 벡터를 위한 위치 인덱스는  $\{0, 1, \dots, N-1\}$ 로 정의될 수 있다.
- [60] 도 5를 참조하면, 길이 8의 입력 벡터(예로,  $u_0, \dots, u_7$ )는 수학식 2에 따라 길이 8의 폴라 코드를 기반으로 부호화된 벡터 집합(예로,  $x_0, \dots, x_7$ )으로 부호화될 수 있다.
- [61] 예를 들어, 부호화된 벡터 집합  $\{x_0, \dots, x_7\}$ 이 각 채널(W)을 통과하면, 수신단에서  $\{y_0, \dots, y_7\}$ 이 수신될 수 있음은 이해될 것이다.
- [62] 본 명세서에서, 천공 패턴(puncturing pattern, PN)은 하기의 수학식 7과 같이 정의될 수 있다.
- [63] [수식7]

$$P_N = (P_0, \dots, P_{N-1})$$

- [64] 여기서,  $P_i=0$ 은  $i$ 번째 부호화된 비트(coded bit)가 전송되지 않음을 의미할 수 있다. 예를 들어, 도 5와 같이 천공 패턴이  $PN=(0,0,0,0,1,1,1,1)$ 로 표현될 때, 천공된 부호화된 비트들(punctured coded bits)의 위치 인덱스는  $B\_PN=\{0,1,2,3\}$ 로 표현될 수 있다.
- [65] 즉,  $B\_PN=\{0,1,2,3\}$ 와 연관된 입력 벡터(즉,  $u_0, u_1, u_2, u_3$ )에 상응하는 채널을 통해 어떠한 정보도 전달될 수 없다. 다시 말해,  $B\_PN=\{0,1,2,3\}$ 와 연관된 입력 벡터(즉,  $u_0, u_1, u_2, u_3$ ) 각각은 제로 용량(zero capacity)를 갖는 채널로 이해될 수 있다.
- [66] 본 명세서에서 언급되는 천공에 따른 상호 특성을 기반으로 도 5와 같이 제로 용량(zero capacity)을 갖는 채널들(예로,  $u_0$  내지  $u_3$ )의 인덱스와 천공된 비트들(punctured bits, 예로,  $y_0, y_1, y_2, y_3$ )의 인덱스는 동일할 수 있다.
- [67] 나아가, 천공에 따른 상호 특성에 따라 천공된 비트들(punctured bits, 예로,  $y_0, y_1, y_2, y_3$ )에 상응하는 입력 벡터(예로,  $u_0, u_1, u_2, u_3$ )은 알려진(known) 값을 갖는 프로즌 벡터 집합으로 설정될 수 있다.
- [68] 도 6은 본 일 실시 예에 따른 천공에 따른 계층(hierarchical) 특성에 기반한 천공 패턴에 관한 개념도이다.
- [69] 도 5 및 도 6을 참조하면, 위치 인덱스  $\{0\}$ 부터  $\{3\}$ 까지 연속적으로(successive)

천공될 때, 연속적인 천공 패턴은 계층 특성이 반영된 천공 패턴으로 이해될 수 있다.

- [70] 도 6의 명확하고 간결한 이해를 위해,  $B_{PN}=\{0,1,2,3\}$ 에 상응하는 입력 벡터(예로,  $u_0,u_1,u_2,u_3$ ) 각각은 제로 용량(zero capacity)를 갖는 채널이라고 가정할 수 있다.
- [71] 도 6의 폴라 코드를 위한 마더 행렬의 크기는 '8'이고,  $B_{PN}=\{0,1,2,3\}$ 에 따른 코드워드의 크기는 '4'일 수 있다. 이 경우, 정보 비트의 크기는 '3'으로 가정할 수 있다.
- [72] 또한, 길이 3의 정보 비트의 전송을 위하여, 폴라 코드 상에서 최적화된 위치에 관한 정보 비트 집합( $A_{c1}$ )의 인덱스는  $\{5,6,7\}$ 라고 가정할 수 있다. 예를 들어, 정보 비트 집합( $A_{c1}$ )의 인덱스는 폴라 코드의 인코더 입력에 이용되는 시퀀스 및/또는 천공 패턴을 고려하여 결정될 수 있다.
- [73] 예를 들어, 언노운(unknown) 비트인 'a'가  $u_5$ 에 위치되고, 언노운 비트인 'b'가  $u_6$ 에 위치되고, 언노운 비트인 'c'가  $u_7$ 에 위치될 수 있다.
- [74] 본 명세서에서 시드 천공 패턴(seed puncturing pattern)이 언급될 수 있다. 예를 들어, 시드 천공 패턴의 비트 인덱스 집합은 하기의 수학적 식 8을 통해 정의될 수 있다.
- [75] [수식8]

$$B_{p_{\bar{N}}} = \{0,1, \dots, \bar{N}\} \text{ for some integer } \bar{N} = 2^{\bar{n}} \text{ with } 1 \leq \bar{n} \leq n$$

- [76] 도 6을 참조하면,  $u_0$ 에 상응하는  $x_0$ 가 천공될 때,  $u_1$  내지  $u_7$ 에 상응하는 부호화된 비트 값들에 영향이 없음은 이해될 것이다.
- [77] 다시 말해, 본 일 실시 예에 따른 계층 특성에 따라, 상대적으로 위에 위치한 입력 값의 변화는 상대적으로 아래에 위치한 입력 값에 대한 출력 값에 영향을 줄 수 없다.
- [78] 도 6의 실시 예에 따른 인코더는 천공 패턴(예로,  $PN=(0,0,0,0,1,1,1,1)$ )을 고려하여, 부호화된 비트  $x_0$  내지  $x_7$  중 천공 패턴이 '0'인 위치의 값은 전송하지 않을 수 있다.
- [79] 도 6을 참조하면, 전송되는 부호화된 비트들(예로,  $x_4,x_5,x_6,x_7$ )은 천공 전의 폴라 코드 사이즈보다 작은 사이즈를 갖는 폴라 코드를 이용하여 복호화될 수 있다.
- [80] 예를 들어, 도 6의 전송되는 부호화된 비트들(예로,  $x_4,x_5,x_6,x_7$ )은 디코딩 단계에서 길이 8의 마더 행렬(즉, 표 2)을 대신하여 길이 4의 마더 행렬(즉, 표 1)이 이용될 수 있다. 이 경우, 수신 관점에서, 부호율( $R1, K/N$ )은 3/4일 수 있다.
- [81] 도 7은 본 일 실시 예에 따른 HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화하는 방법에 관한 개념도이다.
- [82] 도 5 내지 도 7을 참조하면, 표 2의 8X8 크기의 마더 행렬( $G3$ )을 위한 입력 벡터는  $\{u_0,u_1, \dots,u_7\}$ 로 정의될 수 있다. 즉, 도 7의 입력 벡터를 위한 위치

- 인덱스는  $\{0,1, \dots\}$ 로 정의될 수 있다.
- [83] 예를 들어, 도 7의 천공 패턴의 위치 인덱스는  $B_{PN}=\{0,1\}$ 이고, 계층 특성이 반영된 천공 패턴으로 이해될 수 있다.
- [84] 본 일 실시 예에 따르면, 출력 비트 집합(예,  $y_0, \dots, y_7$ )의 복호되는 순서는 미리 정해질 수 있다. 예를 들어,  $u_0, u_4, u_2, u_6, u_1, u_5, u_3, u_7$ 의 순서에 따라 부호화된 출력 값(즉,  $y_0, y_4, y_2, y_6, y_1, y_5, y_3, y_7$ )은 순차적으로 복호될 수 있다.
- [85] 도 7의 명확하고 간결한 이해를 위해, 도 7은 도 6에 해당하는 이전의 전송의 실패한 후 HARQ 재전송인 케이스를 전제로 설명된다. 즉, 도 7의 입력 벡터  $\{u_0, u_1, \dots, u_7\}$ 는 HARQ 재전송을 위해 구성될 수 있다.
- [86] 예를 들어,  $B_{PN}=\{0,1\}$ 에 상응하는 입력 벡터(예로,  $u_0, u_1$ ) 각각은 제로 용량(zero capacity)를 갖는 채널로 이해될 수 있다. 예를 들어, 도 7의 폴라 코드를 위한 마더 행렬의 크기는 도 6과 동일한 '8'이고, 도 7의 코드워드 크기는 HARQ 재전송을 고려하여 이전의 전송보다 확장된 '6'일 수 있다.
- [87] 또한, 정보 비트의 크기는 이전의 전송과 동일한 '3'으로 가정할 수 있다. 또한, 길이 3의 정보 비트의 전송을 위하여, 폴라 코드 상에서 최적화된 위치에 관한 정보 비트 집합( $Ac_2$ )의 인덱스는  $\{2,6,7\}$ 이라고 가정할 수 있다. 이 경우, 정보 비트 집합( $Ac_2$ )의 인덱스는 폴라 코드의 인코더 입력에 이용되는 시퀀스 및/또는 천공 패턴을 고려하여 결정될 수 있다.
- [88] 본 명세서에서, 가변 부호율 조건(rate-compatibility)은 기존 전송된 정보 비트의 값이 HARQ 재전송에서 변화될 수 없음을 의미한다.
- [89] 예를 들어, 도 7에 따른 HARQ 재전송을 위해 이전의 전송에서 이용된 도 6의  $Ac_1=\{5,6,7\}$ 에 상응하는 입력 벡터(예로,  $u_5, u_6, u_7$ )에는 반드시 정보 비트가 포함되어야 한다.
- [90] 그러나, 위 가정에 따라, 도 7에서 최적화된 정보 비트 집합( $Ac_2$ )의 인덱스는  $\{2,6,7\}$ 이므로, 가변 부호율 조건만을 고려하여 전송을 수행하면, 성능이 저하될 수 있다.
- [91] 도 7의 일 실시 예에 따르면, 정보 복사(information copy) 기법이 적용됨에 따라, 인코더는  $u_5$ 에 위치한 정보 비트를  $u_2$ 로 카피한 후, 기존의  $u_5$ 를 언노운 프로즌 비트(unknown frozen bit)로 사용할 수 있다.
- [92] 이 경우, 디코딩 관점에서,  $y_5$ 가 복호될 때, 디코더는 먼저 복호화된  $y_2$ 에 대한 정보를 이용할 수 있다.
- [93] 또한, 도 7의 전송되는 부호화된 비트들( $x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$ )의 길이(6)를 고려할 때, 부호화된 비트들( $x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$ )의 복호화를 위해서 길이 8의 마더 행렬(즉, 표 2)이 이용될 수 있다. 이 경우, 수신 관점에서, 부호율( $R_2, K/N$ )은  $3/8$ 일 수 있다.
- [94] 도 7을 참조하면, 정보 복사 기법이 HARQ 재전송에서 적용될 때, 가변 부호율 조건을 만족하면서  $Ac_2=\{2,6,7\}$ 에 상응하는 위치에 정보 비트가 포함될 수 있다.
- [95] 다만, 본 명세서가 도 7의 실시 예에 한정되는 것이 아님은 이해될 것이다. 예를

- 들어,  $N=8$ 인 경우, 일반적으로  $u_2$ 보다  $u_3$ 의 채널 용량(channel capacity)이 높기 때문에,  $u_2$ 와  $u_3$  중  $u_2$ 부터 frozen 비트로 사용된다. 이러한 특성을 고려할 때,  $u_5$ 에 위치한 정보 비트가  $u_3$ 로 복사될 수도 있다.
- [96] 이 경우, 디코딩 관점에서,  $y_3$ 가 복호될 때, 디코더는 먼저 복호화된  $y_5$ 에 대한 정보를 이용할 수도 있다.
- [97] 도 8은 본 일 실시 예에 따른 HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화하는 방법에 관한 순서도이다.
- [98] S810 단계에서, 무선 장치는 폴라 코드를 기반으로 미리 결정된 마더 행렬(mother matrix)에 적용되는 길이  $N$ ( $N$ 은 자연수)의 입력 벡터를 구성할 수 있다. 입력 벡터는  $\{u_0, u_1, \dots, u_{N-1}\}$ 로 정의될 수 있다. 예를 들어, 입력 벡터를 위한 위치 인덱스는  $\{0, 1, \dots, N-1\}$ 일 수 있다.
- [99] 여기서, 입력 벡터는 제1 내지 제3 인덱스 집합을 기반으로 정의될 수 있다. 예를 들어, 제1 인덱스 집합은 길이  $K$ ( $K$ 는 자연수)의 정보 비트의 최적화된 위치를 나타낼 수 있다.
- [100] 예를 들어, 제2 인덱스 집합은 마더 행렬을 기반으로 생성되는 부호화된 비트 중 천공될 위치를 나타낼 수 있다.
- [101] 예를 들어, 제3 인덱스 집합은 정보 복사(information copy) 기법에 따라 생성되는 적어도 하나의 언노운 프로즌 비트의 위치를 나타낼 수 있다.
- [102] 다시 말해, 제1 인덱스 집합 내지 제3 인덱스 집합은  $\{0, 1, \dots, N-1\}$ 을 기반으로 정의될 수 있다.
- [103] 본 일 실시 예에 따르면, 출력 비트의 복호화되는 순서는 폴라 코드에 기반한 마더 행렬의 구조적 특징으로 인하여 미리 결정될 수 있다. 예를 들어,  $N$ 이 '8'일 때, 위치 인덱스는  $\{0\}, \{4\}, \{2\}, \{6\}, \{1\}, \{5\}, \{3\}, \{7\}$ 에 상응하는 출력 비트들이 순차적으로 복호될 수 있다.
- [104] S810 단계의 입력 벡터가 HARQ 재전송을 위해 이용될 때, 입력 벡터는 이전의 전송을 위한 길이  $I$ ( $I$ 는 자연수)의 제2 정보 비트를 모두 포함하도록 구성될 수 있다.
- [105] 또한, S810 단계의 입력 벡터가 HARQ 재전송을 위해 이용될 때, 제2 인덱스 집합에 포함된 원소들의 개수는 이전의 전송보다 감소되도록 설정될 수 있다.
- [106] 예를 들어,  $K$  및  $I$ 가 모두 '3'일 때, 제1 인덱스 집합은  $\{a, b, c\}$ 이고, 이전의 전송을 위한 제2 정보 비트를 위한 최적화된 위치 인덱스는  $\{d, b, c\}$ 이라고 가정할 수 있다.
- [107] 즉, 위치 인덱스  $\{d\}$ 에 포함된 정보는 정보 복사 기법에 따라 위치 인덱스  $\{d\}$ 보다 먼저 디코딩되는 위치 인덱스로 복사될 수 있다.
- [108] 이 경우, 위치 인덱스  $\{d\}$ 가 위치 인덱스  $\{a\}$ 로 복사될 때, HARQ 재전송을 위한 입력 벡터의 제3 인덱스 집합은  $\{d\}$ 를 포함할 수 있다.
- [109] S820 단계에서, 무선 장치는 입력 벡터 및 마더 행렬을 기반으로 부호화를 수행할 수 있다.

- [110] 본 도면에 도시되지 않으나, 본 일 실시 예에 따른 제1 무선 장치는  $N$  길이의 부호화된 비트 중 제2 인덱스 집합(즉, 천공 패턴)을 기반으로 전송될 적어도 하나의 부호화된 비트를 판단할 수 있다. 이어, 무선 장치는 적어도 하나의 부호화된 비트를 제2 무선 단말로 전송할 수 있다.
- [111] 결국, 본 명세서에 따르면, HARQ 재전송을 수행할 때, 가변 부호율 조건을 만족하면서 동시에 최적화된 위치를 통해 정보 비트를 전송할 수 있으므로, 무선 장치의 부호화 성능이 향상될 수 있다.
- [112] 도 9는 본 일 실시 예에 따라 HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화를 수행하는 절차에 관한 순서도이다.
- [113] 이하, 언급되는 폴라 코드를 위한 파라미터(즉,  $K, N, M$ )는 다음과 같이 정의될 수 있다. 예를 들어,  $K$ 는 정보 비트의 길이일 수 있다.  $N(=2^n, n$ 은 자연수)은 폴라코드를 위한 마더 행렬(이하, 마더 폴라 코드)의 크기일 수 있다. 또한,  $M$ 은 코드워드의 길이일 수 있다.
- [114] 도 9의 명확하고 간결한 설명을 위하여, 폴라 코드를 위한 파라미터(즉,  $K, N, M$ )는 도 7과 같이 (3, 8, 6)으로 가정할 수 있다.
- [115] S910 단계에서, 정보 비트의 길이( $K$ )가 '3'인 경우, 인코더의 역할을 수행하는 제1 무선 장치는 미리 할당된 자원 할당을 기반으로  $N$  및  $M$  값을 결정할 수 있다. 예를 들어, 위 가정에 따라, 도 9의 제1 무선 장치는  $N$ 은 '8'이고,  $M$ 은 '6'로 결정할 수 있다.
- [116] S920 단계에서, 제1 무선 장치는 폴라 코드를 위한 파라미터(즉,  $K, N, M$ )에 따라 레이트 매칭(rate-matching) 방식을 결정할 수 있다. 이 경우, 레이트 매칭 방식은 평처링(puncturing) 방식 또는 반복(repetition) 방식이 있을 수 있다.
- [117] 예를 들어, 폴라 코드를 위한 파라미터(즉,  $K, N, M$ )는 (3, 8, 6)이므로, 레이트 매칭 방식은 평처링 방식으로 결정될 수 있다.
- [118] S930 단계에서, 제1 무선 장치는 폴라 코드를 위한 파라미터(즉,  $K, N, M$ ) 및 레이트 매칭 방식을 기반으로 정보 비트 집합, 프로즌 비트 집합, 평처링 비트 집합 및 언노운 프로즌 비트 집합을 결정할 수 있다.
- [119] 예를 들어, 도 8의 크기 3의 정보 비트를 위한 최적화된 위치에 관한 정보 비트 집합( $Ac_2$ , 즉,  $u_2, u_6, u_7$ )은 {2,6,7}일 수 있다.
- [120] 예를 들어, 도 8의 제1 무선 장치는 프로즌 비트 집합 및 평처링 비트 집합을 결정할 수 있다. 일 예로, 도 7과 같이, 마더 행렬의 계층 특성에 따라 프로즌 비트 집합 및 평처링 비트 집합의 인덱스는 {0,1}로 동일할 수 있다.
- [121] 예를 들어, 도 8의 제1 무선 장치는 언노운 프로즌 비트 집합을 결정할 수 있다. 일 예로, 도 7과 같이, 언노운 프로즌 비트 집합의 인덱스는 {5}일 수 있다.
- [122] 다시 말해, 언노운 프로즌 비트는 HARQ 재전송을 위한 최적화된 위치에 정보 비트 집합( $Ac_2$ )이 이전의 전송을 위한 최적화된 위치의 정보 비트 집합( $Ac_2$ )이 다른 경우에 생성될 수 있다.
- [123] S940 단계에서, 제1 무선 장치는 정보 복사(information copy) 기법을 수행할 수

- 있다.
- [124] 예를 들어, 도 7과 같이, 입력 벡터인  $u_5$ 에 위치한 정보 비트는 입력 벡터인  $u_2$ 로 카피된 후, 기존 입력 벡터인  $u_5$ 는 언노운 프로즌 비트로 사용될 수 있다.
- [125] 전술한 바와 같이, 정보 복사 기법이 적용되는 위치는 마더 행렬의 구조적 특징을 기반으로 미리 정해진 디코딩 순서를 기반으로 결정될 수 있다.
- [126] S950 단계에서, 제1 무선 장치는 폴라 코드를 기반으로 부호화를 수행할 수 있다. 예를 들어, 도 7을 참조하면, 제1 무선 장치는 입력 벡터 집합(즉,  $(u_0, u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7) = (0, 0, u_2, u_5, u_4, u_5, u_6, u_7)$ ) 및 길이 8의 마더 행렬(즉, 표 2)을 이용하여 부호화를 수행할 수 있다.
- [127] S960 단계에서, 제1 무선 장치는 결정된 레이트 매칭 방식 및 평처링 비트 집합을 기반으로 제2 장치로 전송될 부호화된 비트를 결정할 수 있다.
- [128] 예를 들어, 도 7과 같이 길이 8의 부호화된 비트들( $x_0, \dots, x_7$ ) 중에서 천공 패턴(즉,  $PN = (0, 0, 1, 1, 1, 1, 1, 1)$ )에 따라 길이 6의 부호화된 비트들( $x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$ )은 전송될 부호화된 비트로 결정될 수 있다.
- [129] S970 단계에서, 제1 무선 장치는 S860 단계에서 결정된 부호화된 비트(예로, 도 7의  $x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7$ )를 제2 무선 장치로 전송할 수 있다.
- [130] 도 10는 본 일 실시 예에 따라 HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 복호화를 수행하는 절차에 관한 순서도이다.
- [131] 도 9 및 도 10을 참조하면, S1010 단계에서, 디코더의 역할을 수행하는 도 10의 제2 무선 장치는 M개의 부호화된 비트들을 제1 무선 장치로부터 수신할 수 있다.
- [132] S1020 단계에서, 도 10의 제2 무선 장치는 수신된 M개의 부호화된 비트들이 HARQ 재전송을 위해 수신된 것인지 여부를 판단할 수 있다.
- [133] 만일 제2 무선 장치에 수신된 M개의 부호화된 비트들이 HARQ 재전송을 위해 수신된 비트라고 판단되면, 수순은 S1090 단계로 진행된다. S1090 단계는 후술된다.
- [134] 만일 제2 무선 장치에 수신된 M개의 부호화된 비트들이 HARQ 재전송을 위해 수신된 비트가 아닌 경우, 수순은 S1030 단계로 진행된다.
- [135] S1030 단계에서, 도 10의 제2 무선 단말은 미리 할당된 자원 할당을 기반으로 M개의 부호화된 비트들에 대한 K, N 및 M 값을 판단할 수 있다. 또한, 도 10의 제2 무선 단말은 판단된 K, N 및 M 값을 기반으로 레이트 매칭 방식을 판단할 수 있다.
- [136] 예를 들어, 도 10의 제2 무선 장치는 도 6과 같이 수신된 부호화된 비트(예로, 도 6의  $y_4, y_5, y_6, y_7$ )를 기반으로 K는 '3'이고, N은 '8'이고, M은 '4'로 판단할 수 있다.
- [137] 예를 들어, 도 10의 제2 무선 장치는 결정된 폴라 코드를 위한 파라미터(즉, K, N, M)을 기반으로 M개의 부호화된 비트들에 적용된 레이트 매칭(rate-matching) 방식을 판단할 수 있다.
- [138] 예를 들어, 도 10의 제2 무선 장치는 도 6과 같이 (K, N, M)가 (3, 8, 4)임에 따라, 제2 무선 장치는 레이트 매칭 방식을 평처링 방식으로 판단할 수 있다.

- [139] S1040 단계에서, 도 10의 제2 무선 장치는 폴라 코드를 위한 파라미터(즉,  $K$ ,  $N$ ,  $M$ ) 및 레이트 매칭 방식을 기반으로 정보 비트 집합, 프로즌 비트 집합, 평처링 비트 집합 및 언노운 프로즌 비트 집합을 결정할 수 있다.
- [140] 예를 들어 도 10의 크기 3의 정보 비트를 위한 최적화된 위치에 관한 정보 비트 집합( $Ac1$ , 즉,  $u5$ ,  $u6$ ,  $u7$ )은  $\{5,6,7\}$ 일 수 있다.
- [141] 일 예로, 도 6과 같이, 마더 행렬의 계층 특성에 따라 프로즌 비트 집합 및 평처링 비트 집합의 인덱스는  $\{0,1,2,3\}$ 으로 동일할 수 있다.
- [142] 예를 들어, 도 6과 같이, 언노운 프로즌 비트 집합의 인덱스는 존재하지 않을 수 있다.
- [143] S1050 단계에서, 도 10의 제2 무선 장치는 폴라 코드를 기반으로 복호화를 수행할 수 있다.
- [144] 여기서, 도 10의 제2 무선 장치는 마더 행렬의 계층 특성을 기반으로  $N$ 보다 작은 크기의 폴라 코드로 복호화가 가능한지 여부를 판단할 수 있다.
- [145] 예를 들어, 도 10의 제2 무선 장치는 도 6과 같이 부호화된 비트(예로, 도 6의  $y4, y5, y6, y7$ )를 복호하기 위해, 길이 8의 마더 행렬(즉, 표 2)이 아닌 길이 4의 마더 행렬(즉, 표 1)을 이용할 수 있다.
- [146] S1060 단계에서, 도 10의 제2 무선 장치는 수신된 부호화된 비트에 대한 복호화 동작이 성공인지 여부를 판단할 수 있다.
- [147] 만일 수신된 부호화된 비트에 대한 복호화가 성공으로 판단되면, S1070 단계에서, 도 10의 제2 무선 장치는 수신된 부호화된 비트로부터 길이  $K$ 의 정보 비트에 대한 정보를 획득할 수 있다.
- [148] 만일 수신된 부호화된 비트에 대한 복호화가 실패로 판단되면, S1080 단계에서, 도 10의 제2 무선 장치는 재전송을 요청할 수 있다.
- [149] S1090 단계에서, 수신된  $M$ 개의 부호화된 비트들이 HARQ 재전송을 위해 수신된 것으로 판단되면, 도 10의 제2 무선 장치는 LLR 결합(Log-Likelihood Ratio combining)을 수행할 수 있다.
- [150] 만일 HARQ 재전송을 위해 S1090 단계에 이어 S1050 단계가 수행될 때, 도 10의 언노운 프로즌 비트에 상응하는 부호화된 비트는 정보 복사 기법이 적용되어 먼저 부호화되는 위치의 비트 값을 이용하여 복호될 수 있다.
- [151] 도 11은 본 일 실시 예에 따른 연속 평처링(successive puncturing)의 치환된 천공 패턴(permuted puncturing pattern)의 특성을 보여주는 개념도이다.
- [152] 도 5 및 도 11을 참조하면, 입력 벡터(예로,  $u0, \dots, u7$ )를 위한 위치 인덱스는 3비트의 이진수( $b1, b2, b3$ )로 표현될 수 있다.
- [153] 도 11에서,  $\Pi_n$ 은 길이  $n$ 의 모드 가능한 치환(permutation)을 포함하는 집합으로 정의될 수 있다. 예를 들어,  $\Pi_3$ 은  $\{(1,2,3), (1,3,2), (2,1,3), (2,3,1), (3,1,2), (3,2,1)\}$ 을 포함할 수 있다.
- [154] 이 경우, 임의의  $n$ 에 대한 치환(permutation)인  $\sigma$ 가 정의될 수 있다. 여기서,  $\sigma$ 는  $\Pi_n$ 의 원소로 이해될 수 있다.

[155] 또한, 앞선 수학식 8의 시드 천공 패턴에 대한 비트-레벨 치환(bit-level permutation)이 수행된 천공 패턴의 위치 인덱스 집합은 하기의 수학식 9를 기반으로 정의될 수 있다.

[156] [수식9]

$$B_{p_{N,\sigma}^N} = \{g^{-1}((b_{\sigma(n)}^i, \dots, b_{\sigma(1)}^i)): i \in B_{p_{N,\sigma}^N}\},$$

where  $g^{-1}(x)$  maps the binary vector  $(b_n, \dots, b_1)$  to the value  $\sum_{i=1}^n b_i 2^{n-1}$

[157] 본 명세서에서, 계층적 천공(Hierarchical Puncturing) 패턴은 수학식 8에 따른 시드 천공 패턴 및 수학식 9에 따른 비트-레벨 치환된 천공 패턴을 모두 포함하는 개념으로 이해될 수 있다.

[158] 예를 들어, 도 11의 천공 패턴(punctured coded bits)의 위치 인덱스는  $B_{PN}=\{0,1,2,3\}$ 일 수 있다. 도 11을 참조하면, 비트-레벨 치환(bit-level permutation)을 위한  $\sigma$ 가 (3,2,1)일 때, 수학식 9에 따라 비트-레벨 치환된 천공 패턴의 위치 인덱스는  $B_{PN}=\{0,4,2,6\}$ 일 수 있다.

[159] 다시 말해, 계층적 천공 패턴은 수학식 8에 따른

$$p_4^8 = (0,0,0,0,1,1,1,1)$$

및 수학식 9에 따른

$$p_{4,(3,2,1)}^8 = (0,1,0,1,0,1,0,1)$$

을 모두 포함할 수 있다. 계층적 천공 패턴을 사용될 때, 복호화 과정에서 짧은 길이(즉,

$$\bar{N} < N$$

)의 극 부호로 디코딩이 수행될 수 있다.

[160] 즉, 위 수학식 9에 따른 비트-레벨 치환(bit-level permutation)이 수행될 때, 폴라 코드의 마더 행렬의 구조적 특징에 따른 상호(reciprocal) 특성 및 계층(hierarchical) 특성이 그대로 유지됨은 이해될 것이다.

[161] 도 12 및 도 13은 본 다른 실시 예에 따라 HARQ를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화하는 방법에 대한 개념도이다.

[162] 도 11 및 도 12를 참조하면, 길이 8의 폴라 코드로부터 출력되는 부호화된 비트의 길이가 '3'인 경우를 보여준다. 이 때, 도 12의 정보 비트 집합을 위한 최적화된 위치를 나타내는 인덱스 집합(A)은 {5,7}로 판단될 수 있다.

[163] 이어, 인코더의 역할을 수행하는 무선 장치는 인덱스 집합(A) 및 천공 패턴 {0,0,0,1,0,1,0,1}을 기반으로 부호화된 비트를 전송할 수 있다.

[164] 만일 도 12에서, 입력 벡터(u1, u3, u5, u7) 및 천공된 부호화된 비트(y3, y5, y7)를 이용하여 복호화 동작이 수행될 때, 계층적 평처링의 특성이 고려되어, 길이 8의 마더 행렬(예로, 표 2)를 대신하여 길이 4의 마더 행렬(예로, 표 1)이 이용될 수

있음은 이해될 것이다.

- [165] 도 11 내지 도 13을 참조하면, 재전송에 따라 길이 8의 폴라 코드로부터 출력되는 부호화된 비트의 길이가 '3'에서 '5'로 증가된 경우를 보여준다. 도 13의 경우, 도 13의 정보 비트 집합을 위한 최적화된 위치를 나타내는 인덱스 집합(A)은 {6,7}로 판단될 수 있다.
- [166] 도 13과 같이 재전송이 수행될 때, 가변 부호율 조건을 만족시키기 위하여, 도 12의 위치 인덱스 집합(A)인 {5,7}에 상응하는 u5 및 u7에는 반드시 정보 비트가 포함될 필요가 있다.
- [167] 도 13을 참조하면, u5에 있는 정보 비트는 정보 복사 기법에 따라 u6로 복사될 수 있다. 예를 들어, 디코딩 과정에서 u6가 u5보다 먼저 디코딩되는 위치라는 점이 고려될 수 있다. 또한, u5는 언노운 프로즌 비트로 사용될 수 있다.
- [168] 결국, 도 13의 경우, 가변 부호율 조건을 만족하면서 동시에 인덱스 집합(A)을 통해 정보 비트가 전송될 수 있다.
- [169] 이하, Hierarchical puncturing의 특징과 Information-copy기술을 이용한 가변 부호율을 지원하는 극 부호 설계 방법이 설명된다.
- [170] 예를 들어, k 정보 비트를 m 개의 다양한 부호율( $r_1=k/N_1 < \dots < r_m=k/N_m$ )로 전송하는 가변 부호율 극 부호가 설계될 수 있다. 이 경우, m 개의 천공 패턴들은  $p(1), p(2), \dots, p(m)$ 으로 정의될 수 있다.
- [171] 본 명세서에서, 천공패턴은 하기의 수학적 식 10과 같이 정의될 수 있다.
- [172] [수식10]

$$p^{(i)} = p_{N_i, \sigma}^{(i)}$$

- [173] 위 수학적 식 10에서,  $\sigma$ 는 임의의  $\sigma$ 에 대하여  $\sigma \in \Pi_n$ 를 만족하는 파라미터 값일 수 있다. 예를 들어, 가장 높은 부호율을 갖는 천공된 극 부호 (즉, 부호율  $r_m$ )를 이용하여 Information set A를 설계할 수 있다
- [174] 위 주어진 천공 패턴들과 Information set A 및 하기 표 3의 방법을 기반으로 다른 천공된 극 부호들과 마더 극 부호에 적합한 Information set을 설계할 수 있다.
- [175] 또한, 최적화된 Information set들과 하기 표 4의 알고리즘을 적용하여 non-zero frozen vector를 설계할 수 있다.

[176] [표3]

---

**Algorithm 1** Improved information sets

---

**Input:**

- $r_i = \frac{k}{N_i}$  for  $i \in \{1, \dots, m\}$  with  $r_i < r_j$  if  $i < j$ .
- Information set  $\mathcal{A}$ .
- Seed parameter  $\sigma \in \Pi_{\bar{n}_i}$ .

**Output:**  $\mathcal{A}^{(j)}$  for  $j \in \{1, \dots, J - 1\}$ .

**Algorithm:**

- $\bar{n}_i = \lceil \log N_i \rceil$  and  $\bar{N}_i = 2^{\bar{n}_i}$  for  $i \in \{1, \dots, m\}$ .
- Let  $J$  be the number of distinct values in  $\{\bar{N}_1, \dots, \bar{N}_m\}$ , denoted by  $\bar{L}_1 = \bar{N}_1 > \bar{L}_2 > \dots > \bar{L}_J = \bar{N}_m$ .
- $\mathcal{A}^{(J)} = \mathcal{A}$
- For  $j = J - 1, \dots, 1$ 
  - 1) Find  $t^\dagger = \min_t \{\bar{N}_t : \bar{N}_t = \bar{L}_j\}$ .
  - 2) Define  $\mathcal{A}$  by taking the indices of the  $k$  largest reliabilites in  $\{I(W_{\mathbf{p}(t)}^{(i)}) : i \in [1 : m]\}$ .
  - 3) As in (12), define the information-copy set as
 
$$\mathcal{I}_c = (\mathcal{A} \setminus \mathcal{A}^{(j+1)}) \cap \mathcal{B}_{\bar{\mathbf{p}}_{\bar{L}_{j+1}}}$$
  - 4) Define  $\mathcal{A}^{(j)}$  by taking the indices in  $\mathcal{I}_c$  and the  $k - |\mathcal{I}_c|$  indices in  $\mathcal{A}^{(j+1)}$  corresponding to the largest reliabilities in  $\{I(W_{\mathbf{p}(t^\dagger)}^{(i)}) : i \in [1 : m]\}$ .

---

[177] 본 일 실시 예에 따른 가변 부호율 극 부호에 대한 인코딩 과정은 기존과 동일할 수 있다. 다만, all-zero frozen vector 대신에 하기 표 4를 통해 얻어진 non-zero frozen vector (또는 information-bit dependent frozen vector)를 이용할 수 있다. 예를 들어, information-copy 방법에 의해서 frozen vector의 일부분에는 정보 비트들이 복사될 수 있다.

[178] 도 13의 경우, 입력벡터는  $(u_0, u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7) = (0, 0, 0, 0, 0, u_5, u_6, u_7)$ 일 수 있다. 즉, non-zero frozen vector(非零冻结向量)는  $(u_0, u_1, u_2, u_3, u_4, u_5, u_6, u_7) = (0, 0, 0, 0, 0, u_5, 0, 0)$ 일 수 있다. 다시 말해, 본 일 실시 예에 따른 frozen vector는 항상 all-zero vector가 아니고, information-bit에 의존하여 결정될 수 있다.

[179] 또한, 표 3의 알고리즘은 1회만 수행될 수 있으나, 하기의 표 4의 알고리즘은 non-zero frozen vector (or information-dependent frozen vector)를 구하기 위해서 HARQ-IR에서 매 초기 전송마다 수행될 수 있다.

[180] [표4]

**Algorithm 2** Information-dependent frozen vector**Initialization:**

- Information set  $\mathcal{A}^{(j)}$  for  $j \in \{1, \dots, J\}$ .
- Define the

$$\begin{aligned}\mathcal{A}^{(j)} - \mathcal{A}^{(j+1)} &\triangleq \{i_1^{(j)}, \dots, i_{d_j}^{(j)}\} \\ \mathcal{A}^{(j+1)} - \mathcal{A}^{(j)} &\triangleq \{\ell_1^{(j)}, \dots, \ell_{d_j}^{(j)}\},\end{aligned}$$

for  $j \in \{1, \dots, J - 1\}$ .**Input:**

- Information bits  $(a_1, \dots, a_k)$

**Output:**  $\mathbf{u}_{\tilde{N}_1} = (u_0, u_1, \dots, u_{\tilde{N}_1-1})$ .**Algorithm:**

- $\mathbf{u}_{\tilde{N}_1} = (u_0, u_1, \dots, u_{\tilde{N}_1-1})$  with  $u_i = a_i$  for  $i \in \mathcal{A}^{(J)}$  and  $u_i = 0$ , otherwise.
- For  $j = J - 1, \dots, 1$   
Assign the non-zero frozen bits as  $u_{i_t} = u_{\ell_t}$  for  $t \in [1 : d_j]$ .

[181] 도 14는 본 일 실시 예에 따른 가변 부호율을 지원하는 극 부호 설계에 대한 시뮬레이션 결과를 보여준다.

[182] 도 14를 참조하면, 정보 비트의 길이(K)는 '52'이고, K는 8비트의 CRC 비트를 포함한다고 가정할 수 있다. 또한, 부호율은  $r_1 (52/256) < r_2 (52/192) < r_3 (52/192) < r_4 (52/64)$ 이라고 가정할 수 있다. 이 경우, 천공 패턴은 하기위 수학식 11과 같이 결정될 수 있다.

[183] [수식11]

$$p^{(1)} = (1, \dots, 1), p^{(2)} = \dot{p}_{192, (8, 7, \dots, 1)}^{256}, p^{(3)} = \dot{p}_{128, (8, 7, \dots, 1)}^{256}, p^{(4)} = \dot{p}_{64, (8, 7, \dots, 1)}^{256}$$

[184] 예를 들어, HARQ-IR에서 첫 번째 전송에서, 부호율 r4인 가장 높은 부호율의 천공된 극 부호로 전송된다. 이어, 두 번째 재 전송에서, Bp(4)-Bp(3)에 속하는 인덱스들에 해당하는 리던던시 부호화 비트(redundancy coded bit)가 전송될 수 있다.

[185] 이어, 첫 번째와 두 번째 전송에서 받은 신호들이 결합되어 부호율 r3인 천공된 극 부호가 구성될 수 있다. 마찬가지로, 세 번째 전송에서는 Bp(3)-Bp(2)에 해당하는 리던던시 부호화 비트가 전송될 수 있다.

- [186] 마지막으로, 네 번째 전송에서는 Bp(2)-Bp(1)에 해당하는 리턴던시 부호화 비트가 전송될 수 있다. 즉, 네 번째 전송까지 받은 모든 수신 시그널이 결합되면 부호율  $r_1$ 인 마더(mother) 극 부호가 구성될 수 있다.
- [187] 도 14를 참조하면, 각 전송에 해당하는 부호율인  $r_4 > r_3 > r_2 > r_1$ 에 해당하는 Frame-Error-Rate(FER)결과를 보여준다. 본 일 실시 예에 따르면, non-zero frozen vector (or information-dependent frozen vector)를 이용하여 family에 있는 각 천공된 극 부호에 대해서 최적화된 Information set이 사용될 수 있음이 보여진다.
- [188] 도 15는 본 일 실시 예들이 적용될 수 있는 무선 장치들을 설명하기 위한 도면이다.
- [189] 도 15의 기지국 장치(10)는, 수신 모듈(11), 송신 모듈(12), 프로세서(13), 메모리(14) 및 복수의 안테나(15)를 포함할 수 있다.
- [190] 예를 들어, 수신 모듈(11)은 외부 장치(예를 들어, 단말)로부터 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신할 수 있다. 송신 모듈(12)은 외부 장치(일 예로, 단말)로의 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송할 수 있다. 이 경우, 수신 모듈(11)과 송신 모듈(12)은 하나의 트랜시버(transceiver)에 포함될 수 있다.
- [191] 예를 들어, 프로세서(13)는 기지국 장치(10) 전반의 동작을 제어할 수 있다. 또한, 프로세서(13)는 기지국 장치(10)에 수신된 정보 및 기지국 장치(10)에 의해 외부로 송신될 정보를 연산 처리하는 기능을 수행할 수 있다.
- [192] 예를 들어, 메모리(14)는 연산 처리된 정보를 소정 시간 동안 저장할 수 있다. 복수의 안테나(15)는 MIMO 송수신을 지원하기 위한 구성이며, 2차원 안테나 배치에 따라 구성될 수 있다.
- [193] 도 15의 단말 장치(20)는 수신 모듈(21), 송신 모듈(22), 프로세서(23), 메모리(24) 및 복수의 안테나(25)를 포함할 수 있다.
- [194] 예를 들어, 수신 모듈(11)은 외부 장치(예를 들어, 단말)로부터 각종 신호, 데이터 및 정보를 수신할 수 있다. 송신 모듈(12)은 외부 장치(일 예로, 단말)로의 각종 신호, 데이터 및 정보를 전송할 수 있다. 이 경우, 수신 모듈(11)과 송신 모듈(12)은 하나의 트랜시버(transceiver)에 포함될 수 있다.
- [195] 예를 들어, 프로세서(13)는 기지국 장치(10) 전반의 동작을 제어할 수 있다. 또한, 프로세서(13)는 기지국 장치(10)에 수신된 정보 및 기지국 장치(10)에 의해 외부로 송신될 정보를 연산 처리하는 기능을 수행할 수 있다.
- [196] 예를 들어, 메모리(14)는 연산 처리된 정보를 소정 시간 동안 저장할 수 있다. 복수의 안테나(15)는 MIMO 송수신을 지원하기 위한 구성이며, 2차원 안테나 배치에 따라 구성될 수 있다.
- [197] 본 명세서에서, 하향링크 전송 주체(entity) 또는 상향링크 수신 주체는 주로 기지국을 예로 설명되고, 하향링크 수신 주체 또는 상향링크 전송 주체는 주로 단말을 예로 설명된다. 다만, 본 명세서의 범위가 이에 제한 되는 것은 아님은 이해될 것이다.
- [198] 본 명세서에서, 상술한 실시 예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를

들어, 상술한 실시 예들은 하드 웨어, 펌 웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합에 의해 구현될 수 있다.

- [199] 하드 웨어에 의한 구현의 경우, 상술한 실시 예들은 하나 또는 그 이상의 ASICs(Application Specific Integrated Circuits), DSPs(Digital Signal Processors), DSPDs(Digital Signal Processing Devices), PLDs(Programmable Logic Devices), FPGAs(Field Programmable Gate Arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.
- [200] 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.

## 청구범위

- [청구항 1] HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest)를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화하는 방법에 있어서,  
무선 장치가, 폴라 코드를 기반으로 미리 결정된 마더 행렬(mother matrix)에 적용되는 길이  $N$ ( $N$ 은 자연수)의 입력 벡터를 구성하되,  
상기 입력 벡터는 길이  $K$ ( $K$ 는 자연수)의 정보 비트의 최적화된 위치를 위한 제1 인덱스 집합, 상기 마더 행렬을 기반으로 생성되는 부호화된 비트 중 천공될 위치에 대한 제2 인덱스 집합 및 정보 복사(information copy) 기법과 연관된 적어도 하나의 언노운 프로즌 비트(unknown frozen bit)의 위치에 대한 제3 인덱스 집합을 기반으로 정의되는, 단계; 및  
상기 무선 장치가, 상기 입력 벡터 및 상기 마더 행렬을 기반으로 부호화를 수행하는 단계를 포함하는 방법.
- [청구항 2] 제1 항에 있어서,  
상기 입력 벡터는  $\{u_0, u_1, \dots, u_{N-1}\}$ 로 정의되고,  
상기 입력 벡터를 위한 위치 인덱스는  $\{0, 1, \dots, N-1\}$ 로 정의되고,  
상기 제1 인덱스 집합 내지 상기 제3 인덱스 집합은 상기  $\{0, 1, \dots, N-1\}$ 을 기반으로 정의되는 방법.
- [청구항 3] 제2 항에 있어서,  
상기  $N$ 이 '8'일 때, 미리 결정된 위치 인덱스의 순서  $\{0\}, \{4\}, \{2\}, \{6\}, \{1\}, \{5\}, \{3\}, \{7\}$ 에 따라 디코딩되는 방법.
- [청구항 4] 제2 항에 있어서,  
상기 입력 벡터는 이전의 전송을 위한 길이  $I$ ( $I$ 는 자연수)의 제2 정보 비트를 모두 포함하도록 설정되고, 상기 제2 인덱스 집합에 포함된 원소들의 개수는 상기 이전의 전송보다 감소되도록 설정되는 방법.
- [청구항 5] 제4 항에 있어서,  
상기  $K$  및  $I$ 가 모두 '3'일 때, 상기 제1 인덱스 집합이  $\{a, b, c\}$ 이고, 상기 이전의 전송을 위한 상기 제2 정보 비트를 위한 최적화된 위치 인덱스가  $\{d, b, c\}$ 일 때, 상기 위치 인덱스  $\{d\}$ 에 포함된 정보는 상기 정보 복사 기법에 따라 상기 위치 인덱스  $\{d\}$ 보다 먼저 디코딩되는 위치 인덱스로 복사되는 방법.
- [청구항 6] 제5 항에 있어서,  
상기 위치 인덱스  $\{d\}$ 가 위치 인덱스  $\{a\}$ 로 복사될 때, 상기 제3 인덱스 집합은  $\{d\}$ 를 포함하는 방법.
- [청구항 7] 제1 항에 있어서,  
상기 마더 행렬( $GN$ )은 하기 기초 행렬( $F$ )의 크로네커 곱의 형태로 정의되고,

$$G_N = F^{\otimes N}$$

상기 기초 행렬(F)은 하기와 같이 정의되는

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

방법.

[청구항 8] 제7 항에 있어서,  
상기 마더 행렬의 크기는  $N \times N$  ( $N$ 은 자연수)이고,  
상기  $N$ 은  $2^n$  ( $n$ 은 자연수)인 방법.

[청구항 9] 제8 항에 있어서,  
상기 제2 인덱스 집합은 하기와 같이 정의되는

$$B_{\mu_N} = \{0, 1, \dots, \bar{N}\} \text{ for some integer } \bar{N} = 2^{\bar{n}} \text{ with } 1 \leq \bar{n} \leq n$$

방법.

[청구항 10] 제1 항에 있어서,  
상기 제2 인덱스 집합에 상응하는 위치의 입력 벡터에는 미리 결정된 값을 갖는 프로즌 비트가 포함되는 방법.

[청구항 11] HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest)를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화하는 무선 장치에 있어서,  
무선 신호를 송신 및 수신하는 RF(Radio Frequency) 부; 및  
상기 RF부와 연결되는 프로세서(processor)를 포함하되, 상기 프로세서는, 폴라 코드를 기반으로 미리 결정된 마더 행렬(mother matrix)에 적용되는 길이  $N$  ( $N$ 은 자연수)의 입력 벡터를 구성하도록 구현되고,  
상기 입력 벡터는 길이  $K$  ( $K$ 는 자연수)의 정보 비트의 최적화된 위치를 위한 제1 인덱스 집합, 상기 마더 행렬을 기반으로 생성되는 부호화된 비트 중 천공될 위치에 대한 제2 인덱스 집합 및 정보 복사(information copy) 기법과 연관된 적어도 하나의 언노운 프로즌 비트(unknown frozen bit)의 위치에 대한 제3 인덱스 집합을 기반으로 정의되고,  
상기 입력 벡터 및 상기 마더 행렬을 기반으로 부호화를 수행하도록 구현되는 무선 장치.

[청구항 12] 제11 항에 있어서,  
상기 입력 벡터는  $\{u_0, u_1, \dots, u_{N-1}\}$ 로 정의되고,  
상기 입력 벡터를 위한 위치 인덱스는  $\{0, 1, \dots, N-1\}$ 로 정의되고,  
상기 제1 인덱스 집합 내지 상기 제3 인덱스 집합은 상기  $\{0, 1, \dots, N-1\}$ 을 기반으로 정의되는 무선 장치.

[청구항 13] 제12 항에 있어서,

상기 N이 '8'일 때, 미리 결정된 위치 인덱스의 순서 {0}, {4}, {2}, {6}, {1}, {5}, {3}, {7}에 따라 디코딩되는 무선 장치.

[청구항 14] 제12 항에 있어서,  
상기 입력 벡터는 이전의 전송을 위한 길이 I(I는 자연수)의 제2 정보 비트를 모두 포함하도록 설정되고, 상기 제2 인덱스 집합에 포함된 원소들의 개수는 상기 이전의 전송보다 감소되도록 설정되는 무선 장치.

[청구항 15] 제14 항에 있어서,  
상기 K 및 I가 모두 '3'일 때, 상기 제1 인덱스 집합이 {a,b,c}이고, 상기 이전의 전송을 위한 상기 제2 정보 비트를 위한 최적화된 위치 인덱스가 {d,b,c}일 때, 상기 위치 인덱스 {d}에 포함된 정보는 상기 정보 복사 기법에 따라 상기 위치 인덱스 {d}보다 먼저 디코딩되는 위치 인덱스로 복사되는 무선 장치.

[청구항 16] 제15 항에 있어서,  
상기 위치 인덱스 {d}가 위치 인덱스 {a}로 복사될 때, 상기 제3 인덱스 집합은 {d}를 포함하는 무선 장치.

[청구항 17] 제11 항에 있어서,  
상기 마더 행렬(GN)은 하기 기초 행렬(F)의 크로네커 곱의 형태로 정의되고,

$$G_N = F^{\otimes N}$$

상기 기초 행렬(F)은 하기와 같이 정의되는

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

무선 장치.

[청구항 18] 제17 항에 있어서,  
상기 마더 행렬의 크기는 N x N (N은 자연수)이고,  
상기 N은 2^n (n은 자연수)인 무선 장치.

[청구항 19] 제18 항에 있어서,  
상기 제2 인덱스 집합은 하기와 같이 정의되는

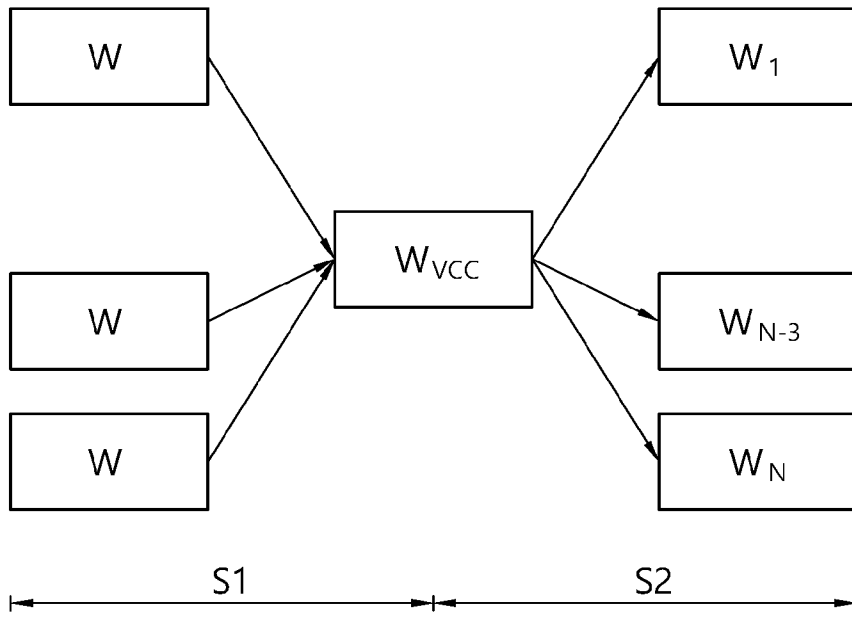
$$B_{p_N} = \{0, 1, \dots, \bar{N}\} \text{ for some integer } \bar{N} = 2^{\bar{n}} \text{ with } 1 \leq \bar{n} \leq n$$

무선 장치.

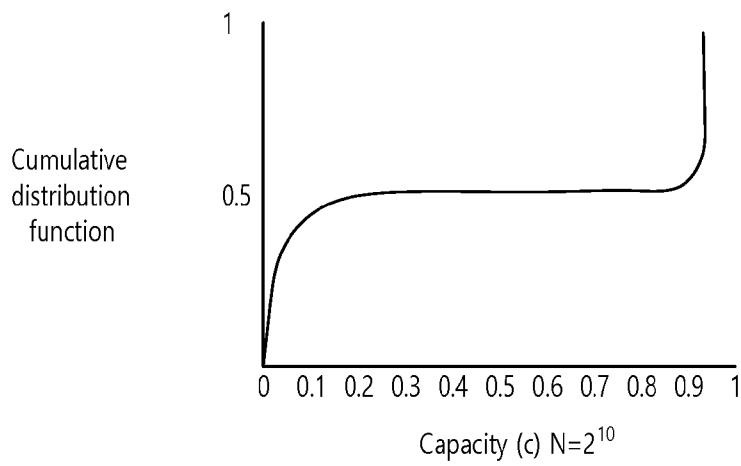
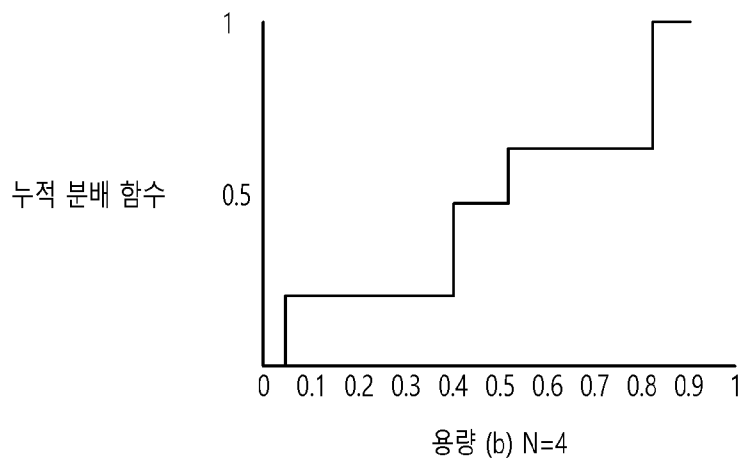
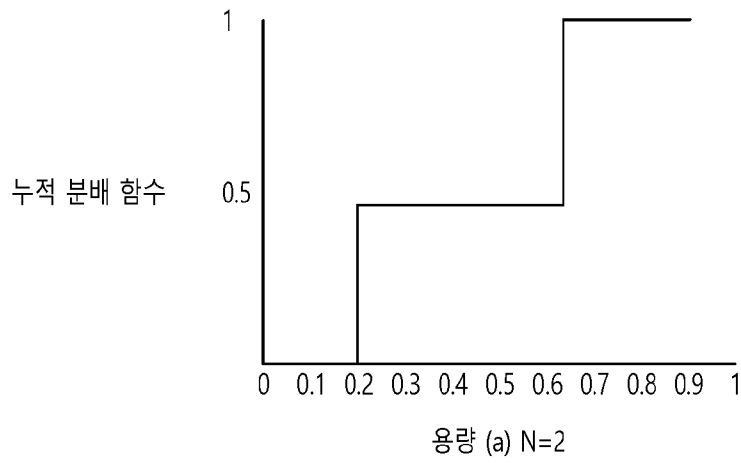
[청구항 20] HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest)를 지원하기 위해 폴라 코드를 기반으로 부호화된 비트를 전송하는 방법에 있어서,  
무선 장치가, 폴라 코드를 기반으로 미리 결정된 마더 행렬(mother matrix)에 적용되는 길이 N(N은 자연수)의 재전송을 위한 입력 벡터를

구성하되,  
상기 입력 벡터는 상기 마더 행렬을 기반으로 생성되는 부호화된 비트 중  
천공될 위치에 대한 천공 인덱스 집합을 기반으로 정의되는, 단계; 및  
상기 무선 장치가, 상기 입력 벡터 및 상기 마더 행렬을 기반으로  
부호화를 수행하는 단계;  
상기 무선 장치가, 상기 부호화를 수행하여 획득된  $N$  길이의 부호화된  
비트 중 상기 천공 인덱스 집합에 따라 전송될 적어도 하나의 전송 비트를  
판단하는 단계; 및  
상기 무선 장치가, 상기 적어도 하나의 전송 비트를 제2 무선 단말로  
전송하는 단계를 포함하는 방법.

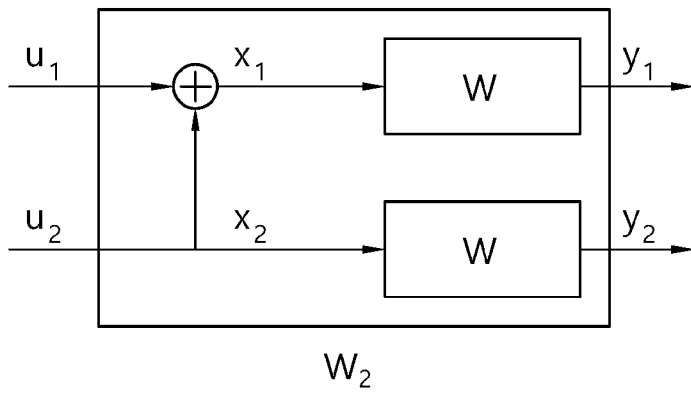
[도1]



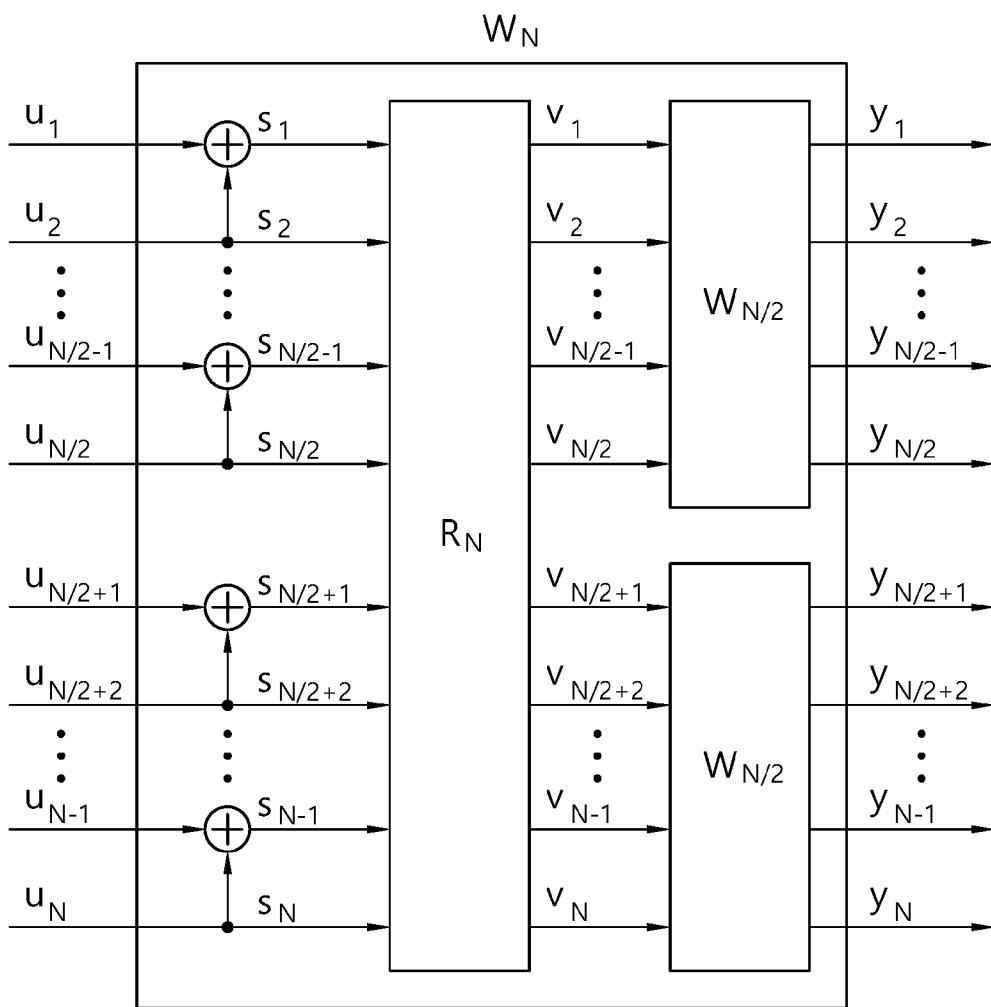
[도2]



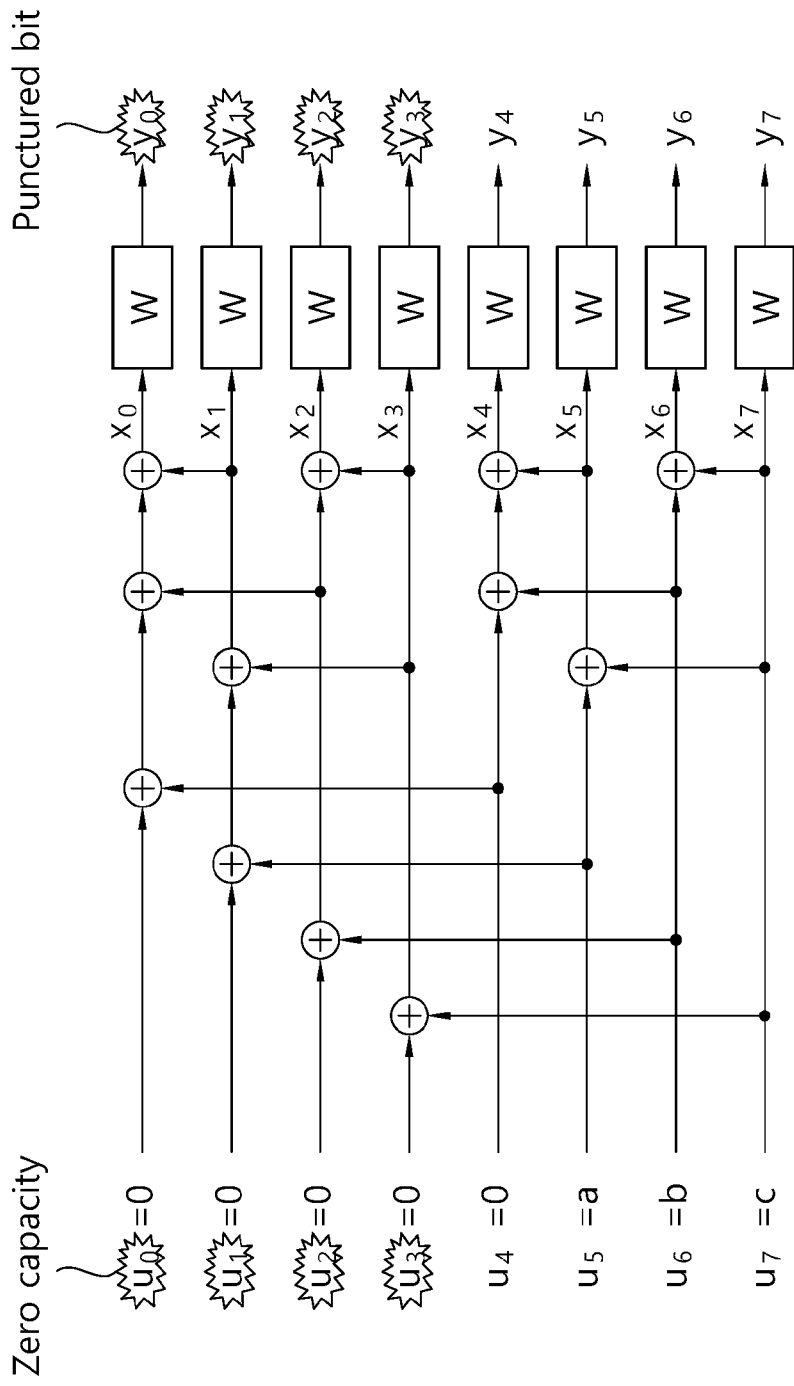
[도3]



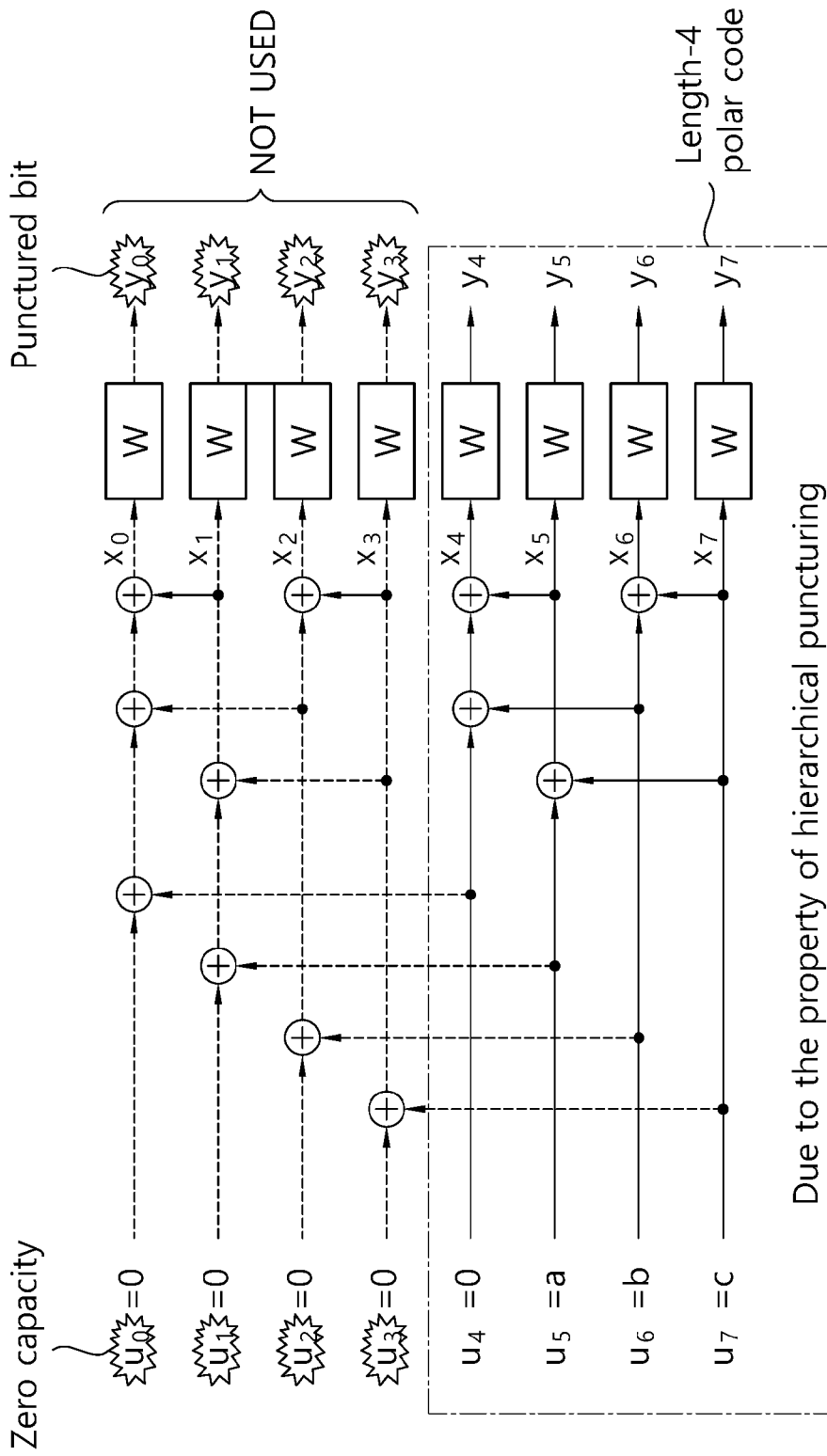
[도4]



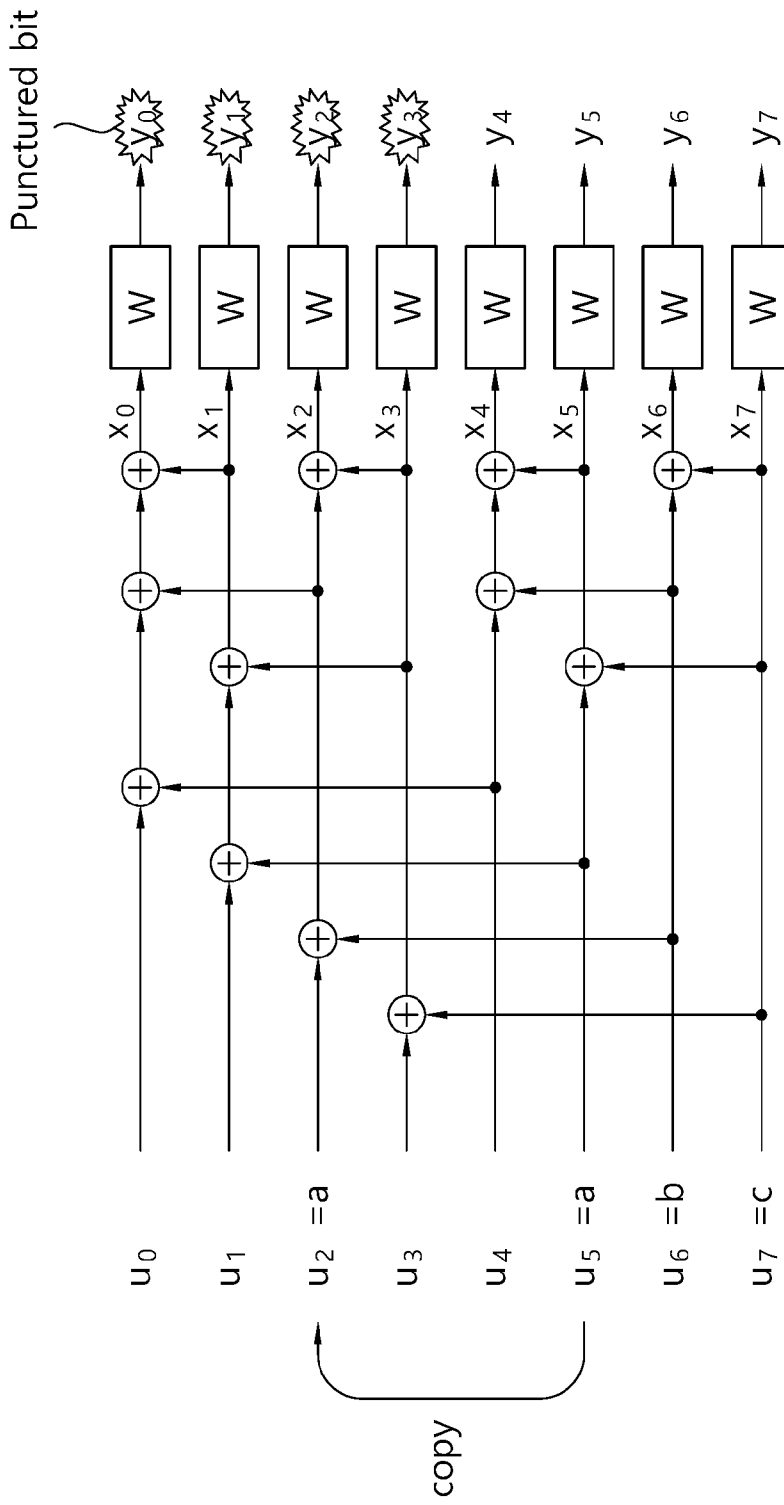
[Fig. 5]



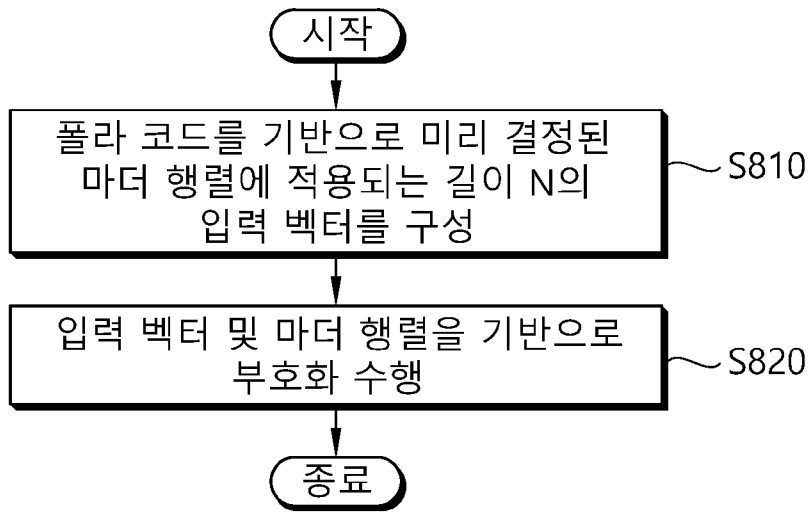
[도6]



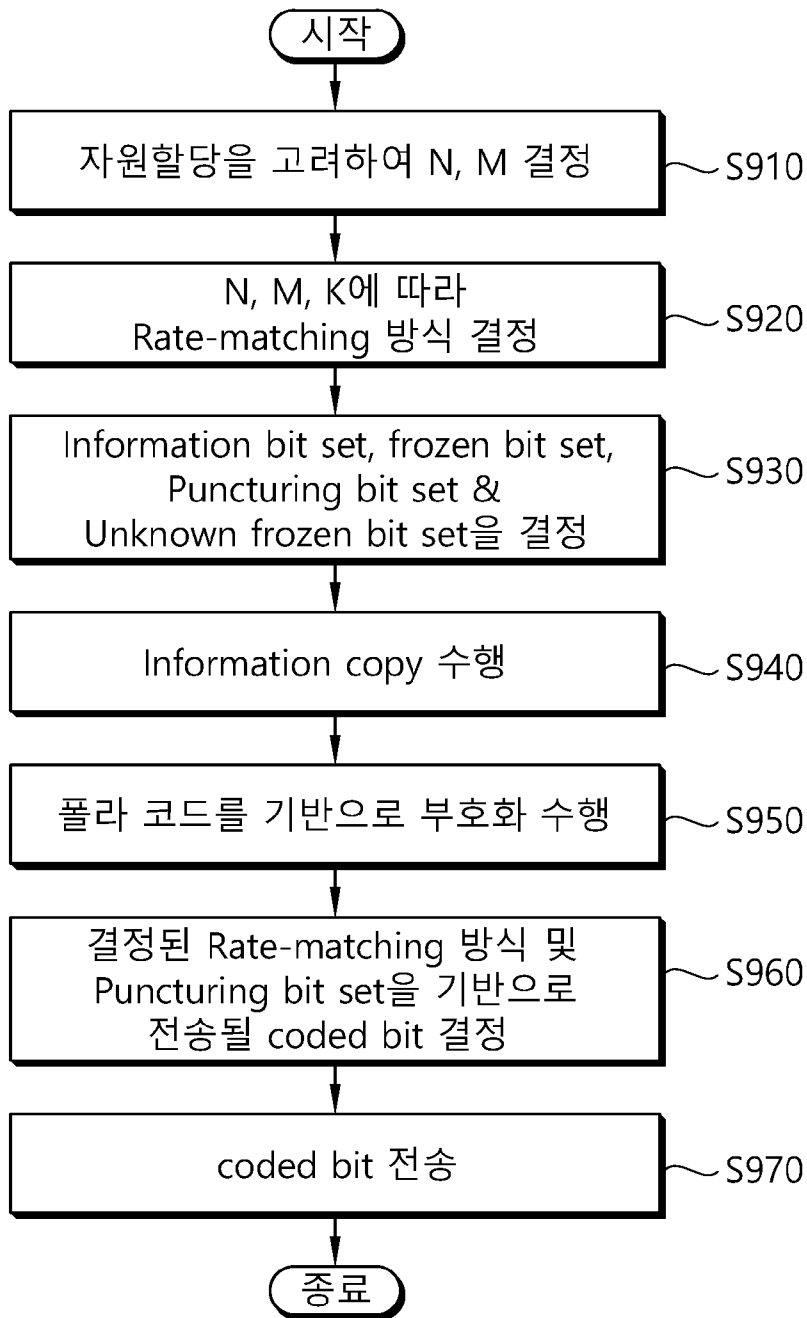
[도 7]



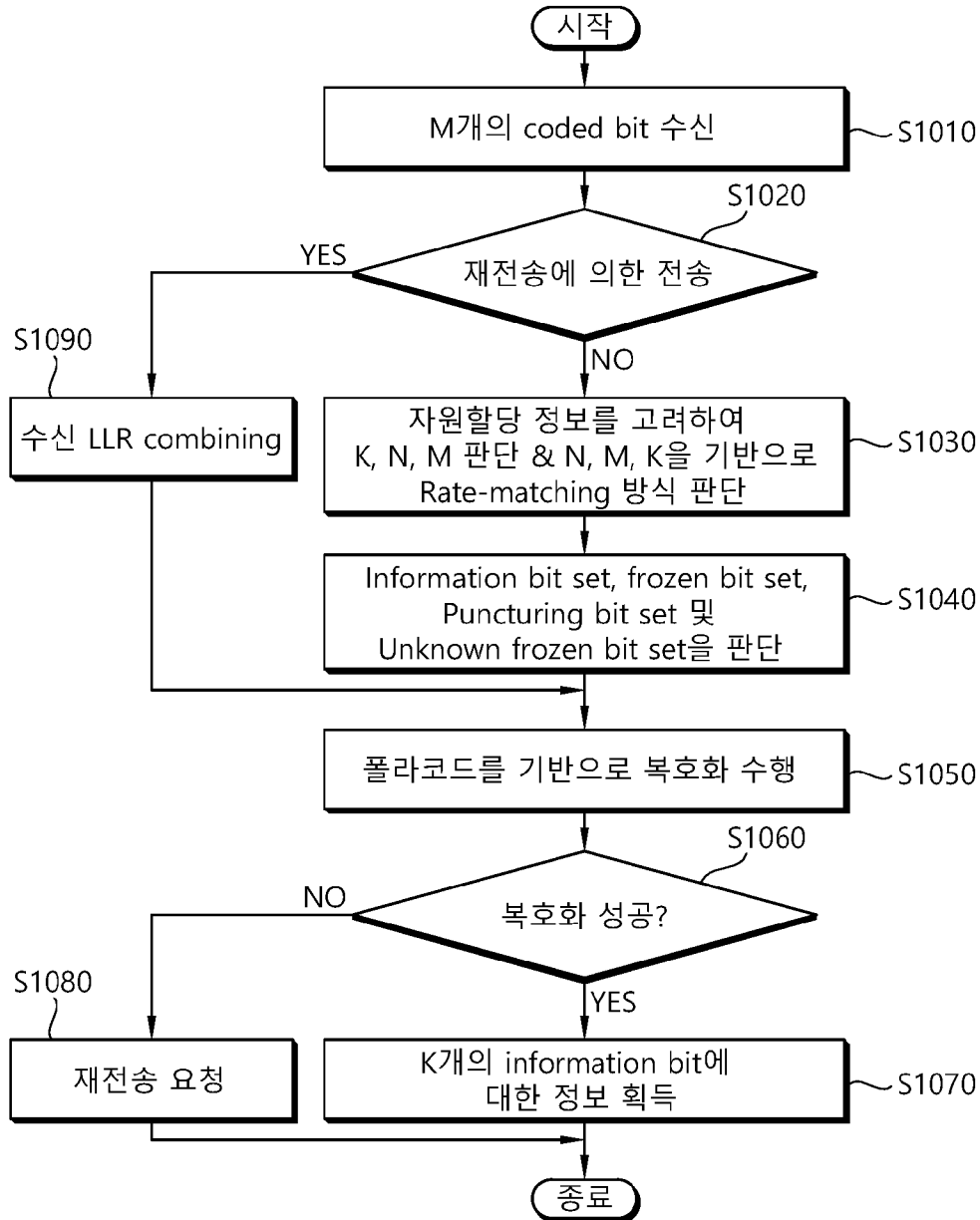
[도8]



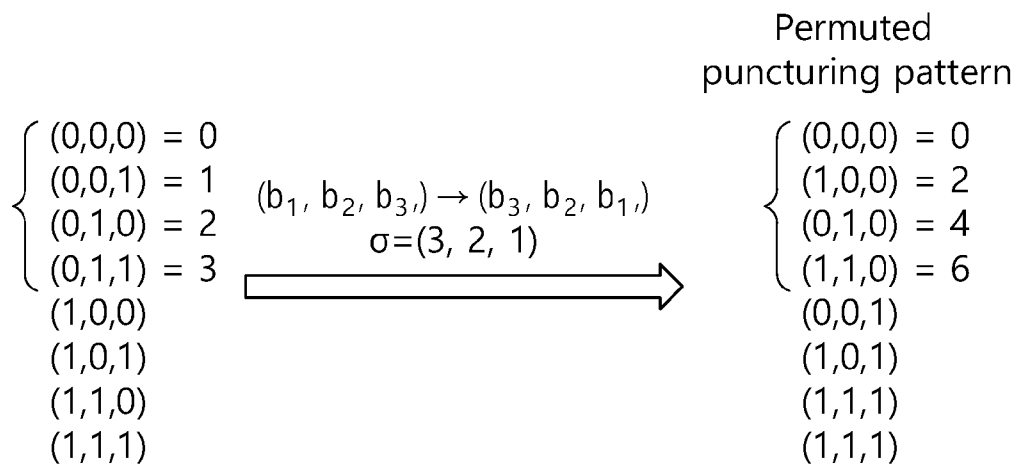
[도9]



[도10]

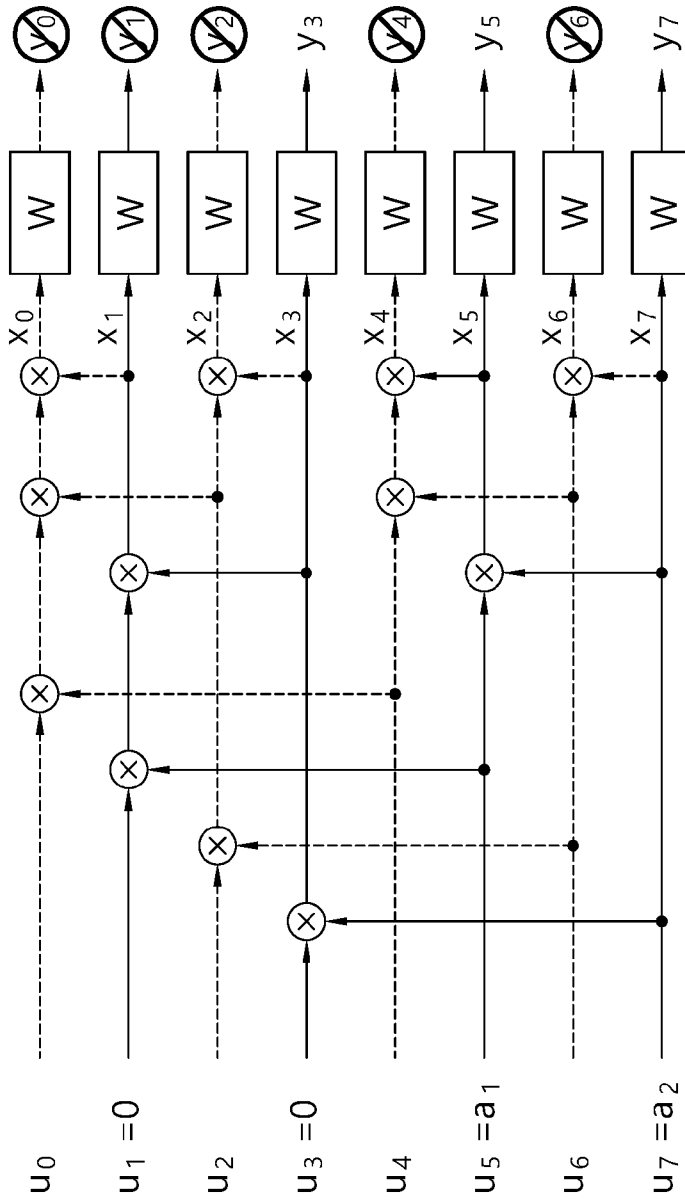


[도11]



[FIG 12]

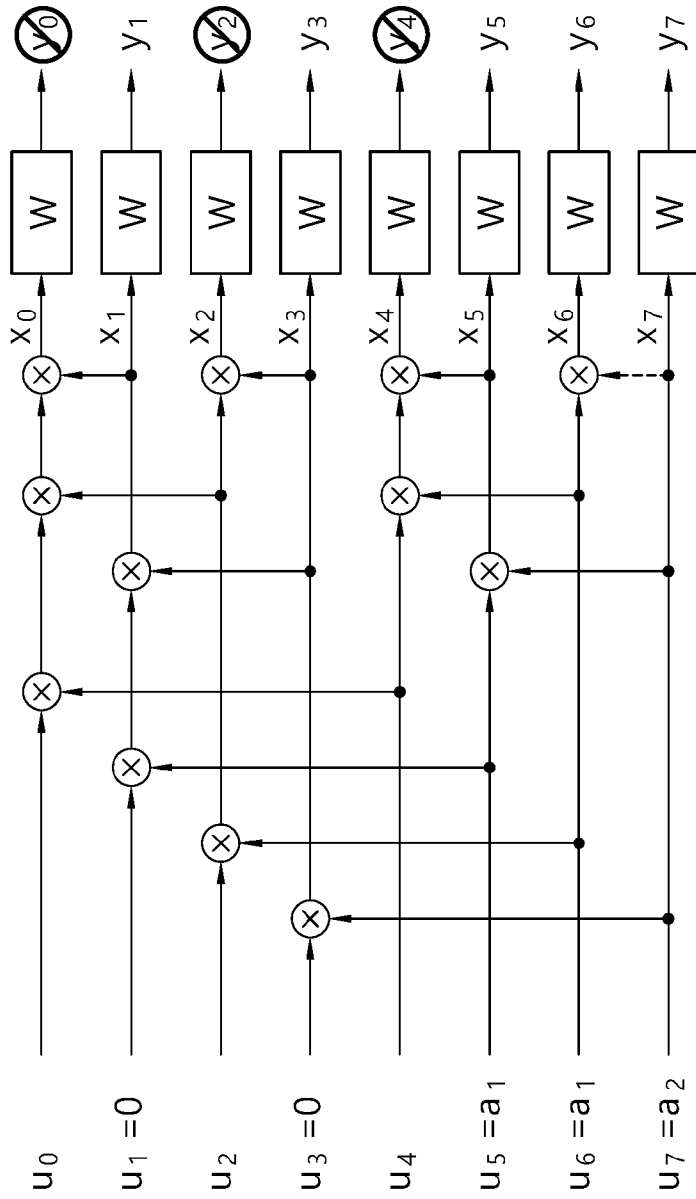
$$p^{(3)} = p_3^{(3,2,1)} (0,0,0,1,0,1,0,1)$$



Information set  $A = \{5,7\}$

[도 13]

$$p^{(2)} = p_5^{(3,2,1)}(0, 1, 0, 1, 0, 1, 1, 1, 1)$$

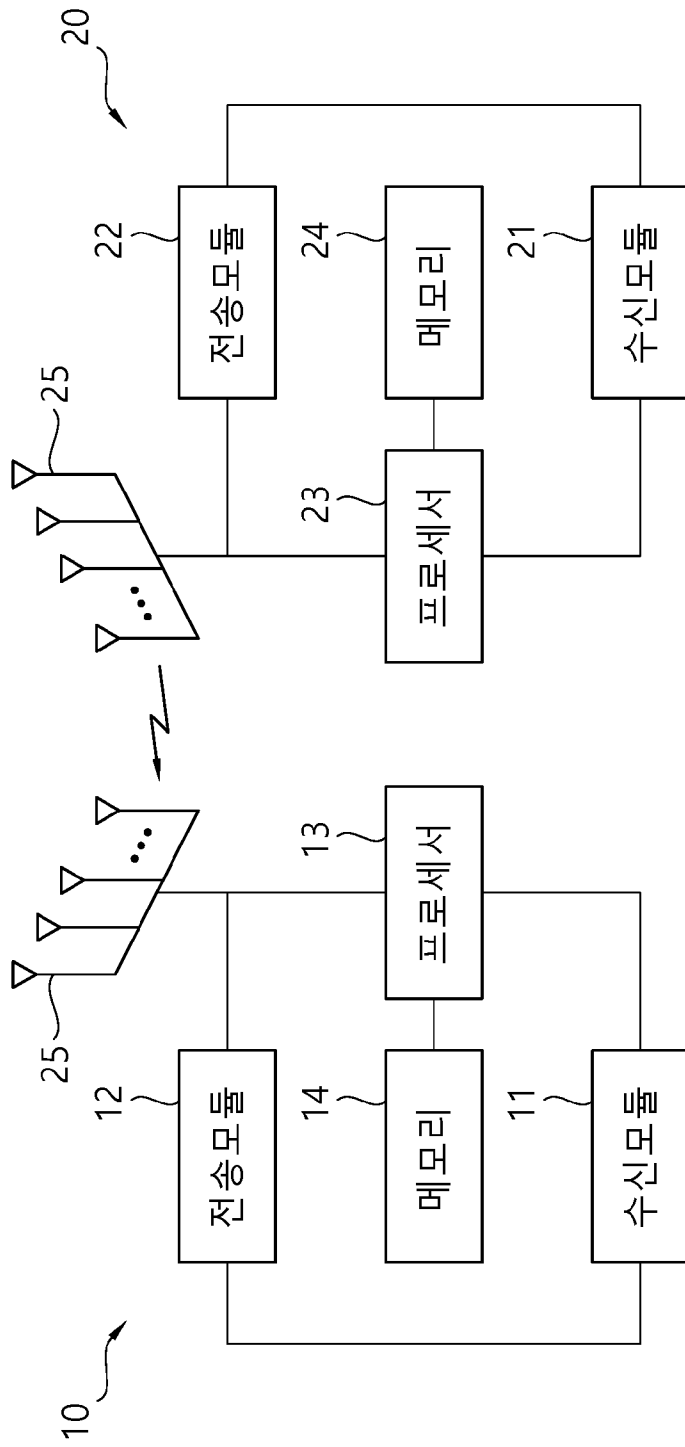


Non-zero  
Frozen bit

Information set  $A' = \{6, 7\}$



[도 15]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2018/013793

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

*H04L 1/00(2006.01)i, H04L 1/18(2006.01)i, H03M 13/13(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)

H04L 1/00; H03M 13/00; H03M 13/03; H04L 1/18; H03M 13/13

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) &amp; Keywords: polar code, HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest), mother matrix, input vector, boring, frozen bit

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	HUAWEI et al., "Summary of Polar Code Design for Control Channels", R1-1700088, 3GPP TSG RAN WG1 Ad-Hoc Meeting, Spokane, USA, 10 January 2017 See pages 2-7.	1-2,7-12,17-19
Y		3,13,20
A		4-6,14-16
Y	KIM, Jong-Hwan et al., "Low Complexity List Decoding for Polar Codes with Multiple CRC Codes", Entropy, vol. 19, no. 4, 24 April 2017 See pages 2-3; and figure 1.	3,13
Y	US 9780918 B2 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 03 October 2017 See column 7, line 58-column 8, line 53; claim 1; and figures 2-3.	20
A	US 9742440 B2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 22 August 2017 See column 9, line 3-column 10, line 37; claim 1; and figures 5-6.	1-20
A	WO 2017-176309 A1 (INTEL CORPORATION) 12 October 2017 See paragraphs [0078]-[0083]; claim 1; and figures 10-11.	1-20

 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 FEBRUARY 2019 (18.02.2019)

Date of mailing of the international search report

19 FEBRUARY 2019 (19.02.2019)

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office  
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsa-ro, Seo-gu,  
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2018/013793**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 9780918 B2	03/10/2017	CN 105164956 A	16/12/2015
		EP 3057255 A1	17/08/2016
		EP 3057255 A4	26/10/2016
		EP 3057255 B1	22/08/2018
		US 2016-0248547 A1	25/08/2016
		WO 2015-062107 A1	07/05/2015
US 9742440 B2	22/08/2017	CN 106027068 A	12/10/2016
		KR 10-2016-0115803 A	06/10/2016
		TW 201644219 A	16/12/2016
		US 2016-0285479 A1	29/09/2016
WO 2017-176309 A1	12/10/2017	CN 108886438 A	23/11/2018
		TW 201737651 A	16/10/2017

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**  
H04L 1/00(2006.01)i, H04L 1/18(2006.01)i, H03M 13/13(2006.01)i

**B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)  
H04L 1/00; H03M 13/00; H03M 13/03; H04L 1/18; H03M 13/13

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: 폴라 코드, HARQ(Hybrid Automatic Repeat reQuest), 마더 행렬, 입력 벡터, 천공, 프로즌 비트

**C. 관련 문헌**

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	HUAWEI 등., 'Summary of polar code design for control channels', R1-1700088, 3GPP TSG RAN WG1 Ad-Hoc Meeting, Spokane, USA, 2017.01.10 페이지 2-7 참조.	1-2, 7-12, 17-19
Y		3, 13, 20
A		4-6, 14-16
Y	JONG-HWAN KIM 등., 'Low Complexity List Decoding for Polar Codes with Multiple CRC Codes', Entropy, 19권, 4호, 2017.04.24 페이지 2-3; 및 도면 1 참조.	3, 13
Y	US 9780918 B2 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 2017.10.03 컬럼 7, 라인 58 - 컬럼 8, 라인 53; 청구항 1; 및 도면 2-3 참조.	20
A	US 9742440 B2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2017.08.22 컬럼 9, 라인 3 - 컬럼 10, 라인 37; 청구항 1; 및 도면 5-6 참조.	1-20
A	WO 2017-176309 A1 (INTEL CORPORATION) 2017.10.12 단락 [0078]-[0083]; 청구항 1; 및 도면 10-11 참조.	1-20

추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.  대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

\* 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 신규성 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 2019년 02월 18일 (18.02.2019)	국제조사보고서 발송일 2019년 02월 19일 (19.02.2019)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 진상범 전화번호 +82-42-481-8398
---	------------------------------------



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 9780918 B2	2017/10/03	CN 105164956 A	2015/12/16
		EP 3057255 A1	2016/08/17
		EP 3057255 A4	2016/10/26
		EP 3057255 B1	2018/08/22
		US 2016-0248547 A1	2016/08/25
		WO 2015-062107 A1	2015/05/07
US 9742440 B2	2017/08/22	CN 106027068 A	2016/10/12
		KR 10-2016-0115803 A	2016/10/06
		TW 201644219 A	2016/12/16
		US 2016-0285479 A1	2016/09/29
WO 2017-176309 A1	2017/10/12	CN 108886438 A	2018/11/23
		TW 201737651 A	2017/10/16