(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년02월14일
(11) 등록번호 10-2636771
(24) 등록일자 2024년02월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09G 3/34 (2006.01) *G09G 3/20* (2006.01)
G09G 3/38 (2006.01) *G09G 5/02* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G09G 3/344 (2013.01)
G09G 3/2044 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2023-7012904
(22) 출원일자(국제) 2021년11월02일
심사청구일자 2023년04월14일
(85) 번역문제출일자 2023년04월14일
(65) 공개번호 10-2023-0054765
(43) 공개일자 2023년04월25일
(86) 국제출원번호 PCT/US2021/057648
(87) 국제공개번호 WO 2022/094443
국제공개일자 2022년05월05일
(30) 우선권주장
63/108,855 2020년11월02일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020030005181 A*
KR1020170033446 A*
KR1020190109552 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
이 잉크 코포레이션
미국 01821 매사추세츠주 빌레리카 테크놀로지 파크 드라이브 1000
(72) 발명자
크라운스 케네스 알
미국 01821-4165 매사추세츠주 빌레리카 테크놀로지 파크 드라이브 1000 이 잉크 코포레이션 씨/오
(74) 대리인
특허법인코리아나

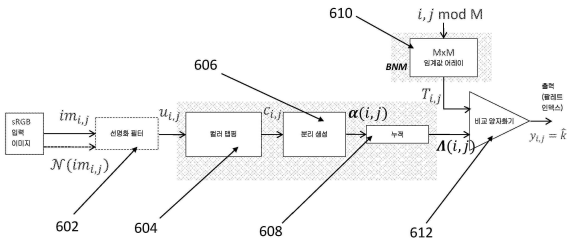
전체 청구항 수 : 총 10 항 심사관 : 송원규

(54) 발명의 명칭 **컬러 이미지들을 렌더링하기 위한 방법 및 장치**

(57) 요 약

전기 광학 디스플레이를 구동하기 위한 방법들이 제공된다. 복수의 디스플레이 픽셀을 갖는 전기 광학 디스플레이를 구동하는 방법으로서, 상기 방법은 입력 이미지를 수신하는 단계, 입력 이미지를 프로세싱하여 컬러 분리 누적을 생성하는 단계, 및 임계값 어레이를 사용하여 컬러 분리 누적을 프로세싱하여 전기 광학 디스플레이를 위한 컬러를 생성하는 단계를 포함한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
G09G 3/38 (2013.01)
G09G 5/02 (2013.01)
G09G 2340/06 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

복수의 디스플레이 픽셀들을 갖는 전기 광학 디스플레이를 구동하기 위한 방법으로서,

입력 이미지를 수신하는 단계;

룩업 테이블을 사용하여 컬러 분리 누적을 생성하기 위해 상기 입력 이미지를 프로세싱하는 단계로서, 상기 룩업 테이블은 상기 입력 이미지의 컬러 값들과 상기 컬러 분리 누적 사이의 매핑을 포함하는, 상기 입력 이미지를 프로세싱하는 단계; 및

상기 컬러 분리 누적을 상기 전기 광학 디스플레이의 색 공간에서의 기본 컬러 각각에 대한 임계값을 포함하는 임계값 어레이인 디더 함수와 교차시킴으로써 상기 입력 이미지를 디더링하는 단계를 포함하는, 전기 광학 디스플레이를 구동하기 위한 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 임계값 어레이는 청색 잡음 마스크 (BNM) 인, 전기 광학 디스플레이를 구동하기 위한 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 입력 이미지를 프로세싱하기 전에 상기 입력 이미지를 선명화 필터에 통과시키는 단계를 더 포함하는, 전기 광학 디스플레이를 구동하기 위한 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 선명화 필터는 유한 임펄스 응답 (FIR) 필터인, 전기 광학 디스플레이를 구동하기 위한 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 컬러 분리 누적을 생성하기 위해 상기 입력 이미지를 프로세싱하는 단계는 바리센트릭 좌표 방법을 사용하는 단계를 포함하는, 전기 광학 디스플레이를 구동하기 위한 방법.

청구항 7

제 1 항의 방법을 수행하도록 구성된 전기 광학 디스플레이로서, 전기영동 디스플레이를 포함하는, 전기 광학 디스플레이.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

회전 이색성 부재, 전기변색 재료 또는 전기습윤 재료를 포함하는, 전기 광학 디스플레이.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

유체 내에 배치되고 전기장의 영향 하에서 상기 유체를 통해 이동할 수 있는 복수의 전기적으로 대전된 입자들을 포함하는 전기영동 재료를 포함하는, 전기 광학 디스플레이.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 전기적으로 대전된 입자들 및 상기 유체는 복수의 캡슐들 또는 마이크로셀들 내에 한정되는, 전기 광학 디스플레이.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 복수의 전기적으로 대전된 입자들 및 상기 유체는 고분자 재료를 포함하는 연속상에 의해 둘러싸인 복수의 이산 액적들로서 존재하는, 전기 광학 디스플레이.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 2020년 11월 2일자로 출원된 미국 가출원 제63/108,855호에 관련되고 그에 대해 우선권을 주장한다.

[0002] 전술한 출원의 전체 개시들은 본 명세서에 참조에 의해 통합된다.

[0003] 본 발명은 전기 광학 (electro-optic) 디스플레이들을 구동하기 위한 방법들에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 전기영동 디스플레이 상에 이미지를 디더링 및 렌더링하기 위한 구동 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0004] 본 발명은 컬러 이미지들을 렌더링하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본 발명은 컬러 강도들의 조합이 다중 컬러 표면 커버리지로 변환되는 다중 컬러 디더링을 위한 방법에 관한 것이다.

[0005] 용어 "픽셀" 은 디스플레이 자체가 보여줄 수 있는 모든 컬러들을 생성 가능한 디스플레이의 최소 단위를 의미하도록 디스플레이 기술에서의 그 종래의 의미로 본 명세서에서 사용된다.

[0006] 하프 토닝 (half-toning) 은 수십 년 동안 인쇄 업계에서 흰색 종이의 각 픽셀을 다양한 비율로 검정 잉크로 덮어 그레이 톤을 표현하는 데 사용되었다. CMY 또는 CMYK 컬러 인쇄 시스템에서 유사한 하프 토닝 스킴들을 사용할 수 있으며, 컬러 채널들은 서로 독립적으로 변경된다.

[0007] 그러나 각 픽셀이 제한된 세트의 기본 컬러들 중 임의의 하나를 표시할 수 있는 한 컬러 채널들이 서로 독립적으로 변경될 수 없는 많은 컬러 시스템이 존재한다(이러한 시스템은 이하 "제한된 팔레트 디스플레이" 또는 "LPD" 라고 지칭될 수도 있음); ECD 특허 컬러 디스플레이는 이러한 유형이다. 다른 컬러를 만들려면 원색을 공간적으로 디더링하여 올바른 컬러 감각을 생성해야 한다.

[0008] 전자 디스플레이는 일반적으로 활성 매트릭스 백플레인, 마스터 제어기, 로컬 메모리, 및 통신 및 인터페이스 포트들의 세트를 포함한다. 마스터 제어기는 통신/인터페이스 포트를 통해 데이터를 수신하거나 디바이스 메모리에서 데이터를 취출한다. 일단 데이터가 마스터 제어기에 존재하면, 그것은 활성 매트릭스 백플레인에 대한 일 세트의 명령으로 변환된다. 활성 매트릭스 백플레인은 마스터 제어기에서 이러한 명령을 수신하고 이미지를 생성한다. 컬러 디바이스의 경우, 온-디바이스 (on-device) 색역 계산에는 향상된 계산 능력을 갖춘 마스터 제어기가 필요할 수 있다. 위에서 지적한 바와 같이, 컬러 전기영동 디스플레이를 위한 렌더링 방법은 종종 계산 집약적이며, 아래에서 상세히 논의되는 바와 같이 본 발명 자체는 렌더링에 의해 부과된 계산상 부하를 감소시키기 위한 방법들을 제공하지만, 렌더링 (디더링) 단계 및 전체 렌더링 프로세스의 다른 단계

들은 여전히 디바이스 계산 처리 시스템에 큰 부하를 부과할 수 있다.

[0009] 이미지 렌더링에 필요한 증가된 계산 능력은 일부 애플리케이션에서 전기 영동 디스플레이의 이점을 감소시킨다. 특히, 마스터 제어기가 복잡한 렌더링 알고리즘을 수행하도록 구성될 때 디바이스를 제조하는 비용이 증가하고 디바이스 전력 소비도 증가한다. 또한 제어기에 의해 발생되는 추가 열은 열 관리를 필요로한다. 따라서, 적어도 일부 경우에는, 예를 들어 매우 높은 해상도 이미지 또는 많은 수의 이미지가 짧은 시간에 렌더링되어야 하는 경우, 다중 컬러 이미지를 디더링하기 위한 효율적인 방법을 갖는 것이 바람직할 수 있다.

발명의 내용

[0010] 따라서, 일 양태에서, 여기에 제시된 주제는 전기 광학 디스플레이를 구동하기 위한 방법을 제공하고, 방법은 입력 이미지를 수신하는 단계, 입력 이미지를 처리하여 컬러 분리 누적을 생성하는 단계, 및 디더 (dither) 함수를 사용하여 컬러 분리 누적을 교차하여 입력 이미지를 디더링하는 단계를 포함할 수있다.

[0011] 일부 실시형태들에서, 디더 함수는 임계값 어레이이다.

[0012] 다른 실시형태에서, 임계값 어레이는 청색 잡음 마스크 (Blue Noise Mask: BNM) 이다.

[0013] 또 다른 실시형태에서, 처리 단계는 룩업 테이블에 의해 구현된다.

도면의 간단한 설명

[0014] 특허 또는 출원 파일은 컬러로 작성된 적어도 하나의 도면을 포함한다. 컬러 도면(들)을 가진 이 특허 또는 특허 출원 공보의 사본은 요청시 및 필요 수수료의 납부시 사무국이 제공할 것이다.

첨부 도면 중 도 1 은 본 명세서에서 제시된 주제에 따른 이미지 렌더링 모델이다.

도 2 는 본 명세서에 제시된 주제에 따른 마스크를 사용하는 예시적인 흑백 디더링 방법이다.

도 3 은 본 명세서에 제시된 주제에 따른 여러 마스크 설계들을 도시한다.

도 4 는 본 명세서에 개시된 주제에 따른 색역 컬러 맵핑을 도시한다.

도 5 는 본 명세서에 개시된 주제에 따른 마스크를 사용하는 다중 컬러 디더링 방법을 도시한다.

도 6 은 본 명세서에 개시된 주제에 따른 마스크를 사용하는 다중 컬러 디더링 알고리즘을 도시한다.

도 7 내지 도 10 은 본 명세서에 제시된 주제에 따른 다중 컬러 디더링을 위한 여러 마스크 설계들이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 오차 확산 알고리즘(이론적으로 요구되는 컬러과 상이한 특정 컬러으로 하나의 픽셀을 인쇄하여 발생하는 "오차"가 이웃 픽셀에 분산되어 전체적으로 올바른 컬러 감각이 생성됨)과 같은 표준 디더링 알고리즘은 제한된 팔레트 디스플레이와 함께 채용될 수 있다. 오차 확산에 관한 방대한 문헌이 있다: 검토를 위해 Pappas, Thrasyvoulos N. "Model-based halftoning of color images," IEEE Transactions on Image Processing 6.7 (1997): 1014-1024 를 참조하라.

[0016] 본 출원은 또한 미국 특허들 5,930,026; 6,445,489; 6,504,524; 6,512,354; 6,531,997; 6,753,999; 6,825,970; 6,900,851; 6,995,550; 7,012,600; 7,023,420; 7,034,783; 7,061,166; 7,061,662; 7,116,466; 7,119,772; 7,177,066; 7,193,625; 7,202,847; 7,242,514; 7,259,744; 7,304,787; 7,312,794; 7,327,511; 7,408,699; 7,453,445; 7,492,339; 7,528,822; 7,545,358; 7,583,251; 7,602,374; 7,612,760; 7,679,599; 7,679,813; 7,683,606; 7,688,297; 7,729,039; 7,733,311; 7,733,335; 7,787,169; 7,859,742; 7,952,557; 7,956,841; 7,982,479; 7,999,787; 8,077,141; 8,125,501; 8,139,050; 8,174,490; 8,243,013; 8,274,472; 8,289,250; 8,300,006; 8,305,341; 8,314,784; 8,373,649; 8,384,658; 8,456,414; 8,462,102; 8,537,105; 8,558,783; 8,558,785; 8,558,786; 8,558,855; 8,576,164; 8,576,259; 8,593,396; 8,605,032; 8,643,595; 8,665,206; 8,681,191; 8,730,153; 8,810,525; 8,928,562; 8,928,641; 8,976,444; 9,013,394; 9,019,197; 9,019,198; 9,019,318; 9,082,352; 9,171,508; 9,218,773; 9,224,338; 9,224,342; 9,224,344; 9,230,492; 9,251,736; 9,262,973; 9,269,311; 9,299,294; 9,373,289; 9,390,066; 9,390,661; 및 9,412,314; 및 미국 특허 출원 공보들 2003/0102858; 2004/0246562; 2005/0253777; 2007/0070032; 2007/0076289; 2007/0091418; 2007/0103427;

2007/0176912; 2007/0296452; 2008/0024429; 2008/0024482; 2008/0136774; 2008/0169821; 2008/0291129; 2008/0303780; 2008/0174651; 2009/0195568; 2009/0322721; 2009/0194733; 2010/0194789; 2010/0220121; 2010/0265561; 2010/0283804; 2010/0063314; 2011/0175875; 2011/0193840; 2011/0193841; 2011/0199671; 2011/0221740; 2011/0001957; 2012/0098740; 2012/0063333; 2013/0194250; 2013/0249782; 2013/0321278; 2013/0009817; 2014/0085355; 2014/0204012; 2014/0218277; 2014/0240210; 2014/0240373; 2014/0253425; 2014/0292830; 2014/0293398; 2014/0333685; 2014/0340734; 2014/0070744; 2015/0097877; 2015/0109283; 2015/0213749; 2015/0213765; 2015/0221257; 2015/0262255; 2015/0262551; 2016/0071465; 2016/0078820; 2016/0093253; 2016/0140910; 및 2016/0180777 과 관련된다. 이들 특허 및 출원은 이하 편의상 "MEDEOD"(MEthods for Driving Electro-Optic Displays) 출원으로 총칭할 수 있으며, 그 전체 내용이 참조로 본 명세서에 포함된다.

[0017] ECD 시스템은 이러한 시스템에서 사용하기 위한 디더링 알고리즘을 설계할 때 고려해야 하는 특정 특성을 나타낸다. 픽셀 간 아티팩트는 이러한 시스템에서 일반적인 특징이다. 아티팩트의 한 유형은 소위 "블루밍(blooming)"으로 인해 발생된다; 단색 및 컬러 시스템 모두에서, 픽셀 전극에 의해 생성된 전기장이 픽셀 전극 자체보다 더 넓은 전기 광학 매체의 영역에 영향을 미쳐 사실상 하나의 픽셀의 광학 상태가 인접한 픽셀들의 영역들의 일부로 확산되는 경향이 있다. 또 다른 종류의 크로스토크는 인접한 픽셀들을 구동하는 것이 픽셀 자체에 의해 도달되는 것과 상이한 픽셀 사이의 영역에서 최종 광학 상태를 초래할 때 경험되며, 이러한 최종 광학 상태는 픽셀 간 영역에서 경험되는 평균화된 전기장에 의해 초래된다. 단색 시스템에서도 유사한 효과가 경험되지만, 이러한 시스템은 색 공간에서 1차원이기 때문에 픽셀 간 영역은 일반적으로 인접한 두 픽셀의 상태들 중간에 있는 그레이 상태를 표시하며, 이러한 중간 그레이 상태는 해당 영역의 평균 반사율에 큰 영향을 미치지 않거나, 또는 그것은 효과적인 블루밍으로서 쉽게 모델링될 수 있다. 그러나, 컬러 디스플레이에서, 픽셀간 영역은 인접 픽셀에 존재하지 않는 컬러를 표시할 수 있다.

[0018] 앞서 언급한 컬러 디스플레이에서의 문제들은 원색을 공간적 디더링함으로써 예측되는 컬러의 선형성과 색 영역에 심각한 결과를 갖는다. ECD 디스플레이의 기본 팔레트에서 포화된 빨간색과 노란색의 공간적으로 디더링된 패턴을 사용하여 원하는 주황색을 생성하기를 시도하는 것을 고려하라. 크로스토크 없이, 주황색을 생성하는 데 필요한 조합은 선형 가산 컬러 혼합 법칙을 사용하여 파 필드 (far field) 에서 완벽하게 예측될 수 있다. 빨간색과 노란색이 색역 경계에 있기 때문에 이 예측된 주황색도 색역 경계에 있어야 한다. 그러나 앞서 언급한 효과가 인접한 빨간색과 노란색 픽셀 사이의 픽셀 간 영역에 (예를 들어) 파란색 띠를 생성하는 경우, 결과의 컬러는 예측된 주황색보다 훨씬 더 중립적일 것이다. 이로 인해 색역 경계에 "덴트 (dent)" 가 생기거나 경계가 실제로 3차원이기 때문에 좀 더 정확하게 가리비 모양이 된다. 따라서 순진한 디더링 접근 방식은 필요한 디더링을 정확하게 예측하지 못할 뿐만 아니라 이 경우 달성 가능한 색 영역 밖에 있기 때문에 이용가능하지 않은 컬러를 생성하려고 시도할 수 있다.

[0019] 패턴의 광범위한 측정 또는 고급 모델링에 의해 달성 가능한 색역을 예측할 수 있는 것이 바람직할 수 있다. 이는 디바이스 원색들의 수가 크거나, 픽셀을 기본 컬러들로 양자화하여 발생하는 오차에 비해 크로스토크 오차가 큰 경우 실현 가능하지 않을 수 있다. 본 발명은 디스플레이 상의 실현된 컬러가 예측된 컬러에 더 가깝도록 블루밍/크로스토크 오차의 모델을 통합하는 디더링 방법을 제공한다. 또한 이 방법은 원색의 볼록 껍질 (convex hull) 외부의 컬러으로 디더링할 때 일반적으로 오차 확산이 무한한 오차를 생성하기 때문에 원하는 컬러가 실현 가능한 색역을 벗어나는 경우 오차 확산을 안정화한다.

[0020] 일부 실시형태에서 이미지의 재생은 첨부된 도면의 도 1에 도시된 오차-확산 모델을 사용하여 수행될 수 있다. 도 1에 설명된 방법은 입력(102)에서 시작하며, 여기서 컬러 값들 $x_{i,j}$ 는 프로세서(104)에 공급되며, 여기서 그것들은 오차 필터(106)의 출력에 가산되어 수정된 입력 $u_{i,j}$ 을 생성하며, 이것은 이하에서 "오차 수정된 입력 컬러 (error-modified input colors)" 또는 "EMIC"라고 할 수도 있다. 수정된 입력들 $u_{i,j}$ 은 양자화기(108)에 공급된다.

[0021] 일부 실시형태에서, 입력 이미지가 원색의 (이론적인) 볼록 껍질(즉, 색 영역)에 있는 것으로 가정되기 때문에 모델 기반 오차 확산을 이용하는 프로세스는 불안정해질 수 있지만, 실제 실현 가능한 색역은 도트 중첩으로 인한 색역의 손실로 인해 더 작을 가능성이 있다. 따라서, 오차 확산 알고리즘은 실제로 달성될 수 없는 컬러를 달성하려고 시도할 수 있으며 오차는 각각의 연속적인 "보정"으로 계속 증가한다. 이러한 문제는 오차를 클리핑하거나 다른 방식으로 제한하여 억제되는 것이 제안되었지만, 이는 다른 오차로 이어진다.

[0022] 실제로 한 가지 해결책은 오차 확산 알고리즘이 항상 목표 컬러를 달성할 수 있도록 소스 이미지의 색역 매핑을 수행할 때 달성 가능한 색역의 더 나은 비볼록 추정을 갖는 것이다. 모델 자체로부터 이것을 근사화하거나, 그것을 경험적으로 결정하는 것이 가능할 수 있다. 일부 실시형태에서, 양자화기(108)는 각각을 선택하는 것이 오차에 미치는 영향에 대해 원색들을 조사하고, 양자화기는 선택된 경우 (일부 메트릭에 의해) 오차가 가장 적은 원색을 선택한다. 그러나 양자화기(108)에 공급되는 원색은 시스템의 자연 원색 {Pk} 이 아니라, 원색의 조정된 세트 {P~k} 이며, 이것은 적어도 일부 이웃 픽셀들의 컬러들을 허용하고, 픽셀에 대한 그들의 영향이 블루밍 또는 기타 픽셀 간 상호 작용으로 인해 양자화된다.

[0023] 상기 방법의 일 실시형태는 표준 Floyd-Steinberg 에러 필터를 사용할 수 있고 픽셀을 래스터 순서로 처리한다. 기존과 같이 디스플레이가 위에서 아래로 그리고 왼쪽에서 오른쪽으로 처리된다고 가정하면, 블루밍 또는 기타 픽셀 간 효과를 계산하기 위해 고려되는 픽셀의 위쪽 및 왼쪽 기본 이웃들을 사용하는 것이 논리적이며, 이는 이들 두 개의 이웃 픽셀이 이미 결정되었기 때문이다. 이러한 방식으로, 인접 픽셀에 의해 발생되는 모든 모델링된 오차가 설명되며, 이는 해당 이웃들을 방문할 때 오른쪽 및 아래쪽 이웃 크로스토크가 설명되기 때문이다. 모델이 위쪽 및 왼쪽 이웃들만 고려하는 경우, 원색들의 조정된 세트는 해당 이웃들 및 고려 중인 원색의 상태들의 함수여야 한다. 가장 간단한 접근 방식은 블루밍 모델이 가산적이라고, 즉, 왼쪽 이웃으로 인한 컬러 시프트 및 위쪽 이웃으로 인한 컬러 시프트는 독립적이고 가산적이라고 가정하는 것이다. 이 경우, 결정해야 하는 "N choose 2"(N*(N-1)/2와 동일) 모델 파라미터들 (컬러 시프트들) 만 존재한다. N=64 이하의 경우, 이것들은 측정으로부터 이상적인 혼합 법칙 값을 감산함으로써 모든 이들 가능한 원색 쌍들의 바둑판 패턴들의 비색 측정들로부터 추정될 수 있다.

[0024] 특정한 예를 들어, 32개의 원색을 갖는 디스플레이의 경우를 고려하라. 위쪽 및 왼쪽 이웃들만 고려하는 경우, 32개의 원색에 대해 주어진 픽셀에 대해 496개의 가능한 인접 원색 세트가 존재한다. 모델이 선형이기 때문에 이러한 496개의 컬러 시프트만 저장될 필요가 있으며, 이는 두 이웃들의 가산 효과가 많은 오버헤드 없이 런타임 중에 생성될 수 있기 때문이다. 따라서 예를 들어 조정되지 않은 원색 세트가 (P1…P32) 를 포함하고 현재 위쪽, 왼쪽 이웃들이 P4 및 P7 인 경우, 수정된 원색들 ($\tilde{P}_1 \cdots \tilde{P}_{32}$), 즉 양자화기에 공급되는 조정된 원색은 다음에 의해 주어진다:

[0025] $\tilde{P}_1 = P_1 + dP_{(1,4)} + dP_{(1,7)}$;

[0026] . . . . . .

[0027] $\tilde{P}_{32} = P_{32} + dP_{(32,4)} + dP_{(32,7)}$,

[0028] 여기서 $dP_{(i,j)}$ 는 컬러 시프트 테이블에서 경험적으로 결정된 값이다.

[0029] 물론 더 복잡한 픽셀 간 상호작용 모델도 가능하며, 예를 들어 비선형 모델, 모서리 (대각선) 이웃을 고려한 모델, 또는 각 픽셀의 컬러 시프트가 더 많은 이웃으로 업데이트되는 비인과적 이웃을 사용하는 모델이 알려져 있다.

[0030] 양자화기(108)는 조정된 입력들 $u'_{i,j}$ 을 조정된 원색들 $\{\tilde{P}_k\}$ 과 비교하고 가장 적절한 원색 $y_{i,k}$ 을 출력으로 출력한다. 적절한 원색을 선택하는 임의의 적절한 방법, 예를 들어 선형 RGB 공간에서 최소 유클리드 거리 양자화기가 사용될 수 있다; 이는 일부 대안적인 방법보다 컴퓨팅 성능이 덜 필요하다는 장점이 있다.

[0031] 양자화기(108)로부터의 $y_{i,k}$ 출력 값들은 출력으로뿐만 아니라 이웃 버퍼(110)로도 공급될 수 있으며, 여기서 그것들은 나중에 처리되는 픽셀에 대해 조정된 원색을 생성하는 데 사용하기 위해 저장된다. 수정된 입력 $u_{i,j}$ 값 및 출력 $y_{i,k}$ 값은 양자 모두가

[0032] $e_{i,j} = u_{i,j} - y_{i,j}$

[0033] 를 계산하고 도 1을 참조하여 위에서 설명한 것과 동일한 방식으로 이 오차 신호를 오차 필터(106)에 전달하는 프로세서(112)에 공급된다.

[0034] 그러나 실제로 오차 확산 기반 방법은 쉽게 병렬화할 수 없기 때문에 일부 애플리케이션의 경우 속도가 느릴 수 있다. 여기서 다음 픽셀 출력은 이전 픽셀의 출력이 이용가능하게 될 때까지 완료될 수 없다. 또는

각 픽셀의 출력이 해당 픽셀의 입력과 조회 테이블(LUT)의 값에만 의존하는 단순성 때문에 마스킹된 기반 방법을 채택할 수 있으며, 각 출력은 다른 것들과 완전히 독립적으로 계산될 수 있다는 것을 의미한다.

[0035] 이제 예시적인 흑백 디더링 방법이 도시된 도 2를 참조한다. 도시된 바와 같이, 0 (흰색)과 1 (검은색) 사이의 정규화된 다크니스 (darkness) 값을 갖는 입력 그레이스케일 이미지는 각각의 출력 위치에서 대응하는 입력 다크니스 및 디더 임계값을 비교함으로써 디더링된다. 예를 들어, 입력 이미지의 다크니스 u(x)가 디더 임계값 T(x)보다 높으면 출력 위치는 검은색(즉, 1)으로 표시되고 그렇지 않으면 흰색(즉, 0)으로 표시된다. 도 3 은 본 명세서에 개시된 주제에 따른 일부 마스크 설계들을 도시한다.

[0036] 실제로 다중 컬러 디더링을 실행할 때 디더링 알고리즘에 대한 입력 컬러는 다중 원색의 선형 조합으로 표현될 수 있다고 가정된다. 이는 색역 모서리를 사용하여 소스 공간에서 디더링하거나 입력을 디바이스 공간 색역에 색역 매핑함으로써 달성될 수 있다. 도 4는 일 세트의 가중치들 Px 를 사용하여 컬러 분리를 생성하는 한 가지 방법을 보여준다. 여기서 각 컬러 C 는 다음과 같이 정의된다 -

[0037] $$\boldsymbol{C} = \sum_{i=1,\ldots N} \alpha_i(\boldsymbol{C})\boldsymbol{P_i} \qquad 0 \le \alpha_i \le 1, \sum \alpha_i = 1$$

[0038] 여기서 이러한 가중치의 부분 합계를 분리 누적 $\Lambda_k(C)$ 이라고 하며, 여기서

[0039] $$\Lambda_k(\boldsymbol{C}) = \sum_{i=1,\ldots k} \alpha_i(\boldsymbol{C})$$

[0040] 실제로, 다수의 컬러들로의 디더링은 디더 함수 (예를 들어, 도 5의 임계값 어레이 T(x) (502)) 을 사용하여 컬러의 상대적인 누적량을 교차시키는 것으로 구성된다. 이제 도 5를 참조하면, 예로서 4가지 상이한 컬러 잉크들 C1 (512), C2 (514), C3 (516) 및 C4 (518) 로 인쇄하는 방법이 여기에 도시되어 있다. 출력 픽스맵 (pixmap) 의 각 픽셀에서, 컬러 분리는 각 기본 컬러의 상대적 백분율, 예를 들어 : 컬러 C1 (512) 의 d1, 컬러 C2 (514) 의 d2, 컬러 C3 (516) 의 d3, 및 컬러 C4 (518) 의 d4 를 제공한다. 여기서 컬러들 중 하나, 예를 들어, C4 (518) 은 흰색일 수 있다.

[0041] 다수의 컬러들로의 디더링을 확장하는 것은 도 5에 도시된 바와 같이 컬러들의 상대적 누적 양들 $\Lambda_1(x)$ (504) = d1, $\Lambda_2(x)$ (506) = d1+d2, $\Lambda_3(x)$ (508) = d1+d2+d3, 그리고 $\Lambda_4(x)$ (510) = d1+d2+d3+d4 을 임계치 어레이 T(x) 와 교차시키는 것으로 구성된다. 도 5에 도시된 것은 여기에 제시된 주제를 설명하기 위한 디더링 예이다. $\Lambda_1(x)$ (504) > T(x) (502) 인 구간에서, 출력 위치 또는 픽셀 영역은 기본 컬러 C1 (512) (예를 들어, 검은색) 으로 인쇄된다.; $\Lambda_2(x)$ (506) > T(x) (502) 인 구간에서, 출력 위치 또는 픽셀 영역은 컬러 C2 (514) (예를 들어, 노란색) 을 표시한다; $\Lambda_3(x)$ (508) > T(x) (502) 인 구간에서, 출력 위치 또는 픽셀 영역은 컬러 C3 (516) (예를 들어, 빨간색) 을 표시한다; $\Lambda_4(x)$ (510) > T(x) (502) 및 $\Lambda_3(x)$ (508) ≤ T(x) (502) 인 나머지 구간에서, 출력 위치 또는 픽셀 영역은 컬러 C4 (518) (예를 들어, 흰색) 를 표시한다. 따라서 여기에 제시된 다중 컬러 디더링은 컬러들 C1 (512), C2 (514), C3 (516), 및 C4 (518) 의 d1, d2, d3, d4 의 상대적인 양을 상대적인 커버리지 백분율로 변환할 것이고 구조상 기여하는 컬러가 나란히 인쇄되도록 보장한다.

[0042] 일부 실시형태에서, 도 6에 도시된 다색 렌더링 알고리즘이 본 명세서에 개시된 주제에 따라 이용될 수 있다. 도시된 바와 같이, 이미지 데이터 $im_{i,j}$ 는 일부 실시형태에서 선택적일 수 있는 선명화 필터(602)를 통해 먼저 공급될 수 있다. 이 선명화 필터(602)는 임계값 어레이 T(x) 또는 필터가 오차 확산 시스템보다 덜 선명한 일부 경우에 유용할 수 있다. 이 선명화 필터(602)는 예를 들어 쉽게 계산될 수 있는 3x3과 같은 단순한 유한 임펄스 응답(FIR) 필터일 수 있다. 이어서, 컬러 매핑 단계(604)에서 컬러 데이터가 매핑될 수 있고, 바리센트릭 (Barycentric) 좌표 방법을 사용하는 것과 같은 본 기술 분야에서 일반적으로 이용 가능한 방법에 의해 분리 생성 단계(606)에서 컬러 분리가 생성될 수 있으며, 이 컬러 데이터는 마스크 기반 디더링 단계 (예를 들어, 단계 612)에 의해 직접적으로 필요한 형태로 원하는 분리 정보를 제공하는 인덱스당 N-엔트리들을 가질 수 있는 CSC_LUT 룩업 테이블을 인덱싱하는데 사용될 수 있다. 일부 실시형태에서, 이 CSC_LUT 룩업 테이블은 원하는 컬러 향상 및/또는 색역 매핑과 선택된 분리 알고리즘을 결합함으로써 구축될 수 있고, 입력 이미지의 컬러 값과 컬러 분리 누적 사이의 매핑을 포함하도록 구성된다. 이러한 방식으로, 룩업 테이블

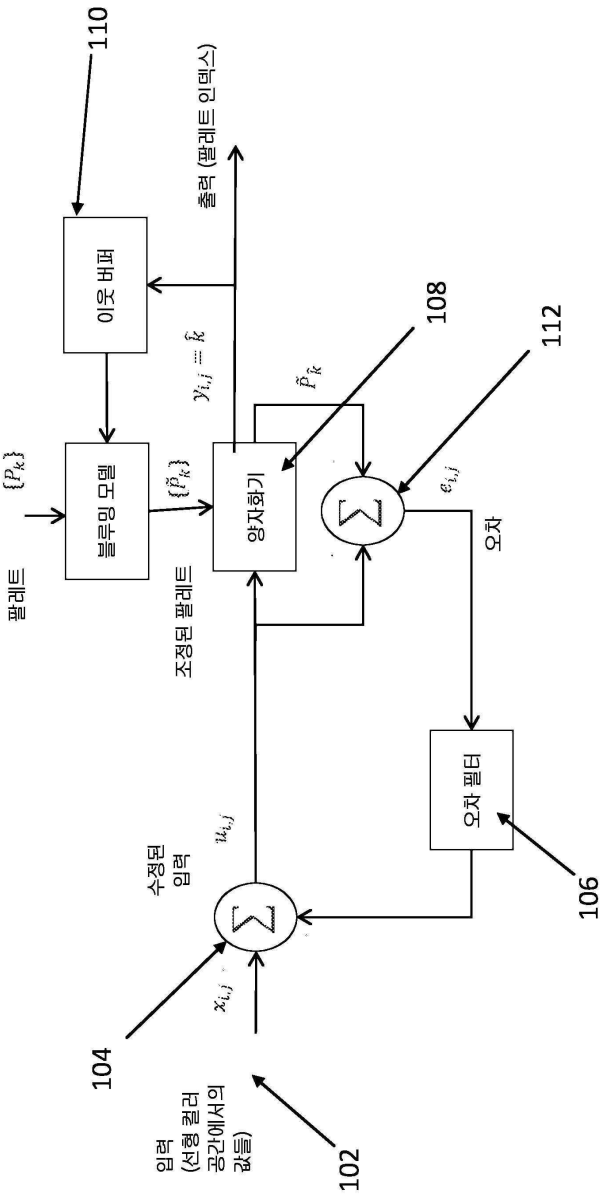
(예를 들어, CSC_LUT)은 마스크 기반 디더링 단계(예를 들어, 양자화기를 갖는 단계 612)에 의해 직접적으로 필요한 형태로 신속하게 원하는 분리 누적 정보를 제공하도록 설계될 수 있다. 마지막으로, 분리 누적 데이터(608)는 다수의 컬러들을 생성하기 위해 양자화기(612)를 사용하여 출력 $y_{i,j}$ 를 생성하기 위해 임계값 어레이(610)와 함께 사용된다. 일부 실시형태에서, 컬러 매핑(604), 분리 생성(606) 및 누적(608) 단계는 단일 보간된 CSC_LUT 룩업 테이블로서 구현될 수 있다. 이 구성에서 분리 단계는 다중 원색들의 사면체화에서 바리센트릭 좌표를 찾는 것에 의해 수행되지 않고, 더 많은 유연성을 허용하는 조회 테이블에 의해 구현될 수 있다. 또한, 여기에 예시된 방법에 의해 계산된 출력은 다른 출력과 완전히 독립적으로 계산된다. 또한, 여기에서 사용된 임계값 어레이 T(x)는 청색 잡음 마스크 (Blue Noise Mask: BNM) 일 수 있으며, 여기서 다양한 BNM 설계는 도 7 내지 도 10 에 제시되어 있다.

일부 실시형태에서, 전기 광학 디스플레이는 회전 이색성 부재, 전기변색 재료 또는 전기습윤 재료를 포함할 수 있다. 전기 광학 디스플레이는 유체 내에 배치되고 전기장의 영향 하에서 유체를 통해 이동할 수 있는 복수의 전기적으로 대전된 입자들을 포함하는 전기영동 재료를 포함할 수 있다. 또한, 전기적으로 대전된 입자들 및 상기 유체는 복수의 캡슐들 또는 마이크로셀들 내에 한정될 수 있다. 대안적으로, 전기적으로 대전된 입자들 및 유체는 고분자 재료를 포함하는 연속상에 의해 둘러싸인 복수의 이산 액적들로서 존재할 수 있다.

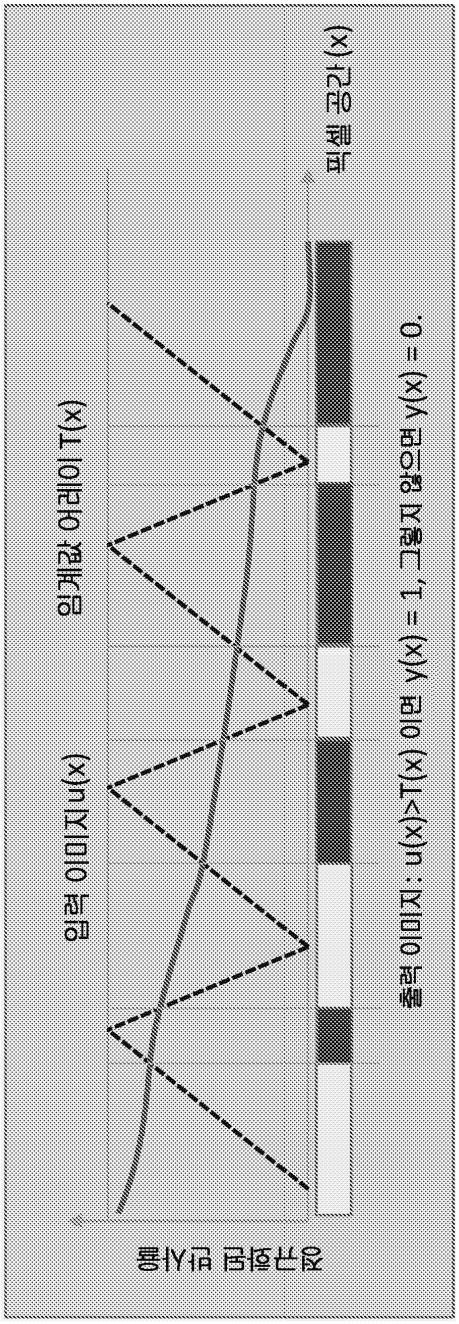
[0043] 다수의 변경들 및 수정들이 본 발명의 범위로부터 일탈함 없이 상기 설명된 본 발명의 특정 실시형태들에서 이루어질 수 있음이 당업자에게 자명할 것이다. 이에 따라, 전술한 설명의 전부는 한정적인 의미가 아닌 예시적인 의미로 해석되어야 한다.

도면

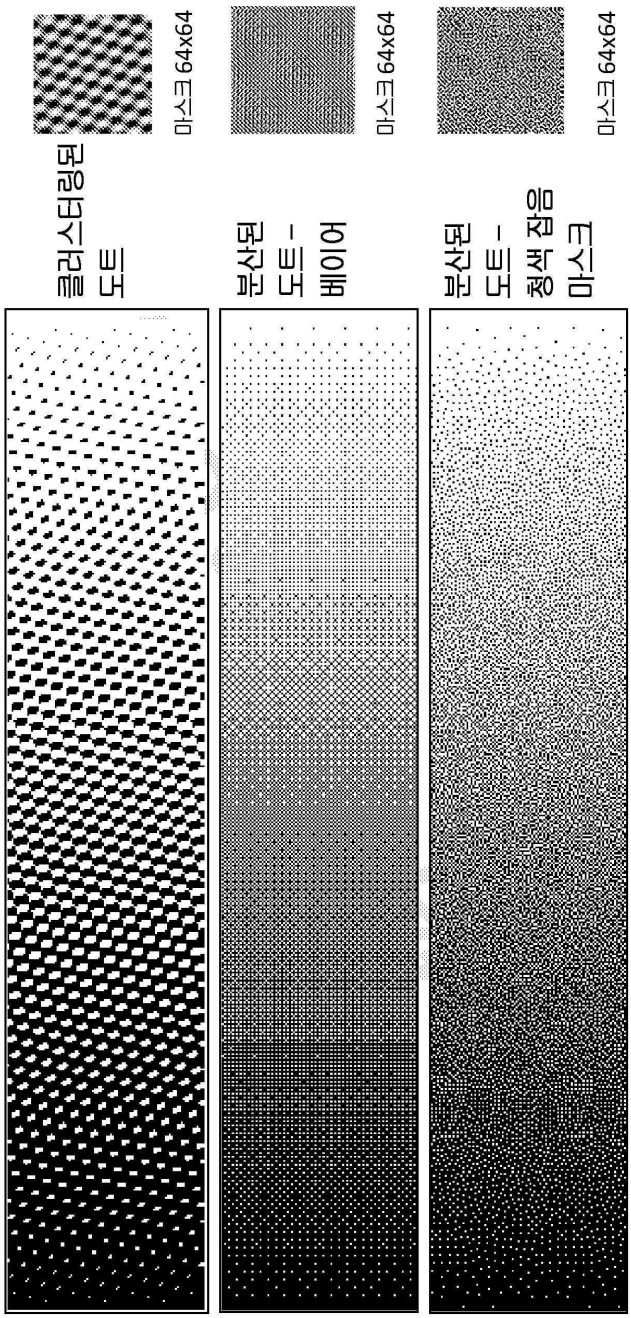
도면1


110
출력 (팔레트 인덱스)
이웃 버퍼
108
112
블루잉 모델
양자화기
팔레트
조정된 팔레트
오차
오차 필터
수정된 입력
106
104
입력 (선형 컬러 공간에서의 값들)
102

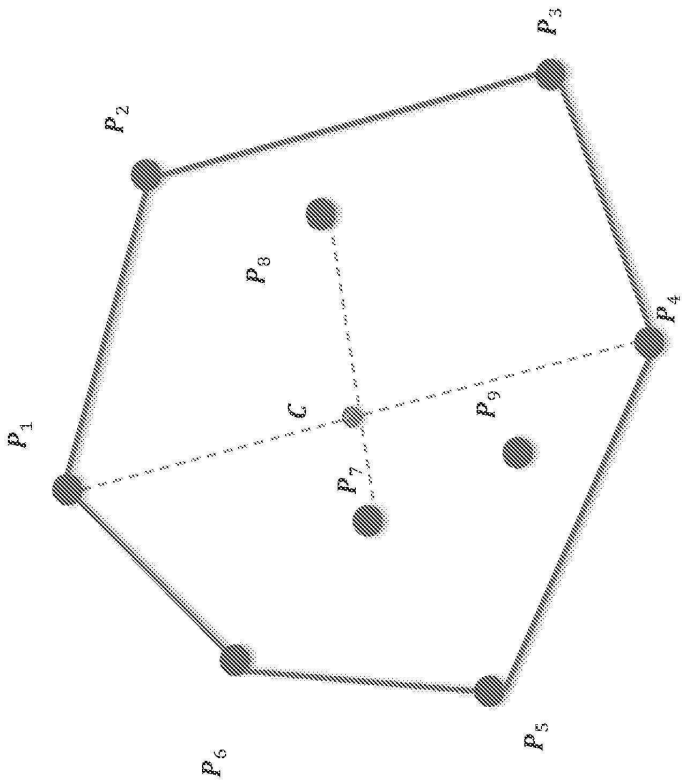
도면2


정규화된 반사율
픽셀 공간 (x)
입력 이미지 u(x)
임계값 어레이 T(x)
출력 이미지 : u(x)>T(x) 이면 v(x) = 1, 그렇지 않으면 v(x) = 0.

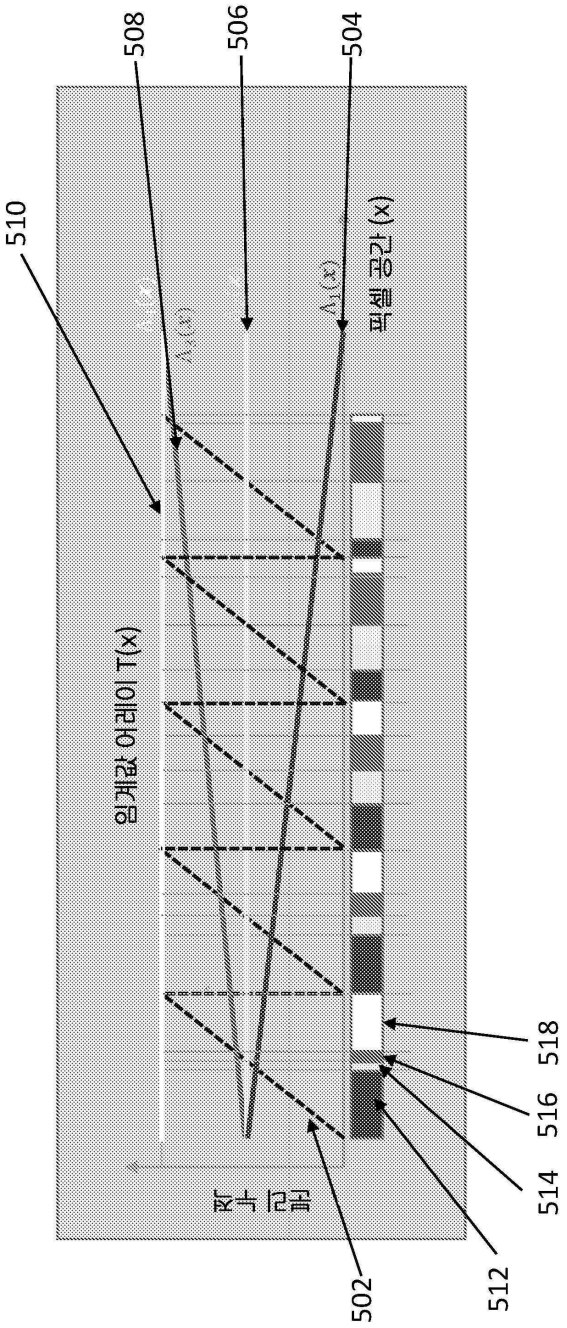
도면3


클러스터링된 도트
마스크 64x64
분산된 도트 - 베이어
마스크 64x64
분산된 도트 - 청색 잡음 마스크
마스크 64x64

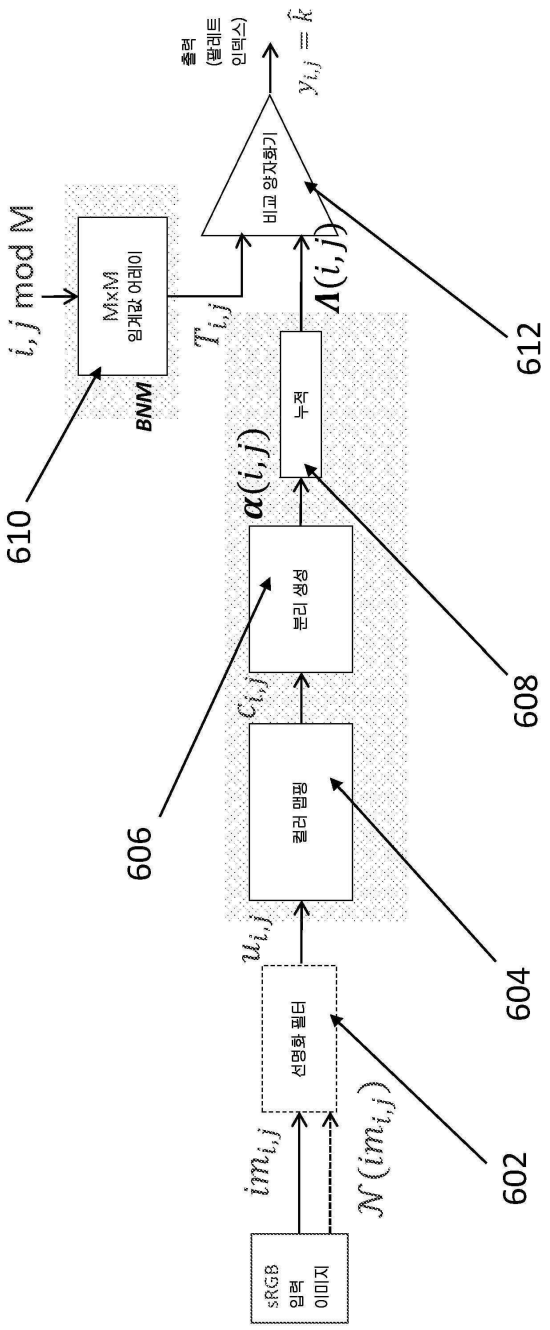
도면4



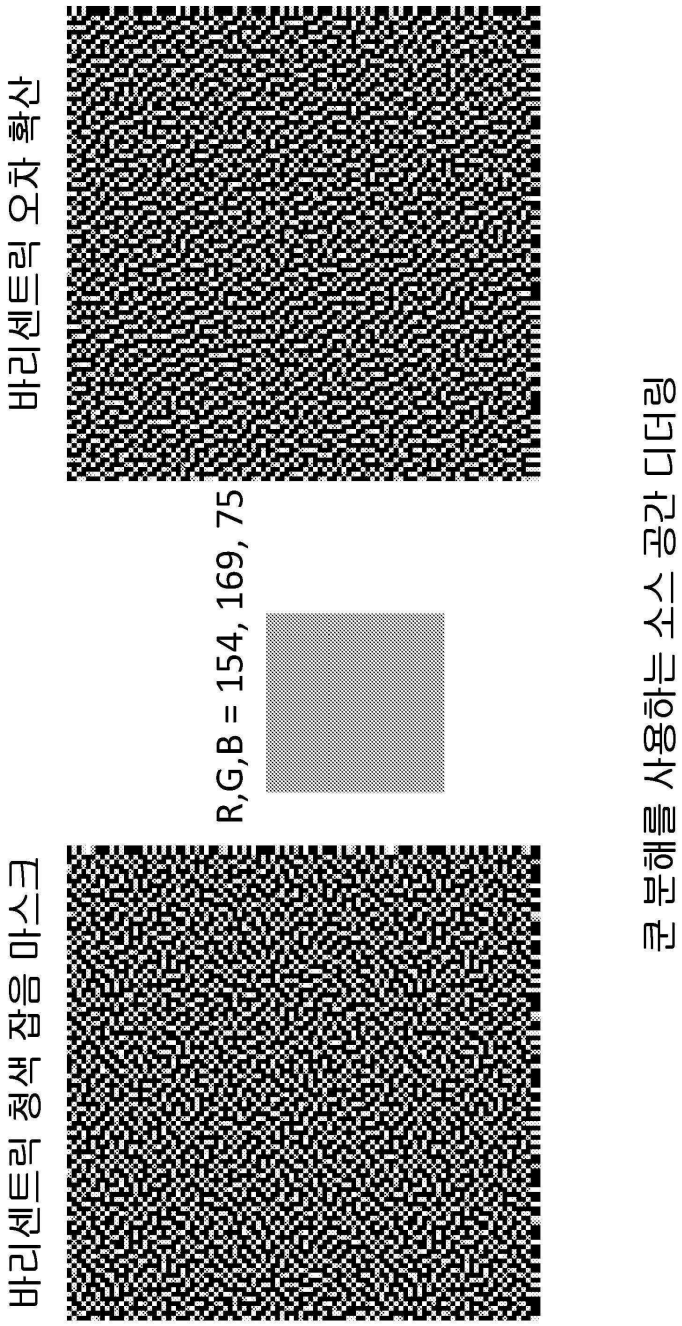
도면5



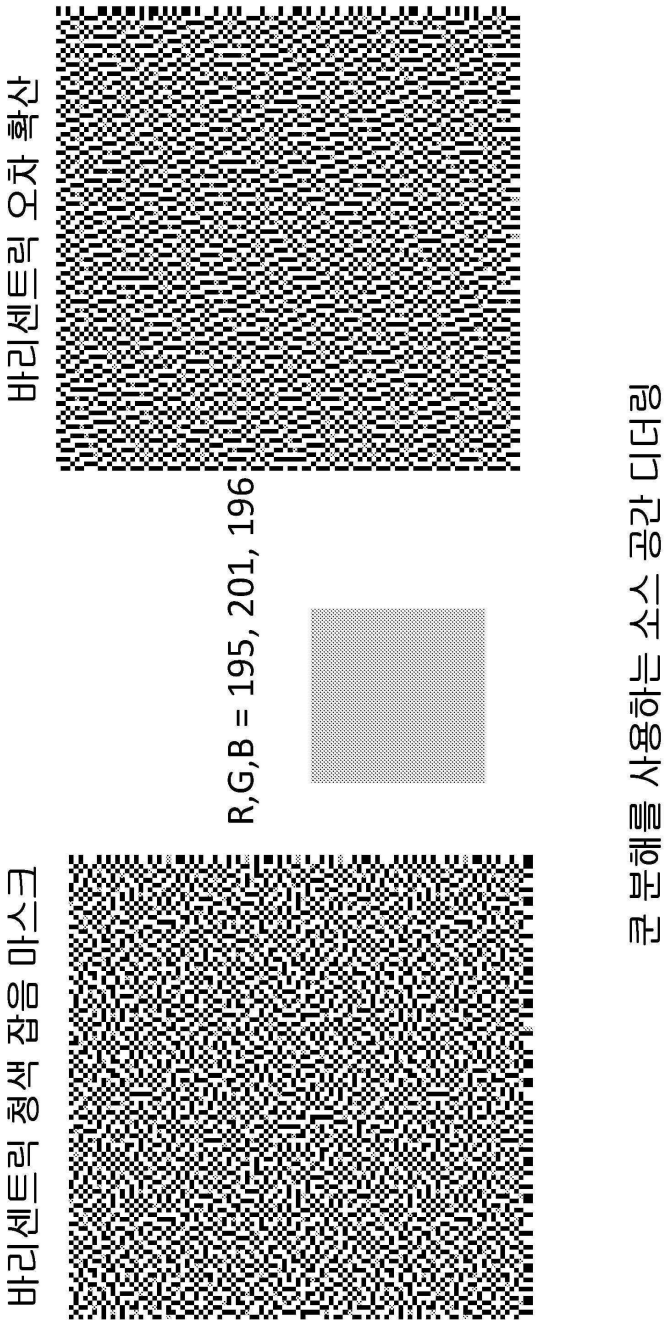
도면6


sRGB 입력 이미지
선명화 필터
컬러 맵핑
분리 생성
누적
MxM 임계값 어레이
BNM
비교 양자화기
출력 (팔레트 인덱스)
$im_{i,j}$
$\mathcal{N}(im_{i,j})$
$u_{i,j}$
$c_{i,j}$
$\boldsymbol{\alpha}(i,j)$
$T_{i,j}$
$\boldsymbol{\Lambda}(i,j)$
$y_{i,j} = \hat{k}$
$i,j \bmod M$
602
604
606
608
610
612

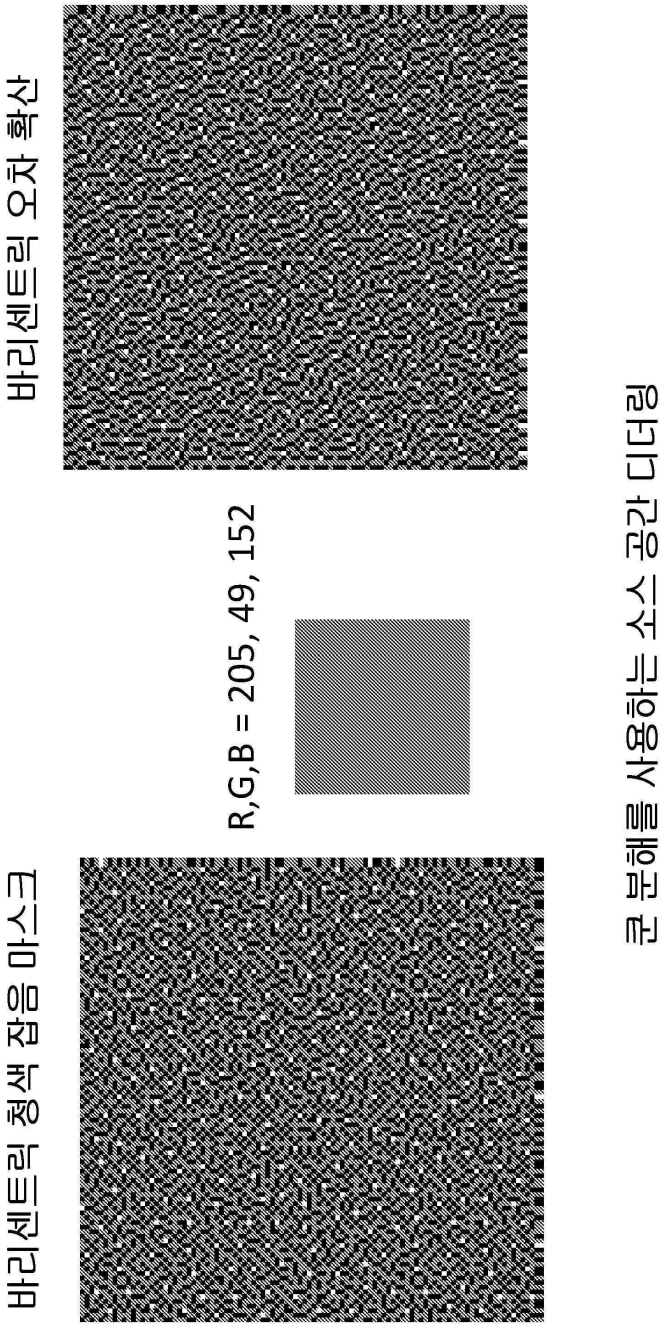
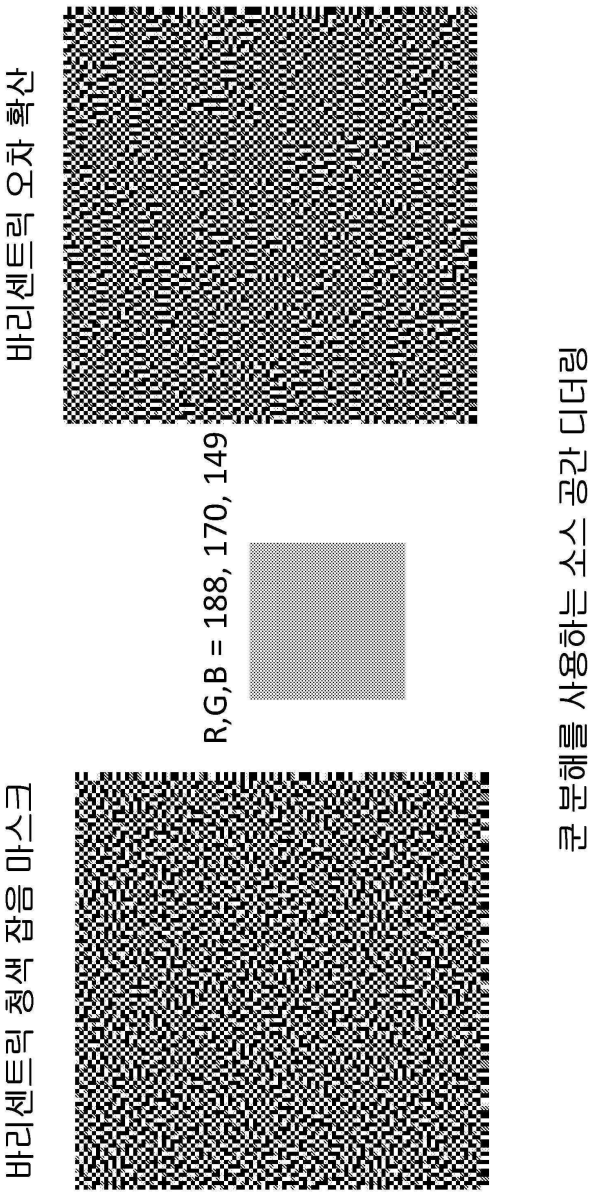
도면7



도면8



도면9



도면10