



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년11월12일
(11) 등록번호 10-1917829
(24) 등록일자 2018년11월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03M 13/11 (2006.01) H03M 13/37 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H03M 13/1137 (2013.01)
H03M 13/3707 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0163178
(22) 출원일자 2017년11월30일
심사청구일자 2017년11월30일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100068146 A
KR1020070084947 A
KR1020090040182 A

(73) 특허권자
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
허준
서울특별시 강남구 광평로10길 6, 206동 103호
김태현
서울특별시 성북구 동소문로34길 24, 102동 1403
호
(74) 대리인
심경식, 홍성욱

전체 청구항 수 : 총 14 항

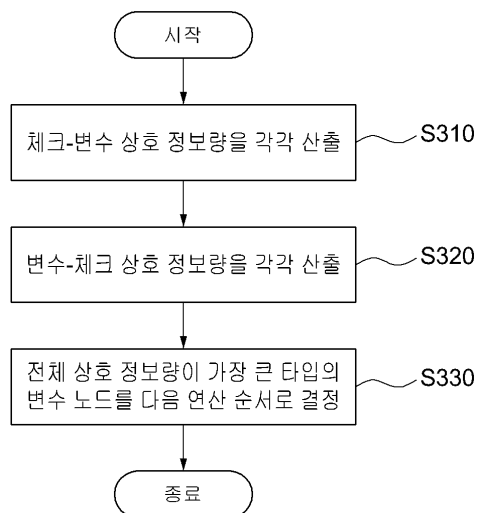
심사관 : 조춘근

(54) 발명의 명칭 LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치

(57) 요약

체크-변수 상호 정보량 산출부가, 복수의 체크 노드(check node) 각각으로부터 복수의 체크 노드 각각에 연결된 복수의 변수 노드(variable node) 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 단계, 변수-체크 상호 정보량 산출부가, 체크-변수 상호 정보량에 기초하여 복수의 변수 노드 각각으로부터 복수의 변수 노드 각각에 연결된 복수의 체크 노드 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 단계 및 연산 순서 결정부가, 변수-체크 상호 정보량의 총합인 전체 상호 정보량을 복수의 변수 노드 별로 산출하고, 복수의 변수 노드 중 전체 상호 정보량이 가장 큰 타입의 변수 노드를 다음 연산 순서로 결정하는 단계를 포함하는, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것이다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711051737

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업(핵심연구)

연구과제명 양자 통신을 위한 결함 허용 양자 오류 정정 기술에 관한 연구

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2017.05.01 ~ 2018.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

체크-변수 상호 정보량 산출부가, 복수의 체크 노드(check node) 각각으로부터 상기 복수의 체크 노드 각각에 연결된 복수의 변수 노드(variable node) 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 단계;

변수-체크 상호 정보량 산출부가, 상기 체크-변수 상호 정보량에 기초하여 상기 복수의 변수 노드 각각으로부터 상기 복수의 변수 노드 각각에 연결된 복수의 체크 노드 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 단계; 및

연산 순서 결정부가, 상기 변수-체크 상호 정보량의 총합인 전체 상호 정보량을 상기 복수의 변수 노드 별로 산출하고, 상기 복수의 변수 노드 중 상기 전체 상호 정보량이 가장 큰 타입의 변수 노드를 다음 복호 순서로 결정하는 단계를 포함하고,

상기 상호 정보량은, 두 확률변수가 어떤 관계를 가지고 있는지를 나타내는 정보량이고, 상기 타입은 행 또는 열을 나타내는, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 체크-변수 상호 정보량은,

LDPC 부호의 베이스 매트릭스(Base Matrix) 및 이전 변수-체크 상호 정보량에 기초하여 산출되는, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 이전 변수-체크 상호 정보량의 초기값은,

송신된 원 신호인 이진 확률 변수와 채널로부터 수신한 신호인 가우시안 확률 변수간의 상호 정보량으로 설정되는, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 변수-체크 상호 정보량은,

LDPC 부호의 베이스 매트릭스(Base Matrix), 상기 체크-변수 상호 정보량 및 송신된 원 신호인 이진 확률 변수와 채널로부터 수신한 신호인 가우시안 확률 변수간의 상호 정보량에 기초하여 산출되는, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상호 정보량 업데이트부가, 상기 다음 복호 순서로 결정된 변수 노드의 타입에 기초하여, 상기 체크-변수 상호 정보량 및 상기 변수-체크 상호 정보량 각각을 업데이트하여 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량 각각을 결정하는 단계를 더 포함하는, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 단계 및 상기 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 단계 각각은 상기 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 상기 업데이트 변수-체크 상호 정보량에 기초하여 수행되는, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 단계, 상기 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 단계, 상기 다음 복호 순서로 결정하는 단계 및 상기 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량 각각을 결정하는 단계로 구성되는 복호 순서 결정 사이클은 상기 복수의 변수 노드 각각의 복호 순서가 모두 결정될 때까지 반복 수행되는, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법.

청구항 8

복수의 체크 노드(check node) 각각으로부터 상기 복수의 체크 노드 각각에 연결된 복수의 변수 노드(variable node) 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 체크-변수 상호 정보량 산출부;

상기 체크-변수 상호 정보량에 기초하여 상기 복수의 변수 노드 각각으로부터 상기 복수의 변수 노드 각각에 연결된 복수의 체크 노드 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 변수-체크 상호 정보량 산출부; 및

상기 변수-체크 상호 정보량의 총합인 전체 상호 정보량을 상기 복수의 변수 노드 별로 산출하고, 상기 복수의 변수 노드 중 상기 전체 상호 정보량이 가장 큰 타입의 변수 노드를 다음 복호 순서로 결정하는 연산 순서 결정부를 포함하고,

상기 상호 정보량은, 두 확률변수가 어떤 관계를 가지고 있는지를 나타내는 정보량이고, 상기 타입은 행 또는 열을 나타내는, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 체크-변수 상호 정보량은,

LDPC 부호의 베이스 매트릭스(Base Matrix) 및 이전 변수-체크 상호 정보량에 기초하여 산출되는, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 이전 변수-체크 상호 정보량의 초기값은,

송신된 원 신호인 이진 확률 변수와 채널로부터 수신한 신호인 가우시안 확률 변수간의 상호 정보량으로 설정되는, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 장치.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 변수-체크 상호 정보량은,

LDPC 부호의 베이스 매트릭스(Base Matrix), 상기 체크-변수 상호 정보량 및 송신된 원 신호인 이진 확률 변수와 채널로부터 수신한 신호인 가우시안 확률 변수간의 상호 정보량에 기초하여 산출되는, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 장치.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 다음 복호 순서로 결정된 변수 노드의 타입에 기초하여, 상기 체크-변수 상호 정보량 및 상기 변수-체크 상호 정보량 각각을 업데이트하여 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량 각각을 결정하는 상호 정보량 업데이트부를 더 포함하는, LDPC 부호의 셔플 복호를 위한 복호 순서 결정 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 동작 및 상기 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 동작 각각은 상기 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 상기 업데이트 변수-체크 상호 정보량에 기초하여 수행되는, LDPC 부호의 셔플 복호를 위한 복호 순서 결정 장치.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 동작, 상기 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 동작, 상기 다음 복호 순서로 결정하는 동작 및 상기 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량 각각을 결정하는 동작으로 구성되는 복호 순서 결정 사이클은 상기 복수의 변수 노드 각각의 복호 순서가 모두 결정될 때까지 반복 수행되는, LDPC 부호의 셔플 복호를 위한 복호 순서 결정 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 저밀도 패리티 검사(low-density parity-check: LDPC) 부호의 복호화에 있어서, 셔플 복호(shuffle decoding)를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] LDPC 부호는 Gallager가 제안한 선형 블록 부호로써, Shannon이 제시한 채널 용량에 근접하는 우수한 오류 정정 능력을 갖고 있는 오류 정정 부호이며, LDPC 부호는 ATSC 3.0, IEEE 802.11 등 다양한 방송 및 무선랜 기술에서 표준으로 채택되었으며, 플래시 메모리를 비롯한 각종 저장 장치에서도 오류정정을 위해 널리 활용되고 있다.

[0003] LDPC 부호는 반복 복호를 통해 메시지를 복원하며, 각 LDPC 부호는 패리티 검사 행렬(Parity check matrix)로 특징지어지고, 이러한, 패리티 검사 행렬은 Tanner 그래프로 표현할 수 있고, Tanner 그래프는 변수 노드, 체크 노드, 그리고 이들의 연결을 보여주는 엣지로 이루어진다.

[0004] 이러한, LDPC 복호기는 상호간에 서로 연결된 변수 노드와 체크 노드 간에 주고받는 정보의 연산을 반복적으로 수행하며, 사전에 정해놓은 최대 반복 횟수에 도달하거나 패리티 검사 식을 만족할 때까지 반복 복호를 진행한다.

[0005] 이러한, LDPC 복호는 그 동작 방식에 따라 병렬적(Parallel) 복호, 순차적(Serial) 복호, 그리고 부분적-병렬 순차적(Partial-parallel serial) 복호로 구분할 수 있다.

[0006] 병렬적 복호에서는 모든 체크 노드가 동시에 연산을 수행하고, 이후 모든 변수 노드가 동시에 연산을 수행하며, 순차적 복호에서는, 체크 노드 또는 변수 노드가 순차적으로 연산을 수행한다.

[0007] 순차적 복호 중에서 체크 노드에 대한 연산을 순차적으로 수행하는 알고리즘은 레이어드(Layered) 복호이며, 변수 노드에 대한 연산을 순차적으로 수행하는 알고리즘은 셔플(Shuffled) 복호이다.

[0008] 순차적 복호는 병렬적 복호와 비교하여, 동일한 오류정정능력을 위해 필요한 반복 복호 횟수가 절반으로 줄어드는 장점이 있으나, 한 번의 반복 복호에 필요한 시간이 병렬적 복호에 비해 매우 크기 때문에 전체 동작 시간은 병렬적 복호보다 오래 걸리는 단점이 있다.

[0009] 이를 보완하기 위해, 체크 노드 또는 변수 노드를 복수 개의 그룹으로 나누어, 같은 그룹 안에 있는 노드들은 동시에 연산을 수행하고, 각 그룹을 순차적으로 연산을 수행하는 부분적-병렬 순차적 복호기법이 제안되었으며, 이러한, 순차적 복호와 부분적-병렬 순차적 복호에서는 노드 또는 그룹의 연산 순서에 따라 패리티 검사 식을 만족할 때까지 필요한 반복 복호 횟수가 다르게 나타나게 된다.

- [0010] 상술한 서플 복호 기법에서 변수 노드의 연산 순서를 결정하기 위하여, 종래에는 변수 노드의 차수를 고려하여 높은 차수의 변수 노드부터 낮은 차수의 변수 노드 순으로 연산을 수행하는 등의 알고리즘이 제안되었다.
- [0011] 그러나, 상술한 변수 노드의 차수를 고려하여 높은 차수의 변수 노드부터 낮은 차수의 변수 노드 순으로 연산을 수행하는 알고리즘의 경우 복수의 변수 노드가 동일한 차수를 가지는 경우 그 연산순서를 결정하기 어려운 문제가 있으며, 연산순서를 결정한다 하더라도 잘못된 연산 순서를 결정하는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0012] (특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 제10-2013-0118162호(2013.10.29.)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0013] 본 발명의 목적은, 상기 문제점을 해결하기 위한 것으로, 복수의 체크 노드(check node) 각각으로부터 복수의 체크 노드 각각에 연결된 복수의 변수 노드(variable node) 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하고, 체크-변수 상호 정보량에 기초하여 복수의 변수 노드 각각으로부터 복수의 변수 노드 각각에 연결된 복수의 체크 노드 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하며, 변수-체크 상호 정보량의 총합인 전체 상호 정보량을 복수의 변수 노드 별로 산출하고, 복수의 변수 노드 중 전체 상호 정보량이 가장 큰 타입의 변수 노드를 다음 연산 순서로 결정하기 위함이다.
- [0014] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 이상에서 언급한 과제(들)로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 과제(들)은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0015] 상기한 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 실시예에 따른 LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법은, 체크-변수 상호 정보량 산출부가, 복수의 체크 노드(check node) 각각으로부터 복수의 체크 노드 각각에 연결된 복수의 변수 노드(variable node) 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 단계, 변수-체크 상호 정보량 산출부가, 체크-변수 상호 정보량에 기초하여 복수의 변수 노드 각각으로부터 복수의 변수 노드 각각에 연결된 복수의 체크 노드 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 단계 및 연산 순서 결정부가, 변수-체크 상호 정보량의 총합인 전체 상호 정보량을 복수의 변수 노드 별로 산출하고, 복수의 변수 노드 중 전체 상호 정보량이 가장 큰 타입의 변수 노드를 다음 연산 순서로 결정하는 단계를 포함한다.
- [0016] 예를 들어, 체크-변수 상호 정보량은, LDPC 부호의 베이스 매트릭스(Base Matrix) 및 이전 변수-체크 상호 정보량에 기초하여 산출된다.
- [0017] 예컨대, 이전 변수-체크 상호 정보량의 초기값은, 채널로부터 수신한 신호에 대한 상호 정보량으로 설정된다.
- [0018] 일 실시예에 따라, 변수-체크 상호 정보량은, LDPC 부호의 베이스 매트릭스(Base Matrix), 체크-변수 상호 정보량 및 채널로부터 수신한 신호에 대한 상호 정보량에 기초하여 산출된다.
- [0019] 예를 들어, 상호 정보량 업데이트부가, 다음 연산 순서로 결정된 변수 노드의 타입에 기초하여, 체크-변수 상호 정보량 및 변수-체크 상호 정보량 각각을 업데이트하여 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량 각각을 결정하는 단계를 더 포함한다.
- [0020] 예컨대, 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 단계 및 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 단계 각각은 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량에 기초하여 수행된다.
- [0021] 예를 들어, 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 단계, 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 단계, 다음 연산 순서로 결정하는 단계 및 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량 각각을 결정하는 단계로 구성되는 복호 순서 결정 사이클은 복수의 변수 노드 각각의 연산 순서가 모두 결정될 때까지 반

복 수행된다.

- [0022] 상기한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 장치는, 복수의 체크 노드(check node) 각각으로부터 복수의 체크 노드 각각에 연결된 복수의 변수 노드(variable node) 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 체크-변수 상호 정보량 산출부, 체크-변수 상호 정보량에 기초하여 복수의 변수 노드 각각으로부터 복수의 변수 노드 각각에 연결된 복수의 체크 노드 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 변수-체크 상호 정보량 산출부 및 변수-체크 상호 정보량의 총합인 전체 상호 정보량을 복수의 변수 노드 별로 산출하고, 복수의 변수 노드 중 전체 상호 정보량이 가장 큰 타입의 변수 노드를 다음 연산 순서로 결정하는 연산 순서 결정부를 포함한다.
- [0023] 예컨대, 체크-변수 상호 정보량은, LDPC 부호의 베이스 매트릭스(Base Matrix) 및 이전 변수-체크 상호 정보량에 기초하여 산출된다.
- [0024] 예를 들어, 이전 변수-체크 상호 정보량의 초기값은, 채널로부터 수신한 신호에 대한 상호 정보량으로 설정된다.
- [0025] 일 실시예에 따라, 변수-체크 상호 정보량은, LDPC 부호의 베이스 매트릭스(Base Matrix), 체크-변수 상호 정보량 및 채널로부터 수신한 신호에 대한 상호 정보량에 기초하여 산출된다.
- [0026] 예컨대, 다음 연산 순서로 결정된 변수 노드의 타입에 기초하여, 체크-변수 상호 정보량 및 변수-체크 상호 정보량 각각을 업데이트하여 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량 각각을 결정하는 상호 정보량 업데이트부를 더 포함한다.
- [0027] 예를 들어, 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 동작 및 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 동작 각각은 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량에 기초하여 수행된다.
- [0028] 일 실시예에 따라, 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 동작, 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 동작, 다음 연산 순서로 결정하는 동작 및 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량 각각을 결정하는 동작으로 구성되는 복호 순서 결정 사이클은 복수의 변수 노드 각각의 연산 순서가 모두 결정될 때까지 반복 수행된다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 복수의 체크 노드(check node) 각각으로부터 복수의 체크 노드 각각에 연결된 복수의 변수 노드(variable node) 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하고, 체크-변수 상호 정보량에 기초하여 복수의 변수 노드 각각으로부터 복수의 변수 노드 각각에 연결된 복수의 체크 노드 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하며, 변수-체크 상호 정보량의 총합인 전체 상호 정보량을 복수의 변수 노드 별로 산출하고, 복수의 변수 노드 중 전체 상호 정보량이 가장 큰 타입의 변수 노드를 다음 연산 순서로 결정함으로써, 변수 노드의 연산 순서를 보다 정확하게 산출할 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따라 결정된 연산 순서에 따르면, 동일한 오류 정정 능력을 가지기 위해 필요한 LDPC 부호의 평균 반복 복호 횟수를 감소시킬 수 있으며, 복호에 필요한 전력 소모를 줄일 수 있고, 우수한 오류 정정 능력을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치에서 베이스 매트릭스(Base Matrix)를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 장치를 설명하기 위한 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법을 설명하기 위한 순

서도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치를 설명하기 위한 도면이다.

도 6a, 도 6b, 도 6c 및 도 6d는 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치가 IEEE 802.11ad 표준 LDPC 부호에 적용되는 경우에서 프레임 오류율 및 평균 반복 복호 횟수 감소율을 종래의 기술과 비교하기 위한 도면이다.

도 7a, 도 7b, 도 7c 및 도 7d는 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치가 IEEE 802.11n 표준 LDPC 부호에 적용되는 경우에서 프레임 오류율 및 평균 반복 복호 횟수 감소율을 종래의 기술과 비교하기 위한 도면이다.

도 8은 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치가 IEEE 802.11n 표준 LDPC 부호에 적용되는 경우에서 최대 반복 복호 횟수를 5번과 10번으로 하였을 때의 프레임 오류율을 종래의 기술과 비교하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여, 본 발명의 가장 바람직한 실시예를 첨부 도면을 참조하여 설명하기로 한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면 상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0033] 이하, 본 발명의 실시예에 따른 LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 아래와 같다.
- [0034] 우선, 본 발명의 실시예에 따른 LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치를 설명하기에 앞서, 도 1을 참조하여 LDPC 부호의 베이스 매트릭스(base matrix) 및 상호 정보량(mutual information)을 설명한다.
- [0035] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치에서 베이스 매트릭스(Base Matrix)를 설명하기 위한 도면이다.
- [0036] 예컨대, 본 발명의 실시예에 따른 LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치는 상호 정보량의 연산을 위하여, LDPC 부호의 베이스 매트릭스($N_b M_b$)를 기반으로 한 Protograph-based extrinsic transfer (PEXIT) 분석 알고리즘을 활용할 수 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.
- [0037] 예컨대, 베이스 매트릭스의 i 번째 행에 해당되는 체크 노드 집합을 i -타입 체크 노드라고 하며, j 번째 열에 해당되는 변수 노드 집합을 j -타입 변수 노드라고 할 수 있다.
- [0038] 이때, 각 타입에는 Z 개의 체크 노드 또는 변수 노드가 포함될 수 있으며, Z 는 LDPC의 lifting factor와 같을 수 있고, 베이스 매트릭스의 j 번째 행, i 번째 열의 성분을 $b_{i,j}$ 라고 하며 그 값이 1인 경우 i -타입 체크 노드와 j -타입 변수 노드가 서로 연결되어 있다는 것을 의미한다. 반면에 $b_{i,j}$ 가 0인 경우에는 i -타입 체크 노드와 j -타입 변수 노드가 연결되어 있지 않고 서로 무관하다는 것을 의미할 수 있다.
- [0039] 이때, 베이스 매트릭스의 일 실시예 및 이를 활용한 PEXIT 분석 알고리즘의 Protograph는 도 1에 도시된 바와 같을 수 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.
- [0040] 이때, 도 1에 도시된 $b(2,1)$ 은 베이스 매트릭스의 1번째 행, 2번째 열의 성분을 의미하고, $I_{ch}(1)$ 은 채널로부터 수신한 수신 신호를 의미한다.
- [0041] 한편, 상호 정보량(Mutual Information)은 무작위 변수의 “정보량”을 정의하는 것으로 상호 정보량은 정보의 신뢰도와 비례할 수 있다.
- [0042] 이때, 베이스 매트릭스 및 상호 정보량에 대한 보다 구체적인 설명은 종래에 공지된 바와 같고, 상호 정보량은

공지된 바에 의하면, 두 확률변수가 어떤 관계를 가지고 있는지를 나타내는 정보량을 의미한다.

- [0043] 이제 도 2를 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른 LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 장치(200)를 설명한다.
- [0044] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 장치를 설명하기 위한 구성도이다.
- [0045] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 장치(200)는 체크-변수 상호 정보량 산출부(210), 변수-체크 상호 정보량 산출부(220) 및 연산 순서 결정부(230)를 포함한다.
- [0046] 일 실시예에 따르면, 따른 LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 장치(200)는 상호 정보량 업데이트부(240)를 더 포함할 수도 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.
- [0047] 예를 들어, 본 발명의 실시예에 따른 LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 장치(200)는 LDPC 부호의 복호 알고리즘 중 변수 노드 연산을 순차적으로 진행하는 서플 복호에서, 상호 정보량(Mutual Information)을 이용하여 복호 순서를 결정함으로써, 가장 신뢰할 수 있는 정보를 다른 변수 노드에 전파할 것이라고 예상되는 변수 노드를 우선 연산하여, LDPC 부호의 복호를 위해 필요한 평균 반복 복호 횟수를 감소시킬 수 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.
- [0048] 체크-변수 상호 정보량 산출부(210)는 복수의 체크 노드(check node) 각각으로부터 복수의 체크 노드 각각에 연결된 복수의 변수 노드(variable node) 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출한다.
- [0049] 예컨대, 체크-변수 상호 정보량은, LDPC 부호의 베이스 매트릭스(Base Matrix) 및 이전 변수-체크 상호 정보량에 기초하여 산출될 수 있다.
- [0050] 예를 들어, 이전 변수-체크 상호 정보량의 초기값은, 채널로부터 수신한 신호에 대한 상호 정보량으로 설정될 수 있다.
- [0051] 변수-체크 상호 정보량 산출부(220)는 체크-변수 상호 정보량에 기초하여 복수의 변수 노드 각각으로부터 복수의 변수 노드 각각에 연결된 복수의 체크 노드 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출한다.
- [0052] 예컨대, 변수-체크 상호 정보량은, LDPC 부호의 베이스 매트릭스(Base Matrix), 체크-변수 상호 정보량 및 채널로부터 수신한 신호에 대한 상호 정보량에 기초하여 산출될 수 있다.
- [0053] 연산 순서 결정부(230)는 변수-체크 상호 정보량의 총합인 전체 상호 정보량을 복수의 변수 노드 별로 산출하고, 복수의 변수 노드 중 전체 상호 정보량이 가장 큰 타입의 변수 노드를 다음 연산 순서로 결정한다.
- [0054] 상호 정보량 업데이트부(240)는 다음 연산 순서로 결정된 변수 노드의 타입에 기초하여, 체크-변수 상호 정보량 및 변수-체크 상호 정보량 각각을 업데이트하여 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량 각각을 결정한다.
- [0055] 예를 들어, 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 동작 및 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 동작 각각은 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량에 기초하여 수행될 수 있다.
- [0056] 예컨대, 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 동작, 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 동작, 다음 연산 순서로 결정하는 동작 및 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량 각각을 결정하는 동작으로 구성되는 복호 순서 결정 사이클은 복수의 변수 노드 각각의 연산 순서가 모두 결정될 때까지 반복 수행될 수 있다.
- [0057] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 장치(200)에 대한 보다 구체적인 설명은 이하 도 3 및 도 4를 참조하여 후술하도록 하며, 중복되는 설명은 생략한다.
- [0058] 이제, 도 3을 참조하여 본 발명의 제1 실시예에 따른 LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법을 설명한다.
- [0059] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법을 설명하기 위한 순

서도이다.

[0060] 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법은 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 단계(S310), 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 단계(S320) 및 전 체 상호 정보량이 가장 큰 타입의 변수 노드를 다음 연산 순서로 결정하는 단계(S330)를 포함한다.

[0061] S310 단계는 체크-변수 상호 정보량 산출부(210)가, 복수의 체크 노드(check node) 각각으로부터 복수의 체크 노드 각각에 연결된 복수의 변수 노드(variable node) 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 체크-변수 상 호 정보량을 각각 산출하는 단계를 의미할 수 있다.

[0062] 예를 들어, 체크-변수 상호 정보량은, LDPC 부호의 베이스 매트릭스(Base Matrix) 및 이전 변수-체크 상호 정보 량에 기초하여 산출될 수 있다.

[0063] 예컨대, S310 단계에서 j-타입 변수 노드를 연산하는 경우에 전파되는 정보의 상호 정보량인 체크-변수 상호 정 보량은 $b_{i,j}$ 가 1인 경우(i-타입 체크 노드와 j-타입 변수 노드가 서로 연결된 경우)에 대해서, j-타입 변수 노드 에 연결된 체크 노드에서 j-타입 변수 노드로 오는 정보의 상호 정보량을 의미할 수 있다.

[0064] 일 실시예에 따르면, S310 단계에서 연산되는 체크-변수 상호 정보량은 아래 수학적 식 1에 기초하여 산출될 수 있 으나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.

[0065] [수학적 식 1]

$$I_{CV}^E(i,j) = 1 - J\left(\sqrt{\sum_{s \neq j}^{N_b} b_{i,s} [\mathcal{J}^{-1}(1 - I_{V2C}(i,s))]^2}\right)$$

[0066]

[0067] 이때, $I_{CV}^E(i,j)$ 는 i-타입 체크 노드에서 j-타입 변수 노드로 전달되는 정보의 상호 정보량인 체크-변수 상호 정보량, $J(\)$ 는 상호 정보량 함수, N_b 는 베이스 매트릭스($N_b M_b$)의 행 성분 개수, $b_{i,s}$ 는 베이스 매트릭스의 s번째 행 i번째 열의 성분, $\mathcal{J}^{-1}(\)$ 는 상호 정보량 함수의 역함수, $I_{V2C}(i,s)$ 는 s-타입 변수 노드에서 i-타입 체크 노드 로 전달되는 정보의 이전 상호 정보량인 이전 변수-체크 상호 정보량을 의미한다.

[0068] 이때, 상술한 수학적 식 1을 보다 구체적으로 설명하면, $\mathcal{J}^{-1}(\)$ 은 상호 정보량 함수인 $J(\)$ 함수의 역함수로 상호 정보량에 대한 식이 입력으로 들어가면 이에 따른 표준편차 값이 나오는 함수를 의미할 수 있다.

[0069] 상술한 수학적 식 1에서 베이스 매트릭스의 s번째 행, i번째 열의 성분인 $b_{i,s}$ 가 0이면 i-타입 체크 노드와 s-타입 변수 노드가 서로 연결되어 있지 않다는 것을 의미하고, $b_{i,s}$ 가 1이면 i-타입 체크 노드와 s-타입 변수 노드가 서로 연결되어 있다는 것을 의미할 수 있다.

[0070] 그 결과, 수학적 식 1은 $b_{i,s}$ 가 1이 되는 경우에 대해서 합연산을 수행하게 되기 때문에, i-타입 체크 노드에 연결 되어 있는 변수노드들로부터 수신하는 정보 ($I_{V2C}(i,s)$)를 연산한 값($[\mathcal{J}^{-1}(1 - I_{V2C}(i,s))]^2$)들을 합하는 결과 가 될 수 있다.

[0071] 여기서 $s \neq j$ 인 이유는 LDPC 복호 연산에서는 특정 노드가 다른 노드로 정보를 보낼 때, 해당 노드 보냈던 정 보에 의한 영향은 배제하기 위해 s가 j인 경우를 제외하고 연산하기 때문일 수 있다.

[0072] 반면에, $b_{i,s}$ 가 0인 경우에는 i-타입 체크 노드와 j-타입 변수 노드가 서로 연결되어 있지 않다는 것을 의미하기 때문에, 정보 자체가 존재하지 않고, 이때의 체크-변수 상호 정보량은 0이다.

[0073] 일 실시예에 따르면, 이전 변수-체크 상호 정보량의 초기값은, 채널로부터 수신한 신호에 대한 상호 정보량으로 설정될 수 있다.

[0074] 예를 들어, 채널로부터 수신한 신호에 대한 상호 정보량은 아래 수학적 식 2와 같이 산출될 수 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.

[0075] [수학식 2]

$$I_{ch} = J(\sigma_{ch}) = J(\sqrt{8R \cdot SNR_{th}})$$

[0077] 이때, I_{ch} 는 채널로부터 수신한 신호에 대한 상호 정보량, $J(\cdot)$ 는 상호정보량 산출 함수, $J(\sigma_{ch})$ 는 0과 1의 확률이 동일한 이진 랜덤 변수와 분산이 σ_{ch}^2 인 가우시안 랜덤 변수 간의 상호 정보량에 대한 함수, R 은 LDPC 부호의 부호율, SNR_{th} 는 사용하는 LDPC 부호의 threshold SNR을 의미한다.

[0078] 본 발명의 실시예에 따르면, i -타입 체크 노드에서 j -타입 변수 노드로 가는 메시지의 상호 정보량인 $I_{C2V}(i, j)$ 의 초기값은 0으로 설정될 수 있다.

[0079] 예컨대, 베이스 매트릭스의 j 번째 행, i 번째 열의 성분인 $b_{i,j}$ 가 1인 경우, j -타입 변수 노드에서 i -타입 체크 노드로 가는 메시지의 상호 정보량인 $I_{V2C}(i, j)$ 의 초기값은 I_{ch} 로 설정될 수 있다.

[0080] 예를 들어, 베이스 매트릭스의 j 번째 행, i 번째 열의 성분인 $b_{i,j}$ 가 0인 경우, j -타입 변수 노드에서 i -타입 체크 노드로 가는 메시지의 상호 정보량인 $I_{V2C}(i, j)$ 의 초기값은 0으로 설정될 수 있다.

[0081] 예를 들어, S320 단계는 변수-체크 상호 정보량 산출부(220)가, 체크-변수 상호 정보량에 기초하여 복수의 변수 노드 각각으로부터 복수의 변수 노드 각각에 연결된 복수의 체크 노드 각각으로 전파되는 메시지의 상호 정보량인 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 단계를 의미할 수 있다.

[0082] 예컨대, S320 단계는 $b_{i,j}$ 가 1인 경우에 대해서 수행될 수 있으며, 이 경우 j -타입 변수 노드에서 연결된 체크 노드로 전파되는 메시지의 상호 정보량을 산출하면 아래 수학식 3과 같을 수 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.

[0083] [수학식 3]

$$I_{V2C}^E(i, j) = J\left(\sqrt{\sum_{s \neq i}^{M_b} b_{s,j} [\mathcal{J}^{-1}(I_{C2V}^E(s, j))]^2 + [\mathcal{J}^{-1}(I_{ch})]^2}\right)$$

[0085] 이때, 수학식 3에 대하여 보다 구체적으로 설명하면 아래와 같을 수 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.

[0086] 수학식 3은 앞선 수학식 1과 동일하게 $b_{s,j}$ 가 1이 되는 경우만 합산하게 되는 것으로, 이는 j -타입 변수 노드에 연결되어 있는 체크 노드들로부터 오는 정보를 연산한 값들을 합하는 결과를 의미하게 될 수 있다.

[0087] 여기서 $s \neq j$ 인 이유는 LDPC 복호 연산에서는 특정 노드가 다른 노드로 정보를 보낼 때, 해당 노드 보냈던 정보에 의한 영향은 배제하기 위해 s 가 j 인 경우를 제외하고 연산하기 때문일 수 있다.

[0088] 한편, $b_{s,j}$ 가 0인 경우에는 i -타입 체크 노드와 j -타입 변수 노드가 서로 연결되어 있지 않다는 것을 의미하기

때문에 이 경우 연산되는 변수-체크 상호 정보량인 $I_{V2C}^E(i, j)$ 은 0일 수 있다.

[0089] 상술한 수학식 3에서와 같이, 변수-체크 상호 정보량은, LDPC 부호의 베이스 매트릭스(Base Matrix), 체크-변수 상호 정보량 및 채널로부터 수신한 신호에 대한 상호 정보량에 기초하여 산출될 수 있다.

[0090] S330 단계는, 연산 순서 결정부(230)가, 변수-체크 상호 정보량의 총합인 전체 상호 정보량을 복수의 변수 노드 별로 산출하고, 복수의 변수 노드 중 전체 상호 정보량이 가장 큰 타입의 변수 노드를 다음 연산 순서로 결정하는 단계를 의미할 수 있다.

[0091] 예를 들어, S330 단계에서 전체 상호 정보량을 복수의 변수 노드 별로 산출하는 방법은 아래 수학식 4와 같을 수 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.

[0092] [수학식 4]

$$S(j) = \sum_{s=1}^{M_b} b_{s,j} I_{V2C}^E(s,j)$$

[0093]

[0094] 이때, S(j)는 전체 상호 정보량을 의미한다.

[0095] 예를 들어, S330 단계에서 복수의 변수 노드 중 전체 상호 정보량이 가장 큰 타입의 변수 노드를 결정하는 방법은 아래 수학식 5와 같을 수 있으나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다.

[0096] [수학식 5]

$$j_{\max} = \operatorname{argmax}_j S(j)$$

[0097]

[0098] 이때, $j_{\max}$ 는 다음 순서로 결정된 변수 노드의 타입을 의미한다.

[0099] 이제, 도 4를 참조하여 본 발명의 제2 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법을 설명한다.

[0100] 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0101] 도 4에 도시된 S410 단계, S420 단계 및 S430 단계 각각은 도 3에 도시된 S310 단계, S320 단계 및 S330 단계 각각과 동일하며, 중복되는 설명은 생략한다.

[0102] 도 4에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법은 도 3에 도시된 S310 단계, S320 단계 및 S330 단계에 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량 각각을 설정하는 단계(S440) 및 복수의 변수 노드 각각의 연산 순서가 모두 결정되었는지 여부를 판단하는 단계(S450)를 더 포함할 수 있다.

[0103] S440 단계는 상호 정보량 업데이트부(240)가, 다음 연산 순서로 결정된 변수 노드의 타입에 기초하여, 체크-변수 상호 정보량 및 변수-체크 상호 정보량 각각을 업데이트하여 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량 각각을 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[0104] 예를 들어, S440 단계에서 체크-변수 상호 정보량 및 변수-체크 상호 정보량 각각을 업데이트하는 이유는, 모든 변수 노드의 타입에 대해 연산 순서를 결정하기 위해서는 다음 연산 순서로 결정된 변수 노드의 타입의 이후에 연산될 변수 노드의 타입을 결정하기 위해서는 현재 연산된 체크-변수 상호 정보량 및 변수-체크 상호 정보량을 활용해야 하기 때문일 수 있다.

[0105] 이때, 다음 연산 순서로 결정된 변수 노드의 타입의 이후에 연산될 변수 노드의 타입을 결정하기 위해 $b_{i,j_{\max}}$ 가 1인 경우에 대해서 상술한 수학식 1의 체크-변수 상호 정보량을 아래 수학식 6과 같이 업데이트하고, 상술한 수학식 3의 변수-체크 상호 정보량을 아래 수학식 7과 같이 업데이트할 수 있다.

[0106] [수학식 6]

$$I_{CV}(i,j_{\max}) = 1 - J\left(\sqrt{\sum_{s \neq j_{\max}}^{N_b} b_{i,s} [J^{-1}(1 - I_{V2C}(i,s))]^2}\right)$$

[0107]

[0108] 이때, $I_{CV}(i,j_{\max})$ 는 업데이트 체크-변수 상호 정보량을 의미한다.

[0109] [수학식 7]

$$I_{V2C}(i,j_{\max}) = J\left(\sqrt{\sum_{s \neq i}^{M_b} b_{s,j_{\max}} [J^{-1}(I_{CV}(s,j_{\max}))]^2 + [J^{-1}(I_{ch})]^2}\right)$$

[0110]

- [0111] 이때, $I_{V2C}(i, j_{\max})$ 는 업데이트 변수-체크 상호 정보량을 의미한다.
- [0112] 즉, 다음 연산 순서로 결정된 변수 노드의 타입의 이후에 연산될 변수 노드의 타입을 결정하기 위해서는 상술한 수학적 식 1 대신에 수학적 식 6이 활용되고, 상술한 수학적 식 3 대신에 수학적 식 7이 활용될 수 있다.
- [0113] 그 뒤, 복수의 변수 노드 각각의 연산 순서가 모두 결정되었는지 여부를 판단(S450)하여 모두 연산되지 않은 경우, S410, S420, S430 및 S440 단계 각각이 반복 수행될 수 있으며, 모두 연산된 경우 서플 복호가 종료될 수 있다.
- [0114] 만약, 복수의 변수 노드 각각의 연산 순서가 모두 결정되지 않은 경우, 상술한 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 단계(S410) 및 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 단계(S420) 각각은 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량에 기초하여 수행될 수 있다.
- [0115] 다시 말해, 체크-변수 상호 정보량을 각각 산출하는 단계(S410), 변수-체크 상호 정보량을 각각 산출하는 단계(S420), 다음 연산 순서로 결정하는 단계(S430) 및 업데이트 체크-변수 상호 정보량 및 업데이트 변수-체크 상호 정보량 각각을 결정하는 단계(S440)로 구성되는 복호 순서 결정 사이클은 복수의 변수 노드 각각의 연산 순서가 모두 결정될 때까지 반복 수행될 수 있다.
- [0116] 이제, 도 5를 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법을 설명한다.
- [0117] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [0118] 도 5에 도시된 예시는, 두 번째로 연산될 변수 노드를 결정하기 위한 과정으로, 3-타입 변수 노드가 첫 번째로 연산되기로 결정된 상태이다. 이 경우, 아직 순서가 결정되지 않은 변수 노드들에 대해 각각의 예상되는 상호 정보량의 총량을 계산해야 하며, 도 5에서는 첫 번째 변수 노드에 대한 연산 과정을 도시하고 있다.
- [0119] 이하, 도 6a, 도 6b, 도 6c 및 도 6d를 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치를 종래의 기술과 비교한다.
- [0120] 도 6a, 도 6b, 도 6c 및 도 6d는 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치가 IEEE 802.11ad 표준 LDPC 부호에 적용되는 경우에서 프레임 오류율 및 평균 반복 복호 횟수 감소율을 종래의 기술과 비교하기 위한 도면이다.
- [0121] 예를 들어, 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치를 종래의 기술과 비교하기 위하여, LDPC 부호의 반복 복호 연산 기법 중 normalized min-sum 기법을 사용하였으며, 이 때 scaling factor는 0.75를 사용하고, 채널 환경은 AWGN 채널이고 변조 방식은 BPSK 방식을 사용하였으며, LDPC 부호 복호기의 최대 반복 복호 횟수는 10번인 경우를 가정한다.
- [0122] 도 6a, 도 6b, 도 6c 및 도 6d는 부호 길이 N이 672인 3종류 IEEE 802.11ad 표준 LDPC 부호들에 대한 실시예를 도시한다.
- [0123] 이때, 도 6a, 도 6b, 도 6c 및 도 6d 각각에서는 본 발명(Proposed)을 종래기술1(Original), 종래기술2(CW) 및 종래기술3(IFS)과 비교한다.
- [0124] 도 6a에 도시된 바와 같이, 본 발명(Proposed)과 종래기술1(Original), 종래기술2(CW) 및 종래기술3(IFS)의 프레임 오류율을 비교한 결과, 본 발명은 종래기술들과 비슷한 오류정정능력이 있음을 확인할 수 있다.
- [0125] N=672, R=1/2인 경우를 도시한 도 6b, N=672, R=5/8인 경우를 도시한 도 6c, N=672, R=3/4인 경우를 도시한 도 6d 각각에서와 같이 본 발명은 종래의 기술들에 비해 더 적은 평균 반복 복호 횟수를 가짐을 확인할 수 있으며, 도 6d의 경우 본 발명과 종래기술2 및 종래기술3의 반복 복호 횟수가 같은 이유는 동일한 복호 순서가 결정되었기 때문일 수 있다.
- [0126] 이하, 도 7a, 도 7b, 도 7c 및 도 7d를 참조하여, 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치를 종래의 기술과 비교한다.
- [0127] 도 7a, 도 7b, 도 7c 및 도 7d는 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치가 IEEE 802.11n 표준 LDPC 부호에 적용되는 경우에서 프레임 오류율 및 평균 반복 복호 횟수 감소율을

종래의 기술과 비교하기 위한 도면이다.

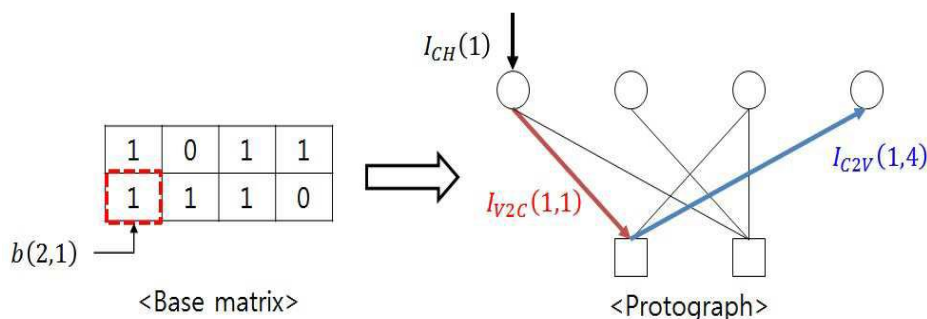
- [0128] 예를 들어, 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치를 종래의 기술과 비교하기 위하여, LDPC 부호의 반복 복호 연산 기법 중 normalized min-sum 기법을 사용하였으며, 이 때 scaling factor는 0.75를 사용하고, 채널 환경은 AWGN 채널이고 변조 방식은 BPSK 방식을 사용하였으며, LDPC 부호 복호기의 최대 반복 복호 횟수는 10번인 경우를 가정한다.
- [0129] 도 7a, 도 7b, 도 7c 및 도 7d는 3종류 IEEE 802.11n 표준 LDPC 부호들에 대한 실시예를 도시한다.
- [0130] 도 7a에 도시된 바와 같이, 본 발명(Proposed)과 종래기술1(Original), 종래기술2(CW) 및 종래기술3(IFS)의 프레임 오류율을 비교한 결과, 본 발명은 종래기술들과 비슷한 오류정정능력이 있음을 확인할 수 있다.
- [0131] N=1296, R=2/3인 경우를 도시한 도 7b, N=1944, R=1/2인 경우를 도시한 도 7c, N=1944, R=3/4인 경우를 도시한 도 7d 각각에서와 같이 본 발명은 종래의 기술들에 비해 더 적은 평균 반복 복호 횟수를 가짐을 확인할 수 있다.
- [0132] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른, LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 방법 및 장치가 IEEE 802.11n 표준 LDPC 부호에 적용되는 경우에서 최대 반복 복호 횟수를 5번과 10번으로 하였을 때의 프레임 오류율을 종래의 기술과 비교하기 위한 도면이다.
- [0133] 도 8에 도시된 바와 같이 IEEE 802.11n 표준 LDPC 부호(N=1944, R=1/2)에서 최대 반복 복호 횟수를 5번과 10번으로 한 경우 프레임 오류율을 비교한 결과, 본 발명은 적은 최대 반복 복호 횟수에서 종래기술들에 비해 더 우수한 오류 정정 능력을 보임을 확인할 수 있다.
- [0134] 이상에서 본 발명에 따른 바람직한 실시예에 대해 설명하였으나, 다양한 형태로 변형이 가능하며, 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 특허청구범위를 벗어남이 없이 다양한 변형예 및 수정예를 실시할 수 있을 것으로 이해된다.

부호의 설명

- [0135] 200: LDPC 부호의 서플 복호를 위한 복호 순서 결정 장치
- 210: 체크-변수 상호 정보량 산출부
- 220: 변수-체크 상호 정보량 산출부
- 230: 연산 순서 결정부
- 240: 상호 정보량 업데이트부

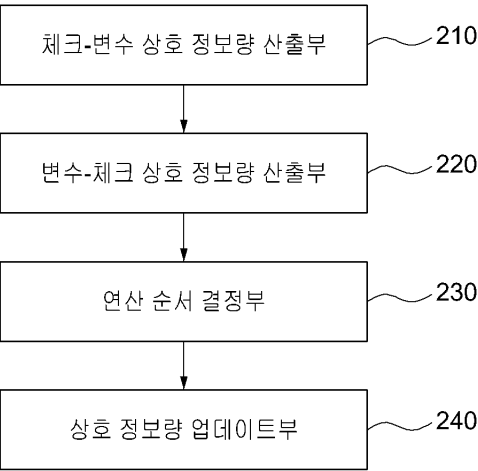
도면

도면1

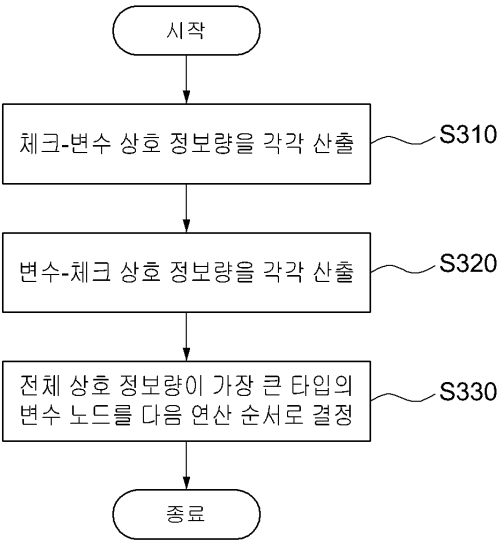


도면2

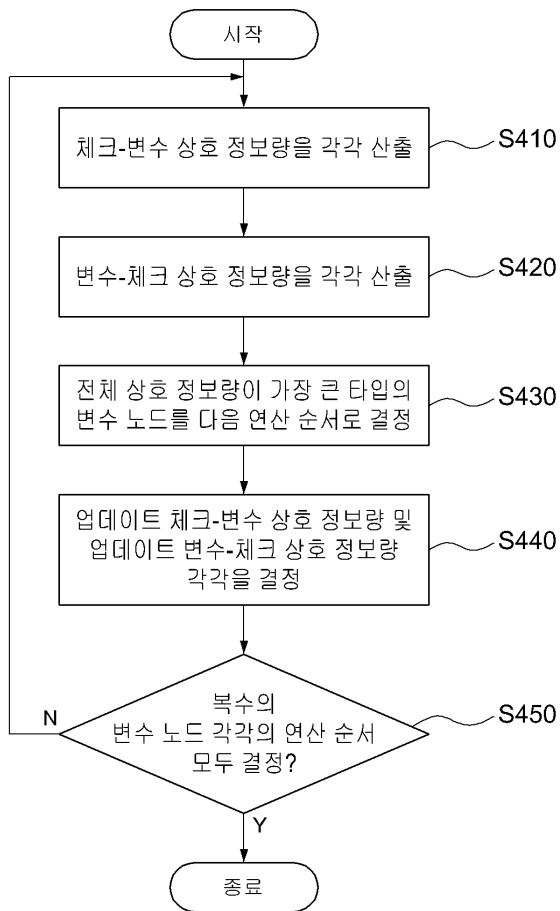
200



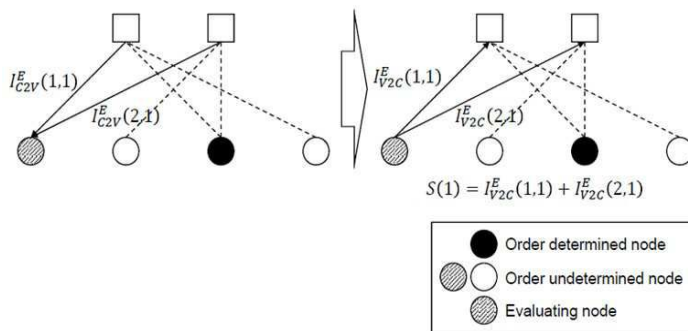
도면3



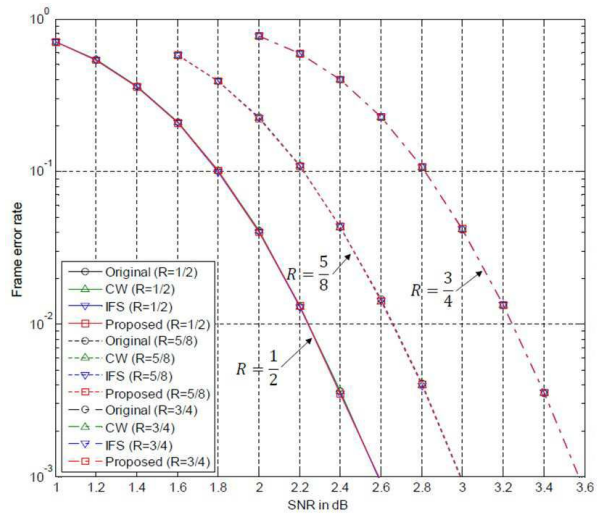
도면4



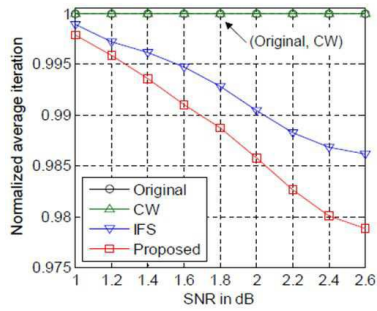
도면5



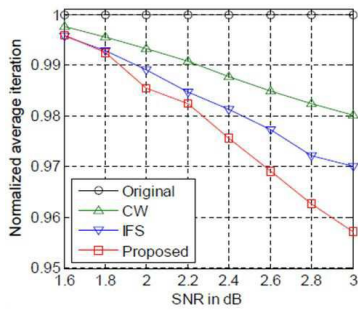
도면6a



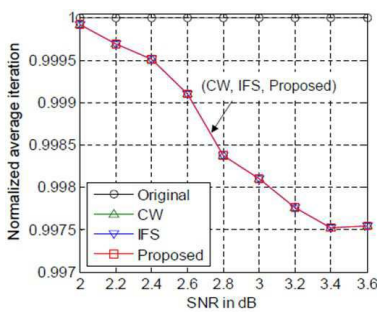
도면6b



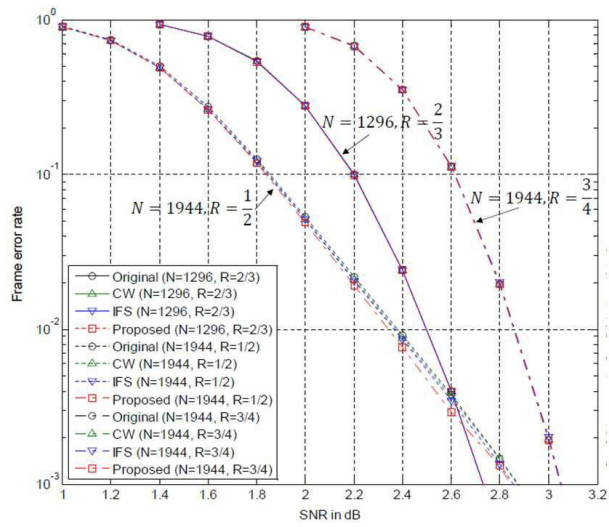
도면6c



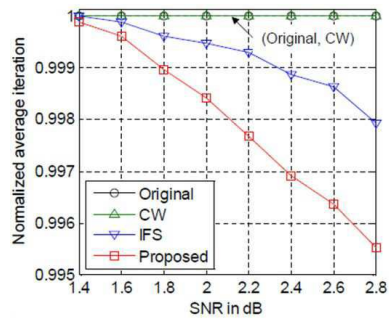
도면6d



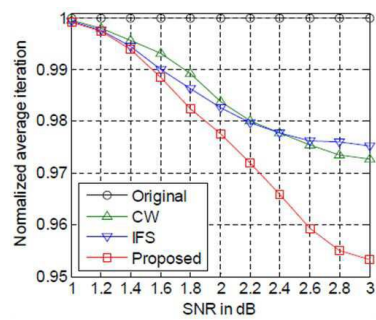
도면7a



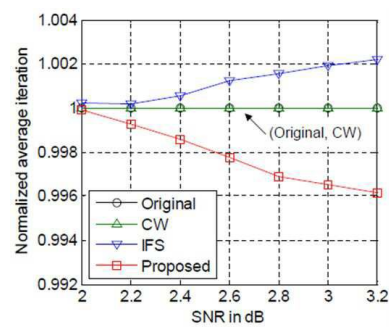
도면7b



도면7c



도면7d



도면8

