

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2013-0021631 (43) 공개일자 2013년03월06일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H03M 13/00 (2006.01)	(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울 성북구 안암동5가 1	(72) 발명자 허준 서울특별시 강남구 광평로10길 6, 한솔마을아파트 (일원동) 노광석 경기도 의정부시 평화로150번길 26, 현대아이파크2차 206동 904호 (호원동)
(21) 출원번호 10-2011-0084010 (22) 출원일자 2011년08월23일 심사청구일자 2011년08월23일	(74) 대리인 이건주, 김정훈	

전체 청구항 수 : 총 16 항

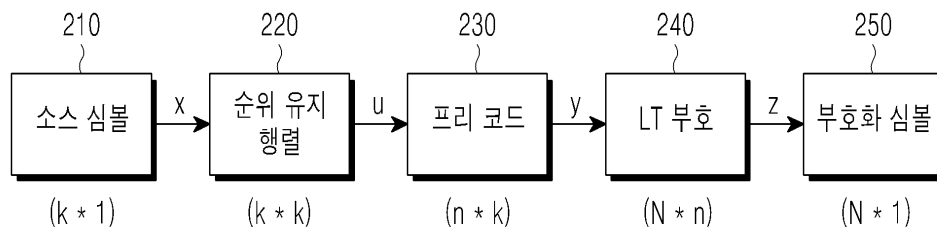
(54) 발명의 명칭 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치 및 부호화 방법

(57) 요약

본 발명은 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치에 관한 것으로, 구체적으로 차등적으로 오류를 보호할 수 있는 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치 및 부호화 방법에 관한 것이다.

이를 위해, 본 발명은 우선 순위가 구분된 소스 심볼을 입력 받고, 우선 순위가 구분된 소스 심볼과 블록 삼각 행렬의 형태인 순위 유지 행렬을 이용하여 소스 심볼의 우선 순위를 포함하는 출력 벡터를 생성하는 생성부; 및 생성부로부터 출력 벡터를 입력 받고, 출력 벡터를 프리 코드 및 LT 부호(Luby-Transform code)를 이용하여 부호화해서 소스 심볼의 우선 순위를 포함하는 부호화 심볼을 생성하는 부호부를 포함하는 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치가 제공된다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

우선 순위가 구분된 소스 심볼을 입력 받고, 상기 우선 순위가 구분된 소스 심볼과 블록 삼각 행렬의 형태인 순위 유지 행렬을 이용하여 우선 순위가 구분된 출력 벡터를 생성하는 생성부; 및

상기 생성부로부터 출력 벡터를 입력 받고, 상기 출력 벡터를 프리 코드 및 LT 부호(Luby-Transform code)를 이용하여 부호화해서 우선 순위가 구분된 부호화 심볼을 생성하는 부호부를 포함하는 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 순위 유지 행렬은 상기 프리 코드 및 상기 LT 부호의 곱하기하여 생성된 연산 행렬의 역행렬로 구성됨을 특징으로 하는 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치.

청구항 3

제1 항 또는 제2 항에 있어서,

상기 소스 심볼은 높은 우선 순위 및 낮은 우선 순위로 구분되며, 상기 생성부는 높은 우선 순위 및 낮은 우선 순위로 구분된 상기 소스 심볼과 상기 순위 유지 행렬을 곱하기 연산하여 제1 우선 순위 및 제2 우선 순위로 구분된 상기 출력 벡터를 생성함을 특징으로 하는 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 제1 우선 순위는 상기 소스 심볼의 높은 우선 순위를 포함하며, 상기 제2 우선 순위는 상기 소스 심볼의 높은 우선 순위 및 상기 소스 심볼의 낮은 우선 순위를 포함함을 특징으로 하는 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치.

청구항 5

제4 항에 있어서,

상기 부호부는,

상기 출력 벡터의 제1 우선 순위를 높은 우선 순위로 인식하고, 상기 출력 벡터의 제2 우선 순위를 낮은 우선 순위로 인식하여 높은 우선 순위 및 낮은 우선 순위로 구분된 상기 부호화 심볼을 생성함을 특징으로 하는 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치.

청구항 6

제2 항에 있어서,

상기 연산 행렬은 블록 삼각 행렬의 형태로 구성됨을 특징으로 하는 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치.

청구항 7

제2 항에 있어서,

상기 순위 유지 행렬 및 연산 행렬 각각은 복수의 부행렬을 포함하며, 상기 순위 유지 행렬 및 연산 행렬 각각에서 대각선으로 마주보는 부행렬은 풀랭크(full rank) 행렬임을 특징으로 하는 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 부호부는 상기 연산 행렬이 블록 삼각 행렬의 형태로 구성되도록 상기 프리 코드 및 상기 LT 부호의 부행렬을 결정함을 특징으로 하는 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치.

청구항 9

랩터 부호를 이용하는 부호화 장치가 부호화하는 방법에 있어서,

우선 순위가 구분된 소스 심볼을 입력받는 단계;

상기 우선 순위가 구분된 소스 심볼과 블록 삼각 행렬의 형태인 순위 유지 행렬을 이용하여 우선 순위가 구분된 출력 벡터를 생성하는 단계; 및

상기 출력 벡터를 프리 코드 및 LT 부호를 이용하여 부호화해서 우선 순위가 구분된 부호화 심볼을 생성하는 단계를 포함하는 부호화 방법.

청구항 10

제9 항에 있어서,

상기 순위 유지 행렬은 상기 프리 코드 및 상기 LT 부호의 곱하기하여 생성된 연산 행렬의 역행렬로 구성됨을 특징으로 하는 부호화 방법.

청구항 11

제9 항 또는 제10 항에 있어서,

상기 소스 심볼은 높은 우선 순위 및 낮은 우선 순위로 구분되며,

상기 출력 벡터를 생성하는 단계는 상기 높은 우선 순위 및 낮은 우선 순위로 구분된 소스 심볼과 상기 순위 유지 행렬을 곱하기 연산하여 제1 우선 순위 및 제2 우선 순위로 구분된 상기 출력 벡터를 생성하는 단계임을 특징으로 하는 부호화 방법.

청구항 12

제11 항에 있어서,

상기 제1 우선 순위는 상기 소스 심볼의 높은 우선 순위를 포함하며, 상기 제2 우선 순위는 상기 소스 심볼의 높은 우선 순위 및 상기 소스 심볼의 낮은 우선 순위를 포함함을 특징으로 하는 부호화 방법.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 부호화 심볼을 생성하는 단계는,

상기 출력 벡터의 제1 우선 순위를 높은 우선 순위로 인식하고, 상기 출력 벡터의 제2 우선 순위를 낮은 우선 순위로 인식하는 단계; 및

상기 제1 우선 순위 및 제2 우선 순위를 포함하는 출력 벡터를 프리 코드 및 LT 부호와 곱하기 연산하여 부호화해서 높은 우선 순위 및 낮은 우선 순위로 구분된 상기 부호화 심볼을 생성하는 단계를 더 포함함을 특징으로 하는 부호화 방법.

청구항 14

제9 항에 있어서,

상기 연산 행렬은 블록 삼각 행렬의 형태로 구성됨을 특징으로 하는 부호화 방법.

청구항 15

제9 항에 있어서,

상기 순위 유지 행렬 및 연산 행렬 각각은 복수의 부행렬을 포함하며, 상기 순위 유지 행렬 및 연산 행렬 각각에서 대각선으로 마주보는 부행렬은 풀랭크 행렬임을 특징으로 하는 부호화 방법.

청구항 16

제15 항에 있어서,

상기 프리 코드 및 상기 LT 부호의 부행렬은 상기 연산 행렬이 블록 삼각 행렬의 형태로 구성되도록 형성됨을 특징으로 하는 부호화 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 랩터 부호에 관한 것으로, 구체적으로 차등적으로 오류를 보호할 수 있는 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치 및 부호화 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 부호화한 데이터량이 미리 정해지지 않는 파운틴 코드(Fountain code)는 송신단 측에서 수신단에 대한 정보가 부족하거나 수신단의 수가 매우 많을 때처럼 양방향 정보 전송이 어려울 때에도 단방향 전송만으로 에러 없이 완벽한 수신을 가능하게 한다는 장점이 있다. 파운틴 코드는 컴퓨터 네트워크 내 멀티캐스트 등에서 사용되는 방식이다.

[0003] 파운틴 코드는 네트워크의 과부하를 유발하는 재전송요청을 줄일 수 있으며, 수신단에게 비동기 수신이 가능하도록 한다. 이를 위해서 송신단에서는 전송할 파일을 이용하여 끊임없이 부호화된 패킷으로 만들어서 전송하고, 각각의 수신단은 피드백이 필요 없이 부호화가 가능할 정도의 패킷만을 수신하여 부호화하는 방식을 이용한다.

[0004] 랩터 부호(Raptor code)는 파운틴 코드의 일종으로, 2004년 Amin Shokrollahi에 의하여 개발되었다. 랩터 부호는 기존의 파운틴 부호인 LT 부호(Luby-Transform code) 보다 부호화 과정의 연산량 측면에서 더 좋은 성능을 가지고 있어 3GPP MBMS, DVB-H 등의 응용(application) 계층에서의 표준으로 채택되었다.

- [0005] 일반적으로, 알려진 LT 부호는 소스 심볼을 복구하는데 필요한 연산량이 선형적이지 못하다는 가장 큰 단점을 가지고 있다. 하지만, 랩터 부호는 LT 부호의 단점을 보완하여 부호화 연산량을 선형 시간 이내로 유지하면서 선형 시간의 부호화 연산량을 얻을 수 있게 하므로 실제 적용 편의성과 효율성 면에서 더욱 뛰어난 효과를 제공한다.
- [0006] 랩터 부호는 원하는 만큼의 패리티(parity)를 생성할 수 있는 무부호율(rateless) 특징을 갖는다. 랩터 부호는 LT 부호와 프리 코드를 연결한 구성을 이루며 중요도가 모두 같은 데이터에 대한 오류 보호 기능을 제공한다.
- [0007] 랩터 부호에 관한 종래의 특허를 살펴보면, 한국 공개 특허 제10-2011-0077647호에는 손실이 많이 발생하는 무선 통신이 가능한 망에서 중단 노드에게 안정적인 멀티미디어 서비스를 해주기 위해 디코딩된 데이터 패킷을 랩터 코드를 이용하여 재인코딩하여 랩터 코드 패킷을 생성하는 기술이 기재되어 있다.
- [0008] 한국 공개 특허 제10-2009-0012188호에는 복호에 실패할 경우에 추가적인 심볼에 대하여 필요한 연산만을 수행할 수 있도록 미리 입력되어 있는 행렬을 바탕으로 리얼 심볼 파트를 추가하여 복호의 복잡도를 낮추는 기술이 기재되어 있다.
- [0009] 그러나, 종래의 한국 공개 특허들에서는 멀티미디어 스트리밍 서비스의 헤더와 같이 다른 부분보다 더 많은 보호가 필요한 데이터가 존재하는 경우에 해결 방법을 제공해 주지 못했다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명의 실시 예는 데이터의 높은 우선 순위와 낮은 우선 순위에 따라 차등적으로 오류를 보호할 수 있는 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치 및 부호화 방법을 제공한다.
- [0011] 그리고, 본 발명의 실시 예는 조직적으로 구성된 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치 및 부호화 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 일 측면에 따르면, 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치가 제공된다.
- [0013] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치에 있어서, 우선 순위가 구분된 소스 심볼을 입력 받고, 상기 우선 순위가 구분된 소스 심볼과 블록 삼각 행렬의 형태인 순위 유지 행렬을 이용하여 상기 소스 심볼의 우선 순위를 포함하는 출력 벡터를 생성하는 생성부; 및 상기 생성부로부터 출력 벡터를 입력 받고, 상기 출력 벡터를 프리 코드 및 LT 부호(Luby-Transform code)를 이용하여 부호화해서 상기 소스 심볼의 우선 순위를 포함하는 부호화 심볼을 생성하는 부호부를 포함하는 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치가 제공된다.
- [0014] 상기 순위 유지 행렬은 상기 프리 코드 및 상기 LT 부호의 곱하기하여 생성된 연산 행렬의 역행렬로 구성될 수 있다.
- [0015] 상기 소스 심볼은 높은 우선 순위 및 낮은 우선 순위로 구분되며, 상기 생성부는 높은 우선 순위 및 낮은 우선 순위로 구분된 상기 소스 심볼과 상기 순위 유지 행렬을 곱하기 연산하여 제1 우선 순위 및 제2 우선 순위로 구분된 상기 출력 벡터를 생성할 수 있다.
- [0016] 상기 제1 우선 순위는 상기 소스 심볼의 높은 우선 순위를 포함하며, 상기 제2 우선 순위는 상기 소스 심볼의 높은 우선 순위 및 상기 소스 심볼의 낮은 우선 순위를 포함할 수 있다.
- [0017] 상기 부호부는 상기 출력 벡터의 제1 우선 순위를 높은 우선 순위로 인식하고, 상기 출력 벡터의 제2 우선 순위를 낮은 우선 순위로 인식할 수 있다.
- [0018] 상기 연산 행렬은 블록 삼각 행렬의 형태로 구성될 수 있다.
- [0019] 상기 순위 유지 행렬 및 연산 행렬 각각은 복수의 부행렬을 포함하며, 상기 순위 유지 행렬 및 연산 행렬 각각에서 대각선으로 마주보는 부행렬은 풀랭크(full rank) 행렬일 수 있다.

- [0020] 상기 부호부는 상기 연산 행렬이 블록 삼각 행렬의 형태로 구성되도록 상기 프리 코드 및 상기 LT 부호의 부행렬을 결정할 수 있다.
- [0021] 그리고, 본 발명의 일 측면에 따르면, 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치가 부호화하는 방법이 제공된다.
- [0022] 본 발명의 일 실시 예에 따르면, 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치가 부호화하는 방법에 있어서, 우선 순위가 구분된 소스 심볼을 입력받는 단계; 상기 우선 순위가 구분된 소스 심볼과 블록 삼각 행렬의 형태인 순위 유지 행렬을 이용하여 상기 소스 심볼의 우선 순위를 포함하는 출력 벡터를 생성하는 단계; 및 상기 출력 벡터를 프리 코드 및 LT 부호를 이용하여 부호화해서 상기 소스 심볼의 우선 순위를 포함하는 부호화 심볼을 생성하는 단계를 포함하는 부호화 방법이 제공된다.
- [0023] 상기 순위 유지 행렬은 상기 프리 코드 및 상기 LT 부호의 곱하기하여 생성된 연산 행렬의 역행렬로 구성될 수 있다.
- [0024] 상기 소스 심볼은 높은 우선 순위 및 낮은 우선 순위로 구분되며, 상기 출력 벡터를 생성하는 단계는 상기 높은 우선 순위 및 낮은 우선 순위로 구분된 소스 심볼과 상기 순위 유지 행렬을 곱하기 연산하여 제1 우선 순위 및 제2 우선 순위로 구분된 상기 출력 벡터를 생성하는 단계일 수 있다.
- [0025] 상기 제1 우선 순위는 상기 소스 심볼의 높은 우선 순위를 포함하며, 상기 제2 우선 순위는 상기 소스 심볼의 높은 우선 순위 및 상기 소스 심볼의 낮은 우선 순위를 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 부호화 심볼을 생성하는 단계는, 상기 출력 벡터의 제1 우선 순위를 높은 우선 순위로 인식하고, 상기 출력 벡터의 제2 우선 순위를 낮은 우선 순위로 인식하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0027] 상기 연산 행렬은 블록 삼각 행렬의 형태로 구성될 수 있다.
- [0028] 상기 순위 유지 행렬 및 연산 행렬 각각은 복수의 부행렬을 포함하며, 상기 순위 유지 행렬 및 연산 행렬 각각에서 대각선으로 마주보는 부행렬은 풀랭크 행렬일 수 있다.
- [0029] 상기 프리 코드 및 상기 LT 부호의 부행렬은 상기 연산 행렬이 블록 삼각 행렬의 형태로 구성되도록 형성될 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 본 발명의 실시 예에 따른 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치 및 부호화 방법은 데이터의 높은 우선 순위와 낮은 우선 순위에 따라 차등적으로 오류를 보호할 수 있다.
- [0031] 또한, 본 발명의 실시 예에 따른 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치 및 부호화 방법은 조직적으로 구성되어 있으므로, 전송된 데이터에 오류가 발생하지 않을 경우에 복호 과정을 생략할 수 있다.
- [0032] 그리고, 본 발명의 실시 예에 따른 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치 및 부호화 방법은 복호 과정을 생략하므로 시간과 비용을 절감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0033] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치를 나타낸 블록도.
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 랩터 부호를 나타낸 블록도.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 부호화 방법을 나타낸 순서도.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 순위 유지 행렬을 설명하기 위해 나타낸 예시도.
- 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 순위 유지 행렬 및 연산 행렬을 설명하기 위해 나타낸 예시도.
- 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 프리 코드 및 LT 부호를 설명하기 위해 나타낸 예시도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] 이하 첨부된 도면과 설명을 참조하여 본 발명에 따른 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치 및 부호화 방법의 실시 예에 대한 동작 원리를 상세히 설명한다. 다만, 하기에 도시되는 도면과 후술되는 상세한 설명은 본 발명의 특징을 효과적으로 설명하기 위한 여러 가지 실시 예들 중에서 바람직한 하나의 실시 예에 관한 것이다. 따라서, 본 발명이 하기의 도면과 설명에만 한정되어서는 아니 될 것이다.
- [0035] 또한, 하기에서 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서, 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 발명에서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0036] 또한, 이하 실시 예는 본 발명의 핵심적인 기술적 특징을 효율적으로 설명하기 위해 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 명백하게 이해할 수 있도록 용어를 적절하게 변형, 또는 통합, 또는 분리하여 사용할 것이나, 이에 의해 본 발명이 한정되는 것은 결코 아니다.
- [0037] 후술될 본 발명의 일 실시 예에서는 차등적으로 오류를 보호하고, 조직적인 특성을 동시에 갖기 위해 프리 코드 및 LT 부호에 블록 삼각 행렬의 형태인 순위 유지 행렬을 곱하기 연산하는 방안에 대해 구체적으로 설명할 것이다.
- [0038] 이하, 본 발명의 일 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 구체적으로 설명하면 다음과 같다.
- [0039] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치를 나타낸 블록도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 랩터 부호를 나타낸 블록도이다.
- [0040] 도 1 및 도 2를 참조하면, 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치(이하, 부호화 장치, 100)는 생성부(110) 및 부호부(120)를 포함한다.
- [0041] 생성부(110)는 우선 순위가 구분된 소스 심볼(x , 210)을 입력 받고, 소스 심볼(x , 210) 및 순위 유지 행렬(220)을 이용하여 출력 벡터(u)를 생성한다. 구체적으로, 생성부(110)는 높은 우선 순위(More Important Bis: MIB) 및 낮은 우선 순위(Less Important Bis: LIB)로 구분된 소스 심볼(x , 210)을 입력 받는다. 소스 심볼(x , 210)은 도 2에 도시된 바와 같이 $k * 1$ 의 크기를 가질 수 있다. 이때, 높은 우선 순위와 낮은 우선 순위는 사용자에게 의해 구분되거나, 미리 설정된 알고리즘에 의해 우선 순위를 높은 우선 순위와 낮은 우선 순위로 구분될 수 있다. 생성부(110)는 블록 삼각 행렬(block triangular matrix)의 형태인 순위 유지 행렬(R^{-1} , 220)과 높은 우선 순위와 낮은 우선 순위로 구분된 소스 심볼(x , 210)을 곱하기 연산하여 우선 순위가 구분된 출력 벡터(u)를 생성한다. 여기서, 순위 유지 행렬(R^{-1} , 220)은 연산 행렬의 역행렬로 구성되며, $k * k$ 의 크기를 갖는다. 순위 유지 행렬(R^{-1} , 220)의 원소는 0 또는 1의 값을 가질 수 있다. 연산 행렬은 프리 코드(G_{LDPC} , 230) 및 LT 부호(Luby-Transform code, G_{LT} , 240)의 곱하기 연산한 행렬이다. 이때, 연산 행렬은 순위 유지 행렬(R^{-1} , 220)과 동일하게 블록 삼각 행렬의 형태로 구성된다.
- [0042] 즉, 생성부(110)는 제1 우선 순위 및 제2 우선 순위로 구분된 출력 벡터(u)를 생성한다. 이때, 제1 우선 순위는 소스 심볼(x , 210)의 높은 우선 순위를 포함하며, 제2 우선 순위는 소스 심볼(x , 210)의 낮은 우선 순위 및 낮은 우선 순위를 포함한다. 생성부(110)는 출력 벡터(u)를 부호부(120)로 출력한다.
- [0043] 부호부(120)는 출력 벡터(u)를 프리 코드(G_{LDPC} , 230) 및 LT 부호(G_{LT} , 240)를 이용하여 부호화해서 소스 심볼(x , 210)의 우선 순위를 유지하는 부호화 심볼(z , 250)을 생성한다. 다시 말하면, 부호부(120)는 생성부(110)로부터 출력 벡터(u)를 입력 받는다. 여기서, 부호부(120)는 출력 벡터(u)의 제1 우선 순위를 높은 우선 순위로 인식하고, 출력 벡터(u)의 제2 우선 순위를 낮은 우선 순위로 인식한다. 부호부(120)는 출력 벡터(u)와 프리 코드(G_{LDPC} , 230)를 곱하기 연산하여 생성 벡터(y)를 생성한다. 이때, 부호부(120)는 프리 코드(G_{LDPC} , 230)가 조직적인 구성을 가지고 있으므로, 소스 심볼(x , 210)의 우선 순위를 포함하는 생성 벡터(y)를 생성할 수 있다. 즉,

생성 벡터(y)는 높은 우선 순위 및 낮은 우선 순위를 포함한다. 프리 코드($G_{LDP, 230}$)는 $n * k$ 의 크기를 가지며, 프리 코드($G_{LDP, 230}$)의 원소는 0 또는 1의 값을 가질 수 있다.

[0044] 부호부(120)는 생성 벡터(y)와 LT 부호($G_{LT, 240}$)를 곱하기 연산하여 부호화 심볼(z, 250)을 생성한다. 즉, 부호부(120)는 LT 부호($G_{LT, 240}$)가 비조각적인 구조를 가지고 있으나, 순위 유지 행렬($R^{-1}, 220$)에 의해 우선 순위가 구분된 부호화 심볼(z, 250)을 생성할 수 있다. 여기서, 부호화 심볼(z, 250)은 소스 심볼(x, 210), 출력 벡터(u), 생성 벡터(y)와 동일하게 높은 우선 순위 및 낮은 우선 순위를 포함한다. 이때, LT 부호($G_{LT, 240}$)는 $N * k$ 의 크기를 가지며, LT 부호($G_{LT, 240}$)의 원소는 0 또는 1의 값을 가질 수 있다. 부호화 심볼(z, 250)은 $N * 1$ 의 크기를 가질 수 있다.

[0045] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 부호화 방법을 나타낸 순서도이다.

[0046] 도 3을 참조하면, 부호화 장치(100)는 소스 심볼(x, 210)을 입력 받는다(310). 즉, 부호화 장치(100)는 도 4에 도시된 바와 같이 높은 우선 순위(213)와 낮은 우선 순위(215)로 구분된 소스 심볼(x, 210)을 입력 받는다.

[0047] 부호화 장치(100)는 소스 심볼(x, 210)과 순위 유지 행렬($R^{-1}, 220$)을 이용하여 출력 벡터(u)를 생성한다(330). 다시 말하면, 부호화 장치(100)는 도 4에 도시된 바와 같이 높은 우선 순위(213)와 낮은 우선 순위(215)로 구분된 소스 심볼(x, 210)과 순위 유지 행렬($R^{-1}, 220$)을 곱하기 연산하여 출력 벡터(u)를 생성한다. 즉, 부호화 장치(100)는 도 4에 도시된 바와 같이 블록 삼각 행렬의 형태인 순위 유지 행렬($R^{-1}, 220$)과 소스 심볼(x, 210)이 곱하기 연산하므로 제1 우선 순위(k_1) 및 제2 우선 순위(k_2)를 포함하는 출력 벡터(u)를 생성한다. 이때, 제1 우선 순위(k_1)는 소스 심볼(x, 210)의 높은 우선 순위(213)를 포함하며, 제2 우선 순위(k_2)는 소스 심볼(x, 210)의 높은 우선 순위(213) 및 낮은 우선 순위(215)를 포함한다.

[0048] 부호화 장치(100)는 출력 벡터(u)를 프리 코드($G_{LDP, 230}$) 및 LT 부호($G_{LT, 240}$)를 이용하여 부호화해서 부호화 심볼(z, 250)을 생성한다(350). 다시 말하면, 부호화 장치(100)는 출력 벡터(u)의 제1 우선 순위(k_1)를 높은 우선 순위(213)로 인식하고, 출력 벡터(u)의 제2 우선 순위(k_2)를 낮은 우선 순위(215)로 인식한다. 부호화 장치(100)는 출력 벡터(u)와 프리 코드($G_{LDP, 230}$)를 곱하기 연산하여 생성 벡터(y)를 생성한다. 부호화 장치(100)는 생성 벡터(y)와 LT 부호($G_{LT, 240}$)를 곱하기 연산하여 부호화 심볼(z, 250)을 생성한다. 이때, 부호화 심볼(z, 250)은 우선 순위가 구분되어 높은 우선 순위 및 낮은 우선 순위를 포함한다.

[0049] 본 발명의 일 실시 예에 따른 순위 유지 행렬 및 연산 행렬은 도 5를 참조하여 설명하기로 한다.

[0050] 도 5는 본 발명의 일 실시 예에 따른 순위 유지 행렬 및 연산 행렬을 설명하기 위해 나타낸 예시도이다.

[0051] 도 5를 참조하면, 순위 유지 행렬($R^{-1}, 220$)은 A, B, C 및 D의 부행렬(sub-matrix)을 포함한다. 연산 행렬은 R_1 , R_2 , R_3 및 R_4 의 부행렬을 포함한다. 여기서, 순위 유지 행렬($R^{-1}, 220$)은 프리 코드($G_{LDP, 230}$)와 LT 부호($G_{LT, 240}$)의 곱하기 연산한 연산 행렬의 역행렬이다. 따라서, 순위 유지 행렬($R^{-1}, 220$)의 부행렬인 A, B, C 및 D는 [수학식 1]과 같이 정의할 수 있다.

[0052] [수학식 1]

$$\begin{aligned} A &= [R_1 - R_4 R_3^{-1} R_2]^{-1} \\ B &= [R_2 R_1^{-1} R_4 - R_3]^{-1} R_2 R_1^{-1} \\ C &= [R_3 - R_2 R_1^{-1} R_4]^{-1} \\ D &= R_1^{-1} R_4 [R_3 - R_2 R_1^{-1} R_4]^{-1} \end{aligned}$$

[0053]

[0054] 이때, $k \times k$ 인 행렬에서 랭크(rank)가 k 인 행렬인 ML 복호를 통해 k 개의 입력 심볼을 복원할 수 있으며, 이때의 행렬을 풀랭크(full rank) 행렬이라 하고, 풀랭크 행렬은 반드시 역행렬이 존재하며, 블록 삼각 행렬의 역행렬은 블록 삼각 행렬을 갖는다. 따라서, 순위 유지 행렬(R^{-1} , 220) 및 연산 행렬은 블록 삼각 행렬이므로 순위 유지 행렬(R^{-1} , 220)의 부행렬인 D 및 연산 행렬의 부행렬인 R_4 각각의 원소는 0이다. 그러므로, 순위 유지 행렬(R^{-1} , 220)의 부행렬인 A, B, C는 [수학식 2]와 같이 정의할 수 있다.

[0055] [수학식 2]

$$\begin{aligned} A &= R_1^{-1} \\ B &= R_3^{-1} R_2 R_1^{-1} \\ C &= R_3^{-1} \end{aligned}$$

[0056]

[0057] 이때, 순위 유지 행렬(R^{-1} , 220)에서 대각선으로 마주보고 있는 순위 유지 행렬(220)의 부행렬의 A 및 C는 풀랭크 행렬이다. 또한, 연산 행렬에서 대각선으로 마주보고 있는 연산 행렬의 부행렬의 R_1 및 R_3 는 풀랭크 행렬이다.

[0058] 본 발명의 일 실시 예에 따른 프리 코드 및 LT 부호는 도 6을 참조하여 설명하기로 한다.

[0059] 도 6은 본 발명의 일 실시 예에 따른 프리 코드 및 LT 부호를 설명하기 위해 나타낸 예시도이다.

[0060] 도 6을 참조하면, LT 부호(G_{LT} , 240)는 G_{LT1} 내지 G_{LT8} 의 부행렬을 포함한다. 프리 코드(G_{LDPC} , 230)는 I_{k1} , I_{k2} , G_{LDPC1} 내지 G_{LDPC4} 의 부행렬을 포함한다. 이때, I_{k1} , I_{k2} 는 $k_1 \times k_1$ 및 $k_2 \times k_2$ 의 단위 행렬을 나타낸다. n_{p1} 및 n_{p2} 는 프리 코드(G_{LDPC} , 230)에 의해 생성되는 패리티 중 높은 우선 순위와 낮은 우선 순위에 관련된 패리티 개수를 나타낸다. LT 부호(G_{LT} , 240)는 무부호율(rateless) 특성을 갖기 때문에 심볼의 개수 제한이 없지만 연산 행렬을 구성하기 위해서는 LT 부호(G_{LT} , 240)의 행렬 중 1부터 k 개까지 이용한다.

[0061] 이때, 연산 행렬이 블록 삼각 행렬의 형태로 구성되도록 프리 코드(G_{LDPC} , 230) 및 LT 부호(G_{LT} , 240)의 부행렬을 결정해야 하므로 [수학식 3]을 만족해야만 한다.

[0062] [수학식 3]

$$0 = G_{LT2} + G_{LT3}G_{LDPC2} + G_{LT4}G_{LDPC4}$$

[0063]

[0064] 따라서, 프리 코드(G_{LDPC} , 230) 및 LT 부호(G_{LT} , 240)의 부행렬이 [수학식 3]을 만족할 경우에 프리 코드(G_{LDPC} , 230)와 LT 부호(G_{LT} , 240)의 곱하기 연산한 연산 행렬이 블록 삼각 행렬의 형태로 구성된다. 그리고, 연산 행렬이 블록 삼각 행렬이므로 순위 유지 행렬(R^{-1} , 220) 또한 블록 삼각 행렬로 구성된다. 이에 따라, 본 발명에 따른 부호화 장치(100)는 블록 삼각 행렬로 구성된 순위 유지 행렬(R^{-1} , 220)을 이용하여 높은 우선 순위와 낮은 우선 순위로 구분된 소스 심볼(x , 210)의 우선 순위를 유지하는 부호화 심볼(z , 250)을 생성할 수 있다.

[0065] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시 예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

[0066] 100: 랩터 부호를 이용하는 부호화 장치

110: 생성부

120: 부호부

210: 소스 심볼

220: 순위 유지 행렬

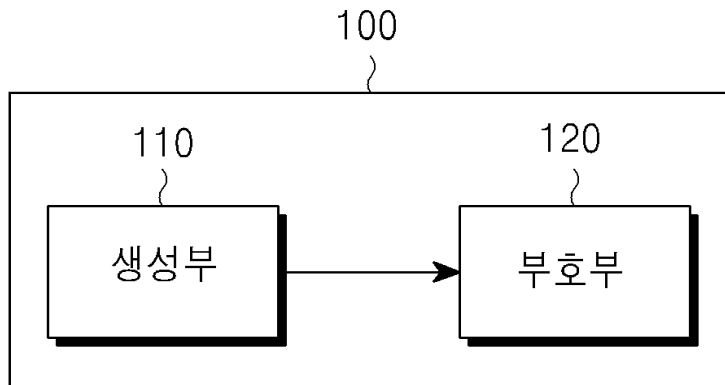
230: 프리 코드

240: LT 부호

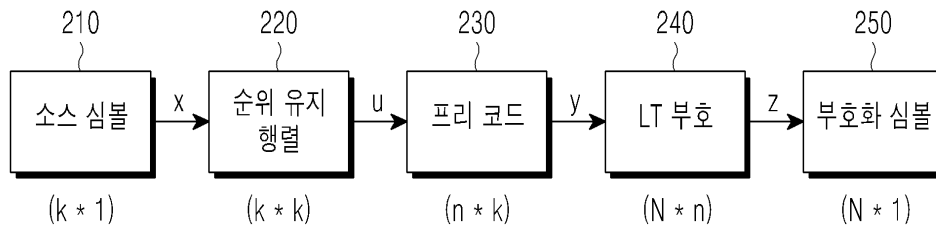
250: 부호화 심볼

도면

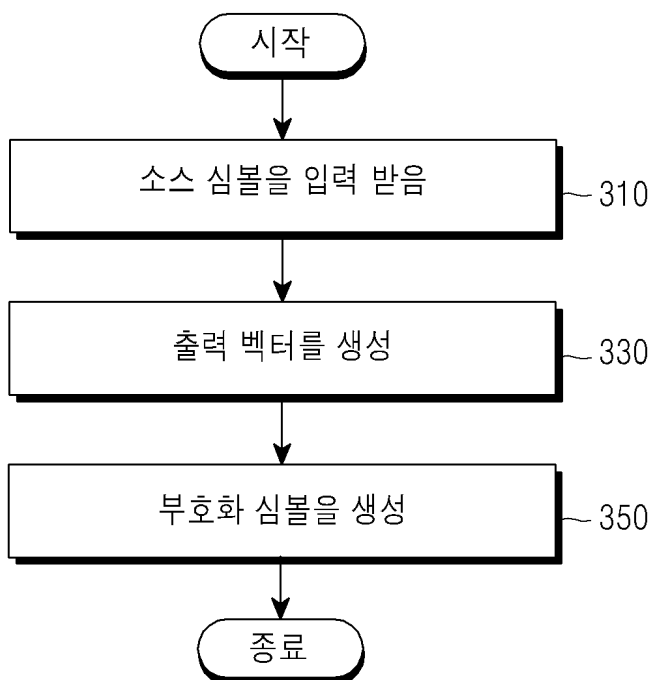
도면1



도면2



도면3



도면4

$$\begin{array}{c} k_1 \\ k_2 \end{array} \left[\begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \end{array} \right] = \begin{array}{c} \text{220} \\ \begin{array}{cc} k_1 & k_2 \end{array} \\ \begin{array}{|c|c|} \hline A & 0 \\ \hline B & C \\ \hline \end{array} \\ R^{-1} \end{array} \begin{array}{c} \text{210} \\ \begin{array}{c} \text{---} \\ \text{---} \end{array} \\ \begin{array}{c} \text{213} \\ \text{215} \end{array} \end{array} \mathbf{x}$$

도면5

$$\begin{array}{c} k_1 \\ k_2 \end{array} \left[\begin{array}{cc} k_1 & k_2 \\ \begin{array}{|c|c|} \hline R_1 & R_4 \\ \hline R_2 & R_3 \\ \hline \end{array} \end{array} \right] R \quad \begin{array}{c} \text{220} \\ \begin{array}{cc} k_1 & k_2 \end{array} \\ \begin{array}{|c|c|} \hline A & D \\ \hline B & C \\ \hline \end{array} \\ R^{-1} \end{array}$$

도면6

$$\begin{array}{c}
 \begin{array}{cc} k_1 & k_2 \\ \hline \begin{array}{cc} R_1 & 0 \\ R_2 & R_3 \end{array} \\ \hline \end{array} \\
 R
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 \begin{array}{cccc} k_1 & k_2 & n_{p1} & n_{p2} \\ \hline \begin{array}{cccc} G_{LT1} & G_{LT2} & G_{LT3} & G_{LT4} \\ G_{LT5} & G_{LT6} & G_{LT7} & G_{LT8} \end{array} \\ \hline \end{array} \\
 G_{LT_{1 \rightarrow k}}
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \begin{array}{cc} k_1 & k_2 \\ \hline \begin{array}{cc} I_{k_1} & \\ & I_{k_2} \end{array} \\ \hline \begin{array}{cc} G_{LDPC1} & G_{LDPC2} \\ G_{LDPC3} & G_{LDPC4} \end{array} \\ \hline \end{array} \\
 \begin{array}{l} n_{p1} \\ n_{p2} \end{array} \\
 G_{LDPC}
 \end{array}$$