

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
H04L 1/00

(11) 공개번호 특2000-0029992  
(43) 공개일자 2000년05월25일

(21) 출원번호	10-1999-7001260		
(22) 출원일자	1999년02월13일		
번역문제출일자	1999년02월13일		
(86) 국제출원번호	PCT/US1997/14260	(87) 국제공개번호	WO 1998/07247
(86) 국제출원출원일자	1997년08월13일	(87) 국제공개일자	1998년02월19일
(81) 지정국	AP ARIPO특허 : 짐바브웨 케냐 레소토 말라위 수단 스와질랜드 우간다 가나 EA 유라시아특허 : 아르메니아 아제르바이잔 벨라루스 키르기즈 카자흐스탄 몰도바 러시아 타지키스탄 투르크메니스탄 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 핀란드 OA OAPI특허 : 부르키나파소 베냉 중앙아프리카 콩고 코트디부아르 카메룬 가봉 기네 말리 모리타니 니제르 세네갈 차드 토고 국내특허 : 알바니아 아르메니아 오스트리아 오스트레일리아 아제르바이잔 보스니아-헤르체고비나 바베이도스 불가리아 브라질 벨라루스 캐나다 스위스 리히텐슈타인 중국 쿠바 체코 독일 덴마크 에스토니아 스페인 핀란드 영국 그루지야 헝가리 이스라엘 아이슬란드 일본 케냐 키르기즈 북한 대한민국 카자흐스탄 세인트루시아 스리랑카 라이베리아 레소토 리투아니아 룩셈부르크 라트비아 몰도바 마다가스카르 마케도니아 몽고 말라위 멕시코 노르웨이 뉴질랜드 슬로베니아 슬로바키아 타지키스탄 투르크메니스탄 터키 트리니다드토바고 우크라이나 우간다 우즈베키스탄 베트남 폴란드 포르투갈 루마니아 러시아 수단 스웨덴 싱가포르 시에라리온 가나 짐바브웨		
(30) 우선권주장	8/699,101 1996년08월16일 미국(US)		
(71) 출원인	에릭슨 인크.    도날드 디. 먼돌 미국 27709 노스 캐롤라이나주 리써치 트라이앵글 파크 디벨로프먼트 드라이브 7001		
(72) 발명자	핫산아머에이 미합중국노스캐롤라이나27513카리키웨스트뮤스412 카이랄라아리에스 미합중국노스캐롤라이나27502아펙스스트림비우드라이브113 왕이-핀에릭 미합중국노스캐롤라이나27613라리랑우드드라이브#1028905 바라찬드란쿠마 미합중국노스캐롤라이나27511카리라벤스톤드라이브302 라메쉬라자람 미합중국노스캐롤라이나27511카리단톤드라이브403		
(74) 대리인	최재철, 권동용, 서장찬		

**심사청구 : 없음**

**(54) 에러비를최소화하기위해소프트정보출력을이용하는디코더**

**요약**

본 발명은 코딩 시스템에 관한 것으로 수신측은 하드정보 디코드된 출력외에 심볼중 하나 또는 모드 및 비트 소프트 정보값을 발생할 수 있는 디코더를 포함한다. 각각의 정보 비트 위치에 대해, 수신된 심볼과 추정되거나 검출된 하드 정보 출력을 유도하는 모든 가설된 전송된 코드워드의 집합이 산출되는 결합확률에 비례하는 값이 산출된다. 어느 정보 비트 위치에서 제로를 지닌 다수의 코드워드에 대해 산출된 확률을 어느 정보 비트 위치에서 1을 지닌 다수의 코드워드에 대해 산출된 확률에 비교한다. 비교결과는 동일한 정보 비트 위치에서의 하드 정보출력이 1 또는 제로(0)일 가능성이 큰지를 나타내는 표시를 제공한다. 출력 소프트 정보값은 재설정 임계값에 비교되고 인스턴트가 블록 거절 및/또는 재전송을 트리거하는 임

계값을 초과한다.

## 대표도

### 도4

## 영세서

### 기술분야

본 발명은 통신채널을 통해 전송하기 위해 디지털 데이터의 코딩 및 디코딩에 관한 것이고, 특히 전송된 디지털 데이터의 에러비율을 최소화 하기 위해 소프트 정보출력을 이용하는 디코더 시스템에 관한 것이다.

### 배경기술

여러 응용에서, 대량의 디지털 데이터를 실질적으로 에러없이 송신하고 수신해야 한다. 특히, 전기통신 시스템에서 디지털 데이터를 가능한 신뢰할 수 있게 수신하는 것이 필수 불가결하다. 그러나, 에러 유입 인자에 의해 데이터 전송에 이용되는 통신채널이 방해받기 때문에, 디지털 데이터의 신뢰성있는 통신이 곤란하다. 예를 들어, 그러한 에러들은 채널에서(잡음 또는 다중 경로 페이딩과 같은) 천이상태를 발생시킬 수도 있다. 이러한 인자의 영향으로 디지털 데이터를 적절하게 송신할 수 없거나 신뢰성있게 수신할 수 없는 경우가 발생하게 된다.

통상적으로 데이터 전송작동과 더불어 발생하는 에러의 문제를 해결하는데 상당한 노력이 있어 왔다. 예를 들어, 이러한 에러들의 위치를 찾고 상쇄하고 및/또는 제거하기 위해 자동에러 정정(FEC)코드 및 기타 수단을 이용하는 것이 선행기술에 공지되어 있다. 데이터 스트림은 특정 엔코드 목적을 위해 코드북(codebook)에 설정된 다수의 소정의 코드워드에 따라 엔코드된다. 엔코드하자마자, 전송중 발생한 랜덤 에러가 용이하게 점유되고 공지된 수학적 과정을 이용하여 대응 디코딩동안 정정된다.

엔코드로부터 출력된 코드워드는 통신채널에 전송되어 어느 정도 노이즈에 의해 전와(轉訛)되어 벡터를 발생한다. 디코딩중에, (에러를 포함할 수 있음) 엔코드된 데이터를 포함하는 수신된 벡터는 특정 엔코딩 처리에 이용되는 코드북에서 다수의 코드워드와 비교된다. 수신된 벡터와 가장 가까운 코드워드가 선택되고 이에 대응하는 데이터 워드가 디코더로부터 출력된다. 이러한 출력을 통상적으로 하드 정보출력이라고 한다.

많은 코딩시스템에서, 디코더는 또다른 디코더 아이덴티를 돕기 위해 소프트(또는 사이드) 정보출력을 부가적으로 발생하고, 도입된 에러를 정정할 수 있을 것이다. 이동통신 세계화 시스템(GSM)에 이용되는 경우에는, 등화기를 포함하는 내부 디코더는 통로미터차에서 얻어진 소프트 정보 출력을 발생하고 에러 제어 디코더를 포함하는 외부 디코더는 도입된 에러를 검출하여 정정하기 위해 출력 소프트 정보를 이용한다. PRISM-TDMA 방식에 이용되는 경우에는 내부 디코더는 채널 에러수의 추정을 발생하는 다중대역 여기(IMBE) 에러 제어 디코더를 포함하고, 외부단계 디코더는 디스카드 데이터인지 여부를 결정하기 위해 출력에러 추정을 이용하는 음성 디코더를 포함한다.

가장 가까운 코드워드와 이와 관련된 하드 정보 출력의 선택과 연관하여 디코더에 의해 소프트 정보 출력을 일반적으로 발생해 왔다. 소프트 정보출력을 포함하는 신뢰성있는 정보를 하드 정보출력내의 각 개별 심볼(비트)에 대해 산출한다. 따라서, 이러한 디코더에서, 하드 정보출력 벡터내의 나머지 심볼 또는 기타 고려된 코드워드(및 관련된 하드 정보 출력 벡터)를 고려하지 않고 하드 정보출력 벡터내의 각 심볼(비트)의 신뢰성을 확보할 수 있다. 이것은 1의 논리값의 비트로 전달되는 수신된 데이터의 확률과 0의 논리값의 비트로 전달되는 수신데이터의 확률을 비교함으로써 성취된다.

### 발명의 상세한 설명

본 발명의 코딩 통신시스템에서 이 디코더는 수신된 심볼의 하드 정보 출력 추정외에 추정된 출력의 방향의 상대적인 신뢰성을 포함하는 소프트(또는 사이드)정보출력을 발생한다. 본 발명의 코딩 통신 시스템에서의 디코더는 수신된 심볼의 하드 정보 출력 추정외에 이 추정된 출력의 검출의 상대적인 신뢰성을 포함하는 소프트(또는 사이드) 정보 출력을 발생한다. 어떤 정보 비트 위치에 대한 상대적인 신뢰성 소프트 정보 출력은 수신된 심볼과 가정된 전송 코드워드의 집합이 추정되거나 검출된 하드 정보 출력을 야기하는 결합 확률에 비례하는 값을 산출함으로써 결정된다. 어떤 정보 비트 위치에서 제로(0)를 갖는 다수의 코드워드에 대해 산출된 확률과 어떤 정보 비트 위치에서 1을 갖는 다수의 코드워드에 대해 산출된 확률이 비교된다. 이 비교결과는 동일한 정보 비트 위치에서의 하드 정보 출력이 1 또는 0일 가능성이 크지를 표시한다.

본 발명의 또다른 태양에서, 소프트 정보 출력은 미리 설정된 임계치에 대한 비교로 또한 처리된다. 소프트 정보 출력이 임계치를 초과하는 경우에 응답하여, 데이터 블록 및/또는 재전송을 명령한다.

### 도면의 간단한 설명

수반한 도면과 관련하여 다음 상세한 설명을 참고함으로써 본 발명의 방법 및 장치를 명확히 이해할 수 있을 수 있다.

도 1은 교차 인터리브된 코딩시스템의 블록도.

도 2는 소프트 정보 출력 디코딩 능력을 지닌 선행기술의 코딩시스템의 블록도.

도 3은 본 발명의 이진블록 코딩시스템의 블록도.

도 4는 도 3의 코딩시스템의 특정 보조의 블록도.

도 5는 본 발명의 비 이진블록 코딩시스템의 블록도.

도 6은 소프트 정보 출력에 응답하는 코딩시스템 보조 블록 고장 및 재전송 기능의 블록도.

도 7 내지 도 12는 본 발명의 디코더의 기능블록도.

## 실시예

도 1은 선행기술의 크로스 인터리브된 코딩 시스템(10)의 블록도로 이 시스템의 송신측(12)에는 수신된 데이터 스트림의 엔코딩이 3개의 단계로 성취된다. 먼저, 선(14)에 수신된 데이터 스트림은 제1외부 엔코더(16)에 의해 엔코딩된 다음, 선(18)에 출력된 엔코딩된 데이터 스트림은 인터리브(20)에 의해 인터리브된다. 마지막으로, 선(22)에 출력된 인터리브된 데이터 스트림은 제2내부 엔코더(24)에 의해 엔코딩된다. 선(26)에 출력된 엔코딩된 데이터 스트림은 통신채널(28)을 걸쳐 전송된다. 시스템(10)의 수신측(30)에서는 원래의 데이터 스트림을 복원하기 위해 선(26')에 수신된 전송된 데이터 스트림의 디코더는 안쪽 디코더(32), 디 인터리버(34) 및 외부 디코더(36)를 이용하여 보조적인 3단계 순서로 해당 디코딩과 디 인터리빙 단계를 수행함으로써 성취된다.

도 2는 선행기술의 코딩 시스템(38)의 블록도를 도시한 것으로, 소프트 정보 출력 디코딩 능력을 지니고 있다. 송신측(40)에서는 도 1의 시스템과 같은 시스템은 외부 엔코더(44), 인터리버(44) 및 내부 엔코더(46)를 포함한다. 송신측(40)으로부터 선(48)에 출력된 데이터 스트림은 통신채널(50)에 의해 운반된다. 수신측(52)에서는 도 1의 시스템(10)과 같이 시스템(38)은 안쪽 디코더(54), 디 인터리버(56) 및 원래 입력된 입력 데이터 스트림(하드 정보출력)을 복원하기 위해 채널 전송 데이터 스트림을 처리하는 바깥쪽 디코더(58)를 포함한다.

안쪽 디코더(54)는 통신채널(50)을 걸쳐 전송된 후 선(48')에 수신된 데이터 스트림상에서 수행되는 디코딩 작용과 관련하여, 선(62)에 출력된 소프트(또는 사이드)정보를 발생하는 기능을 한다. 예를 들어, 안쪽 디코더(54)는 정보출력이 통로 미터차로부터 얻어지는 등화기를 포함할 수 있다. 또다른 예에서, 안쪽 디코더(54)는 소프트 정보출력이 도입된 채널에러의 수를 추정하는 향상된 다중 대역 여기(IMBE) 디코더를 포함할 수 있다. 선(62)에 출력된 소프트 정보 출력과 함께 선(64)에 출력된 내부 디코딩된 데이터 스트림은 디 인터리버(56)에 의해 디 인터리브되어 출력디코더(58)에 전달된다. 수신된 소프트 정보 출력은 디코딩 작용을 돕기 위해, 그리고 특히 데이터 스트림의 에러를 확인하여 정정하는데 도움을 주기 위해 바깥쪽 디코더(58)에 의해 이용된다.

일반적으로, 디코더(54)는 하드 정보 출력내의 각각의 개별의 심볼(비트)에 대해 출력된 소프트 정보를 포함하는 신뢰성있는 정보를 산출하는 기능을 한다. 이것은 두개의 확률, 즉 첫째로, 1의 논리값으로 전달되는 비트로 주어진 수신된 데이터의 확률과, 0의 논리값으로 전달되는 비트로 주어진 수신된 데이터의 확률간의 비율을 로그를 취함으로써 얻어진다. 따라서, 이러한 디코더(54)에서, 하드정보 출력 벡터내의 각각의 심볼(비트)의 신뢰성을 하드정보 출력 벡터 또는 기타의 고려된 코드워드(및 관련된 하드 정보 출력 벡터)를 고려하지 않고 얻을 수 있다.

도 3은 본 발명의 이진블록 코딩시스템(100)의 블록도를 도시한 것으로, 송신측(102)과 수신측(104)을 포함한다. 송신측(102)에서는 시스템(100)은  $(n, k)$  이진블록 엔코더(106)를 포함하는데 선(108)에 수신된 "k"데이터 디지털의 블록은 길이(단,  $n > k$ )와 "n"코드 디지털의 코드워드에 의해 엔코딩되어 선(110)에 출력된다. 각 블록의 데이터 디지털( $d_1, d_2, d_3, \dots, d_k$ )은 k차원의 벡터(d)를 포함한다. 마찬가지로, 각 코드워드의 코드 디지털( $c_1, c_2, c_3, \dots, c_n$ )은 n차원 벡터(c)를 포함한다. 각각의 코드워드는 코드 디지털사이에 m 체크 디지털(단,  $m=n-k$ )를 포함하고 이 체크 디지털은  $(n, k)$  코드에 도입된 채널에러의 최종 검출(및 정정) t개수에 이용되고, t는 이용할 특정 코드에 의존한다. 시스템(100)의 송신측(102)은 다수의 엔코딩 및/또는 인터리빙 소자(112)를 포함한다. 엔코더(106)앞에 위치한 것으로 도시되어 있을지라도, 기타 엔코딩 및/또는 인터리빙 소자가 물론 이의 뒤에 위치할 수 있다.

$(n, k)$  이진블록 엔코더(106)의 코드된 출력 벡터(c)는 선(116)에 n차원 벡터 수신 코드워드( $r=r_1, r_2, r_3, \dots, r_n$ )를 발생하는 다수의 에러를 도입하는 통신채널(114)을 통해 전송된다. 수신측(104)에서는 시스템(100)은 k데이터 디지털의 블록(x)을 출력하기 위해, n데이터 디지털의 수신된 코드워드(r)를 길이로 디코딩하는 최대확률  $(n, k)$  이진블록 디코더(118)를 포함한다. 단  $x=(x_1, x_2, x_3, \dots, x_k)$ 는 도입된 채널에러로 인해 d와 반드시 같을 필요는 없다. 디코더(118)에 의해 수행된 디코딩 연산은 적절한 코드북에서 r과 모든 코드워드( $y_i=y_{i1}, y_{i2}, y_{i3}, \dots, y_{in}$ )간의 유클리드 거리( $D(r, y_i)$ )를 산출한다. 단,  $i=1-2^k$ 에 대해  $y_{in}=\pm 1$ 형태이다. 표준 최대확률 디코더(118)에서, r에 가장 가까운 코드워드 y가 선택되고 이에 대응하는 하드 정보 비트  $x=(x_1, x_2, x_3, \dots, x_k)$ 가 라인(120)에 하드출력으로 발생한다. 시스템(100)의 수신측(104)은 디코더(118)전후에 위치하여 송신측(102)에서 112로 표시된 소자에 해당하는 다수의 엔토딩 및/또는 인터리빙 소자(122)를 더 포함한다.

디코더(118)로부터 선(120)상에 출력된 하드정보 비트(x)외에, 디코더는 선(124)에 소프트(사이드)정보벡터 출력( $s=(s_1, s_2, s_3, \dots, s_k)$ )을 발생한다. 이에 따라, r에 대해 가장 가까운 코드워드(y)의 L의 집합(C)이 식별된다. L의 선택은 다음 산출의 복잡성과 소프트 정보 출력의 품질간의 트레이드오프(tradeoff)와 관련이 있다. 일차적인 실험에 의하면, 2와 4사이에서 작게 L을 선택하면 만족스러운 소프트 정보 출력값을 얻을 수 있다.  $j=1-k$ 에 대해 각각의 정보 비트 위치 j에 대해, 집합(C)은 제1집합( $C^{(j,0)}$ )과 제2집합( $C^{(j,1)}$ )으로 분할된다. 코드워드에 대응하는 j번째 정보 비트가 제0(0)이면, 코드워드(y)는 제1집합( $C^{(j,0)}$ )에 속하게 된다. 이와 반대로, 코드워드에 대응하는 j번째 정보 비트가 1이면, 코드워드는 제2집합( $C^{(j,1)}$ )에

포함된다.

소프트 정보출력 벡터( $s$ )는 다음과 같이 디코더(118)에 의해 결정될 수 있다.

$$s_j = \ln \left( \frac{\sum_{y_i \in C^{(j,0)}} e^{-\frac{D(r,y_i)^2}{2\sigma^2}}}{\sum_{y_i \in C^{(j,1)}} e^{-\frac{D(r,y_i)^2}{2\sigma^2}}} \right) \quad (1)$$

단,  $\sigma^2$ 은 부가적인 화이트 가우시안 노이즈의 분산을 나타내고,

$j=1-k$ 는 정보 비트 위치에 대한 지수를 나타내고,

$i=1-n$ 은 모든 코드워드에 대한 지수를 나타낸다.

식(1)의 분자와 분모 형태에서, 지수부분은 벡터( $r$ )를 수신한 결합확률과 전송된 어느 코드워드( $y$ )의 결합확률에 비례하는 값을 발생한다. 전송된 어느 코드워드( $y$ )로 주어진 벡터( $r$ )를 수신하는 확률에 비례하는 값을 발생한다. 따라서, 분자는 제1집합( $C^{(j,0)}$ )에 포함된 모든 코드워드( $y$ )(즉,  $j$ 번째 정보 비트 위치에서 제로를 지닌 코드워드( $y$ ))에 대해(지수부분이 취해진) 산출된 결합확률의 합이다. 분모에서는 제2집합( $C^{(j,1)}$ )에 포함된 모든 코드워드( $y$ )에 대해(즉,  $j$ 번째 정보 비트 위치에서 1을 지닌 코드워드( $y$ )에 대해)(지수부가 취해진) 산출된 결합확률의 합이다. 산출시, 하드 정보 출력( $x$ )에 대해 1 또는 0중 어느 하나를 지니는 확률은 분자를 분모로 나눔으로써 얻어진다.  $j$ 번째 정보 비트에서 제로를 지닌 확률이 1을 지닌 확률을 초과하는 경우에, 결과 비는 1보다 크다. 이와는 달리,  $j$ 번째 정보 비트가 제로를 지닌 확률을 초과하는 경우, 결과비율이 1보다 작다. 로그를 취함으로써,  $s_j$ 의 값이 제어( $s_j > 0$ )일 때, 이는 제로(0)가 해당 하드 정보 비트( $x_k$ )에 대해 더 많을 수 있다는 것을 의미한다. 이와는 달리,  $s$ 의 값이 제로보다 적은 경우( $s_j < 0$ ), 이는 1일 해당 하드 정보 비트( $x_k$ )에 대해 많을 수 있다는 것을 의미한다. 이와는 달리,  $s$ 의 값이 제로보다 적은 경우( $s_j < 0$ ), 이는 1이 해당 하드 정보 비트( $x_k$ )에 대해 많을 수 있다는 것을 의미한다.

식(1)은 다음 같이 논리적으로 표현될 수 있다.

$$s_j \approx - \min_{y_i \in C^{(j,0)}} \frac{D(r,y_i)^2}{2\sigma^2} + \min_{y_i \in C^{(j,1)}} \frac{D(r,y_i)^2}{2\sigma^2} \quad (2)$$

식(1)의 지수부분과 같이 식(2)의 제1 및 제2항의 공통부분은 벡터( $r$ )를 수신한 확률과 전달된 어느 코드워드( $y$ )의 결합확률에 비례하는 값을 발생한다. 제1항은 다음 수신된 데이터 벡터( $r$ )와  $j$ 번째 정보 비트 위치에서 1의 논리값을 지닌 가정 코드워드( $y$ )(즉, 제1집합( $C^{(j,0)}$ )에 포함된 코드워드)간의 음의 가장 근접한 유클리언 거리를 산출한다. 제2항은 수신된 데이터 벡터( $r$ ) 및  $j$ 번째 정보 비트 위치에서 0일 논리값을 지닌 가정적 코드워드( $y$ )(즉, 제1집합부( $C^{(j,0)}$ )에 포함된 이들 코드워드) 사이의 부(-)의 가장 가까운 유클리언 거리를 산출한다.  $s_j$ 의 값이 제로( $s_j < 0$ )보다 클 때, 이는 대응하는 하드정보 비트( $x_k$ )에 대해 클 수 있다는 것을 의미한다. 이와는 반대로,  $s_j$ 의 값이 제로보다 작은 경우( $s_j < 0$ )인 경우, 이는 1이 대응하는 하드정보 비트( $x_k$ )에 대해 클 수 있다는 것을 의미한다.

식(2)의 어림셈을 이용하는 장점은 추정해야만 하는 노이즈 분산을 제거할 수 있다는 것이다. 이는 무관한 스케일링을 야기한다. 주지해야 할 것은  $C^{(j,0)}$ 이 0이면,  $s_j$ 의 값이  $+\infty$ 와 동일하게 설정된다. 이와 유사하게,  $C^{(j,1)}$ 이 0이면  $s_j$ 의 값은  $-\infty$ 와 동일하게 설정된다.

주지해야 할 것은 유클리언 거리( $D(r, y_i)$ )를 최소로 하는 수학적 연산은 다음과 같이 상관  $\rho$ 을 최소화하는 것과 같다.

$$\rho_i = \sum_{j=1}^n r_j y_{ij} \quad (3)$$

단,  $n$ 은 코드워드의 블록길이이고,

$i=1-n$ 은 모든 코드워드( $y_i$ )에 대한 지수이다.

다음 같이 표준 조작을 이용하여 유클리언(1)의 소프트 정보 출력을 다시 쓸 수 있다.

$$s_j = \ln \left( \frac{\sum_{y_i \in C^{(j,0)}} e^{\frac{\rho_i}{\sigma^2}}}{\sum_{y_i \in C^{(j,1)}} e^{\frac{\rho_i}{\sigma^2}}} \right) \quad (4)$$

그리고, 식(2)의 어려움은 다음과 같이 다시 쓸 수 있다.

$$s_j \approx \max_{y_i \in C^{(j,0)}} \frac{\rho_i}{\sigma^2} - \max_{y_i \in C^{(j,1)}} \frac{\rho_i}{\sigma^2} \quad (5)$$

소프트 정보출력을 결정하는데 디코더(118)는 식(2) 또는 식(5)중 하나를 이용한다. 거리 또는 상관인 디코더(118)에 이용할 수 있는지에 따라 식에 또다른 식이 선택된다.

도 4는 도 3의 코딩시스템(100)의 특정 실행의 블록도를 나타낸다. 시스템(100)은 송신측(102)과 수신측(104)을 포함한다. 송신측(102)에서, 시스템(100)은 제1바깥쪽 엔코더(120), 제1중간 엔코더(122) 및 인터리버(124)를 포함하는 추가적인 엔코딩 및/또는 인터리빙 소자(112)를 포함한다. 바깥쪽 엔코더(120)는 메시지 에러검출을 하는  $(N_1, N_2)$  주기적인 용장 점검(CRC)엔코더를 포함한다. 중간 엔코더(122)는 에러정정 능력을 제공하는데 이용되는 연결 엔코딩 연산을 제공하기 위해 안쪽(n, k) 이진블록 엔코더(106)와 접속하여 작동하는 중첩엔코더를 포함한다. 중간 엔코더(122)와 안쪽 엔코더(106) 사이에 위치한 인터리버는 통신채널(114) 또는 이에 따른 디코딩 작동에 의해 도입된 버스트 에러를 방지하는데 유용하다.

안쪽 엔코더(106)는 직교코드라고 하는 이진블록 코드의 스페셜 클래스를 수행하기 위해  $(2^k, k)$  아다마르 엔코딩(Hadamard encoding)을 이용하는 것이 바람직하다. 이러한 직교코드의 이용은 비간섭복조의 매우 간단한 디코더 수행이 가능성때문에 바람직하다.  $i=1-2^k$ 에 대해  $y_i=f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_k)$ 로 엔코딩 과정이 설명된다. 단,  $y_i$ 는 출력코드워드이고,  $b$ 는 엔코드될 비트를 나타낸다. 엔코더(106)에 대한 코드북은  $2^k$  코드워드(y)로 구성되어 있다.

안쪽  $(2^k, k)$  아다마르 엔코더(106)는 통신채널(114)을 통해 시스템(100)의 수신측(104)에 전달된다. 수신측(104)은 식(3)의 상관을 발견하기 위해 고속 아르마르 변환(FHT)을 이용하는 아르마르 엔코드된 코드워드를 디코드하는 안쪽 이진블록 디코더(118)를 포함한다. 아르마르 변환은 신호처리 및 코딩원리로 알려져 있다. 디코더(118)에 이용하기 위해 이들 수행중 적절한 하나가 선택된다.

$2^k \times 2^k$  아르마르 행렬은 다음 전제에 의해 구성된다.

$$H^{(0)} = [1] \quad (6)$$

$$H^{(m)} = \begin{bmatrix} H^{(m-1)} & H^{(m-1)} \\ H^{(m-1)} & -H^{(m-1)} \end{bmatrix} \quad (7)$$

$H^k$ 의 컬럼은 특정순서의 아르마르 코드의 코드워드이다. 식(6) 및 식(7)의 아르마르 변환은 식(3)의 관계와 일치한다.

$$rH^{(k)} = (\rho_1 \dots \rho_{2^k}) \quad (8)$$

이러한 수행에서, 행렬 H는 대칭적이다. 이것이 실제로 아르마르 변환이다. 선(130)의 출력에 대해 하드 정보를 얻기 위해,  $i=1-2^k$ 에 대해 최고의  $\rho_i$ 에 대한 지수가 발견되고 이에 대응하는 자연 이진대표가 출력된다.

시스템(100)의 수신측(104)은 디코더(118)와 연결된 소프트 정보 발생기(132)를 포함한다. 소프트 정보 출력은 식(5)을 이용하여 소프트 정보 발생기(132)에 의해 결정되고 선(134)에 출력된다.  $i=1-2^k$ 에 대한 L가장 큰  $\rho_i$ 와 이의 지수가 선택된다. 이 경우에, I는 이들 지수의 집합을 나타내고  $B_j(i)$ 는 i의 자연이진대표의 j번째 비트이다. 이 j번째 정보 비트의 경우에, 다음은 간단하고 적절한 정확한 근사 로그확률비를 제공한다.

$$s_j \approx \max_{i \in I \& B_j(i)=0} \rho_i - \max_{i \in I \& B_j(i)=1} \rho_i \quad (9)$$

단, 집합이 공집합인 경우, 최대는  $-\infty$ 로 설정된다.  $s_j$ 의 값이 제로이하 ( $s_j < 0$ )인 경우에, 이것은 제로(0)가 대응하는 하드 정보 비트( $x_k$ )에 대해 더 클 수 있다는 것을 의미한다. 이와는 반대로  $s_j$ 의 값이 제

로이하이면( $s_j < 0$ ), 1이 대응하는 하드 정보 비트( $x_k$ )에 대해 더 클 수 있다는 것을 의미한다.

또 다른 방식을 고려하면, 소프트 정보 발생기(132)는 선(130)에 출력된 하드정보 출력( $x=x_1, x_2, x_3, \dots, x_k$ )에 대하여 대응하는 소프트출력( $s=s_1, s_2, s_3, \dots, s_k$ )을 선(134)에 발생시킨다. 이 소프트 정보 출력은 다음 알고리즘을 기반으로 한다.

$$s_i = \sum_{j \in M_1^i} e^{H_j} - \sum_{j \in M_0^i} e^{H_j} \quad (10)$$

단,

$$M_j^i = \{ j | x_i = l, f(x_1, \dots, x_k) = y_j \} \quad (11)$$

각각의 하드정보 비트( $x_i$ )에 대해, 코드북은  $x_i=1$  또는  $x_i=0$ 에 대응하는 두개의 부분집합으로 분리된다. 동일한 부분집합에서 코드워드와 관련된 상관값은  $x_i=0$  또는  $x_i=1$ 인지를 나타내는 확률을 얻기 위해 가산된다. 해당 하드 정보 비트( $x_i$ )에 대한 소프트 정보 비트( $s_i$ )는 확률표시의 차를 얻음으로써 발생된다.

시스템(100)의 수신측(104)은 디 인터리버(138), 중간 디코더(140) 및 바깥쪽 디코더(142)를 포함하는 부가적인 디코딩 및 디 인터리빙 소자(136)를 구비한다. 디 인터리버(138)는 디코더(118)의 출력과 소프트 정보 발생기(132)의 출력을 수신하기 위해 선(130)과 (134)에 접속되어 있다. 디 인터리버(138)로부터의 출력선(144) (하드정보 비트)과 (146)(소프트 정보 비트)는 컨벌루션 디코더를 포함하는 중간 디코더(140)에 접속되어 있다. 중간 디코더(140)는 선(144)에 수신된 하드정보 출력의 비트 에러비 또는 시퀀스 에러비를 최소화 하기 위해 선(146)에 수신된 소프트 정보출력을 이용한다. 이것은 예를 들어, 수신된 비트스트림에서의 에러를 검출한 다음 가능한 많은 검출된 에러를 정정함으로써 성취된다. 중간 디코더(140)로부터의 출력선(148)(하드정보 비트만)은 주기적인 용장 점검(CRC) 디코더를 포함하는 바깥쪽 디코더(142)에 접속되어 있다. 외부디코더(142)는 데이터 스트림에서 어떤 나머지 에러를 검출하는 역할을 한다.

도 5는 본 발명의 비 이진블록 코딩 시스템(200)을 나타낸다. 이 시스템 (200)은 송신측(202)과 수신측(204)을 포함한다. 송신측(202)에서, 시스템(200)은 선(208)상에 수신된 데이터 신호( $d$ )가 선(210)의 출력에 대하여 엔코딩되는 비이진 블록 엔코더(206)를 포함한다. 이러한 엔코더의 예는 M 배열 블록 리드 솔로몬 엔코더; 또는(직교진폭변조(QAM) 또는 위상변위변조(PSK)와 같은) M 배열 신호배열용 변조기를 포함한다. 시스템(200)의 송신측(202)은 다수의 또다른 엔코딩 및/또는 인터리빙 소자(212)를 포함할 수 있다. 엔코더(206) 앞에 위치한 것으로 도시되어 있을지라도, 엔코더(206)의 코드된 출력( $c$ )은 선(216)상에 수신된 코드신호( $r$ )를 발생하는 다수의 에러를 유도할 수 있는 통신채널(214)을 통해 전송된다. 수신측(204)에서, 시스템(200)은 출력( $z$ )을 발생하기 위해 수신된 코드워드를 디코딩하는 적절한 비 이진 디코더(218)를 포함한다. 단,  $z$ 은 도입된 채널에러로 인해  $d$ 와 반드시 같지 않다.

디코더(118)에 의해 수행된 디코딩 연산은  $r$ 과 모든 코드워드( $y_i$ )간의 유클리언 거리( $D(r, y_i)$ )를 계산한다.  $r$ 에 가장 가까운 코드워드가 선택되고 이에 대응하는 하드정보 심볼( $z=(z_1, \dots, z_k)$ )과 하드정보 비트( $x=(x_1, \dots, x_{mk})$ )가 선(220)상에 출력으로 발생되고, 심볼( $z_j$ )은  $m$ 비트( $x_{(j-1)m+1}, \dots, x_{jm}$ )에 해당한다. 시스템(100)의 수신측 (204)은 디코더(218) 전후에 배치된 다수의 기타 엔코딩 및/또는 인터리빙 소자 (222)를 포함하는데 이는 송신측(202)의 소자(212)에 해당한다.

디코더(218)로부터 선(220)에 출력된 하드정보 심볼( $z$ ) 및 비트( $x$ )는 선 (224)에 소프트 심볼 정보벡터출력( $s'$ )을 발생하고 선(226)상에 소프트 비트 정보벡터출력( $s$ )을 발생한다. 이러한 작동에 따라,  $r$ 에 대해  $L$ 에 가장 가까운 코드워드 ( $y$ )의 집합( $C$ )이 식별된다.  $L$ 의 선택은 다음 계산의 복잡성과 소프트 정보출력 품질사이의 트레이드오프와 관련있다. 일차적인 시험에 의하면, 2와 4사이에서  $L$ 을 작게 선택하면, 만족스러운 소프트 정보출력값이 야기된다. 상술한 이진경우와 같은 방식으로, 집합( $C$ )은 각각이 위치  $j$ 에 대해  $M$ 부분집합( $C^{(j,0)}, \dots, C^{(j, M-1)}$ )으로 분리된다. 이러한 계산을 간단히 하기 위해, 다음 그림이 각각의 심볼( $l$ )에 대해,

$$\delta^{j,l} \approx \min_{y_i \in C^{(j,l)}} D(r, y_i) \quad (12)$$

라는 것을 알 수 있다.

심볼( $l_0, l_1$ )은

$$\delta^{j,l_0} \approx \min_l \delta^{j,l} \quad (13)$$

$$\delta^{j,l_1} \approx \min_l \delta^{j,l} \quad (14)$$

로 된다.

단,  $n_{min}$ 은 제1최소수(즉, 다음 최소)를 나타낸다. 확률이 제로인 것처럼 나머지 심볼이 처리된다. 따라서, 다음 가장 클 수 있는 정보 심볼은  $l_0$ 이고, 위치  $j$ 에서의 심볼의 소프트값은

$$s'_j \approx \delta^{j,l_0} - \delta^{j,l_1} \quad (15)$$

이다.

마지막 단계로, 소프트값은 정보 비트에 대해 산출된다.  $h=1, \dots, m$ 에 대해 지수  $(j-1)m+h$ 는  $j$ 번째 심볼에 해당한다.  $m$ 비트의 블록과 심볼사이에 맵이 주어지면, 심볼집합 $\{0, \dots, M-1\}$ 이 심볼의 제1부분집합( $E^{(h,0)}$ ) 및 제2부분집합( $E^{(h,1)}$ )으로 분리된다.  $h$ 번째 정보 비트가 0인 경우, 심볼집합(M)은 제1부분집합( $E^{(h,0)}$ )이다. 이와는 달리,  $h$ 번째 정보 비트가 1인 경우, 심볼집합은 제2부분집합( $E^{(h,1)}$ )에 포함된다. 다음  $(j-1)m+h$ 에 대한 소프트값은

$$s_{(j-1)m+h} \approx \min_{l \in E^{(h,0)}} \delta^{j,l} - \min_{l \in E^{(h,1)}} \delta^{j,l} \quad (16)$$

으로, 식(2)과 동일한 방식으로 해석된다.

소프트 심볼( $s'$ )인지 소프트 비트( $s$ )인지에 관한 문제는 시스템에서 디코더 (218)뒤에 포함된 디코딩 소자(222)에 의존하는 시스템(200)의 수신측(204)에 대해 매우 의미가 있다. 예를 들어, 다음 디코더 단계가 알파벳 크기(M)에 걸쳐 리드 솔로몬 디코더로 상정했다. 이러한 경우에, 심볼값이 매우 유용하다. 한편, 다음 단계가 이전 블록 디코더이거나 비트를 처리하는 음성 디코더이면, 소프트 비트값은 매우 유용하다.

소프트값(비트 및/또는 심볼)은 다음 단계 디코더에서 에러 최소화와 정정을 돕는 외의 방법에 유용하다. 도 6은 데이터 통신시스템(252)의 수신측(250)의 블록도를 도시한 것으로, (도 3 및 도 5에 도시된 것과 같이) 디코더(256)로부터의 소프트값 출력(들)(254)은 임계에러 검출기(258)에 의해 처리된다. 이 블록에 대응하는 소프트값 출력(들)(254)이 소정의 임계값을 초과하는 경우에, 임계값 에러 검출기(258)로부터의 출력(260)은 한 블록씩 설정된다. 예를 들어, 임계값은 시스템(252)의 수신측(250)에 의해 설정할 수 있는 것보다 데이터 스트림에서 더 많은 에러의 존재를 나타내는 값에 설정될 수 있다. 설정하고 있는 출력(260)에 응답하여, 시스템(252)의 수신측(250)상의 프로세서(262)는 블록에 포함될 수 있다. 이와 관련하여, 주지해야 할 것은 임계값 에러 검출기(258)가 순수 에러 검출에 이용되는 도 4의 주기적인 용장 점검 디코더에 대한 아날로그 기능을 수행한다. 따라서, 시스템이 임계값 에러 검출기(258) 및 프로세서(262)를 포함하는 경우에, 송신측(264)에 주기적인 용장 점검 엔코더를 포함할 필요가 없거나 수신측(250)상에 주기적인 용장 점검 디코더를 포함할 필요가 없다. 프로세서(262)에 의해 이루어진 고장결정은 소프트값 출력이 임계값을 초과하는지 또는 최소개수의 소프트값 출력이 이 임계값을 초과하는지에 달려 있다. 프로세서(262)는 에러를 포함하는 데이터 스트림의 부분의 재전송을 요청하기위해 선(266)을 걸쳐 시스템(252)의 송신측(264)을 신호화함으로써, 설정 임계값을 초과하는 소프트값 출력(254)을 나타내는 출력(260)에 응답할 수 있다.

도 7 내지 도 12는 본 발명의 (소프트 정보 발생기(132)를 포함하는) 디코더(118, 218 또는 256)의 기능 블록도로, 디코더(118, 218 또는 256)는 특정 디지털 신호 프로세서 (DSP)로 수행되거나 특정용도용 집적 회로(ASIC)에서 수행된다. 물론, 디코더(118), (218) 또는 (256)은 대안적으로 이산소자 및 분배처리를 이용하여 수행될 수 있다는 것을 알 수 있다. 양 경우에, 디코더(118, 218, 또는 256)는 상술한 수학적 연산을 수행하기 위해 도 7 내지 도 12에 도시된 기능연산을 수행한다.

도 7을 참고하면, 디코더(118, 218 또는 256)는 처리를 위한 벡터( $r$ )를 수신한다. 디코더(118, 218 또는 256)는 특정 코딩목적 수행하기 위해 모든 코드워드 ( $y$ )를 포함하는 코드북(300)을 기억한다. 비교기(302)는 벡터( $r$ )와 코드워드( $y$ )를 수신하고 수신된 벡터에 가장 가까운 코드워드중 특정 하나를 선택하는 기능을 한다. 이러한 작용은 예를 들어, 최대 확률연산을 포함할 수 있다. 수행된 특정형의 비교의 선택은 대부분 이용하고 있는 코딩목적의 형태에 의존한다. 어떤 경우에는 특정수행은 물론 여러 이용가능한 비교기능은 당업자에게 알려져 있다. 선택된 가장 가까운 코드워드는 다음 바깥쪽 하드정보 벡터( $x$ )를 포함하는 대응하는 정보 데이터로 변환된다. 디코더(118, 218 또는 256)는 출력 하드 정보벡터( $x$ )의 신뢰성 회로(304)를 결정하는 기능성을 포함한다. 이 신뢰성 정보는 벡터( $s$ )로 출력되고 이를 통상적으로 소프트(사이드) 정보출력이라고 한다.

도 8은 디코더(118, 218 또는 256)의 신뢰성 결정 기능회로(304)의 제1실시예의 기능 블록도를 나타낸 것으로, 신뢰성 결정 기능성회로(304)는 벡터( $r$ ,  $x$ ,  $y$ )를 수신한다. 포함된 확률 결정 기능성회로(306)는 입력으로 수신된 벡터( $r$ )와 다수의 코드워드( $y$ )를 택하여 각각의 다수의 코드워드( $y$ )가 주어진 수신된 벡터( $r$ )를 수신하는 확률에 비례하는 값을 산출한다. 예를 들어, 식(1) 및 (4)의 지수부와 식 (2) 및 (5)의 지수부를 참고하면 알 수 있다. 이들 확률값은 선(308)에 출력된다. 비교기(310)는 선(308)상의 확률값, 예를 들어, 코드워드( $y$ ) 및 하드 정보 출력 벡터( $y$ )를 수신하고, 소정의 정보 비트 위치의 논리(0)를 지닌 코드워드중 하나에 대해 산출된 확률과 소정의 정보 비트 위치중 논리 1을 지닌 코드워드중 어느 하나에 대해 산출된 확률을 비교한다. 이러한 비교는 하드 정보 출력 벡터( $x$ )의 정보 비트 위치에 대해 이루어진다. 이러한 비교가 결과로 확률 기능회로(312)에 대한 선(311)에 출력되고, 이러한 기능회로는 논리 1 또는 논리 0가 더 많을 수 있는지의 여부를 하드 정보 출력 벡터( $x$ )의 각각의 정보 비트 위치에 대하여 결정한다.

도 9는 비교기(310)의 기능블록도를 나타낸다. 예를 들어, 식(1) 및 (4)의 분자에 따라서, 제1합산기(314)는 소정의 정보 비트 위치에서 논리 제어를 지니는 하나의 코드워드에 대해 산출된 확률을

합산한다. 이와 마찬가지로, 제2합산기(316)는 소정의 정보 비트 위치에서 논리 0을 지닌 어느 하나의 코드워드에 대해 산출된 확률을 합산한다. 다시, 하드 정보 출력 벡터(x)의 각각의 정보 비트 위치에 대해 합이 취해진다. 레이שו미터(ratiometer)(318)는 각각의 정보 비트 위치에 대한 합산된 제1 및 제2합산기(314) 및 (316)로부터 출력된 합산된 확률의 비를 취한다. 로그(320)가 비교연산의 결과로 선(311)상의 출력에 대한 산출된 비율을 취한다.

도 10은 신뢰성 결정 기능 회로(304)의 부분의 제2실시예를 기능블록도로 도시했다. 이와 마찬가지로, 제2부품(324)은 수신된 벡터(r)와 소정의 정보 비트 위치에서 논리 1을 지닌 가정된 전송 코드워드 사이의 가장 가까운 유클리언 거리를 산출한다. 하드 정보 출력 벡터(x)의 각각의 정보 비트 위치에 대해 합이 취해진다. 합산기(326)는 선(311)의 출력에 대해 결과를 발생하기 위해, 제2소자(324)의 출력으로부터 제1소자(322)의 출력을 감산한다.

도 11은 신뢰성 결정 기능 회로(304)의 부분의 실시예를 기능블록도로 나타내었다. 예를 들어, 식(5)의 제1항에 있어서, 제1상관기(328)는 수신된 벡터(r)와 소정의 정보 비트 위치에서 논리 0을 지닌 가설 전달 코드워드사이의 최대 상관을 산출한다. 이와 마찬가지로, 제2상관기(330)는 수신된 벡터(r)와 소정의 정보 비트 위치에서 논리 0을 갖는 가정된 전송 코드워드 사이의 최대 상관을 산출한다. 다시, 하드 정보 출력 벡터(x)에서의 각각의 정보 비트 위치에 대해 산출이 취해진다. 합산기(332)는 다음 선(311)상의 출력에 대해 결과를 발생하기 위해 제1상관기(328)의 출력으로부터 제2상관기(330)의 출력을 감산한다.

도 12는 신뢰성 결정 기능 회로(304)의 부분을 포함하는 확률 기능 회로(312)의 기능블록도를 도시한 것이다. 제1임계값 검출기(334)는 선(311)상에 출력된 결과를 수신하고 이 결과가 0보다 큰지 여부를 결정한다. 예스인 경우, 이것은 하드정보 출력 벡터(x)에 있어서의 해당 정보 비트 위치가 1의 논리값을 많이 가질 수 있다는 것을 의미한다. 이와는 반대로, 제2임계값 검출기(334)는 선(311)상에 출력된 결과연산을 받아들이고, 이 결과가 제(0)이하인지를 결정한다.

본 발명의 바람직한 실시예가 수반한 도면과 상세한 설명을 토대로 설명했을지라도, 본 발명의 정신에서 벗어나지 않으면, 여러 수정과 변경이 가능하다.

## (57) 청구의 범위

### 청구항 1

각각의 코드워드는 하드정보벡터(x)와 연관이 있으며,

상기 수신된 벡터(r)를 다수의 코드워드(y)중 각각의 하나와 비교하는 단계와;

선택된 코드워드(y)에 대응하는 하드정보 벡터(x)를 출력하는 단계와;

신뢰성 벡터(s)는 각각의 다수의 코드워드(y)와 수신된 벡터(r)의 기능으로 하드정보벡터(x)의 각각의 심볼위치에 대해 결정되며,

출력하드 정보벡터(x)에 대해 신뢰성 벡터(s)를 결정하는 단계를 구비한 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 하드정보 벡터(x)는 다수의 정보 비트를 포함하고, 상기 결정단계는,

각각의 다수의 코드워드(y)의 전송이 주어진 수신된 벡터(r)를 수신하는 확률에 비례하는 값을 산출하는 단계와;

정보벡터(x)의 각각의 다수의 정보 비트에 대하여, 주어진 정보 비트 위치에서 제로(0)를 갖는 하나의 코드워드(y)에 관한 확률을 이 정보 비트 위치에서 1을 갖는 동일한 하나의 코드워드(y)에 산출된 확률을 비교하는 단계와;

이러한 비교로부터 동일한 정보 비트 위치에서의 하드 정보 출력(x)이 1 또는 0이상일 가능성이 있는지 여부에 관한 표시를 식별하는 단계를 구비한 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

### 청구항 3

제2항에 있어서, 주어진 정보 비트 위치에서 제로(0)를 지닌 코드워드(y)중

어느 하나에 관한 산출된 값을 합산하는 제1단계와;

둘째로, 주어진 정보 비트 위치에서 1을 지닌 동일한 어느 하나의 코드워드(y)에 관한 산출된 값을 합산하는 제2단계를 구비한 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 비교하는 단계는 제1 및 제2합산단계의 결과의 비를 얻는 단계와;

발생된 비의 로그를 취하는 단계(320)를 구비한 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

### 청구항 5

제4항에 있어서, 발생된 비의 로그를 취한 결과가 제로(0) 이상인 경우 제로 이상일 가능성을 나타내는 단계와;

발생된 비의 로그를 취한 결과가 제로(0)이하인 경우, 제로 이상일 가능성을 나타내는 단계를 구비한 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

**청구항 6**

제2항에 있어서, 다수의 코드워드(y)로부터 어느 하나의 코드워드(y)를 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

**청구항 7**

제6항에 있어서, 선택하는 상기 단계는 어느 하나의 코드워드(y)로 수신된 벡터(r)에 가장 가까운 다수의 코드워드(y)중 하나를 선택하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

**청구항 8**

제6항에 있어서, 선택하는 상기 단계는 수신된 벡터(r)에 대한 최소 유클리언거리를 지닌 다수의 코드워드(y)중 하나를 선택하는 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

**청구항 9**

제6항에 있어서, 선택하는 상기 단계는 수신된 벡터(r)에 대해 최대 상관을 지닌 다수의 코드워드(y)중 하나를 선택하는 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

**청구항 10**

제1항에 있어서, 결정하는 단계는

먼저, 수신된 벡터와 주어진 정보 비트 위치에서 제로(0)를 지닌 코드워드(y)중 어느 하나 사이의 거리를 최소로 하는 단계와;

둘째로, 수신된 벡터(r)와 주어진 정보 비트 위치에서 1을 지닌 코드워드(y)중 어느 하나를 최소로 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 결정하는 단계는 제2최소결과에서 제1최소결과를 감산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

**청구항 12**

제11항에 있어서, 결정하는 단계는

감산결과가 제로보다 크면, 0 이상일 가능성을 나타내는 단계와;

감산결과가 제로(0)이하이면, 1이상일 가능성을 나타내는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

**청구항 13**

제1항에 있어서, 수신된 벡터(r)와 주어진 정보 비트 위치에서 제로를 지닌 코드워드(y)중 어느 하나 사이의 상관을 최대로 하는 제1단계와;

수신된 벡터(r)와 주어진 정보 비트 위치에서 1을 지닌 코드워드(y)중 어느 하나 사이의 상관을 최대로 하는 제2단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

**청구항 14**

제13항에 있어서, 상기 결정단계는 제1최대결과에서 제2최대결과를 감산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

**청구항 15**

제14항에 있어서, 상기 결정단계는 감산결과가 제로(0)이상인 경우, 제로(0)이상일 가능성을 표시하는 단계와;

감산결과가 제로(0)이하인 경우, 1이상일 가능성을 표시하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

**청구항 16**

제1항에 있어서, 다수의 코드워드(y)는 아드마르 코드워드를 포함하는 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

**청구항 17**

제1항에 있어서, 다수의 코드워드(y)는 리드 솔로몬 코드워드인 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

**청구항 18**

제1항에 있어서, 에러의 존재를 식별하기 위해 발생된 신뢰성 벡터(s)를 처리하는 단계와;

다수의 식별된 에러를 소정의 임계값과 비교하는 단계와;

식별된 에러의 수가 소정의 임계값을 초과하면 수신된 데이터 전송의 거절을 위해 신호화 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

**청구항 19**

제18항에 있어서, 식별된 에러의 수가 소정의 임계값을 초과하는 경우, 데이터의 재전송을 요청하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디코딩방법.

**청구항 20**

수신된 벡터( $r$ )를 다수의 코드워드( $y$ )중 각각의 하나와 비교하고 수신된 벡터( $r$ )에 가장 가까운 코드워드( $y$ )를 선택하고 선택된 코드워드( $y$ )에 대응하는 하드정보벡터( $x$ )를 출력하는 수단과;

신뢰성 벡터( $s$ )는 각각의 다수의 코드워드( $y$ )와 수신된 벡터( $r$ )의 기능으로 하드정보벡터( $x$ )의 각각의 심볼위치에 대해 결정되며,

상기 출력하는 정보벡터( $x$ )에 대해 신뢰성 벡터( $s$ )를 결정하는 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 디코더.

**청구항 21**

제20항에 있어서, 하드정보벡터( $x$ )는 다수의 정보 비트를 포함하고,

상기 결정수단은

각각의 다수의 코드워드( $y$ )의 전송이 주어진 수신된 벡터( $r$ )를 수신하는 확률에 비례하는 값을 산출하는 수단과;

정보벡터( $x$ )의 각각의 다수의 정보 비트에 대해, 동일한 정보 비트 위치에서 하드 정보출력( $x$ )이 1 또는 0 이상일 가능성이 있는지를 식별하기 위해 소정의 정보 비트 위치에서 제로를 지닌 어느 하나의 코드워드( $y$ )에 관한 산출된 확률과 어느 정보 비트 위치에서 1을 지닌 코드워드( $y$ )중 동일한 어느 하나에 관한 산출된 확률을 비교하는 수단을 구비한 것을 특징으로 하는 디코더.

**청구항 22**

제21항에 있어서, 소정의 정보 비트 위치에서 제로(0)를 지닌 코드워드( $y$ )중 어느 하나에 대해 산출된 값을 합산하는 제1수단과;

소정의 정보 비트 위치에서 1을 지닌 어느 코드워드( $y$ )중 동일한 어느 하나에 대한 산출된 값을 합산하는 제2수단과;

제1 및 제2합산단계의 결과의 비를 얻는 수단과;

발생된 비의 로그를 취하는 수단을 구한 것을 특징으로 하는 디코더.

**청구항 23**

제22항에 있어서, 발생된 비의 로그를 취한 결과가 제로(0)이상인 경우에, 제로 이상일 가능성을 나타내는 수단과;

발생한 비가 로그를 취한 결과가 제로(0)이하인 경우, 1이상일 가능성을 나타내는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 디코더.

**청구항 24**

제20항에 있어서, 상기 결정수단은 소정의 정보 비트 위치에서 제로를 갖는 코드워드중 어느 하나와 수신된 벡터( $r$ ) 사이의 거리를 최소화 하는 제1수단과;

수신된 벡터( $r$ )와 소정의 정보 비트 위치에서 1을 지닌 코드워드( $y$ )중 어느 하나 사이의 거리를 최소화 하는 제2수단과;

제1최소 결과로부터 제1최소의 결과를 감산하는 수단을 포함하는 특징으로 하는 디코더.

**청구항 25**

제24항에 있어서, 감산결과가 제로(0)보다 크면, 제로일 가능성이 크다는 것을 나타내는 수단과;

감산결과가 제로이하인 경우에, 1이상일 가능성이 크다고 나타내는 수단을

을 포함하는 것을 특징으로 하는 디코더.

**청구항 26**

제20항에 있어서, 상기 결정수단은 수신된 벡터( $r$ )와 소정의 정보 비트 위치에서 제로를 갖는 코드워드중 어느 하나간의 상관을 최대화 하는 제1수단과;

수신된 벡터( $r$ )와 소정의 정보 비트 위치에서 1을 지닌 코드워드( $y$ )중 어느 하나 사이의 상관을 최대화 하는 제2수단과;

제1최대결과로부터 제2최대결과를 감산하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 디코더.

**청구항 27**

제26항에 있어서, 감산결과가 제로 이상인 경우, 제로 이상일 가능성이 크다는 것을 나타내는 수단과;

감산결과가 제로이하인 경우, 1이상일 가능성이 크다는 것을 나타내는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하

는 디코더.

**청구항 28**

제20항에 있어서, 다수의 코드워드(y)는 아드마르 코드워드인 것을 특징으로 하는 디코더.

**청구항 29**

제20항에 있어서, 다수의 코드워드(y)는 리드 솔로몬 코드워드인 것을 특징으로 하는 디코더.

**청구항 30**

제20항에 있어서, 에러의 존재를 식별하기 위해 발생된 신뢰성 벡터(s)를 처리하는 수단과;

식별된 에러의 수를 소정의 임계값에 비교하는 수단과;

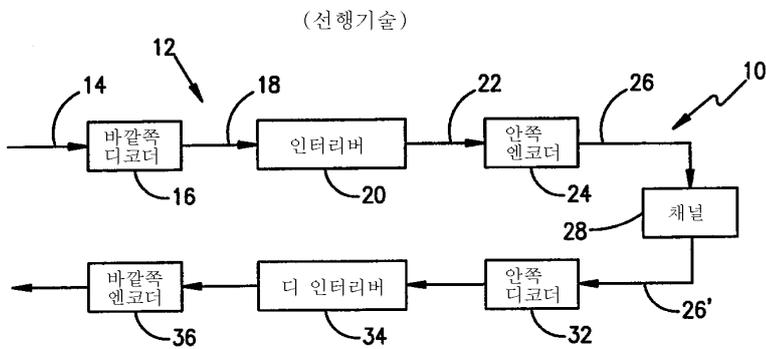
식별된 에러의 수가 소정의 임계값을 초과하는 경우에, 수신된 데이터 전송의 거절을 위해 신호화하는 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 디코더.

**청구항 31**

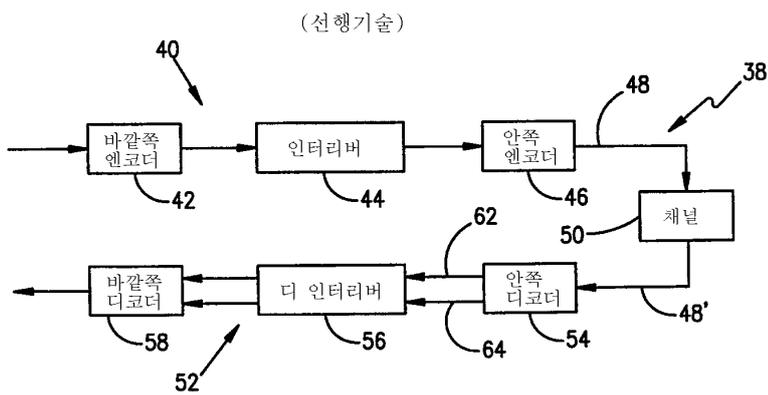
제30항에 있어서, 식별된 에러의 수가 소정의 임계값을 초과하는 경우에 데이터의 재전송을 요청하는 수단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 디코더.

**도면**

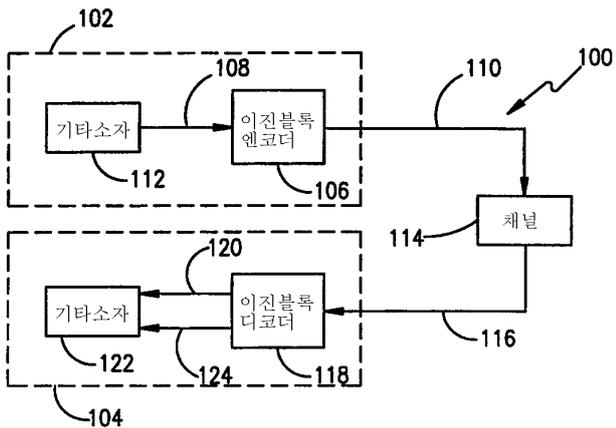
**도면1**



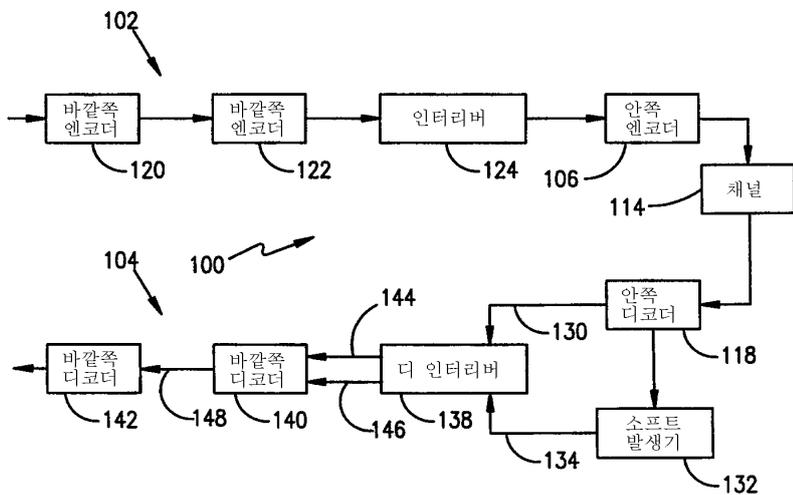
**도면2**



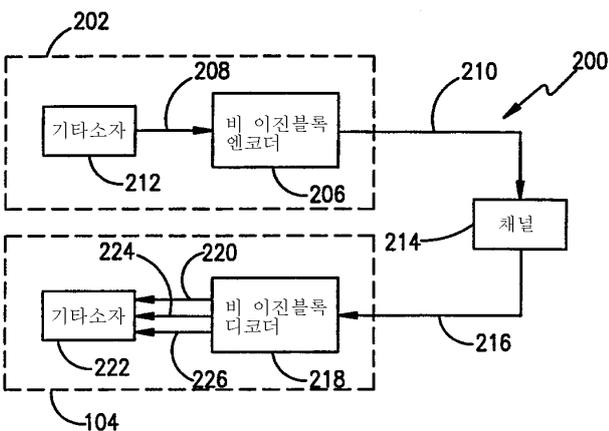
도면3



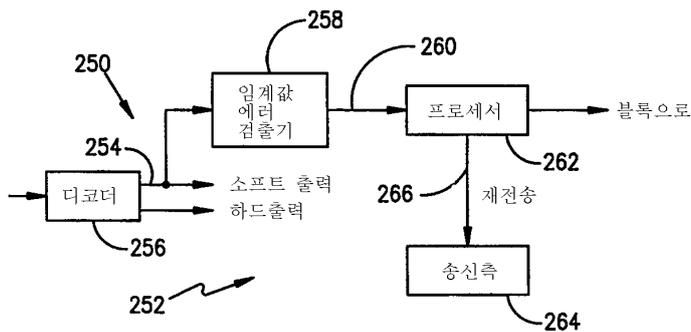
도면4



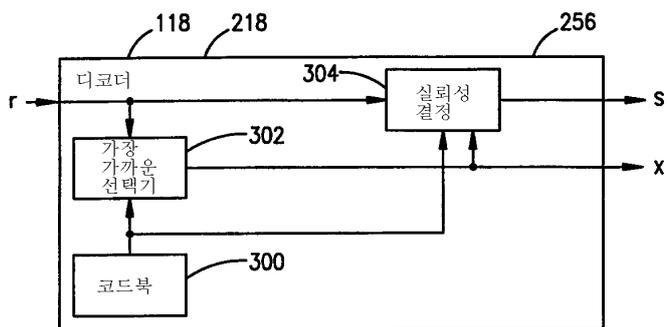
도면5



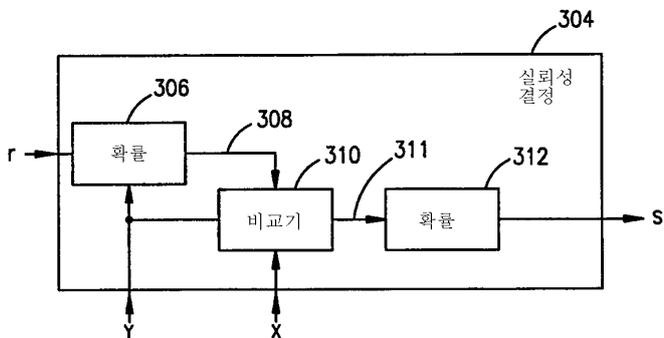
도면6



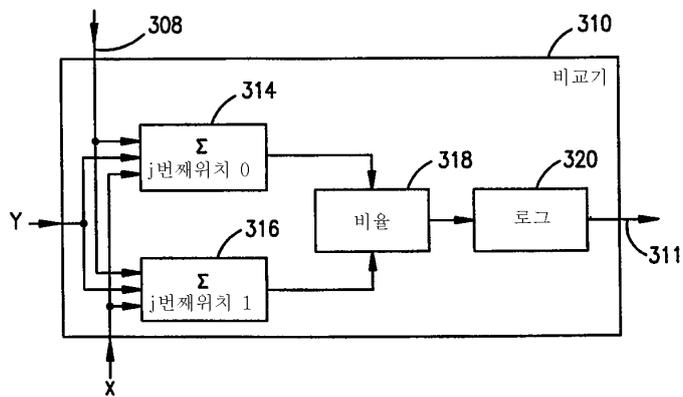
도면7



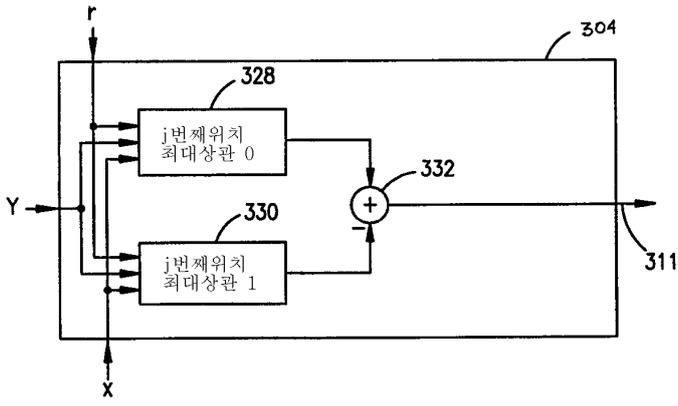
도면8



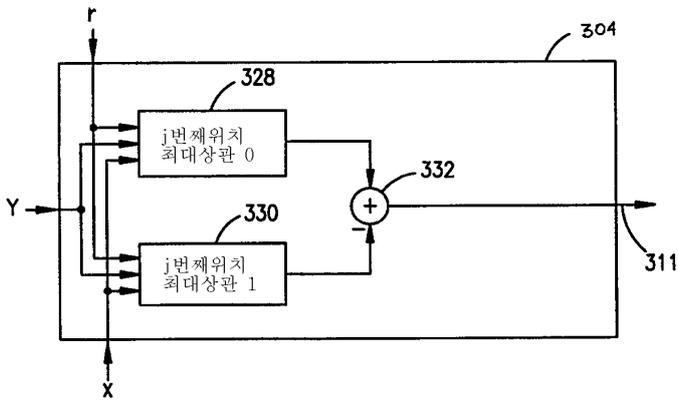
도면9



도면10



도면11



도면12

