



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0036253
(43) 공개일자 2019년04월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 3/40 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G06T 3/4015 (2013.01)

G06T 2207/20024 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-0125263

(22) 출원일자 2017년09월27일

심사청구일자 2017년09월27일

(71) 출원인

인천대학교 산학협력단

인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)

(72) 발명자

전광길

인천광역시 연수구 경원대로119번길 21, 114동
904호(동춘동, 풍림2차아파트)

(74) 대리인

특허법인충정

전체 청구항 수 : 총 15 항

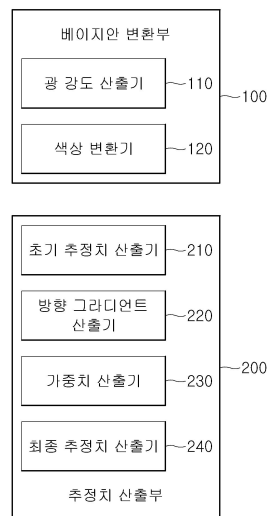
(54) 발명의 명칭 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 장치 및 방법에 관한 것이다.

또한, 본 발명에 따르면, 인접 픽셀 평균을 사용하여 백색 픽셀을 녹색 등가물로 변환하는 베이지안 변환부; 및 상기 베이지안 변환부에 의해 변환된 베이어 패턴을 이용하여 초기 추정치를 구하고, 펜토미노 경로를 사용하여 산출된 방향 그라디언트를 사용하여 가중치를 산출한 후에, 최종 추정치를 산출하는 추정치 산출부를 포함하는 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 장치 및 방법이 제공된다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

인접 픽셀 평균을 사용하여 백색 픽셀을 녹색 등가물로 변환하는 베이지안 변환부; 및

상기 베이지안 변환부에 의해 변환된 베이어 패턴을 이용하여 초기 추정치를 구하고, 펜토미노 경로를 사용하여 산출된 방향 그래디언트를 사용하여 가중치를 산출한 후에, 최종 추정치를 산출하는 추정치 산출부를 포함하는 그래디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 장치.

청구항 2

청구항 1항에 있어서,

상기 베이지안 변환부는

광 강도를 산출하는 광 강도 산출기; 및

상기 광 강도 산출기에서 산출된 광 강도를 포함한 인접 픽셀 평균을 사용하여 백색 픽셀을 녹색 등가물로 변환하는 색상 변환기를 포함하는 그래디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 장치.

청구항 3

청구항 2항에 있어서,

상기 광 강도 산출기는 수학적식3에 표시된 수정된 평균화 필터 h_{mod} 를 사용하여 광 강도 ρ 를 산출하는 그래디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 장치.

(수학적식 3)

$$h_{mod} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -3/2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 2 & 0 \\ -3/2 & 0 & 6 & 0 & -3/2 \\ 0 & 2 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & -3/2 & 0 & 0 \end{bmatrix} / 8$$

상기 수학적식 3의 h_{mod} 의 백색 픽셀 계수는 광 강도 ρ 이다.

청구항 4

청구항 3항에 있어서,

상기 색상 변환기는 5X5 RGBW 펜크로 배열의 픽셀 W33을 고려하면, 녹색 등가물 $\hat{G}_{W33}$ 은 아래 수학적식4를 사용하여 생성하는 그래디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 장치.

(수학적식 4)

$$\hat{G}_{W33} = 0.25(G_{22} + G_{24} + G_{42} + G_{44} + \rho)$$

청구항 5

청구항 1항에 있어서,

상기 추정치 산출부는

원하는 픽셀 색의 초기 추정치를 산출하는 초기 추정치 산출기;

차이의 합에 기초하여 3 개의 컬러 평면으로부터 펜토미노 경로를 사용하여 산출된 방향 그라디언트를 도출하는 방향 그라디언트 산출기;

방향 그라디언트를 가중치 인자로 변환하는 가중치 산출기; 및

초기 추정치와 가중치로부터 최종 추정치를 산출하는 최종 추정치 산출기를 포함하는 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 장치.

청구항 6

청구항 1항에 있어서,

상기 추정치 산출부는 7X7 베이어 패턴의 R44로 표시된 픽셀에 있는 녹색 색상을 결정하기 위하여 네가지 서수 방향을 사용하여 아래 수학식 10을 사용하여 초기 추정치를 산출하는 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 장치.

(수학식 10)

$$\begin{aligned}\tilde{G}_{R44}^{NW} &= 0.5(G34 + G43) + (k_1 k_2)(R44 - R22) \\ \tilde{G}_{R44}^{SW} &= 0.5(G54 + G43) + (k_1 k_2)(R44 - R62) \\ \tilde{G}_{R44}^{SE} &= 0.5(G45 + G54) + (k_1 k_2)(R44 - R66) \\ \tilde{G}_{R44}^{NE} &= 0.5(G45 + G34) + (k_1 k_2)(R44 - R26)\end{aligned}$$

여기에서, G는 북서 방향의 R44의 초기 추정치이고, G는 남서 방향의 R44의 초기 추정치이며, G는 남동 방향의 R44의 초기 추정치이고, G는 북동 방향의 R44의 초기 추정치이며, k1과 k2는 가변 평면 인자이다.

청구항 7

청구항 1항에 있어서,

상기 추정치 산출부는 7X7 베이어 패턴의 R44로 표시된 픽셀에 있는 방향 그라디언트 Φ 를 펜토미노 경로 $path_N = (|G43 - G52| + |G45 - G52|)$, $path_W = (|G34 - G43| + |G43 - G5|)$ 및 $path_Z = (|G54 - G63| + |G45 - G63|)$ 를 사용한 아래 수학식 11을 사용하여 방향 그라디언트를 산출하는 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 장치.

(수학식 11)

$$\begin{aligned}\Phi_{R44}^{SW} &= \Phi_{G,R44}^{SW} + \Phi_{B,R44}^{SW} + \Phi_{R,R44}^{SW} + c \\ \Phi_{G,R44}^{SW} &= |path_N| + |path_W| + |path_Z| \\ \Phi_{R,R44}^{SW} &= k_1(|R44 - R62|) \\ \Phi_{B,R44}^{SW} &= k_2(|B53 - B71|)\end{aligned}$$

여기에서, c는 보정 상수이다.

청구항 8

(A) 베이지안 변환부가 인접 픽셀 평균을 사용하여 백색 픽셀을 녹색 등가물로 변환하는 단계; 및

(B) 추정치 산출부가 상기 베이지안 변환부에 의해 변환된 베이어 패턴을 이용하여 초기 추정치를 구하고, 펜토

미노 경로를 사용하여 산출된 방향 그래디언트를 사용하여 가중치를 산출한 후에 최종 추정치를 산출하는 단계를 포함하는 그래디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 방법.

청구항 9

청구항 8항에 있어서,

상기 (A) 단계는

(A-1) 상기 베이지안 변환부가 광 강도를 산출하는 단계; 및

(A-2) 상기 베이지안 변환부가 산출된 광 강도를 포함한 인접 픽셀 평균을 사용하여 백색 픽셀을 녹색 등가물로 변환하는 단계를 포함하는 그래디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 방법.

청구항 10

청구항 9항에 있어서,

상기 (A-1) 단계의 베이지안 변환부는 수학적식3에 표시된 수정된 평균화 필터 h_{mod} 를 사용하여 광 강도 ρ 를 산출하는 그래디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 방법.

(수학적식 3)

$$h_{mod} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -3/2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 2 & 0 \\ -3/2 & 0 & 6 & 0 & -3/2 \\ 0 & 2 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & -3/2 & 0 & 0 \end{bmatrix} / 8$$

상기 수학적식 3의 h_{mod} 의 백색 픽셀 계수는 광 강도 ρ 이다.

청구항 11

청구항 8항에 있어서,

상기 (A-2) 단계의 베이지안 변환부는 5X5 RGBW 팬크로 배열의 픽셀 W33을 고려하면, 녹색 등가물 $\hat{G}_{W33}$ 은 아래 수학적식4를 사용하여 생성하는 그래디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 방법.

(수학적식 4)

$$\hat{G}_{W33} = 0.25(G_{22} + G_{24} + G_{42} + G_{44} + \rho)$$

청구항 12

청구항 8항에 있어서,

상기 (B) 단계는

(B-1) 상기 추정치 산출부가 원하는 픽셀 색의 초기 추정치를 산출하는 단계;

(B-2) 상기 추정치 산출부가 차이의 합에 기초하여 3 개의 컬러 평면으로부터 펜토미노 경로를 사용하여 방향 그래디언트를 도출하는 단계;

(B-3) 상기 추정치 산출부가 방향 그래디언트를 가중치 인자로 변환하는 단계; 및

(B-4) 상기 추정치 산출부가 초기 추정치와 가중치로부터 최종 추정치를 산출하는 단계를 포함하는 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 방법.

청구항 13

청구항 13에 있어서,

상기 (B-1) 단계의 상기 추정치 산출기는 7X7 베이어 패턴의 R44로 표시된 픽셀에 있는 녹색 색상을 결정하기 위하여 네가지 서수 방향을 사용하여 아래 수학적 식 10을 사용하여 초기 추정치를 산출하는 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 방법.

(수학적 식 10)

$$\begin{aligned}\tilde{G}_{R44}^{NW} &= 0.5(G34 + G43) + (k_1 k_2)(R44 - R22) \\ \tilde{G}_{R44}^{SW} &= 0.5(G54 + G43) + (k_1 k_2)(R44 - R62) \\ \tilde{G}_{R44}^{SE} &= 0.5(G45 + G54) + (k_1 k_2)(R44 - R66) \\ \tilde{G}_{R44}^{NE} &= 0.5(G45 + G34) + (k_1 k_2)(R44 - R26)\end{aligned}$$

여기에서, G는 북서 방향의 R44의 초기 추정치이고, G는 남서 방향의 R44의 초기 추정치이며, G는 남동 방향의 R44의 초기 추정치이고, G는 북동 방향의 R44의 초기 추정치이며, k₁과 k₂는 가변 평면 인자이다.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 (B-2) 단계는 추정치 산출부가 7X7 베이어 패턴의 R44로 표시된 픽셀에 있는 방향 그라디언트 Φ 를 펜토미노 경로 $path_N = (|G43-G52| + |G45-G52|)$, $path_W = (|G34-G43| + |G43-G5|)$ 및 $path_Z = (|G54-G63| + |G45-G63|)$ 를 사용한 아래 수학적 식 11을 사용하여 방향 그라디언트를 산출하는 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 방법.

(수학적 식 11)

$$\begin{aligned}\Phi_{R44}^{SW} &= \Phi_{G,R44}^{SW} + \Phi_{B,R44}^{SW} + \Phi_{R,R44}^{SW} + c \\ \Phi_{G,R44}^{SW} &= |path_N| + |path_W| + |path_Z| \\ \Phi_{R,R44}^{SW} &= k_1(|R44 - R62|) \\ \Phi_{B,R44}^{SW} &= k_2(|B53 - B71|)\end{aligned}$$

여기에서, c는 보정상수이다.

청구항 15

(A) 베이지안 변환부가 인접 픽셀 평균을 사용하여 백색 픽셀을 녹색 등가물로 변환하는 단계; 및

(B) 추정치 산출부가 상기 베이지안 변환부에 의해 변환된 베이어 패턴을 이용하여 초기 추정치를 구하고, 펜토미노 경로를 사용하여 산출된 방향 그라디언트를 사용하여 가중치를 산출한 후에 최종 추정치를 산출하는 단계를 포함하는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 장치 및 방법에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 최근 몇 년 동안 시각적인 커뮤니케이션에 대한 상당한 이해가 관찰되었다. 비디오 및 컬러 이미지가 널리 보급되고 대부분의 통신 장치에는 정보 기술자와 디지털 스틸 카메라 (DSC)가 통합되어 있다[1].
- [0003] 인간의 시력에는 무색 모드와 삼색 모드의 2가지 모드가 있으며, 무색(colourless) 모드는 낮은 조명 상황을 지배하고 삼색(three base-colour) 모드는 정상적인 조명 조건에서 사용된다.
- [0004] 삼색 모드는 컬러 비전을 담당한다. 입사광이 망막의 3 가지 다른 색소 수용체를 통과할 때 발생한다.
- [0005] 이러한 기본 색상은 인간의 시각 시스템에서 재결합되어 컬러 이미지를 생성한다. 이 프로세스를 모방할 때 카메라는 컬러 필터 배열(CFA)이 추가된 단일 센서를 사용한다.
- [0006] 이 배열은 이미지 씬(Scene)의 픽셀 포인트에서 컬러 콘텐츠를 서브 샘플링하여 레코딩을 위해 센서로 전달한다. 디모자이킹(demosaicking)이라고 하는 컬러 보간 프로세스는 소프트웨어에서 다른 이미지 향상 기술과 함께 수행된다.
- [0007] 이를 통해 3 가지 기본 색을 모두 샘플링하고 카메라의 견고성과 경제성을 보장하는 데 필요한 하드웨어가 단순해진다. 이미지의 색 품질은 주로 CFA의 선택과 디모자이크 알고리즘의 능력에 의해 결정된다.
- [0008] 베이어(bayer) CFA[2]는 가장 일반적인 유형이다. 그것은 망막 기본 안료에 대략 일치하는 적색, 녹색 및 청색 파장을 샘플링하고 양호한 색(크로마) 근사를 제공한다.
- [0009] 저해상도 통합 DSC에서 이것은 심각한 강도 손실과 이미지 재구성 부정확성을 초래한다. 팬크로(panchromatic)라 불리는 새로운 종류의 CFA[4]는 일부 픽셀 포인트가 완전하게 입사하는 백색광을 흡수하도록 함으로써 강도와 색상 양을 기록한다.
- [0010] 이 밸런스드 루마 - 크로마 특성은 센서 데이터를 실제 장면을 더 잘 나타낸다. 두 가지 CFA 유형이 도 1에 나와 있다.
- [0011] 현재의 문헌은 디 모자이크 알고리즘을 공간 - 휴리스틱, 스펙트럼 - 휴리스틱 및 최적화 방법으로 분류한다. 공간적 휴리스틱 형식은 계산 부하가 적고 직접 센서 데이터로 작업하므로 통합 카메라에 필요한 실시간 처리 이점을 제공한다.
- [0012] 초기의 공간적 방법은 쌍 선형적이고 일정한 색상 기반 보간법이었다 [6].
- [0013] 이러한 알고리즘은 에지 보존 한계로 인해 에지 기반 공간 방법을 만들었다 [7], [8].
- [0014] 에지 기술은 인접한 픽셀을 질의하여 어떤 방향으로 보간할지 결정하고, 장면의 가장자리 정보가 보존된다. 현대의 공간 기술은 보간 프로세스를 더욱 세밀하게 향상시키기 위해 그라디언트 디스크립터를 결정하여 에지 보존을 확장한다[9] - [11].
- [0015] 그라디언트 기반 공간 기술은 그라디언트가 생성되는 방식에 따라 높은 수준의 보정을 제공한다. 보간법을 높이거나 고차 그라디언트를 사용하여 향상시킬 수 있다[12].
- [0016] 한편, 위에서 설명하였듯이, 최근의 연구 결과에 따르면 팬크로(Panchromatic) 컬러 필터 어레이는 널리 보급된 베이어(Bayer) 어레이보다 우수한 광 강도 특성을 가지고 있다.
- [0017] 이것은 통합 카메라 디자인에서 매력적인 속성이다. 그러나 디모자이킹(Demosaicking) 알고리즘은 단순한 디모자이킹(demosaicking) 과정 때문에 베이어(Bayer) 기반 카메라에 주로 초점을 맞추어져 있다.
- [0018] 따라서, 팬크로(panochromatic) 배열의 RGBW 클래스에서 사용하기 위한 새로운 디모자이킹 방법이 필요하다.

선행기술문헌

비특허문헌

- [0019] (비특허문헌 0001) [1] J. Nakamura, Image Sensors and Signal Processing for Digital Still Cameras. CRC Press, Apr. 2016, google-Books-ID: aaTyk2USX1MC.
- (비특허문헌 0002) [2] B. E. Bayer, "Color Imaging Array," U.S. Patent 3 971 065, Jul., 1976.

- (비특허문헌 0003) [3] J. Li, C. Bai, Z. Lin, and J. Yu, "Automatic Design of High-Sensitivity Color Filter Arrays With Panchromatic Pixels," *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 26, no. 2, pp. 870-83, Feb. 2017.
- (비특허문헌 0004) [4] J. Wang, C. Zhang, and P. Hao, "New color filter arrays of high light sensitivity and high demosaicking performance," in *2011 18th IEEE International Conference on Image Processing*, Sep. 2011, pp. 3153-3156.
- (비특허문헌 0005) [5] Y. Li, P. Hao, Z. Lin, Y. Li, P. Hao, and Z. Lin, "Color filter arrays: representation and analysis," Queen Mary University of London, Tech. Rep., May 2008. [Online]. Available: <https://pdfs.semanticscholar.org/8dce/b6232c569918ba88657acbfd3a040be0132.pdf>
- (비특허문헌 0006) [6] B. K. Gunturk, J. Glotzbach, Y. Altunbasak, R. W. Schafer, and R. M. Mersereau, "Demosaicking: Color Filter Array Interpolation," *IEEE*, vol. 22, no. 1, pp. 44-4, Jan. 2005.
- (비특허문헌 0007) [7] W. Lee, S. Lee, and J. Kim, "Cost-effective color filter array demosaicing using spatial correlation," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, vol. 52, no. 2, pp. 547-54, May 2006.
- (비특허문헌 0008) [8] H. S. Malvar, L.-w. He, and R. Cutler, "High-quality linear interpolation for demosaicing of Bayer-patterned color images," in *2004 IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, vol. 3, May 2004, pp. 485-88.
- (비특허문헌 0009) [9] I. Pekkucuksen and Y. Altunbasak, "Multiscale Gradients-Based Color Filter Array Interpolation," *IEEE*, vol. 22, no. 1, pp. 157-65, Jan. 2013.
- (비특허문헌 0010) [10] K. Wachira, "Corrective term usage in the improvement of gradientbased bayer CFA demosaicking algorithms," in *EUROCON 2015 -International Conference on Computer as a Tool (EUROCON)*, IEEE, Sep. 2015, pp. 1-6.
- (비특허문헌 0011) [11] I. Pekkucuksen and Y. Altunbasak, "Edge Strength Filter Based Color Filter Array Interpolation," *IEEE*, vol. 21, no. 1, pp. 393-97, Jan. 2012.
- (비특허문헌 0012) [12] D. Kiku, Y. Monno, M. Tanaka, and M. Okutomi, "Residual interpolation for color image demosaicking," in *2013 20th IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)*, Sep. 2013, pp. 2304-308.
- (비특허문헌 0013) [13] E. B. Gindele and A. C. Gallagher, "Sparsely sampled image sensing device with color and luminance photosites," U.S. Patent US6 476-865 B1, Nov., 2002, u.S. Classification 348/277, 348/273, 348/E09.01; International Classification G02B5/20, H01L27/14, H04N9/07, H04N9/04, G06T1/00; Cooperative Classification H04N9/045, A61B1/0638; European Classification H04N9/04B. [Online]. Available: <http://www.google.com/patents/US6476865>
- (비특허문헌 0014) [14] X. Chen, L. He, J. Tang, and Y. S. Lee, "A Low-Complexity Interpolation Method for Single-Sensor Camera Imaging with White-RGB Color Filter Array," in *2015 11th International Conference on Signal-Image Technology Internet-Based Systems (SITIS)*, Nov. 2015, pp. 560-65.
- (비특허문헌 0015) [15] (2017). [Online]. Available: <http://www.zhenfavor.org/home/fiveTris.html>
- (비특허문헌 0016) [16] S. W. Golomb, *Polyominoes: Puzzles, Patterns, Problems and Packings*, 2nd ed. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1994.
- (비특허문헌 0017) [17] (2017). [Online]. Available: <http://sipi.usc.edu/database/>
- (비특허문헌 0018) [18] (2017). [Online]. Available: <http://r0k.us/graphics/kodak/>
- (비특허문헌 0019) [19] W. Jin, "Improved Color Interpolation Method Based On Bayer Image," in *Proc. SPIE 8420, 6th International Symposium on Advanced Optical Manufacturing and Testing Technologies*, 2012.

(비특허문헌 0020) [20] C. Wang and J. Chong, "An Improved White-RGB Color Filter Array Based CMOS Imaging System for Cell Phones in Low-Light Environments," IEICE Trans. on Information and Systems, vol. E97.D, no. 5, pp. 1386-389, 2014.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0020] 본 발명은 상기와 같은 필요를 충족시키기 위하여 베이지안 프로세스에서 광 강도를 이용하고, 퀴쿤(quincuncial) 녹색 평면을 이용하고 폴리오미노(polyomino) 블록을 사용하는 산출된 방향 그라디언트를 사용한 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 장치 및 방법을 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0021] 본 발명의 장치는 인접 픽셀 평균을 사용하여 백색 픽셀을 녹색 등가물로 변환하는 베이지안 변환부; 및 상기 베이지안 변환부에 의해 변환된 베이어 패턴을 이용하여 초기 추정치를 구하고, 펜토미노 경로를 사용하여 산출된 방향 그라디언트를 사용하여 가중치를 산출한 후에, 최종 추정치를 산출하는 추정치 산출부를 포함한다.

[0022] 또한, 본 발명의 방법은 (A) 베이지안 변환부가 인접 픽셀 평균을 사용하여 백색 픽셀을 녹색 등가물로 변환하는 단계; 및 (B) 추정치 산출부가 상기 베이지안 변환부에 의해 변환된 베이어 패턴을 이용하여 초기 추정치를 구하고, 펜토미노 경로를 사용하여 산출된 방향 그라디언트를 사용하여 가중치를 산출한 후에 최종 추정치를 산출하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0023] 본 발명에서는 새로운 RGBW 펜크로(panchromatic) 배열 그라디언트 기반의 공간 디모자이킹 알고리즘이 제안되었다.

[0024] 그것은 퀴쿤(quincuncial) 녹색 평면을 이용하고 폴리오미노(polyomino) 블록을 사용하는 그라디언트 가중치 생성 시스템과 결합된 베이지안 프로세스에서 수행된다.

[0025] 표준 및 사용자 정의 이미지 세트보다 강력한 성능 특성을 나타냄이 발견되었다.

[0026] 가변 평면 요소와 같이 소개된 추가 개념은 이전 가능하며 기존의 게시된 방법을 개선하는 데 사용할 수 있다.

[0027] 인코딩 광 세기는 나중에 처리할 때 이를 수행하는 방법과 비교할 때 실제로 유익하다는 결론이 도출되었다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 베이어(Bayer) 및 RGBW 펜크로(Panchromatic) 컬러 필터 어레이를 나타낸다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 장치의 구성도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 방법의 흐름도이다.

도 4는 크기 $(2h + 1)$ 픽셀의 모든 창에 대해, N 기수와 NW 서수 방향을 나타낸다.

도 5는 두가지 다른 격자 크기에 대한 기수 방향과 서수 방향을 나타내는 도면이다.

도 6은 Golomb 명명법을 사용하는 18 개의 일방 통행 펜토미노 블록[16]을 나타내는 도면이다.

도 7는 차이항을 나타내는 도면이다.

도 8은 재구성된 베이어 CFA를 나타내는 도면이다.

도 9는 R44에서 N, W 및 Z 펜토미노를 사용하는 남서쪽 경로를 나타내는 도면이다.

도 10은 테스트 이미지를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 이하에서는 특정 실시예들을 첨부된 도면을 기초로 상세히 설명하고자 한다.
- [0030] 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0031] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되는 것은 아니며, 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0032] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 장치의 구성도이다.
- [0033] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 장치는 베이지안 변환부(100) 및 추정치 산출부(200)를 포함한다.
- [0034] 상기 베이지안 변환부(100)는 광 강도 산출기(110)와 색상 변환기(120)로 이루어져 있다.
- [0035] 그리고, 추정치 산출부(200)는 초기 추정치 산출기(210), 방향 그라디언트 산출기(220), 가중치 산출기(230) 및 최종 추정치 산출기(240)를 포함하고 있다.
- [0036] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 방법의 흐름도이다.
- [0037] 이하에서는 도 2와 3을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 그라디언트 기반 RGBW CFA 디모자킹 장치 및 방법을 설명한다.
- [0038] 제시된 확립된 기법의 대부분은 모든 픽셀에서 픽셀 당 하나의 색상을 갖는 베이어(Bayer) CFA용으로 설계되었다.
- [0039] 도 1의 (b)에 나와 있는 RGBW 팬크로 배열의 디모자이킹은 픽셀 당 세 가지 색상을 포함하는 백색 픽셀 포인트 영역에 의해 복잡하다.
- [0040] 백색 픽셀 포인트 영역에서는 적색, 청색 및 녹색 픽셀 영역의 경우와 같이 지나치게 다른 파장이 아닌 전체 광 스펙트럼이 전달되어 색상 분해가 어려워진다.
- [0041] 1-1. 베이지안 변환 과정(The Bayerisation Process)(도 3의 S100)
- [0042] 베이지안 변환부(100)의 색상 변환기(120)는 인접 픽셀 평균을 사용하여 백색 픽셀 점을 녹색 등가물로 변환하여 RGBW 디모자이킹을 수행한다.
- [0043] 도 1의 (b)의 5X5 RGBW 팬크로 배열의 픽셀 W33을 고려하면, 녹색 등가물 $\hat{G}_{W33}$ 은 아래 수학적 식 1을 사용하여 생성된다.
- [0044] (수학적 식 1)
- $$\hat{G}_{W33} = 0.25(G_{22} + G_{24} + G_{42} + G_{44})$$
- [0045]
- [0046] 위의 평균화 과정은 수학적 식 2와 같이 평균화 필터 h_{basic} 으로 표현될 수 있다.
- [0047] (수학적 식 2)
- $$h_{basic} = \begin{bmatrix} 2 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 2 \end{bmatrix} / 8$$
- [0048]
- [0049] Chen et al[14]가 다른 방법을 제안했다.
- [0050] 제안된 방법에 따르면, 광 강도 산출기(110)는 수학적 식 3에 표시된 수정된 평균화 필터 h_{mod} 를 사용하여 광 강도

ρ 를 산출한다(S110).

[0051] (수학식 3)

$$h_{mod} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -3/2 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 & 2 & 0 \\ -3/2 & 0 & 6 & 0 & -3/2 \\ 0 & 2 & 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & -3/2 & 0 & 0 \end{bmatrix} / 8$$

[0052]

[0053] 즉, 수학식 3의 h_{mod} 의 백색 픽셀 계수는 광 강도 ρ 로 수학식 1에 도입된다.

[0054] 즉, 베이지안 변환부(100)의 색상 변환기(120)는 수학식 4와 같이 광 강도를 포함하여 백색 픽셀을 녹색 등가물 픽셀로 변환한다(S120).

[0055] 도 1의 (b)의 픽셀 W33이 백색 픽셀 인접 픽셀보다 밝거나 어두우면, 이 강도는 녹색 픽셀 평균에 인수 분해된다.

[0056] 영역 내의 백색 픽셀이 같은 값인 경우 h_{mod} 는 h_{basic} 으로 감소한다.

[0057] 이것은 수학식 4에서 표현된다. 베이지안 변환은 컬러 디모자이킹과 광 강도를 단일 단계로 결합하기 때문에 매력적이다.

[0058] 또한 ρ 가 근사에 부정적인 영향을 주는 실제 녹색보다 훨씬 작다는 것을 고려하면 만족스러운 가정이다.

[0059] 제안된 알고리즘은 이 변환을 첫 번째 단계로 사용한다.

[0060] (수학식 4)

$$\hat{G}_{W33} = 0.25(G_{22} + G_{24} + G_{42} + G_{44} + \rho)$$

[0061]

[0062] 1-2. 그라디언트 기반 디모자이킹

[0063] 베이어(Bayer) 또는 변환된 동등한 배열에서 그라디언트 기반 디모자이킹은 수학식 5에서 수학식 8까지 표현된 네 단계로 수행된다.

[0064] 여기에는 세 가지 색상 평면에서 누락된 정보를 예측하고 정확한 재구성을 허용할 수 있는 충분한 계층적(heuristic) 추정치가 포함된다.

[0065] 일반적인 픽셀 X_p 를 고려한다. 여기서 X 는 원하는 컬러 평면이고, N 는 별도의 평면이며, P 는 픽셀 위치이며 k 는 보간 방향이다.

[0066] 1) 원하는 픽셀 색의 초기 추정치를 다음 수학식 5를 사용하여 얻는다.

[0067] (수학식 5)

$$\tilde{X}_P^k = (X_{P-1}^k) + s_1(N_P^k - N_{P-2}^k)$$

[0068]

[0069] 여기서 s_1 은 인접 효과를 최소화하는 인자이다.

[0070] 2) 차이의 합에 기초하여 3 개의 컬러 평면으로부터 방향 그라디언트를 도출한다.

[0071] (수학식 6)

$$\Phi_P^k = \Phi_{Red,P}^k + \Phi_{Green,P}^k + \Phi_{Blue,P}^k + s_2$$

[0072]

[0073] 여기서 Φ 는 차이의 합을 나타내고 s_2 는 보정 상수이다.

[0074] 3) 방향 그라디언트를 가중치 인자로 변환한다.

[0075] (수학식 7)

$$\phi_P^k = \frac{1}{\Phi_P^k}$$

[0076]

[0077] 4) 최종적으로, 누락된 색을 초기 추정치와 가중치로부터 아래 수학식 8을 사용하여 최종 추정치로 산출한다.

[0078] (수학식 8)

$$\hat{X}_P = \frac{\sum_k \phi_P^k \tilde{X}_P^k}{\sum_k \phi_P^k}$$

[0079]

[0080] 이 4 단계 프로세스의 변형은 다양한 그라디언트 기반 알고리즘에 존재하지만 위의 추세를 따른다.

[0081] 2. 차이항 경로(The difference term paths)

[0082] 효과적인 디모자이킹은 최소한의 오류로 누락된 색상 내용을 정확하게 추정하기 위해 픽셀을 선택하는 것에 달려 있다.

[0083] 그라디언트 기반 알고리즘의 경우, 선택된 픽셀은 좋은 계층적 디스크립터를 생성하기에 충분해야 한다.

[0084] 디스크립터가 너무 적은 픽셀로 생성되면 세부 묘사 영역에 흐림 효과가 있는 지나치게 부드러운 이미지가 된다.

[0085] 너무 많은 픽셀이 디스크립터를 형성하는 데 사용되는 경우 멀리 있는 픽셀의 이상치 정보는 재구성에서 부정확성을 초래한다. 또한 알고리즘의 계산 복잡성을 증가시킨다.

[0086] 여기에서는 베이어와 동등한 배열로 변환된 배열에서 퀴쿤(quincuncial) 녹색 평면의 개발된 서수 방향을 소개한다.

[0087] 또한 최적의 재구성을 달성하기에 충분한 그라디언트 계층적 디스크립터를 생성하는 5 트리스 폴리오미노(5 tris polyomino) 블록의 사용을 소개한다.

[0088] 이러한 아이디어는 베이저안 과정 후에 제안된 알고리즘에 적용되며 그라디언트 기반 디모자이킹 기술의 일부를 형성한다는 점에 유의해야 한다. 따라서 베이어 또는 이와 동등한 환경으로 간주된다.

[0089] 2-1. 녹색 평면의 서수

[0090] 녹색 평면은 베이어 CFA에서 가장 많다. 여기서 적절한 디모자이크 처리는 전반적인 이미지 재구성을 향상시킨다.

[0091] 확립된 그라디언트 기반 방법은 종종 기수를 설정한다.

[0092] 그러나 시각적 검사를 통해 베이어 CFA의 녹색 평면은 녹색 평면인 퀴쿤스(Quincunx)로 인해 동일한 크기의 경계 창에 대해 기수보다 서수 방향에 더 많은 픽셀이 있음을 보여준다.

[0093] 크기 $(2h + 1)$ 픽셀의 모든 창에 대해, 기수보다는 존재 순서가 더 많은 픽셀이 있다. 이것은 N 기수와 NW 서수 방향이 있는 도 4에 나와 있다.

- [0094] 이것은 서수 방향에 따라 더 높고 더 작은 픽셀 패키징을 가능하게 한다.
- [0095] 이것은 두 가지 다른 격자 크기에 대해 도 5에 나와 있으며, 여기서 P_c 는 기수가 지시하는 픽셀이고 P_o 는 서수를 향한다. 이 관찰은 서수 전용 보간 과정을 제안하도록 동기를 부여했다.
- [0096] 2-2. 5 트리스 펜토미노 블록(5 tris Pentomino Blocks)
- [0097] 베이어 CFA는 전체를 구성하기 위해 함께 맞는 사각형 블록 세트가 있는 모자이크 타일이다.
- [0098] 큰 블록을 만드는 더 작은 블록에 대한 이 아이디어는 테트리스와 그 변형과 같은 레크리에이션 폴리오미오 기하학 게임의 주요 디자인 특징이다.
- [0099] 제안된 알고리즘은 Zhen[15]이 개발 한 5 트리스라고 불리는 테트리스 변종 (tetris variant)을 사용한다.
- [0100] 폴리오미노(polyomino) 이론에서, 한면의 총 갯수(회전이 유일한 것으로 간주되지 않는다고 가정할 때) 펜토미노(pentominoes)는 18이다.
- [0101] 도 6에 그 예가 나와 있다. 키랄(chirals)(중복되지 않는 미리 이미지)를 구성하는 블록은 프라임 기호가 있는 문자로 표시된다.
- [0102] 도 6의 각 펜토미노 블록은 두 개의 경로를 가진다. 이 경로는 제안된 알고리즘에서 그라디언트를 찾기 위한 차이를 선택하는 데 사용된다.
- [0103] 이러한 경로는 도 7에 나와 있다. 분석의 용이성을 위해 키랄은 무시된다.
- [0104] 고유한 경로를 생성하기 위한 지침으로 다음 규칙이 설정되었다.
- [0105] 1) 키랄 쌍을 형성하는 두 개의 블록은 키랄 쌍을 형성하는 차이형 경로를 가질 것이다.
- [0106] 2) 관심있는 픽셀은 펜토미노(pentomino) 구조의 가장자리 사각형과 정점을 공유해야 한다.
- [0107] 서수 순서를 고려하고 생성된 경로를 기반으로 펜토미노 N, P, T,V,W,X 또는 Z은 잠재적 후보로 사용된다.
- [0108] 이것은 I, L 및 P가 기본 경로를 가지고 있기 때문이다. F는 두 가지 순서의 경로를 가지므로 선호 방향이 없고, U 및 Y는 F, P 및 T에서 생성할 수 없는 새로운 경로가 없다.
- [0109] 여기에서는, N, W 및 Z 펜토미노를 중요한 순서의 편향으로 인해 그라디언트 선택 경로로 선택했다.
- [0110] 2-3. 추가 기여
- [0111] 도 8의 검정색 픽셀 점은 녹색면이지만 빨강 색 데이터 레코드가 있다.
- [0112] 녹색면은 픽셀 포인트의 실제 위치이므로 가장 큰 영향을 주며 1 등급이다. 적색 평면은 해당 픽셀 점에서 실제 기록된 색상 데이터를 포함하므로 중요도가 2 등급이다. 청색면은 위치나 색상에 아무런 영향을 미치지 않으며 가장 중요하지 않아 3 등급이다. $k_1 = 1$, $k_2 = 0.8$, $k_3 = 0.7$ 의 세 가지 요소를 사용하여 아래 첨자는 평면 등급을 나타낸다.
- [0113] 3. 제안된 기술
- [0114] 일반적인 방향 그라디언트 방정식은 세 가지 색상 평면 모두에서 기여한다.
- [0115] (수학식 9)
- $$\Phi_P^k = \Phi_{G,P}^k + \Phi_{B,P}^k + \Phi_{R,P}^k + c$$
- [0116]
- [0117] 여기서 Φ 는 차이의 합을 나타내고 c 는 보정 상수이다.
- [0118] 3-1. 녹색 격자 재구성
- [0119] 도 1의 (a)에서 7X7의 베이어 패턴의 R44로 표시된 픽셀에 있는 녹색 색상을 결정하는 것이 좋다. 추정치 산출부(200)의 초기 추정치 산출기(210)는 네가지 서수 방향을 사용하여 아래 수학식 10을 사용하여 초기 추정치를

산출한다(S210).

(수학식 10)

$$\begin{aligned}\tilde{G}_{R44}^{NW} &= 0.5(G34 + G43) + (k_1 k_2)(R44 - R22) \\ \tilde{G}_{R44}^{SW} &= 0.5(G54 + G43) + (k_1 k_2)(R44 - R62) \\ \tilde{G}_{R44}^{SE} &= 0.5(G45 + G54) + (k_1 k_2)(R44 - R66) \\ \tilde{G}_{R44}^{NE} &= 0.5(G45 + G34) + (k_1 k_2)(R44 - R26)\end{aligned}$$

다음으로, 추정치 산출부(200)의 방향 그라디언트 산출기(220)는 앞에서 설명한 펜토미노 경로를 사용하여 방향 그라디언트를 산출한다(S220).

모든 서수 방향의 기울기는 세 가지 색상 평면 모두를 사용하여 결정된다. 남서 방향을 수학식 11을 사용하여 예로 들어 보겠다.

(수학식 11)

$$\begin{aligned}\Phi_{R44}^{SW} &= \Phi_{G,R44}^{SW} + \Phi_{B,R44}^{SW} + \Phi_{R,R44}^{SW} + c \\ \Phi_{G,R44}^{SW} &= |path_N| + |path_W| + |path_Z| \\ \Phi_{R,R44}^{SW} &= k_1(|R44 - R62|) \\ \Phi_{B,R44}^{SW} &= k_2(|B53 - B71|)\end{aligned}$$

여기에서,도 9를 참조하면 $path_N = (|G43 - G52| + |G45 - G52|)$ 이고, $path_W = (|G34 - G43| + |G43 - G5|)$ 이며, $path_Z = (|G54 - G63| + |G45 - G63|)$ 이다.

변수 평면 인자는 k_1 및 k_2 이다. Φ_{B44}^{NW} , Φ_{B44}^{NE} 및 Φ_{B44}^{SE} 는 도 9의 펜토미노 경로를 각각 90° , 180° 및 270° 만큼 반 시계 방향으로 회전시킴으로써 유사한 방식으로 생성된다.

다음으로, 가중치 산출기(230)는 그레디언트 Φ 의 역함수로 가중치 인자 ϕ 를 제공한다(S230).

그리고, 최종 추정치 산출기(240)는 초기 추정치와 가중치를 사용하여 최종 추정치를 산출한다(S240).

이때, 최종 추정치 산출기(240)는 폴링 맵을 사용하여 호출할 최종 방정식을 결정했다.

수학식 12a 및 12b는 보간이 특정 대각선을 따라 우세하다면 사용된다.

그렇지 않으면 방정식 12c가 사용된다. 유사한 처리가 청색 픽셀 위치에서 녹색 색상 내용을 결정하는 데 사용된다.

(수학식 12a)

$$\hat{G}_{R44} = \frac{\sum_{k \in \{NW, SE\}} [\phi_{R44}^k \tilde{G}_{R44}^k]}{\sum_{n \in \{NW, SE\}} \phi_{R44}^k}$$

[0135] (수학식 12b)

$$\hat{G}_{R44} = \frac{\sum_{k \in \{SW, NE\}} [\phi_{R44}^k \tilde{G}_{R44}^k]}{\sum_{k \in \{SW, NE\}} \phi_{R44}^k}$$

[0136]

[0137] (수학식 12c)

$$\hat{G}_{R44} = \frac{\sum_{k \in \{NW, SW, SE, NE\}} [\phi_{R44}^k \tilde{G}_{R44}^k]}{\sum_{k \in \{NW, SW, SE, NE\}} \phi_{R44}^k}$$

[0138]

[0139] 3-2. 청색 및 적색 격자 재구성

[0140] 청색 또는 적색 격자 재구성은 먼저 반대편 평면 (청색 평면의 적색 또는 그 반대)에서 내용을 설정한 다음 녹색 평면 내에서 누락된 적색 / 청색 내용을 찾는다.

[0141] 1) 반대 평면:

[0142] R44에서 청색 콘텐츠를 설정할 때, 이 단계에서 각 픽셀의 녹색 콘텐츠가 결정되었음을 알 수 있다.

[0143] 서수 추정을 수행하는 경우 수학식 13과 같이 차이 기반 솔루션이 사용된다.

[0144] (수학식 13)

$$\begin{aligned} \tilde{\gamma}_{R44}^{SW} &= B53 - \hat{G}_{B53}, \tilde{\gamma}_{R44}^{NW} = B33 - \hat{G}_{B33} \\ \tilde{\gamma}_{R44}^{NE} &= B35 - \hat{G}_{B35}, \tilde{\gamma}_{R44}^{SE} = B55 - \hat{G}_{B55} \end{aligned}$$

[0145]

[0146] 그라디언트는 계산된 녹색 평면 콘텐츠와 실제 녹색 평면 콘텐츠가 모두 사용되는 수학식 9의 변형을 사용하여 구하며 수학식 14로 표현된다.

[0147] (수학식 14)

$$\Phi^k = \Phi_{G, calc}^k + \Phi_{G, act}^k + \Phi_B^k + c$$

[0148]

[0149] 여기서 k는 서수 방향을 나타낸다. NW 방향을 취하면, 수학식 14의 성분은 다음 수학식 15와 같이 표현된다.

[0150] (수학식 15)

$$\begin{aligned} \Phi_{G, calc}^{NW} &= (|\hat{G}_{R44} - \hat{G}_{B33}| + |\hat{G}_{B33} - \hat{G}_{R22}|) \\ \Phi_{G, act}^{NW} &= (|G43 - G32| + |G34 - G23|) \\ \Phi_B^{NW} &= k_2(|B33 - B55|) \end{aligned}$$

[0151]

[0152] 이 과정은 Γ_{R44}^{NE} , Γ_{R44}^{SE} 및 Γ_{R44}^{SW} 에 대해 반복된다. 가중치 ϕ 가 발견되고 최종 값은 다음 수학식

16과 같다.

(수학식 16)

$$\hat{B}_{R44} = \hat{G}_{R44} + \frac{\sum_{k \in \{NW, SW, SE, NE\}} [\phi_{R44}^k \tilde{\gamma}_{R44}^k]}{\sum_{k \in \{NW, SW, SE, NE\}} \phi_{R44}^k}$$

2) 녹색 평면 내

녹색 평면에서 적색 콘텐츠를 찾는다. 절차는 녹색 격자 재구성의 보간과 유사하다.

초기 서수 추정치를 얻고, 가중치를 결정하고 최종 값을 설정한다.

수학식 17a, 17b 및 17c는 픽셀 G45의 NW 방향에 대한 작업 흐름을 나타낸다. 청색 콘텐츠를 결정하기 위해 동일한 처리가 적용된다.

(수학식 17a)

$$\tilde{R}_{G45}^{NW} = 0.25(\hat{R}_{B35} + R24 + \hat{R}_{B33} + R44)$$

(수학식 17b)

$$\begin{aligned} \Phi_{G45}^{NW} &= \Phi_{R,G45}^{NW} + \Phi_{G,G45}^{NW} + c \\ \Phi_{R,G45}^{NW} &= (|\hat{R}_{B5} - R24| + |\hat{R}_{B33} - R44|) \\ \Phi_{G,G45}^{NW} &= (|G45 - G34| + |G34 - G23|) \end{aligned}$$

(수학식 17c)

$$\hat{R}_{G45} = \frac{\sum_{k \in \{NW, SW, SE, NE\}} [\phi_{G45}^k \tilde{R}_{G45}^k]}{\sum_{k \in \{NW, SW, SE, NE\}} \phi_{G45}^k}$$

4. 실험적 시뮬레이션 및 결과

4-1. 이미지 세트 및 품질 메트릭 선택

24개의 테스트 이미지를 온라인에서 쉽게 구할 수 있는 2개의 일반적으로 보고된 데이터베이스에서 임의로 선택했으며, USC-SIPI 및 Kodak[17], [18]이다.

8 개의 추가 사용자 정의 이미지도 사용되었으며, 이것들은 도 8에 나와 있다.

객관적 평가를 위해 CPSNR(Color Peak Signal-to-Noise Ratio)을 사용하여 개별 픽셀 재구성 시력(visual acuity)을 측정했으며 SSIM(Structural Similarity Index)은 이미지의 대상 재구성 강도를 나타낸다.

4-2. 시뮬레이션 방법론

분석을 위한 디모자이크 프로세스의 시뮬레이션은 Intel(R) Core(TM) i5-6200 CPU @ 2.39GHz 프로세서에서 실행

행되는 MATLAB R2015b를 사용하여 수행되었다.

[0172] 제안된 방법은 6 개의 확립된 공간 알고리즘과 비교되었다.

[0173] MHC [8], Wang [19], ESFBI [11] 및 MGBI [9]의 네 가지 방법이 최신 그라디언트 기반 베이어 방법이었다.

[0174] 나머지 두 가지는 베이저안 프로세스에서 루마 정보를 인코딩하지 않고 작동하는 RGBW 기술이며, ACR 및 EDCR [20]이다.

[0175] 4-3. 실험 결과

[0176] 각각의 이미지 세트에 대해 모든 이미지는 베이어 CFA와 동일하거나 ACR 및 EDCR 방법의 경우 RGBW CFA로 상응한다.

[0177] 이미지는 차례대로 각 알고리즘에 전달되고 CPSNR 및 SSIM 값이 결정되어 표 1 및 표 2에 각각 기록된다.

[0178] (표 1)선택된 이미지 세트에 대한 CPSNR 미터 평가

Image	MHC	Wang	ESFBI	MGBI	ACR	EDCR	Proposed	Rank
<i>USC – SIPI Set</i>								
01	29.100	28.787	34.242	34.252	34.306	33.438	34.626	
02	37.534	36.438	39.380	39.186	41.906	38.834	42.349	
03	33.030	32.514	36.915	36.607	38.181	37.571	37.856	
04	37.704	37.499	40.454	39.958	40.826	41.458	42.264	
05	37.017	36.486	39.791	39.732	38.620	38.456	40.121	
06	36.697	37.693	39.867	39.464	38.833	37.408	40.801	
07	31.835	31.815	35.943	35.824	36.217	35.284	36.363	
08	34.087	34.204	37.565	37.441	37.314	37.514	38.048	
09	33.298	33.322	37.354	37.100	37.223	37.659	37.792	
10	32.685	32.015	36.678	36.719	36.222	33.783	36.563	
11	34.085	34.668	37.773	37.487	36.477	37.004	38.500	
12	25.197	24.616	32.273	32.390	31.781	32.245	32.273	
Mean	33.322	33.120	37.279	37.114	37.234	36.636	38.020	<i>I</i>
<i>Kodak Set</i>								
1	39.388	38.377	41.380	40.495	39.544	38.983	43.254	
2	33.216	31.536	39.699	40.846	34.395	33.790	39.864	
3	29.075	30.629	36.530	38.661	32.669	31.642	40.292	
4	37.962	38.757	41.212	42.337	38.490	38.545	41.547	
5	38.779	39.323	39.583	43.652	38.944	38.447	42.445	
6	29.491	27.729	37.082	38.384	32.758	32.546	37.091	
7	37.498	36.472	41.029	42.437	38.923	39.446	42.065	
8	33.643	35.670	39.070	42.718	35.528	35.165	39.250	
9	34.142	33.549	40.336	41.646	35.822	36.206	39.924	
10	40.946	39.673	42.109	42.169	41.112	41.684	43.351	
11	31.684	29.993	39.254	37.040	35.459	35.435	39.635	
12	38.048	38.115	41.062	41.097	37.948	38.409	41.058	
Mean	35.112	34.750	39.828	40.911	36.704	36.573	40.777	<i>2</i>
<i>Custom Set</i>								
01	41.463	41.005	44.620	47.872	40.332	40.521	44.853	
02	38.644	38.943	43.166	44.576	37.796	37.396	41.474	
03	40.149	39.843	43.626	38.601	38.686	37.757	43.078	
04	38.315	37.597	39.831	33.473	36.853	35.995	41.130	
05	38.275	36.967	42.233	39.278	37.317	37.615	41.303	
06	41.497	39.908	42.652	47.696	40.365	39.637	44.836	
07	39.375	39.917	43.693	47.864	38.156	38.118	42.426	
08	40.425	39.491	41.805	43.478	39.158	38.527	42.776	
Mean	39.749	39.189	42.681	42.552	38.564	38.174	42.712	<i>I</i>

[0179]

[0180] (표 2)선택한 이미지 세트보다 SSIM 메트릭 평가 결과가 높음

Image	MHC	Wang	ESFBI	MGBI	ACR	EDCR	Proposed	Rank
<i>USC – SIPI Set</i>								
01	0.933	0.930	0.934	0.930	0.937	0.930	0.932	
02	0.971	0.966	0.964	0.964	0.970	0.959	0.967	
03	0.942	0.937	0.929	0.911	0.953	0.951	0.936	
04	0.973	0.968	0.963	0.954	0.969	0.953	0.967	
05	0.970	0.972	0.966	0.957	0.969	0.966	0.963	
06	0.955	0.965	0.955	0.947	0.967	0.963	0.961	
07	0.934	0.932	0.931	0.927	0.940	0.936	0.936	
08	0.952	0.950	0.952	0.946	0.954	0.949	0.950	
09	0.950	0.959	0.945	0.950	0.954	0.951	0.964	
10	0.977	0.974	0.970	0.959	0.972	0.957	0.965	
11	0.950	0.955	0.973	0.967	0.950	0.967	0.978	
12	0.911	0.905	0.908	0.912	0.885	0.856	0.907	
Mean	0.951	0.951	0.949	0.944	0.951	0.944	0.952	1
<i>Kodak Set</i>								
01	0.982	0.980	0.984	0.983	0.968	0.964	0.984	
02	0.982	0.981	0.985	0.984	0.954	0.942	0.982	
03	0.972	0.978	0.980	0.980	0.923	0.907	0.977	
04	0.980	0.981	0.982	0.979	0.965	0.958	0.980	
05	0.982	0.984	0.985	0.985	0.958	0.953	0.984	
06	0.964	0.956	0.977	0.975	0.899	0.883	0.969	
07	0.984	0.986	0.986	0.980	0.971	0.921	0.982	
08	0.974	0.976	0.979	0.980	0.942	0.929	0.975	
09	0.976	0.975	0.979	0.977	0.952	0.941	0.975	
10	0.985	0.985	0.984	0.973	0.980	0.965	0.983	
11	0.978	0.977	0.982	0.947	0.948	0.937	0.979	
12	0.975	0.978	0.975	0.971	0.943	0.921	0.968	
Mean	0.978	0.978	0.981	0.976	0.950	0.935	0.978	2
<i>Custom Set</i>								
1	0.991	0.993	0.992	0.989	0.992	0.985	0.990	
2	0.994	0.996	0.994	0.987	0.993	0.988	0.993	
3	0.992	0.995	0.984	0.950	0.991	0.988	0.990	
4	0.990	0.991	0.922	0.860	0.981	0.985	0.988	
5	0.993	0.994	0.988	0.947	0.991	0.974	0.992	
6	0.996	0.997	0.996	0.994	0.996	0.995	0.996	
7	0.994	0.966	0.994	0.992	0.993	0.986	0.994	
8	0.998	0.998	0.998	0.951	0.998	0.997	0.998	
Mean	0.994	0.991	0.983	0.958	0.992	0.987	0.993	2

[0181]

[0182] 각 이미지 세트에서 두 개의 객관적인 메트릭의 기하학적 평균도 계산되어 상기 표에 기록되었다. 3 개의 이미지 세트에 대한 CPSNR 기하 평균의 평균이 표 3에 강조되어 있다.

[0183] 제안된 알고리즘의 전반적인 위치를 다른 확립된 방법과 관련하여 보여주는 순위 시스템을 도입하여 다양한 이미지 세트에 대한 알고리즘 강건성을 평가했다.

[0184] CPSNR에서 제안된 기법은 USC-SIPI 세트에서 첫 번째로, Kodak 및 Custom 이미지 세트에서 두 번째로 선정되었다.

[0185] 표 3의 평균값 데이터는 제안된 방법의 CPSNR이 다른 알고리즘보다 적어도 0.319 dB 초과되었음을 보여준다. 이 강력한 성능은 Kodak 세트에서 가장 높은 순위인 MGBI 방법인 최고 성능의 기존 기술과 대조되는 반면 사용자 지정 세트에서는 세 번째이며 USC-SIPI 이미지에서는 네 번째이다.

[0186] 비슷한 추세가 SSIM 지수 값에서도 관찰되었다. 제안된 방법은 3 개의 이미지 세트에서 1 위 또는 2 위를 차지했다. 최악의 성능은 Kodak 세트에서 0.981의 ESFBI 알고리즘에 비해 0.978의 SSIM 기하 평균을 가졌다.

[0187] (표 3)선택된 이미지 세트의 (DB)에있는 여러 가지 데모 스캐닝 방식에 대한 평균 CPSNR 평가 값

Image Set	MHC	Wang	ESFBI	MGBI	ACR	EDCR	Proposed	Rank
USC-SIPI	33.322	33.120	37.279	37.114	37.234	36.636	38.020	1
Kodak	35.112	34.750	39.828	40.911	36.704	36.573	40.777	2
Custom	39.749	39.189	42.681	42.552	38.564	38.174	42.712	1
Average	35.961	35.687	39.929	40.192	37.501	37.128	40.503	1

[0188]

[0189] 제안된 방법과 두 개의 확립된 RGBW 기반 알고리즘을 비교하여 제안된 기법이 우수한 CPSNR과 SSIM 특성을 가짐을 알 수 있다.

[0190] 특히, ACR 및 EDCR 방법보다 3dB 이상의 CPSNR 개선을 평균하는 것은 표3에 나와 있다.

- [0191] 5. 결론
- [0192] 본 발명에서는 새로운 RGBW 팬크로(panchromatic) 배열 그라디언트 기반의 공간 디모자이킹 알고리즘이 제안되었다.
- [0193] 그것은 퀸쿤(quincuncial) 녹색 평면을 이용하고 폴리오미노(polyomino) 블록을 사용하는 그라디언트 가중치 생성 시스템과 결합된 베이지안 프로세스에서 수행된다.
- [0194] 표준 및 사용자 정의 이미지 세트보다 강력한 성능 특성을 나타냄이 발견되었다.
- [0195] 가변 평면 요소와 같이 소개된 추가 개념은 이전 가능하며 기존의 제시된 방법을 개선하는 데 사용할 수 있다.
- [0196] 인코딩 광 세기는 나중에 처리할 때 이를 수행하는 방법과 비교할 때 실제로 유익하다는 결론이 도출되었다.
- [0197] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 기재된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상이 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

- [0198] 100 : 베이지안 변환부 110 : 광 강도 산출기
- 120 : 색상 변환기 200 : 추정치 산출부
- 210 : 초기 추정치 산출기 220 : 방향 그라디언트 산출기
- 230 : 가중치 산출기 240 : 최종 추정치 산출기

도면

도면1

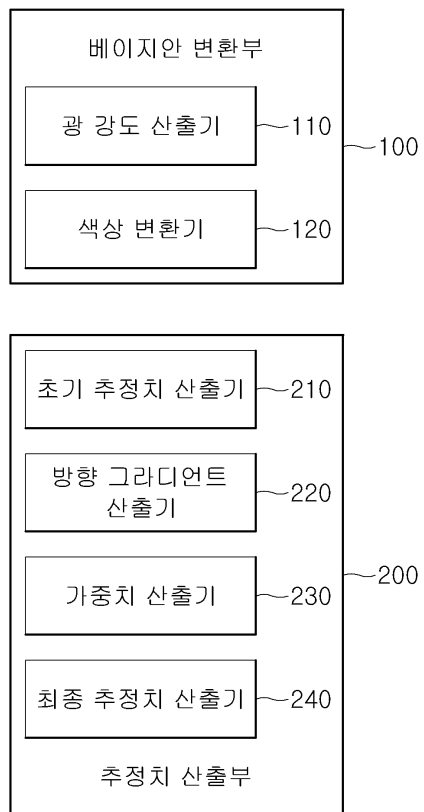
B11	G12	B13	G14	B15	G16	B17
G21	R22	G23	R24	G25	R26	G27
B31	G32	B33	G34	B35	G36	B37
G41	R42	G43	R44	G45	R46	G47
B51	G52	B53	G54	B55	G56	B57
G61	R62	G63	R64	G65	R66	G67
B71	G72	B73	G74	B75	G76	B77

(a) 7-by-7 Bayer grid

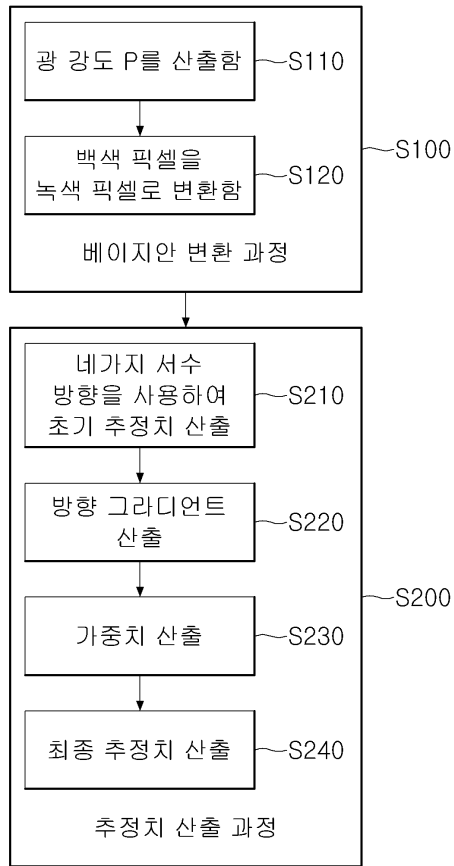
W11	B12	W13	B14	W15
R21	G22	R32	G24	R25
W31	B32	W33	B34	W35
R41	G42	R43	G44	R45
W51	B52	W53	B54	W55

(b) 5-by-5 RGBW grid

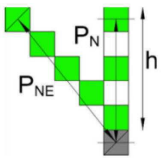
도면2



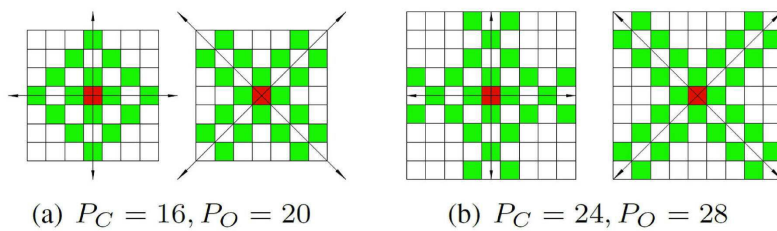
도면3



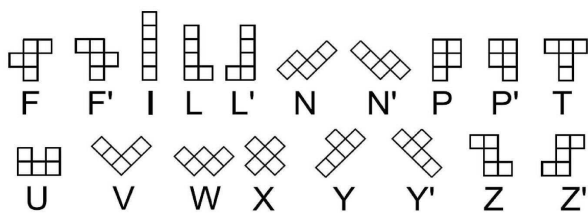
도면4



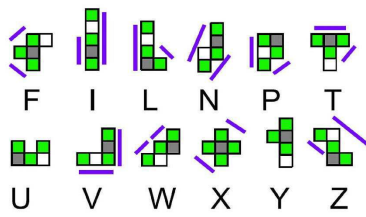
도면5



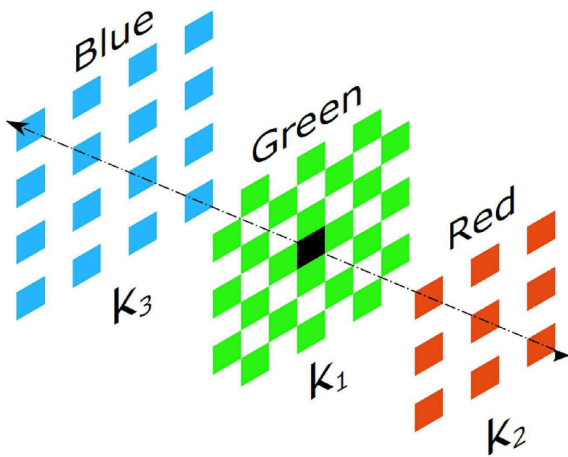
도면6



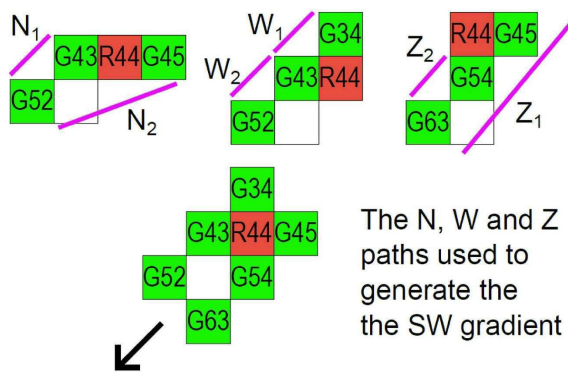
도면7



도면8



도면9



도면10



(a) USC-SIPI Set (1-12)



(b) Kodak Set (1-12)



(c) Custom Set (1-8)