



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년03월28일  
(11) 등록번호 10-2379634  
(24) 등록일자 2022년03월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H04N 19/63 (2014.01) H04N 19/117 (2014.01)  
H04N 19/119 (2014.01) H04N 19/122 (2014.01)  
H04N 19/82 (2014.01)  
(52) CPC특허분류  
H04N 19/63 (2015.01)  
H04N 19/117 (2015.01)  
(21) 출원번호 10-2020-0132579  
(22) 출원일자 2020년10월14일  
심사청구일자 2020년10월14일  
(56) 선행기술조사문헌  
S. Sudhakar Ilango et al, Hybrid two-dimensional dual tree biorthogonal wavelet transform and discrete wavelet transform with fuzzy inference filter for robust remote sensing image compression, Cluster Computing, vol. 22, pp.13473-13486 (2018.02.21.) 1부.\*  
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자  
세종대학교산학협력단  
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)  
(72) 발명자  
노승민  
서울특별시 은평구 진관로 117, 214동 805호 (진관동)  
이미영  
서울특별시 강남구 학동로82길 6 (삼성동, 삼성리치빌)  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
특허법인위더피플

전체 청구항 수 : 총 6 항

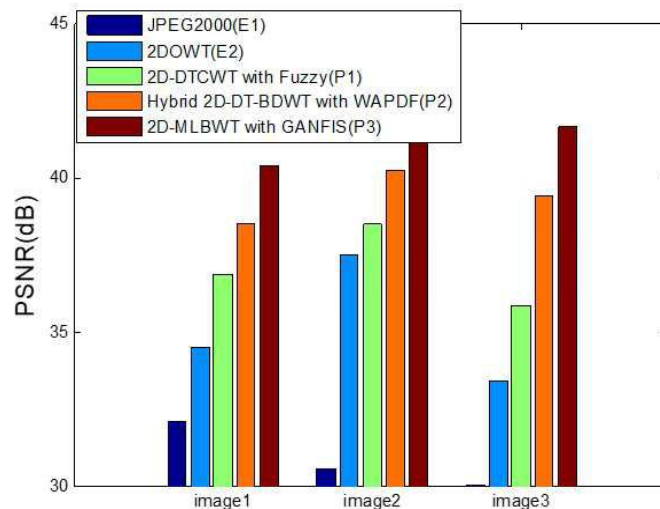
심사관 : 황수진

(54) 발명의 명칭 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 쌍직교 변환(Modified Lapped Bi-orthogonal Transform: MLBT), 다중레벨 쌍직교 웨이블릿 변환(MLBWT) 및 유전자 기반 지향성 중앙값 필터(Genetic based Artificial Neuro-Fuzzy inference system:GANFIS)를 이용하여 원격감지 이미지를 압축하는 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 장치 및 방법에 관한 것이다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

**H04N 19/119** (2015.01)

**H04N 19/122** (2015.01)

**H04N 19/82** (2015.01)

(72) 발명자

**수다카르 일랑고 에스**

서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 대양A  
I센터 621호

**난다쿠마 알**

서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 대양A  
I센터 621호

**비말 산무가나단**

서울특별시 광진구 능동로 209, 세종대학교 대양A  
I센터 621호

(56) 선행기술조사문헌

김기옥 외, 쌍직교 웨이브렛 변환과 가변 블록 운  
곽선 추출에 의한 영상 데이터 압축, 한국통신학회  
논문지 v.19 no.7 ,pp.1203-1212 (1994.07.) 1  
부.\*

비특허문헌 1(S SUDHAKAR ILANGO 2018.02.21)

JP2014082616 A

KR100349518 B1

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345293063

과제번호 2018R1D1A1B07043302

부처명 교육부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 개인기초연구(교육부)(R&D)

연구과제명 지능형 행동 기반 프로파일링을 위한 인물 성향 및 행동 연구

기 여 율 1/1

과제수행기관명 세종대학교

연구기간 2019.03.01 ~ 2020.02.29

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

원격감지 이미지를 획득하여 출력하는 원격감지 이미지 획득부;

상기 원격감지 이미지를 제1 크기의 동일한 크기를 갖는 세그먼트로 분할하고, 분할된 세그먼트에 쌍직교 변환을 적용하여 제2 크기(M\*2M)의 쌍직교 세그먼트로 변환하는 쌍직교 변환부;

상기 쌍직교 세그먼트가 겹치도록 한 후 다중레벨 쌍직교 웨이블릿 변환(MLBWT)을 수행한 쌍직교 웨이블릿 세그먼트를 생성하고, 상기 쌍직교 웨이블릿 세그먼트의 계수를 계산한 후, 상기 계산된 계수 및 세그먼트를 출력하는 2차원 이중 트리부;

하이브리드 유전자 기반 방향 중앙 필터(HGMF)를 적용하여 상기 계산된 계수 중 유효 계수를 선택하고, 선택된 유효 계수를 가지는 유효 계수 세그먼트를 출력하는 계수 선택부;

상기 계수 선택부에서 출력되는 유효 계수 세그먼트를 엔트로피 코딩을 포함하는 인코딩을 수행하여 출력하는 인코딩부;

상기 인코딩된 유효 계수 세그먼트를 상기 하이브리드 유전자 기반 방향 중앙 필터를 적용하여 디코딩한 후 출력하는 디코딩부; 및

상기 디코딩된 유효 계수 세그먼트를 역 다중레벨 쌍직교 웨이블릿 변환(IMLBWT)을 적용하여 이미지를 재구성하여 출력하는 역 이중 트리부를 포함하는 것을 특징으로 하고,

상기 쌍직교 변환부는,

상기 원격감지 이미지를 제1 크기로 분할한 세그먼트를 매트릭스 크기가 M\*2M인 상기 쌍직교 세그먼트로 변환하되,

상기 쌍직교 세그먼트의 계수(P)는 하기 수식과 같이 주어지는 것을 특징으로 하는 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 장치.

[수학식]

$$P = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} D_e - \gamma D_o & D_e - \gamma D_o \\ J(D_e - \gamma D_o) & -J(D_e - \gamma D_o) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & Z \end{bmatrix}$$

여기서, De 및 Do는 짝수 및 홀수 DCT 변환으로 구성되는 M\*M/2의 행렬이며,  $\gamma$ 는 행렬 Do와 연관된 계수이며, J는 아이덴티티 행렬을 왼쪽에서 오른쪽으로 뒤집어서 만든 카운터 아이덴티티 행렬이며, 행렬 Z는 하기 수식과 같이 표현되는 M/2-1 회전 행렬에 의해 생성되는 행렬이다.

[수학식]

$$Z = T_0 T_1 \dots T_{M/2-2}$$

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 계수 선택부는,

상기 하이브리드 유전자 기반 방향 중앙 필터(HGMF)를 적용하되 상기 하이브리드 유전자 기반 방향 중앙 필터(HGMF)에 유전자 기반 인공 네로-퍼지 추론 시스템(GANFIS)을 적용하여 상기 유효 계수를 선택하는 것을 특징으로 하는 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

인코딩부는,

상기 엔트로피 코딩으로, 이항화 기법, 컨텍스트 모델링 및 산술 코딩을 수행하여 상기 유효 계수 세그먼트를 인코딩하는 것을 특징으로 하는 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 장치.

#### 청구항 5

이미지 획득부가 원격감지 이미지를 획득하여 출력하는 원격감지 이미지 획득 과정;

쌍직교 변환부가 상기 원격감지 이미지를 제1 크기의 동일한 크기를 갖는 세그먼트로 분할하고, 분할된 세그먼트에 쌍직교 변환을 적용하여 제2 크기(M\*2M)의 쌍직교 세그먼트로 변환하는 쌍직교 변환 과정;

2차원 이중 트리부가 상기 쌍직교 세그먼트가 겹치도록 한 후 다중레벨 쌍직교 웨이블릿 변환(MLBWT)을 수행한 쌍직교 웨이블릿 세그먼트를 생성하고, 상기 쌍직교 웨이블릿 세그먼트의 계수를 계산한 후, 상기 계산된 계수 및 세그먼트를 출력하는 2차원 이중 트리 과정;

계수 선택부가 하이브리드 유전자 기반 방향 중앙 필터(HGMF)를 적용하여 상기 계산된 계수 중 유효 계수를 선택하고, 선택된 유효 계수를 가지는 유효 계수 세그먼트를 출력하는 계수 선택 과정;

인코딩부가 상기 계수 선택부에서 출력되는 유효 계수 세그먼트를 엔트로피 코딩을 포함하는 인코딩을 수행하여 출력하는 인코딩 과정;

디코딩부가 상기 인코딩된 유효 계수 세그먼트를 상기 하이브리드 유전자 기반 방향 중앙 필터를 적용하여 디코딩한 후 출력하는 디코딩 과정; 및

역 이중 트리부가 상기 디코딩된 유효 계수 세그먼트를 역 다중레벨 쌍직교 웨이블릿 변환(IMLBWT)을 적용하여 이미지를 재구성하여 출력하는 역 이중 트리 과정을 포함하는 것을 특징으로 하고,

상기 쌍직교 변환 과정은,

상기 쌍직교 변환부가 상기 원격감지 이미지를 제1 크기로 분할한 세그먼트를 매트릭스 크기가 M\*2M인 상기 쌍직교 세그먼트로 변환하되,

상기 쌍직교 세그먼트의 계수(P)는 하기 수학과 같이 주어지는 것을 특징으로 하는 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 방법.

[수학식]

$$P = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} D_e - \gamma D_o & D_e - \gamma D_o \\ J(D_e - \gamma D_o) & -J(D_e - \gamma D_o) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & Z \end{bmatrix}$$

여기서, De 및 Do는 짝수 및 홀수 DCT 변환으로 구성되는 M\*M/2의 행렬이며,  $\gamma$ 는 행렬 Do와 연관된 계수이며, J는 아이덴티티 행렬을 왼쪽에서 오른쪽으로 뒤집어서 만든 카운터 아이덴티티 행렬이며, 행렬 Z는 하기 수학과 같이 표현되는 M/2-1 회전 행렬에 의해 생성되는 행렬이다.

[수학적식]

$$Z = T_0 T_1 \dots T_{M/2-2}$$

## 청구항 6

삭제

## 청구항 7

제5항에 있어서,

상기 계수 선택 과정에서 상기 계수 선택부가 상기 하이브리드 유전자 기반 방향 중앙 필터(HGMF)를 적용하되 상기 하이브리드 유전자 기반 방향 중앙 필터(HGMF)에 유전자 기반 인공 네로-퍼지 추론 시스템(GANFIS)을 적용하여 상기 유효 계수를 선택하는 것을 특징으로 하는 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 방법.

## 청구항 8

제5항에 있어서,

상기 인코딩 과정에서 인코딩부가 상기 엔트로피 코딩으로, 이항화 기법, 컨텍스트 모델링 및 산술 코딩을 수행하여 상기 유효 계수 세그먼트를 인코딩하는 것을 특징으로 하는 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 방법.

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 발명은 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 장치 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 쌍직교 변환(Modified Lapped Bi-orthogonal Transform: MLBT), 다중레벨 쌍직교 웨이블릿 변환(Modified Lapped Bi-orthogonal Bi-orthogonal Wavelet Transform: MLBWT) 및 유전자 기반 지향성 중앙값 필터(Genetic based Artificial Nero-Fuzzy inference system:GANFIS)를 이용하여 원격감지 이미지를 압축하는 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 장치 및 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 일반적으로 지구과학, 고고학, 지능, 환경 연구 및 천문학에 대한 변화 감지 등의 응용분야에서 인공위성 등의 원격감지 센서를 사용한 원격감지 이미지를 활용한다.

[0003] 이러한 응용분야를 관리하는 조직, 예를 들어 재난을 관리하는 재난 조직은 홍수나 지진이 발생한 후 환경 오염 및 화재 등을 감지하기 위해 많은 원격감지 이미지를 분석한다.

[0004] 통상적으로 이러한 조직들은 위성을 통한 위성 영상 데이터를 활용한다. 위성 영 데이터의 스펙트럼 및 공간 분해능은 새로운 기술 및 새로운 적용 방법에 따른 사용자의 요구사항들에 의해 점진적으로 향상되고 있다.

[0005] 원격감지 이미지를 향상시키기 위해 다양한 이미지 압축 기술들이 개발되어 적용되고 있다.

[0006] 상기 이미지 압축 기술로는 쌍직교 웨이블릿 변환(Bi-orthogonal Wavelet Transform: BWT) 기술, 격자 벡터 정량화, 벡터 정량화, 방향 적응형 이산 웨이블릿 변환(Direction Adaptive Discrete Wavelet Transform: DA-DWT), 2차원 이상 2차원 이산 웨이블릿 변환(2D-DWT) 기술 등이 있다.

[0007] 그러나 쌍직교 웨이블릿 변환은 추가로 필터링 기술을 필요로 하는 문제점이 있었으며, 격자 벡터 정량화는 계산이 복잡한 문제점이 있었다.

[0008] 그리고 방향 적응형 이산 웨이블릿 변환은 잡음률 문제가 있으며, 벡터 정량화는 코드북 구성에서 계산 복잡성

문제가 있었다.

[0009] 또한, 2차원 이산 코사인 변환은 이미지 품질이 떨어지는 문제점이 있으며, 2차원 이산 웨이블릿 변환은 메모리 사용에 문제점이 있다.

## 선행기술문헌

### 특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허 제10-0349518호(2002.08.21. 공고)

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0011] 따라서 본 발명의 목적은 쌍직교 변환(Modified Lapped Bi-orthogonal Transform: MLBT), 다중레벨 쌍직교 웨이블릿 변환(MLBWT) 및 유전자 기반 지향성 중앙값 필터(Genetic based Artificial Nero-Fuzzy inference system:GANFIS)를 이용하여 원격감지 이미지를 압축하는 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 장치 및 방법을 제공함에 있다.

### 과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 장치는: 원격감지 이미지를 획득하여 출력하는 원격감지 이미지 획득부; 상기 원격감지 이미지를 제1 크기의 동일한 크기를 갖는 세그먼트로 분할하고, 분할된 세그먼트에 쌍직교 변환을 적용하여 제2 크기(M\*2M)의 쌍직교 세그먼트로 변환하는 쌍직교 변환부; 상기 쌍직교 세그먼트가 겹치도록 한 후 다중레벨 쌍직교 웨이블릿 변환(MLBWT)을 수행한 쌍직교 웨이블릿 세그먼트를 생성하고, 상기 쌍직교 웨이블릿 세그먼트의 계수를 계산한 후, 상기 계산된 계수 및 세그먼트를 출력하는 2차원 이중 트리부; 하이브리드 유전자 기반 방향 중앙 필터(HGMF)를 적용하여 상기 계산된 계수 중 유효 계수를 선택하고, 선택된 유효 계수를 가지는 유효 계수 세그먼트를 출력하는 계수 선택부; 상기 계수 선택부에서 출력되는 유효 계수 세그먼트를 엔트로피 코딩을 포함하는 인코딩을 수행하여 출력하는 인코딩부; 상기 인코딩된 유효 계수 세그먼트를 상기 하이브리드 유전자 접지 중앙 필터를 적용하여 디코딩한 후 출력하는 디코딩부; 및 상기 디코딩된 유효 계수 세그먼트를 상기 역 다중레벨 쌍직교 웨이블릿 변환(IMLBWT)을 적용하여 이미지를 재구성하여 출력하는 역 이중 트리부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 쌍직교 변환부는, 상기 원격감지 이미지를 제1 크기로 분할한 세그먼트를 매트릭스 크기가 M\*2M인 상기 쌍직교 세그먼트로 변환하되, 상기 쌍직교 세그먼트의 계수(P)는 하기 수식과 같이 주어지는 것을 특징으로 한다.

[0014] [수학식]

$$P = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} D_e - \gamma D_o & D_e - \gamma D_o \\ J(D_e - \gamma D_o) & -J(D_e - \gamma D_o) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & Z \end{bmatrix}$$

[0015] 여기서, De 및 Do는 짝수 및 홀수 DCT 변환으로 구성되는 M\*M/2의 행렬이며, J는 아이덴티티 행렬을 왼쪽에서 오른쪽으로 뒤집어서 만든 카운터 아이덴티티 행렬이며, 행렬 Z는 하기 수식과 같이 표현되는 M/2-1 회전 행렬에 의해 생성되는 행렬이다.

[0016] [수학식]

$$Z = T_o T_1 \dots T_{M/2-2}$$

[0017] 상기 계수 선택부는, 상기 HGMF를 적용하되 상기 HGMF에 유전자 기반 인공 네로-퍼지 추론 시스템(GANFIS)을 적용하여 상기 유효 계수를 선택하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 인코딩부는, 상기 엔트로피 코딩으로, 이항화 기법, 컨텍스트 모델링 및 산술 코딩을 수행하여 상기 유효 계수

세그먼트를 인코딩하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 방법은: 이미지 획득부가 원격감지 이미지를 획득하여 출력하는 원격감지 이미지 획득 과정; 쌍직교 변환부가 상기 원격감지 이미지를 제1 크기의 세그먼트로 분할하고, 분할된 세그먼트에 쌍직교 변환을 적용하여 제2 크기(M\*2M)의 쌍직교 세그먼트로 변환하는 쌍직교 변환 과정; 2차원 이중 트리부가 상기 쌍직교 세그먼트가 겹치도록 한 후 다중레벨 쌍직교 웨이블릿 변환(MLBWT)을 수행한 쌍직교 웨이블릿 세그먼트를 생성하고, 상기 쌍직교 웨이블릿 세그먼트의 계수를 계산한 후, 상기 계산된 계수 및 세그먼트를 출력하는 2차원 이중 트리 과정; 하이브리드 유전자 기반 방향 중앙 필터(HGMF)를 적용하여 상기 계산된 계수 중 유효 계수를 선택하고, 선택된 유효 계수를 가지는 유효 계수 세그먼트를 출력하는 계수 선택 과정; 인코딩부가 상기 계수 선택부에서 출력되는 유효 계수 세그먼트를 엔트로피 코딩을 포함하는 인코딩을 수행하여 출력하는 인코딩 과정; 디코딩부가 상기 인코딩된 유효 계수 세그먼트를 상기 하이브리드 유전자 접지 중앙 필터를 적용하여 디코딩한 후 출력하는 디코딩 과정; 및 역 이중 트리부가 상기 디코딩된 유효 계수 세그먼트를 상기 역 다중레벨 쌍직교 웨이블릿 변환(IMLBWT)을 적용하여 이미지를 재구성하여 출력하는 역 이중 트리 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 상기 쌍직교 변환 과정은, 상기 쌍직교 변환부가 상기 원격감지 이미지를 제1 크기로 분할한 세그먼트를 매트릭스 크기가 M\*2M인 상기 쌍직교 세그먼트로 변환하되, 상기 쌍직교 세그먼트의 계수(P)는 하기 수식과 같이 주어지는 것을 특징으로 한다.

[0023] [수식식]

$$P = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} D_e - \gamma D_o & D_e - \gamma D_o \\ J(D_e - \gamma D_o) & -J(D_e - \gamma D_o) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & Z \end{bmatrix}$$

[0025] 여기서, De 및 Do는 짝수 및 홀수 DCT 변환으로 구성되는 M\*M/2의 행렬이며, J는 아이덴티티 행렬을 왼쪽에서 오른쪽으로 뒤집어서 만든 카운터 아이덴티티 행렬이며, 행렬 Z는 하기 수식과 같이 표현되는 M/2-1 회전 행렬에 의해 생성되는 행렬이다.

[0026] [수식식]

$$Z = T_o T_1 \dots T_{M/2-2}$$

[0028] 상기 계수 선택 과정에서 상기 계수 선택부가 상기 HGMF를 적용하되 상기 HGMF에 유전자 기반 인공 네로-퍼지 추론 시스템(GANFIS)을 적용하여 상기 유효 계수를 선택하는 것을 특징으로 한다.

[0029] 상기 인코딩 과정에서 인코딩부가 상기 엔트로피 코딩으로, 이항화 기법, 컨텍스트 모델링 및 산술 코딩을 수행하여 상기 유효 계수 세그먼트를 인코딩하는 것을 특징으로 한다.

## 발명의 효과

[0030] 본 발명은 쌍직교 변환(MLBT), 다중레벨 쌍직교 웨이블릿 변환(MLBWT) 및 유전자 기반 지향성 중앙값 필터(GANFIS)를 적용하여 원격감지 이미지를 압축하므로 강력한 이미지 압축 비율을 가지면서 높은 최대 신호 대 잡음비(Peak Signal-to-Noise Ratio: PSNR)를 가지는 고품질의 이미지를 제공할 수 있는 효과가 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0031] 도 1은 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 장치의 구성을 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 방법과 기존 압축 방법들의 압축률 그래프를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 방법과 기존 압축 방법들의 최대 신호 대 잡음비(PSNR) 그래프를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 방법과 기존 압축 방법들의 평균 제곱 오차(MSE) 그래프를 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 방법과 기존 압축 방법들의 상관계수(Correlation) 그래프를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 방법과 기존 압축 방법들의 구조 유사성(SSIM) 그래프를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 방법과 기존 압축 방법들의 실행 시간 그래프를 나타낸 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 장치의 구성 및 동작을 설명하고, 상기 장치에서의 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 방법을 설명한다.
- [0033] 도 1은 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 장치의 구성을 나타낸 도면이다.
- [0034] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 장치는 원격감지 이미지 획득부(10), 쌍직교 변환부(20), 2차원 이중 트리부(30), 계수 선택부(40), 인코딩부(50), 디코딩부(60) 및 역 이중 트리부(70)를 포함한다.
- [0035] 원격감지 이미지 획득부(10)는 원격감지 이미지를 획득하여 출력한다. 상기 원격감지 이미지는 물체와 물리적으로 접촉하지 않고, 원거리에서 해당 물체, 영역 등을 촬영한 이미지일 수 있을 것이다. 이러한 이미지로는 인공 위성에서 촬영한 인공위성 촬영 이미지, 항공기에서 촬영한 항공촬영 이미지, CCTV 등을 통해 촬영된 감시 이미지 등이 될 수 있을 것이다.
- [0036] 쌍직교 변환부(20)는 쌍직교(또는 "이원직교"라 함) 변환(Modified Lapped Bi-orthogonal Transform: MLBT)를 적용하여, 상기 원격감지 이미지 획득부(10)를 통해 획득된 상기 원격감지 이미지를 제1 크기의 동일한 크기를 갖는 다수의 세그먼트로 분할하고, 분할된 세그먼트에 쌍직교 변환(MLBT)을 적용하여 제2 크기(M\*2M)의 쌍직교 세그먼트로 변환하여 출력한다.
- [0037] 2차원 이중 트리부(30)는 상기 쌍직교 세그먼트가 겹치도록 한 후 다중레벨 쌍직교 웨이블릿 변환(MLBWT)을 수행한 쌍직교 웨이블릿 세그먼트를 생성하고, 상기 쌍직교 웨이블릿 세그먼트들의 계수를 계산하여 출력한다.
- [0038] 구체적으로 설명하면, 쌍직교 변환부(20)에 적용되는 MLBT는 변환의 기본 기능이 세그먼트인 블록의 경계와 관련되지만, 계수의 숫자는 중첩하지 않는 블록 변환이 캐스팅된 것처럼 남은 일련의 중첩되지 않는 블록 변환의 결과를 완료하는 일종의 선형 이산 블록 변환이다. 쌍직교 변환(MLBT)은 코어 변환과 오버랩 필터링을 회전 연산자로 인수분해 하여 역방향 정수 변환을 정의하는 리프팅 구조로 실행된다.
- [0039] 예를 들면, 1차원 신호  $x$ 에 대해,  $x_i$ 로 표시되는 각 세그먼트의 길이가 M이면 DCT는  $X_i = C_M * x_i$ 로 정의될 수 있으며, 여기서  $C_M$ 은 M\*M 직교 매트릭스이고,  $x_i$  및  $X_i$ 는 모두 M\*1 열벡터이다. 상기  $C_M$ 의 열벡터는 기본 변환 함수이다.
- [0040] LBT의 기본 개념은 신호  $x$ 를 분할하면서 정보를 중첩(Lapped)하는 것이다.
- [0041] 가장 간단한 기법은 각 세그먼트  $L=2M$ 의 길이를 만들어 각 세그먼트가 변환 중 정보의 일부에 의해 서로 겹치게 하는 것이다. 이와 같이 함으로써 원격감지 이미지의 차단 아티팩트가 감소하고, 재구성된 원격감지 이미지의 품질을 향상할 수 있다.
- [0042]  $P^T$ 를 LBT 변환행렬 크기 M\*2M이라고 하자. 따라서 LBT의 계수는 다음 수학적 식 1과 같이 주어질 수 있을 것이다.

### 수학적 식 1

$$P = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} D_e - \gamma D_o & D_e - \gamma D_o \\ J(D_e - \gamma D_o) & -J(D_e - \gamma D_o) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I & 0 \\ 0 & Z \end{bmatrix}$$

[0044] 여기서,  $D_e$  및  $D_o$ 는 짝수 및 홀수 DCT 변환으로 구성되는  $M \times M/2$ 의 행렬이며,  $J$ 는 아이덴티티 행렬을 왼쪽에서 오른쪽으로 뒤집어서 만든 카운터 아이덴티티 행렬이며, 행렬  $Z$ 는 하기 수학식 2와 같이 표현되는  $M/2-1$  회전 행렬에 의해 생성되는 행렬이다.

### 수학식 2

[0045]

$$Z = T_o T_1 \dots T_{M/2-2}$$

[0046] 계수 선택부(40)는 상기 2차원 이중 트리부(30)에서 출력되는 중첩된 쌍직교 웨이블릿(LBWT) 세그먼트에 하이브리드 유전자 기반 방향 중앙 필터(Hybrid Genetic based directional Median Filter: HGMF)를 적용하여 상기 계산된 계수 중 유효 계수를 선택하고, 선택된 유효 계수를 가지는 유효 계수 세그먼트를 출력한다.

[0047] 구체적으로 설명하면, 이 세그먼트, 즉 상기 쌍직교 웨이블릿 세그먼트에서는 영상 압축 절차 중에 상관계수를 증폭하는 하이브리드 유전자 기반 방향 중앙 필터(HGMF)를 사용한다. 유전 알고리즘을 통해 주어진 영상에 대해 최적의 결과를 얻을 수 있다. 유전 알고리즘은 모든 파티션에 대해 암시했으며, 이 방법의 최종 결과는 모든 파티션에 대한 가중 벡터로 구성된 매트릭스다. 유전 알고리즘의 첫 번째 단계는 모집단 크기, 즉 모집단의 개체의 수를 선택하는 것이다.

[0048] 모집단의 개체는 무작위 숫자 생성기를 이용하여 무작위로 생성된다. 각 개체는 잠재적인 문제 해결, 즉 최적 가중 벡터 ' $w$ '를 의미한다. 벡터 ' $w$ '의 열은 개체의 염색체(천체)에 있다. 개별 염색체에 대한 값의 범위는  $[-1, 1]$ 이며 가중 벡터는 하기 수학식 3의 위치-불변성 제약조건을 만족한다.

### 수학식 3

[0049]

$$e_{n+1} \cdot w^T = w \cdot e_{n+1}^T = 1$$

[0050] 여기서  $e_n = [1, 1, \dots, 1]$ 은  $1 \times N$  벡터다.

[0051] 초기 모집단을 생성한 후 모집단 내 각 개인에 대한 적합성 기능을 평가해야 한다. 이 경우 적합성 함수는 총 제공 오차  $\varepsilon$ , 즉 현재 픽셀 값의 근사치와 원본(비손상) 픽셀 값 사이의 편차이다:

### 수학식 4

[0052]

$$\varepsilon = (s - y \cdot w^T)^2$$

[0053] 여기서  $s$ 는 원래 픽셀,  $y$ 는 중앙 필터 결과의 벡터,  $w$ 는 가중 벡터(모집단 분포)

[0054] 수렴 기준을 예상하여 유전 연산자(선택, 교차 및 돌연변이)를 개체에 적용하는 반복 과정은 만족되지 않을 것이다. 수렴 기준이 만족되지 않으면 현재 모집단에서 가장 적합한 개체가 발견된다. 그 개체는 메모리에 유지된다. 그런 다음 더 적합한 개체를 선택하여 새로운 모집단을 생성한다. 무작위 번호 발생기를 통해 두 명의 부모가 무작위로 선택되고 그들은 교차 작동에서 두 개의 자손 유전자를 생성한다. 크로스오버는 다양한 잠재적 솔루션 간의 데이터 교환을 용이하게 한다.

[0055] 크로스오버 자손 유전자는 다음의 수학식 5와 같이 형성된다.

### 수학식 5

$$c1(i) = \frac{k1.r1(i)+k2.r2(i)}{2}$$

$$c2(i) = \frac{k2.r1(i)+k1.r2(i)}{2}$$

[0056]

[0057] 여기서  $c1(i)$ 와  $c2(i)$ 는  $i$  번째 위치에서 자손 유전자이고,  $r1(i)$  및  $r2(i)$ 의  $i$  번째 위치에서의 부모 유전자이다.

[0058] 개별 유전자, 즉 벡터 'w'의 원소들은  $[-1, 1]$ 범위가 되어야 한다. 자손 유전자는 피트니스 기능의 주요한 가치를 지닌 두 개체를 대신하여 모집단의 구성원이 된다. 그런 다음 무작위 발생기를 통해 한 개체를 선택하고 또한 한 개체를 변화시킬 수 있는 유전자를 선택한다. 돌연변이는 새로운 유전 물질을 모집단에 도입한다. 개인의 돌연변이 유전자는 다음의 수학식 6과 같이 형성된다.

### 수학식 6

$$C1(i) = k.r1(i)$$

[0059]

[0060] 여기서  $C1(i)$ 는  $I$  번째 위치에서 개인의 돌연변이 유전자로,  $r1(i)$ 는  $I$  번째 위치에서 부모 유전자다.

[0061] 중앙값 필터링 방법은 윈도우의 손상되지 않은 픽셀 수가 윈도우의 픽셀 수의 절반보다 크거나 같고, 윈도우 크기가 최대 특정 윈도우 크기보다 작거나 윈도우 크기가 수평 및 수직 축의 각각에서 2씩 증폭되는 경우에 적용된다. 이러한 프로세스가 반복된다.

### 수학식 7

$$Median\ filter_{(x_1, \dots, x_N)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$$

$$Median\ filter_{(x_1, \dots, x_N)} = Median\left(\|x_1\|^2, \dots, \|x_N\|^2\right)$$

[0062]

[0063] 여기서  $x_i$ 는  $i$  번째 가장 큰 관측치를 의미하고  $x$ 는 랜덤 벡터를 의미하며, 랜덤 벡터의 항목은 순서가 지정된다. 필터 윈도우의 크기가  $N$ 인 중앙값 필터에서  $x$ 의 결과 신호  $y$ 는 다음의 수학식 8과 같이 식별된다.

### 수학식 8

$$y = \sum_{k=1}^N w_k x_k = w^T x$$

[0064]

[0065] 여기서  $w_i$ 는 중량 벡터,  $w^T$ 는 필터 계수,  $N$ 은 홀수 정수다. 최적 중앙 필터는 유전 알고리즘을 사용하여 차단 아티팩트를 줄이기 위해 캐스팅된다.

[0066] ANFIS는 AN과 퍼지 논리 시스템 모두의 보상으로 구성된다. 계수 선택 절차를 강화하기 위해 포괄적인 형상 집합과 퍼지 규칙을 선택한다. ANFIS는 광범위하게 사용되는 신경 교란 체계 중 하나이다. 그것은 검토 중인 이미지의 픽셀에 대한 결정을 돕는 Neuro-Fuzzy 시스템을 다룬다. 가장 중요한 목표는 유전적 방법과 중앙 필터와

함께 가장자리 선명도와 이미지 디테일의 보존으로 수많은 종류의 잡음을 제거하는 것이다.

[0067] ANFIS 시스템에서 퍼지 멤버십 함수의 최적 선택을 위해 하이브리드 유전자 알고리즘 기반 ANFIS가 캐스팅된다. 규칙 베이스의 난이도를 줄이기 위해, 하위 업의 규칙 기반 방법은 규칙의 숫자 대 훈련 또는 유효성 검사 오류에 따라 가장 훌륭한 구조를 검색하는 것으로 인정된다. 달성된 결과는 ANFIS 하이브리드 학습 기법으로 그러한 학습 기법의 장점을 제공한다. 이 계획에서 교차 검증 절차에서 GA의 이러한 혼합은 퍼지 규칙의 축약된 숫자로 ANFIS 네트워크를 효율적으로 설계하고 튜닝할 수 있음을 나타낸다.

[0068] 그러한 ANFIS 모델의 설계에 GA를 포함시키는 것은  $\{c_j, \sigma_j\}$ 의  $N(n+1)$  실제 값 인자를 이진수의 결합된 하위 문자열로 지정함으로써 시작된다. 따라서 그러한 모든 하위 문자열은 그러한 ANFIS 모델에 포함된 퍼지 규칙의 선행 조건을 이진 코딩 방식으로 퍼지 분할하는 것을 의미한다. ANFIS 계획을 나타내는 이진수의 각 전체 문자열의 적합성( $\Phi$ )은 다음의 수학적 9로 나타낼 수 있다.

### 수학적 9

$$\Phi = \frac{1}{e}$$

[0069]

여기서  $e$ 는 목적 함수(Objective Function)이다.

[0070]

그리고 그 오류는 적합성( $\Phi$ )의 극대화에 의해 진화 시스템을 통해 하기 수학적 10과 같이 감소된다.

[0071]

### 수학적 10

$$\sum_{i=1}^m [\hat{f}(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{im}) - y_i]^2 \rightarrow \min$$

[0072]

[0073] 진화 절차는 규칙의 모호한 분할 대신 모든 후보 해결책인 이진 문자열의 초기 모집단을 무작정 생성함으로써 진행된다. 그런 다음 룰렛 휠 선택, 크로소버, 돌연변이의 표준 유전자 조작으로 이진 문자열의 완전한 모집단이 꾸준히 진행되도록 제공된다. 퍼지 규칙을 대신하는 모든 염색체는 ANFIS를 사용함으로써 최적으로 결정된다.

[0074]

[0074] ANFIS는 주어진 영상에서 임펄스 노이즈를 보다 효과적으로 제거하기 위해 적용되는 뉴로-퍼지 모델로 알려져 있다. 유전자 알고리즘이 있는 ANFIS는 이미지 압축 계수를 증폭하는 인자를 최적화하기 위해 기초한다. ANFIS 알고리즘의 중요한 목표는 향상된 영상 화질과 함께 보다 정확한 결과를 얻기 위한 것이다. 이것들은 인공 뉴런(생물학적 뉴런의 특성을 모방하는 프로그램 구성)을 상호 연결하는 것이 쉽다.

[0075]

[0075] 기본 아키텍처는 입력계층, 출력계층, 숨겨진 계층 종류의 뉴런으로 구성된다. 이 방식에서 신호는 입력에서 출력 단위로 피드-포워드 방향으로 흐른다. 정보의 제공은 여러 계층으로 확대될 수 있다. 이번 조사에서는 뉴런 모델에 기반한 퍼지 시스템의 최적 인자를 결정하기 위한 신경망 훈련과 학습에 활용된다.

[0076]

[0076] 인코딩부(50)는 상기 계수 선택부에서 출력되는 유효 계수 세그먼트를 엔트로피 코딩을 포함하는 인코딩을 수행하여 출력한다.

[0077]

[0077] 상기 엔트로피 코딩(Entropy coding)은 일련의 구문 요소에 이미지의 감소가 이루어지면 파편 계수 인코딩의 최종 단계에서 이용되는 무손실 압축의 한 형태다. 구문 요소는 이미지 계수를 디코더에서 재구성할 수 있다. 이는 예측 체계(예: 공간적 또는 시간적 예측, 내부 예측 모드, 동작 벡터)와 예측 오류에 포괄적이며, 이를 잔차(Residual)라고도 한다. CABAC는 이항화, 컨텍스트 모델링 및 산술 코딩의 세 가지 고유한 기능으로 구성된다. 바이너리화는 구문 요소를 이진 기호(bins: 이하 "빈"이라 함)에 매핑한다. 컨텍스트 모델링은 빈(bins)의 확률을 평가한다. 마지막으로, 산술 코딩은 빈을 예측 가능한 확률의 원천에 있는 비트로 압축한다.

[0078]

[0078] 이항화 기법은 어떤 원리 기준에 따라 다양한 그룹으로 분류될 수 있는데, 그들은 문턱을 조작한다고 믿는다. 이미지의 이항화를 위한 임계값을 형성하는 방법이 제공된다. 기법은 반복 절차를 따르고 이미지가 다양한 평균 회색 수준을 차지하는 물체와 배경을 구성한다고 가정한다. 반복 기술은 최적의 임계값을 자동으로 단순하게 선

택한다.

- [0079] 컨텍스트 모델링은 높은 코딩 효율성 달성에 필요한 정확한 확률 추정치를 산출한다. 결과적으로, 그것은 매우 적응적이며 다양한 컨텍스트 모델을 다른 빈에 사용할 수 있으며, 그 컨텍스트 모델의 확률은 이전에 코드화된 빈의 값에 기초하여 업데이트된다. 같은 종류의 분포를 가진 빈은 종종 동일한 컨텍스트 모델을 공유한다. 각 빈의 컨텍스트 모델은 구문 요소의 유형, 구문 요소의 빈 위치(binIdx), 루마/크로마, 인접 정보 등에 따라 선택할 수 있다. 각 빈 뒤에 컨텍스트 스위치를 관찰할 수 있다.
- [0080] 산술 코딩은 무손실 데이터 압축에 사용되는 엔트로피 인코딩의 한 형태다. 산술 코딩은 코드 비트를 기호에 할당하는 대신 전체 소스를 한 번 인코딩하는 데 사용된다. 기호 확률이 음의 정수에 있지 않다면 효율성은 더욱 명백하다. 산술 코더는 x1의 간격을 각 기호에 대해 동일한 비례 구간 길이로 하위 구간으로 분할할 수 있다.
- [0081] 제안된 시스템은 GANFIS 방식의 성능 지표 2D-MLBWT 측면에서 상당한 개선을 제공한다. 중첩 쌍직교 웨이블릿은 공동 효율적 값과 PSNR 값을 개선하는 데 사용된다. ANFIS 접근과 함께 퍼지 규칙을 최적화하기 위해 더 높은 품질의 유전 기반 알고리즘으로 이미지를 재구성한다.
- [0082] 디코딩부(60)는 상기 인코딩된 유효 계수 세그먼트를 상기 하이브리드 유전자 접지 중앙 필터를 적용하여 디코딩한 후 출력한다.
- [0083] 역 이중 트리부(70)는 상기 디코딩된 유효 계수 세그먼트를 상기 역 다중레벨 쌍직교 웨이블릿 변환(IMLBWT)을 적용하여 이미지를 재구성하여 출력한다.
- [0084] 도 2는 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중 레벨 이미지 압축 방법과 기존 압축 방법들의 압축률 그래프를 나타낸 도면이고, 도 3은 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 방법과 기존 압축 방법들의 최대 신호 대 잡음비(PSNR) 그래프를 나타낸 도면이고, 도 4는 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 방법과 기존 압축 방법들의 평균 제곱 오차(MSE) 그래프를 나타낸 도면이고, 도 5는 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 방법과 기존 압축 방법들의 상관관계수(Correlation) 그래프를 나타낸 도면이고, 도 6은 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 방법과 기존 압축 방법들의 구조 유사성(SSIM) 그래프를 나타낸 도면이며, 도 7은 본 발명에 따른 쌍직교 웨이블릿을 이용한 원격감지 이미지의 다중레벨 이미지 압축 방법과 기존 압축 방법들의 실행 시간 그래프를 나타낸 도면이다.
- [0085] 도 2 내지 도 7에서 E1은 기존 시스템(JPEG 2000 압축), E2는 기존 시스템 2(2D-OWT 압축), P1은 제안된 방법 1(2D-DT CWT with 퍼지 압축), P2는 제안된 시스템 2(하이브리드 2D-DT-B-B)를 가리킨다. 도 2는 GANFIS를 사용한 예상 2D-MLBWT와 WAPDF, 2D-OWT 및 2D-DTCWT를 사용한 획득 가능한 하이브리드 2D-DT-BDWT 간의 압축비 비교 결과를 보여준다. 2D-MLBWT가 강력한 압축비를 제공하므로 검색된 이미지의 순도가 양호함을 알 수 있다.
- [0086] 도 3은 GANFIS 기반 HGDF를 사용한 예상 2D-MLBWT와 WAPDF, 2D-OWT 및 2D-DTCWT를 사용한 사용 가능한 하이브리드 2D-MLBWT 사이의 PSNR 비교 결과를 심의한다. 투영된 방법은 ANFIS와 함께 2D-MLBWT를 이용하여 최고 신호 대 잡음비(PSNR)의 높은 값을 갖는다. 그 결과, GANFIS와 함께 제안된 2D-MLBWT는 좋은 재구성된 이미지를 보는 높은 PSNR을 제공하는 것으로 알려져 있다.
- [0087] 도 4는 GANFIS 기반 HGDF를 사용한 예상 2D-MLBWT와 퍼지, 2D-OWT 및 JPEG를 사용한 하이브리드 2D-DT-BDWT 간의 MSE 비교 결과를 요약한다. 제안된 계획은 GANFIS와 함께 제안된 2D-MLBWT로 MSE의 가치가 낮다. 결과는 예상된 2D-MLBWT가 더 적은 수의 MSE를 보유하여 양호한 재구성 이미지를 보인다는 것을 보여준다.
- [0088] 도 5는 GANFIS 기반 HGDF를 사용한 제안된 2D-MLBWT와 WAPDF, 2D-OWT, 2D-DTCWT 및 퍼지 및 JPEG 2000을 사용한 하이브리드 2D-DT-DT-BDWT 간의 상관 비교 결과를 보여준다. 제안된 기법은 GANFIS와 함께 2D-MLBWT를 사용하여 높은 상관 값을 갖는다. 그 결과, 기대되는 2D-MLBWT는 일반적인 방법과는 대조적으로 향상된 리사이틀을 얻는다는 것이 확인되었다.
- [0089] 도 6은 GANFIS 기반 HGDF를 사용하는 2D-MLBWT와 WAPDF, 2D-DTCWT, 2D-OWT 및 JPEG 2000을 사용하는 사용 가능한 Hybrid 2D-DT-BDWT 간의 SSIM 비교 결과를 보여준다. 프로젝트 계획은 ANFIS가 포함된 2D-MLBWT를 통해 SSIM(Structural SIMilarity)의 높은 가치를 가지고 있다. 출력에서 ANFIS를 사용하는 예상 2D-MLBWT는 일반적인 기술에 비해 SSIM 대비가 더 우수하다는 것을 알 수 있다.
- [0090] 도 7은 GANFIS 기반 HGDF를 사용하는 2D-MLBWT와 WAPDF, 2D-DTCWT, 2D-OWT 및 JPEG 2000을 사용하는 하이브리드 2D-DT-BDWT 간의 실행 시간 비교 결과를 보여준다. 예상 기법은 2D-MLBWT로 실행 시간이 더 짧다. 그 결과,

GANFIS와 함께 투사된 2D-MLBWT는 퍼지, 2D-OWT 및 JPEG 2000 시스템의 하이브리드 2D-DT-BDWT, 2D-DTCWT와 대조적으로 실행 시간이 더 짧다는 것이 밝혀졌다.

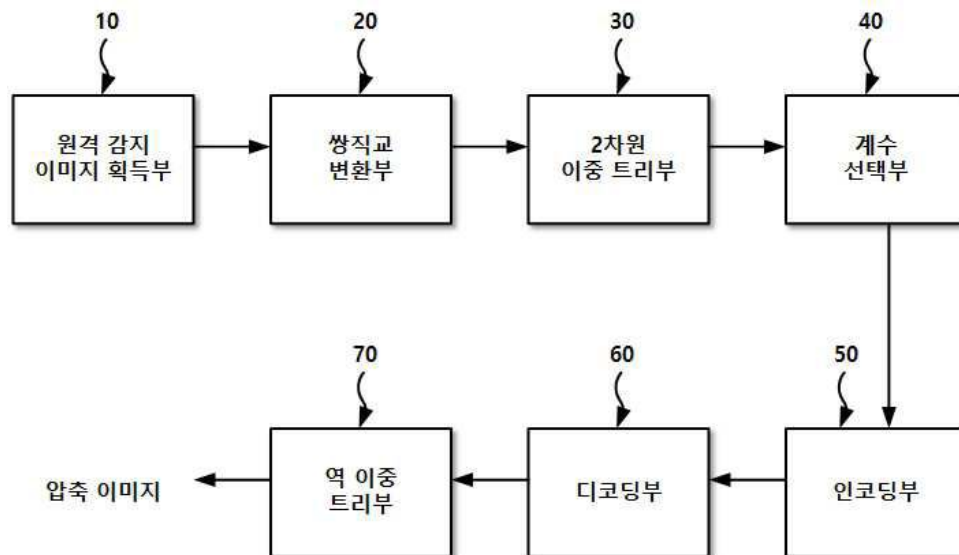
[0091] 한편, 본 발명은 전술한 전형적인 바람직한 실시예에만 한정되는 것이 아니라 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지로 개량, 변경, 대체 또는 부가하여 실시할 수 있는 것임은 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 용이하게 이해할 수 있을 것이다. 이러한 개량, 변경, 대체 또는 부가에 의한 실시가 이하의 첨부된 특허청구범위의 범주에 속하는 것이라면 그 기술사상 역시 본 발명에 속하는 것으로 보아야 한다.

### 부호의 설명

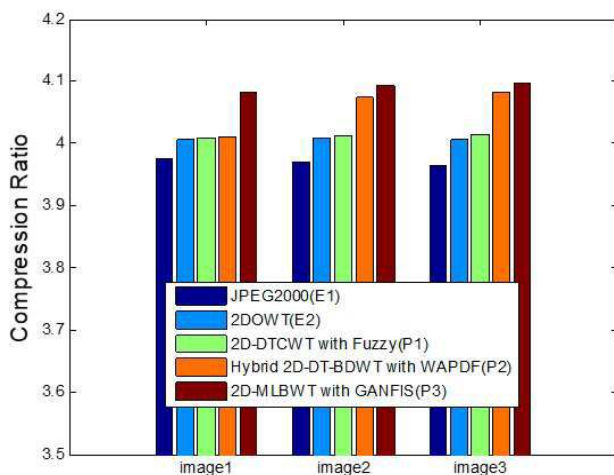
[0092] 10: 원격 감지 이미지 획득부      20: 쌍직교 변환부  
30: 2차원 이중 트리부      40: 계수 선택부  
50: 인코딩부      60: 디코딩부  
70: 역 이중 트리부

### 도면

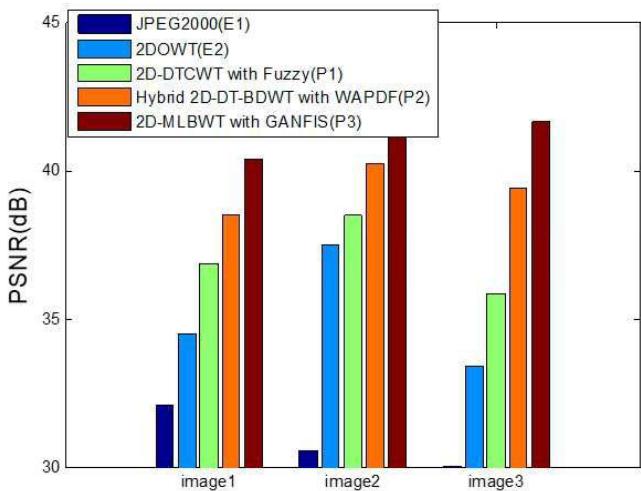
#### 도면1



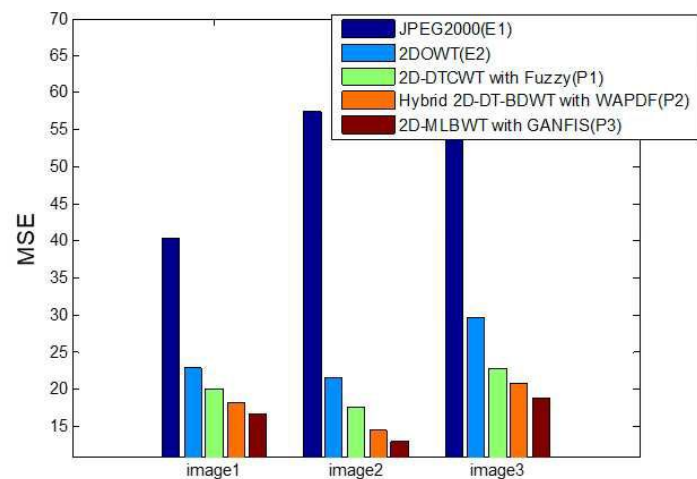
#### 도면2



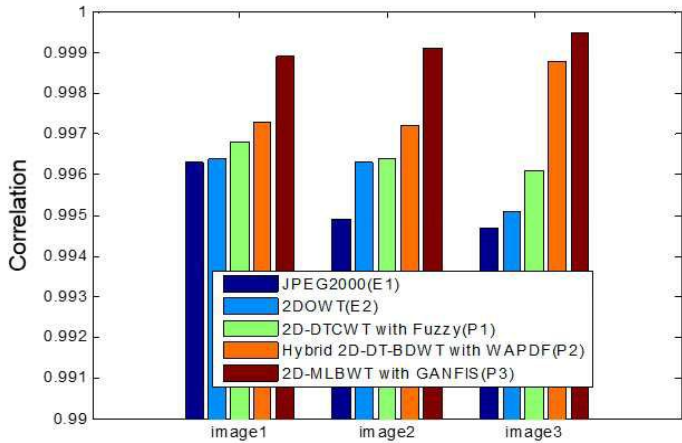
도면3



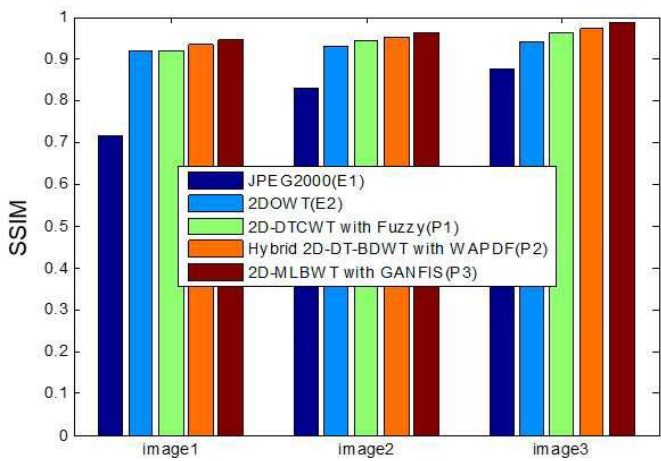
도면4



도면5



도면6



도면7

