



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년12월17일

(11) 등록번호 10-1342806

(24) 등록일자 2013년12월11일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H04N 1/46* (2006.01) *G06T 3/40* (2006.01)  
*H04N 9/64* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2008-7018404
- (22) 출원일자(국제) 2007년01월17일  
 심사청구일자 2012년01월16일
- (85) 번역문제출일자 2008년07월25일
- (65) 공개번호 10-2008-0096522
- (43) 공개일자 2008년10월30일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2007/001113
- (87) 국제공개번호 WO 2007/089426  
 국제공개일자 2007년08월09일
- (30) 우선권주장  
 11/341,206 2006년01월27일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
 JP2000270230 A  
 US05323233 A

- (73) 특허권자  
**옴니비전 테크놀로지스 인코포레이티드**  
 미국 캘리포니아 95054 산타 클라라 버튼 드라이브 4275
- (72) 발명자  
**아담스 제임스 이 주니어**  
 미국 뉴욕주 14624 로체스터 웨스트 포레스트 드라이브 16
- 해밀턴 존 프랭클린 주니어**  
 미국 뉴욕주 14650 로체스터 오아크뷰 드라이브 2537
- 오브리엔 미첼**  
 미국 뉴욕주 14620 로체스터 하우랜드 애비뉴 156
- (74) 대리인  
**제일특허법인**

전체 청구항 수 : 총 16 항

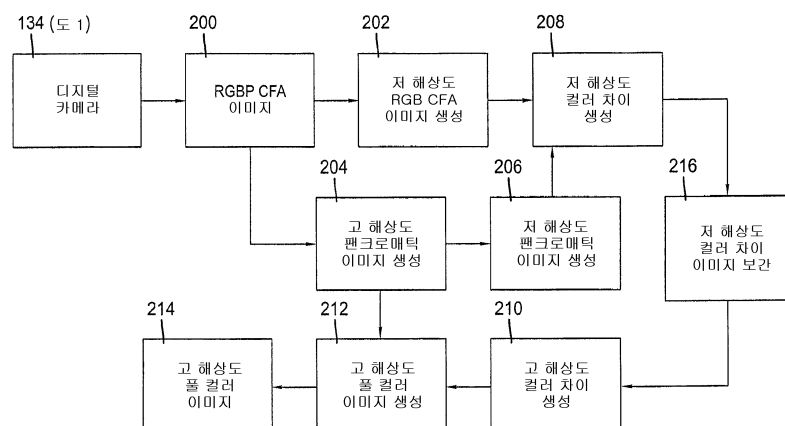
심사관 : 김평수

(54) 발명의 명칭 최종 디지털 컬러 이미지를 형성하는 방법

(57) 요약

최종 디지털 컬러 이미지를 형성하는 방법으로서, 적어도 2개의 컬러 포토리스판스(photoresponses)에 대응하는 팬크로매틱(panchromatic) 화소 및 컬러 화소를 갖는 이미지 센서를 이용하여 이미지를 캡처하는 단계와, 상기 캡처된 이미지로부터 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지 및 디지털 고 해상도 컬러 차이 이미지를 제공하는 단계와, 상기 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지 및 상기 디지털 고 해상도 컬러 차이 이미지를 이용하여 최종 디지털 고 해상도 풀 컬러 이미지를 생성하는 단계를 포함한다.

대표도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

최종 디지털 컬러 이미지를 형성하는 방법으로서,

(a) 다음과 같은 배열의 팬크로매틱(panchromatic) 화소(P) 및 컬러 화소, 적색(R), 녹색(G), 청색(B)을 갖는 이미지 센서를 이용하여 이미지를 캡처하는 단계와,

R G

P P

P P

G B

P P

P P

(b) 상기 캡처된 이미지로부터 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지, 저 해상도 팬크로매틱 이미지 및 저 해상도 RGB CFA 이미지를 제공하는 단계와,

(c) 상기 저 해상도 팬크로매틱 이미지 및 상기 저 해상도 RGB CFA 이미지를 이용하여 저 해상도 컬러 차이 이미지를 생성하는 단계와,

(d) 상기 저 해상도 컬러 차이 이미지를 이용하여 디지털 보간된 저 해상도 컬러 차이 이미지를 생성하는 단계와,

(e) 상기 디지털 보간된 저 해상도 컬러 차이 이미지를 이용하여 디지털 고 해상도 컬러 차이 이미지를 생성하는 단계와,

(f) 상기 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지 및 상기 디지털 고 해상도 컬러 차이 이미지를 이용하여 최종 디지털 고 해상도 풀 컬러 이미지를 생성하는 단계를 포함하는

방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 단계 (b)는 화소 이웃 분류자 값에 응답하는 화소 이웃 예측자 값을 이용하여 상기 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지를 생성하는 단계를 포함하는

방법.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 단계 (b)는 상기 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지를 평균화하고 서브샘플링(subsampling)하여 상기 저 해상도 팬크로매틱 이미지를 생성하는 단계를 더 포함하는

방법.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 단계 (b)는 디지털 RGBP CFA 이미지를 합산하거나 평균화하고 서브샘플링하여 상기 저 해상도 RGB CFA 이미지를 생성하는 단계를 더 포함하는

방법.

### 청구항 5

최종 디지털 컬러 이미지를 형성하는 방법으로서,

(a) 다음과 같은 배열의 팬크로매틱(panchromatic) 화소(P) 및 컬러 화소, 적색(R), 녹색(G), 청색(B)을 갖는 이미지 센서를 이용하여 이미지를 캡처하는 단계와,

```
R R R G G G
P P P P P P
P P P P P P
G G G B B B
P P P P P P
P P P P P P
```

(b) 상기 캡처된 이미지로부터 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지, 저 해상도 팬크로매틱 이미지 및 저 해상도 RGB CFA 이미지를 제공하는 단계와,

(c) 상기 저 해상도 팬크로매틱 이미지 및 상기 저 해상도 RGB CFA 이미지를 이용하여 저 해상도 컬러 차이 이미지를 생성하는 단계와,

(d) 상기 저 해상도 컬러 차이 이미지를 이용하여 디지털 보간된 저 해상도 컬러 차이 이미지를 생성하는 단계와,

(e) 상기 디지털 보간된 저 해상도 컬러 차이 이미지를 이용하여 디지털 고 해상도 컬러 차이 이미지를 생성하는 단계와,

(f) 상기 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지 및 상기 디지털 고 해상도 컬러 차이 이미지를 이용하여 최종 디지털 고 해상도 풀 컬러 이미지를 생성하는 단계를 포함하는

방법.

## 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 단계 (b)는 화소 이웃 분류자 값을 응답하는 화소 이웃 예측자 값을 이용하여 상기 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지를 생성하는 단계를 포함하는

방법.

## 청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 단계 (b)는 상기 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지를 평균화하고 서브샘플링(subsampling)하여 상기 저 해상도 팬크로매틱 이미지를 생성하는 단계를 더 포함하는

방법.

## 청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 단계 (b)는 디지털 RGBP CFA 이미지를 합산하거나 평균화하고 서브샘플링하여 상기 저 해상도 RGB CFA 이미지를 생성하는 단계를 더 포함하는

방법.

## 청구항 9

최종 디지털 컬러 이미지를 형성하는 방법으로서,

(a) 다음과 같은 배열의 팬크로매틱(panchromatic) 화소(P) 및 컬러 화소, 적색(R), 녹색(G), 청색(B)을 갖는 이미지 센서를 이용하여 이미지를 캡처하는 단계와,

```

R R R R G G G G
P P P P P P P P
R R R R G G G G
P P P P P P P P
G G G G B B B B
P P P P P P P P
G G G G B B B B
P P P P P P P P

```

- (b) 상기 캡처된 이미지로부터 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지, 저 해상도 팬크로매틱 이미지 및 저 해상도 RGB CFA 이미지를 제공하는 단계와,
- (c) 상기 저 해상도 팬크로매틱 이미지 및 상기 저 해상도 RGB CFA 이미지를 이용하여 저 해상도 컬러 차이 이미지를 생성하는 단계와,
- (d) 상기 저 해상도 컬러 차이 이미지를 이용하여 디지털 보간된 저 해상도 컬러 차이 이미지를 생성하는 단계와,
- (e) 상기 디지털 보간된 저 해상도 컬러 차이 이미지를 이용하여 디지털 고 해상도 컬러 차이 이미지를 생성하는 단계와,
- (f) 상기 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지 및 상기 디지털 고 해상도 컬러 차이 이미지를 이용하여 최종 디지털 고 해상도 풀 컬러 이미지를 생성하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 단계 (b)는 화소 이웃 분류자 값에 응답하는 화소 이웃 예측자 값을 이용하여 상기 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지를 생성하는 단계를 포함하는

방법.

#### 청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 단계 (b)는 상기 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지를 평균화하고 서브샘플링(subsampling)하여 상기 저 해상도 팬크로매틱 이미지를 생성하는 단계를 더 포함하는

방법.

#### 청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 단계 (b)는 디지털 RGBP CFA 이미지를 합산하거나 평균화하고 서브샘플링하여 상기 저 해상도 RGB CFA 이미지를 생성하는 단계를 더 포함하는

방법.

#### 청구항 13

최종 디지털 컬러 이미지를 형성하는 방법으로서,

- (a) 다음과 같은 배열의 팬크로매틱(panchromatic) 화소(P) 및 컬러 화소, 적색(R), 녹색(G), 청색(B)을 갖는 이미지 센서를 이용하여 이미지를 캡처하는 단계와,

R P R P G P G P  
P P P P P P P P  
R P R P G P G P  
P P P P P P P P  
G P G P B P B P  
P P P P P P P P  
G P G P B P B P  
P P P P P P P P

- (b) 상기 캡처된 이미지로부터 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지, 저 해상도 팬크로매틱 이미지 및 저 해상도 RGB CFA 이미지를 제공하는 단계와,
- (c) 상기 저 해상도 팬크로매틱 이미지 및 상기 저 해상도 RGB CFA 이미지를 이용하여 저 해상도 컬러 차이 이미지를 생성하는 단계와,
- (d) 상기 저 해상도 컬러 차이 이미지를 이용하여 디지털 보간된 저 해상도 컬러 차이 이미지를 생성하는 단계와,
- (e) 상기 디지털 보간된 저 해상도 컬러 차이 이미지를 이용하여 디지털 고 해상도 컬러 차이 이미지를 생성하는 단계와,
- (f) 상기 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지 및 상기 디지털 고 해상도 컬러 차이 이미지를 이용하여 최종 디지털 고 해상도 풀 컬러 이미지를 생성하는 단계를 포함하는 방법.

#### 청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 단계 (b)는 화소 이웃 분류자 값에 응답하는 화소 이웃 예측자 값을 이용하여 상기 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지를 생성하는 단계를 포함하는

방법.

#### 청구항 15

제 13 항에 있어서,

상기 단계 (b)는 상기 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지를 평균화하고 서브샘플링(subsampling)하여 상기 저 해상도 팬크로매틱 이미지를 생성하는 단계를 더 포함하는

방법.

#### 청구항 16

제 13 항에 있어서,

상기 단계 (b)는 디지털 RGBP CFA 이미지를 합산하거나 평균화하고 서브샘플링하여 상기 저 해상도 RGB CFA 이미지를 생성하는 단계를 더 포함하는

방법.

### 명세서

### 기술 분야

본 발명은 전반적으로 모든 종류의 촬상 디바이스에서 사용하는데 특히 적합한 디지털 이미지 프로세싱 동작의 분야에 관한 것이다.

[0001]

## 배경 기술

- [0002] 비디오 카메라 및 디지털 스틸 카메라는 일반적으로 컬러 필터 어레이를 갖는 단일 이미지 센서를 채용하여 화면을 기록한다. 이러한 방법은 컬러 필터 어레이 패턴에 의해 컬러 정보가 인코딩되는 산재된(sparsely populated) 단일 채널 이미지로 시작된다. 이웃 화소 값의 후속적인 보간은 완전한 3 채널 풀 컬러 이미지의 재구성을 허용한다. 이러한 프로세스의 일례는 해밀튼 등(Hamilto et al.)의 미국 특허 제 5,506,619 호에서 찾아볼 수 있다.
- [0003] 저광(low-light) 촬영 환경 하에서, 스펙트럼 감도에 있어서 컬러 필터 어레이에서의 화소, 즉, 백색 또는 팬크로매틱(panchromatic) 중 하나 이상을 필터링되지 않도록 하는 것이 유용하다. 이들 팬크로매틱 화소는 캡처 시스템의 최대 광 감도 성능을 갖는다. 팬크로매틱 화소를 채용하는 것은 캡처 시스템에서의 광 감도 및 컬러 공간 해상도 간의 트레이드오프를 나타낸다. 이를 위해, 다수의 4-컬러 컬러 필터 어레이 시스템이 기술되어 왔다. 딕 등(Dyck et al.)에 의한 미국 특허 제 6,529,239 호는 센서의 표면 위에 테셀레이트(tessellate)되는 2×2 블록으로서 구성되는 녹색-시안-황색-백색 패턴을 개시한다. 허비나 등(Habina et al.)에 의한 미국 특허 제 6,757,012 호는 적색-녹색-청색-백색 패턴 및 황색-시안-마젠타-백색 패턴을 개시한다. 두 경우에서 컬러는 이미지의 표면 위에 테셀레이트되는 2×2 블록으로서 구성된다. 이러한 시스템에 의한 문제점은 컬러 필터 어레이에 있어 화소의 4분의 1만이 최대 광 감도를 가짐에 따라, 캡처 디바이스의 전체 저광 성능을 제한한다는 것이다.
- [0004] 컬러 필터 어레이에 있어서 최대 광 감도로 보다 많은 화소를 갖는 필요성을 다루기 위해, 프레임(Frame)에 의한 미국 특허 출원 공보 제 2003/0210332 호는, 화소의 대부분이 필터링되지 않는 화소 어레이를 기술한다. 저 컬러 공간 해상도 성능을 갖는 화면 생성 시스템으로부터 컬러 정보를 캡처하는데 상대적으로 소수의 화소가 기여된다. 추가적으로, 프레임 특허는 이미지 내의 고주파 컬러 공간 세부 사항에 반응하지 않거나, 혹은 이를 보호하는 간단한 선형 보간 기법을 이용하는 것을 개시한다.
- [0005] 필요로 하는 것은 개선된 저광 감도 및 개선된 컬러 공간 해상 충실도를 제공하기 위해 팬크로매틱 및 컬러 화소의 적절한 조성을 갖는 컬러 필터 어레이이다. 추가적으로, 팬크로매틱 및 컬러 공간 세부 사항을 유지하고 향상시키기 위해, 그리고 풀 컬러, 풀 해상도 이미지를 생성하기 위해, 이러한 컬러 필터 어레이에 의해 생성된 이미지 데이터를 프로세스하는 것이 요구된다.
- [0006] 발명의 개요
- [0007] 본 발명은 최종 디지털 컬러 이미지를 형성하는 방법으로서,
- [0008] (a) 적어도 2개의 컬러 포토리스판스(photoresponses)에 대응하는 팬크로매틱(panchromatic) 화소 및 컬러 화소를 갖는 이미지 센서를 이용하여 이미지를 캡처하는 단계와,
- [0009] (b) 상기 캡처된 이미지로부터 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지 및 디지털 고 해상도 컬러 차이 이미지를 제공하는 단계와,
- [0010] (c) 상기 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지 및 상기 디지털 고 해상도 컬러 차이 이미지를 이용하여 최종 디지털 고 해상도 풀 컬러 이미지를 생성하는 단계를 포함한다.
- [0011] 본 발명의 특징은 개선된 이미지 충실도를 갖는 저광 캡처 하에 이미지가 캡처될 수 있도록 한 것이다.
- [0012] 본 발명의 다른 특징은 적응형 이미지 프로세싱 전략의 사용을 통해 이미지 충실도가 개선되도록 한 것이다.
- [0013] 도면의 간단한 설명
- [0014] 도 1은 본 발명을 구현하는 디지털 카메라를 포함하는 컴퓨터 시스템의 사시도,
- [0015] 도 2는 바람직한 실시예의 블록도,
- [0016] 도 3은 도 2의 블록(204)의 보다 상세한 블록도,
- [0017] 도 4는 도 2의 블록(200)에서의 화소의 영역을 도시하는 도면,

- [0018] 도 5는 도 2의 블록(202)에서 사용된 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0019] 도 6은 도 2의 블록(202)에서 생성된 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0020] 도 7은 도 2의 블록(204)에서 사용된 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0021] 도 8은 도 2의 블록(204)에서 생성된 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0022] 도 9는 도 2의 블록(206)에서 생성된 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0023] 도 10은 도 2의 블록(210)에서 생성된 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0024] 도 11은 다른 실시예의 도 2의 블록(200)에서 생성된 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0025] 도 12는 다른 실시예의 도 2의 블록(202)에서 사용된 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0026] 도 13은 다른 실시예의 도 2의 블록(204)에서 사용된 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0027] 도 14는 다른 실시예의 도 2의 블록(200)에서 생성된 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0028] 도 15는 다른 실시예의 도 2의 블록(202)에서 사용된 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0029] 도 16은 다른 실시예의 도 2의 블록(204)에서 사용된 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0030] 도 17은 다른 실시예의 도 2의 블록(204)에서 생성된 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0031] 도 18은 다른 실시예의 도 2의 블록(210)에서의 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0032] 도 19는 다른 실시예의 도 2의 블록(204)에서 생성된 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0033] 도 20은 다른 실시예의 도 2의 블록(202)에서 사용된 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0034] 도 21은 다른 실시예의 도 2의 블록(204)에서 사용된 화소의 영역을 도시하는 도면,
- [0035] 도 22는 다른 실시예의 도 2의 블록(204)에서 생성된 화소의 영역을 도시하는 도면이다.

## 실시예

- [0036] 이하의 설명에서, 본 발명의 바람직한 실시예는 소프트웨어 프로그램으로서 통상 구현되는 관점에서 기술될 것이다. 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 소프트웨어의 등가물이 하드웨어로 또한 구성될 수 있음을 용이하게 인지할 것이다. 이미지 수동 조작 알고리즘 및 시스템은 잘 알려져 있으므로, 본 설명은 특히 본 발명에 따른 시스템 및 방법의 부분을 형성하거나 또는 이들과 보다 직접적으로 협력하는 알고리즘 및 시스템에 관한 것이 될 것이다. 이러한 알고리즘과 시스템, 및 이에 수반된 이미지 신호를 생성하고 달리 프로세스하는 하드웨어 또는 소프트웨어의 다른 측면은 본 명세서에서 구체적으로 도시되거나 기술되지는 않았으나, 당 분야에서 알려진 이러한 시스템, 알고리즘, 구성요소 및 요소로부터 선택될 수 있다. 이하에서 본 발명에 따라 특정된 시스템에서, 본 발명의 구현을 위해 유용하지만 본 명세서에서 구체적으로 제시되거나 기술되거나 실행되지 않은 소프트웨어는 통상적이며 이러한 분야에서 통상의 지식을 가진 자의 범위 내에 있다.
- [0037] 또한, 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 컴퓨터 프로그램은, 예를 들어, (하드 드라이브 또는 플로피 디스크와 같은) 자기 디스크, 자기 테이프와 같은 자기 저장 매체, 광 디스크, 광 테이프와 같은 광 저장 매체, 머신 판독 가능한 바 코드, RAM(random access memory), ROM(read only memory)과 같은 고체 상태 전자 저장 디바이스, 또는 임의의 다른 물리적 디바이스를 포함할 수 있는 컴퓨터 판독 가능한 저장 매체, 또는 컴퓨터 프로그램을 저장하도록 채용된 매체에 저장될 수 있다.
- [0038] 본 발명을 기술하기에 앞서, 본 발명은 바람직하게 퍼스널 컴퓨터와 같은 임의의 잘 알려진 컴퓨터 시스템 상에서 이용된다는 것에 주목하는 것에 이해를 도울 것이다. 따라서, 컴퓨터 시스템은 본 명세서에서 상세하게 기술되지 않을 것이다. 이미지는 (예를 들어, 디지털 카메라에 의해) 컴퓨터 시스템에 직접 입력되거나, 또는 입력 이전에 (예를 들어, 실버 할라이드 필름(silver halide film)과 같은 오리지널(original)을 스캐닝하는 것에 의해) 컴퓨터 시스템으로 디지털화된다는 것에 또한 주목해야 한다.
- [0039] 도 1을 참조하면, 본 발명을 구현하기 위한 컴퓨터 시스템(110)이 도시되어 있다. 컴퓨터 시스템(110)은 바람직한 실시예를 예시하기 위해 도시되어 있으나, 본 발명은 도시된 컴퓨터 시스템(110)에 제한되지 않으며, 가정



용 컴퓨터, 키오스크(kiosks), 소매점(retail) 또는 도매점 포토피니싱(wholesale photofinishing)에서 발견되는 것과 같은 임의의 전자 프로세싱 시스템 또는 디지털 이미지의 프로세싱을 위한 임의의 다른 시스템 상에서 사용될 수 있다. 컴퓨터 시스템(110)은 소프트웨어 프로그램을 수신하여 프로세스하고 다른 프로세싱 기능을 수행하기 위한 마이크로프로세서 기반형 유닛(112)을 포함한다. 디스플레이(114)는, 예를 들어, 그래픽 유저 인터페이스에 의해 소프트웨어와 연관된 사용자 관련 정보를 디스플레이하기 위한 마이크로프로세서 기반형 유닛(112)에 전기적으로 접속된다. 키보드(116)는 사용자가 소프트웨어로 정보를 입력하도록 하기 위한 마이크로프로세서 기반형 유닛(112)에 또한 접속된다. 입력을 위해 키보드(116)를 이용하는 것에 대한 대안으로서, 당 분야에서 잘 알려져 있는 바와 같이, 마우스(118)가 디스플레이(114) 상으로 선택자(120)를 이동하고, 선택자(120)가 오버레이(overlay)하는 항목을 선택하기 위해 사용될 수 있다.

[0040] 전형적으로 소프트웨어 프로그램을 포함하는 콤팩트 디스크 판독 전용 메모리(CD-ROM)(124)는 소프트웨어 프로그램 및 다른 정보를 마이크로프로세서 기반형 유닛(112)에 입력하는 방식을 제공하도록 마이크로프로세서 기반형 유닛에 삽입된다. 또한, 플로피 디스크(126)도 소프트웨어 프로그램을 포함할 수 있으며, 소프트웨어 프로그램을 입력하기 위해 마이크로프로세서 기반형 유닛(112)에 삽입된다. 콤팩트 디스크 판독 전용 메모리(CD-ROM)(124) 또는 플로피 디스크(126)는 대안적으로 마이크로프로세서 기반형 유닛(112)에 접속되는 외부적으로 위치하는 디스크 드라이브 유닛(122)에 삽입될 수 있다. 또한, 마이크로프로세서 기반형 유닛(112)은 당 분야에서 잘 알려져 있는 바와 같이, 소프트웨어 프로그램을 내부적으로 저장하기 위해 프로그래밍될 수 있다. 마이크로프로세서 기반형 유닛(112)은 LAN(local area network) 또는 인터넷과 같은 외부 네트워크에 대해 전화선과 같은 네트워크 접속(127)을 또한 가질 수 있다. 컴퓨터 시스템(110)으로부터 출력의 하드카피(hardcopy)를 프린트하기 위해 프린터(128)가 마이크로프로세서 기반형 유닛(112)에 또한 접속될 수 있다.

[0041] 이미지는 이전에 알려져 있는 바와 같이, PC 카드(130)에 전자적으로 구현되는 디지털화된 이미지를 포함하는 PCMCIA 카드(Personal Computer Memory Card International Association의 사양에 근거한)와 같은 퍼스널 컴퓨터 카드(PC 카드)를 통해 디스플레이(114) 상에 또한 디스플레이될 수 있다. PC 카드(130)는 궁극적으로 디스플레이(114) 상에서 이미지의 시각적인 디스플레이를 허용하기 위한 마이크로프로세서 기반형 유닛(112)에 삽입된다. 대안적으로, PC 카드(130)는 마이크로프로세서 기반형 유닛(112)에 접속된 외부적으로 위치하는 PC 카드 판독기(132)에 삽입될 수 있다. 이미지는 콤팩트 디스크(124), 플로피 디스크(126) 또는 네트워크 접속(127)을 통해 또한 입력될 수 있다. PC 카드(130), 플로피 디스크(126) 또는 콤팩트 디스크(124)에 저장된 임의의 이미지, 또는 네트워크 접속(127)을 통한 입력은 디지털 카메라(도시되지 않음) 또는 스캐너(도시되지 않음)과 같은 각종 소스로부터 획득될 수 있다. 이미지는 마이크로프로세서 기반형 유닛(112)에 접속된 카메라 도킹 포트(136)를 통해 디지털 카메라(134)로부터 직접, 또는 디지털 카메라(134)로부터 케이블 접속(138)을 통해 마이크로프로세서 기반형 유닛(112)에, 또는 무선 접속(140)을 통해 마이크로프로세서 기반형 유닛(112)에 직접 입력될 수 있다.

[0042] 본 발명에 따르면, 알고리즘은 산재된 이미지를 보간하기 위해 본 명세서에서 언급한 임의의 저장 장치에 저장될 수 있고 이미지에 적용될 수 있다.

[0043] 도 2는 바람직한 실시예의 하이 레벨 다이어그램이다. 디지털 카메라(134)는 디지털 RGBP CFA 이미지 또는 RGBP CFA 이미지로서 또한 지칭되는, 오리진얼 디지털 적색-녹색-청색-팬크로매틱(RGBP) 컬러 필터 어레이(CFA) 이미지(200)를 생성하기 위한 것이다. 이미지의 각 화소가 적색, 녹색, 청색 또는 팬크로매틱 데이터 중 단지 하나의 화소 값을 포함하므로 이러한 이미지는 산재되어 샘플링된 이미지인 것으로 간주된다. 블록(200)의 카피(copy)는 저 해상도 RGB CFA 이미지 생성 블록(202)으로 전달된다. 블록(202)은 RGBP CFA 이미지로부터, 저 해상도 RGB CFA 이미지로서 또한 지칭되는, 디지털 저 해상도 RGB CFA 이미지를 생성한다. 블록(200)의 다른 카피는 고 해상도 팬크로매틱 이미지 생성 블록(204)으로 전달된다. 블록(204)은 RGBP CFA 이미지로부터 고 해상도 팬크로매틱 이미지로서 또한 지칭되는 디지털 고 해상도 팬크로매틱 이미지를 생성한다. 블록(204)의 출력은 저 해상도 팬크로매틱 이미지 생성 블록(206)으로 전달된다. 블록(206)은 고 해상도 팬크로매틱 이미지로부터, 저 해상도 팬크로매틱 이미지로서 또한 지칭되는, 디지털 저 해상도 팬크로매틱 이미지를 생성한다. 블록(206)의 출력 및 블록(202)의 출력은 저 해상도 컬러 차이 생성 블록(208)으로 전달된다. 블록(208)은 저 해상도 RGB CFA 이미지로부터 저 해상도 팬크로매틱 이미지를 감산함으로써 저 해상도 컬러 차이 이미지를 생성한다. 블록(208)의 출력은 저 해상도 컬러 차이 이미지 보간 블록(216)에 전달된다. 블록(216)은 저 해상도 컬러 차이에 대해 베이어(Bayer) CFA 보간 연산을 수행한다. 다른 베이어 CFA 보간 방법이 사용될 수 있다는 것이 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백하더라도, 이러한 베이어 CFA 보간의 예는, 해밀튼 등(Hamilton et al.)의 미국 특허 제 5,506,619 호에서 찾아볼 수 있다. 블록(216)의 결과는 각각의 화소에 대해 3 컬러 차



이 값을 갖는, 보간된 저 해상도 컬러 차이 이미지로서 또한 지칭되는 디지털 보간된 저 해상도 컬러 차이 이미지이다. 블록(216)의 출력은 고 해상도 컬러 차이 생성 블록(210)에 전달된다. 블록(210)은 저 해상도 컬러 차이 이미지를 쌍일차(bilinear) 보간(업사이징(upsizing))함으로써, 고 해상도 컬러 차이 이미지로서 또한 지칭되는, 디지털 고 해상도 컬러 차이 이미지를 생성한다. 블록(210)의 출력 및 블록(204)의 출력은 고 해상도 풀 컬러 이미지 생성 블록(212)으로 전달된다. 블록(212)은 고 해상도 팬크로매틱 이미지를 고 해상도 컬러 차이 이미지에 가산함으로써 고 해상도 풀 컬러 이미지(214)로서 또한 지칭되는 디지털 고 해상도 풀 컬러 이미지를 생성한다.

[0044] 도 3은 도 2의 고 해상도 팬크로매틱 이미지 생성 블록(204)의 보다 상세한 도면이다. RGBP CFA 이미지(200)(도 2)는 화소 이웃 예측자 연산 블록(300)으로 전달된다. 블록(300)은 화소 이웃 예측자 값 세트를 연산한다. 블록(300)의 결과는 화소 이웃 분류자 연산 블록(302)으로 전달된다. 블록(302)은 블록(300)에서 연산된 예측자 값 중 하나에 대응하는 각각의 분류자 값을 사용하여 화소 이웃 분류자 값 세트를 연산한다. 블록(302)의 결과는 연산 방향 결정 블록(304)으로 전달된다. 블록(304)은 블록(302)에서 생성된 분류자 값의 세트에 근거하여 연산의 바람직한 방향을 결정한다. 블록(304)의 결과 및 블록(300)의 결과는 고 해상도 팬크로매틱 화소 값 연산 블록(306)으로 전달된다. 블록(306)은 블록(304)에 의해 결정된 방향에 대응하는 블록(300)의 결과로부터 적절한 예측자 값을 선택한다. 그 다음에 이와 같이 선택된 예측자 값은 보간된 고 해상도 팬크로매틱 화소 값이 된다. 블록(306)의 결과는 블록(204)(도 2)의 출력이 된다.

[0045] 도 4는 RGBP CFA 이미지(200)(도 2) 전반에 걸쳐 반복된 화소의 영역이다. 도 4의 두드러진 측면은 팬크로매틱 화소의 2개의 로우가 적색 및 녹색 화소의 로우(rows)와 녹색 및 청색 화소의 로우를 교번시킴으로써 분리된다는 것이다.

[0046] 도 5는 도 6에 도시된 화소의 영역을 생성하기 위해 저 해상도 RGB CFA 이미지 생성 블록(202)(도 2)에 의해 사용된 화소의 영역이다. 바람직한 실시예에서 도 6의 화소 값을 생성하기 위해 이하의 수학식이 사용된다.

$$\begin{aligned} R_1' &= k(R_1 + R_3 + R_5) \\ G_2' &= k(G_4 + G_6 + G_8) \\ G_3' &= k(G_9 + G_{11} + G_{13}) \\ B_4' &= k(B_{12} + B_{14} + B_{16}) \end{aligned}$$

[0047]

[0048] 이들 수학식에서 k는 출력 값의 원하는 화소 값 범위를 생성하기 위한 스케일 팩터(scale factor)이다. k에 대한 전형적인 값은 평균 화소 값을 생성하기 위한 1/3 및 합산된 화소 값을 생성하기 위한 1이다. 본 발명의 범위 내에서 3 화소 값으로부터 1 화소 값의 생성은 서브샘플링 형태라는 것에 주목해야 한다. 본 발명의 대안적인 실시예에서 블록(202)에 대한 상이한 수학적 세트는 다음과 같이 사용된다.

$$\begin{aligned} R_1' &= k(R_1 + R_3 + R_5) \\ G_2' &= k(G_2 + G_4 + G_6) \\ G_3' &= k(G_9 + G_{11} + G_{13}) \\ B_4' &= k(B_{10} + B_{12} + B_{14}) \end{aligned}$$

[0049]

[0050] 도 7은 화소 이웃 예측자 연산 블록(300)(도 3) 및 화소 이웃 분류자 연산 블록(302)(도 3)에 의해 사용된 화소의 영역이다. 블록(300)(도 3)에 의해 연산된 2개의 예측자 값 세트가 존재한다. 도 7에서  $G_{15}$ 와 같이, 화소 이웃의 중심 화소가 녹색 화소인 경우에 대해, 예측자 값은 다음과 같이 연산된다.

$$\begin{aligned} p_{\text{slash}} &= (P_{10} + P_{20})/2 \\ p_{\text{vertical}} &= (P_9 + P_{21})/2 \\ p_{\text{backslash}} &= (P_8 + P_{22})/2 \\ p_{\text{horizontal}} &= G_{15} \\ p_{\text{left}} &= G_{15} \\ p_{\text{right}} &= G_{15} \\ p_{\text{cubic}} &= (-P_3 + 4P_9 + 4P_{21} - P_{27})/6 \end{aligned}$$

[0051]

[0052] 도 7에서 B<sub>16</sub>과 같이, 화소 이웃의 중심 화소가 녹색 화소가 아닌 경우에 대해, 예측자 값은 다음과 같이 연산된다.

$$p_{\text{slash}} = (P_{11} + P_{21})/2$$

$$p_{\text{vertical}} = (P_{10} + P_{22})/2$$

$$p_{\text{backslash}} = (P_9 + P_{23})/2$$

$$p_{\text{horizontal}} = (G_{15} + G_{17})/2$$

$$p_{\text{left}} = G_{15}$$

$$p_{\text{right}} = G_{17}$$

$$p_{\text{cubic}} = (-P_4 + 4P_{10} + 4P_{22} - P_{28})/6$$

[0053]

[0054] 블록(302)(도 3)에 의해 연산된 하나의 분류자 값 세트가 존재한다. 소정의 이웃에서 중심 화소의 컬러가 상이할 수 있다 하더라도, 분류자를 연산하기 위해 동일한 수학적식이 사용된다. 이제 2개의 샘플이 주어지 있다. 도 7에서 G<sub>15</sub>와 같이, 화소 이웃의 중심 화소가 녹색 화소인 경우에 대해, 분류자 값은 다음과 같이 연산된다.

$$c_{\text{slash}} = |P_{11} - P_{21}| + |P_{10} - P_{20}| + |P_9 - P_{19}| + |2p_{\text{cubic}} - P_{10} - P_{20}|/4$$

$$c_{\text{vertical}} = |P_{10} - P_{22}| + |P_9 - P_{21}| + |P_8 - P_{20}| + |2p_{\text{cubic}} - P_9 - P_{21}|/4$$

$$c_{\text{backslash}} = |P_9 - P_{23}| + |P_8 - P_{22}| + |P_7 - P_{21}| + |2p_{\text{cubic}} - P_8 - P_{22}|/4$$

$$c_{\text{horizontal}} = |B_{14} - B_{16}| + |P_8 - P_{10}| + |P_{20} - P_{22}| + |2G_{15} - G_{13} - G_{17}|/8 + t_1$$

$$c_{\text{left}} = |G_{15} - G_{13}| + |P_9 - P_{21}| + |P_8 - P_{20}| + |2G_{15} - G_{13} - G_{17}|/8 + t_2$$

$$c_{\text{right}} = |G_{15} - G_{17}| + |P_9 - P_{21}| + |P_{10} - P_{22}| + |2G_{15} - G_{13} - G_{17}|/8 + t_2$$

[0055]

[0056] 값  $t_1$  및  $t_2$ 는  $c_{\text{horizontal}}$ ,  $c_{\text{left}}$  및  $c_{\text{right}}$ 가  $c_{\text{slash}}$ ,  $c_{\text{vertical}}$  또는  $c_{\text{backslash}}$ 보다 작을 확률을 제거하지는 않더라도, 감소시키도록 선택되는 임계값이다.  $t_1$  및  $t_2$ 에 대한 전형적인 값은 8 비트 화소 값 데이터 범위에 대해 20 및 40이다. 도 7에서 B<sub>16</sub>과 같이, 화소 이웃의 중심 화소가 녹색 화소가 아닌 경우에 대해, 분류자 값은 다음과 같이 연산된다.

$$c_{\text{slash}} = |P_{12} - P_{22}| + |P_{11} - P_{21}| + |P_{10} - P_{20}| + |2p_{\text{cubic}} - P_{11} - P_{21}|/4$$

$$c_{\text{vertical}} = |P_{11} - P_{23}| + |P_{10} - P_{22}| + |P_9 - P_{21}| + |2p_{\text{cubic}} - P_{10} - P_{22}|/4$$

$$c_{\text{backslash}} = |P_{10} - P_{24}| + |P_9 - P_{23}| + |P_8 - P_{22}| + |2p_{\text{cubic}} - P_9 - P_{23}|/4$$

$$c_{\text{horizontal}} = |G_{15} - G_{17}| + |P_9 - P_{11}| + |P_{21} - P_{23}| + |2B_{16} - B_{14} - B_{18}|/8 + t_1$$

$$c_{\text{left}} = |B_{16} - B_{14}| + |P_{10} - P_{22}| + |P_9 - P_{21}| + |2B_{16} - B_{14} - B_{18}|/8 + t_2$$

$$c_{\text{right}} = |B_{16} - B_{18}| + |P_{10} - P_{22}| + |P_{11} - P_{23}| + |2B_{16} - B_{14} - B_{18}|/8 + t_2$$

[0057]

[0058] 이들 수학적식은 두 예에서 실질적으로 동일하다는 것에 주목해야 한다. 적색 화소 중심 이웃에 대해, 두 번째 예로부터 분류자를 취하고 청색 화소 값을 적색 화소 값으로 교체한다.

[0059]

도 3을 다시 참조하면, 블록(302)에서 연산된 분류자 값은 연산 방향 결정 블록(304)으로 전달된다. 블록(304)에서 각각의 분류자 값은 활성 임계값  $t_{\text{activity}}$ 와 비교된다.  $t_{\text{activity}}$ 에 대한 전형적인 값은 8 비트 화소 값 데이터 범위에 대해 200이다. 모든 분류자 값이 활성 임계값 이상이면, 연산의 방향은 예측자 값  $p_{\text{value}}$ 와 연관되는 특수한 경우가 된다. 이러한 제 1 테스트에 실패하면, 최소 값을 갖는 분류자가 결정된다. 이러한 분류자와 연관된 방향은 블록(304)의 출력이 된다. 블록(304)의 출력 및 블록(300)의 출력은 고 해상도 팬크로매틱 화소 값 연산 블록(306)으로 전달된다. 블록(306)에서 적색, 녹색, 또는 청색 화소를 중심으로 하는 각각의 화소 이웃에 대해, 블록(304)에서 결정된 연산의 방향에 대응하는 예측자 값이 보간된 팬크로매틱 값이 된다. 결과적인 고 해상도 팬크로매틱 채널의 일부분이 도 8에 도시되어 있다. 도 8에서 아래 첨자를 갖지 않는 값은 오리지널 현재의 팬크로매틱 값을 나타내고 아래 첨자를 갖는 값은 보간된 팬크로매틱 값을 나타낸다. 추가적으로, 도 8은 도 9에 도시된 화소의 영역을 생성하기 위해 저 해상도 팬크로매틱 이미지 생성 블록(206)(도 2)

에 의해 사용된 화소의 영역이다. 바람직한 실시예에서 도 9의 화소 값을 생성하기 위해 다음과 같은 수학적식이 사용된다.

$$P_1' = k(P_1 + P_3 + P_5)$$

$$P_2' = k(P_4 + P_6 + P_8)$$

$$P_3' = k(P_9 + P_{11} + P_{13})$$

$$P_4' = k(P_{12} + P_{14} + P_{16})$$

[0060]

이들 수학적식에서 k는 출력 값의 원하는 화소 값 범위를 생성하기 위한 스케일 팩터이다. 전형적으로, k는 평균 화소 값을 생성하기 위한 1/3이다. 본 발명의 대안적인 실시예에서 블록(206)(도 2)에 대한 상이한 수학적식 세트는 다음과 같이 사용된다.

$$P_1' = k(P_1 + P_3 + P_5)$$

$$P_2' = k(P_2 + P_4 + P_6)$$

$$P_3' = k(P_9 + P_{11} + P_{13})$$

$$P_4' = k(P_{10} + P_{12} + P_{14})$$

[0062]

도 10은 고 해상도 컬러 차이 생성 블록(210)(도 2)으로부터 생성된 화소의 영역이다. 도 10에서,  $X_1$  및  $X_4$ 는 블록(208)(도 2)에 의해 생성된 저 해상도 컬러 차이 이미지 내의 기존의 컬러 차이 값을 나타낸다. 보간된 컬러 차이 값  $X_2$  및  $X_3$ 는 블록(210)(도 2)에서 다음의 수학적식으로 연산된다.

$$X_2 = (2X_1 + X_4)/3$$

$$X_3 = (X_1 + 2X_4)/3$$

[0064]

쌍일차 보간을 위한 표준적인 실행에서와 같이, 이러한 연산은 먼저 각각의 로우의 컬러 차이 값의 양을 3배로 하기 위해 각각의 로우에 대해 수행된다. 그 다음에 연산은 각각의 컬럼(column)의 컬러 차이 값의 양을 3배로 하기 위해 각각의 컬럼에 대해 수직 방향으로 반복된다. 블록(210)의 출력은 고 해상도 풀 컬러 이미지 생성 블록(212)으로 전송된다.

[0065]

이제 본 발명의 대안적인 실시예가 기술된다. 도 2 및 도 3은 바람직한 실시예로서 마찬가지로 도시되어 있다. 도 11은 RGBP CFA 이미지 블록(200)(도 2) 전반에 걸쳐 반복된 화소의 다른 영역을 도시한다. 도 11의 두드러진 측면은 팬크로메틱 화소의 2개의 로우가 3개의 인접하는 적색 다음의 3개의 인접하는 녹색 화소의 로우 및 3개의 인접하는 녹색 다음의 3개의 인접하는 청색 화소의 로우를 교번시킴으로써 분리된다는 것이다.

[0066]

도 12는 도 6에 도시된 화소의 영역을 생성하기 위해 저 해상도 RGB CFA 이미지 생성 블록(202)에 의해 사용된 화소의 다른 영역을 도시한다. 본 발명의 대안적인 실시예에서 도 6의 화소 값을 생성하기 위해 다음과 같은 수학적식이 사용된다.

$$R_1' = k(R_{11} + R_{12} + R_{13})$$

$$G_2' = k(G_{14} + G_{15} + G_{16})$$

$$G_3' = k(G_{21} + G_{22} + G_{23})$$

$$B_4' = k(B_{24} + B_{25} + B_{26})$$

[0068]

이들 수학적식에서 k는 출력 값의 원하는 화소 값 범위를 생성하기 위한 스케일 팩터이다. k에 대한 전형적인 값은 평균 화소 값을 생성하기 위한 1/3 및 합산된 화소 값을 생성하기 위한 1이다. 본 발명의 범위 내에서 3 화소 값으로부터 1 화소 값의 생성은 서브샘플링 형태라는 것에 주목해야 한다.

[0069]

도 13은 화소 이웃 예측자 연산 블록(300)(도 3) 및 화소 이웃 분류자 연산 블록(302)(도 3)에 의해 사용된 화소의 다른 영역이다. 도 13에서  $B_{33}$ 과 같이, 화소 이웃의 중심 화소가 청색 또는 적색 화소인 경우에 대해, 예측자 값은 다음과 같이 연산된다.

[0070]

$$p_{\text{slash}} = (P_{42} + P_{24})/2$$

$$p_{\text{vertical}} = (P_{23} + P_{43})/2$$

$$p_{\text{backslash}} = (P_{22} + P_{44})/2$$

$$p_{\text{horizontal}} = \begin{cases} (3G_{31} + G_{35})/4, & \text{for } B_{32} \\ (G_{31} + G_{35})/2, & \text{for } B_{33} \\ (G_{31} + 3G_{35})/4, & \text{for } B_{34} \end{cases}$$

$$p_{\text{left}} = (P_{23} + P_{43})/2$$

$$p_{\text{right}} = (P_{23} + P_{43})/2$$

$$p_{\text{cubic}} = (-P_{13} + 4P_{23} + 4P_{43} - P_{53})/6$$

[0071]

[0072]

화소 이웃의 중심 화소가 녹색 화소인 경우에 대해,  $p_{\text{horizontal}}$ 은 단순히 녹색 중심 화소 값이 된다. 블록(302)(도 3)에 의해 연산된 하나의 분류자 값 세트가 존재한다. 주어진 이웃에서의 중심 화소의 컬러가 상이할 수 있다 하더라도, 분류자를 연산하기 위해 동일한 수학적식이 사용된다. 도 13을 참조하면, 화소 이웃의 중심 화소는 다음과 같은 분류자 값이 연산되는  $B_{33}$ 이다.

$$c_{\text{slash}} = |P_{25} - P_{43}| + |P_{24} - P_{42}| + |P_{23} - P_{41}| + |2p_{\text{cubic}} - P_{24} - P_{42}|/4$$

$$c_{\text{vertical}} = |P_{24} - P_{44}| + |P_{23} - P_{43}| + |P_{22} - P_{42}| + |2p_{\text{cubic}} - P_{23} - P_{43}|/4$$

$$c_{\text{backslash}} = |P_{23} - P_{45}| + |P_{22} - P_{44}| + |P_{21} - P_{43}| + |2p_{\text{cubic}} - P_{22} - P_{44}|/4$$

$$c_{\text{horizontal}} = \frac{3}{2}(|P_{22} - P_{24}| + |P_{42} - P_{44}|) + t_1$$

$$c_{\text{left}} = \frac{3}{2}(|P_{23} - P_{43}| + |P_{22} - P_{42}|) + t_2$$

$$c_{\text{right}} = \frac{3}{2}(|P_{23} - P_{43}| + |P_{24} - P_{44}|) + t_2$$

[0073]

[0074]

값  $t_1$  및  $t_2$ 는  $c_{\text{horizontal}}$ ,  $c_{\text{left}}$  및  $c_{\text{right}}$ 가  $c_{\text{slash}}$ ,  $c_{\text{vertical}}$  또는  $c_{\text{backslash}}$ 보다 작을 확률을 제거하지는 않더라도, 감소시키도록 선택되는 임계값이다.  $t_1$  및  $t_2$ 에 대한 전형적인 값은 8 비트 화소 값 데이터 범위에 대해 50 및 50이다.

[0075]

도 3을 다시 참조하면, 블록(302)에서 연산된 분류자 값은 연산 방향 결정 블록(304)으로 전달된다. 블록(304)에서 각각의 분류자 값은 활성 임계값  $t_{\text{activity}}$ 와 비교된다.  $t_{\text{activity}}$ 에 대한 전형적인 값은 8 비트 화소 값 데이터 범위에 대해 200이다. 모든 분류자 값이 활성 임계값 이상이면, 연산의 방향은 예측자 값  $p_{\text{value}}$ 와 연관되는 특수한 경우가 된다. 이러한 제 1 테스트에 실패하면, 최소 값을 갖는 분류자가 결정된다. 이러한 분류자와 연관된 방향은 블록(304)의 출력이 된다. 블록(304)의 출력 및 블록(300)의 출력은 고 해상도 팬크로매틱 화소 값 연산 블록(306)으로 전달된다. 블록(306)에서 적색, 녹색, 또는 청색 화소를 중심으로 하는 각각의 화소 이웃에 대해, 블록(304)에서 결정된 연산의 방향에 대응하는 예측자 값은 보간된 팬크로매틱 값이 된다. 결과적인 고 해상도 팬크로매틱 채널의 일부분이 도 8에 도시되어 있다. 도 8에서 아래 첨자를 갖지 않는 값은 오리지널 현재의 팬크로매틱 값을 나타내고 아래 첨자를 갖는 값은 보간된 팬크로매틱 값을 나타낸다. 추가적으로, 도 8은 도 9에 도시된 화소의 영역을 생성하기 위해 저 해상도 팬크로매틱 이미지 생성 블록(206)(도 2)에 의해 사용된 화소의 영역이다. 바람직한 실시예에서 도 9의 화소 값을 생성하기 위해 다음과 같은 수학적식이 사용된다.

$$P_1' = k(P_1 + P_3 + P_5)$$

$$P_2' = k(P_4 + P_6 + P_8)$$

$$P_3' = k(P_9 + P_{11} + P_{13})$$

$$P_4' = k(P_{12} + P_{14} + P_{16})$$

[0076]

[0077]

이들 수학적식에서  $k$ 는 출력 값의 원하는 화소 값 범위를 생성하기 위한 스케일 팩터이다. 전형적으로,  $k$ 는 평균 화소 값을 생성하기 위한  $1/3$ 이다. 본 발명의 대안적인 실시예에서 블록(206)(도 2)에 대한 상이한 수학적 세트는 다음과 같이 사용된다.

$$P_1' = k(P_1 + P_3 + P_5)$$

$$P_2' = k(P_2 + P_4 + P_6)$$

$$P_3' = k(P_9 + P_{11} + P_{13}) \quad P_4' = k(P_{10} + P_{12} + P_{14})$$

[0078]

[0079]

도 10은 고 해상도 컬러 차이 생성 블록(210)(도 2)으로부터 생성된 화소의 영역이다. 도 10에서,  $X_1$  및  $X_4$ 는 블록(208)(도 2)에 의해 생성된 저 해상도 컬러 차이 이미지 내의 현재의 컬러 차이 값을 나타낸다. 보간된 컬러 차이 값  $X_2$  및  $X_3$ 은 블록(210)(도 2)에서 다음의 수학식으로 연산된다.

$$X_2 = (2X_1 + X_4)/3$$

$$X_3 = (X_1 + 2X_4)/3$$

[0080]

[0081]

쌍일차 보간을 위한 표준적인 실행에서와 같이, 이러한 연산은 먼저 각각의 로우의 컬러 차이 값의 양을 3배로 하기 위해 각각의 로우에 대해 수행된다. 그 다음에 연산은 각각의 컬럼의 컬러 차이 값의 양을 3배로 하기 위해 각각의 컬럼에 대해 수직 방향으로 반복된다. 블록(210)의 출력은 고 해상도 풀 컬러 이미지 생성 블록(212)으로 전송된다.

[0082]

이제 본 발명의 제 2 대안적인 실시예가 기술된다. 도 2 및 도 3은 바람직한 실시예로서 마찬가지로 도시되어 있다. 도 14는 RGBP CFA 이미지 블록(200)(도 2) 전반에 걸쳐 반복된 화소의 다른 영역을 도시한다. 도 14의 두드러진 측면은 팬크로매틱 화소의 하나의 로우가 4개의 인접하는 적색 다음의 4개의 인접하는 녹색 화소의 로우 및 4개의 인접하는 녹색 다음의 4개의 인접하는 청색 화소의 로우를 교번시킴으로써 분리된다는 것이다.

[0083]

도 15는 도 6에 도시된 화소의 영역을 생성하기 위해 저 해상도 RGB CFA 이미지 생성 블록(202)에 의해 사용된 화소의 다른 영역을 도시한다. 본 발명의 대안적인 실시예에서 도 6의 화소 값을 생성하기 위해 다음과 같은 수학식이 사용된다.

$$R_1' = k(R_{11} + R_{12} + R_{13} + R_{14} + R_{21} + R_{22} + R_{23} + R_{24})$$

$$G_2' = k(G_{15} + G_{16} + G_{17} + G_{18} + G_{25} + G_{26} + G_{27} + G_{28})$$

$$G_3' = k(G_{31} + G_{32} + G_{33} + G_{34} + G_{41} + G_{42} + G_{43} + G_{44})$$

$$B_4' = k(B_{35} + B_{36} + B_{37} + B_{38} + B_{45} + B_{46} + B_{47} + B_{48})$$

[0084]

[0085]

이들 수학식에서  $k$ 는 출력 값의 원하는 화소 값 범위를 생성하기 위한 스케일 팩터이다.  $k$ 에 대한 전형적인 값은 평균 화소 값을 생성하기 위한 1/8 및 합산된 화소 값을 생성하기 위한 1이다. 본 발명의 범위 내에서 8 화소 값으로부터 1 화소 값의 생성은 서브샘플링 형태라는 것에 주목해야 한다.

[0086]

도 16은 화소 이웃 예측자 연산 블록(300)(도 3) 및 화소 이웃 분류자 연산 블록(302)(도 3)에 의해 사용된 화소의 4개의 다른 영역이다. 도 16(a)에서  $B_{24}$ 와 같이, 화소 이웃의 중심 화소 중 하나가 청색 화소인 경우에 대해, 예측자 값은 다음과 같이 연산된다.

$$p_{\text{slash}} = \begin{cases} (P_{31} + P_{13})/2, & \text{for } B_{22} \\ (P_{32} + P_{14})/2, & \text{for } B_{23} \\ (P_{33} + P_{15})/2, & \text{for } B_{24} \\ (P_{34} + P_{16})/2, & \text{for } B_{25} \end{cases}$$

$$p_{\text{vertical}} = \begin{cases} (P_{12} + P_{32})/2, & \text{for } B_{22} \\ (P_{13} + P_{33})/2, & \text{for } B_{23} \\ (P_{14} + P_{34})/2, & \text{for } B_{24} \\ (P_{15} + P_{35})/2, & \text{for } B_{25} \end{cases}$$

$$p_{\text{backslash}} = \begin{cases} (P_{11} + P_{33})/2, & \text{for } B_{22} \\ (P_{12} + P_{34})/2, & \text{for } B_{23} \\ (P_{13} + P_{35})/2, & \text{for } B_{24} \\ (P_{14} + P_{36})/2, & \text{for } B_{25} \end{cases}$$

$$p_{\text{horizontal}} = \begin{cases} 6G_{21} + 3R_{41} + B_{22}, & \text{for } B_{22} \\ 6G_{21} + 3R_{41} + B_{23}, & \text{for } B_{23} \\ 6G_{26} + 2R_{46} + B_{24}, & \text{for } B_{24} \\ 6G_{26} + 3R_{46} + B_{25}, & \text{for } B_{25} \end{cases}$$

[0087]

[0088] 화소 이웃의 중심 화소 중 하나가 도 16(b)에서 R<sub>24</sub>와 같이, 적색 화소인 경우에 대해, 예측자 값은 다음과 같이 연산된다.

$$p_{\text{slash}} = \begin{cases} (P_{31} + P_{13})/2, & \text{for } R_{22} \\ (P_{32} + P_{14})/2, & \text{for } R_{23} \\ (P_{33} + P_{15})/2, & \text{for } R_{24} \\ (P_{34} + P_{16})/2, & \text{for } R_{25} \end{cases}$$

$$p_{\text{vertical}} = \begin{cases} (P_{12} + P_{32})/2, & \text{for } R_{22} \\ (P_{13} + P_{33})/2, & \text{for } R_{23} \\ (P_{14} + P_{34})/2, & \text{for } R_{24} \\ (P_{15} + P_{35})/2, & \text{for } R_{25} \end{cases}$$

$$p_{\text{backslash}} = \begin{cases} (P_{11} + P_{33})/2, & \text{for } R_{22} \\ (P_{12} + P_{34})/2, & \text{for } R_{23} \\ (P_{13} + P_{35})/2, & \text{for } R_{24} \\ (P_{14} + P_{36})/2, & \text{for } R_{25} \end{cases}$$

$$p_{\text{horizontal}} = \begin{cases} 6G_{21} + 3R_{22} + B_{41}, & \text{for } R_{22} \\ 6G_{21} + 3R_{23} + B_{41}, & \text{for } R_{23} \\ 6G_{26} + 2R_{24} + B_{46}, & \text{for } R_{24} \\ 6G_{26} + 3R_{25} + B_{46}, & \text{for } R_{25} \end{cases}$$

[0089]

[0090] 화소 이웃의 중심 화소 중 하나가 도 16(c)에서 G<sub>24</sub>와 같이, 녹색 화소인 경우에 대해, 예측자 값은 다음과 같이 연산된다.

$$p_{\text{slash}} = \begin{cases} (P_{31} + P_{13})/2, & \text{for } G_{22} \\ (P_{32} + P_{14})/2, & \text{for } G_{23} \\ (P_{33} + P_{15})/2, & \text{for } G_{24} \\ (P_{34} + P_{16})/2, & \text{for } G_{25} \end{cases}$$

$$p_{\text{vertical}} = \begin{cases} (P_{12} + P_{32})/2, & \text{for } G_{22} \\ (P_{13} + P_{33})/2, & \text{for } G_{23} \\ (P_{14} + P_{34})/2, & \text{for } G_{24} \\ (P_{15} + P_{35})/2, & \text{for } G_{25} \end{cases}$$

[0091]

$$p_{\text{backslash}} = \begin{cases} (P_{11} + P_{33})/2, & \text{for } G_{22} \\ (P_{12} + P_{34})/2, & \text{for } G_{23} \\ (P_{13} + P_{35})/2, & \text{for } G_{24} \\ (P_{14} + P_{36})/2, & \text{for } G_{25} \end{cases}$$

$$p_{\text{horizontal}} = \begin{cases} 6G_{22} + 3R_{42} + B_{21}, & \text{for } G_{22} \\ 6G_{23} + 3R_{43} + B_{21}, & \text{for } G_{23} \\ 6G_{24} + 2R_{44} + B_{26}, & \text{for } G_{24} \\ 6G_{25} + 3R_{45} + B_{26}, & \text{for } G_{25} \end{cases}$$

[0092]

[0093] 화소 이웃의 중심 화소 중 하나가 도 16(d)에서  $G_{24}$ 와 같이, 녹색 화소인 경우에 대해, 예측자 값은 다음과 같이 연산된다.

$$p_{\text{slash}} = \begin{cases} (P_{31} + P_{13})/2, & \text{for } G_{22} \\ (P_{32} + P_{14})/2, & \text{for } G_{23} \\ (P_{33} + P_{15})/2, & \text{for } G_{24} \\ (P_{34} + P_{16})/2, & \text{for } G_{25} \end{cases}$$

$$p_{\text{vertical}} = \begin{cases} (P_{12} + P_{32})/2, & \text{for } G_{22} \\ (P_{13} + P_{33})/2, & \text{for } G_{23} \\ (P_{14} + P_{34})/2, & \text{for } G_{24} \\ (P_{15} + P_{35})/2, & \text{for } G_{25} \end{cases}$$

$$p_{\text{backslash}} = \begin{cases} (P_{11} + P_{33})/2, & \text{for } G_{22} \\ (P_{12} + P_{34})/2, & \text{for } G_{23} \\ (P_{13} + P_{35})/2, & \text{for } G_{24} \\ (P_{14} + P_{36})/2, & \text{for } G_{25} \end{cases}$$

$$p_{\text{horizontal}} = \begin{cases} 6G_{22} + 3R_{21} + B_{42}, & \text{for } G_{22} \\ 6G_{23} + 3R_{21} + B_{43}, & \text{for } G_{23} \\ 6G_{24} + 2R_{26} + B_{44}, & \text{for } G_{24} \\ 6G_{25} + 3R_{26} + B_{45}, & \text{for } G_{25} \end{cases}$$

[0094]

[0095] 블록(302)(도 3)에 의해 연산된 하나의 분류자 값 세트가 존재한다. 소정의 이웃에서 중심 화소의 컬러가 상이할 수 있다 하더라도, 분류자를 연산하기 위해 동일한 수확식이 사용된다. 도 16(a)를 참조하면, 화소 이웃의 중심 화소는  $B_{24}$ 이며, 분류자 값은 다음과 같이 연산된다.

$$c_{\text{slash}} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{P_{30} - P_{12}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{31} - P_{13}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{32} - P_{14}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } B_{22} \\ \left\lfloor \frac{P_{31} - P_{13}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{32} - P_{14}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{33} - P_{15}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } B_{23} \\ \left\lfloor \frac{P_{32} - P_{14}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{33} - P_{15}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{34} - P_{16}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } B_{24} \\ \left\lfloor \frac{P_{33} - P_{15}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{34} - P_{16}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{35} - P_{17}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } B_{25} \end{cases}$$

$$c_{\text{vertical}} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{P_{11} - P_{31}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{12} - P_{32}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{13} - P_{33}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } B_{22} \\ \left\lfloor \frac{P_{12} - P_{32}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{13} - P_{33}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{14} - P_{34}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } B_{23} \\ \left\lfloor \frac{P_{13} - P_{33}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{14} - P_{34}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{15} - P_{35}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } B_{24} \\ \left\lfloor \frac{P_{15} - P_{34}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{15} - P_{35}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{16} - P_{36}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } B_{25} \end{cases}$$

$$c_{\text{backslash}} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{P_{10} - P_{32}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{11} - P_{33}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{12} - P_{34}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } B_{22} \\ \left\lfloor \frac{P_{11} - P_{33}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{12} - P_{34}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{13} - P_{35}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } B_{23} \\ \left\lfloor \frac{P_{12} - P_{34}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{13} - P_{35}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{14} - P_{36}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } B_{24} \\ \left\lfloor \frac{P_{13} - P_{35}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{14} - P_{36}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{15} - P_{37}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } B_{25} \end{cases}$$

$$c_{\text{horizontal}} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{B_{22} - B_{24}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{11} - P_{13}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{31} - P_{33}}{2} \right\rfloor + t \right\rfloor, & \text{for } B_{22} \\ \left\lfloor \frac{B_{22} - B_{24}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{12} - P_{14}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{32} - P_{34}}{2} \right\rfloor + t \right\rfloor, & \text{for } B_{23} \\ \left\lfloor \frac{B_{23} - B_{25}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{13} - P_{15}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{33} - P_{35}}{2} \right\rfloor + t \right\rfloor, & \text{for } B_{24} \\ \left\lfloor \frac{B_{23} - B_{25}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{14} - P_{16}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{34} - P_{36}}{2} \right\rfloor + t \right\rfloor, & \text{for } B_{25} \end{cases}$$

[0096]

[0097] 값  $t$ 는  $c_{\text{horizontal}}$ 가  $c_{\text{slash}}$ ,  $c_{\text{vertical}}$  또는  $c_{\text{backslash}}$ 보다 작을 확률을 제거하지는 않더라도, 감소시키도록 선택되는 임계값이다.  $t$ 에 대한 전형적인 값은 8 비트 화소 값 데이터 범위에 대해 20이다. 도 16(b)를 참조하면, 화소 이웃의 중심 화소는  $R_{24}$ 이며, 분류자 값은 다음과 같이 연산된다.



$$c_{\text{slash}} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{P_{30}-P_{12}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{31}-P_{13}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{32}-P_{14}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } R_{22} \\ \left\lfloor \frac{P_{31}-P_{13}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{32}-P_{14}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{33}-P_{15}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } R_{23} \\ \left\lfloor \frac{P_{32}-P_{14}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{33}-P_{15}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{34}-P_{16}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } R_{24} \\ \left\lfloor \frac{P_{33}-P_{15}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{34}-P_{16}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{35}-P_{17}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } R_{25} \end{cases}$$

$$c_{\text{vertical}} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{P_{11}-P_{31}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{12}-P_{32}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{13}-P_{33}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } R_{22} \\ \left\lfloor \frac{P_{12}-P_{32}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{13}-P_{33}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{14}-P_{34}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } R_{23} \\ \left\lfloor \frac{P_{13}-P_{33}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{14}-P_{34}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{15}-P_{35}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } R_{24} \\ \left\lfloor \frac{P_{15}-P_{34}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{15}-P_{35}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{16}-P_{36}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } R_{25} \end{cases}$$

$$c_{\text{backslash}} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{P_{10}-P_{32}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{11}-P_{33}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{12}-P_{34}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } R_{22} \\ \left\lfloor \frac{P_{11}-P_{33}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{12}-P_{34}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{13}-P_{35}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } R_{23} \\ \left\lfloor \frac{P_{12}-P_{34}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{13}-P_{35}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{14}-P_{36}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } R_{24} \\ \left\lfloor \frac{P_{13}-P_{35}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{14}-P_{36}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{15}-P_{37}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } R_{25} \end{cases}$$

$$c_{\text{horizontal}} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{R_{22}-R_{24}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{11}-P_{13}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{31}-P_{33}}{2} \right\rfloor + t, & \text{for } R_{22} \\ \left\lfloor \frac{R_{22}-R_{24}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{12}-P_{14}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{32}-P_{34}}{2} \right\rfloor + t, & \text{for } R_{23} \\ \left\lfloor \frac{R_{23}-R_{25}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{13}-P_{15}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{33}-P_{35}}{2} \right\rfloor + t, & \text{for } R_{24} \\ \left\lfloor \frac{R_{23}-R_{25}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{14}-P_{16}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{34}-P_{36}}{2} \right\rfloor + t, & \text{for } R_{25} \end{cases}$$

[0098]

[0099]

값  $t$ 는  $c_{\text{horizontal}}$ 가  $c_{\text{slash}}$ ,  $c_{\text{vertical}}$  또는  $c_{\text{backslash}}$ 보다 작을 확률을 제거하지는 않더라도, 감소시키도록 선택되는 임계값이다.  $t$ 에 대한 전형적인 값은 8 비트 화소 값 데이터 범위에 대해 20이다. 도 16(c)를 참조하면, 화소 이웃의 중심 화소는  $G_{24}$ 이며, 분류자 값은 다음과 같이 연산된다.

$$c_{\text{slash}} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{P_{30}-P_{12}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{31}-P_{13}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{32}-P_{14}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } G_{22} \\ \left\lfloor \frac{P_{31}-P_{13}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{32}-P_{14}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{33}-P_{15}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } G_{23} \\ \left\lfloor \frac{P_{32}-P_{14}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{33}-P_{15}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{34}-P_{16}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } G_{24} \\ \left\lfloor \frac{P_{33}-P_{15}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{34}-P_{16}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{35}-P_{17}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } G_{25} \end{cases}$$

$$c_{\text{vertical}} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{P_{11}-P_{31}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{12}-P_{32}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{13}-P_{33}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } G_{22} \\ \left\lfloor \frac{P_{12}-P_{32}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{13}-P_{33}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{14}-P_{34}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } G_{23} \\ \left\lfloor \frac{P_{13}-P_{33}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{14}-P_{34}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{15}-P_{35}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } G_{24} \\ \left\lfloor \frac{P_{15}-P_{34}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{15}-P_{35}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{16}-P_{36}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } G_{25} \end{cases}$$

$$c_{\text{backslash}} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{P_{10}-P_{32}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{11}-P_{33}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{12}-P_{34}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } G_{22} \\ \left\lfloor \frac{P_{11}-P_{33}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{12}-P_{34}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{13}-P_{35}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } G_{23} \\ \left\lfloor \frac{P_{12}-P_{34}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{13}-P_{35}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{14}-P_{36}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } G_{24} \\ \left\lfloor \frac{P_{13}-P_{35}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{14}-P_{36}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{15}-P_{37}}{2} \right\rfloor \right\rfloor, & \text{for } G_{25} \end{cases}$$

$$c_{\text{horizontal}} = \begin{cases} \left\lfloor \frac{G_{22}-G_{24}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{11}-P_{13}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{31}-P_{33}}{2} \right\rfloor + t, & \text{for } G_{22} \\ \left\lfloor \frac{G_{22}-G_{24}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{12}-P_{14}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{32}-P_{34}}{2} \right\rfloor + t, & \text{for } G_{23} \\ \left\lfloor \frac{G_{23}-G_{25}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{13}-P_{15}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{33}-P_{35}}{2} \right\rfloor + t, & \text{for } G_{24} \\ \left\lfloor \frac{G_{23}-G_{25}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{14}-P_{16}}{2} + \left\lfloor \frac{P_{34}-P_{36}}{2} \right\rfloor + t, & \text{for } G_{25} \end{cases}$$

[0100]

[0101]

값  $t$ 는  $c_{\text{horizontal}}$ 가  $c_{\text{slash}}$ ,  $c_{\text{vertical}}$  또는  $c_{\text{backslash}}$ 보다 작을 확률을 제거하지는 않더라도, 감소시키도록 선택되는 임계값이다.  $t$ 에 대한 전형적인 값은 8 비트 화소 값 데이터 범위에 대해 20이다.

[0102]

도 3을 다시 참조하면, 블록(302)에서 연산된 분류자 값은 연산 방향 결정 블록(304)으로 전달된다. 블록(304)에서 각각의 분류자 값은 활성 임계값  $t_{\text{activity}}$ 와 비교된다.  $t_{\text{activity}}$ 에 대한 전형적인 값은 8 비트 화소 값 데이터 범위에 대해 200이다. 모든 분류자 값이 활성 임계값 이상이면, 연산의 방향은 예측자 값  $p_{\text{value}}$ 와 연관되는 특수한 경우가 된다. 이러한 제 1 테스트에 실패하면, 최소 값을 갖는 분류자가 결정된다. 이러한 분류자와 연관된 방향은 블록(304)의 출력이 된다. 블록(304)의 출력 및 블록(300)의 출력은 고 해상도 팬크로매틱 화소 값 연산 블록(306)으로 전달된다. 블록(306)에서 적색, 녹색, 또는 청색 화소를 중심으로 하는 각각의 화소 이웃에 대해, 블록(304)에서 결정된 연산의 방향에 대응하는 예측자 값은 보간된 팬크로매틱 값이 된다. 결과적인 고 해상도 팬크로매틱 채널의 일부분이 도 17에 도시되어 있다. 도 17에서 아래 첨자를 갖지 않는 값은 오리지널 현재의 팬크로매틱 값을 나타내고 아래 첨자를 갖는 값은 보간된 팬크로매틱 값을 나타낸다. 추가적으로, 도 17은 도 9에 도시된 화소의 영역을 생성하기 위해 저 해상도 팬크로매틱 이미지 생성 블록(206)(도 2)에 의해 사용된 화소의 영역이다. 바람직한 실시예에서 도 9의 화소 값을 생성하기 위해 다음과 같은 수학적

이 사용된다.

$$P_1' = k(P_{20} + P_{21} + P_{22} + P_{23} + P_{40} + P_{41} + P_{42} + P_{43})$$

$$P_2' = k(P_{24} + P_{25} + P_{26} + P_{27} + P_{44} + P_{45} + P_{46} + P_{47})$$

$$P_3' = k(P_{60} + P_{61} + P_{62} + P_{63} + P_{80} + P_{81} + P_{82} + P_{83})$$

$$P_4' = k(P_{64} + P_{65} + P_{66} + P_{67} + P_{84} + P_{85} + P_{86} + P_{87})$$

[0103]

[0104]

이들 수학적식에서 k는 출력 값의 원하는 화소 값 범위를 생성하기 위한 스케일 팩터이다. 전형적으로, k는 평균 화소 값을 생성하기 위한 1/8이다.

[0105]

도 18은 고 해상도 컬러 차이 생성 블록(210)(도 2)으로부터 생성된 화소의 영역이다. 도 18에서,  $X_1$  및  $X_5$ 는 블록(208)(도 2)에 의해 생성된 저 해상도 컬러 차이 이미지 내의 기존의 컬러 차이 값을 나타낸다. 보간된 컬러 차이 값  $X_2$ ,  $X_3$  및  $X_4$ 는 블록(210)(도 2)에서 다음의 수학적식으로 연산된다.

$$X_2 = (3X_1 + X_5)/4$$

$$X_3 = (X_1 + X_5)/2$$

$$X_4 = (X_1 + 3X_5)/4$$

[0106]

[0107]

쌍일차 보간을 위한 표준적인 실행에서와 같이, 이러한 연산은 먼저 각각의 로우의 컬러 차이 값의 양을 3배로 하기 위해 각각의 로우에 대해 수행된다. 그 다음에 연산은 각각의 컬럼의 컬러 차이 값의 양을 3배로 하기 위해 각각의 컬럼에 대해 수직 방향으로 반복된다. 블록(210)의 출력은 고 해상도 풀 컬러 이미지 생성 블록(212)으로 전송된다.

[0108]

이제 본 발명의 제 3 대안적인 실시예가 기술된다. 도 2 및 도 3은 바람직한 실시예로서 마찬가지로 도시되어 있다. 도 19는 RGBP CFA 이미지 블록(200)(도 2) 전반에 걸쳐 반복된 화소의 다른 영역을 도시한다. 도 19의 두드러진 측면은 팬크로매틱 화소의 대안적인 단일 로우 및 단일 컬럼은 고립된 적색, 녹색 및 청색 화소에 의해 분리된다는 것이다.

[0109]

도 20은 도 6에 도시된 화소의 영역을 생성하기 위해 저 해상도 RGB CFA 이미지 생성 블록(202)에 의해 사용된 화소의 다른 영역을 도시한다. 본 발명의 대안적인 실시예에서 도 6의 화소 값을 생성하기 위해 다음과 같은 수학적식이 사용된다.

$$R_1' = k(R_{11} + R_{12} + R_{21} + R_{22})$$

$$G_2' = k(G_{13} + G_{14} + G_{23} + G_{24})$$

$$G_3' = k(G_{31} + G_{32} + G_{41} + G_{42})$$

$$B_4' = k(B_{33} + B_{34} + B_{43} + B_{44})$$

[0110]

[0111]

이들 수학적식에서 k는 출력 값의 원하는 화소 값 범위를 생성하기 위한 스케일 팩터이다. k에 대한 전형적인 값은 평균 화소 값을 생성하기 위한 1/4 및 합산된 화소 값을 생성하기 위한 1이다. 본 발명의 범위 내에서 4 화소 값으로부터 1 화소 값의 생성은 서브샘플링 형태라는 것에 주목해야 한다.

[0112]

도 21은 화소 이웃 예측자 연산 블록(300)(도 3) 및 화소 이웃 분류자 연산 블록(302)(도 3)에 의해 사용된 화소의 다른 영역이다. 중심 화소  $X_{22}$ 는 적색, 녹색 또는 청색 화소이다. 대안적인 화소의 영역에 대해, 예측자 값은 다음과 같이 연산된다.

$$P_{\text{slash}} = (P_{31} + P_{13})/2 + [(-P_{31} + P_{21} + P_{12} - P_{13}) + (-P_{13} + P_{23} + P_{32} - P_{31})]/16$$

$$P_{\text{vertical}} = (P_{12} + P_{32})/2 + [(-P_{11} + 2P_{21} - P_{31}) + (-P_{33} + 2P_{23} - P_{13})]/16$$

$$P_{\text{backslash}} = (P_{11} + P_{33})/2 + [(-P_{11} + P_{21} + P_{32} - P_{33}) + (-P_{33} + P_{23} + P_{12} - P_{11})]/16$$

$$P_{\text{horizontal}} = (P_{21} + P_{23})/2 + [(-P_{31} + 2P_{32} - P_{33}) + (-P_{11} + 2P_{12} - P_{13})]/16$$

$$P_{\text{flat}} = (P_{11} + P_{12} + P_{13} + P_{21} + P_{23} + P_{31} + P_{32} + P_{33})/8$$

[0113]

[0114] 동일한 대안적인 화소의 영역에 대해, 분류자 값은 다음과 같이 연산된다.

$$\begin{aligned} c_{\text{slash}} &= |P_{21} - P_{12}| + |P_{31} - P_{13}| + |P_{32} - P_{23}| + |-P_{31} + P_{21} + P_{12} - P_{13}| + |-P_{31} + P_{32} + P_{23} - P_{13}| \\ c_{\text{vertical}} &= |P_{11} - P_{31}| + |P_{12} - P_{32}| + |P_{13} - P_{33}| + |-P_{11} + 2P_{21} - P_{31}| + |-P_{13} + 2P_{23} - P_{33}| \\ c_{\text{backslash}} &= |P_{11} - P_{33}| + |P_{12} - P_{23}| + |P_{21} - P_{32}| + |-P_{11} + P_{21} + P_{32} - P_{33}| + |-P_{11} + P_{12} + P_{23} - P_{33}| \\ c_{\text{horizontal}} &= |P_{11} - P_{13}| + |P_{21} - P_{23}| + |P_{31} - P_{33}| + |-P_{11} + 2P_{12} - P_{13}| + |-P_{31} + 2P_{32} - P_{33}| \end{aligned}$$

[0115]

[0116] 도 3을 다시 참조하면, 블록(302)에서 연산된 분류자 값은 연산 결정 블록(304)의 방향으로 전달된다. 블록(304)에서 각각의 분류자 값은 활성 임계값  $t_{\text{activity}}$ 와 비교된다.  $t_{\text{activity}}$ 에 대한 전형적인 값은 8 비트 화소 값 데이터 범위에 대해 160이다. 모든 분류자 값이 활성 임계값 이하이면, 연산의 방향은 예측자 값  $p_{\text{value}}$ 와 연관되는 특수한 경우가 된다. 이러한 제 1 테스트에 실패하면, 최소 값을 갖는 분류자가 결정된다. 이러한 분류자와 연관된 방향은 블록(304)의 출력이 된다. 블록(304)의 출력 및 블록(300)의 출력은 고 해상도 팬크로매틱 화소 값 연산 블록(306)으로 전달된다. 블록(306)에서 적색, 녹색, 또는 청색 화소를 중심으로 하는 각각의 화소 이웃에 대해, 블록(304)에서 결정된 연산의 방향에 대응하는 예측자 값은 보간된 팬크로매틱 값이 된다. 결과적인 고 해상도 팬크로매틱 채널의 일부분이 도 22에 도시되어 있다. 도 22에서 아래 첨자를 갖지 않는 값은 오리지널 현재의 팬크로매틱 값을 나타내고 아래 첨자를 갖는 값은 보간된 팬크로매틱 값을 나타낸다. 추가적으로, 도 22는 도 9에 도시된 화소의 영역을 생성하기 위해 저 해상도 팬크로매틱 이미지 생성 블록(206)(도 2)에 의해 사용된 화소의 영역이다. 바람직한 실시예에서 도 9의 화소 값을 생성하기 위해 다음과 같은 수학적 식이 사용된다.

$$\begin{aligned} P'_1 &= k(P_{11} + P_{12} + P_{21} + P_{22}) \\ P'_2 &= k(P_{13} + P_{14} + P_{23} + P_{24}) \\ P'_3 &= k(P_{31} + P_{32} + P_{41} + P_{42}) \\ P'_4 &= k(P_{33} + P_{34} + P_{43} + P_{44}) \end{aligned}$$

[0117]

[0118] 이들 수학적 식에서 k는 출력 값의 원하는 화소 값 범위를 생성하기 위한 스케일 팩터이다. 전형적으로, k는 평균 화소 값을 생성하기 위한 1/4이다.

[0119]

도 18은 고 해상도 컬러 차이 생성 블록(210)(도 2)으로부터 생성된 화소의 영역이다. 도 18에서,  $X_1$  및  $X_5$ 는 블록(208)(도 2)에 의해 생성된 저 해상도 컬러 차이 이미지 내의 기존의 컬러 차이 값을 나타낸다. 보간된 컬러 차이 값  $X_2$ ,  $X_3$  및  $X_4$ 는 블록(210)(도 2)에서 다음의 수학적 식으로 연산된다.

$$\begin{aligned} X_2 &= (3X_1 + X_5)/4 \\ X_3 &= (X_1 + X_5)/2 \\ X_4 &= (X_1 + 3X_5)/4 \end{aligned}$$

[0120]

[0121] 쌍일차 보간을 위한 표준적인 실행에서와 같이, 이러한 연산은 먼저 각각의 로우의 컬러 차이 값의 양을 3배로 하기 위해 각각의 로우에 대해 수행된다. 그 다음에 연산은 각각의 컬럼의 컬러 차이 값의 양을 3배로 하기 위해 각각의 컬럼에 대해 수직 방향으로 반복된다. 블록(210)의 출력은 고 해상도 풀 컬러 이미지 생성 블록(212)으로 전송된다.

[0122]

본 발명의 바람직한 실시예(들)에서 개시된 보간 알고리즘은 각종 사용자 컨텍스트(contexts) 및 환경에서 채용될 수 있다. 예시적인 컨텍스트 및 환경은 (필름 인(film in), 디지털 프로세싱, 프린트 아웃(prints out)과 같은 예시적인 프로세스 스텝 또는 스테이지를 수반하는) 도매 디지털 포토피니싱, 소매 디지털 포토피니싱(필름 인, 디지털 프로세싱, 프린트 아웃), 홈 프린팅(홈 스캐닝된 필름 또는 디지털 이미지, 디지털 프로세싱, 프린트 아웃), 데스크탑 소프트웨어(디지털 프린트에 알고리즘을 적용하여 이들을 보다 좋게 하거나, 심지어 이들을 단지 변경하는 소프트웨어), 디지털 수행(매체로부터 또는 웹 상에서의 디지털 이미지 인, 매체 상에서의 디지털 형태, 웹 상에서의 디지털 형태의 이미지 아웃에 의한, 또는 하드카피 프린트 상에 프린트된 디지털 프로세싱), 키오스크(디지털 또는 스캐닝된 입력, 디지털 프로세싱, 디지털 또는 스캐닝된 출력), 모바일 디바이스(예를 들어, 프로세싱 유닛, 디스플레이 유닛, 또는 프로세싱 인스트럭션을 제공하는 유닛으로서 사용될 수 있

는 PDA 또는 셀 폰), 및 WWW(World Wide Web)를 통해 제공된 서비스를 제한 없이 포함한다.

[0123] 각각의 경우에서, 보안 알고리즘은 스탠드 얼로운(stand alone)일 수 있거나, 또는 보다 큰 시스템 솔루션의 구성요소일 수 있다. 또한, 알고리즘에 의한 인터페이스, 예를 들어, 스캐닝 또는 입력, 디지털 프로세싱, (필요하다면) 사용자에게 대한 디스플레이, (필요하다면) 사용자 요구 또는 프로세싱 인스트럭션의 입력, 출력은 동일한 또는 상이한 디바이스 및 물리적 로케이션 상에 각각 있을 수 있으며, 디바이스 및 로케이션 사이의 통신은 공용 또는 전용 네트워크 접속, 또는 매체 기반형 통신을 통해 행해질 수 있다. 본 발명의 전술한 개시 내용과 부합하는 경우, 알고리즘 자체는 전적으로 자동적일 수 있으며, (전적으로 또는 부분적으로 수동인) 사용자 입력을 가질 수 있고, 결과를 채택/거부하기 위한 사용자 또는 조작과 리뷰를 가질 수 있으며, 메타데이터((예를 들어, 카메라 내의) 측정 디바이스에 의해 사용자 제공되거나, 혹은 알고리즘에 의해 결정될 수 있는 메타데이터)에 의해 지원될 수 있다. 또한 알고리즘은 각종 워크플로우(workflow) 사용자 인터페이스 방안과 인터페이스할 수 있다.

[0124] 본 발명에 따라 본 명세서에서 개시된 보안 알고리즘은 각종 데이터 검출 및 감소 기법(예를 들어, 안면 검출, 눈 검출, 피부 검출, 플래시 검출)을 이용하는 내부 구성요소를 가질 수 있다.

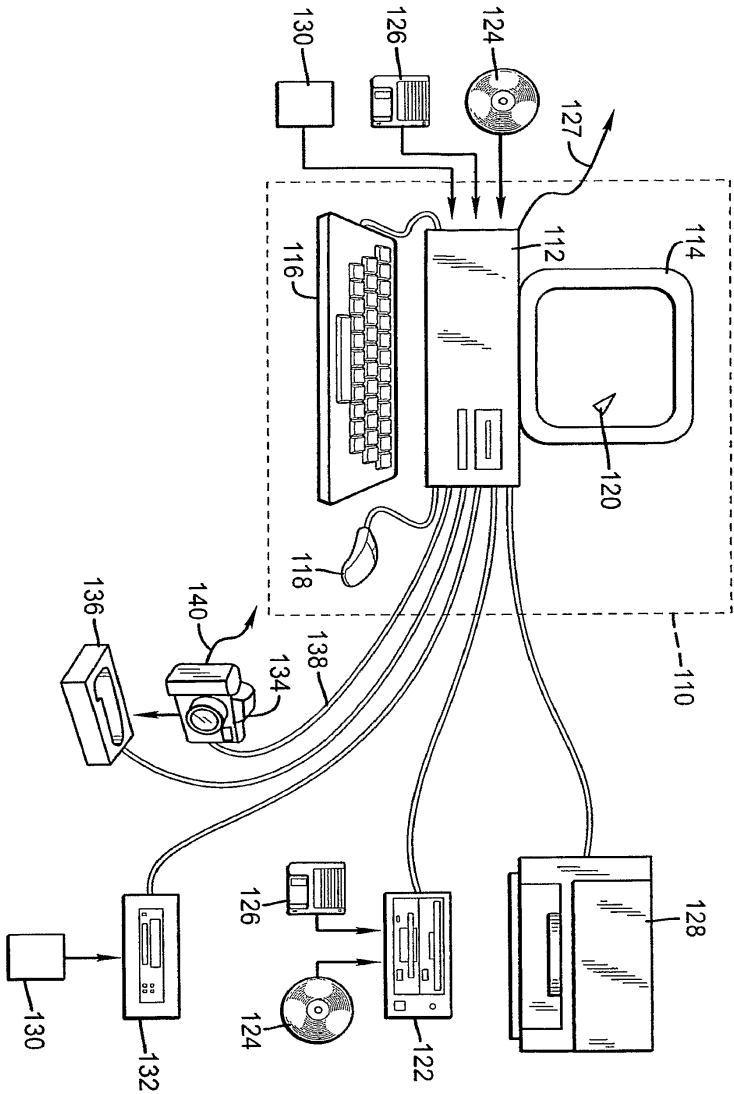
#### [0125] 참조 부호 리스트

- [0126] 110 : 컴퓨터 시스템
- [0127] 112 : 마이크로프로세서 기반형 유닛
- [0128] 114 : 디스플레이
- [0129] 116 : 키보드
- [0130] 118 : 마우스
- [0131] 120 : 디스플레이 상의 셀렉터
- [0132] 122 : 디스크 드라이브 유닛
- [0133] 124 : 콤팩트 디스크 판독 전용 메모리(CD-ROM)
- [0134] 126 : 플로피 디스크
- [0135] 127 : 네트워크 접속
- [0136] 128 : 프린터
- [0137] 130 : 퍼스널 컴퓨터 카드(PC 카드)
- [0138] 132 : PC 카드 판독기
- [0139] 134 : 디지털 카메라
- [0140] 136 : 카메라 도킹 포트
- [0141] 138 : 케이블 접속
- [0142] 140 : 무선 접속
- [0143] 200 : RGBP CFA 이미지
- [0144] 202 : 저 해상도 RGB CFA 이미지 생성
- [0145] 204 : 고 해상도 팬크로매틱 이미지 생성
- [0146] 206 : 저 해상도 팬크로매틱 이미지 생성
- [0147] 208 : 저 해상도 컬러 차이 생성
- [0148] 210 : 고 해상도 컬러 차이 생성
- [0149] 212 : 고 해상도 풀 컬러 이미지 생성

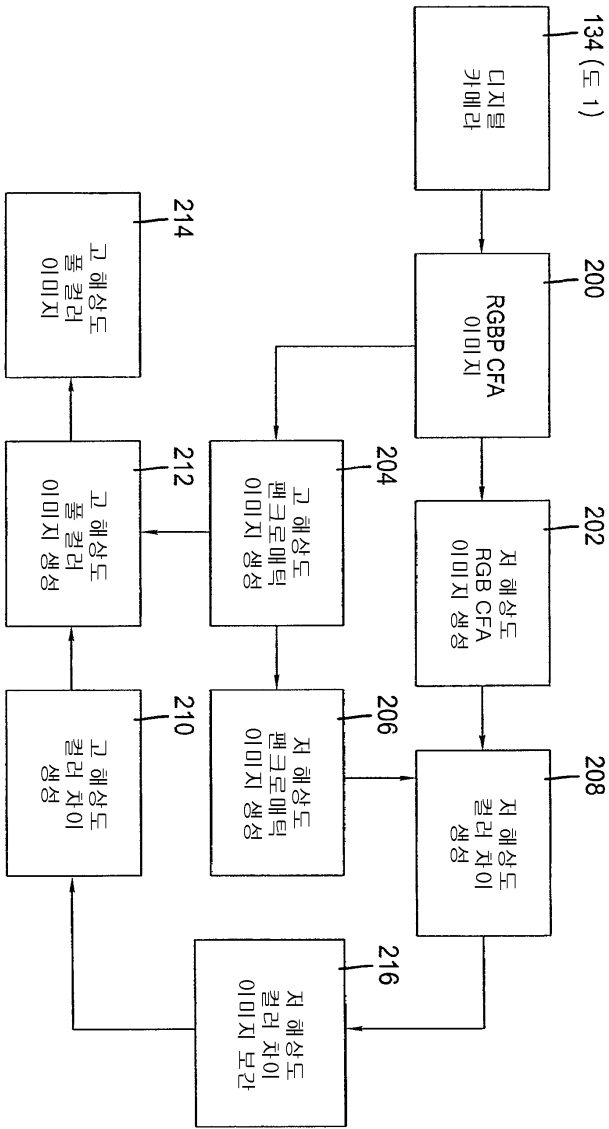
- [0150] 214 : 고 해상도 풀 컬러 이미지
- [0151] 216 : 저 해상도 컬러 차이 이미지 보간
- [0152] 300 : 화소 이웃 예측자 연산
- [0153] 302 : 화소 이웃 분류자 연산
- [0154] 304 : 연산 방향의 결정
- [0155] 306 : 고 해상도 펜크로매틱 화소 값 연산

도면

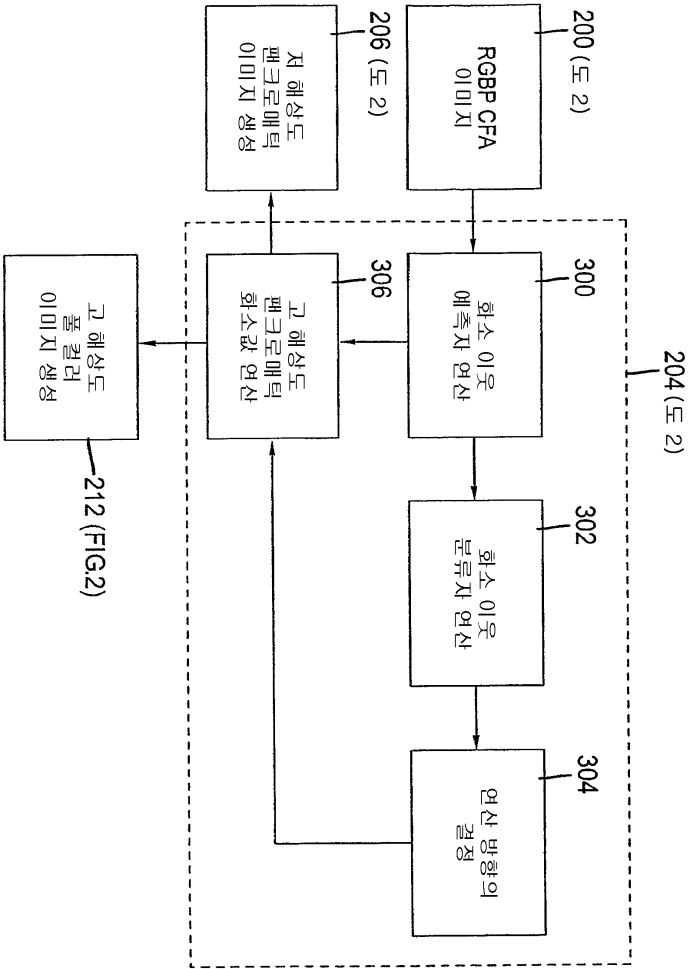
도면1



도면2



도면3



도면4

R	G
P	P
P	P
G	B
P	P
P	P



도면5

$R_1$	$G_2$	$R_3$	$G_4$	$R_5$	$G_6$	$R_7$	$G_8$
P	P	P	P	P	P	P	P
P	P	P	P	P	P	P	P
$G_9$	$B_{10}$	$G_{11}$	$B_{12}$	$G_{13}$	$B_{14}$	$G_{15}$	$B_{16}$
P	P	P	P	P	P	P	P
P	P	P	P	P	P	P	P

도면6

$R_1'$	$G_2'$
$G_3'$	$B_4'$

도면7

$P_1$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_6$
$P_7$	$P_8$	$P_9$	$P_{10}$	$P_{11}$	$P_{12}$
$G_{13}$	$B_{14}$	$G_{15}$	$B_{16}$	$G_{17}$	$B_{18}$
$P_{19}$	$P_{20}$	$P_{21}$	$P_{22}$	$P_{23}$	$P_{24}$
$P_{25}$	$P_{26}$	$P_{27}$	$P_{28}$	$P_{29}$	$P_{30}$

도면8

P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	P <sub>7</sub>	P <sub>8</sub>
P	P	P	P	P	P	P	P
P	P	P	P	P	P	P	P
P <sub>9</sub>	P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	P <sub>14</sub>	P <sub>15</sub>	P <sub>16</sub>
P	P	P	P	P	P	P	P
P	P	P	P	P	P	P	P

도면9

P <sub>1</sub> '	P <sub>2</sub> '
P <sub>3</sub> '	P <sub>4</sub> '

도면10

X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------

도면11

R	R	R	G	G	G
P	P	P	P	P	P
P	P	P	P	P	P
G	G	G	B	B	B
P	P	P	P	P	P
P	P	P	P	P	P

도면12

R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	G <sub>14</sub>	G <sub>15</sub>	G <sub>16</sub>
P	P	P	P	P	P
P	P	P	P	P	P
G <sub>21</sub>	G <sub>22</sub>	G <sub>23</sub>	B <sub>24</sub>	B <sub>25</sub>	B <sub>26</sub>
P	P	P	P	P	P
P	P	P	P	P	P

도면13

P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	P <sub>14</sub>	P <sub>15</sub>
P <sub>21</sub>	P <sub>22</sub>	P <sub>23</sub>	P <sub>24</sub>	P <sub>25</sub>
G <sub>31</sub>	B <sub>32</sub>	B <sub>33</sub>	B <sub>34</sub>	G <sub>35</sub>
P <sub>41</sub>	P <sub>42</sub>	P <sub>43</sub>	P <sub>44</sub>	P <sub>45</sub>
P <sub>51</sub>	P <sub>52</sub>	P <sub>53</sub>	P <sub>54</sub>	P <sub>55</sub>

도면14

R	R	R	R	G	G	G	G
P	P	P	P	P	P	P	P
R	R	R	R	G	G	G	G
P	P	P	P	P	P	P	P
G	G	G	G	B	B	B	B
P	P	P	P	P	P	P	P
G	G	G	G	B	B	B	B
P	P	P	P	P	P	P	P

도면15

R <sub>11</sub>	R <sub>12</sub>	R <sub>13</sub>	R <sub>14</sub>	G <sub>15</sub>	G <sub>16</sub>	G <sub>17</sub>	G <sub>18</sub>
P	P	P	P	P	P	P	P
R <sub>21</sub>	R <sub>22</sub>	R <sub>23</sub>	R <sub>24</sub>	G <sub>25</sub>	G <sub>26</sub>	G <sub>27</sub>	G <sub>28</sub>
P	P	P	P	P	P	P	P
G <sub>31</sub>	G <sub>32</sub>	G <sub>33</sub>	G <sub>34</sub>	B <sub>35</sub>	B <sub>36</sub>	B <sub>37</sub>	B <sub>38</sub>
P	P	P	P	P	P	P	P
G <sub>41</sub>	G <sub>42</sub>	G <sub>43</sub>	G <sub>44</sub>	B <sub>45</sub>	B <sub>46</sub>	B <sub>47</sub>	B <sub>48</sub>
P	P	P	P	P	P	P	P

도면16a

P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	P <sub>14</sub>	P <sub>15</sub>	P <sub>16</sub>	P <sub>17</sub>
G <sub>20</sub>	G <sub>21</sub>	B <sub>22</sub>	B <sub>23</sub>	B <sub>24</sub>	B <sub>25</sub>	G <sub>26</sub>	G <sub>27</sub>
P <sub>30</sub>	P <sub>31</sub>	P <sub>32</sub>	P <sub>33</sub>	P <sub>34</sub>	P <sub>35</sub>	P <sub>36</sub>	P <sub>37</sub>
R <sub>40</sub>	R <sub>41</sub>	G <sub>42</sub>	G <sub>43</sub>	G <sub>44</sub>	G <sub>45</sub>	R <sub>46</sub>	R <sub>47</sub>

도면16b

P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	P <sub>14</sub>	P <sub>15</sub>	P <sub>16</sub>	P <sub>176</sub>
G <sub>20</sub>	G <sub>21</sub>	R <sub>22</sub>	R <sub>23</sub>	R <sub>24</sub>	R <sub>25</sub>	G <sub>26</sub>	G <sub>27</sub>
P <sub>30</sub>	P <sub>31</sub>	P <sub>32</sub>	P <sub>33</sub>	P <sub>34</sub>	P <sub>35</sub>	P <sub>36</sub>	P <sub>37</sub>
B <sub>40</sub>	B <sub>41</sub>	G <sub>42</sub>	G <sub>43</sub>	G <sub>44</sub>	G <sub>45</sub>	B <sub>46</sub>	B <sub>47</sub>

도면16c

P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	P <sub>14</sub>	P <sub>15</sub>	P <sub>16</sub>	P <sub>17</sub>
B <sub>20</sub>	B <sub>21</sub>	G <sub>22</sub>	G <sub>23</sub>	G <sub>24</sub>	G <sub>25</sub>	B <sub>26</sub>	B <sub>27</sub>
P <sub>30</sub>	P <sub>31</sub>	P <sub>32</sub>	P <sub>33</sub>	P <sub>34</sub>	P <sub>35</sub>	P <sub>36</sub>	P <sub>37</sub>
G <sub>40</sub>	G <sub>41</sub>	R <sub>42</sub>	R <sub>43</sub>	R <sub>44</sub>	R <sub>45</sub>	G <sub>46</sub>	G <sub>47</sub>

도면16d

P <sub>10</sub>	P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>	P <sub>14</sub>	P <sub>15</sub>	P <sub>16</sub>	P <sub>17</sub>
R <sub>20</sub>	R <sub>21</sub>	G <sub>22</sub>	G <sub>23</sub>	G <sub>24</sub>	G <sub>25</sub>	R <sub>26</sub>	R <sub>27</sub>
P <sub>30</sub>	P <sub>31</sub>	P <sub>32</sub>	P <sub>33</sub>	P <sub>34</sub>	P <sub>35</sub>	P <sub>36</sub>	P <sub>37</sub>
G <sub>40</sub>	G <sub>41</sub>	B <sub>42</sub>	B <sub>43</sub>	B <sub>44</sub>	B <sub>45</sub>	G <sub>46</sub>	G <sub>47</sub>

도면17

P	P	P	P	P	P	P	P
P <sub>20</sub>	P <sub>21</sub>	P <sub>22</sub>	P <sub>23</sub>	P <sub>24</sub>	P <sub>25</sub>	P <sub>26</sub>	P <sub>27</sub>
P	P	P	P	P	P	P	P
P <sub>40</sub>	P <sub>41</sub>	P <sub>42</sub>	P <sub>43</sub>	P <sub>44</sub>	P <sub>45</sub>	P <sub>46</sub>	P <sub>47</sub>
P	P	P	P	P	P	P	P
P <sub>60</sub>	P <sub>61</sub>	P <sub>62</sub>	P <sub>63</sub>	P <sub>64</sub>	P <sub>65</sub>	P <sub>66</sub>	P <sub>67</sub>
P	P	P	P	P	P	P	P
P <sub>80</sub>	P <sub>81</sub>	P <sub>82</sub>	P <sub>83</sub>	P <sub>84</sub>	P <sub>85</sub>	P <sub>86</sub>	P <sub>87</sub>

도면18

X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>
----------------	----------------	----------------	----------------	----------------

도면19

P	P	P	P	P	P	P	P
R	P	R	P	G	P	G	P
P	P	P	P	P	P	P	P
R	P	R	P	G	P	G	P
P	P	P	P	P	P	P	P
G	P	G	P	B	P	B	P
P	P	P	P	P	P	P	P
G	P	G	P	B	P	B	P

도면20

P	P	P	P	P	P	P	P
R <sub>11</sub>	P	R <sub>12</sub>	P	G <sub>13</sub>	P	G <sub>14</sub>	P
P	P	P	P	P	P	P	P
R <sub>21</sub>	P	R <sub>22</sub>	P	G <sub>23</sub>	P	G <sub>24</sub>	P
P	P	P	P	P	P	P	P
G <sub>31</sub>	P	G <sub>32</sub>	P	B <sub>33</sub>	P	B <sub>34</sub>	P
P	P	P	P	P	P	P	P
G <sub>41</sub>	P	G <sub>42</sub>	P	B <sub>43</sub>	P	B <sub>44</sub>	P

도면21

P <sub>11</sub>	P <sub>12</sub>	P <sub>13</sub>
P <sub>21</sub>	X <sub>22</sub>	P <sub>23</sub>
P <sub>31</sub>	P <sub>32</sub>	P <sub>33</sub>

도면22

P	P	P	P	P	P	P	P
P <sub>11</sub>	P	P <sub>12</sub>	P	P <sub>13</sub>	P	P <sub>14</sub>	P
P	P	P	P	P	P	P	P
P <sub>21</sub>	P	P <sub>22</sub>	P	P <sub>23</sub>	P	P <sub>24</sub>	P
P	P	P	P	P	P	P	P
P <sub>31</sub>	P	P <sub>32</sub>	P	P <sub>33</sub>	P	P <sub>34</sub>	P
P	P	P	P	P	P	P	P
P <sub>41</sub>	P	P <sub>42</sub>	P	P <sub>43</sub>	P	P <sub>44</sub>	P