



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년12월12일

(11) 등록번호 10-2055411

(24) 등록일자 2019년12월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 3/40 (2006.01)

(52) CPC특허분류

G06T 3/4015 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0111404

(22) 출원일자 2018년09월18일

심사청구일자 2018년09월18일

(56) 선행기술조사문헌

KR101700928 B1*

Kaur et al. Artificial Bee Colony Based Content Adaptive Color Filter Array for Demosaicing. IJERGS, 2016년 4월, pp. 41-53. 1부.*

Kim et al. Colour interpolation using adaptive window for Bayer colour filter array. Electronics Letters, 2014년, pp. 1689-1691. 1부.*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

인하대학교 산학협력단

인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)

(72) 발명자

이상철

인천광역시 연수구 아트센터대로97번길 76, 1402동 805호(송도동, 송도더샵하버뷰14단지)

박보규

경기도 부천시 고리울로52번길 83-15, 201호(고강동, 보우주택)

이현규

인천광역시 남구 재념이길51번길 9, 401호(학익동, 영신빌라)

(74) 대리인

양성보

전체 청구항 수 : 총 5 항

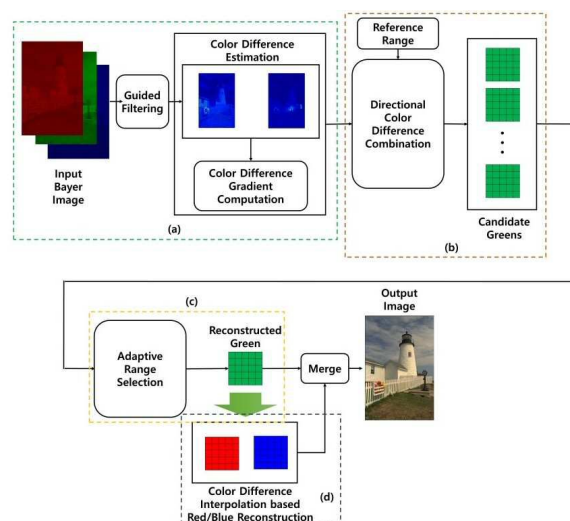
심사관 : 김창원

(54) 발명의 명칭 적응적 기준 범위 선택에 따른 디모자이킹 방법

(57) 요약

색차(color difference)의 기준 범위를 적응적으로 선택하여 베이어 영상에서 RGB 영상을 재구성하는 디모자이킹 방법이 개시된다. 특히, E(동), W(서), S(남), N(북)의 4가지 방향에 대해 적응적 가중치(adaptive weight) 및 기준 범위(reference range)를 선택함으로써 잔여들(residuals)에 적용되는 가이드된 필터링(guided filter in g)을 사용하는 색차 추정에 의해 얻어지는 색상 픽셀의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711061161(세부과제번호: 2017M3C8A8091768)
 부처명 과학기술정보통신부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 사회문제해결형기술개발
 연구과제명 디지털 컴패니언 기반의 고령자 모니터링 및 대응 소프트웨어 기술 개발
 기 여 율 1/2
 주관기관 인하대학교
 연구기간 2017.12.20 ~ 2018.09.19

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711074990(세부과제번호: 2018R1A2B6001643)
 부처명 과학기술정보통신부
 연구관리전문기관 한국연구재단
 연구사업명 개인기초연구(과기정통부)
 연구과제명 영상 정합, 추적 및 검출을 위한 기계학습 기반 목적 지향형 특징벡터 합성 기술
 기 여 율 1/2
 주관기관 인하대학교
 연구기간 2018.03.01 ~ 2019.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

컴퓨터 시스템에서 실행되는 영상 디모자이킹 방법에 있어서,

베이어 영상으로부터 잔여(residual) 기반의 색차(color difference)를 추출하여 상기 색차에 대한 기준 범위(reference range)를 선택하는 단계;

상기 기준 범위에 따라 G(green) 채널 값을 추정하는 단계; 및

상기 G 채널 값을 사용하여 R(red) 채널 값과 B(blue) 채널 값을 복원하는 단계

를 포함하고,

상기 복원하는 단계는,

상기 G 채널 값에 대한 수평 경사 값이 수직 경사 값보다 작을 때 색차를 수평 방향으로 먼저 보간한 다음 수직 방향으로 보간하여 중심 위치의 색차를 결정함으로써 상기 R 채널 값과 상기 B 채널 값을 재구성하고,

상기 G 채널 값에 대한 수직 경사 값이 수평 경사 값보다 작을 때 색차를 수직 방향으로 먼저 보간한 다음 수평 방향으로 보간하여 중심 위치의 색차를 결정함으로써 상기 R 채널 값과 상기 B 채널 값을 재구성하는 것

을 특징으로 하는 영상 디모자이킹 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 잔여 기반의 색차를 추출하는 것은,

이중선형 보간(bilinear interpolation)을 통해 보간된 G 채널 값을 가이드 영상으로 사용하여 가이드된 필터링(guided filtering)을 통해 R 채널 값을 보간하고,

상기 보간된 R 채널 값과 원래 R 채널 값 간의 차이인 잔여를 상기 보간된 R 채널 값과 결합하여 최종 R 채널 값을 추정함으로써 색차 정보를 추출하는 것

을 특징으로 하는 영상 디모자이킹 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 선택하는 단계는,

각 픽셀 위치에서 동(E), 서(W), 남(S), 및 북(N) 방향의 색차에 대한 기준 범위와 가중치를 적응적으로 결정하는 단계

를 포함하는 영상 디모자이킹 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 추정하는 단계는,

각 방향의 기준 범위에서 수평 및 수직 방향 각각에 대한 색차 값을 추정한 후 추정된 색차 값에 따른 가중치 계산을 통해 현재 픽셀 위치의 G 채널 값을 추정하는 것으로, 각 방향의 기준 범위에서 수평 및 수직 방향으로 최소 변화를 갖는 평균 색차 경사 값에 따른 가중치를 통해 목표 픽셀과 가장 작은 차이를 갖는 G 채널 값을 추정하는 것

을 특징으로 하는 영상 디모자이킹 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 복원하는 단계는,

상기 G 채널 값과 원래 R 채널 값 간의 색차를 사용하여 중앙 방향의 색차 값을 추정하고 상기 G 채널 값과 상기 중앙 방향의 색차 값을 더함으로써 상기 R 채널 값을 재구성하고,

상기 G 채널 값과 원래 B 채널 값 간의 색차를 사용하여 중앙 방향의 색차 값을 추정하고 상기 G 채널 값과 상기 중앙 방향의 색차 값을 더함으로써 상기 B 채널 값을 재구성하는 것

을 특징으로 하는 영상 디모자이킹 방법.

청구항 6

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 아래의 설명은 이미지 센서로부터 획득하는 영상을 디모자이킹(image demosaicking)하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] CCD(charge-coupled device)를 사용하는 디지털 카메라는 영상을 전기 신호로 변환함으로써 디지털 데이터로 기억 매체에 저장하는 장치이다. 베이어 패턴(Bayer pattern)은 디지털 카메라의 CFA(color filter array)에 널리 이용되는 컬러 배치 패턴 중 하나이다.

[0003] 디모자이킹(Demosaicking)은 베이어 패턴에서 RGB 영상을 재구성하는 방법으로, CCD에서 얻은 베이어 영상(bayer image)을 3가지 색상 채널인 R(red, 빨간색), G(green, 초록색) 및 B(blue, 파란색)으로 정의되는 완전한 RGB 영상으로 재구성하는 과정이다. 예컨대, 한국 공개특허공보 제10-2014-0133272호(공개일 2014년 11월 19일)에는 카메라에서 촬영된 영상의 색을 디스플레이에서 정확하게 재현할 수 있는 영상 처리 기술이 개시되어 있다.

[0004] 디모자이킹은 디지털 카메라의 영상 추출 과정에서 단일 CCD가 사용되기 때문에 색상 정보가 부족할 때 필요하다. 베이어 영상을 RGB 영상으로 재구성하는 데에는 많은 제약이 있다. 각 픽셀은 오직 한 색상의 정보만 담고 있기 때문에, 에지(edge)에서는 거짓 색상(false color) 또는 지퍼 효과(zipper effect)와 같은 결함(artifacts)이 발생하게 된다. 거짓 색상이나 지퍼 효과는 픽셀 값 변화에 대해 상당한 차이를 갖는 에지에서 주로 발생한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 텍스처 영역(texture region)으로부터 신뢰할 수 있는 정보를 얻어 색차(color difference)의 기준 범위(reference range)를 적응적으로 선택하고 RGB 영상으로 재구성할 수 있는 디모자이킹 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 컴퓨터 시스템에서 실행되는 영상 디모자이킹 방법에 있어서, 베이어 영상으로부터 잔여(residual) 기반의 색차(color difference)를 추출하여 상기 색차에 대한 기준 범위(reference range)를 선택하는 단계; 상기 기준 범위에 따라 G(green) 채널 값을 추정하는 단계; 및 상기 G 채널 값을 사용하여 R(red) 채널 값과 B(blue) 채널 값을 복원하는 단계를 포함하는 영상 디모자이킹 방법을 제공한다.

[0007] 일 측면에 따르면, 상기 잔여 기반의 색차를 추출하는 것은, 이중선형 보간(bilinear interpolation)을 통해 보간된 G 채널 값을 가이드 영상으로 사용하여 가이드된 필터링(guided filtering)을 통해 R 채널 값을 보간하고,

상기 보간된 R 채널 값과 원래 R 채널 값 간의 차이인 잔여를 상기 보간된 R 채널 값과 결합하여 최종 R 채널 값을 추정함으로써 색차 정보를 추출할 수 있다.

[0008] 다른 측면에 따르면, 상기 선택하는 단계는, 각 픽셀 위치에서 동(E), 서(W), 남(S), 및 북(N) 방향의 색차에 대한 기준 범위와 가중치를 적응적으로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 또 다른 측면에 따르면, 상기 추정하는 단계는, 각 방향의 기준 범위에서 수평 및 수직 방향 각각에 대한 색차 값을 추정 후 추정된 색차 값에 따른 가중치 계산을 통해 현재 픽셀 위치의 G 채널 값을 추정하는 것으로, 각 방향의 기준 범위에서 수평 및 수직 방향으로 최소 변화를 갖는 평균 색차 경사 값에 따른 가중치를 통해 목표 픽셀과 가장 작은 차이를 갖는 G 채널 값을 추정할 수 있다.

[0010] 또 다른 측면에 따르면, 상기 복원하는 단계는, 상기 G 채널 값과 원래 R 채널 값 간의 색차를 사용하여 중앙 방향의 색차 값을 추정하고 상기 G 채널 값과 상기 중앙 방향의 색차 값을 더함으로써 상기 R 채널 값을 재구성하고, 상기 G 채널 값과 원래 B 채널 값 간의 색차를 사용하여 중앙 방향의 색차 값을 추정하고 상기 G 채널 값과 상기 중앙 방향의 색차 값을 더함으로써 상기 B 채널 값을 재구성할 수 있다.

[0011] 또 다른 측면에 따르면, 상기 복원하는 단계는, 상기 G 채널 값에 대한 수평 경사 값이 수직 경사 값보다 작을 때 색차를 수평 방향으로 먼저 보간한 다음 수직 방향으로 보간하여 중심 위치의 색차를 결정함으로써 상기 R 채널 값과 상기 B 채널 값을 재구성하고, 상기 G 채널 값에 대한 수직 경사 값이 수평 경사 값보다 작을 때 색차를 수직 방향으로 먼저 보간한 다음 수평 방향으로 보간하여 중심 위치의 색차를 결정함으로써 상기 R 채널 값과 상기 B 채널 값을 재구성할 수 있다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 실시예들에 따르면, 가이드된 필터링(guided filtering) 기반의 색차 추정을 통한 적응적 기준 범위 선택 방법을 이용함으로써 디모자이킹 방법에서 발생하는 결함을 효과적으로 제거할 수 있다.

[0013] 본 발명의 실시예들에 따르면, 각 방향에 대한 색차 정보의 가중치를 결정하고 색차 정보의 기준 범위를 적응적으로 선택함으로써 국부적 변화(regional change)에 강하고 보다 신뢰성 있는 재구성 결과를 획득할 수 있어 영상 품질을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 있어서 컴퓨터 시스템의 내부 구성의 일례를 설명하기 위한 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 컴퓨터 시스템이 수행할 수 있는 영상 디모자이킹 방법의 예를 도시한 순서도이다.

도 3은 이중 선형 보간법 기반의 색차 추정에 의한 디모자이킹 방법(a)과 가이드된 필터링에 의한 잔여 기반 디모자이킹 방법(b)을 설명하기 위한 예시 도면이다.

도 4는 적응적 기준 범위 선택 알고리즘의 일례를 나타낸 것이다.

도 5는 적응적 기준 범위에 따른 텍스처 변화에 적합한 후보 G 채널 값을 추정하는 과정을 설명하기 위한 예시 도면이다.

도 6은 G 픽셀 위치에서의 R 또는 B 분포 패턴(a)과 수직 분포 패턴에 대한 평균 경사에 의한 보간 단계(b)를 설명하기 위한 예시 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0017] 본 발명의 실시예들은 색차 정보의 기준 범위를 적응적으로 선택하여 RGB 영상을 재구성하는 디모자이킹 기술에 관한 것이다.

[0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 있어서 컴퓨터 시스템의 내부 구성의 일례를 설명하기 위한 블록도이다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들에 따른 영상 디모자이킹 시스템이 도 1의 컴퓨터 시스템(100)을 통해 구현될 수 있다. 도 1에 도시한 바와 같이, 컴퓨터 시스템(100)은 영상 디모자이킹 방법을 실행하기 위한 구성요소로서 프로세서(110), 메모리(120), 영구 저장 장치(130), 버스(140), 입출력 인터페이스(150) 및 네트워크 인터페이스(160)를

포함할 수 있다.

- [0019] 프로세서(110)는 베이어 영상을 디모자이킹하기 위한 구성요소로서 명령어들의 시퀀스를 처리할 수 있는 임의의 장치를 포함하거나 그의 일부일 수 있다. 프로세서(110)는 예를 들어 컴퓨터 프로세서, 이동 장치 또는 다른 전자 장치 내의 프로세서 및/또는 디지털 프로세서를 포함할 수 있다. 프로세서(110)는 버스(140)를 통해 메모리(120)에 접속될 수 있다.
- [0020] 메모리(120)는 컴퓨터 시스템(100)에 의해 사용되거나 그에 의해 출력되는 정보를 저장하기 위한 휘발성 메모리, 영구, 가상 또는 기타 메모리를 포함할 수 있다. 메모리(120)는 예를 들어 랜덤 액세스 메모리(RAM: random access memory) 및/또는 다이내믹 RAM(DRAM: dynamic RAM)을 포함할 수 있다. 메모리(120)는 컴퓨터 시스템(100)의 상태 정보와 같은 임의의 정보를 저장하는 데 사용될 수 있다. 메모리(120)는 예를 들어 영상 디모자이킹을 위한 명령어들을 포함하는 컴퓨터 시스템(100)의 명령어들을 저장하는 데에도 사용될 수 있다. 컴퓨터 시스템(100)은 필요에 따라 또는 적절한 경우에 하나 이상의 프로세서(110)를 포함할 수 있다.
- [0021] 버스(140)는 컴퓨터 시스템(100)의 다양한 컴포넌트들 사이의 상호작용을 가능하게 하는 통신 기반 구조를 포함할 수 있다. 버스(140)는 예를 들어 컴퓨터 시스템(100)의 컴포넌트들 사이에, 예를 들어 프로세서(110)와 메모리(120) 사이에 데이터를 운반할 수 있다. 버스(140)는 컴퓨터 시스템(100)의 컴포넌트들 간의 무선 및/또는 유선 통신 매체를 포함할 수 있으며, 병렬, 직렬 또는 다른 토폴로지 배열들을 포함할 수 있다.
- [0022] 영구 저장 장치(130)는 (예를 들어, 메모리(120)에 비해) 소정의 연장된 기간 동안 데이터를 저장하기 위해 컴퓨터 시스템(100)에 의해 사용되는 바와 같은 메모리 또는 다른 영구 저장 장치와 같은 컴포넌트들을 포함할 수 있다. 영구 저장 장치(130)는 컴퓨터 시스템(100) 내의 프로세서(110)에 의해 사용되는 바와 같은 비휘발성 메인 메모리를 포함할 수 있다. 영구 저장 장치(130)는 예를 들어 플래시 메모리, 하드 디스크, 광 디스크 또는 다른 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함할 수 있다.
- [0023] 입출력 인터페이스(150)는 키보드, 마우스, 음성 명령 입력, 디스플레이 또는 다른 입력 또는 출력 장치에 대한 인터페이스들을 포함할 수 있다. 구성 명령들 및/또는 영상 디모자이킹을 위한 입력이 입출력 인터페이스(150)를 통해 수신될 수 있다.
- [0024] 네트워크 인터페이스(160)는 근거리 네트워크 또는 인터넷과 같은 네트워크들에 대한 하나 이상의 인터페이스를 포함할 수 있다. 네트워크 인터페이스(160)는 유선 또는 무선 접속들에 대한 인터페이스들을 포함할 수 있다. 구성 명령들 및/또는 영상 디모자이킹을 위한 입력이 네트워크 인터페이스(160)를 통해 수신될 수 있다.
- [0025] 또한, 다른 실시예들에서 컴퓨터 시스템(100)은 도 1의 구성요소들보다 더 많은 구성요소들을 포함할 수도 있다. 그러나, 대부분의 종래기술적 구성요소들을 명확하게 도시할 필요성은 없다. 예를 들어, 컴퓨터 시스템(100)은 상술한 입출력 인터페이스(150)와 연결되는 입출력 장치들 중 적어도 일부를 포함하도록 구현되거나 또는 트랜시버(transceiver), GPS(Global Positioning System) 모듈, 카메라, 각종 센서, 데이터베이스 등과 같은 다른 구성요소들을 더 포함할 수도 있다.
- [0026] 이하에서는 적응적 기준 범위 선택에 따른 디모자이킹 방법의 구체적인 실시예를 설명하기로 한다.
- [0027] 디모자이킹 방법은 거짓 색상이나 지퍼 효과와 같은 결함을 제거하기 위한 것으로, 경사에 기반하여 추정된 예지 방향으로 픽셀 정보를 재구성한다.
- [0028] 경사 기반 방법들은 대부분의 예지 방향에 효과적으로 적용되지만, 밝기 및 색차의 빈번한 변화가 있는 텍스처 영역에서는 경사 계산의 열악한 신뢰도 때문에 결함이 증가한다.
- [0029] 색차 공간을 주파수 영역으로 바꾸기 위한 여러 가지 방법들이 제안되었다. 주파수 영역 기반의 반-에일리어싱 필터(anti-aliasing filters)는 베이어 영상 또는 재구성된 RGB 영상의 주파수 영역에서 노이즈를 제거하기 위해 설계되었다. 이후, 노이즈 제거 결과는 각 채널 주파수들 간의 관계 및 높은 주파수와 낮은 주파수들 간의 관계를 분석하는 데 사용된다. 주파수 분석은 두 가지 장점이 있다. 예지 분류 시의 효율 및 각 채널의 상호상관(inter-correlation)을 위해 설계된 필터의 높은 성능이다. 그러나, 색상 간에 약한 상호상관이 있는 영상의 경우 교차상관(cross-correlation)을 위해 설계된 필터의 성능은 감소되며 결함 속도는 증가한다.
- [0030] 또한, 기존 방법들은 CIELab 색상 모델과 같은 인간 색상 인지, R-G 및 B-G와 같은 색차 및 채널들 간의 선형 변화 특성에 대한 색상 비율을 분석한다. 이 방법들은 텍스처 또는 예지와 같은 유사 구조들에 대해 스펙트럼 상관(spectral correlation)을 적용한다. CIELab 색상 공간(color space)의 균일성을 기반으로 한 방법은 현재 위치의 픽셀과 주변 픽셀들을 관련시킴으로써 수평 또는 수직 방향에 대한 보간법(interpolation)을 결정한다.

색차, 색상 비율 및 색상 인지를 사용하는 방법은 영상을 쉽고 효율적으로 다룰 수 있기 때문에 많은 연구에서 활용되고 있다.

[0031] 최근 가이드된 필터링(guided filtering)을 사용하는 잔여 차이(residual difference)를 기반으로 색차 정보를 추출하는 방법이 제안되었다. 이는 기존 방법들과 비교할 때 더 빠른 계산 및 더 높은 SPNR(peak signal-to-noise ratio) 및 개선된 결함 제거 속도를 보이고 있다. 잔여를 기반으로 한 색차 정보 추출 방법은 특정한 색상 정보 없이도 여러 위치에 있는 다른 채널들의 값을 사용하여 텍스처 또는 에지의 특성을 반영할 수 있다.

[0032] 그러나, 기존 방법들을 사용하는 경우 고정된 기준 면적만을 사용하여 영상 내 다양한 객체들의 텍스처 정보를 반영하기 어렵다.

[0033] 본 발명에서는 잔여 색차 정보를 추출하여 색차에 대한 적응적 기준 범위를 결정하는 것에 기반을 두는 디모자이킹 방법을 제안한다.

[0034] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 있어서 영상 디모자이킹 방법의 전체 흐름도를 도시한 것이다.

[0035] 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 영상 디모자이킹 방법은 (a) 잔여 기반의 색차를 추출하고 입력 베이어 영상에 대한 경사를 계산하는 과정; (b) 동/서/남/북 방향의 기준 범위에 따라 후보 G 채널 값을 추정하는 과정; (c) 최적 기준 범위 선택 척도를 사용하여 최종 G 채널 값을 추정하는 과정; 및 (d) 최종 G 채널 값을 사용하여 색차 기반의 R 및 B 값을 복원하는 과정을 포함한다.

[0036] 본 발명에서 제안하는 방법은 각 픽셀에서 4가지 방향, 즉 E(동), W(서), S(남) 및 N(북)의 색차에 대한 기준 범위 및 가중치를 결정한다. 추정된 색차를 기반으로 하는 재구성은 잔여 기반의 색차 정보를 추출하는 기존 기술의 한계를 보완한다. 본 발명에 따른 방법은 다음과 같은 두 가지 기여를 한다.

[0037] (1) 기존 방법들과 달리, 본 발명에서의 기준 픽셀 면적이 고정되지 않으므로 추정 값이 실측 자료(ground truth)에 가깝다.

[0038] (2) 객체 내 국지적인 콘텐츠에 적합한 색차에 대한 기준 범위를 적응적으로 선택함으로써 결함 제거 속도가 개선된다.

[0039] 잔여 기반의 색차 정보 추출(Extraction of residual-based color difference information)

[0040] 잔여 기반의 색차 추출에 대한 기술인 RI(Residual Interpolation, 잔여 보간법)에 대해 간략히 소개한다(수학식 1 내지 수학식 3). 이는 본 발명에서 색차 추출 기술로서 사용된다.

[0041] [수학식 1]

$$\tilde{G}_{i,j}^H = (G_{i,j-1} + G_{i,j+1})/2, \quad \tilde{G}_{i,j}^V = (G_{i-1,j} + G_{i+1,j})/2$$

$$\tilde{R}^H = T_{GF}(b_R, \tilde{G}^H)$$

[0042]

[0043] [수학식 2]

$$\hat{R}_{i,j}^H = \frac{(b_R(i,j-1) - \hat{R}_{i,j-1}^H)}{2} + \frac{(b_R(i,j+1) - \hat{R}_{i,j+1}^H)}{2} + \tilde{R}_{i,j}^H$$

[0044]

[0045] [수학식 3]

$$d_{G,R}^H = \hat{G}_R^H - R \text{ or } G - \hat{R}_G^H, \quad d_{G,B}^H = \hat{G}_B^H - B \text{ or } G - \hat{B}_G^H$$

$$d_{G,R}^V = \hat{G}_R^V - R \text{ or } G - \hat{R}_G^V, \quad d_{G,B}^V = \hat{G}_B^V - B \text{ or } G - \hat{B}_G^V$$

[0046]

[0047] 여기서, i, j 는 목표 픽셀의 위치이며, $\tilde{G}^H, \tilde{G}^V$ 는 수평 및 수직 방향으로 이중 선형 보간법을 사용하여 재구성된 G 값이고, $\tilde{R}^H$ 는 $\tilde{G}^H$ 를 사용하여 수평 방향에 대해 추정된 가이드 영상으로서의 R 이고, b_R 은 베이어 영상의 R 값이고, T_{GF} 는 가이드 영상에 의하여 목표 영상을 위해 가이드된 필터링이며, $\hat{G}_R^H$ 는

R 픽셀 위치의 G 값이고, $\hat{R}_G^H$ 는 G 픽셀의 R 값이고, d^H 및 d^V 는 각각 수평 및 수직 방향에 대한 색차 정보이다.

[0048] 도 3은 이중 선형 보간법 기반의 색차 추정에 의한 디모자이킹 과정(a)과 가이드된 필터링에 의한 잔여 기반의 디모자이킹 과정(b)을 나타낸 것이다.

[0049] 이중 선형 보간법 기반의 방법(도 3의 (a))은 색차를 추정하는 간단하고 효과적인 방법이며 이중 선형 보간된 G 및 원래의 R 또는 B 값에 대한 색차를 계산하는 과정을 수반한다. 그러나, 픽셀 값의 큰 변화가 있는 영역의 경우 이중 선형 보간법을 사용하여 보간된 영상 내에서 픽셀 단위의 변화를 감지하는 것은 어렵다. 따라서, G 값의 오차는 재구성된 G 채널을 사용하여 R 및 B 채널이 재구성될 때 더 잘 전파된다.

[0050] 한편, 잔여-기반 색차를 추정하는 방법(도 3의 (b))은 이중 선형 보간된 G 값을 가이드 영상으로 사용하여 가이드된 필터링을 통해 R 값을 보간한다. 보간된 R 채널과 원래의 R 값 간의 차이는 잔여로 표현된다. 반대로, 이 잔여는 가이드된 필터링에 의해 보간된 R 채널과 결합되어 더 신뢰성 있는 R 채널 값을 추정한다. 잔여 기반의 재구성 방법은 기존의 이중 선형 보간법을 기반으로 하는 색차 추정에서의 오차 전파 문제를 해결하므로 더 신뢰할 수 있는 색차 정보가 추출될 수 있다.

[0051] 잔여 기반의 색차를 추정하는 과정은 도 3 (b)에 나타낸 바와 같다. 우선, 이중 선형 보간법은 수평 및 수직 방향으로 G 채널에 대해 수행된다. 그 후, 수학적 식 1에 제시된 바와 같이, 재구성된 G 채널을 가이드 영상으로 사용하여 R채널이 재구성된다. 수학적 식 2에 제시된 바와 같이, 수평 및 수직 방향으로 재구성된 R 채널에 대한 R 값과 베이어 영상의 원래 R 값 간의 차이는 잔여로 정의된다. 잔여는 수평 및 수직 방향으로 재구성된 $\tilde{R}$ 에 더해져서 감소된 오차율을 갖는 영상을 얻는다. 수평 및 수직 방향에 대한 G 채널과 R, B 채널 간의 색차 정보는 최종적으로 추정된 R, G 및 B 값에 의해 평가된다.

[0052] 적응적 기준 범위 기반의 보간법

[0053] - 적응적 기준 범위 선택

[0054] 수학적 식 3을 사용하여 계산되는 대응 픽셀 위치들의 수평 및 수직 방향에 대한 색차 값들의 추정은 매우 복잡한 텍스처 영역 내 정보에 대한 부정확한 반영 때문에 큰 오차를 포함한다. 이 문제를 해결하기 위하여, 잔여 보간법(RI)은 GBTF(Gradient Based Threshold Free) 알고리즘을 사용하여 4가지 방향 E, W, S 및 N의 색차 오차를 감소시킨다. 그러나, GBTF는 수많은 콘텐츠들이 고정된 기준 범위 내에서 혼합될 때 신뢰성을 보장하기 어렵다.

[0055] 본 발명에서는 다양한 콘텐츠 면적에서 신뢰할 수 있는 색차 정보를 추정하기 위해 GBTF의 고정된 기준 범위를 적응적으로 선택되는 기준 범위로 확장하고자 한다.

[0056] 도 4는 적응적 기준 범위 선택 알고리즘의 일례를 나타낸 것이다.

[0057] 도 4의 알고리즘 1은 적응적인 기준 범위 선택을 통해 최종 G 값을 결정하는 과정을 설명한다. 각 픽셀 위치에서, 기준 범위는 콘텐츠에 적합한 기준 범위를 선택하기 위해 점진적으로 증가하며, 재구성 후보 값이 추정된다. 각 픽셀 위치에서 최종적인 색차 값의 추정은 4가지 방향, E, W, N 및 S를 고려한다. 각 방향에 대한 가중치는 경사의 평균으로 정의된다. 값 $\hat{G}_r$ 은 각 기준 범위에서 방향성을 고려한 최종적인 색차에 의해 추정된다. 또한, 최종적인 G 값 선택을 위한 후보로서 사용된다.

[0058] 도 5는 텍스처 변화에 적합한 후보 G 채널 추정 플로우를 나타낸 것이다.

[0059] 도 5에 도시한 바와 같이, 색차 기준 범위 r 은 수평 및 수직 색차 값 d^H 및 d^V 에 대해 각 픽셀 위치에서 4 방향인 E, W, S 및 N으로 순차적으로 증가한다. 또한, 평균 색차 값인 $\bar{d}_r^{H,E}$, $\bar{d}_r^{H,W}$, $\bar{d}_r^{V,S}$ 및 $\bar{d}_r^{V,N}$ 와 색차 경사의 평균 값인 $\overline{\Delta d}_r^{H,E}$, $\overline{\Delta d}_r^{H,W}$, $\overline{\Delta d}_r^{V,S}$ 및 $\overline{\Delta d}_r^{V,N}$ 은 각 방향에 대해 계산된다. 각 기준 범위 r 에서 수평 및 수직 방향 각각에 대한 최종적인 색차 $\hat{d}_r^H$ 및 $\hat{d}_r^V$ 는 수학적 식 4를 사용하여 추정된다. 그 후, 현재 픽셀 위치의 최종적인 G 채널 값 G_r 는 수학적 식 5를 사용하여 수평 및 수직 색차 각각을 위한 가중치 계산

에 의해 추정된다.

[수학식 4]

$$\begin{aligned} w_r^{H,E} &= \frac{\overline{\Delta d_r^{H,W}}}{\overline{\Delta d_r^{H,E}} + \overline{\Delta d_r^{H,W}}}, w_r^{H,W} = \frac{\overline{\Delta d_r^{H,E}}}{\overline{\Delta d_r^{H,E}} + \overline{\Delta d_r^{H,W}}} \\ \hat{d}_r^H &= \begin{cases} -\bar{d}_r^{H,W} w_r^{H,E} + \bar{d}_r^{H,W} w_r^{H,W}, & \text{if } \overline{\Delta d_r^{H,E}} > \overline{\Delta d_r^{H,W}} \text{ AND } \frac{\bar{d}_r^{H,W}}{\bar{d}_r^{H,E}} < 0 \\ \bar{d}_r^{H,W} w_r^{H,E} + \bar{d}_r^{H,W} w_r^{H,W}, & \text{if } \overline{\Delta d_r^{H,E}} > \overline{\Delta d_r^{H,W}} \text{ AND } \frac{\bar{d}_r^{H,W}}{\bar{d}_r^{H,E}} \geq 0 \\ \bar{d}_r^{H,W} w_r^{H,E} - \bar{d}_r^{H,W} w_r^{H,W}, & \text{if } \overline{\Delta d_r^{H,E}} \leq \overline{\Delta d_r^{H,W}} \text{ AND } \frac{\bar{d}_r^{H,W}}{\bar{d}_r^{H,E}} < 0 \\ \bar{d}_r^{H,W} w_r^{H,E} + \bar{d}_r^{H,W} w_r^{H,W}, & \text{if } \overline{\Delta d_r^{H,E}} \leq \overline{\Delta d_r^{H,W}} \text{ AND } \frac{\bar{d}_r^{H,W}}{\bar{d}_r^{H,E}} \geq 0 \end{cases} \end{aligned}$$

[수학식 5]

$$\begin{aligned} \overline{\Delta d_r^H} &= \min(\overline{\Delta d_r^{H,E}}, \overline{\Delta d_r^{H,W}}), \quad \overline{\Delta d_r^V} = \min(\overline{\Delta d_r^{V,N}}, \overline{\Delta d_r^{V,S}}) \\ w_r^H &= \frac{\overline{\Delta d_r^V}}{\overline{\Delta d_r^H} + \overline{\Delta d_r^V}}, w_r^V = \frac{\overline{\Delta d_r^H}}{\overline{\Delta d_r^H} + \overline{\Delta d_r^V}} \\ \hat{G}_r^R &= R + w_r^V \hat{d}_r^H + w_r^H \hat{d}_r^V, \hat{G}_r^B = B + w_r^V \hat{d}_r^H + w_r^H \hat{d}_r^V \end{aligned}$$

[수학식 6]

$$\hat{G} = \min_{\hat{G}_r} (G_{i,j}^{target} - \hat{G}_r)$$

여기서, $\mathbf{r}$ 은 기준 범위로서의 픽셀 수이고, $w_r^{H,E}$ 및 $w_r^{H,W}$ 는 수평 방향의 기준 색차에 대한 가중치 값들이고, $\hat{d}_r^H$ 는 수학식 4의 조건을 만족시켜 계산되는 수평 방향에 대한 색차 값이다. 수직 방향에 대한 색차 값 $\hat{d}_r^V$ 의 계산은 $\hat{d}_r^H$ 의 계산과 같다. 현재 픽셀 위치에서 최적의 G 값인 $\hat{G}$ 은 현재 픽셀과 주변 영역 간의 관계를 고려해서 결정되며, G_r 은 현재 위치에 대해 최적의 기준 범위 $\mathbf{r}$ 을 위하여 선택된다. 이 경우, 최적의 기준 범위 $\mathbf{r}$ 은 기존 연구에서 처럼 현재 픽셀 위치를 목표 픽셀 값과 비교함으로써 얻어지며, 목표 픽셀과 G_r 간의 가장 작은 차이를 갖는 $\mathbf{r}$ 이 선택된다. 본 발명에서는 G_r 을 선택하여 재구성을 수행한다. 가능성 있는 결합 영역에서, 기준 범위에서 재구성되는 값들 중 적어도 하나는 원래 영상 내 G 값과 유사한 값을 가지며, 이 값은 기존 연구들의 결합 영역 내 값과 거의 같다. 이 사실을 사용하여, 목표 방법의 재구성된 결과로부터 가장 작은 차이를 갖는 기준 범위 $\mathbf{r}$ 이 선택된다. 최종적으로, $\mathbf{r}$ 에 의해 선택된 $\hat{G}$ 을 최종적인 G 채널 값으로 사용한다.

$\overline{\Delta d_r^H}$ 와 $\overline{\Delta d_r^V}$ 는 각각 수평 및 수직 방향으로 최소 변화를 갖는 평균 색차 경사 값이며, w_r^H 와 w_r^V 는 가중치 값이다. $\hat{G}_r$ 은 각 기준 범위에서 추정된 G 값이고, G^{target} 은 선택 기준에 대한 기존 연구들의

결과이며, $\hat{G}$ 는 최종적인 G 채널 값으로 결정된다. $\hat{G}$ 은 R 및 B 채널 재구성 시 보간 방향 결정과 색차 추정에 대한 기준으로서 사용된다.

[0068] - R 과 B 채널 재구성

[0069] B 픽셀 위치에서의 R 값 재구성: B 채널 픽셀에서의 R 값 재구성은 이중 선형 보간법으로 번갈아 수행된다. B 픽셀 위치에 있는 R 픽셀은 NE(북동), NW(북서), SE(남동) 및 SW(남서) 방향으로 비스듬하게 있으며, 재구성되는 R 값은 네 방향의 값들의 평균이다. 이전 단계에서 재구성된 G 채널 값과 베이어 영상에서 원본 색상 값을 갖는 R 값 간의 색차를 사용하여 중앙 방향의 색차 값이 추정되며, $d_{R,G} = R - \hat{G}$ 라고 정의된다. R 값은 G 값과 중앙의 색차를 더함으로써 재구성된다. R 픽셀 위치에 있는 B 값은 같은 방법으로 재구성된다.

[0070] G 픽셀 위치에서의 R 및 B 값 재구성: 도 6의 (a)는 원본 색상 갖는 R 또는 B 의 위치에 따라 R 또는 B 픽셀 위치에서의 재구성이 수평 또는 수직 분포 패턴으로 분류된다는 것을 보여준다. 우선, $d_{R,G}$ 와 $d_{B,G}$ 는 주황색으로 칠해진 위치에서 계산된다. 계산된 색차의 선형 보간 순서를 추정하기 위하여, 재구성된 G 에 대한 수평 및 수직 경사 ΔG_x 와 ΔG_y 가 계산된다. 보간 순서는 계산된 경사에 대해 5×5 패치 크기의 평균 경사 $\Delta \bar{G}_x$ 및 $\Delta \bar{G}_y$ 를 계산함으로써 결정된 방향으로 정해진다. 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이, $\Delta \bar{G}_x$ 의 값이 $\Delta \bar{G}_y$ 보다 작을 때, 먼저 수평 방향으로 보간하고 그 뒤 수직 방향으로 보간하여 중심 위치의 색차를 결정한다.

[0071] 도 6의 (b)는 수직 패턴의 $\Delta \bar{G}_x$ 가 $\Delta \bar{G}_y$ 보다 작은 경우를 보여준다. 여기서, 최종적인 색차 값은 수평 방향의 보간에 의해 결정된다. 역으로, $\Delta \bar{G}_y$ 가 더 작으면, 보간 순서는 도 6의 (b)에 도시된 바와 같이 결정된다. 비어 있는 위치의 색차는 수직 방향으로 보간된 후 수평적으로 다시 보간된다. 최종적인 색차는 중앙 위치의 상, 하부에 의해 추정된다. 같은 메커니즘은 수평 패턴의 경우에도 적용된다. 또한, 경사 기반의 R 및 B 픽셀 재구성에 대한 단점을 보완하기 위하여, 에지의 재구성 오차는 MLRI(Minimized-Laplacian Residual Interpolation)를 사용하는 라플라시안(Laplacian) 기반의 방법을 적용함으로써 재구성된 R 및 B 픽셀을 사용하여 감소된다.

[0072] [수학식 7]

$$\begin{aligned}\hat{R} &= (R_{ARS} + R_{MLRI})/2 \\ \hat{B} &= (B_{ARS} + B_{MLRI})/2\end{aligned}$$

[0073]

[0074] 여기서, R_{ARS} 는 R 픽셀 재구성 결과이고, R_{MLRI} 는 MLRI 방법의 R 재구성 결과이다. 최종적인 재구성 값 $\hat{R}$ 은 R_{ARS} 및 R_{MLRI} 의 평균으로 정의된다. 같은 과정은 최종적인 재구성 값 $\hat{B}$ 을 얻는 데도 적용된다.

[0075] 이처럼 본 발명의 실시예들에 따르면, 가이드된 필터링 기반의 색차 추정을 통한 적응적 기준 범위 선택 방법을 이용함으로써 디모자이킹 방법에서 발생하는 결함을 효과적으로 제거할 수 있다. 특히, 각 방향에 대한 색차 정보의 가중치를 결정하고 색차 정보의 기준 범위를 적응적으로 선택함으로써 국부적 변화에 강하고 보다 신뢰성 있는 재구성 결과를 획득할 수 있어 영상 품질을 향상시킬 수 있다.

[0076] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 프로세서, 컨트롤

러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPGA(field programmable gate array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 어플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 컨트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0077] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

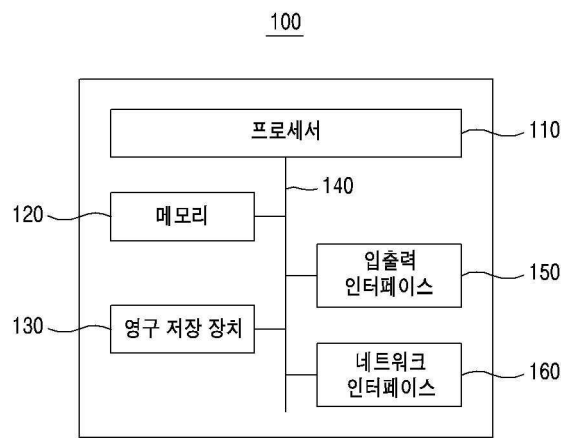
[0078] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 이때, 매체는 컴퓨터로 실행 가능한 프로그램을 계속 저장하거나, 실행 또는 다운로드를 위해 임시 저장하는 것일 수도 있다. 또한, 매체는 단일 또는 수 개의 하드웨어가 결합된 형태의 다양한 기록수단 또는 저장수단일 수 있는데, 어떤 컴퓨터 시스템에 직접 접속되는 매체에 한정되지 않고, 네트워크 상에 분산 존재하는 것일 수도 있다. 매체의 예시로는, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM 및 DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical medium), 및 ROM, RAM, 플래시 메모리 등을 포함하여 프로그램 명령어가 저장되도록 구성된 것이 있을 수 있다. 또한, 다른 매체의 예시로, 어플리케이션을 유통하는 앱 스토어나 기타 다양한 소프트웨어를 공급 내지 유통하는 사이트, 서버 등에서 관리하는 기록매체 내지 저장매체도 들 수 있다.

[0079] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

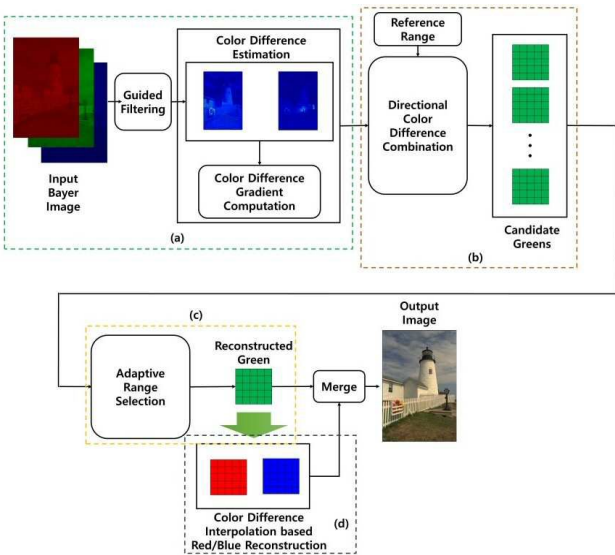
[0080] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

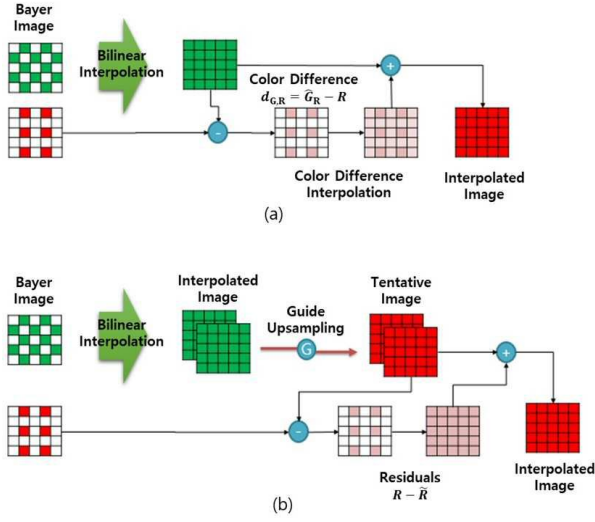
도면1



도면2



도면3



도면4

Algorithm 1. Adaptive Reference Range Selection

procedure ADAPTIVE_RANGE_SELECTION (b_c, d_r, G^{target})

Variable description:

b_c : pixel at color c on Bayer pattern

r : reference range (pixel)

o : reference direction {N, S, E, W}

Candidate green channels estimation:

for $r \leftarrow 0, 8$ **do**

$d_r^o = \frac{1}{r+1} \sum_{i=0}^r d_i^o$ for each direction o

$\Delta d_r^o = \frac{1}{r+1} \sum_{i=0}^r \Delta d_i^o$ for each direction o

$w_r^{HE} = \frac{\Delta d_r^{HW}}{\Delta d_r^{HE} + \Delta d_r^{HW}}$

$w_r^{HW} = \frac{\Delta d_r^{HE}}{\Delta d_r^{HE} + \Delta d_r^{HW}}$

if $\Delta d_r^{HE} > \Delta d_r^{HW}$ and $\frac{\partial^{HW}}{\partial^{HE}} < 0$, then $d_r^H = -d_r^{HW} w_r^{HE} + d_r^{HW} w_r^{HW}$

else if $\Delta d_r^{HE} < \Delta d_r^{HW}$ and $\frac{\partial^{HW}}{\partial^{HE}} < 0$, then $d_r^H = d_r^{HW} w_r^{HE} - d_r^{HW} w_r^{HW}$

else if $\left\{ \Delta d_r^{HE} > \Delta d_r^{HW} \text{ and } \frac{\partial^{HW}}{\partial^{HE}} \geq 0 \right\}$ or $\left\{ \Delta d_r^{HE} \leq \Delta d_r^{HW} \text{ and } \frac{\partial^{HW}}{\partial^{HE}} \geq 0 \right\}$,

then $d_r^H = d_r^{HW} w_r^{HE} + d_r^{HW} w_r^{HW}$

$\Delta d_r^H = \min(\Delta d_r^{HE}, \Delta d_r^{HW})$, $\Delta d_r^V = \min(\Delta d_r^{VN}, \Delta d_r^{VS})$

$w_r^H = \frac{\Delta d_r^V}{\Delta d_r^H + \Delta d_r^V}$

$w_r^V = \frac{\Delta d_r^H}{\Delta d_r^H + \Delta d_r^V}$

$G_r^R = b_R + w_r^V d_r^H + w_r^H d_r^V$

$G_r^B = b_B + w_r^V d_r^H + w_r^H d_r^V$

end for

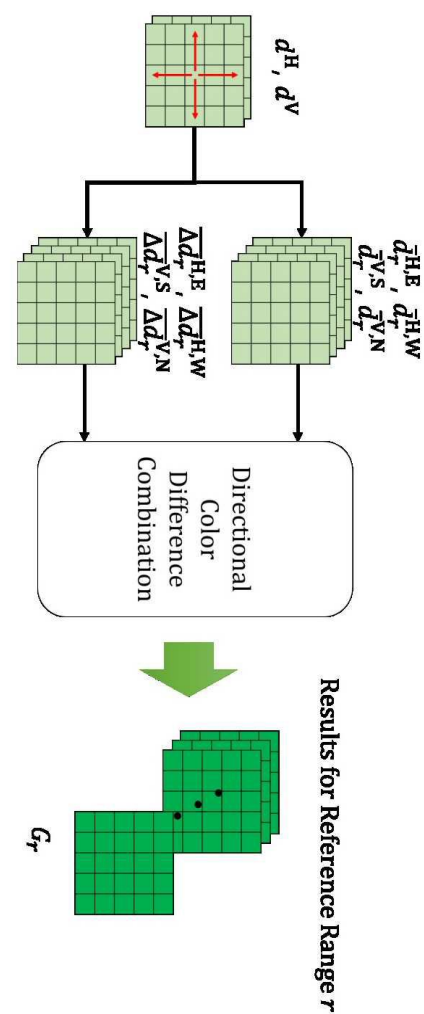
Minimized distance selection:

$\hat{G} = \min_{G_r} (G_r^{target} - G_r)$

return $\hat{G}$

end procedure

도면5



도면6

