



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0142332
(43) 공개일자 2021년11월25일

- | | |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04N 19/50 (2014.01) H04N 19/119 (2014.01)
H04N 19/137 (2014.01) H04N 19/182 (2014.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H04N 19/50 (2015.01)
H04N 19/119 (2015.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2020-0059028</p> <p>(22) 출원일자 2020년05월18일
심사청구일자 2020년05월18일</p> | <p>(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)</p> <p>(72) 발명자
전광길
인천광역시 연수구 해송로 70, 209동 805호(송도동, 송도웹카운티2단지)</p> <p>(74) 대리인
특허법인충정</p> |
|---|--|

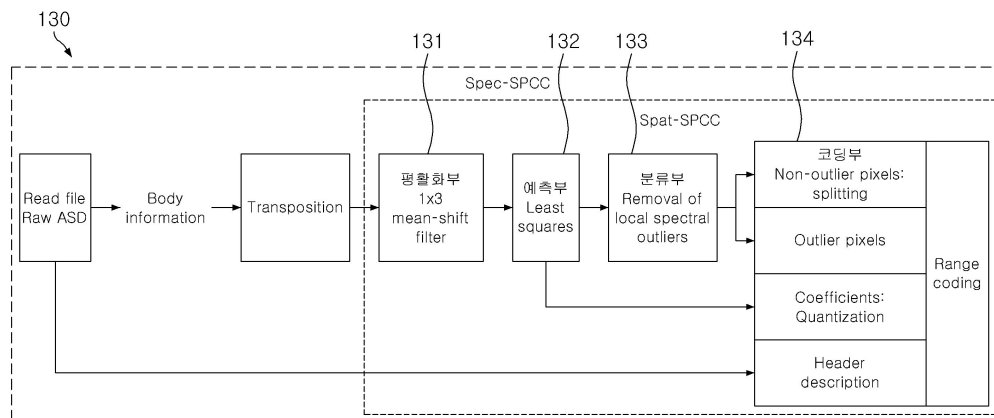
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 의한 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 장치 및 방법은, 중앙 처리부가 오로라 스펙트럼 이미지를 복수의 열로 균등하게 분할하고, 상기 각각의 분할된 이미지를 인코더로 전송하는 단계; 상기 인코더는 상기 분할된 이미지의 각 픽셀에 대한 예측 계수를 계산하는 단계; 상기 인코더는 상기 예측 계수에 기반하여 상기 각 픽셀의 예측값을 계산하는 단계; 상기 인코더는 상기 분할된 이미지의 각 픽셀의 원본 픽셀값에서 상기 각 픽셀의 예측값을 감산하여 잔차를 계산하는 단계; 및 상기 인코더는 상기 계산한 잔차를 정렬하여 특이값을 식별하여 제거하고, 상기 특이값의 픽셀값을 포함한 복수의 압축 정보를 코딩하는 단계를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

H04N 19/137 (2015.01)

H04N 19/182 (2015.01)

명세서

청구범위

청구항 1

중앙 처리부는 오로라 스펙트럼 이미지를 복수의 열로 균등하게 분할하고, 상기 각각의 분할된 이미지를 인코더로 전송하는 단계;

상기 인코더는 상기 분할된 이미지의 각 픽셀에 대한 예측 계수를 계산하는 단계;

상기 인코더는 상기 예측 계수에 기반하여 상기 각 픽셀의 예측값을 계산하는 단계;

상기 인코더는 상기 분할된 이미지의 각 픽셀의 원본 픽셀값에서 상기 각 픽셀의 예측값을 감산하여 잔차를 계산하는 단계; 및

상기 인코더는 상기 계산한 잔차를 정렬하여 특이값을 식별하여 제거하고, 상기 특이값의 픽셀값을 포함한 복수의 압축 정보를 코딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 예측 계수를 계산하는 단계는,

상기 인코더는 상기 분할된 이미지를 평균 시프트 필터를 이용하여 평활화한 후, 상기 분할된 이미지의 각 픽셀에 대한 예측 계수를 계산하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 예측 계수를 계산하는 단계는,

상기 인코더는 저복잡도 최소 제곱 방법(Low Complexity Least Square Method)인 하기의 수학적 식 1을 이용하여 상기 예측 계수를 계산하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 방법.

[수학적 식 1]

$$\bar{p}_{m,n} = \sum_{i=1}^{\min(I,n)} b_i \cdot \bar{p}_{m,n-I'+1+i}$$

$$\bar{\mathbf{p}}_{(1,n):(M,n)} = \bar{\mathbf{p}}_{(1:n-I'):(M,n-1)} [b_1, b_2, \dots, b_{I'}]^T$$

여기서, I' 는 예측 순서 I 와 공간 위치 인덱스 n 사이의 최소값을 나타내고, b_i 는 $(n - I' - 1 + i)^{th}$ 공간 라인에서 대응하는 픽셀의 예측 계수이며, (m_1, n_1) 에서 (m_2, n_2) 까지의 이미지 블록에서 픽셀값들을 $\bar{\mathbf{p}}_{(m_1,n_1):(m_2,n_2)}$ 로 표시하면, 예측 계수들($b_1 \sim b_{I'}$), $\bar{p}_{m,n}$ 은 특정 위치(m,n)에서의 평활화된 픽셀값임.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 평활화된 픽셀값은 하기의 수학적 식 2로 표현되고, 상기 수학적 식 1의 예측 계수로 대체하여 결정되는 것을 특징으로 하는 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 방법.

[수학식 2]

$$\bar{p}_{m,n} = (a_2 p_{m,n-2} + a_1 p_{m,n-1} + p_{m,n}) / (1 + a_1 + a_2)$$

여기서, $P(m,n)$ 은 원본 픽셀값이고, a_1 및 a_2 는 이전의 두 공간 픽셀에서 각각 예측되는 픽셀의 가중치 계수들임.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 코딩하는 단계는,

상기 분할된 이미지의 각 픽셀의 원본 픽셀값에서 상기 각 픽셀의 예측값을 감산한 잔차를 계산하고, 절대값으로 절대 잔차를 계산한 후, 특정 공간 라인의 모든 절대 잔차들을 내림차순으로 정렬하는 단계;

$D_1 - D_2, D_2 - D_3, \dots, D_{M-1} - D_M$ 의 정렬된 절대 잔차의 이전과 이후의 차이를 계산하고, 최대값 $D_i - D_{i+1}$ 을 찾는 단계; 및

기설정된 절대 잔차값 D_i 보다 큰 픽셀은 특이값으로 표시하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 코딩하는 단계는,

상기 인코더는 상기 압축 정보를 비특이값 픽셀들(Non Outlier Pixels), 특이값 픽셀들, 예측 계수들, 헤더 설명의 4가지 유형으로 나누고, 상기 헤더 설명을 제외한 나머지 압축 정보를 범위 코더(Range Coder)에 의해 범위 코딩하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 방법.

청구항 7

오로라 스펙트럼 이미지를 복수의 열로 균등하게 분할하고, 상기 각각의 분할된 이미지를 인코더로 전송하는 중앙 처리부;

상기 분할된 이미지의 각 픽셀에 대한 예측 계수를 계산하고, 상기 예측 계수에 기반하여 상기 각 픽셀의 예측값을 계산하고, 상기 분할된 이미지의 각 픽셀의 원본 픽셀값에서 상기 각 픽셀의 예측값을 감산하여 잔차를 계산하고, 상기 인코더는 상기 계산한 잔차를 정렬하여 특이값을 식별하여 제거하며, 상기 특이값의 픽셀값을 포함한 복수의 압축 정보를 코딩하는 인코더를 포함하는 것을 특징으로 하는 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 인코더는 저복잡도 최소 제곱 방법(Low Complexity Least Square Method)인 하기의 수학식 1을 이용하여 상기 예측 계수를 계산하는 것을 특징으로 하는 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 장치.

[수학식 1]

$$\bar{p}_{m,n} = \sum_{i=1}^{\min(l,n)} b_i \cdot \bar{p}_{m,n-l'+1+i}$$

$$\bar{\mathbf{p}}_{(1,n):(M,n)} = \bar{\mathbf{p}}_{(1,n-l'):(M,n-1)} [b_1, b_2, \dots, b_{l'}]^T$$

여기서, I' 는 예측 순서 I 와 공간 위치 인덱스 n 사이의 최소값을 나타내고, b_i 는 $(n - I' - 1 + i)^{th}$ 공간 라인에서 대응하는 픽셀의 예측 계수이며, (m_1, n_1) 에서 (m_2, n_2) 까지의 이미지 블록에서 픽셀값들을 $\bar{P}_{(m_1, n_1):(m_2, n_2)}$ 로 표시하면, 예측 계수들($b_1 \sim b_{I'}$), $\bar{p}_{m,n}$ 은 특정 위치(m,n)에서의 평활화된 픽셀값임.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 평활된 픽셀값은 하기의 수학식 2로 표현되고, 상기 수학식 1의 예측 계수로 대체하여 결정되는 것을 특징으로 하는 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 장치.

[수학식 2]

$$\bar{p}_{m,n} = (a_2 p_{m,n-2} + a_1 p_{m,n-1} + p_{m,n}) / (1 + a_1 + a_2)$$

여기서, $P(m,n)$ 은 원본 픽셀값이고, a_1 및 a_2 는 이전의 두 공간 픽셀에서 각각 예측되는 픽셀의 가중치 계수들임.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 오로라는 자연에서 가장 아름다운 경이로 여겨지며 화려하고 끊임없이 변화한다. 우주에서 고 에너지로 하전된 입자가 태양풍에 의해 지구로 운반될 때, 지구의 극으로 지자기장에 의해 끌어당겨져 대기권의 분자와 원자가 충돌하여 결국 오로라가 발생한다.

[0003] 오로라는 매우 중요한 연구 가치를 가지고 있으며, 태양 활동의 연구와 지구에 미치는 영향을 파악하는데 도움이 된다. 또한, 오로라 연구는 다른 행성을 연구하기 위한 참고 자료를 제공할 수 있는데, 이는 오로라가 태양계에서 자기장이 있는 행성에 흔한 현상이기 때문이다.

[0004] 오로라 스펙트럼 데이터는 오로라 스펙트럼의 특정 초 분광 데이터로서 극지방에 장착된 분광계에 의해 캡처되고, 태양 활동과 지상 진화 사이의 격차를 해소하는데 있어 대체할 수 없는 연구 가치를 가지고 있다.

[0005] 오로라의 정확한 발생 시간을 알 수 없으므로, 매우 높은 주파수에서 오로라 스펙트럼 데이터를 연속적으로 캡처하려면 분광계가 필요하다. 결과적으로 오로라 스펙트럼 데이터의 양이 매우 크기 때문에 저장 및 전송에 큰 어려움이 있다.

[0006] 이러한 문제를 해결하기 위해서 오로라 스펙트럼 데이터의 압축은 필수적이며, 손실없는 압축이 손실있는 압축보다 선호된다. 여기에는 두 가지 주요 이유가 있다. 하나는 오로라 스펙트럼 이미지의 과학적 가치가 매우 높고 획득 비용이 상당히 비싸기 때문에 오로라 스펙트럼 이미지는 장기 보존 가치가 있다는 점이고, 다른 하나는 일부 응용에서 사소한 정보 손실이 큰 오류를 유발할 수 있다는 점이다.

[0007] 현재까지 개발된 오로라 스펙트럼 데이터의 압축 기술은 다양한 무손실 압축 알고리즘이 제안되고 있으나, 대용량 파일의 전송 오류가 해결되지 않고 있으며, 압축 성능도 떨어져 오로라 연구에 어려움이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국 등록특허번호 제10-2048340호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 성능을 향상시키고, 압축 시간을 최소화할 수 있는 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 방법은,
 [0011] 중앙 처리부는 오로라 스펙트럼 이미지를 복수의 열로 균등하게 분할하고, 상기 각각의 분할된 이미지를 인코더로 전송하는 단계;
 [0012] 상기 인코더는 상기 분할된 이미지의 각 픽셀에 대한 예측 계수를 계산하는 단계;
 [0013] 상기 인코더는 상기 예측 계수에 기반하여 상기 각 픽셀의 예측값을 계산하는 단계;
 [0014] 상기 인코더는 상기 분할된 이미지의 각 픽셀의 원본 픽셀값에서 상기 각 픽셀의 예측값을 감산하여 잔차를 계산하는 단계; 및
 [0015] 상기 인코더는 상기 계산한 잔차를 정렬하여 특이값을 식별하여 제거하고, 상기 특이값의 픽셀값을 포함한 복수의 압축 정보를 코딩하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 본 발명의 특징에 따른 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 장치는,
 [0018] 오로라 스펙트럼 이미지를 복수의 열로 균등하게 분할하고, 상기 각각의 분할된 이미지를 인코더로 전송하는 중앙 처리부;
 [0019] 상기 분할된 이미지의 각 픽셀에 대한 예측 계수를 계산하고, 상기 예측 계수에 기반하여 상기 각 픽셀의 예측값을 계산하고, 상기 분할된 이미지의 각 픽셀의 원본 픽셀값에서 상기 각 픽셀의 예측값을 감산하여 잔차를 계산하고, 상기 인코더는 상기 계산한 잔차를 정렬하여 특이값을 식별하여 제거하며, 상기 특이값의 픽셀값을 포함한 복수의 압축 정보를 코딩하는 인코더를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0020] 진술한 구성에 의하여, 본 발명은 오로라 스펙트럼 데이터를 압축하는데 소요되는 시간을 최소화할 수 있고, 압축 성능이 뛰어나 대용량 파일의 전송 오류를 방지할 수 있으며, 각 파일의 계산 시간 비용이 낮아질 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 장치의 구성을 나타낸 도면이다.
 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 SPCC 인코더의 구성을 나타낸 도면이다.
 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 디코더의 프로세스를 나타낸 도면이다.
 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 방법을 설명하기 위한 도면이다.
 도 5는 Spec-SPCC 및 Spat-SPCC를 사용한 후의 잔차 이미지를 비교한 결과를 나타낸 도면이다.
 도 6은 오로라 스펙트럼 데이터의 일례를 나타낸 도면이다.
 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 7의 예측 순서를 위해 도 6의 (a)의 비트 레이트 맵을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

- [0023] 본 발명의 무손실 압축 전략을 개선하기 위한 SPCC(Smoothing, Prediction, Classification and Coding)는 고급 예측 인코더와 프로그레시브 디코더로 구성된 코덱을 제안한다. SPCC는 평활화, 예측, 분류 및 코딩으로 이루어져 있다.
- [0024] 인코더는 특이값 인식과 하이브리드 공간 스펙트럼 역상관을 사용한다.
- [0025] 디코더는 비특이값 잔차, 특이값 픽셀값, 예측 계수 및 헤드 정보의 압축된 데이터로부터 원본 데이터를 점진적으로 복구한다.
- [0026] 무작위로 선택된 데이터 세트의 총 파일수가 23,214개인 경우, 코덱은 다양한 무손실 압축 방법과 비교할 때 최고의 압축 성능과 계산 효율을 보여준다.
- [0028] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 장치의 구성을 나타낸 도면이고, 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 SPCC 인코더의 구성을 나타낸 도면이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 디코더의 프로세스를 나타낸 도면이고, 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0029] 본 발명의 실시예에 따른 오로라 스펙트럼 데이터의 무손실 압축 장치(100)는 입력부(110), 중앙 처리부(120), 인코더(130) 및 디코더(140)를 포함한다.
- [0030] 입력부(110)는 외부 장치로부터 오로라 스펙트럼 이미지의 데이터를 수신한다.
- [0031] 중앙 처리부(120)는 오로라 스펙트럼 이미지를 복수의 열로 균등하게 분할하고, 각각의 분할된 이미지를 인코더(130)로 전송한다(S100).
- [0032] 인코더(130)는 SPCC(Smoothing, Prediction, Classification and Coding) 인코더로서 가장 간단한 예측 수단인 저복잡도 최소 제곱 방법(Low Complexity Least Square Method, LS)이 적용된다.
- [0033] 저복잡도 최소 제곱 방법은 단방향성이고, 공간(Spatial) 또는 스펙트럼(Spectral) 차원을 따라 데이터를 역상관시킨다.
- [0034] 인코더(130)는 예측 방향에 따라 공간 SPCC(Spat-SPCC)와 스펙트럼 SPCC(Spec-SPCC)의 2종류로 나뉜다.
- [0035] 공간 SPCC(130)는 평활화부(131), 예측부(132), 분류부(133) 및 코딩부(134)를 포함한다.
- [0036] 공간 SPCC(130)는 평균 시프트 평활화, LS에 대한 예측, ORLS에 의해 4가지 유형으로 압축될 데이터를 분류하고, 범위 코더에 의해 분류된 데이터를 압축함으로써 잡음 필터링의 조합으로 구성된다.
- [0037] 스펙트럼 SPCC(130)는 평활화하기 전에 원본 데이터의 위치나 순서를 뒤바꾸는 수정된 형태의 Spat-SPCC이다.
- [0038] 직접 예측은 실제 방출 정보가 노이즈에 의해 바이어스되므로 정확도가 떨어진다.
- [0039] 원본 오로라 스펙트럼 이미지의 데이터는 잡음 효과를 약화시키기 위해 평활화된다.
- [0040] 데이터의 표준 편차는 일반적으로 크며, 가우스 노이즈에 가장 적합한 필터는 평균 필터이다.
- [0041] 평활화부(131)는 분할된 이미지를 평균 시프트 필터를 이용하여 평활화 한다.
- [0042] 예측부(132)는 저복잡도 최소 제곱 방법을 이용하여 분할된 이미지의 각 픽셀에 대한 예측 계수를 계산한다(S110).
- [0043] 예측부(132)는 예측 계수에 기반하여 각 픽셀의 예측값을 계산한다(S120).
- [0044] 실제로 1×3 크기의 템플릿이 사용된다. 특정 위치(m,n)에서의 평활화된 픽셀값은 $\bar{p}_{m,n}$ 으로 표시되고 하기의 수학적 식 1에 의해 표현된다. 여기서, $P(m,n)$ 은 원본 픽셀값이고, a_1 및 a_2 는 이전의 두 공간 픽셀에서 각각 예측되는 픽셀의 가중치 계수들이다.

수학식 1

$$\bar{p}_{m,n} = (a_2 p_{m,n-2} + a_1 p_{m,n-1} + p_{m,n}) / (1 + a_1 + a_2)$$

하기의 수학식 2는 저복잡도 최소 제곱 방법(LS)의 기본 방정식이다.

수학식 2

$$\bar{p}_{m,n} = \sum_{i=1}^{\min(l,n)} b_i \cdot \bar{p}_{m,n-l'-1+i}$$

$$\bar{\mathbf{p}}_{(1,n):(M,n)} = \bar{\mathbf{p}}_{(1:n-l'):(M,n-1)} [b_1, b_2, \dots, b_{l'}]^T$$

여기서, l' 은 예측 순서 l 와 공간 위치 인덱스 n 사이의 최소값을 나타내고, b_i 는 $(n - l' - 1 + i)^{th}$ 공간 라인에서 대응하는 픽셀의 예측 계수이며, (m_1, n_1) 에서 (m_2, n_2) 까지의 이미지 블록에서 픽셀값들을 $\bar{\mathbf{p}}_{(m_1,n_1):(m_2,n_2)}$ 로 표시하면, 예측 계수들($b_1 \sim b_{l'}$)은 수학식 2로 해결할 수 있다.

$\bar{p}_{m,n}$ 의 예측값은 수학식 2에서 계산된 예측 계수로 대체하여 결정된다.

원본 데이터를 오류없이 재구성하기 위해서는 $\hat{p}_{m,n}$ 으로 반올림되고, $d_{m,n}$ 은 $p_{m,n} - \bar{p}_{m,n}$ 의 반올림값 대신에 $p_{m,n} - \hat{p}_{m,n}$ 으로 계산된다.

다른 한편으로, 특정 픽셀들의 픽셀값들은 CIC(Clock Induced Charge)에 의해 심하게 바이어스되어 커지게 되고, 이에 따른 잔차들(Residuals)은 결과적으로 중요하다.

모든 픽셀의 비정상적으로 높은 값의 잔차가 특이값으로 정의되어 직접 인코딩의 전체 압축 성능이 저하될 수 있다.

분류부(133)는 분할된 이미지의 각 픽셀의 원본 픽셀값에서 각 픽셀의 예측값을 감산하여 잔차를 계산하고, 계산한 잔차를 정렬하여 특이값을 식별하여 제거한다(S130).

이러한 종류의 특이값은 하기의 알고리즘(ORLS 알고리즘)에 의해 다음과 같이 식별할 수 있다.

(1) 특정 공간 라인의 모든 절대 잔차들을 내림차순으로 정렬한다.

예를 들어, n 번째 공간 라인을 선택하면, $|\mathbf{d}_{(1,n):(M,n)}|$ 는 $D_1 \sim D_M$ 으로 재정렬되며, $d_{1,n}$ 은 D_{m1} 에 매핑되고, $d_{2,n}$ 은 D_{m2} 에 매핑되고, $d_{3,n}$ 은 D_{m3} 에 매핑된다.

인덱스 쌍 $1 \sim M$ 와 $m1 \sim mM$ 사이의 매핑 관계는 가역적이고 특이하다.

(2) $D_1 - D_2, D_2 - D_3, \dots, D_{M-1} - D_M$ 의 정렬된 절대 잔차의 이전과 이후의 차이를 계산하고, 최대값 $D_i - D_{i+1}$ 을 찾을 수 있다.

(3) 기설정된 절대 잔차값 D_i 보다 큰 픽셀은 특이값으로 표시된다.

- [0060] 압축될 정보는 비특이값 픽셀들(Non Outlier Pixels), 특이값 픽셀들, 예측 계수들, 헤더 설명의 4가지 유형으로 나뉜다.
- [0061] 헤더 설명을 제외하고 각 압축의 마지막 단계에서 개선된 산술 코딩인 범위 코딩(Range Coding, RC)이 사용된다.
- [0062] 코딩부(134)는 헤더 설명을 제외한 나머지 압축 정보를 범위 코더(Range Coder)에 의해 범위 코딩한다(S140).
- [0063] 전자의 두 가지 유형과 관련하여 잔차들과 원본 픽셀값들은 엔트로피(Entropy) 코딩될 각각의 엔티티 데이터이다.
- [0064] SPCC의 설명된 절차는 특정 도메인(예를 들어 Spat-SPCC의 공간 도메인)에 관련되어 있으므로 두 도메인의 상관 절차를 활용할 수 있다. 즉, 2차 역상관 차원을 통해 잔차 이미지를 1차원 연속 데이터 스트림으로 변환하고, 이를 연속 그룹으로 분할하며, 슬라이스된 서브 스트림 대신하여 최종 코더에 입력한다.
- [0065] 보다 구체적으로 Spat-SPCC는 1024개의 스펙트럼 라인을 순차적으로 인코딩한다.
- [0066] 한편, 처음 2개의 공간 라인의 비특이값 픽셀의 경우, LS가 예측 순서가 3이상이어야 하므로 잔차 대신에 원본 픽셀값들이 인코딩된다.
- [0067] 부동 정밀도 예측 계수(Float Precision Prediction Coefficients)는 전체 압축 효율을 향상시키기 위해서 양자화된다.
- [0068] 코딩 프로세스를 직접 수행하기 전에 각 플로트(Float)의 마지막 16비트가 제거된다. 부호비트, 모든 지수비트 및 처음 7개의 10 진수 비트로 구성된 왼쪽 16 비트가 인코딩된다.
- [0069] 계수와 잔차에 대해 각각 10^{-7} and $10^{-7} \times 2^{15} \times I'$ 를 넘지 않는 추가적인 절대 오차가 발생한다. 잔차에는 거의 변화가 없게 된다.
- [0070] 모든 계수에 대한 부호 비트가 함께 결합되어 인코딩된다.
- [0071] 지수 및 10 진수 비트는 유사한 방식으로 코딩되어 압축된 비트 파일에 연속적으로 추가된다.
- [0072] 한편, 모든 맞춤 파일의 헤더는 치수 크기, 샘플링 온도, 샘플링 간격, 노출 시간과 같은 추가 데이터 분석을 위한 핵심 매개 변수에 대한 필수 설명을 제공한다. 헤더는 5760 바이트의 고정 크기를 가진다.
- [0073] 프로그레시브(Progressive) 디코더(140)는 모든 압축 파일의 범위를 디코딩한다. 플로트 정밀도 계수는 디코딩된 부호 비트, 지수 비트 및 10진수 비트로부터 각각의 계수 플로트의 처음 16비트로 순차적으로 1, 8, 및 7 비트를 시프트함으로써 하나씩 재구성된다. 나머지 절차는 도 3에 설명되어 있다.
- [0074] 도 3에서 사각형 안의 숫자는 스펙트럼 위치 지수를 나타낸다. 예를 들어 1을 가진 정사각형은 첫 번째 스펙트럼 선의 픽셀을 나타낸다.
- [0075] 원본 오로라 스펙트럼 데이터는 항상 예측된 데이터와 잔차를 추가한 것이다.
- [0076] 데이터 재구성을 위한 도식된 절차를 참조하면, 단일 도메인(Spat-S)에서 점진적으로 디코딩하는 것이 필수적이다.
- [0077] 예측 수단은 SPCC 인코더(130)와 동일하여 현재 라인을 인코딩하는데 필요한 데이터가 미리 디코딩되도록 보장한다.
- [0078] 프로그레시브 디코더(140)는 n번째 공간 라인을 따라 원본 이미지를 예측 계수와 잔차 이미지를 이용하여 예측 이미지를 점진적으로 디코딩한다.
- [0079] 도 5는 Spec-SPCC 및 Spat-SPCC를 사용한 후의 잔차 이미지를 비교한 결과를 나타낸 도면이다.
- [0080] 중앙 처리부(120)는 공간 SPCC(Spat-SPCC)와 스펙트럼 SPCC(Spec-SPCC)의 두 가지 방식의 압축 성능을 분석한 후, 압축 성능이 더 좋은 SPCC 인코더(130)를 선택할 수 있다.
- [0081] 도 5에 도식된 바와 같이, 공간 SPCC(Spat-SPCC)와 스펙트럼 SPCC(Spec-SPCC)의 실험 결과는 둘 다 효과적인 압축 성능을 보이고 있지만, 공간 SPCC가 스펙트럼 SPCC에 비하여 좀 더 나은 성능을 나타내는 것을 알 수 있다.

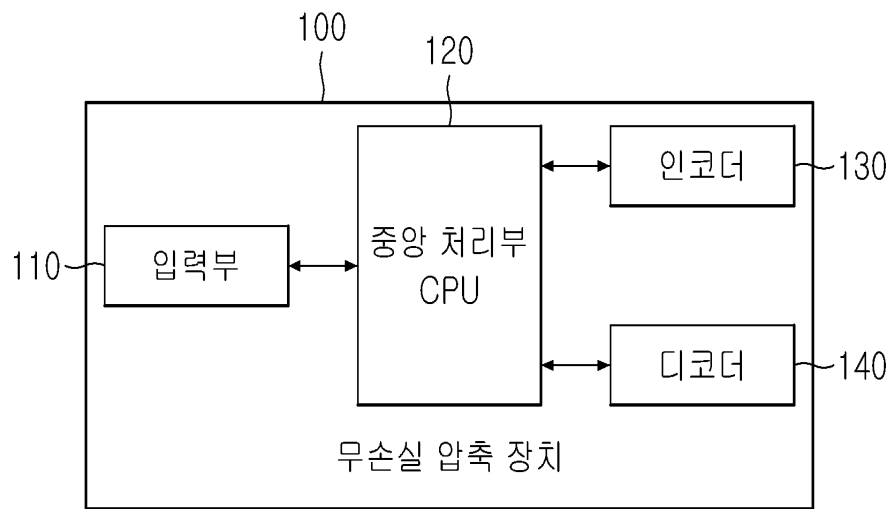
- [0082] 도 6의 (a)는 2015 년 10월 19일 UT 20:29:40에 ZHS에서 생성된 오로라 스펙터럼 데이터의 일례이고, 도 6의 (b)는 (a)의 확률 분포이다.
- [0083] 대부분의 픽셀들은 가우스 분포를 따르고, 픽셀은 광 신호에 해당하는 분포가 없기 때문에 배경이다.
- [0084] 가중치 계수와 예측 순서는 압축 성능에 영향을 준다. 도 7에서 실험한 결과를 보면, 상이한 예측 순서에 관한 비트 레이트의 맵이 유사한 것을 볼 수 있다.
- [0085] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 7의 예측 순서를 위해 도 6의 (a)의 비트 레이트 맵을 나타낸 도면이다.
- [0086] 도 7에 도시된 바와 같이, 임의의 특정 예측 순서가 주어지면, 계수들의 4가지의 경우가 있는데, 예를 들면,
 (1) $a_1 \geq 1, a_2 \geq 1$, (2) $a_1 \geq 1, a_2 < 1$, (3) $a_1 < 1, a_2 \geq 1$, (4)
 $a_1 < 1, a_2 < 1$ 이다.
- [0087] 낮은 비트 전송률은 도 7에서 핫스팟 영역에 매핑된다. 픽셀 당 비트는 압축 성능이 증감함에 따라 감소한다. a1과 a2의 역수가 모두 충분히 클 때, 성능이 현저한 것을 볼 수 있다.
- [0088] 설명의 편의를 위해서 최소 비트 레이트에 대응하는 계수가 사용된다.
- [0089] 7의 최적 예측 순서는 2015년 10월 19일의 데이터에 대해 대략 4에서 10 사이의 I' 범위로 시험에서 결정된다.
- [0090] 이상에서 본 발명의 실시예는 장치 및/또는 방법을 통해서만 구현이 되는 것은 아니며, 본 발명의 실시예의 구성에 대응하는 기능을 실현하기 위한 프로그램, 그 프로그램이 기록된 기록 매체 등을 통해 구현될 수도 있으며, 이러한 구현은 앞서 설명한 실시예의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 전문가라면 쉽게 구현할 수 있는 것이다.
- [0091] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

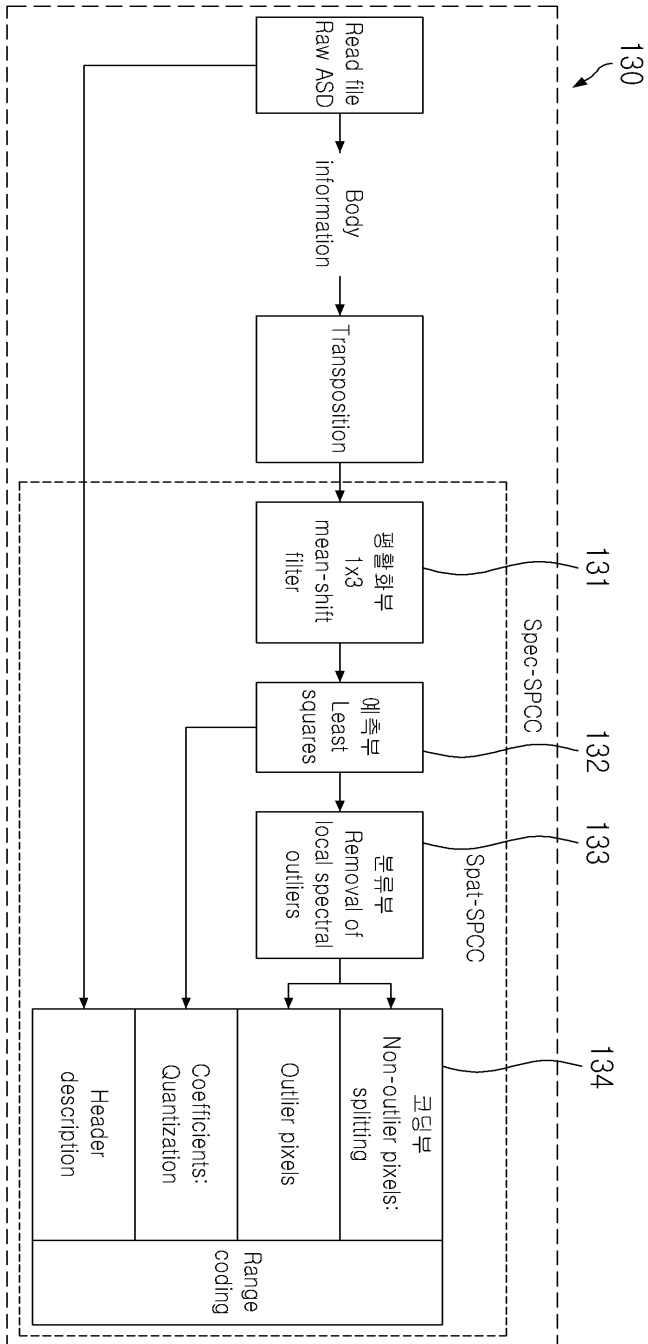
- [0092] 100: 무손실 압축 장치
 110: 입력부
 120: 중앙 처리부
 130: 인코더
 140: 디코더

도면

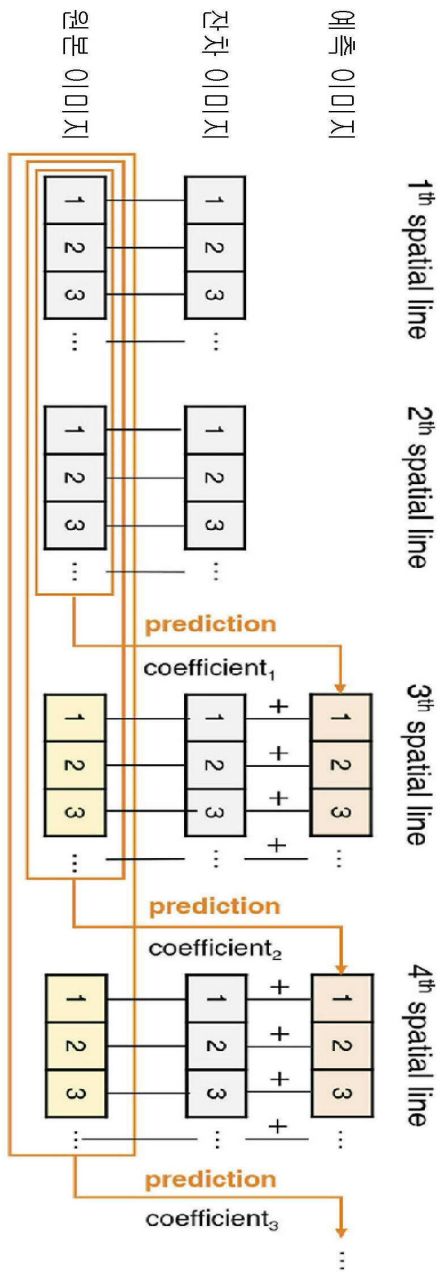
도면1



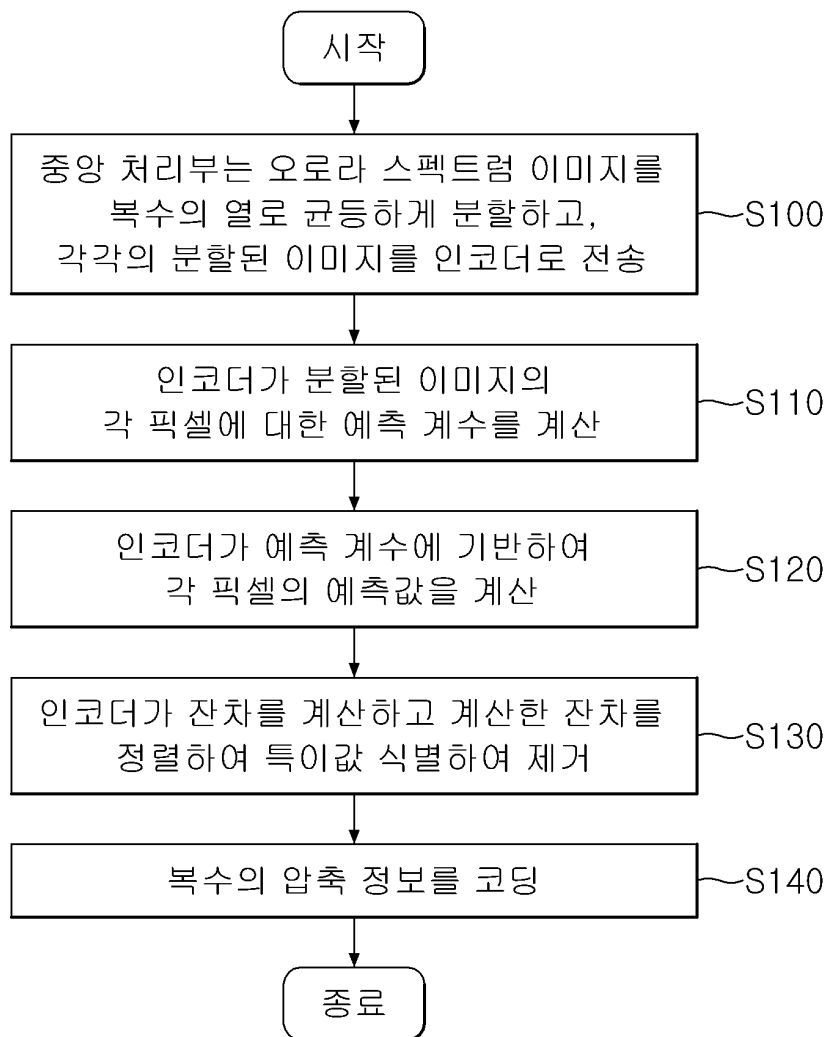
도면2



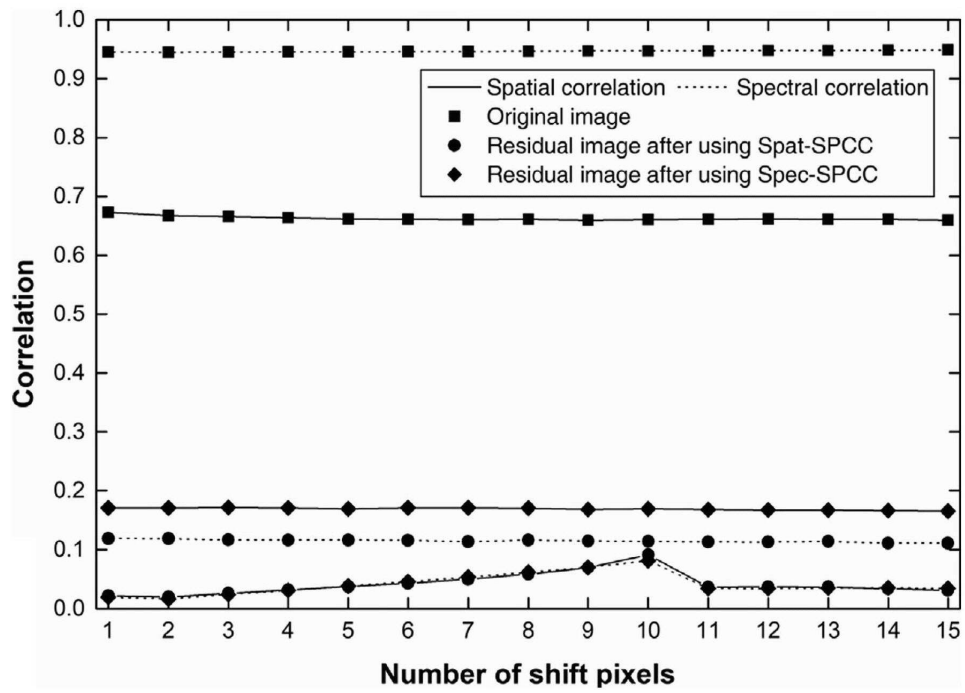
도면3



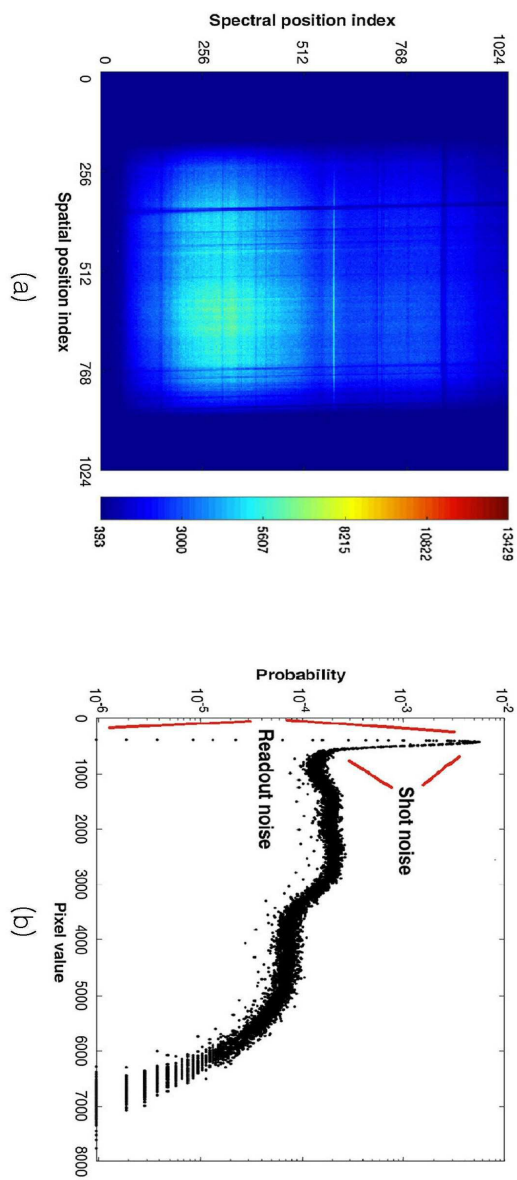
도면4



도면5



도면6



도면7

