



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월09일
(11) 등록번호 10-1887236
(24) 등록일자 2018년08월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09G 3/36 (2006.01) H03M 7/30 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0081935
(22) 출원일자 2011년08월17일
심사청구일자 2016년07월15일
(65) 공개번호 10-2012-0076293
(43) 공개일자 2012년07월09일
(30) 우선권주장
JP-P-2010-182315 2010년08월17일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
KR100886295 B1
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
시넵틱스 재팬 고도가이샤
일본 도쿄도 나카노쿠 나카노 4초메 10방 2고
(72) 발명자
후리하따 히로부미
일본 가나가와현 가와사끼시 나카하라꾸 시모누마
베 1753 르네사스 일렉트로닉스 가부시기가이샤
내
노세 다카시
일본 가나가와현 가와사끼시 나카하라꾸 시모누마
베 1753 르네사스 일렉트로닉스 가부시기가이샤
내
(74) 대리인
장수길, 백만기

전체 청구항 수 : 총 12 항

심사관 : 추장희

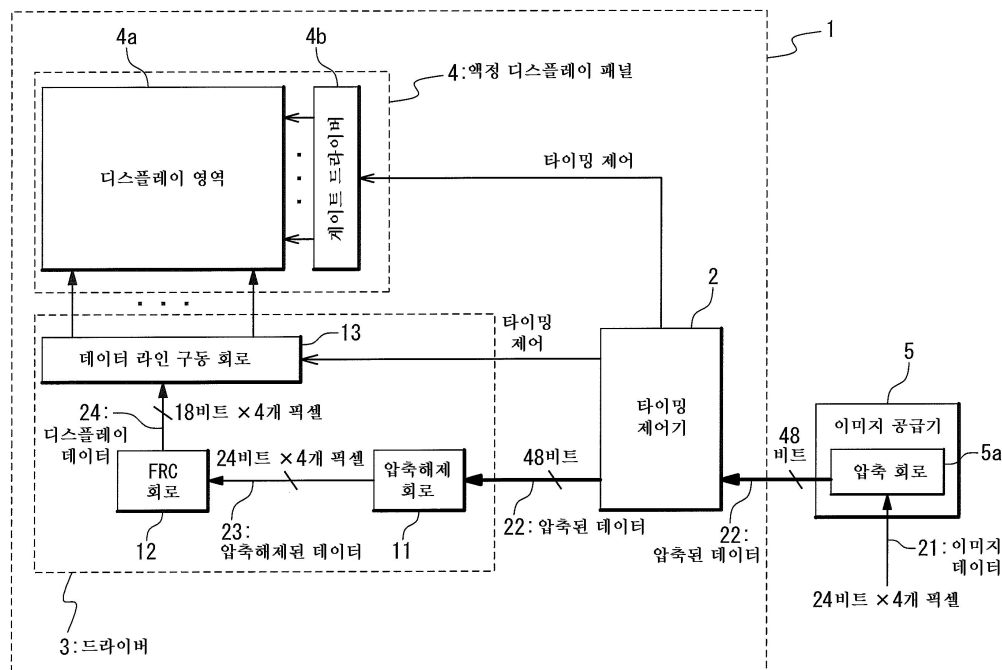
(54) 발명의 명칭 디스플레이 시스템 및 디스플레이 디바이스 드라이버

(57) 요약

디스플레이 시스템은 디스플레이 디바이스, 디스플레이 이미지에 대응하는 이미지 데이터에 대해 압축 프로세스를 수행함으로써 압축된 데이터를 생성하는 송신 디바이스, 및 상기 송신 디바이스로부터 수신된 상기 압축된 데이터에 응답하여 상기 디스플레이 디바이스를 구동하는 드라이버를 포함한다. 상기 드라이버는 상기 압축된 데

(뒷면에 계속)

대표도



이터를 압축해제함으로써 압축해제된 데이터를 생성하는 압축해제 회로, 디스플레이 데이터를 생성하기 위해 상기 압축해제된 데이터에 대해 FRC 프로세스를 수행하도록 구성된 FRC 회로, 및 상기 디스플레이 데이터에 응답하여 상기 디스플레이 디바이스를 구동하는 구동 회로를 포함한다. 후속하는 관계식:

$$m_2 > m_3 > m_1$$

이 유지되며, 여기서 m_1 은 픽셀 당 상기 압축된 데이터의 비트수이고, m_2 는 픽셀 당 상기 압축해제된 데이터의 비트수이고, m_3 는 픽셀 당 상기 디스플레이 데이터의 비트수이다.

(56) 선행기술조사문헌

KR1020070090408 A

JP3716855 B2*

JP2010011386 A

JP06118928 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

디스플레이 시스템으로서,

디스플레이 디바이스;

디스플레이 이미지에 대응하는 이미지 데이터에 대해 압축 프로세스를 수행함으로써 압축된 데이터를 생성하는 송신 디바이스; 및

상기 송신 디바이스로부터 수신된 상기 압축된 데이터에 응답하여 상기 디스플레이 디바이스를 구동하는 드라이버

를 포함하고, 상기 드라이버는

상기 압축된 데이터를 압축해제함으로써 압축해제된 데이터를 생성하는 압축해제 회로;

상기 압축해제된 데이터에 대해 FRC 프로세스를 수행하여 디스플레이 데이터를 생성하도록 구성된 FRC 회로; 및

상기 디스플레이 데이터에 응답하여 상기 디스플레이 디바이스를 구동하는 구동 회로

를 포함하고,

후속하는 관계식:

$$m_2 > m_3 > m_1$$

이 유지되며, 여기서 m_1 은 픽셀 당 상기 압축된 데이터의 비트수이고, m_2 는 픽셀 당 상기 압축해제된 데이터의 비트수이고, m_3 는 픽셀 당 상기 디스플레이 데이터의 비트수이고,

상기 송신 디바이스는 복수의 압축 방법으로부터 선택되는 선택 압축 방법을 사용하여 상기 이미지 데이터를 압축함으로써 상기 압축된 데이터를 생성하도록 구성되고,

상기 복수의 압축 방법 중 적어도 하나의 압축 방법에서는, 상기 압축된 데이터의 적어도 일부분에 대해 상기 FRC 프로세스가 수행되고,

상기 복수의 압축 방법 중 다른 압축 방법에서는, 상기 압축 데이터에 대해 어떠한 FRC 프로세스도 수행되지 않고,

상기 적어도 하나의 압축 방법에 의해 생성된 상기 압축된 데이터에 대응하는 상기 압축해제 데이터의 일부분에 대해서는 상기 FRC 회로에서 어떠한 FRC 프로세스도 수행되지 않고, 상기 압축해제 데이터의 상기 일부분은 상기 압축된 데이터의 상기 적어도 일부분에 대응하고,

상기 다른 압축 방법에 의해 생성된 상기 압축된 데이터에 대응하는 상기 압축해제된 데이터에 대해서는 상기 FRC 프로세스가 수행되어, 상기 디스플레이 데이터가 생성되는 디스플레이 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 압축된 데이터는 상기 복수의 압축 방법으로부터 선택된 상기 선택 압축 방법을 표시하는 속성 데이터를 포함하고,

상기 압축해제 회로는 상기 압축 데이터에 포함된 상기 속성 데이터로부터 상기 압축된 데이터의 생성에 사용되

는 상기 선택 압축 방법을 인지하고, 상기 선택 압축 방법에 응답하여 FRC 스위칭 신호를 생성하고, 상기 FRC 스위칭 신호는 상기 FRC 회로에서의 상기 FRC 프로세스를 제어하고,

상기 FRC 회로는 상기 FRC 스위칭 신호에 응답하여 상기 FRC 프로세스를 수행하는 디스플레이 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 압축 프로세스가 수행될 타겟 블록의 4개의 픽셀들과 연관된 상기 이미지 데이터의 수신시, 상기 송신 디바이스는 상기 타겟 블록과 연관된 상기 압축 데이터를 생성하고,

상기 송신 디바이스는 상기 타겟 블록의 상기 4개의 픽셀들 사이의 상관에 응답하여 상기 복수의 압축 방법으로부터 상기 선택 압축 방법을 선택하는 디스플레이 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 복수의 압축 방법은:

상기 타겟 블록의 상기 4개의 픽셀들 중 3개의 픽셀들의 이미지 데이터에 대응하는 제1 대표값을 계산하고, 다른 1개의 픽셀의 이미지 데이터에 대해 비트 면들의 수를 감소시키는 프로세스를 수행함으로써 제1 비트-면 감소된 데이터를 계산하고, 상기 제1 대표값 및 상기 제1 비트-면 감소된 데이터를 상기 압축된 이미지 데이터에 통합시키는 제1 압축 방법;

상기 타겟 블록의 상기 4개의 픽셀들의 이미지 데이터에 대응하는 제2 대표값을 계산하고, 상기 제2 대표값을 상기 압축된 이미지 데이터에 통합시키는 제2 압축 방법;

상기 타겟 블록의 상기 4개의 픽셀들 중 2개의 픽셀들의 이미지 데이터에 대응하는 제3 대표값을 계산하고, 상기 제3 대표값을 상기 압축 데이터에 통합시키는 제3 압축 방법; 및

상기 4개의 픽셀들 각각의 상기 이미지 데이터에 대해 비트 면들의 수를 감소시키는 프로세스를 개별적으로 수행함으로써 제2 비트-면-감소된 데이터를 계산하고, 상기 제2 비트-면-감소된 데이터를 상기 압축 데이터에 통합시키는 제4 압축 방법

을 포함하는 디스플레이 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제3 압축 방법은 상기 타겟 블록의 4개의 픽셀들 중 상기 2개의 픽셀들의 이미지 데이터에 대응하는 상기 제3 대표값 및 상기 타겟 블록의 상기 4개의 픽셀들 중 다른 2개의 픽셀들의 이미지 데이터에 대응하는 제4 대표값을 계산하고, 상기 제3 대표값 및 상기 제4 대표값을 상기 압축된 이미지 데이터에 통합시키는 디스플레이 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 복수의 압축 방법은:

상기 타겟 블록의 상기 4개의 픽셀들 중 2개의 픽셀들의 이미지 데이터에 대응하는 제5 대표값을 계산하고, 상기 타겟 블록의 상기 제4 픽셀들 중 다른 2개의 픽셀들의 이미지 데이터에 대해 비트-면들의 수를 감소시키는 프로세스를 개별적으로 수행함으로써 제3 비트-면-감소된 데이터를 계산하고, 상기 제5 대표값 및 상기 제3 비트-감소된 데이터를 상기 압축된 이미지 데이터에 통합시키는 제5 압축 방법을 더 포함하는 디스플레이 시스템.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 압축된 이미지 데이터의 비트수는 상기 선택 압축 방법의 선택과는 무관하게 일정하고,

상기 압축된 이미지 데이터는 상기 선택 압축 방법을 표시하는 적어도 하나의 압축 타입 인지 비트를 포함하고,

상기 제1 압축 방법을 사용함으로써 압축된 상기 압축된 이미지 데이터의 상기 적어도 하나의 압축 타입 인지 비트의 수는 상기 제2 압축 방법을 사용함으로써 압축된 상기 압축된 이미지 데이터의 상기 적어도 하나의 압축 타입 인지 비트의 수와 동일하거나 또는 더 많고,

상기 제2 압축 방법을 사용함으로써 압축된 상기 압축된 이미지 데이터의 상기 적어도 하나의 압축 타입 인지 비트의 수는 상기 제3 압축 방법을 사용함으로써 압축된 상기 압축된 이미지 데이터의 상기 적어도 하나의 압축 타입 인지 비트의 수와 동일하거나 또는 더 많고,

상기 제3 압축 방법을 사용함으로써 압축된 상기 압축된 이미지 데이터의 상기 적어도 하나의 압축 타입 인지 비트의 수는 상기 제5 압축 방법을 사용함으로써 압축된 상기 압축된 이미지 데이터의 상기 적어도 하나의 압축 타입 인지 비트의 수와 동일하거나 또는 더 많고,

상기 제5 압축 방법을 사용함으로써 압축된 상기 압축된 이미지 데이터의 상기 적어도 하나의 압축 타입 인지 비트의 수는 상기 제4 압축 방법을 사용함으로써 압축된 상기 압축된 이미지 데이터의 상기 적어도 하나의 압축 타입 인지 비트의 수와 동일하거나 또는 더 많은

디스플레이 시스템.

청구항 9

디스플레이 시스템으로서,

디스플레이 디바이스;

디스플레이 이미지에 대응하는 이미지 데이터에 대해 압축 프로세스를 수행함으로써 압축된 데이터를 생성하는 송신 디바이스; 및

상기 송신 디바이스로부터 수신된 상기 압축된 데이터에 응답하여 상기 디스플레이 디바이스를 구동하는 드라이버

를 포함하고, 상기 드라이버는

상기 압축된 데이터를 압축해제함으로써 압축해제된 데이터를 생성하는 압축해제 회로;

상기 압축해제된 데이터에 대해 FRC 프로세스를 수행하여 디스플레이 데이터를 생성하도록 구성되는 FRC 회로; 및

상기 디스플레이 데이터에 응답하여 상기 디스플레이 디바이스를 구동하는 구동 회로

를 포함하고,

상기 송신 디바이스는 복수의 압축 방법으로부터 선택되는 선택 압축 방법을 사용하여 상기 이미지 데이터를 압축함으로써 상기 압축된 데이터를 생성하도록 구성되고,

상기 복수의 압축 방법 중 적어도 하나의 압축 방법에서는, 상기 압축된 데이터의 적어도 일부분에 대해 상기 FRC 프로세스가 수행되고,

상기 복수의 압축 방법 중 다른 압축 방법에서는, 상기 압축 데이터에 대해 어떠한 FRC 프로세스도 수행되지 않고,

상기 적어도 하나의 압축 방법에 의해 생성된 상기 압축된 데이터에 대응하는 상기 압축해제 데이터의 일부분에 대해서는 상기 FRC 회로에서 어떠한 FRC 프로세스도 수행되지 않고, 상기 압축해제 데이터의 상기 일부분은 상기 압축된 데이터의 상기 적어도 일부분에 대응하고,

상기 다른 압축 방법에 의해 생성된 상기 압축된 데이터에 대응하는 상기 압축해제된 데이터에 대해서는 상기 FRC 프로세스가 수행되어, 상기 디스플레이 데이터가 생성되는 디스플레이 시스템.

청구항 10

디스플레이 디바이스 드라이버로서,

디스플레이 이미지에 대응하는 이미지 데이터를 압축함으로써 생성된 압축된 데이터를 압축해제함으로써 압축 해제된 데이터를 생성하는 압축해제 회로;

상기 압축해제된 데이터에 대해 FRC 프로세스를 수행하여 디스플레이 데이터를 생성하도록 구성된 FRC 회로; 및

상기 디스플레이 데이터에 응답하여 상기 디스플레이 디바이스를 구동하는 구동 회로

를 포함하고,

후속하는 관계식:

$$m_2 > m_3 > m_1$$

이 유지되며, 여기서 m_1 은 픽셀 당 상기 압축된 데이터의 비트수이고, m_2 는 픽셀 당 상기 압축해제된 데이터의 비트수이고, m_3 는 픽셀 당 상기 디스플레이 데이터의 비트수이고,

상기 압축된 데이터는 복수의 압축 방법으로부터 선택되는 선택 압축 방법을 사용하여 상기 이미지 데이터를 압축함으로써 생성되고,

상기 선택 압축 방법의 선택에 따라, 상기 FRC 회로에서 상기 FRC 프로세스가 수행되는지의 여부가 결정되는 디스플레이 디바이스 드라이버.

청구항 11

삭제

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 압축해제 회로는 상기 압축 데이터에 포함된 속성 데이터로부터 상기 압축된 데이터의 생성에 사용되는 상기 선택 압축 방법을 인지하고, 상기 선택 압축 방법에 응답하여 FRC 스위칭 신호를 생성하고, 상기 FRC 스위칭 신호는 상기 FRC 회로에서의 상기 FRC 프로세스를 제어하고,

상기 FRC 회로는 상기 FRC 스위칭 신호에 응답하여 상기 FRC 프로세스를 수행하는 디스플레이 디바이스 드라이버.

청구항 13

제10항에 있어서,

타겟 블록의 4개의 픽셀들과 연관된 상기 압축 데이터는 상기 타겟 블록의 상기 4개의 픽셀들과 연관된 이미지 데이터를 압축함으로써 생성되고,

상기 선택 압축 방법은 상기 타겟 블록의 상기 4개의 픽셀들 사이의 상관에 응답하여 상기 복수의 압축 방법으로부터 선택되는 디스플레이 디바이스 드라이버.

청구항 14

디스플레이 디바이스 드라이버로서,

디스플레이 이미지에 대응하는 이미지 데이터를 압축함으로써 생성된 압축된 데이터를 압축해제함으로써 압축 해제된 데이터를 생성하는 압축해제 회로;

상기 압축해제된 데이터에 대해 FRC 프로세스를 수행하여 디스플레이 데이터를 생성하도록 구성되는 FRC 회로; 및

상기 디스플레이 데이터에 응답하여 상기 디스플레이 디바이스를 구동하는 구동 회로

를 포함하고, 상기 압축된 데이터는 복수의 압축 방법으로부터 선택되는 선택 압축 방법을 사용하여 상기 이미지 데이터를 압축함으로써 생성되고,

상기 복수의 압축 방법 중 적어도 하나의 압축 방법에서는, 상기 압축된 데이터의 적어도 일부분에 대해 상기 FRC 프로세스가 수행되고,

상기 복수의 압축 방법 중 다른 압축 방법에서는, 상기 압축 데이터에 대해 어떠한 FRC 프로세스도 수행되지 않고,

상기 적어도 하나의 압축 방법에 의해 생성된 상기 압축된 데이터에 대응하는 상기 압축해제 데이터의 일부분에 대해서는 상기 FRC 회로에서 어떠한 FRC 프로세스도 수행되지 않고, 상기 압축해제 데이터의 상기 일부분은 상기 압축된 데이터의 상기 적어도 일부분에 대응하고,

상기 다른 압축 방법에 의해 생성된 상기 압축된 데이터에 대응하는 상기 압축해제된 데이터에 대해서는 상기 FRC 프로세스가 수행되어, 상기 디스플레이 데이터가 생성되는 디스플레이 디바이스 드라이버.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 디스플레이 시스템 및 디스플레이 디바이스 드라이버에 관한 것이며, 보다 구체적으로는 디스플레이 디바이스 드라이버로 데이터를 전송하기 위한 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 액정 디스플레이 디바이스와 같은 디스플레이 디바이스에 대한 하나의 요건은 다중-그레이-레벨 디스플레이인 반면, 디스플레이 디바이스(예를 들어, 액정 디스플레이 패널) 그 자체는 요구되는 다중-그레이-레벨 디스플레이에 적응되지 못할 수 있다. 예를 들어, 오리지널 이미지 데이터 내의 적(R), 녹(G), 청(B) 각각에 8비트가 할당되는 반면, 디스플레이 디바이스는 적(R), 녹(G), 청(B) 각각에 6비트가 할당되는 이미지 데이터에 적응될 수 있는 경우가 존재한다.

[0003] 이러한 미스매칭을 해결하기 위한 한 방식은 컬러 감소 프로세스를 수행하는 것이다. 이미지 데이터와 디스플레이 디바이스 사이의 그레이-레벨들의 수의 미스매칭 문제는 (적(R), 녹(G), 청(B) 각각에 6비트가 할당되는) 디스플레이 디바이스의 그레이-레벨들의 수에 적응된 이미지 데이터를 생성하기 위해 (예를 들어, 적(R), 녹(G), 청(B) 각각에 8비트가 할당되는) 멀티-그래데이션 이미지 데이터에 대해 컬러 감소 프로세스를 수행하고, 컬러-감소된 이미지 데이터에 응답하여 디스플레이 디바이스를 구동함으로써 해결될 수 있다. 특히, FRC(프레임 레이트 제어)가 컬러 감소 프로세스에 채택되는 경우, 이는 의사 방식으로 그레이-레벨들의 수를 효과적으로 증가시켜서, 개선된 이미지 품질을 가지는 이미지를 디스플레이하게 한다.

[0004] 이러한 기술은, 예를 들어, 일본 특허 출원 공개 제P2002-287709A호에 개시된다. 이 공보에 개시된 액정 디스플레이 디바이스에서, 컬러 감소 프로세스는 MPU에서 수행되고, 컬러-감소된 이미지 데이터가 액정 구동 회로로 전송된다. 액정 구동 회로는 이미지 데이터가 컬러 감소 프로세스를 거친 것에 응답하여 액정 디스플레이 패널을 구동한다. 추가적으로, 일본 특허 공보 제 3735529호는 에러 확산(diffusion) 프로세싱 회로에서의 FRC 프로세스를 포함하는 에러 확산 프로세스에 의해 획득된 이미지 데이터가 신호 전극 구동 회로로 전송되는 액정 디스플레이 디바이스를 개시한다.

[0005] 컬러 감소 프로세스는 소정의 정도로 이미지 데이터의 데이터 사이즈를 효과적으로 감소시키며, 이는 데이터 전송시 바람직하다. 이미지 데이터의 데이터 사이즈의 감소는 데이터 전송에 필요한 전기 전력을 효과적으로 감소시킨다. 그러나, 컬러 감소 프로세스는 데이터 사이즈 감소의 제한된 효과만을 달성하므로, 데이터 전송에 필요한 전력을 감소시키는 효과 역시 제한된다.

[0006] 전송될 이미지 데이터의 데이터 사이즈를 추가적으로 감소시키기 위해, 이미지 데이터에 대해 압축 프로세스를 수행하고, 압축 프로세스에 의해 획득된 압축된 데이터를 전송하는 것이 효과적이다. 이러한 기술은, 예를 들어, 일본 특허 출원 공개 제 P2006-303690A호에 개시된다. 이 공보는 이미지 데이터를 압축함으로써 획득된 압축된 데이터가 이미지 메모리에 저장되고, 이미지 데이터로부터 판독된 압축된 데이터가 압축해제되고 이후 디스플레이 디바이스로 전송되는 기술을 개시한다.

[0007] 그러나, 본 발명자들의 조사에 따르면, 이미지 데이터의 전송을 위해 필요한 전력의 감소 및 디스플레이 디바이스 상에 디스플레이되는 이미지의 이미지 품질의 개선을 동시에 달성한다는 측면에서, 전송된 기술들에 대한 개선의 여지가 존재한다.

발명의 내용

- [0008] 따라서, 본 발명의 목적은 이미지 데이터의 전송을 위해 필요한 전력의 감소 및 디스플레이 디바이스 상에 디스플레이되는 이미지의 이미지 품질의 개선을 동시에 달성하는 것이다.
- [0009] 본 발명의 양상에 있어서, 디스플레이 시스템은 디스플레이 디바이스, 디스플레이 이미지에 대응하는 이미지 데이터에 대해 압축 프로세스를 수행함으로써 압축된 데이터를 생성하는 송신 디바이스, 및 상기 송신 디바이스로부터 수신된 상기 압축된 데이터에 응답하여 상기 디스플레이 디바이스를 구동하는 드라이버를 포함한다. 상기 드라이버는 상기 압축된 데이터를 압축해제함으로써 압축해제된 데이터를 생성하는 압축해제 회로, 디스플레이 데이터를 생성하기 위해 상기 압축해제된 데이터에 대해 FRC 프로세스를 수행하도록 구성된 FRC 회로, 및 상기 디스플레이 데이터에 응답하여 상기 디스플레이 디바이스를 구동하는 구동 회로를 포함한다. 후속하는 관계식:
- [0010] $m_2 > m_3 > m_1$
- [0011] 이 유지되며, 여기서 m_1 은 픽셀 당 상기 압축된 데이터의 비트수이고, m_2 는 픽셀 당 상기 압축해제된 데이터의 비트수이고, m_3 는 픽셀 당 상기 디스플레이 데이터의 비트수이다.
- [0012] 본 발명의 또다른 양상에 있어서, 디스플레이 시스템은 디스플레이 디바이스, 디스플레이 이미지에 대응하는 이미지 데이터에 대해 압축 프로세스를 수행함으로써 압축된 데이터를 생성하는 송신 디바이스, 및 상기 송신 디바이스로부터 수신된 상기 압축된 데이터에 응답하여 상기 디스플레이 디바이스를 구동하는 드라이버를 포함한다. 상기 드라이버는 상기 압축된 데이터를 압축해제함으로써 압축해제된 데이터를 생성하는 압축해제 회로, 디스플레이 데이터를 생성하기 위해 상기 압축해제된 데이터에 대해 FRC 프로세스를 수행하도록 구성되는 FRC 회로, 및 상기 디스플레이 데이터에 응답하여 상기 디스플레이 디바이스를 구동하는 구동 회로를 포함한다. 상기 송신 디바이스는 복수의 압축 방법들 중에서 선택되는, 선택 압축 방법을 사용하여 상기 이미지 데이터를 압축함으로써 상기 압축된 데이터를 생성하도록 구성된다. 상기 복수의 압축 방법 중 적어도 하나의 압축 방법에 대해, 상기 FRC 프로세스가 상기 압축된 데이터의 적어도 일부분에 대해 수행된다. 상기 복수의 압축 방법 중 또다른 압축 방법에 대해, 상기 압축 데이터에 대해 어떠한 FRC 프로세스도 수행되지 않는다. 상기 적어도 하나의 압축 방법에 의해 생성된 상기 압축된 데이터에 대응하는 상기 압축해제 데이터의 일부분에 대해 상기 FRC 회로에서 어떠한 FRC 프로세스도 수행되지 않고, 상기 압축해제 데이터의 상기 일부분은 상기 압축된 데이터의 상기 적어도 일부분에 대응한다. 상기 FRC 프로세스는, 상기 디스플레이 데이터의 생성시, 상기 다른 압축 방법에 의해 생성된 상기 압축된 데이터에 대응하는 상기 압축해제된 데이터에 대해 수행된다.
- [0013] 본 발명의 또다른 양상에 있어서, 디스플레이 디바이스 드라이버는 디스플레이 이미지에 대응하는 이미지 데이터를 압축함으로써 생성된 압축된 데이터를 압축해제함으로써 압축해제된 데이터를 생성하는 압축해제 회로, 디스플레이 데이터를 생성하기 위해 상기 압축해제된 데이터에 대해 FRC 프로세스를 수행하도록 구성된 FRC 회로, 및 상기 디스플레이 데이터에 응답하여 상기 디스플레이 디바이스를 구동하는 구동 회로를 포함한다. 후속하는 관계식:
- [0014] $m_2 > m_3 > m_1$
- [0015] 이 유지되며, 여기서 m_1 은 픽셀 당 상기 압축된 데이터의 비트수이고, m_2 는 픽셀 당 상기 압축해제된 데이터의 비트수이고, m_3 는 픽셀 당 상기 디스플레이 데이터의 비트수이다.
- [0016] 본 발명의 또다른 양상에서, 디스플레이 디바이스 드라이버는 디스플레이 이미지에 대응하는 이미지 데이터를 압축함으로써 생성된 압축된 데이터를 압축해제함으로써 압축해제된 데이터를 생성하는 압축해제 회로, 디스플레이 데이터를 생성하기 위해 상기 압축해제된 데이터에 대해 FRC 프로세스를 수행하도록 구성되는 FRC 회로, 및 상기 디스플레이 데이터에 응답하여 상기 디스플레이 디바이스를 구동하는 구동 회로를 포함한다. 상기 압축된 데이터는 복수의 압축 방법들 중에서 선택된, 선택 압축 방법을 사용하여 상기 이미지 데이터를 압축함으로써 생성된다. 상기 복수의 압축 방법 중 적어도 하나의 압축 방법에 대해, 상기 FRC 프로세스는 상기 압축된 데이터의 적어도 일부분에 대해 수행된다. 상기 복수의 압축 방법 중 또다른 압축 방법에 대해, 상기 압축 데이터에 대해 어떠한 FRC 프로세스도 수행되지 않는다. 상기 적어도 하나의 압축 방법에 의해 생성된 상기 압축된 데이터에 대응하는 상기 압축해제 데이터의 일부분에 대해 상기 FRC 회로에서 어떠한 FRC 프로세스도 수행되지 않고, 상기 압축해제 데이터의 상기 일부분은 상기 압축된 데이터의 상기 적어도 일부분에 대응한다. 상기 FRC 프로세스는, 상기 디스플레이 데이터의 생성시, 상기 다른 압축 방법에 의해 생성된 상기 압축된 데이터에

대응하는 상기 압축해제된 데이터에 대해 수행된다.

[0017] 본 발명은 이미지 데이터를 전달하기 위해 필요한 전력의 감소 및 이미지 품질의 개선을 동시에 달성한다.

도면의 간단한 설명

[0018] 본 발명의 상기한 및 다른 목적들, 장점들 및 피쳐들은 첨부 도면들과 함께 취해지는 특정 바람직한 실시예들의 후속하는 설명으로부터 명백해질 것이다.

도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 액정 디스플레이 디바이스의 예시적인 구성을 도시하는 블록도이다.

도 2는 제1 실시예에서 타겟 블록들 내의 픽셀들의 예시적인 배열을 도시하는 도면이다.

도 3은 (4 x 1) 픽셀 압축에 의해 생성된 압축된 데이터의 예시적인 포맷을 도시하는 도면이다.

도 4a 및 4b는 (4 x 1) 픽셀 압축을 달성하기 위한 예시적인 데이터 프로세싱을 도시하는 개념도들이다.

도 5는 (4 x 1) 픽셀 압축에 의해 생성된 압축된 데이터를 압축해제함으로써 획득되는 압축해제된 데이터에 대해 수행되는 예시적인 FRC 프로세스를 도시하는 개념도이다.

도 6a는 FRC 프로세스에 사용되는 FRC 에러들의 예를 도시하는 테이블이다.

도 6b는 FRC 프로세스에 사용되는 FRC 에러들의 예를 도시하는 테이블이다.

도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 액정 디스플레이 디바이스의 예시적인 구성을 도시하는 블록도이다.

도 8은 제2 실시예에서 이미지 데이터의 상관을 결정하기 위한 예시적인 절차를 도시하는 흐름도이다.

도 9는 무손실 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터의 예시적인 포맷을 도시하는 도면이다.

도 10a 내지 10h는 무손실 압축이 수행될 특정 패턴의 예들을 도시하는 도면들이다.

도 11은 무손실 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터를 압축해제함으로써 획득되는 압축해제된 데이터에 대해 수행되는 FRC 프로세스를 도시하는 개념도이다.

도 12는 (1 x 4) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터의 예시적인 포맷을 도시하는 다이어그램이다.

도 13a 및 13b는 (1 x 4) 픽셀 압축을 달성하기 위한 예시적인 데이터 프로세싱을 도시하는 개념도들이다.

도 14는 (1 x 4) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터를 압축해제함으로써 획득되는 압축해제된 데이터에 대해 수행되는 FRC 프로세스를 도시하는 개념도이다.

도 15는 (2 + 1 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터의 예시적인 포맷을 도시하는 도면이다.

도 16은 (2 + 1 x 2) 픽셀 압축을 달성하기 위한 예시적인 데이터 프로세싱을 도시하는 개념도이다.

도 17a 내지 17c는 (2 + 1 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터의 압축해제 프로세스를 도시하는 개념도들이다.

도 18a 및 18b는 (2 + 1 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터를 압축해제함으로써 획득되는 압축해제된 데이터에 대해 수행되는 FRC 프로세스를 도시하는 개념도들이다.

도 19는 4m번째 내지 (4m + 3)번째 프레임들에 대해 도 18a 및 18b에 도시된 디스플레이 데이터 내의 개별 픽셀들의 개별 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값들을 도시하는 테이블이다.

도 20은 (2 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터의 예시적인 포맷을 도시하는 도면이다.

도 21a 및 21b는 (2 x 2) 픽셀 압축을 달성하기 위한 예시적인 데이터 프로세싱을 도시하는 개념도들이다.

도 22a 내지 22d는 (2 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터의 압축해제 프로세스를 도시하는 개념도들이다.

도 23a 및 23b는 (2 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터를 압축해제함으로써 획득되는 압축해제된 데이터에 대해 수행되는 FRC 프로세스를 도시하는 개념도들이다.

도 24는 4m번째 내지 (4m + 3)번째 프레임들에 대해 도 23a 및 23b에 도시된 디스플레이 데이터 내의 개별 픽셀

들의 개별 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값들을 도시하는 테이블이다.

도 25는 (3 + 1) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터의 예시적인 포맷을 도시하는 도면이다.

도 26은 (3 + 1) 픽셀 압축을 달성하기 위한 예시적인 데이터 프로세싱을 도시하는 개념도이다.

도 27은 (3 + 1) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터의 압축해제 프로세스를 도시하는 개념도이다.

도 28은 4m번째 내지 (4m + 3)번째 프레임들에 대해 도 27에 도시된 디스플레이 데이터 내의 개별 픽셀들의 개별 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값들을 도시하는 테이블이다.

도 29는 에러 데이터 α 를 생성하기 위해 사용되는 기본 행렬의 예를 도시하는 도면이다.

도 30은 타겟 블록 내의 픽셀들의 또다른 배열을 도시하는 도면이다.

도 31은 도 30의 픽셀들의 배열에 대해 사용되는 FRC 에러들을 도시하는 테이블이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0019] 본 발명은 이제 예시적인 실시예들을 참조하여 여기서 설명될 것이다. 관련 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 많은 대안적인 실시예들이 본 발명의 교시들을 사용해서 달성될 수 있으며, 본 발명이 설명의 목적으로 예시된 실시예들에 제한되지 않는다는 점을 인지할 것이다.

[0020] 먼저, 본 발명의 개요가 다음에 설명된다. 본 발명은 이미지 데이터의 전송을 위해 필요한 전력의 감소 및 이미지 품질의 개선을 동시에 달성하기 위한 기술적 아이디어로서 후속하는 방식을 채택한다. 먼저, 오리지널 이미지 데이터를 압축함으로써 생성되는 압축된 데이터가 송신 디바이스로부터 드라이버로 전달된다. 송신 디바이스로부터 드라이버로 이미지 데이터를 전달하는데 필요한 전력은 압축된 데이터를 전달함으로써 감소된다. 드라이버에서, 압축해제된 데이터는 압축된 데이터를 압축해제함으로써 생성된다. 이러한 압축해제에 있어서, 이미지 데이터를 압축함으로써 달성되는 압축된 데이터의 픽셀당 비트수 m_1 및 압축해제된 데이터의 픽셀 당 비트수 m_2 는 다음을 만족시키도록 결정된다:

[0021] $m_2 > M > m_1$

[0022] 여기서, 디스플레이 디바이스가 디스플레이할 수 있는 그레이-레벨의 수는 2^M 이다. 압축된 데이터를 압축해제함으로써 획득되는 압축해제된 데이터의 비트수 m_2 가 디스플레이 디바이스가 이미지들을 디스플레이할 수 있는 그레이-레벨의 수 2^M 에 매치하는 비트수 M 보다 더 큰 것으로서 의도적으로 결정된다는 것에 유의해야 한다.

[0023] 또한, 본 발명에서, FRC(프레임 레이트 제어) 프로세스는 송신 디바이스 또는 드라이버에서 수행된다. 일 실시예에서, FRC 프로세스는 드라이버에서 수행된다. 이 경우, FRC 프로세스는 압축해제된 데이터에 대해 수행되고, 디스플레이 디바이스는 FRC 프로세스에 의해 획득된 디스플레이 데이터(디스플레이 디바이스를 구동하는데 실제로 사용되는 데이터)에 응답하여 구동된다. 디스플레이 디바이스가 이미지들을 디스플레이할 수 있는 그레이-레벨의 수는 FRC 프로세스에 의해 의사 방식으로 증가하여, 이미지 품질을 효과적으로 개선시킨다. 이 경우, 디스플레이 데이터의 픽셀 당 비트 수 m_3 는, 디스플레이 디바이스가 이미지들을 디스플레이할 수 있는 그레이-레벨의 수 2^M 에 대응하는 비트수 M 으로서 결정된다. 압축된 데이터를 압축해제함으로써 획득되는 압축해제된 데이터의 비트수 m_2 가 디스플레이 데이터의 비트수 m_3 (즉, 디스플레이 디바이스가 이미지들을 디스플레이할 수 있는 그레이-레벨 수 2^M 에 대응하는 비트수 M)보다 더 큰 아키텍처에 의해 FRC 프로세스에 의한 이미지 품질의 개선이 달성될 수 있다는 점에 유의해야 한다.

[0024] FRC 프로세스에서는 FRC 에러들을 공간적으로 분산하는 것(즉, 인접 픽셀들에 대해 상이한 FRC 에러들을 사용하는 것)이 효과적이다. 이는, 압축 프로세스에서 다수의 비트들(예를 들어, 3비트 혹은 그 이상)의 비트 절단(truncation)이 수행되는 경우라 할지라도, 이미지 플리커가 인지되는 것을 효과적으로 회피한다.

[0025] 또다른 실시예에서, FRC 프로세스를 수행하는 엔티티(entity)는 압축된 데이터를 생성하는데 사용되는 압축 방법에 따라, 송신 디바이스 및 드라이버 중에서 선택된다. 송신 디바이스에서의 압축 프로세스에서 FRC 프로세스를 수행하는 것은 압축 프로세스에서 비트 절단 프로세스에 의해 유실되는 정보의 상당량을 감소시키는 장점을 가지며, 이에 의해 이미지 품질을 개선시킨다. 반면, 드라이버에서 FRC 프로세스를 수행하는 것은 디스플레이

이 디바이스가 오직 그레이-레벨의 수를 감소시키도록 적용되는 경우, 양호한 품질의 이미지를 달성하는 장점을 가진다. 또한, 압축 프로세스에서 절단된 비트수가 큰 경우, FRC 에러들이 공간적으로 분산되는 FRC 프로세스에 의해 야기되는 플리커를 감소시키는 장점 역시 존재한다. 이미지 품질은, 그것이 전송된 장점들 중 하나가 강조되어야 하는 압축 방법에 의존하므로, 압축 방법에 따라, 송신 디바이스 및 드라이버 사이에서 FRC 프로세스를 수행하는 엔티티를 스위칭함으로써 추가적으로 개선될 수 있다. 하기에서, 본 발명의 특정 실시예들이 설명될 것이다.

[0026] (제1 실시예)

[0027] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 디스플레이 시스템의 예시적인 구성을 도시하는 블록도이다. 이 실시예에서, 본 발명은 액정 디스플레이 디바이스(1)를 포함하는 디스플레이 시스템에 적용된다. 액정 디스플레이 디바이스(1)는 타이밍 제어기(2), 드라이버(3) 및 액정 디스플레이 패널(4)을 포함한다. 픽셀들, 데이터 라인들(신호 라인들) 및 게이트 라인들(스캐닝 라인들)은 액정 디스플레이 패널(4)의 디스플레이 영역(4a)에 배열된다. 각각의 픽셀은 R 서브-픽셀(적색을 디스플레이하기 위한 서브-픽셀), G 서브-픽셀(녹색을 디스플레이하기 위한 서브-픽셀) 및 B 서브-픽셀(청색을 디스플레이하기 위한 서브-픽셀)을 포함하고, 각각의 서브-픽셀은 연관된 데이터 라인과 게이트라인의 교차부분에 제공된다. 하기에서, 동일한 게이트 라인과 연관된 픽셀들은 픽셀 라인이라 지칭된다. 액정 디스플레이 패널(4)의 데이터 라인은 드라이버(3)에 의해 구동되고, 게이트 라인들은 액정 디스플레이 패널(4) 상에 제공되는 게이트 라인 드라이브 회로(4b)에 의해 구동된다.

[0028] 액정 디스플레이 디바이스(1)는 이미지 공급기(5)로부터 전달되는 데이터에 응답하여 액정 디스플레이 패널(4)의 디스플레이 영역(4a) 상에 이미지들을 디스플레이하도록 구성된다. 이 실시예에서, 디스플레이될 이미지들은 압축되고 이후 액정 디스플레이 디바이스(1)에 공급된다. 구체적으로, 이미지 공급기(5)는 디스플레이될 이미지에 대응하는 이미지 데이터(21)(즉, 액정 디스플레이 패널(4)의 개별 픽셀들의 개별 서브-픽셀의 그레이-레벨 값들을 표시하는 데이터)에 대해 압축 프로세스를 수행하여, 이에 의해 압축된 데이터(22)를 생성하는, 압축 회로(5a)를 포함한다. 생성된 압축된 데이터(22)는 액정 디스플레이 디바이스(1)의 타이밍 제어기(2)에 공급된다. 예를 들어, DSP(디지털 신호 프로세서) 또는 CPU(중앙 처리 장치)가 이미지 공급기(5)로서 사용될 수 있다. 압축된 데이터는 하드웨어(즉, 압축 회로(5a)) 대신 소프트웨어에 의해 생성될 수 있다는 점에 유의해야 한다. 타이밍 제어기(2)는 이미지 공급기(5)로부터 수신된 압축된 데이터(22)를 드라이버(3)로 전달하고, 게이트 라인 구동 회로(4b) 및 드라이버(3)의 동작 타이밍들을 제어한다.

[0029] 드라이버(3)는 타이밍 제어기(2)와는 별도로 제공되는 집적 회로(IC)로서 구성된다. 드라이버(3)는 압축해제 회로(11), FRC 회로(12) 및 데이터 라인 구동 회로(13)를 포함한다. 압축해제 회로(11)는 압축해제된 데이터(23)를 생성하기 위해, 타이밍 제어기(2)로부터 수신된 압축된 데이터(22)를 압축해제한다. FRC 회로(12)는 디스플레이 데이터(24)를 생성하기 위해 압축해제된 데이터(23)에 대해 FRC(프레임 레이트 제어) 프로세스를 수행하고, 디스플레이 데이터(24)를 데이터 라인 구동 회로(13)에 공급한다. FRC 프로세스가 미리 결정된 프레임들의 수의 사이클 주기에서 수행되는 컬러 감소 프로세스를 지칭하며, FRC 프로세스에서 사용된 에러들(FRC 에러)이 프레임마다 스위칭된다는 점에 유의한다. FRC 프로세스는 액정 디스플레이 패널(4)이 의사 방식으로 이미지들을 디스플레이할 수 있는 그레이-레벨의 수를 증가시켜서, 액정 디스플레이 패널(4) 상의 디스플레이 이미지들의 이미지 품질을 효과적으로 개선시킨다. FRC 회로(12)로부터 수신된 디스플레이 데이터(24)에 응답하여, 데이터 라인 구동 회로(13)는 액정 디스플레이 패널(4)의 데이터 라인들을 구동한다.

[0030] 이러한 실시예에서, 디스플레이 이미지에 대응하는 오리지널 이미지 데이터(21)는 R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 8비트가 할당되는 24비트 데이터이다. 즉, 이미지 데이터(21)의 각각의 픽셀에 24비트가 할당된다.

[0031] 이러한 실시예에서, 이미지 데이터(21)가 각각이 복수의 픽셀들로 구성되는 블록들의 증분시 압축되는 압축 프로세스로서 블록 코딩이 사용된다는 점에 유의해야 한다. 보다 구체적으로, 이러한 실시예에서, 각각의 블록은 동일한 픽셀 라인에 위치한 4개의 픽셀들로 구성되고, 이미지 데이터(21)는 4개의 픽셀들(전체 96비트)의 증분시 집합적으로 압축된다. 도 2는 각각의 블록 내의 4개의 픽셀들의 예시적인 배열을 예시하며, 하기에서, 각각의 블록에 포함된 4개의 픽셀들은 각각 픽셀 A, 픽셀 B, 픽셀 C 및 픽셀 D라고 지칭될 수 있다. 픽셀 A 내지 D 각각은 R 서브-픽셀, G 서브-픽셀 및 B 서브-픽셀을 포함한다. 픽셀 A의 R, G 및 B 서브-픽셀들은 각각 심볼들 R_A , G_A 및 B_A 로 표기된다. 픽셀 B 내지 D에도 동일한 내용이 적용된다. 이러한 실시예에서, 각각의 블록의 4개의 픽셀들의 서브-픽셀들 R_A , G_A , B_A , R_B , G_B , B_B , R_C , G_C , B_C , R_D , G_D 및 B_D 는 동일한 픽셀 라인에 위치되며 동일

한 게이트 라인에 접속된다. 압축 회로(5a)에서 압축 프로세스에 의해 생성된 압축된 데이터(22)는 48비트를 사용함으로써 블록의 4개 픽셀들의 개별 서브-픽셀들의 개별 그레이-레벨들을 나타내는 데이터이다. 즉, 압축 회로(5a)는 96비트의 이미지 데이터(21)로부터 48비트의 압축된 데이터(22)를 생성한다. 압축된 데이터(22)는 액정 디스플레이 디바이스(1)의 타이밍 제어기(2)로 전달되고, 드라이버(3)의 압축해제 회로(11)로 추가적으로 전달된다.

[0032] 반면, 압축해제 회로(11)에서 압축해제 프로세스에 의해 생성된 압축해제된 데이터(23)는, 이미지 데이터(21)의 경우와 마찬가지로, R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 8비트가 할당되는, 24비트 데이터이다. 압축된 데이터(22)는 48비트를 가지는 4개의 픽셀들의 개별 서브-픽셀들의 그레이-레벨들을 표시하는 데이터이고, 96비트(= 24 x 4)의 압축해제된 데이터(23)는 48비트의 압축된 데이터(22)로부터 생성된다는 점에 유의해야 한다. 압축해제된 데이터(23)는 FRC 회로(12)로 전송된다.

[0033] FRC 회로(12)에서 FRC 프로세스에 의해 생성된 디스플레이 데이터(24)는, R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 6비트가 할당되는, 18비트 데이터이다. 디스플레이 데이터(24)의 비트수는 데이터 라인 구동 회로(13) 및 액정 디스플레이 패널(4)이 이미지들을 디스플레이할 수 있는 그레이 레벨의 수와 매치하도록 결정된다는 점에 유의해야 한다. 즉, 이러한 실시예에서, 액정 디스플레이 패널(4)의 서브-픽셀들 각각은 $64(2^6)$ 개 그레이-레벨로 적응되고, 데이터 라인 구동 회로(13)는 64개 그레이-레벨 중 임의의 하나를 가지는 서브-픽셀들 각각을 구동한다. 여기서, 96비트(24 x 4)의 압축해제된 데이터(23)는 4개의 픽셀들과 연관되며, 이는 72비트(18 x 4)의 디스플레이 데이터(24)가 96비트(24 x 4)의 압축해제된 데이터(23)로부터 생성된다는 것을 내포한다. 이러한 실시예에서, FRC 프로세스는 4개의 프레임들의 사이클 주기에서 수행되어 이에 의해 의사 방식으로 256 그레이-레벨(2^8) 디스플레이를 달성한다. 일반적으로, 그레이-레벨의 수는 2^N 개 프레임들의 사이클 주기에서 FRC 프로세스를 수행함으로써 의사 방식으로 2^N 배씩 증가할 수 있다.

[0034] 이 실시예의 액정 디스플레이 디바이스에서, 오리지널 이미지 데이터(21)를 압축함으로써 획득되는 압축된 데이터(22)의 픽셀 당 비트수(m_1), 압축해제된 데이터(23)의 픽셀 당 비트 수(m_2), 및 디스플레이 데이터(24)의 픽셀 당 비트수(m_3)는 다음 관계식:

[0035]
$$m_2 > m_3 > m_1$$

[0036] 를 만족하도록 결정된다. 이 실시예에서, 압축된 데이터(22)의 비트수(m_1)는 감소하도록 의도되는 반면, 압축된 데이터(22)를 압축해제함으로써 획득되는 압축해제된 데이터(23)의 비트수(m_2)는 디스플레이 데이터(24)의 비트수(m_3)(즉, 액정 디스플레이 패널(4)이 이미지들을 디스플레이할 수 있는 그레이-레벨의 수에 매치하는 비트수(M))를 초과하도록 의도적으로 증가한다. 이러한 구성은 다양한 장점들을 제공한다. 먼저, 이미지 데이터를 드라이버(3)로 전송하기 위해 필요한 전력은 압축된 데이터(22)의 비트수(m_1)를 감소시킴으로써 감소될 수 있는 한편, 요구되는 데이터 전달 레이트 역시 감소될 수 있다. 반면, 압축된 데이터(22)를 압축해제함으로써 획득되는 압축해제된 데이터(23)의 비트수(m_2)를 액정 디스플레이 패널(4)이 이미지들을 디스플레이할 수 있는 그레이-레벨의 수에 매치하는 비트수 M보다 더 코드로크 의도적으로 결정하고, 디스플레이 데이터(24)를 생성하기 위해 압축해제된 데이터(23)에 대해 FRC 프로세스를 수행함으로써, 다중 그레이-레벨을 디스플레이하도록 적응되지 않은 액정 디스플레이 패널(4)에서 개선된 이미지 품질이 달성될 수 있다.

[0037] 하기에, 압축 회로(5a)에 의해 수행되는 예시적인 압축 프로세스, 압축해제 회로(11)에 의해 수행되는 예시적인 압축해제 프로세스, 및 FRC 회로(12)에 의해 수행되는 예시적인 FRC 프로세스에 대한 상세한 설명이 주어진다.

[0038] 이러한 실시예에서, 압축 회로(5a)는 이 실시예에서 (4 x 1) 픽셀 압축이라 지칭되는 압축 방법을 채택한다. (4 x 1) 픽셀 압축은, 압축될 블록(이하에서, 간단히 "타겟 블록"이라 지칭됨)의 4개의 픽셀들과 연관된 이미지 데이터의 데이터 값들을 나타내는 대표값들을 결정함으로써 이미지 데이터가 압축되는, 블록 코딩의 일종이다. 이하에서 설명될 바와 같이, (4 x 1) 픽셀 압축은 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터 간에 높은 상관성이 존재하는 경우에 적합하다. 하기에, (4 x 1) 픽셀 압축의 상세 내용이 설명된다.

[0039] 이러한 실시예에서, 도 3에 예시된 바와 같이, 압축된 데이터(22)는 헤더(속성 데이터) 및 다음 7개의 데이터: Ymin, Ydist0 내지 Ydist2, 어드레스 데이터, Cb' 및 Cr' 로 구성된 48-비트 데이터이다.

[0040] 헤더는 압축된 데이터(22)의 속성을 표시하며, 이 실시예에서는 4비트가 할당된다. Ymin, Ydist0 내지 Ydist2, 어드레스 데이터, Cb' 및 Cr'는 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터를 RGB 포맷으로부터 YUV 포맷으로 전환하고, 결과적인 YUV 데이터에 대해 압축 프로세스를 더 수행함으로써 획득된다. Ymin 및 Ydist0 내지 Ydist2는 타겟 블록의 4개 픽셀들과 연관된 YUV 데이터의 휘도 컴포넌트로부터 획득된 데이터이고, Cb' 및 Cr'는 색차 컴포넌트들로부터 획득된다는 점에 유의한다. Ymin, Ydist0 내지 Ydist2, Cb' 및 Cr'은 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터의 대표값들이다. 이 실시예에서, Ymin에 10비트가 할당되고, Ydist0 내지 Ydist2 각각에 4비트가 할당되고, 어드레스 데이터에 2비트가 할당되고, Cb' 및 Cr' 각각에 10비트가 할당된다. 하기에서, 도 4a를 참조하여 (4 x 1) 픽셀 압축에 대한 설명이 주어진다.

[0041] 먼저, 휘도 컴포넌트 데이터 Y 및 색차 컴포넌트 데이터 Cr 및 Cb가 픽셀 A 내지 D 각각에 대해 다음 행렬 계산에 의해 계산되며,

$$\begin{bmatrix} Y_k \\ Cr_k \\ Cb_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_k \\ G_k \\ B_k \end{bmatrix},$$

[0042]

[0043] 여기서, Y_k 는 픽셀 k의 휘도 컴포넌트 데이터이고, Cr_k 및 Cb_k 는 픽셀 k의 색차 컴포넌트 데이터이고, R_k , G_k 및 B_k 는 각각 픽셀 k의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들이다.

[0044] 추가적으로, Ymin, Ydist0 내지 Ydist2, 어드레스 데이터, Cb' 및 Cr'은 픽셀 A 내지 D의 휘도 컴포넌트 데이터 Y_k 및 색차 컴포넌트 데이터 Cr_k 및 Cb_k 에 의해 생성된다.

[0045] Ymin은 휘도 컴포넌트 데이터 Y_A 내지 Y_D 중 최소값(최소 휘도 데이터)로서 정의되고, Ydist0 내지 Ydist2는 나머지 휘도 컴포넌트 데이터 및 최소 휘도 컴포넌트 데이터 Ymin 사이의 차이들에 대해 2-비트 절단 프로세스를 수행함으로써 생성된다. 어드레스 데이터는 픽셀들 A 내지 D의 휘도 컴포넌트 데이터 중 어느 것이 최소값인지를 표시하는 데이터로서 생성된다. 도 4a의 예에서, Ymin, 및 Ydist0 내지 Ydist2는 다음 식:

[0046] $Ymin = Y_D=4,$

[0047] $Ydist0 = (Y_A - Ymin) \gg 2 = (48-4) \gg 2 = 11$

[0048] $Ydist1 = (Y_B - Ymin) \gg 2 = (28-4) \gg 2 = 6,$ 및

[0049] $Ydist2 = (Y_C - Ymin) \gg 2 = (16-4) \gg 2 = 3$

[0050] 에 의해 계산되며, 여기서 " $\gg 2$ "는 2-비트 절단 프로세스를 나타내는 연산자이다. 어드레스 데이터는 휘도 데이터 Y_D 가 최소값임을 설명한다.

[0051] 추가적으로, Cr'는 Cr_A 내지 Cr_D 의 합산에 대해 1-비트 절단 프로세스를 수행함으로써 생성되고, 유사하게 Cb'는 Cb_A 내지 Cb_D 의 합산에 대해 1-비트 절단 프로세스를 수행함으로써 생성된다. 도 4a의 예에서, Cr' 및 Cb'는 다음 식:

[0052] $Cr' = (Cr_A + Cr_B + Cr_C + Cr_D) \gg 1$

[0053] $= (2 + 1 - 1 + 1) \gg 1 = 1,$ 및

[0054] $Cb' = (Cb_A + Cb_B + Cb_C + Cb_D) \gg 1$

[0055] $= (-2 - 1 + 1 - 1) \gg 1 = -1$

[0056] 에 의해 계산되고, 여기서 " $\gg 1$ "은 1-비트 절단 프로세스를 나타내는 연산자이다. 따라서, (4 x 1) 픽셀 압축

에 의해 압축된 데이터(22)의 생성이 완료된다.

[0057] 도 4b는 (4 x 1) 픽셀 압축에 의해 생성된 압축된 데이터(22)를 압축해제함으로써 압축해제된 데이터(23)를 생성하기 위한 방법을 도시하는 도면이다. 압축된 데이터(22)의 압축해제시, 먼저, 픽셀들 A 내지 D의 휘도 컴포넌트 데이터가 Ymin 및 Ydist0 내지 Ydist2로부터 복원된다. 하기에서, 픽셀들 A 내지 D의 복원된 휘도 컴포넌트 데이터는 Y_A' 내지 Y_D' 로 표기된다. 보다 구체적으로, 최소 휘도 컴포넌트 데이터의 값 Ymin은 어드레스 데이터에 의해 최소값으로서 표시되는 픽셀의 휘도 컴포넌트 데이터로서 사용된다. 추가적으로, 나머지 픽셀들의 휘도 컴포넌트 데이터는 Ydist0 내지 Ydist2에 대해 2-비트 전달(carry) 프로세스를 수행하고, 결과적인 데이터를 최소 휘도 컴포넌트 데이터 Ymin에 더함으로써 복원된다. 이 실시예에서, 휘도 컴포넌트 데이터 Y_A' 내지 Y_D' 는 다음 식:

[0058] $Y_A' = Ydist0 \times 4 + Ymin = 44 + 4 = 48,$

[0059] $Y_B' = Ydist1 \times 4 + Ymin = 24 + 4 = 28,$

[0060] $Y_C' = Ydist2 \times 4 + Ymin = 12 + 4 = 16,$ 및

[0061] $Y_D' = Ymin = 4$

[0062] 에 의해 복원된다.

[0063] 추가적으로, 픽셀들 A 내지 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 다음 행렬 계산식:

$$\begin{bmatrix} R_k \\ G_k \\ B_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 3 \\ 1 & -1 & -1 \\ 1 & 3 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Y_k' \\ Cr' \\ Cb' \end{bmatrix} \gg 2,$$

[0064]

[0065] 에 의해 휘도 컴포넌트 데이터 Y_A' 내지 Y_D' 및 색차 컴포넌트 데이터 Cr' 및 Cb'로부터 복원되며, 여기서 ">> 2"는 2-비트 절단 프로세스를 나타내는 연산자이다. 이 식으로부터 이해되는 바와 같이, 색차 컴포넌트 데이터 Cr' 및 Cb'는 픽셀들 A 내지 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 복원을 위해 일반적으로 사용된다.

[0066] 따라서, 픽셀들 A 내지 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 복원이 완료된다. 도 4b의 우측 열에 있는 픽셀들 A 내지 D의 압축해제된 데이터(23)의 값들을 도 4a의 좌측 열에 있는 픽셀들 A 내지 D의 이미지 데이터(21)의 값들과 비교하는 경우, 픽셀들 A 내지 D의 오리지널 이미지 데이터(21)가 전송된 압축해제 방법에 의해 거의 완벽하게 복원된다는 점이 이해될 것이다.

[0067] 디스플레이 데이터(24)는 압축해제된 데이터(23)에 대해 FRC 프로세스를 수행함으로써 생성된다. 도 5는 각각의 프레임에서 도 4b의 압축해제된 데이터(23) 상에 FRC 프로세스를 수행함으로써 획득되는 디스플레이 데이터(24)의 값들을 예시하는 테이블이다. 또한, 도 6a 및 6b는 FRC 프로세스에서 사용되는 에러들(FRC 에러들)의 예를 예시하는 테이블들이다. 도 6a가 4k번째 내지 (4k+3)번째 픽셀 라인들 내의 개별 픽셀들의 개별 서브-픽셀들에 주어진 FRC 에러들을 예시하고, 도 6b는 4k번째 픽셀 라인 내의 개별 서브-픽셀들에 주어진 FRC 에러들을 선택적으로 예시한다는 것에 유의해야 한다.

[0068] 디스플레이 데이터(24)는 R, G, B 서브-픽셀들의 압축해제된 데이터(23)의 그레이-레벨 값들(8비트)에 FRC 에러들을 더하고, 이후 최저 2비트를 절단함으로써 생성된다. 이 실시예에서, FRC 프로세스에서 사용되는 FRC 에러들의 값들은 시간적으로 및 공간적으로 분산되며, 이는 액정 디스플레이 패널(4)이 의사 방식으로 이미지들을 디스플레이할 수 있는 그레이-레벨의 수를 증가시키면서, 동시에 압축 프로세스에서 비트 절단 프로세스에 의해 야기되는 플리커를 감소시킬 수 있게 한다.

[0069] 보다 구체적으로, FRC 에러들을 시간적으로 분산시키기 위해, 각각의 픽셀의 각각의 서브-픽셀에 주어질 FRC 에

러는 4개 프레임들의 사이클 주기에서 스위칭된다. 즉, 4m번째 및 (4m+1)번째 프레임들에 대한 특정 픽셀의 특정 서브-픽셀에 주어지는 FRC 에러는 서로 상이하다.

[0070] 또한, FRC 에러들을 시간적으로 분산시키기 위해, 동일한 컬러의 각각의 서브-픽셀들에 주어지는 FRC 에러들은 픽셀들 A,B,C 및 D 간에 서로 상이하도록 결정된다. 예를 들어, 도 6b에 예시된 바와 같이, 4m번째 프레임 내의 픽셀들 A,B,C 및 D의 R 서브-픽셀들의 FRC 에러들은 각각 1,0,3 및 2이며 이들은 서로 상이하다. 추가적으로, FRC 에러들은 4개의 라인들의 공간적 주기들에서 스위칭된다. 즉, 대응하는 픽셀들의 대응하는 서브-픽셀들에 주어질 FRC 에러들은 4k번째 및 (4k + 1) 번째 라인들 사이에서 서로 상이한 것으로 결정된다.

[0071] 전술된 FRC 프로세스는 R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 6비트가 할당되는 디스플레이 데이터(24)가, R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 8비트가 할당되는 압축해제된 데이터(23)의 정보량과 동일한 정보량을 가지도록 한다. 예컨대, 도 5에 예시된 픽셀들 A 내지 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 개별 그레이-레벨 값들을 4로 곱하고, 이후, 4m번째 내지 (4m + 3)번째 프레임들에 대한 평균을 계산함으로써, 상기 평균이 도 4b의 압축해제된 데이터(23)의 값들과 일치한다는 점이 이해될 것이다. 즉, 8-비트 이미지 데이터에 대응하는 그레이-레벨의 수를 가지는 이미지 디스플레이는 R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 오직 6비트만 할당되는 디스플레이 데이터(24)에 의해 달성된다. 일반적으로, FRC 프로세스의 사이클 주기가 2^N 개 프레임들인 경우, FRC 프로세스는 N-비트의 FRC 에러들의 사용 및 최저 N 비트의 절단 프로세스의 수행을 수반할 수 있다.

[0072] 비록 압축 회로(5a)가 (4 x 1) 픽셀 압축을 채택하고, 압축해제 회로(11)가 전술된 실시예에서 동일한 것에 대응하는 압축해제 방법을 채택하지만, 다양한 압축 방법들 및 압축해제 방법들이 대신 사용될 수 있다. 임의의 압축 및 압축해제 방법들의 사용과는 무관하게, 다음 관계식:

[0073] $m_2 > m_3 > m_1$

[0074] 을 만족하는 조건 하에서, 압축 회로(5a)에 의한 압축된 데이터(22)의 생성, 압축해제 회로(11)에 의한 압축해제된 데이터(23)의 생성, 및 FRC 회로(12)에서 FRC 프로세스에 의한 디스플레이 데이터(24)의 생성을 수행함으로써, 이미지 데이터를 드라이버(3)로 전송하기 위해 필요한 전력이 감소될 수 있고, 다중-그레이-레벨 디스플레이에 적응되지 않는 액정 디스플레이 패널(4)에서 개선된 이미지 품질이 획득될 수 있다.

[0075] (제2 실시예)

[0076] 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 액정 디스플레이 디바이스(1)의 예시적인 구성을 예시하는 블록 다이어그램이다. 제2 실시예의 액정 디스플레이 디바이스(1)는 제1 실시예의 액정 디스플레이 디바이스(1)와 유사하게 구성된다. 그 차이점은 다음과 같다: 제1 실시예에서, (4 x 1) 픽셀 압축은 압축 회로(5a)에서 수행되고, FRC 프로세스는 드라이버(3)의 FRC 회로(12)에서 수행된다. 반면, 제2 실시예에서, 적절한 압축 방법이 이미지 데이터(21)의 콘텐츠에 따라 압축 회로(5a)에서 선택되고, 추가적으로 FRC 프로세스를 수행하는 엔티티는 압축 방법의 선택에 따라 압축 회로(5a) 및 드라이버(3)의 FRC 회로(12)로부터 선택된다. 이는 디스플레이 이미지의 이미지 품질을 더욱 개선시킬 수 있게 한다.

[0077] 상세하게는, 압축 회로(5a)에서 FRC 프로세스를 수행하는 것은 압축 프로세스의 비트 절단 프로세스에 의해 유실되는 정보의 상당량을 감소시키는 장점을 가지며, 이에 의해 이미지 품질을 개선시킨다. 반면, 드라이버(3)에서 FRC 프로세스를 수행하는 것은 액정 디스플레이 패널(4)이 오직 감소된 수의 그레이-레벨을 가지는 이미지만을 디스플레이할 수 있는 경우 양호한 품질의 이미지를 개선시키는 장점을 가진다. 또한, 압축 프로세스에서 절단된 비트수가 큰 경우, FRC 에러들이 공간적으로 분산된 FRC 프로세스를 드라이버(3)에서 수행함으로써 야기되는 플리커를 감소시킨다는 장점 또한 존재한다. 위의 장점들 중 어느 것이 강조되어야 하는지는 압축 방법에 따라 상이하며, 따라서, 이미지 품질은 선택된 압축 방법에 따라 압축 회로(5a)와 드라이버(3) 사이에서 FRC 프로세스를 수행하는 엔티티를 선택함으로써 추가적으로 개선될 수 있다. 추가적으로, FRC 프로세스는 상기 장점들 중 어느 것도 요구되지 않을 경우 수행되지 않을 수 있다.

[0078] 보다 구체적으로, 압축 회로(5a)는 타겟 블록의 이미지 데이터(21)의 콘텐츠에 따라 복수의 압축 방법들 중 하나를 선택하고, 선택된 압축 방법을 이용하여 타겟 블록의 이미지 데이터(21)를 압축하여, 이에 의해 압축된 데이터(22)를 생성한다. 압축된 데이터(22)의 헤더에, 선택된 압축 방법을 표시하는 하나 이상의 압축 타입 식별 비트들이 기록된다. 생성된 압축된 데이터(22)는 타이밍 제어기(2)로 전달되고, 추가적으로 드라이버(3)의 압축해제 회로(11)에 전달된다. 압축해제 회로(11)는 압축해제된 데이터(23)를 생성하기 위해 압축된 데이터(2

2)를 압축해제한다. 이러한 압축해제시, 압축해제된 데이터(23)는 실제로 사용되는 압축 방법을 결정하기 위한 압축 타입 식별 비트(들)를 지칭하고, 결정된 압축 방법에 응답하여 FRC 스위칭 신호(25)를 생성한다. FRC 스위칭 신호(25)는 FRC 프로세스를 실행할지의 여부를 FRC 회로(12)에 명령한다. FRC 회로(12)는 FRC 스위칭 신호(25)를 참조하며, 필요한 경우, 디스플레이 데이터(24)를 생성하기 위해 압축해제된 데이터(23)에 대해 FRC 프로세스를 수행한다. FRC 회로(12)가, FRC 스위칭 신호(25)에 응답하여, 개별적으로 타겟 블록의 개별 픽셀들의 개별 서브-픽셀들에 대한 FRC 프로세스를 선택적으로 수행하도록 구성된다는 점에 유의해야 한다. FRC 회로(12)에서 FRC 프로세스를 거치지 않는 서브-픽셀에 대해, 압축해제된 데이터(23)의 비트수는 디스플레이 데이터(24)의 비트수와 동일하다. FRC 회로(12)에서 FRC 프로세스를 거치는 서브-픽셀에 대해, 압축해제된 데이터(23)의 비트수는 디스플레이 데이터(24)의 비트수보다 더 크다.

[0079] 하기에서, 압축 방법의 선택에 관한 설명이 먼저 주어지고, 그 다음에 각각의 압축 방법에서의 압축 프로세스, 압축 회로(5a)에서 수행되는 FRC 프로세스, 압축해제 회로(11)에서 수행되는 압축해제 프로세스, 및 FRC 회로(12)에서 수행되는 FRC 프로세스에 대한 설명들이 후속한다.

1. 압축 방법의 선택

[0081] 이러한 실시예에서, 압축 회로(5a)는 다음 6개의 압축 방법들:

[0082] · 무손실 압축

[0083] · (1×4) 픽셀 압축

[0084] · $(2 + 1 \times 2)$ 픽셀 압축

[0085] · (2×2) 픽셀 압축

[0086] · $(3 + 1)$ 픽셀 압축

[0087] · (4×1) 픽셀 압축

[0088] 중 선택된 압축 방법을 이용하여 수신된 이미지 데이터(21)를 압축한다.

[0089] 무손실 압축은 압축된 데이터(22)로부터 오리지널 이미지 데이터(21)를 완전하게 복원하게 하는 압축 방법이다; 이 실시예에서, 무손실 압축은 타겟 블록의 이미지 데이터가 임의의 특정 패턴에 들어가는 경우에 사용된다. 전술된 바와 같이, 각각의 블록은 이 실시예에서 1개의 행 및 4개의 열들로 배열된 픽셀들로 구성된다는 점에 유의해야 한다.

[0090] (1×4) 픽셀 압축은 비트 면들의 수를 감소시키는 프로세스가 타겟 블록의 4개의 픽셀들 각각에서 개별적으로 수행되는 압축 방법이다; 이 실시예에서, (1×4) 픽셀 압축은 디더 행렬을 사용함으로써 디더링함으로써 달성된다. (1×4) 픽셀 압축은 4개의 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 낮은(poor) 상관성이 존재하는 경우 유리하다.

[0091] $(2 + 1 \times 2)$ 픽셀 압축은 타겟 블록의 4개의 픽셀들 중 2개 픽셀들의 이미지 데이터를 나타내는 대표값들이 계산되고, 비트 면들의 수를 감소시키는 프로세스가 다른 2개 픽셀들 각각에서 개별적으로 수행되는 압축 방법이다. $(2 + 1 \times 2)$ 픽셀 압축은 4개의 픽셀들 중 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 상관성이 높고 다른 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 상관성이 낮은 경우 유리하다.

[0092] (2×2) 픽셀 압축은 타겟 블록의 4개 픽셀들이 각각이 2개의 픽셀들을 포함하는 2개 그룹으로 그룹화되고, 이미지 데이터가 픽셀들의 각각의 그룹의 이미지 데이터를 나타내는 대표값을 결정함으로써 압축되는 압축 방법이다. (2×2) 픽셀 압축은 4개 픽셀들 중 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 상관성이 높고, 다른 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 상관성이 높을 경우 유리하다.

[0093] $(3 + 1)$ 픽셀 압축은 타겟 블록의 4개 픽셀들 중 3개 픽셀의 이미지 데이터를 나타내는 대표값들이 결정되고, 비트 면들의 수를 감소시키는 프로세스가 다른 하나의 픽셀의 이미지 데이터에 대해 수행되는 압축 방법이다. $(3 + 1)$ 픽셀 압축은 타겟 블록의 3개 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 상관성이 높고, 3개의 픽셀들의 이미지 데이터와 다른 하나의 픽셀의 이미지 데이터 사이의 상관성이 낮은 경우 유리하다.

[0094] 전술된 바와 같이, (4×1) 픽셀 압축은 이미지 데이터가 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터를 나타내는 대표값을 결정함으로써 압축되는 압축 방법이다. (4×1) 픽셀 압축은 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이

터 사이의 상관이 높은 경우 유리하다.

[0095] 이러한 방식으로 압축 방법을 선택하는 한가지 장점은 이미지 압축이 감소된 블록 잡음 및 입도 잡음(granular noise)을 가지고 달성될 수 있다는 것이다. 이러한 실시예의 압축 방식은 타겟 블록의 픽셀들의 전부가 아닌 일부의 이미지 데이터에 대응하는 대표값들이 계산되는 압축 방법(이 실시예에서, $(2 + 1 \times 2)$ 픽셀 압축, (2×2) 픽셀 압축, 및 $(3 + 1)$ 픽셀 압축), 및 타겟 블록의 모든 픽셀들의 이미지 데이터에 대응하는 대표값들이 계산되는 압축 방법(이 실시예에서, (4×1) 픽셀 압축), 및 비트 면들의 수를 감소시키는 프로세스가 타겟 블록의 4개 픽셀들 각각의 이미지 데이터에 대해 개별적으로 수행되는 압축 방법(이 실시예에서, (1×4) 픽셀 압축)에 적용된다. 이는 블록 잡음 및 입도 잡음을 효과적으로 감소시킨다. 비트 면들의 수를 감소시키는 프로세스를 독립적으로 수행하는 압축 방법이 높은 상관을 가지는 픽셀들의 이미지 데이터에 대해 수행되는 경우, 입도 잡음이 바람직하지 않게 생성되는 반면, 블록 코딩이 낮은 상관을 가지는 픽셀들의 이미지 데이터에 대해 수행되는 경우 블록 잡음이 발생한다. 타겟 블록의 모든 픽셀들이 아닌 일부의 이미지 데이터에 대응하는 대표값들을 계산하는 압축 방법에 적용되는 이러한 실시예의 압축 방식은, 비트면들의 수를 감소시키는 프로세스가 높은 상관을 가지는 픽셀들의 이미지 데이터에 대해 수행되는 상황을 회피하고, 블록 코딩이 낮은 상관을 가지는 픽셀들의 이미지 데이터에 대해 수행되는 상황을 회피할 수 있다. 이는 블록 잡음 및 입도 잡음을 효과적으로 감소시킨다.

[0096] 추가적으로, 타겟 블록과 연관된 이미지 데이터가 특정 패턴들 중 임의의 패턴에 들어가는 경우 무손실 압축을 수행하는 것은, 액정 디스플레이 패널(4)의 검사를 적절하게 수행하는데 유용하다. 액정 디스플레이 패널(4)의 검사시, 휘도 특성들 및 색상 범위 특성들이 평가된다. 휘도 특성들 및 색상 범위 특성들의 평가시, 특정 패턴의 이미지가 액정 디스플레이 패널(4) 상에 디스플레이된다. 이때, 컬러들이 입력된 이미지 데이터에 대해 충실하게 재생되는 이미지는, 휘도 특성들과 색상 범위 특성들을 적절하게 평가하기 위해, 액정 디스플레이 패널(4) 상에 디스플레이되어야 한다. 휘도 특성들 및 색상 범위 특성들은 압축 왜곡이 존재하는 경우 적절히 평가될 수 없다. 이를 해결하기 위해, 압축 회로(5a)는 이 실시예에서 무손실 압축을 수행하도록 구성된다.

[0097] 6개의 압축 방법들 중 어느 것이 사용될지는 타겟 블록과 연관된 이미지 데이터가 특정 패턴들 중 임의의 패턴에 포함되는지의 여부, 및 타겟 블록 내의 4개의 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 상관에 따라 결정된다. 예를 들어, 4개의 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 상관이 높은 경우, (4×1) 픽셀 압축이 사용되는 반면, 4개의 픽셀들 중 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 상관이 높고 다른 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 상관이 높은 경우 (2×2) 픽셀 압축이 사용된다.

[0098] 도 8은 제2 실시예에서 실제로 사용되는 압축 방법을 선택하기 위한 예시적인 동작을 도시하는 흐름도이다. 하기에서, 픽셀들 A, B, C 및 D의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 각각 R_A , R_B , R_C , R_D 라 지칭되고; 픽셀들 A, B, C 및 D의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 각각 G_A , G_B , G_C , G_D 라 지칭되고; 픽셀들 A, B, C 및 D의 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 각각 B_A , B_B , B_C , B_D 라 지칭된다.

[0099] 제2 실시예에서, 먼저, 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터(21)가 미리 결정된 특정 패턴들 중 임의의 패턴에 들어가는지의 여부가 결정되고(단계 S01); 이미지 데이터(21)가 특정 패턴들 중 임의의 패턴에 들어가는 경우, 무손실 압축이 수행된다. 이 실시예에서, 타겟 블록의 픽셀들의 이미지 데이터(21)의 상이한 데이터 값들의 수가 5 이하인 미리 결정된 패턴들은 무손실 압축이 수행되는 특정 패턴들로서 선택된다.

[0100] 구체적으로, 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터(21)가 다음 4개의 패턴들 (1) 내지 (4) 중 임의의 패턴에 드는 경우, 무손실 압축이 수행된다:

[0101] (1) 각각의 컬러의 4개 픽셀들의 서브-픽셀들의 그레이 레벨 값이 동일하다(도 10a).

[0102] 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터가 다음 조건 (1a)를 만족시키는 경우, 무손실 압축이 수행된다:

[0103] 조건 (1a)

[0104] $R_A = R_B = R_C = R_D$,

[0105] $G_A = G_B = G_C = G_D$, 및

- [0106] $B_A = B_B = B_C = B_D$.
- [0107] 이 경우, 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터의 상이한 데이터 값들의 수는 3이다.
- [0108] (2) 4개 픽셀들 각각의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들이 동일하다(도 10b).
- [0109] 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터가 다음 조건 (2a)를 만족시키는 경우, 또한 무손실 압축이 수행된다:
- [0110] 조건 (2a)
- [0111] $R_A = G_A = B_A$,
- [0112] $R_B = G_B = B_B$,
- [0113] $R_C = G_C = B_C$, 및
- [0114] $R_D = G_D = B_D$.
- [0115] 이러한 경우, 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터의 상이한 데이터 값들의 수는 4이다.
- [0116] (3) 타겟 블록의 4개 픽셀들의 R, G 및 B 컬러들 중 둘의 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들이 동일하다(도 10c 내지 10e).
- [0117] 다음 3개의 조건들(3a) 내지 (3c) 중 임의의 하나가 만족되는 경우, 또한 무손실 압축이 수행된다:
- [0118] 조건 (3a)
- [0119] $G_A = G_B = G_C = G_D = B_A = B_B = B_C = B_D$.
- [0120] 조건 (3b)
- [0121] $B_A = B_B = B_C = B_D = R_A = R_B = R_C = R_D$.
- [0122] 조건 (3c)
- [0123] $R_A = R_B = R_C = R_D = G_A = G_B = G_C = G_D$.
- [0124] 이 경우, 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터의 상이한 데이터 값들의 수는 5이다.
- [0125] (4) R, G 및 B 컬러들 중 하나의 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 타겟 블록의 4개 픽셀들에 대해 동일하고, 다른 2개 컬러들 각각의 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 4개 픽셀들에 대해 동일하다(도 10f 내지 10h).
- [0126] 추가적으로, 다음 3개의 조건들 (4a) 내지(4c) 중 임의의 하나가 만족된 경우, 또한 무손실 압축이 수행된다:
- [0127] 조건 (4a)
- [0128] $G_A = G_B = G_C = G_D$,
- [0129] $R_A = B_A$,
- [0130] $R_B = B_B$,
- [0131] $R_C = B_C$, 및
- [0132] $R_D = B_D$.
- [0133] 조건 (4b)

- [0134] $B_A = B_B = B_C = B_D$,
- [0135] $R_A = G_A$,
- [0136] $R_B = G_B$,
- [0137] $R_C = G_C$, 및
- [0138] $R_D = G_D$.
- [0139] 조건 (4c)
- [0140] $R_A = R_B = R_C = R_D$,
- [0141] $G_A = B_A$,
- [0142] $G_B = B_B$,
- [0143] $G_C = B_C$, 및
- [0144] $G_D = B_D$.
- [0145] 이 경우, 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터의 상이한 데이터 값들의 수는 5이다.
- [0146] 무손실 압축이 수행되지 않는 경우, 압축 방법은 4개 픽셀들 사이의 상관에 따라 선택된다. 보다 구체적으로, 압축 회로(5a)는 다음 케이스들 중 어느 경우에 타겟 블록들의 4개 픽셀들의 이미지 데이터가 드는지를 결정한다:
- [0147] 케이스 A: 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터의 임의의 결합들 사이에 낮은 상관이 존재한다.
- [0148] 케이스 B: 타겟 블록의 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 높은 상관이 존재하고, 전술된 2개 픽셀들 및 다른 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 낮은 상관이 존재하고, 다른 2개 픽셀들의 이미지 데이터 서로 사이에 낮은 상관이 존재한다.
- [0149] 케이스 C: 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 높은 상관이 존재한다.
- [0150] 케이스 D: 타겟 블록의 3개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 높은 상관이 존재하고, 전술된 3개 픽셀들 및 다른 하나의 픽셀의 이미지 데이터 사이에 낮은 상관이 존재한다.
- [0151] 케이스 E: 타겟 블록의 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 높은 상관이 존재하고, 다른 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 높은 상관이 존재한다.
- [0152] 구체적으로, 다음 조건 (A)가,
- [0153] $i \in \{A, B, C, D\}$,
- [0154] $j \in \{A, B, C, D\}$, 및
- [0155] $i \neq j$
- [0156] 를 만족시키는 i 및 j 의 모든 조합들에 대해 만족되지 않는 경우, 압축 회로(5a)는 타겟 블록의 이미지 데이터가 케이스 A에 든다고 결정한다(즉, 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터의 임의의 조합들 간에 낮은 상관이 존재한다)(단계 S02).
- [0157] 조건 (A)
- [0158] $|R_i - R_j| \leq Th1$,
- [0159] $|G_i - G_j| \leq Th1$, 및
- [0160] $|B_i - B_j| \leq Th1$

- [0161] 여기서 Th1은 미리 결정된 임계 값이다. 이미지 데이터가 케이스 A에 드는 경우, 압축 회로(5a)는 (1 x 4) 픽셀 압축을 수행하도록 결정한다.
- [0162] 타겟 블록과 연관된 이미지 데이터가 케이스 A에 드는 것으로 결정되지 않는 경우, 압축 회로(5a)는 4개의 픽셀들을 각각이 2개의 픽셀들을 포함하는 2개 그룹으로 분류하고, 그룹들의 모든 가능한 조합에 대해, 하나의 그룹에 속하는 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 차이가 미리 결정된 값보다 더 작다는 조건이 만족되는지, 그리고 다른 그룹에 속하는 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 차이가 미리 결정된 값보다 더 작은지의 여부를 결정한다(단계 S03). 보다 구체적으로, 압축 회로(5a)는 다음 조건들 (B1) 내지 (B3) 중 임의의 하나가 만족되는지의 여부를 결정한다(단계 S03):
- [0163] 조건 (B1)
- [0164] $|R_A - R_B| \leq Th2$,
- [0165] $|G_A - G_B| \leq Th2$,
- [0166] $|B_A - B_B| \leq Th2$,
- [0167] $|R_C - R_D| \leq Th2$,
- [0168] $|G_C - G_D| \leq Th2$, 및
- [0169] $|B_C - B_D| \leq Th2$.
- [0170] 조건 (B2)
- [0171] $|R_A - R_C| \leq Th2$,
- [0172] $|G_A - G_C| \leq Th2$,
- [0173] $|B_A - B_C| \leq Th2$,
- [0174] $|R_B - R_D| \leq Th2$,
- [0175] $|G_B - G_D| \leq Th2$, 및
- [0176] $|B_B - B_D| \leq Th2$
- [0177] 조건 (B3)
- [0178] $|R_A - R_D| \leq Th2$,
- [0179] $|G_A - G_D| \leq Th2$,
- [0180] $|B_A - B_D| \leq Th2$,
- [0181] $|R_B - R_C| \leq Th2$,
- [0182] $|G_B - G_C| \leq Th2$, 및
- [0183] $|B_B - B_C| \leq Th2$.
- [0184] Th2가 미리 결정된 임계값이라는 것에 유의해야 한다.
- [0185] 위의 조건들 (B1) 내지 (B3) 중 어느 것도 만족되지 않는 경우, 압축 회로(5a)는 타겟 블록과 연관된 이미지 데이터가 케이스 B에 든다고 결정한다(즉, 타겟 블록의 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 높은 상관관계 존재하고, 전술된 2개 픽셀들 및 다른 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 낮은 상관관계 존재하고, 다른 2개의 픽셀들 서로 사이의 이미지 데이터 사이에 낮은 상관관계 존재한다). 이 경우, 압축 회로(5a)는 (2 + 1 x 2) 픽셀 압축을 수행하도록 결정한다.

- [0186] 타겟 블록과 연관된 이미지 데이터가 케이스 A 및 B 중 어느 것에도 들지 않는 경우, 압축 회로(5a)는 4개의 서브-픽셀들의 이미지 데이터의 최소값과 최대값 사이의 차이가 각각의 컬러에 대해 미리 결정된 값보다 더 작은지의 여부를 결정한다. 보다 구체적으로, 압축 회로(5a)는 다음 조건 (C)가 만족되는지의 여부를 결정한다(단계 S04):
- [0187] 조건 (C)
- [0188] $\max(R_A, R_B, R_C, R_D) - \min(R_A, R_B, R_C, R_D) < Th3$,
- [0189] $\max(G_A, G_B, G_C, G_D) - \min(G_A, G_B, G_C, G_D) < Th3$, 및
- [0190] $\max(B_A, B_B, B_C, B_D) - \min(B_A, B_B, B_C, B_D) < Th3$.
- [0191] 조건 (C)가 만족되는 경우, 압축 회로(5a)는 데이터 블록과 연관된 이미지 데이터가 케이스 C에 드는 것으로 결정한다(타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 높은 상관성이 존재한다). 이 경우, 압축 회로(5a)는 (4 x 1) 픽셀 압축을 수행하도록 결정한다.
- [0192] 반면, 조건 (C)가 만족되지 않는 경우, 압축 회로(5a)는, 타겟 블록의 3개 픽셀들의 임의의 조합들의 이미지 데이터 사이에 높은 상관성이 존재하고 3개의 픽셀들 및 다른 하나의 픽셀의 이미지 데이터 사이에 낮은 상관성이 존재하는 조건이 만족되는지의 여부를 결정한다(단계 S05). 보다 구체적으로, 압축 회로(5a)는 다음 조건들 (D1) 내지 (D4) 중 임의의 조건이 만족되는지의 여부를 결정한다(단계 S05):
- [0193] 조건 (D1)
- [0194] $|R_A - R_B| \leq Th4$,
- [0195] $|G_A - G_B| \leq Th4$,
- [0196] $|B_A - B_B| \leq Th4$,
- [0197] $|R_B - R_C| \leq Th4$,
- [0198] $|G_B - G_C| \leq Th4$,
- [0199] $|B_B - B_C| \leq Th4$,
- [0200] $|R_C - R_A| \leq Th4$,
- [0201] $|G_C - G_A| \leq Th4$, 및
- [0202] $|B_C - B_A| \leq Th4$.
- [0203] 조건 (D2)
- [0204] $|R_A - R_B| \leq Th4$,
- [0205] $|G_A - G_B| \leq Th4$,
- [0206] $|B_A - B_B| \leq Th4$,
- [0207] $|R_B - R_D| \leq Th4$,
- [0208] $|G_B - G_D| \leq Th4$,
- [0209] $|B_B - B_D| \leq Th4$,
- [0210] $|R_D - R_A| \leq Th4$,
- [0211] $|G_D - G_A| \leq Th4$, 및

- [0212] $|B_D - B_A| \leq Th4$.
- [0213] 조건 (D3)
- [0214] $|R_A - R_C| \leq Th4$,
- [0215] $|G_A - G_C| \leq Th4$,
- [0216] $|B_A - B_C| \leq Th4$,
- [0217] $|R_C - R_D| \leq Th4$,
- [0218] $|G_C - G_D| \leq Th4$,
- [0219] $|B_C - B_D| \leq Th4$,
- [0220] $|R_D - R_A| \leq Th4$,
- [0221] $|G_D - G_A| \leq Th4$, 및
- [0222] $|B_D - B_A| \leq Th4$.
- [0223] 조건 (D4)
- [0224] $|R_B - R_C| \leq Th4$,
- [0225] $|G_B - G_C| \leq Th4$,
- [0226] $|B_B - B_C| \leq Th4$,
- [0227] $|R_C - R_D| \leq Th4$,
- [0228] $|G_C - G_D| \leq Th4$,
- [0229] $|B_C - B_D| \leq Th4$,
- [0230] $|R_D - R_B| \leq Th4$,
- [0231] $|G_D - G_B| \leq Th4$, 및
- [0232] $|B_D - B_B| \leq Th4$.
- [0233] 조건들 (D1) 내지 (D4) 중 임의의 조건이 만족되는 경우, 압축 회로(5a)는 타겟 블록과 연관된 이미지 데이터가 케이스 D에 드는 것으로 결정한다(즉, 타겟 블록의 3개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 높은 상관성이 존재하고, 전술된 3개 픽셀들 및 다른 하나의 픽셀의 이미지 데이터 사이에 낮은 상관성이 존재한다). 이 경우, 압축 회로(5a)는 $(3 + 1)$ 픽셀 압축을 수행하도록 결정한다.
- [0234] 위의 조건들 (D1) 내지 (D4) 중 어느 것도 만족되지 않는 경우, 압축 회로(5a)는 타겟 블록과 연관된 이미지 데이터가 케이스 E에 드는 것으로 결정한다(즉, 타겟 블록의 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 높은 상관성이 존재하고 다른 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 높은 상관성이 존재한다). 이 경우, 압축 회로(5a)는 (2×2) 픽셀 압축을 수행하도록 결정한다.
- [0235] 전술된 것과 같이 결정된 상관들에 기반하여, 압축 회로(5a)는 (1×4) 픽셀 압축, $(2 + 1 \times 2)$ 픽셀 압축, (2×2) 픽셀 압축, $(3 + 1)$ 픽셀 압축 및 (4×1) 픽셀 압축 중 하나를 선택한다. 추후 설명될 바와 같이, 선택된 압축 방법은 타겟 블록과 연관된 이미지 데이터(21)를 압축하기 위해 사용된다.
- [0236] 2. 압축 방법, 압축해제 방법 및 FRC 프로세스의 상세내용
- [0237] 하기에서, 압축 회로(5a) 또는 FRC 회로(12)에서 수행되는 압축 및 압축해제 방법, 및 FRC 프로세스의 상세내용

이, 무손실 압축, (1 x 4) 픽셀 압축, (2 + 1 x 2) 픽셀 압축, (2 x 2) 픽셀 압축, (3 + 1) 픽셀 압축 및 (4 x 1) 픽셀 압축 각각에 대하여 설명된다.

[0238] 2-1. 무손실 압축

[0239] 이 실시예에서 무손실 압축은 타겟 블록의 픽셀들의 이미지 데이터(21)의 데이터 값들을 재배열함으로써 달성된다. FRC 프로세스는 드라이버(3)의 FRC 회로(12)에서 수행되고, 압축 회로(5a)는 어떠한 FRC 프로세스도 수행하지 않는다.

[0240] 도 9는 무손실 압축에 의해 생성된 압축된 데이터(22)의 예시적인 포맷을 도시하는 다이어그램이다. 이 실시예에서, 무손실 압축에 의해 생성된 압축된 데이터(22)는 압축 타입 식별 비트를 포함하는 헤더(속성 데이터), 컬러 패턴 데이터 및 이미지 데이터 #1 내지 #5로 구성된 48비트 데이터이다.

[0241] 압축 타입 식별 비트는 압축을 위해 실제로 사용된 압축 방법을 표시한다. 무손실 압축에 의해 생성된 압축된 데이터에 있어서, 압축 타입 식별 비트에 5비트가 할당된다. 이 실시예에서, 압축된 데이터의 압축 타입 식별 비트의 값은 무손실 압축에 대해 "11111"이다.

[0242] 컬러 패턴 데이터는 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터가 도 10a 내지 10h에 도시된 전술된 패턴들 중 어느 것에 들어가는지를 표시한다. 이 실시예에서, 8개의 특정 패턴들이 정의되고, 따라서, 컬러 패턴 데이터는 3비트 데이터이다.

[0243] 이미지 데이터 #1 내지 #5는 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터의 데이터 값들을 재배열함으로써 획득된다. 이미지 데이터 #1 내지 #5는 각각 8비트 데이터이다. 전술된 바와 같이, 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터의 상이한 데이터 값들의 수는 5이하이고, 따라서, 데이터 값들 모두가 이미지 데이터 #1 내지 #5에 통합될 수 있다.

[0244] 위의 무손실 압축에 의해 생성된 압축된 데이터(22)의 압축해제는 컬러 패턴 데이터 기반으로 이미지 데이터 #1 내지 #5를 재배열함으로써 달성된다. 컬러 패턴 데이터는 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터가 도 10a 내지 10h의 패턴들 중 어느 것에 드는지를 표시하고, 따라서, 타겟 블록의 4개 픽셀들의 오리지널 이미지 데이터(21)와 동일한 데이터가 컬러 패턴 데이터를 참조함으로써 압축해제된 데이터(23)로서 완전하게 복원될 수 있다.

[0245] 무손실 압축이 압축 회로(5a)에서 수행되는 경우, FRC 프로세스는 드라이버(3)의 FRC 회로(12)에서 수행된다. 구체적으로, 압축된 데이터(22)가 무손실 압축에 의해 생성되는 것을 압축 타입 식별 비트로부터 식별할 때, 압축해제 회로(11)는 FRC 스위칭 신호(25)를 송신함으로써 FRC 프로세스를 수행하도록 FRC 회로(12)에 명령한다. FRC 프로세스에서, 디스플레이 데이터(24)는, 압축해제된 데이터(23)의 R, G, 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들(8비트)에 FRC 에러들을 더하고, 이후 최저 2비트를 절단함으로써 생성된다. 디스플레이 데이터(24)에서, 각각의 픽셀의 각각의 서브-픽셀에 6비트가 할당된다. 즉, 디스플레이 데이터(24)는 각각의 픽셀에 18비트가 할당되는 데이터이다. 도 6a 및 6b에 예시된 값들은 FRC 에러들로서 사용된다.

[0246] 도 11은 도 10a에 도시된 콘텐츠를 가지는 압축해제된 데이터(23)(즉, 무손실 압축을 이용하여 도 10a의 콘텐츠를 가지는 이미지 데이터(21)를 압축함으로써 획득된 압축된 데이터(22)를 압축해제함으로써 획득되는 압축해제된 데이터(23))에 대해 FRC 프로세스를 수행함으로써 생성되는 디스플레이 데이터(24)의 콘텐츠를 예시하는 테이블이다. FRC 프로세스는, R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 6비트가 할당되는 디스플레이 데이터(24)가, R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 8비트가 할당되는 압축해제된 데이터(23)의 정보량과 동일한 정보량을 가지게 한다. 도 11에 예시된 픽셀들 A 내지 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 개별 그레이-레벨 값들을 4로 곱하고, 이후 4m번째 내지 (4m + 3)번째 프레임들에 대해 이들의 평균들을 계산함으로써, 평균들이 도 10a에 도시된 콘텐츠를 가지는 압축해제된 데이터(23)의 값들과 일치한다는 점을 이해할 것이다. 즉, R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 6비트가 할당되는 디스플레이 데이터(24)를 사용함으로써, 8비트에 대응하는 그레이-레벨들의 수를 가지는 이미지 디스플레이는 의사 방식으로 달성된다. 완전하게 복원된 압축해제된 데이터(23)에 대해 FRC 프로세스를 수행함으로써 생성되는 디스플레이 데이터(24)에 응답하여 액정 디스플레이 패널(4)을 구동함으로써, 액정 디스플레이 패널(4)의 휘도 특성 및 색상 범위 특성들이 적절하게 평가될 수 있다.

- [0247] 2-2. (1 x 4) 픽셀 압축
- [0248] 도 12는 (1 x 4) 픽셀 압축에 의해 생성된 압축된 데이터(22)의 예시적인 포맷을 예시하는 개념도이고, 도 13a는 (1 x 4) 픽셀 압축을 예시하는 개념도이다. 전술된 바와 같이, (1 x 4) 픽셀 압축은 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터의 임의의 조합 사이에 낮은 상관성이 존재하는 경우 사용된다.
- [0249] 이 실시예에서, 도 12에 예시된 바와 같이, (1 x 4) 픽셀 압축에 의해 생성된 압축된 데이터(22)는 압축 타입 식별 비트를 포함하는 헤더(속성 데이터), R_A 데이터, G_A 데이터, B_A 데이터, R_B 데이터, G_B 데이터, B_B 데이터, R_C 데이터, G_C 데이터, B_C 데이터, R_D 데이터, G_D 데이터 및 B_D 데이터로 구성된 48비트 데이터이다. R_A , G_A , 및 B_A 데이터는 픽셀 A의 이미지 데이터와 연관되고, R_B , G_B , B_B 데이터는 픽셀 B의 이미지 데이터와 연관된다. 대응적으로, R_C , G_C , 및 B_C 데이터는 픽셀 C의 이미지 데이터와 연관되고, R_D , G_D , B_D 데이터는 픽셀 D의 이미지 데이터와 연관된다. 압축 타입 식별 비트는 실제로 사용되는 압축 방법을 표시하며; (1 x 4) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)에서, 압축 타입 식별 비트에 1비트가 할당된다. 이 실시예에서, (1 x 4) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)의 압축 타입 식별 비트의 값은 "0"이다.
- [0250] 반면, R_A , G_A 및 B_A 는 픽셀 A의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들에 대해 비트면들의 수를 감소시키는 프로세스를 수행함으로써 획득되는 비트-면-감소된 데이터이고, R_B , G_B 및 B_B 데이터는 픽셀 B의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들에 대해 비트면들의 수를 감소시키는 프로세스를 수행함으로써 획득되는 비트-면-감소된 데이터이다. 유사하게, R_C , G_C , 및 B_C 데이터는 픽셀 C의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들에 대해 비트면들의 수를 감소시키는 프로세스를 수행함으로써 획득되는 비트-면-감소된 데이터이고, R_D , G_D 및 B_D 데이터는 픽셀 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들에 대해 비트면들의 수를 감소시키는 프로세스를 수행함으로써 획득되는 비트-면-감소된 데이터이다. 이 실시예에서, 픽셀 D의 B 서브-픽셀과 연관된 B_D 데이터만이 3비트 데이터이고, 다른 데이터들은 4비트 데이터이다.
- [0251] 하기에, 도 13a를 참조하여 압축 회로(5a)에서 수행되는 (1 x 4) 픽셀 압축에 대한 설명이 주어진다. (1 x 4) 픽셀 압축에서, 디더 행렬을 사용한 디더링 프로세스가 픽셀들 A 내지 D 각각의 이미지 데이터의 비트면들의 수를 감소시키기 위해 픽셀들 A 내지 D의 각각의 이미지 데이터에 대해 수행된다. 보다 구체적으로, 픽셀들 A, B, C 및 D의 이미지 데이터의 데이터 값들 각각에 에러 데이터 α 를 더하는 프로세스가 먼저 수행된다. 이 실시예에서, 각각의 픽셀에 대한 에러 데이터 α 는 픽셀의 좌표로부터 Bayer 행렬인 기본 행렬에 기반하여 결정된다. 에러 데이터 α 의 계산은 추후 별도로 설명될 것이다. 하기에, 에러 데이터 α 는 픽셀들 A, B, C 및 D에 대해 각각 0, 5, 10 및 15로 세팅되는 것으로 가정한다.
- [0252] 추가적으로, 이후 라운딩 프로세스가 R_A 데이터, G_A 데이터, B_A 데이터, R_B 데이터, G_B 데이터, B_B 데이터, R_C 데이터, G_C 데이터, B_C 데이터, R_D 데이터, G_D 데이터 및 B_D 데이터를 생성하기 위해 수행된다. 라운딩 프로세스는 원하는 자연수 n 에 대해 $2^{(n-1)}$ 값을 더하고 이후 최저 n 비트를 절단하는 프로세스를 의미한다는 점에 유의한다. 구체적으로, 16의 값을 더하고 이후 최저 5비트를 절단하는 프로세스가 픽셀 D의 B 서브-픽셀의 그레이-레벨 값에 대해 수행된다. 다른 그레이-레벨 값들에 대해, 8의 값을 더하고 이후 최저 4비트를 절단하는 프로세스가 수행된다. (1 x 4) 픽셀 압축에 의한 압축된 데이터(22)의 생성은 최종적으로, 이러한 방식으로 생성된 R_A 데이터, G_A 데이터, B_A 데이터, R_B 데이터, G_B 데이터, B_B 데이터, R_C 데이터, G_C 데이터, B_C 데이터, R_D 데이터, G_D 데이터 및 B_D 데이터에 대해 압축 타입 식별 비트로서 값 "0"을 부가함으로써 완료된다.
- [0253] 도 13b는 (1 x 4) 픽셀 압축에 의해 생성된 압축된 데이터(22)에 대한 압축해제 방법을 예시하는 다이어그램이다. (1 x 4) 픽셀 압축에 의해 생성된 압축된 데이터(22)의 압축해제에서, R_A 데이터, G_A 데이터, B_A 데이터, R_B 데이터, G_B 데이터, B_B 데이터, R_C 데이터, G_C 데이터, B_C 데이터, R_D 데이터, G_D 데이터 및 B_D 데이터에 대해 비트 전달이 먼저 수행된다. 보다 구체적으로, 5비트 전달이 픽셀 D의 B 서브-픽셀과 연관된 B_D 데이터에 대해 수행되고, 4비트 전달이 다른 데이터에 대해 수행된다.
- [0254] 추가적으로, 에러 데이터 α 는 압축된 데이터(22)의 압축해제를 완료하기 위해 비트-전달 프로세스에 의해 획득된 데이터로부터 차감된다. 이는 압축해제된 데이터(23)가 픽셀들 A 내지 D에 대해 생성되는 결과를 초래한다. 압축해제된 데이터(23)는 오리지널 이미지 데이터(21)와 거의 일치한다. 도 13b에 도시된 압축해제된 데이터

(23) 내의 픽셀들 A 내지 D의 개별 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들을 도 13a에 도시된 이미지 데이터(21) 내의 픽셀들 A 내지 D의 개별 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들과 비교하면, 픽셀들 A 내지 D의 오리지널 이미지 데이터(21)가 전송된 압축해제 방법에 의해 거의 완전하게 복원된다는 점이 이해될 것이다.

[0255] (1 x 4) 픽셀 압축이 압축 회로(5a)에서 수행되는 경우, FRC 프로세스가 드라이버(3)의 FRC 회로(12)에서 수행된다. 구체적으로, 압축해제 회로(11)는 압축된 데이터(22)가 (1 x 4) 픽셀 압축에 의해 생성된다는 것을 압축 타입 식별 비트로부터 인지하고, FRC 스위칭 신호(25)를 송신함으로써 FRC 프로세스를 수행하도록 FRC 회로(12)에 명령한다. FRC 프로세스에서, 디스플레이 데이터(24)는 압축해제된 데이터(23)에서 R, G 및 B 서브-픽셀들의 8비트 그레이-레벨 값들에 FRC 에러들을 더하고, 이후 최저 2비트를 절단함으로써 생성된다. 디스플레이 데이터(24)에서, 픽셀들 각각의 서브-픽셀들 각각에 6비트가 할당된다. 즉, 디스플레이 데이터(24)는 각각의 픽셀에 18비트가 할당되는 데이터이다. 도 6a 및 6b에 예시된 값들이 FRC 에러들로서 사용된다.

[0256] 도 14는 도 13b에 도시된 압축해제된 데이터(23)에 대해 FRC 프로세스를 수행함으로써 생성된 디스플레이 데이터(24)의 콘텐츠를 예시하는 테이블이다. FRC 프로세스는 R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 6비트가 할당되는 디스플레이 데이터(24)가, R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 8비트가 할당되는 압축해제된 데이터(23)의 정보량과 동일한 정보량을 가지게 한다. 도 14에 예시된 픽셀들 A 내지 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 개별 그레이-레벨 값들을 4로 곱하고 이후 4m번째 내지 (4m + 3)번째 프레임에 대한 평균들을 계산하는 경우, 상기 평균들이 도 13b에 도시된 압축해제된 데이터(23) 내의 픽셀들 A 내지 D의 개별 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들과 일치한다는 점이 이해될 것이다. 이는 또한 디스플레이 데이터(24)가 오리지널 이미지 데이터(21)를 잘 표현한다는 것을 의미한다. 즉, 8비트에 대응하는 그레이-레벨의 수를 가지는 이미지 디스플레이는, R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 6비트가 할당되는 디스플레이 데이터(24)를 사용함으로써 의사 방식으로 달성된다.

[0257] 2-3. (2 + 1 x 2) 픽셀 압축

[0258] 도 15는 (2 + 1 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)의 예시적인 포맷을 예시하는 개념도이고, 도 16은 (2 + 1 x 2) 픽셀 압축을 예시하는 개념도이다. 전송된 바와 같이, 타겟 블록의 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 높은 상관성이 존재하고, 전송된 2개 픽셀들과 다른 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 낮은 상관성이 존재하고, 다른 2개 픽셀들 서로 사이의 이미지 데이터 사이에 낮은 상관성이 존재하는 경우, (2 + 1 x 2) 픽셀 압축이 채택된다. 이러한 실시예에서, 도 16에 예시된 바와 같이, (2 + 1 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)는 압축 타입 식별 비트를 포함하는 헤더, 선택 데이터, R 대표값, G 대표값, B 대표값, 크기 관계 데이터, β 비교 결과 데이터, Ri 데이터, Gi 데이터, Bi 데이터, Rj 데이터, Gj 데이터 및 Bj 데이터로 구성된다. (1 x 4) 픽셀 압축에 의해 생성된 전송된 압축된 데이터(22)의 경우와 마찬가지로, (2 + 1 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성된 압축된 데이터(22)는 48비트 데이터이다.

[0259] 압축 타입 식별 비트는 실제로 사용되는 압축 방법을 표시하고, (2 + 1 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22) 내의 압축 타입 식별 비트에 2비트가 할당된다. 이 실시예에서, (2 + 1 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)의 압축 타입 식별 비트의 값은 "10"이다.

[0260] 선택 데이터는 어느 2개 픽셀들이 대응하는 이미지 데이터 내의 높은 상관성을 가지는지를 표시하는 3비트 데이터이다. (2 + 1 x 2) 픽셀 압축이 사용되는 경우, 픽셀들 A 내지 D 중 2개의 이미지 데이터 사이의 상관성이 높고, 상기 2개 픽셀들의 이미지 데이터와 나머지 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 상관성은 낮다. 따라서, 높게 상관된 2개 픽셀들의 조합들의 수는 6이며 다음과 같다:

[0261] · 픽셀들 A 및 C

[0262] · 픽셀들 B 및 D

[0263] · 픽셀들 A 및 B

[0264] · 픽셀들 C 및 D

[0265] · 픽셀들 B 및 C

[0266] · 픽셀들 A 및 D

[0267] 선택 데이터는, 3개 비트를 사용함으로써, 높게 상관된 2개 픽셀들이 이들 6개 조합들 중 어느 것에 드는지를 표시한다.

- [0268] R, G 및 B 대표값들은 각각 높게 상관된 2개 픽셀들의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들을 나타내는 값들이다. 도 16의 예에서, R 및 G 대표값들은 각각 5비트 또는 6비트 데이터이고, B 대표값은 5비트 데이터이다.
- [0269] β 비교 결과 데이터는, 높게 상관된 2개 픽셀들의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 및 높게 상관된 2개 픽셀들의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이가 미리 결정된 임계값 β 보다 더 큰지의 여부를 표시한다. 이 실시예에서, β 비교 결과 데이터는 2비트 데이터이다.
- [0270] 반면, 크기 관계 데이터는 높게 상관된 2개 픽셀들 중 어느 것이 더 큰 그레이-레벨 값을 가지는 R 서브-픽셀을 포함하는지, 그리고 높게 상관된 2개 픽셀들 중 어느 것이 더 큰 그레이-레벨 값을 가지는 G 서브-픽셀을 포함하는지를 표시한다. R 서브-픽셀과 연관된 크기 관계 데이터는 높게 상관된 2개 픽셀들의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이가 임계값 β 보다 더 큰 경우에만 생성되고, G 서브-픽셀들과 연관된 크기 관련 데이터는 높게 상관된 2개 픽셀들의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이가 임계값 β 보다 더 큰 경우에만 생성된다. 따라서, 크기 관련 데이터는 0 내지 2비트 데이터이다.
- [0271] R_i 데이터, G_i 데이터, B_i 데이터, R_j 데이터, G_j 데이터 및 B_j 데이터는 낮게 상관된 2개 픽셀들의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들에 대한 비트면들의 수를 감소시키는 프로세스를 수행함으로써 획득된 비트-면-감소된 데이터이다. 이 실시예에서, R_i 데이터, G_i 데이터, B_i 데이터, R_j 데이터, G_j 데이터 및 B_j 데이터 모두 4비트 데이터이다.
- [0272] 하기에서, 도 16을 참조하여 $(2 + 1 \times 2)$ 픽셀 압축에 대한 설명이 주어진다. 도 16은 픽셀들 A 및 B의 이미지 데이터 사이의 상관이 높고, 픽셀들 A 및 B의 이미지 데이터와 픽셀들 C 및 D의 이미지 데이터 사이의 상관이 낮고, 픽셀들 C 및 D의 이미지 데이터 사이의 상관이 낮은 경우, $(2 + 1 \times 2)$ 픽셀 압축에 의한 압축된 데이터(22)의 생성을 표시한다. 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 압축된 데이터(22)가 또한 상이한 경우들에 대해 동일한 방식으로 생성될 수 있다는 점을 용이하게 이해할 것이다.
- [0273] 우선, (높은 상관을 가지는) 픽셀들 A 및 B의 이미지 데이터의 압축 프로세스가 설명된다. 먼저, 그레이-레벨 값들의 평균 값인 R , G 및 B 서브-픽셀들 각각에 대해 먼저 계산된다. R , G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값들인 R_{ave} , G_{ave} 및 B_{ave} 는 다음 식:
- [0274]
$$R_{ave} = (R_A + R_B + 1)/2,$$
- [0275]
$$G_{ave} = (G_A + G_B + 1)/2, \text{ 및}$$
- [0276]
$$B_{ave} = (B_A + B_B + 1)/2$$
- [0277] 에 의해 계산된다.
- [0278] 추가적으로, 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|R_A - R_B|$ 및 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|G_A - G_B|$ 가 미리 결정된 임계값 β 와 비교된다. 비교 결과는 β 비교 결과 데이터로서 $(2 + 1 \times 2)$ 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)에 기술된다.
- [0279] 추가적으로, 픽셀들 A 및 B의 R 및 G 서브-픽셀들에 대해, 크기 관련 데이터가 다음 절차에 의해 생성된다: 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|R_A - R_B|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, 크기 관련 데이터는 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 중 어느 것이 더 큰지를 기술하기 위해 생성된다. 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|R_A - R_B|$ 가 임계값 β 와 같거나 더 작은 경우, 크기 관련 데이터는 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 크기 관계를 기술하지 않도록 생성된다. 유사하게, 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|G_A - G_B|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, 크기 관련 데이터는 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 중 어느 것이 더 큰지를 기술하기 위해 생성된다. 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|G_A - G_B|$ 가 임계값 β 와 같거나 더 작은 경우, 크기 관련 데이터는 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 크기 관계를 기술하지 않도록 생성된다.
- [0280] 도 16의 예에서, 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들이 각각 50 및 59이고, 임계값 β 는 4이다. 이 경우, 그레이-레벨 값의 차이 $|R_A - R_B|$ 가 임계값 β 보다 더 크고, 따라서 이러한 사실은 β 비교 결과 데이

터에 기술된다. 또한, 픽셀 B의 R 서브-픽셀의 그레이-레벨 값이 픽셀 A의 R 서브-픽셀의 그레이-레벨 값보다 더 크다는 사실이 크기 관계 데이터에 기술된다. 반면, 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 각각 2 및 1이다. 그레이-레벨 값의 차이 $|G_A - G_B|$ 는 임계값 β 보다 더 작고, 따라서, 이러한 점은 β 비교 결과 데이터에 기술된다. 크기 결과 데이터는 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀의 그레이-레벨 값들 사이의 크기 관계를 기술하지 않도록 생성된다. 그 결과, 크기 관계 데이터는 도 16의 예에서 1비트 데이터이다.

[0281] 후속적으로, 에러 데이터 α 가 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값들 R_{ave} , G_{ave} 및 B_{ave} 에 더해진다. 이 실시예에서, 에러 데이터 α 는 각각의 조합의 2개 픽셀들의 좌표들로부터 기본 행렬을 사용함으로써 결정된다. 에러 데이터 α 의 계산은 추후에 별도로 설명될 것이다. 하기에서, 픽셀 A 및 B에 대해 세팅된 에러 데이터 α 가 0이라고 가정된다.

[0282] 추가적으로, 라운딩 프로세스 또는 FRC 프로세스가 R, G 및 B 대표값들을 계산하기 위해 수행된다. R 또는 G 대표값에 대해, 라운딩 프로세스 및 FRC 프로세스 중 어느 것이 선택될지는 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|R_A - R_B|$ 와 임계값 β 사이의 크기 관계, 또는 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|G_A - G_B|$ 와 임계값 β 사이의 크기 관계에 따라 결정된다.

[0283] 상세하게는, R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|R_A - R_B|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, 라운딩 프로세스가 (에러 데이터 α 가 더해진 이후) R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 R_{ave} 에 대해 수행된다. 구체적으로, R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 R_{ave} 에 상수 값 4를 더하고 이후 최저 3비트를 절단하는 프로세스가 수행된다. 반면, R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|R_A - R_B|$ 가 임계값 β 과 같거나 더 작은 경우, FRC 프로세스가 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 R_{ave} 에 대해 수행된다. 구체적으로, (에러 데이터 α 가 더해진 이후) R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 R_{ave} 에 FRC 에러를 더하고, 이후 최저 2비트를 절단하는 프로세스가 수행된다. FRC 프로세스에 사용되는 FRC 에러는 0 내지 3에서 선택된 값을 가지고, 특정 타겟 블록에 대해 사용되는 FRC 에러는 4개 프레임의 사이클 주기에서 매 프레임마다 스위칭된다. 따라서, 설명된 바와 같이, 라운딩 프로세스 또는 FRC 프로세스가 (에러 데이터 α 가 더해진 이후) R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 R_{ave} 에 대해 수행되고, 이에 의해 R 대표값이 계산된다.

[0284] 유사하게, G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|G_A - G_B|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, 라운딩 프로세스가 (에러 데이터 α 가 더해진 이후) G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 G_{ave} 에 대해 수행된다. 구체적으로, G 대표값을 계산하기 위해 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 G_{ave} 에 상수 값 4를 더하고 이후 최저 3비트를 절단하는 프로세스가 수행된다. 반면, G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|G_A - G_B|$ 가 임계값 β 과 같거나 더 작은 경우, FRC 프로세스가 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 G_{ave} 에 대해 수행된다. 구체적으로, (에러 데이터 α 가 더해진 이후) G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 G_{ave} 에 FRC 에러를 더하고, 이후 최저 2비트를 절단하는 프로세스가 수행된다. FRC 프로세스에 사용되는 FRC 에러는 0 내지 3 중에서 선택된 값을 가지고, 특정 타겟 블록에 대해 사용되는 FRC 에러는 4개 프레임의 사이클 주기에서 매 프레임마다 스위칭된다.

[0285] 반면, B 대표값에 대해, B 대표값은 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 B_{ave} 에 상수값 4를 더하고, 이후 최저 3비트를 절단하는 라운딩 프로세스를 수행함으로써 계산된다.

[0286] 도 16의 예에서, 라운딩 프로세스는 픽셀들 A 및 B의 R 및 B 대표값들의 계산시에 수행되는 반면, FRC 프로세스는 G 대표값의 계산시에 수행된다. 도 16은 4m번째 프레임, (4m + 1)번째 프레임, (4m + 2)번째 프레임 및 (4m + 3)번째 프레임 내의 G 대표값들을 획득하는데 사용되는 FRC 에러들의 값들이 각각 2, 0, 3 및 1인 경우에 대한 G 대표값들을 예시한다. 예를 들어, G 대표값은, G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 $G_{ave}(=2)$ 에 FRC 에러 값(=2)을 더하고, 이후 최저 2비트를 절단함으로써 4m번째 프레임에서 계산된다. 4m 번째 프레임의 G 대표값은 다음 식:

[0287] $(G \text{ 대표값}) = (2 + 2)/4,$

[0288] $= 1$

[0289] 에 의해 획득된다. 동일한 내용이 다른 프레임들에 대해서도 적용된다.

[0290] 반면, (낮게 상관된) 픽셀들 C 및 D의 이미지 데이터에 대해, (1 x 4) 픽셀 압축과 동일한 프로세스가

수행된다. 즉, 디터 행렬을 사용하는 디터 프로세스가 픽셀들 C 및 D 각각에 대해 독립적으로 수행되고, 이에 의해, 픽셀들 C 및 D의 이미지 데이터 각각의 비트 면들의 수가 감소한다. 구체적으로, 먼저, 픽셀들 C 및 D의 이미지 데이터 각각에 에러 데이터 α 를 더하는 프로세스가 수행된다. 전술된 바와 같이, 각각의 픽셀에 대한 에러 데이터 α 는 픽셀의 좌표로부터 계산된다. 하기에서, 픽셀들 C 및 D에 대해 세팅된 에러 데이터 α 가 각각 10 및 15라는 것이 가정된다.

[0291] 추가적으로, 라운딩 프로세스가 R_c 데이터, G_c 데이터, B_c 데이터, R_D 데이터, G_D 데이터 및 B_D 데이터를 생성하기 위해 수행된다. 구체적으로, 픽셀들 C 및 D 각각의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 각각에 8의 값을 더하고, 이후 최저 4비트를 절단하는 프로세스가 수행된다. 그 결과, R_c 데이터, G_c 데이터, B_c 데이터, R_D 데이터, G_D 데이터 및 B_D 데이터가 계산된다.

[0292] 압축된 데이터(22)는 전술된 바와 같이 생성된 R, G 및 B 대표값들, 크기 관계 데이터, β 비교 결과 데이터, R_c 데이터, G_c 데이터, B_c 데이터, R_D 데이터, G_D 데이터 및 B_D 데이터에 압축 타입 식별 비트들 및 선택 데이터를 부가함으로써 최종적으로 생성된다.

[0293] 도 17a 내지 17c는 $(2 + 1 \times 2)$ 픽셀 압축에 의해 압축된 데이터(22)에 대한 압축해제 방법을 예시하는 다이어그램이다. 도 17a 내지 17c는 픽셀들 A 및 B의 이미지 데이터의 일부분들 사이에 높은 상관관계가 존재하고, 픽셀들 A 및 B의 이미지 데이터와 픽셀들 C 및 D의 이미지 데이터 사이에 낮은 상관관계가 존재하고, 픽셀들 C 및 D의 이미지 데이터의 일부분들 사이에 낮은 상관관계가 존재하는 경우, 압축된 데이터(22)의 압축해제를 예시한다. 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 다른 경우들에서, $(2 + 1 \times 2)$ 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)가 또한 동일한 방식으로 압축해제될 수 있다는 점을 이해할 것이다.

[0294] 먼저, (높게 상관된) 픽셀들 A 및 B에 대한 압축 데이터(22)의 압축해제 프로세스가 도 17a 및 17b를 참조하여 설명된다. 도 17a 및 17b는 4m번째 내지 (4m+3)번째 프레임들 각각에서의 압축해제 프로세스를 예시한다. 도 17a 및 17b의 예에서, 전술된 바와 같이, FRC 프로세스는 픽셀들 A 및 B에 대해 압축된 데이터(22)의 R 및 B 대표값들의 계산시에 수행되지 않는 반면, FRC 프로세스는 G 대표값의 계산시 수행된다는 것에 유의해야 한다.

[0295] 먼저, 비트 전달 프로세스가 R, G 및 B 대표값들 각각에 대해 수행된다. 여기서, R 및 G 대표값들에 대해, 비트 전달 프로세스가 수행될지의 여부는 그레이-레벨 값들의 차이들 $|R_A - R_B|$ 및 $|G_A - G_B|$ 과 임계값 β 사이의 크기 관계에 따라 결정된다. R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|R_A - R_B|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, 3비트 전달 프로세스가 R 대표값에 대해 수행되는 반면, 그렇지 않은 경우, 비트 전달 프로세스는 수행되지 않는다. 유사하게, G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|G_A - G_B|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, 3비트 전달 프로세스가 G 대표값에 대해 수행되는 반면, 그렇지 않은 경우, 비트 전달 프로세스는 수행되지 않는다. 도 17a 및 17b의 예에서, 3비트 전달 프로세스가 R 대표값에 대해 수행되는 반면, 비트 전달 프로세스는 G 대표값에 대해 수행되지 않는다. 반면, B 대표값에 대해, 3비트 전달 프로세스는 β 비교 결과 데이터와는 무관하게 수행된다.

[0296] 추가적으로, 압축해제된 데이터(23)의 픽셀들 A 및 B의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은, 에러 데이터 α 가 대응하는 R, G 및 B 대표값들로부터 차감된 이후, R, G 및 B 대표값들로부터 복원된다.

[0297] β 비교 결과 데이터 및 크기 관계 데이터는 압축해제된 데이터(23)의 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 복원시 사용된다. β 비교 결과 데이터가 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|R_A - R_B|$ 가 임계값 β 보다 더 크다고 기술하는 경우, R 대표값에 상수값 5를 더함으로써 획득된 값은 크기 관계 데이터에서 더 큰 그레이-레벨 값을 가지는 것으로서 기술되는 픽셀들 A 및 B 중 하나의 R 서브-픽셀의 그레이-레벨 값으로서 복원되고, R 대표값으로부터 상수값 5를 차감함으로써 획득되는 값은 크기 관계 데이터에서 더 작은 그레이-레벨 값을 가지는 것으로서 기술되는 다른 하나의 R 서브-픽셀의 그레이-레벨 값으로서 복원된다. 이러한 방식으로 복원된 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀의 그레이-레벨 값들은 8비트 값들이다. 반면, R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|R_A - R_B|$ 가 임계값 β 보다 더 작은 경우, 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 R 대표값과 일치하는 것으로서 복원된다.

[0298] β 비교 결과 데이터 및 크기 관계 데이터는 또한 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 복원시 동일한 프로세스를 수행하기 위해 사용된다. G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|G_A - G_B|$ 가 β 비교 결과 데이터에서 임계값 β 보다 더 큰 것으로서 기술되는 경우, G 대표값에 상수값 5를 더함으로써 획득되는

값은 크기 관계 데이터에서 더 큰 그레이-레벨을 가지는 것으로서 기술되는 픽셀들 A 및 B 중 하나의 G 서브-픽셀의 그레이-레벨 값으로서 복원되고, G 대표값으로부터 상수값 5를 차감함으로써 획득되는 값은 크기 관계 데이터에서 더 작은 그레이-레벨 값을 가지는 것으로서 기술되는 다른 하나의 G 서브-픽셀의 그레이-레벨 값으로서 복원된다. 이러한 방식으로 복원된 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 8비트 값들이다. 반면, G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|G_A - G_B|$ 가 임계값 β 보다 더 작은 경우, 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 G 대표값과 일치하는 것으로서 복원된다.

[0299] R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|R_A - R_B|$ 가 임계값 β 보다 더 작은 경우, 비트 전달 프로세스가 수행되지 않으며, 따라서, 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 결과적인 그레이-레벨 값들이 6비트 값들이라는 것에 유의해야 한다. 유사하게, G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|G_A - G_B|$ 가 임계값 β 보다 더 작은 경우, 비트 전달 프로세스가 수행되지 않으며, 따라서, 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 결과적인 그레이-레벨 값들은 6비트 값들이다.

[0300] 도 17a 및 17b의 예에서, 픽셀 A의 R 서브-픽셀의 그레이-레벨 값은 R 대표값으로부터 5의 값을 차감함으로써 획득되는 8비트 값으로서 복원되고, 픽셀 B의 R 서브-픽셀의 그레이-레벨 값은 R 대표값에 5의 값을 더함으로써 획득되는 8비트 값으로서 복원된다. 또한, 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 값은 G 대표값과 일치하는 6비트 값들로서 각각 복원된다.

[0301] 반면, 픽셀들 A 및 B의 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 복원시, 픽셀들 A 및 B의 B 서브-픽셀들의 값들은 β 비교 결과 데이터 및 크기 관계 데이터와는 무관하게 B 대표값과 일치하는 것으로서 복원된다. 이러한 방식으로 복원된 픽셀들 A 및 B의 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 8비트 값들이다.

[0302] 따라서, 픽셀들 A 및 B의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 복원이 완료된다.

[0303] 반면, (낮게 상관되는) 픽셀들 C 및 D의 이미지 데이터의 일부분들에 관한 압축해제 프로세스에 있어서, (1 x 4) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)의 전송된 압축해제 프로세스와 동일한 프로세스가 도 17c에 예시된 바와 같이 수행된다. 픽셀들 C 및 D의 이미지 데이터에 대한 압축해제 프로세스에서, R_C 데이터, G_C 데이터, B_C 데이터, R_D 데이터, G_D 데이터 및 B_D 데이터 각각에 대해 4비트 전달 프로세스가 먼저 수행된다. 추가적으로, 픽셀들 C 및 D의 압축해제된 데이터(23)(즉, R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들)를 생성하기 위해 4비트 전달 프로세스에 의해 획득된 데이터로부터 여러 데이터 α 가 차감된다. 따라서, 픽셀들 C 및 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 복원이 완료된다. 픽셀들 C 및 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 8비트 값들로서 복원된다.

[0304] 전송된 바와 같이 복원된 이미지 데이터는 압축해제된 데이터(23)로서 FRC 회로(12)에 전송된다.

[0305] FRC 회로(12)에서, FRC 프로세스는 압축 회로(5a)에서 FRC 프로세스를 아직 거치지 않은 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들에 대해 수행된다. 구체적으로, 압축해제 회로(11)는 압축된 데이터(22)의 생성이 (2 + 1 x 2) 픽셀 압축에 의해 수행된다는 것을 압축 타입 식별 비트로부터 인지하고, 추가적으로, FRC 프로세스를 거치지 않은 서브-픽셀들을 β 비교 결과 데이터로부터 인지한다. 인지 결과에 응답하여, 압축해제 회로(11)는 FRC 스위칭 신호(25)를 사용함으로써 원하는 픽셀들의 원하는 서브-픽셀들의 FRC 프로세스를 수행하도록 FRC 회로(12)에 명령한다. 도 17a 내지 17c의 예에서, FRC 회로(12)는 픽셀 A 및 B의 G 서브-픽셀들에 대해 어떠한 FRC 프로세스도 수행하지 않는다. 즉, 디스플레이 데이터(24) 내의 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 압축해제된 데이터(23) 내의 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들과 동일하다. 반면, 다른 서브-픽셀들(즉, 픽셀들 A 및 B의 R 및 B 서브-픽셀들, 및 픽셀들 C 및 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들)에 대해, FRC 프로세스가 수행된다. 이러한 FRC 프로세스에서, FRC 에러들은 FRC 프로세스를 거칠 개별 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들(8비트)에 더해지고, 이후 최저 2비트가 절단된다. FRC 에러들로서, 도 6a 및 6b에 예시된 값들이 사용된다.

[0306] 도 18a 및 18b는 도 17a 내지 17c에 도시된 압축해제된 데이터에 대해 FRC 프로세스를 수행함으로써 생성되는 디스플레이 데이터(24)의 콘텐츠를 예시하는 테이블이다. 도 18a는 픽셀들 A 및 B와 연관된 압축해제된 데이터에 대해 수행되는 FRC 프로세스를 예시하고, 도 18b는 픽셀들 C 및 D와 연관된 압축해제된 데이터에 대해 수행되는 FRC 프로세스를 예시한다는 점에 유의해야 한다. 도 18a에 예시된 바와 같이, FRC 프로세스가 픽셀들 A 및 B에 대한 R 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들에 대해 수행되는 반면, G 서브-픽셀들에 대해서는 어떠한 프로세스도 수행되지 않는다. 반면, 도 18b에 예시된 바와 같이, FRC 프로세스가 픽셀들 C 및 D에 대한 R, G

및 B 서브-픽셀들 모두에 대해 수행된다.

[0307] 이러한 FRC 프로세스는 디스플레이 데이터(24)에 동일한 정보량을 포함시킬 수 있으며, 여기서, 압축해제된 데이터(23)로서 R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 6비트가 할당된다. 도 19는 도 18a 및 18b에 예시된 픽셀들 A 내지 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 개별 그레이-레벨 값들을 4로 곱하고, 이후 4m번째 내지 (4m +3)번째 프레임들에 대해 결과적인 값들을 평균냄으로써 획득된 평균 값들을 예시하는 테이블이다. 도 19에 예시된 픽셀들 A 내지 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들에 대해 개별적으로 획득된 평균 값들이 도 16에 예시된 이미지 데이터(21)의 값들과 거의 일치한다는 점이 이해될 것이다. 동시에, 이는 디스플레이 데이터(24)가 오리지널 이미지 데이터(21)를 잘 표현한다는 것을 내포한다. 즉, R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 6비트가 할당되는 디스플레이 데이터(24)를 사용함으로써, 8비트에 대응하는 그레이-레벨들의 수를 가지는 이미지 디스플레이가 의사 방식으로 달성될 수 있다.

[0308] 2-4. (2 x 2) 픽셀 압축

[0309] 도 20은 (2 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)의 예시적인 포맷을 예시하는 개념도이고, 도 21a는 (2 x 2) 픽셀 압축을 예시하는 개념도이다. 전술된 바와 같이, (2 x 2) 픽셀 압축은 타겟 블록의 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 높은 상관성이 존재하고, 다른 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 높은 상관성이 존재하는 경우 사용되는 압축 방법이다. 이러한 실시예에서, 도 20에 예시된 바와 같이, (2 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성된 압축된 데이터(22)는 압축 타입 식별 비트, 선택 데이터, R 대표값 #1, G 대표값 #1, B 대표값 #1, R 대표값 #2, G 대표값 #2, B 대표값 #2, 크기 관계 데이터, β 비교 결과 데이터 및 패딩 데이터로 구성되는 48 비트 데이터이다.

[0310] 압축 타입 식별 비트는 압축에 실제로 사용되는 압축 방법을 표시하고, (2 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22) 내의 압축 타입 식별 비트에 3비트가 할당된다. 이 실시예에서, (2 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성된 압축된 데이터(22)의 압축 타입 식별 비트의 값은 "110"이다.

[0311] 선택 데이터는 픽셀들 A 내지 D 중 어느 두 개가 대응하는 이미지 데이터 사이에 높은 상관성을 가지는지를 표시하는 2비트 데이터이다. (2 x 2) 픽셀 압축이 사용되는 경우, 픽셀들 A 내지 D 중 2개의 이미지 데이터 사이에 높은 상관성이 존재하고, 다른 2개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 높은 상관성이 존재한다. 따라서, 대응하는 이미지 데이터 사이에 높은 상관성을 가지는 2개 픽셀들의 조합들의 수는 3이며 다음과 같다:

[0312] · 픽셀들 A 및 B 사이의 상관성이 높고, 픽셀들 C 및 D 사이의 상관성이 높다.

[0313] · 픽셀들 A 및 C 사이의 상관성이 높고, 픽셀들 B 및 D 사이의 상관성이 높다.

[0314] · 픽셀들 A 및 D 사이의 상관성이 높고, 픽셀들 B 및 C 사이의 상관성이 높다.

[0315] 선택 데이터는 타겟 블록의 이미지 데이터의 상관들이 이들 3개의 조합들 중 어느 것에 드는지를 2비트로 표시한다.

[0316] R 대표값 #1, G 대표값 #1 및 B 대표값 #1은 높게 상관된 픽셀들의 2쌍 중 하나의 R 서브-픽셀, G 서브-픽셀 및 B 서브-픽셀의 그레이-레벨 값들을 나타내는 값들이다. R 대표값 #2, G 대표값 #2 및 B 대표값 #2는 높게 상관된 픽셀들의 다른 한 쌍의 R 서브-픽셀, G 서브-픽셀 및 B 서브-픽셀의 그레이-레벨 값들을 나타내는 값들이다. 도 22A 및 22B의 예에서, R 대표값 #1, G 대표값 #1, B 대표값 #1, R 대표값 #2, 및 B 대표값 #2 각각은 5 비트 또는 6비트 데이터이고, G 대표값 #2는 6 비트 또는 7 비트 데이터이다.

[0317] β 비교 결과 데이터는 2개의 높게 상관된 픽셀들의 각각의 조합의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이, 2개의 높게 상관된 픽셀들의 각각의 조합의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이, 및 높게 상관된 2개의 픽셀들의 각각의 조합의 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이가 미리 결정된 임계값 β 보다 더 큰지의 여부를 표시한다. 이 실시예에서, β 비교 결과 데이터는 높게 상관된 픽셀들의 각각의 쌍에 3비트가 할당되는 6비트 데이터이다.

[0318] 반면, 크기 관계 데이터는 2개의 높게 상관된 픽셀들 중 어느 것이 더 큰 R 서브-픽셀 그레이-레벨 값을 가지는지, 그리고 픽셀들 중 어느 것이 더 높은 G 서브-픽셀 그레이-레벨 값을 가지는지를 표시한다. R 서브-픽셀들과 연관된 크기 관계 데이터는 높게 상관된 2개의 픽셀들의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이가 임계값 β 보다 더 큰 경우에만 생성되고, G 서브-픽셀들과 연관된 크기 관계 데이터는 높게 상관된 2개의 픽셀

들의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이가 임계값 β 보다 더 큰 경우에만 생성되고, B 서브-픽셀들과 연관된 크기 관계 데이터는 높게 상관된 2개의 픽셀들의 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이가 임계값 β 보다 더 큰 경우에만 생성된다. 따라서, 크기 관계 데이터는 0 내지 6비트 데이터이다.

[0319] 패딩 데이터는 (2×2) 픽셀 압축에 의해 생성된 압축된 데이터(22)가 다른 압축 방법들에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)의 비트수와 동일한 비트수를 가지도록 하기 위해 더해진다. 이 실시예에서, 패딩 데이터는 1비트 데이터이다.

[0320] 하기에서, (2×2) 픽셀 압축이 도 21a 및 21b를 참조하여 설명된다. 도 21a 및 21b는 픽셀들 A 및 B의 이미지 데이터 사이의 상관이 높고 픽셀들 C 및 D의 이미지 데이터 사이의 상관이 높은 경우의 압축된 데이터(22)의 생성을 예시한다. 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 압축된 데이터(22)가 다른 경우들에 대해서 동일한 방식으로 생성될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0321] 먼저, 그레이-레벨 값들의 평균 값이 R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 대해 계산된다. 픽셀들 A 및 B의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값들 Rave1, Gave1 및 Bave1, 및 픽셀들 C 및 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값들 Rave2, Gave2 및 Bave2는 다음 식에 의해 계산된다:

[0322]
$$\text{Rave1} = (\text{R}_A + \text{R}_B + 1)/2,$$

[0323]
$$\text{Gave1} = (\text{G}_A + \text{G}_B + 1)/2,$$

[0324]
$$\text{Bave1} = (\text{B}_A + \text{B}_B + 1)/2,$$

[0325]
$$\text{Rave2} = (\text{R}_C + \text{R}_D + 1)/2,$$

[0326]
$$\text{Gave2} = (\text{G}_C + \text{G}_D + 1)/2, \text{ 및}$$

[0327]
$$\text{Bave2} = (\text{B}_C + \text{B}_D + 1)/2.$$

[0328] 추가적으로, 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|\text{R}_A - \text{R}_B|$, 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|\text{G}_A - \text{G}_B|$ 및 픽셀들 A 및 B의 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|\text{B}_A - \text{B}_B|$ 는 미리 결정된 임계값 β 와 비교된다. 유사하게, 픽셀들 C 및 D의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|\text{R}_C - \text{R}_D|$, G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|\text{G}_C - \text{G}_D|$ 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|\text{B}_C - \text{B}_D|$ 는 미리 결정된 임계값 β 와 비교된다. 이들 비교들의 결과들은 β 비교 결과 데이터로서 압축된 데이터(22)에 기술된다.

[0329] 추가적으로, 크기 관계 데이터는 픽셀들 A 및 B의 조합 및 픽셀들 C 및 D의 조합 각각에 대해 생성된다.

[0330] 구체적으로, 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|\text{R}_A - \text{R}_B|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, 크기 관계 데이터는 픽셀들 A 및 B 중 어느 것이 더 큰 R 서브-픽셀 그레이-레벨 값을 가지는지를 기술하도록 생성된다. 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|\text{R}_A - \text{R}_B|$ 가 임계값 β 과 같거나 이보다 더 작은 경우, 크기 관계 데이터는 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 크기 관계를 기술하지 않도록 생성된다. 유사하게, 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|\text{G}_A - \text{G}_B|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, 크기 관계 데이터는 픽셀들 A 및 B 중 어느 것이 더 큰 G 서브-픽셀 그레이-레벨 값을 가지는지를 기술하도록 생성된다. 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|\text{G}_A - \text{G}_B|$ 가 임계값 β 과 같거나 이보다 더 작은 경우, 크기 관계 데이터는 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 크기 관계를 기술하지 않도록 생성된다. 추가적으로, 픽셀들 A 및 B의 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|\text{B}_A - \text{B}_B|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, 크기 관계 데이터는 픽셀들 A 및 B 중 어느 것이 더 큰 B 서브-픽셀 그레이-레벨 값을 가지는지를 기술하도록 생성된다. 픽셀들 A 및 B의 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|\text{B}_A - \text{B}_B|$ 가 임계값 β 과 같거나 이보다 더 작은 경우, 크기 관계 데이터는 픽셀들 A 및 B의 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 크기 관계를 기술하지 않도록 생성된다.

[0331] 유사하게, 픽셀들 C 및 D의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|\text{R}_C - \text{R}_D|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경

우, 크기 관계 데이터는 픽셀들 C 및 D 중 어느 것이 더 큰 R 서브-픽셀 그레이-레벨 값을 가지는지를 기술하도록 생성된다. 픽셀들 C 및 D의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|R_C - R_D|$ 가 임계값 β 과 같거나 이보다 더 작은 경우, 크기 관계 데이터는 픽셀들 C 및 D의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 크기 관계를 기술하지 않도록 생성된다. 유사하게, 픽셀들 C 및 D의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|G_C - G_D|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, 크기 관계 데이터는 픽셀들 C 및 D 중 어느 것이 더 큰 G 서브-픽셀 그레이-레벨 값을 가지는지를 기술하도록 생성된다. 픽셀들 C 및 D의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|G_C - G_D|$ 가 임계값 β 과 같거나 이보다 더 작은 경우, 크기 관계 데이터는 픽셀들 C 및 D의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 크기 관계를 기술하지 않도록 생성된다. 추가적으로, 픽셀들 C 및 D의 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|B_C - B_D|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, 크기 관계 데이터는 픽셀들 C 및 D 중 어느 것이 더 큰 B 서브-픽셀 그레이-레벨 값을 가지는지를 기술하도록 생성된다. 픽셀들 C 및 D의 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|B_C - B_D|$ 가 임계값 β 과 같거나 이보다 더 작은 경우, 크기 관계 데이터는 픽셀들 C 및 D의 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 크기 관계를 기술하지 않도록 생성된다.

[0332] 도 21a의 예에서, 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 각각 50 및 59이고, 임계값 β 는 4이다. 이 경우, 그레이-레벨 값의 차이 $|R_A - R_B|$ 가 임계값 β 보다 더 크고, 따라서, 이러한 사실은 β 비교 결과 데이터에 기술되고, 또한 픽셀 B의 R 서브-픽셀의 그레이-레벨 값이 픽셀 A의 R 서브-픽셀의 그레이-레벨 값보다 더 크다는 사실은 크기 관계 데이터에 기술된다. 반면, 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 각각 2와 1이다. 이 경우, 그레이-레벨 값의 차이 $|G_A - G_B|$ 는 임계값 β 보다 더 작으며, 따라서, 이러한 사실은 β 비교 결과 데이터에 기술된다. 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 크기 관계는 크기 관계 데이터에 기술되지 않는다. 추가적으로, 픽셀들 A 및 B의 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 각각 30과 39이다. 이 경우, 그레이-레벨 값의 차이 $|B_A - B_B|$ 는 임계값 β 보다 더 크고, 따라서, 이러한 사실은 β 비교 결과 데이터에 기술되고, 또한 픽셀 B의 B 서브-픽셀의 그레이-레벨 값이 픽셀 A의 B 서브-픽셀의 그레이-레벨 값보다 더 크다는 사실은 크기 관계 데이터에 기술된다.

[0333] 또한, 픽셀들 C 및 D의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 도 21b의 예에서 모두 100이다. 이 경우, 그레이-레벨 값의 차이 $|R_C - R_D|$ 는 임계값 β 보다 더 작고, 따라서, 이러한 사실은 β 비교 결과 데이터에 기술된다. 픽셀들 C 및 D의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 크기 관계는 크기 관계 데이터에 기술되지 않는다. 추가적으로, 픽셀들 C 및 D의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 각각 80과 85이다. 이러한 경우, 그레이-레벨 값의 차이 $|G_C - G_D|$ 는 임계값 β 보다 더 크고, 따라서 이러한 사실은 β 비교 결과 데이터에 기술되며, 또한 픽셀 D의 G 서브-픽셀의 그레이-레벨 값이 픽셀 C의 G 서브-픽셀의 그레이-레벨 값보다 더 크다는 사실이 크기 관계 데이터에 기술된다. 추가적으로, 픽셀들 C 및 D의 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 각각 8과 2이다. 이러한 경우, 그레이-레벨 값의 차이 $|B_C - B_D|$ 는 임계값 β 보다 더 크고, 따라서, 이러한 사실은 β 비교 결과 데이터에 기술되며, 또한 픽셀 C의 B 서브-픽셀의 그레이-레벨 값이 픽셀 D의 B 서브-픽셀의 그레이-레벨 값보다 더 크다는 사실이 크기 관계 데이터에 기술된다.

[0334] 추가적으로, 예러 데이터 α 는 픽셀들 A 및 B의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균 값들인 Rave1, Gave1 및 Bave1 및 픽셀들 C 및 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균 값들인 Rave2, Gave2 및 Bave2에 더해진다. 이 실시예에서, 예러 데이터 α 는 각각의 조합의 2개의 픽셀들의 좌표들로부터, Bayer 행렬인 기본 행렬의 사용을 통해 결정된다. 예러 데이터 α 의 계산은 추후 별도로 설명될 것이다. 하기에, 픽셀들 A 및 B에 대해 세팅된 예러 데이터 α 는 0이고, 또한 픽셀들 C 및 D의 R 서브-픽셀들에 대해 세팅된 예러 데이터 α 는 0이고, 또한 픽셀들 C 및 D의 G 및 B 서브-픽셀들에 대해 세팅된 예러 데이터 α 는 10이라는 것이 가정된다.

[0335] 추가적으로, R 대표값 #1, G 대표값 #1, B 대표값 #1, R 대표값 #2, G 대표값 #2 및 B 대표값 #2를 계산하기 위해 (예러 데이터 α 가 더해진 이후) R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값들인 Rave1, Gave1, Bave1, Rave2, Gave2 및 Bave2에 대해 라운딩 프로세스 또는 FRC 프로세스가 수행된다.

[0336] 픽셀들 A 및 B에 대해, 라운딩 프로세스 및 FRC 프로세스 중 하나가, R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|R_A - R_B|$ 와 임계값 β 사이의 크기 관계, G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|G_A - G_B|$ 와 임계값 β 사이의 크기 관계, 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|B_A - B_B|$ 와 임계값 β 사이의 크

기 관계에 따라, 픽셀들 A 및 B의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값들 Rave1, Gave1 및 Bave1 각각에 대해 선택된다. 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|R_A - R_B|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 Rave1에 4의 값이 더해지고, 이후 3비트 절단이 수행되어 이에 의해 R 대표값 #1이 계산된다. 반면, 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|R_A - R_B|$ 가 임계값 β 과 같거나 이보다 더 작은 경우, R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 Rave1에 대해 FRC 프로세스가 수행된다. 구체적으로, FRC 에러는 (에러 데이터 α 가 더해진 이후) R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 Rave1에 더해지고, 이후, R 대표값 #1을 계산하기 위해 최저 2비트를 절단하는 프로세스가 수행된다. FRC 프로세스에서 사용되는 FRC 에러는 0 내지 3중 임의의 하나인 2비트 값을 가지고, 특정 타겟 블록에 대해 사용되는 FRC 에러는 4개 프레임들의 사이클 주기에서 매 프레임마다 스위칭된다. 따라서 전송된 바와 같이, 라운딩 프로세스 또는 FRC 프로세스가 R 대표값 #1을 계산하기 위해 (에러 데이터 α 가 더해진 이후) R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 Rave1에 대해 수행된다. 라운딩 프로세스가 수행되는 경우, R 대표값 #1은 5비트인 반면, FRC 프로세스가 수행되는 경우, R 대표값 #1은 6비트 값이다.

[0337] 동일한 내용이 G 및 B 서브-픽셀들에도 적용된다. 그레이-레벨 값의 차이 $|G_A - G_B|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 Gave1에 4의 값이 더해지고, 이후 최저 3비트를 절단하는 프로세스가 수행되어 G 대표값 #1이 계산된다. 그렇지 않은 경우, FRC 에러가 평균값 Gave1에 더해지고, 이후 최저 2비트를 절단하는 프로세스가 수행되어 이에 의해 G 대표값 #1이 계산된다. 추가적으로, 그레이-레벨 값의 차이 $|B_A - B_B|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 Bave1에 4의 값이 더해지고, 이후 B 대표값 #1을 계산하기 위해 최저 3비트를 절단하는 프로세스가 수행된다. 그렇지 않은 경우, FRC 에러가 평균값 Bave1에 더해지고, 이후 최저 2비트를 절단하는 프로세스가 수행되어 이에 의해 B 대표값 #1이 계산된다.

[0338] 도 21a의 예에서, 4의 값이 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 Rave1에 더해지고, 이후 최저 3비트를 절단하는 라운딩 프로세스가 수행되어 R 대표값 #1이 계산된다. 또한, 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 Gave1에 대해 G 대표값 #1을 계산하기 위해 FRC 프로세스가 수행된다. 추가적으로, B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 Bave1에 4의 값이 더해지고, 이후 최저 3비트를 절단하는 라운딩 프로세스가 수행되어 이에 의해 B 대표값 #1이 계산된다.

[0339] 동일한 내용이 픽셀들 C 및 D의 조합에 대해 적용되며, R 대표값 #2, G 대표값 #2 및 B 대표값 #2를 계산하기 위해 라운딩 프로세스 또는 FRC 프로세스가 수행된다. 도 21b의 예에서, 픽셀들 C 및 D의 R 서브-픽셀들 사이의 평균값 Rave2에 대한 R 대표값 #2를 계산하기 위해 FRC 프로세스가 수행된다. 사용되는 FRC 에러는 0 내지 3 중에서 선택되는 2비트 값이다. 또한, 픽셀들 C 및 D의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 Gave2에 4의 값이 더해지며, 이후 최저 3비트를 절단하는 프로세스가 수행되어 G 대표값 #2가 계산된다. 추가적으로, B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값 Bave2에 4의 값이 더해지고, 이후 최저 3비트를 절단하는 프로세스가 수행되어 이에 의해 B 대표값 #2가 계산된다.

[0340] 따라서, (2 x 2) 픽셀 압축에 의한 압축 프로세스가 완료된다.

[0341] 도 22a 내지 22d는 (2 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)에 대한 압축해제 방법을 예시하는 다이어그램들이다. 도 22a 내지 22d는 픽셀들 A 및 B의 이미지 데이터 사이의 상관성이 높고, 픽셀들 C 및 D의 이미지 데이터 사이의 상관성이 높은 경우 (2 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)의 압축해제를 예시한다. 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 다른 경우들에 대해, (2 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)가 또한 동일한 방식으로 압축해제될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0342] 우선, R 대표값 #1, G 대표값 #1, B 대표값 #1, R 대표값 #2, G 대표값 #2 및 B 대표값 #2 중에서, 라운딩 프로세스를 수행함으로써 계산되는 값들에 대해서 비트 전달 프로세스가 수행되고; FRC 프로세스를 통해 획득되는 대표값들에 대해서는 비트 전달 프로세스가 수행되지 않는다. R 대표값 #1에 대해, 예를 들어, R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 차이 $|R_A - R_B|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, 3-비트 전달 프로세스가 R 대표값 #1에 대해 수행되는 반면, 그렇지 않은 경우, 비트 전달 프로세스는 수행되지 않는다. 유사하게, 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 차이 $|G_A - G_B|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, 3-비트 전달 프로세스가 G 대표값 #1에 대해 수행되는 반면, 그렇지 않은 경우, 비트 전달 프로세스는 수행되지 않는다. 또한, 픽셀들 A 및 B의 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|B_A - B_B|$ 가 임계값 β 보다 더 큰 경우, 3-비트 전달 프로세스

스가 B 대표값 #1에 대해 수행되는 반면, 그렇지 않은 경우, 비트 전달 프로세스는 수행되지 않는다. 동일한 내용이 R 대표값 #2, G 대표값 #2 및 B 대표값 #2에 대해 적용된다.

[0343] 도 22a 및 22b의 예에서, 3비트를 전달하는 프로세스가 R 대표값 #1에 대해 수행되고, G 대표값 #1에 대해서는 비트 전달 프로세스가 수행되지 않으며, B 대표값 #1에 대해서는 3비트 전달 프로세스가 수행된다. 반면, 도 22c 및 22d에 도시된 바와 같이, R 대표값 #2에 대해서는 비트 전달 프로세스가 수행되지 않으며, G 대표값 #2 및 B 대표값 #2에 대해서는 3비트 전달 프로세스가 수행된다. 비트 전달 프로세스를 거치는 대표값들 각각은 8비트 값인 반면, 비트 전달 프로세스를 거치지 않는 대표값들 각각은 6비트 값이라는 것에 유의해야 한다.

[0344] 추가적으로, 예러 데이터 α 는 R 대표값 #1, G 대표값 #1, B 대표값 #1, R 대표값 #2, G 대표값 #2, B 대표값 #2 각각으로부터 차감되며, 이후, 결과적인 대표값들로부터, 픽셀 A 및 B의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들, 및 픽셀들 C 및 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들을 복원하기 위한 프로세스가 수행된다.

[0345] 그레이-레벨 값들의 복원시, β 비교 결과 데이터 및 크기 관계 데이터가 사용된다. β 비교 결과 데이터가 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|R_A - R_B|$ 가 임계값 β 보다 더 크다는 것을 기술하는 경우, R 대표값 #1에 상수값 5를 더함으로써 획득되는 값은 크기 관계 데이터에서 더 큰 것으로서 기술되는 픽셀들 A 및 B 중 하나의 R 서브-픽셀의 그레이-레벨 값으로서 복원되고, R 대표값 #1로부터 상수값 5를 차감함으로써 획득되는 값은 크기 관계 데이터에서 더 작은 것으로서 기술되는 다른 하나의 R 서브-픽셀의 그레이-레벨 값으로서 복원된다. 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 사이의 차이 $|R_A - R_B|$ 가 임계값 β 보다 더 작은 경우, 픽셀들 A 및 B의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 R 대표값 #1과 일치하는 것으로서 복원된다. 추가적으로, 픽셀들 A 및 B의 G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들, 및 픽셀들 C 및 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 또한 동일한 절차에 의해 복원된다.

[0346] 도 22a 내지 22d의 예에서, 픽셀 A의 R 서브-픽셀의 그레이-레벨 값은 R 대표값 #1으로부터 5의 값을 차감함으로써 획득되는 값으로서 복원되고, 픽셀 B의 R 서브-픽셀의 그레이-레벨 값은 R 대표값 #1에 5의 값을 추가함으로써 획득되는 값으로서 복원된다. 또한, 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 G 대표값 #1과 일치하는 값으로서 복원된다. 추가적으로, 픽셀 A의 B 서브-픽셀의 그레이-레벨 값은 B 대표값 #1로부터 5의 값을 차감함으로써 획득되는 값으로서 복원되고, 픽셀 B의 B 서브-픽셀의 그레이-레벨 값은 B 대표값 #1에 5의 값을 더함으로써 획득되는 값으로서 복원된다. 반면, 픽셀들 C 및 D의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 R 대표값 #2와 일치하는 값으로서 복원된다. 또한, 픽셀 C의 G 서브-픽셀의 그레이-레벨 값은 G 대표값 #2로부터 5의 값을 차감함으로써 획득되는 값으로서 복원되고, 픽셀 D의 G 서브-픽셀의 그레이-레벨 값은 G 대표값 #2에 5의 값을 더함으로써 획득되는 값으로서 복원된다. 추가적으로, 픽셀 C의 B 서브-픽셀의 그레이-레벨 값은 G 대표값 #2에 5의 값을 더함으로써 획득되는 값으로서 복원되고, 픽셀 D의 B 서브-픽셀의 그레이-레벨 값은 B 대표값 #2로부터 5의 값을 차감함으로써 획득되는 값으로서 복원된다.

[0347] FRC 회로(12)에서, FRC 프로세스는 압축 회로(5a)에서 FRC 프로세스를 거치지 않는 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들에 대해 수행된다. 도 23a는 픽셀 A 및 B에 대해 수행되는 FRC 프로세스의 콘텐츠를 예시하는 다이어그램이고, 도 23b는 픽셀들 C 및 D에 대해 수행되는 FRC 프로세스의 콘텐츠를 예시하는 다이어그램이다. 보다 구체적으로, 압축해제 회로(11)는 압축된 데이터(22)가 (2 x 2) 픽셀 압축에 의해 생성되는 것을 압축 타입 식별 비트로부터 인지하고, FRC 프로세스를 거치지 않는 서브-픽셀들을 β 비교 결과 데이터로부터 추가적으로 인지한다. 인지 결과에 기반하여, 압축해제 회로(11)는 FRC 스위칭 신호(25)를 사용함으로써 원하는 픽셀들의 원하는 서브-픽셀들에 대해 FRC 프로세스를 수행하도록 FRC 회로(12)에 명령한다.

[0348] 도 23a 및 23b의 예에서, FRC 회로(12)는 픽셀들 A 및 B의 R 및 B 서브-픽셀들, 및 픽셀들 C 및 D의 G 및 B 서브-픽셀들에 대해 FRC 프로세스를 수행하고, FRC 프로세스는 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들 및 픽셀들 C 및 D의 R 서브-픽셀들에 대해 수행되지 않는다. 즉, 디스플레이 데이터(24) 내의 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 압축해제된 데이터(23) 내의 픽셀들 A 및 B의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들과 동일하고, 디스플레이 데이터(24) 내의 픽셀들 C 및 D의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들은 압축해제된 데이터(23) 내의 픽셀들 C 및 D의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들과 동일하다. FRC 프로세스에서, FRC 에러들은 FRC 프로세스를 거칠 개별 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들(8비트)에 더해지고, 이후 최저 2비트가 절단된다. FRC 에러들로서, 도 6a 및 6b에 예시된 값들이 사용된다.

[0349] 이러한 FRC 프로세스는 R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 6비트가 할당되는 디스플레이 데이터(24)가 압축해제된

데이터(23)와 동일한 정보량을 가지게 한다. 도 24는 도 23a 및 23b에 예시된 픽셀들 A 내지 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 개별 그레이-레벨 값들을 4로 곱하고, 이후 4m번째 내지 (4m + 3)번째 프레임들에 대한 결과적인 값들을 평균냄으로써 획득되는 평균값들을 예시하는 테이블이다. 도 24에 예시된 픽셀들 A 내지 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들에 대해 개별적으로 획득되는 평균값들이 도 21a에 예시된 이미지 데이터(21)의 값들과 거의 일치한다는 것이 이해될 것이다. 동시에, 이는 디스플레이 데이터(24)가 오리지널 이미지 데이터(21)를 잘 표현한다는 것을 내포한다. 즉, R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 6비트가 할당되는 디스플레이 데이터(24)는 의사 방식으로 8비트에 대응하는 그레이-레벨들의 수를 가지는 이미지 디스플레이를 달성한다.

[0350] 2-5. (3 + 1) 픽셀 압축

[0351] 도 25는 (3 + 1) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)의 예시적인 포맷을 예시하는 개념도이고, 도 26은 (3 + 1) 픽셀 압축을 예시하는 개념도이다. 전술된 바와 같이, (3 + 1) 픽셀 압축은, 타겟 블록의 3개 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 높은 상관성이 존재하고, 3개의 픽셀들의 이미지 데이터와 다른 1개의 픽셀의 이미지 데이터 사이에 낮은 상관성이 존재하는 경우 사용되는 압축 방법이다. 이러한 실시예에서, 도 25에 예시된 바와 같이, (3 + 1) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)는 압축 타입 식별 비트, R 대표값, G 대표값, B 대표값, Ri 데이터, Gi 데이터, Bi 데이터 및 패딩 데이터로 구성되는 48비트 데이터이다.

[0352] 압축 타입 식별 비트는 실제로 사용되는 압축 방법을 표시하고, (3 + 1) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)의 압축 타입 식별 비트에 5비트가 할당된다. 이러한 실시예에서, (3 + 1) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)의 압축 타입 식별 비트의 값은 "11110"이다.

[0353] R, G 및 B 대표값들은 각각, 높게 상관된 3개의 픽셀들의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들을 나타내는 값들이다. R, G 및 B 대표값들은 각각, 높게 상관된 3개의 픽셀들의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균 값들로서 계산된다. 도 25의 예에서, R, G 및 B 대표값들은 모두 8비트 데이터이다.

[0354] 반면, Ri 데이터, Gi 데이터 및 Bi 데이터는 다른 1개 픽셀의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들에 대한 비트 면들의 수를 감소시키는 프로세스를 수행함으로써 획득되는 비트-면-감소된 데이터이다. 이러한 실시예에서, 비트 면들의 수는 FRC 프로세스를 수행함으로써 감소된다. 이러한 실시예에서, Ri 데이터, Gi 데이터 및 Bi 데이터는 모두 6비트 데이터이다.

[0355] (3 + 1) 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)가 다른 압축 방법들에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)의 비트수와 동일한 비트수를 가지게 하기 위해 패딩 데이터가 더해진다. 이러한 실시예에서, 패딩 데이터는 1비트 데이터이다.

[0356] 하기에서, (3 + 1) 픽셀 압축은 도 26을 참조하여 설명된다. 도 26은 픽셀들 A, B 및 C의 이미지 데이터 사이에 높은 상관성이 존재하고, 픽셀들 A, B 및 C의 이미지 데이터와 픽셀 D의 이미지 데이터 사이에 낮은 상관성이 존재하는 경우, 압축된 데이터(22)의 생성을 설명한다. 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 압축된 데이터(22)가 다른 경우들에 대해서도 또한 동일한 방식으로 생성될 수 있다는 것을 이해할 것이다.

[0357] 먼저, 픽셀들 A, B 및 C의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값, G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값, 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들의 평균값이 개별적으로 계산되고, 계산된 평균 값들이 각각 R 대표값, G 대표값 및 B 대표값으로서 결정된다. R 대표값, G 대표값 및 B 대표값은 다음 식:

[0358]
$$R_{ave1} = (R_A + R_B + R_C) / 3,$$

[0359]
$$G_{ave1} = (G_A + G_B + G_C) / 3, \text{ 및}$$

[0360]
$$B_{ave1} = (B_A + B_B + B_C) / 3$$

[0361] 에 의해 계산된다.

[0362] 추가적으로, FRC 프로세스는 픽셀 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들에 대해 수행된다. 구체적으로, FRC 에러들은 픽셀 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들에 더해지고, 이후, 최저 2비트를 절단하는 프로세스가 수행된다. FRC 프로세스에 사용되는 FRC 에러들은 0 내지 3 중에서 선택된 값들이며, 도 6a 및 6b에 예시된 값들이 FRC 에러들로서 사용된다. 도 26은 픽셀 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들에 대해 FRC 프로세스를 수행함으로써 생성되는 압축된 데이터(22)의 콘텐츠를 예시한다.

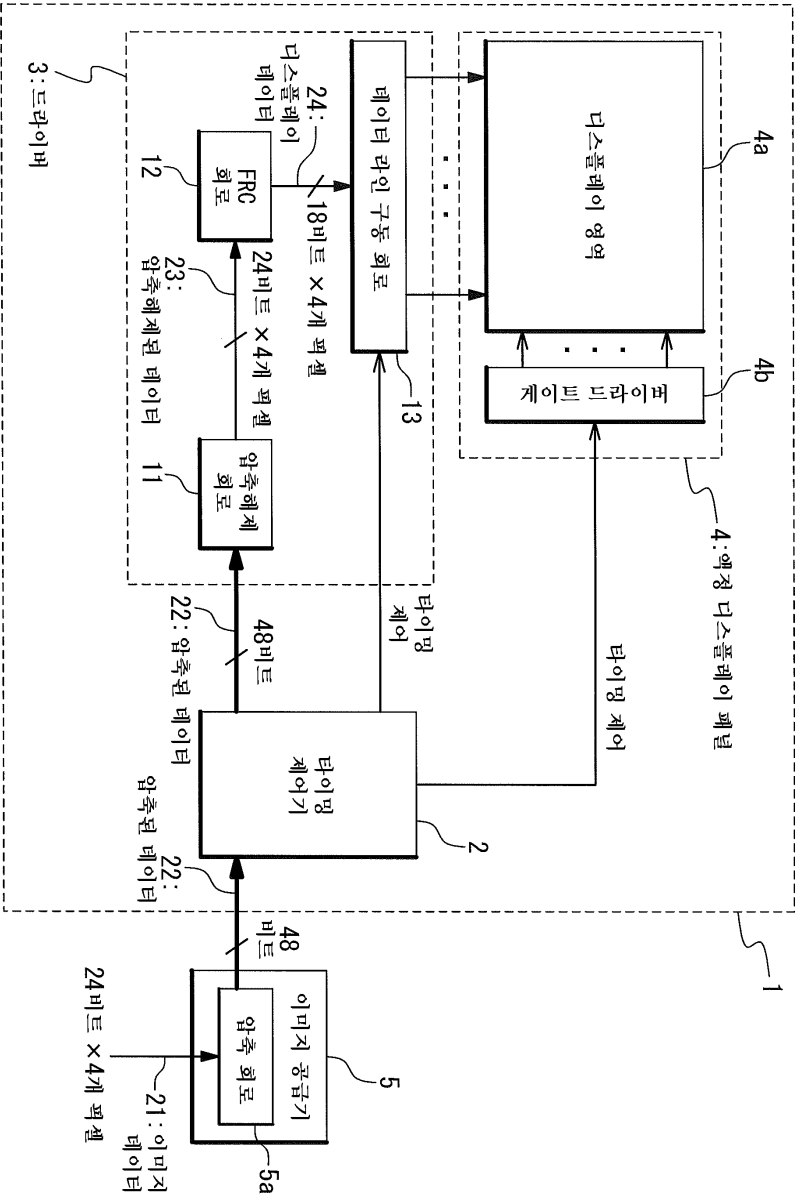
- [0363] 도 27은 $(3 + 1)$ 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)에 대한 압축해제 방법 및 후속적으로 수행되는 FRC 프로세스를 예시하는 다이어그램이다. 도 27은 픽셀들 A, B 및 C의 이미지 데이터 사이에 높은 상관성이 존재하는 경우에 $(3 + 1)$ 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)의 압축해제를 예시하지만, 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 $(3 + 1)$ 픽셀 압축에 의해 생성되는 압축된 데이터(22)가 다른 경우들에 대해 동일한 방식으로 압축해제될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- [0364] 압축해제 회로(11)의 압축해제 프로세스에 있어서, 압축해제된 데이터(23)는 픽셀들 A, B 및 C의 R 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 모두가 R 대표값들과 일치하고, 픽셀들 A, B 및 C의 각각의 G 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 모두가 G 대표값들과 일치하고, 픽셀들 A, B 및 C의 각각의 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들 모두가 B 대표값들과 일치하도록 생성된다. 반면, 픽셀 D에 대해서는, 어떠한 프로세스의 수행도 없이, R_i 데이터, G_i 데이터 및 B_i 데이터가 픽셀 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들로서 직접 사용된다.
- [0365] FRC 회로(12)는 픽셀들 A, B 및 C의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들에 대해 FRC 프로세스를 수행한다. 구체적으로, FRC 에러들은 픽셀들 A, B 및 C의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들에 더해지고, 이후 최저 2비트를 절단하는 프로세스가 수행된다. FRC 프로세스에서 사용되는 FRC 에러들은 각각 0 내지 3 중에서 선택된 값을 가지고, 도 6a 및 6b에 예시된 값들이 FRC 에러들로서 사용된다. FRC 프로세스가, 압축 회로(5a)에서 FRC 프로세스를 이미 거친 픽셀 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 그레이-레벨 값들에 대해서는 수행되지 않는다는 점에 유의해야 한다.
- [0366] 이러한 FRC 프로세스는 R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 6비트가 할당되는 디스플레이 데이터(24)가 압축해제된 데이터(23)와 동일한 정보량을 가지게 한다. 도 28은 도 27에 예시된 픽셀들 A 내지 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들의 개별 그레이-레벨 값들을 4로 곱하고, 이후 4번째 내지 $(4m + 3)$ 번째 프레임들에 대해 결과 값들을 평균냄으로써 획득되는 평균값들을 예시하는 테이블이다. 도 28에 예시된 픽셀들 A 내지 D의 R, G 및 B 서브-픽셀들에 대해 개별적으로 획득되는 평균값들이 도 26에 예시된 이미지 데이터(21)의 값들과 거의 일치한다는 점이 이해될 것이다. 동시에, 이는 디스플레이 데이터(24)가 오리지널 이미지 데이터(21)를 잘 표현한다는 것을 내포한다. 즉, R, G 및 B 서브-픽셀들 각각에 6비트가 할당되는 디스플레이 데이터(24)는 의사 방식으로 8비트에 대응하는 그레이-레벨의 수를 가지는 이미지 디스플레이를 달성한다.
- [0367] 2-6. (4×1) 픽셀 압축
- [0368] 전술된 바와 같이, 타겟 블록의 4개 픽셀들의 이미지 데이터 사이에 높은 상관성이 존재하는 경우, 제1 실시예에 설명된 (4×1) 픽셀 압축이 압축 회로(5a)에서 수행된다. (4×1) 픽셀 압축이 수행되는 경우, 압축 회로(5a)는 압축된 데이터(22)를 생성하기 위해 이미지 데이터(21)에 대해 (4×1) 픽셀 압축을 수행하고, 이후 압축 해제 회로(11)는 제1 실시예의 압축해제 방법과 동일한 압축해제 방법에 의해 압축된 데이터(22)로부터 압축해제된 데이터(23)를 생성한다. 추가적으로, FRC 회로(12)는 제1 실시예의 FRC 프로세스와 동일한 FRC 프로세스에 의해 압축해제된 데이터(23)로부터 디스플레이 데이터(24)를 생성한다. 전술된 바와 같이, 디스플레이 데이터(24)는 의사 방식으로 압축해제된 데이터(23)와 동일한 정보량을 가지며, 오리지널 이미지 데이터(21)와 거의 일치한다.
- [0369] 2-7. 에러 데이터 α 의 계산
- [0370] 하기에서, (1×4) 픽셀 압축, $(2 + 1 \times 2)$ 픽셀 압축, 및 (2×2) 픽셀 압축에서 사용되는 에러 데이터 α 의 계산에 대한 설명이 주어진다.
- [0371] (1×4) 픽셀 압축 및 $(2 + 1 \times 2)$ 픽셀 압축에서 수행되는 비트-면 감소 프로세스에 대해 사용되는 에러 데이터 α 는 도 29에 예시된 기본 행렬 및 관련 픽셀들 각각의 좌표들로부터 계산된다. 기본 행렬은 픽셀의 x 좌표의 최저 2비트인 x_1 과 x_0 및 y 좌표의 최저 2비트인 y_1 및 y_0 를 에러 데이터 α 의 기본 값 Q 와 연관시키는 것을 기술하는 행렬을 지칭한다는 점에 유의해야 한다. 기본 값 Q 는 에러 데이터 α 를 계산하기 위한 시드(seed)로서 사용되는 값을 지칭한다.
- [0372] 구체적으로, 기본 값 Q 는 타겟 픽셀의 x 좌표의 최저 2비트인 x_1 과 x_0 및 y 좌표의 최저 2비트인 y_1 및 y_0 에 기반하여 기본 행렬의 행렬 요소들로부터 먼저 추출된다. 예를 들어, 비트-면 감소 프로세스를 거칠 픽셀이 픽셀 A이고 픽셀 A의 좌표들의 최저 2비트가 "00"인 경우, "15"가 기본 값 Q 로서 추출된다.

- [0373] 추가적으로, 비트면 감소 프로세스에서 후속적으로 수행되는 비트 절단 프로세스에서 절단되는 비트수에 따라, 후속하는 계산이 기본 값 Q에 대해 수행되어, 이에 의해 에러 데이터 α 가 계산된다:
- [0374] $\alpha = Q \times 2$ (절단되는 비트 수가 5인 경우)
- [0375] $\alpha = Q$ (절단되는 비트 수가 4인 경우) 및
- [0376] $\alpha = Q / 2$ (절단되는 비트 수가 3인 경우).
- [0377] 반면, $(2 + 1 \times 2)$ 픽셀 압축 및 (2×2) 픽셀 압축에서 높게 상관되는 2개 픽셀들의 이미지 데이터의 대표값들을 계산하기 위한 프로세스에서 사용되는 에러 데이터 α 는 도 29에 예시된 기본 행렬 및 타겟 2개 픽셀들의 x 및 y 좌표들의 두번째 최저 비트들인 $x1$ 및 $y1$ 으로부터 계산된다. 구체적으로, 타겟 블록에 포함된 타겟 2개 픽셀들의 조합에 따라, 타겟 블록의 픽셀들 중 임의의 픽셀이 기본 값 Q를 추출하기 위해 사용되는 픽셀로서 먼저 결정된다. 하기에서, 기본 값 Q를 추출하기 위해 사용되는 픽셀은 Q 추출 픽셀로서 기재된다. 타겟 2개 픽셀들의 조합과 Q 추출 픽셀 사이의 관계는 다음과 같다:
- [0378] · 타겟 2개 픽셀들은 픽셀들 A 및 B이다: Q 추출 픽셀은 픽셀 A이다.
- [0379] · 타겟 2개 픽셀들은 픽셀들 A 및 C이다: Q 추출 픽셀은 픽셀 A이다.
- [0380] · 타겟 2개 픽셀들은 픽셀들 A 및 D이다: Q 추출 픽셀은 픽셀 A이다.
- [0381] · 타겟 2개 픽셀들은 픽셀들 B 및 C이다: Q 추출 픽셀은 픽셀 B이다.
- [0382] · 타겟 2개 픽셀들은 픽셀들 B 및 D이다: Q 추출 픽셀은 픽셀 B이다.
- [0383] · 타겟 2개 픽셀들은 픽셀들 C 및 D이다: Q 추출 픽셀은 픽셀 B이다.
- [0384] 추가적으로, 타겟 2개 픽셀들의 x 및 y 좌표들의 두번째 최저 비트들인 $x1$ 및 $y1$ 에 따라, Q 추출 픽셀에 대응하는 기본 값 Q가 기본 행렬로부터 추출된다. 예를 들어, 타겟 2개 픽셀들이 픽셀들 A 및 B인 경우, Q 추출 픽셀은 픽셀 A이다. 이러한 경우, 기본 행렬에서 Q 추출 픽셀로서 작용하는 픽셀 A와 연관되는 4개의 기본 값들 Q 중에서, 최종적으로 사용되는 기본 값 Q는 $x1$ 및 $y1$ 에 따라 결정되며 다음과 같다:
- [0385] $Q = 15$, ($x1 = y1 = "0"$ 에 대해)
- [0386] $Q = 01$, ($x1 = "1"$ 및 $y1 = "0"$ 에 대해)
- [0387] $Q = 07$, ($x1 = "0"$ 및 $y1 = "1"$ 에 대해) 및
- [0388] $Q = 13$, ($x1 = y1 = "1"$ 에 대해).
- [0389] 추가적으로, 대표값들을 계산하기 위한 프로세스에서 후속적으로 수행되는 비트 절단 프로세스에서 절단되는 비트수에 따라, 높게 상관된 2개 픽셀들의 이미지 데이터의 대표값들을 계산하기 위한 프로세스에서 사용되는 에러 데이터 α 를 계산하기 위해 기본 값 Q에 대해 다음 계산이 수행된다:
- [0390] $\alpha = Q / 2$, (절단되는 비트수가 3인 경우)
- [0391] $\alpha = Q / 4$, (절단되는 비트수가 2인 경우) 및
- [0392] $\alpha = Q / 8$, (절단되는 비트수가 1인 경우).
- [0393] 예를 들어, 타겟 2개 픽셀들이 픽셀들 A 및 B이고, $x1 = y1 = "1"$ 이고, 비트 절단 프로세스에서 절단되는 비트수가 3인 경우, 에러 데이터 α 는 다음 식:
- [0394] $Q = 13$, 및
- [0395] $\alpha = 13 / 2 = 6$
- [0396] 에 의해 결정된다.
- [0397] 에러 데이터 α 를 계산하기 위한 방법이 상기 내용에 제한되지 않는다는 것에 유의해야 한다. 예를 들어, 기본 행렬로서, Bayer 행렬인 상이한 행렬이 사용될 수 있다.

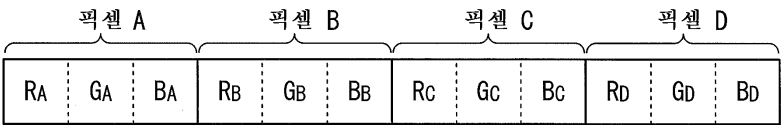
- [0398] 2-8. 압축 타입 식별 비트
- [0399] 전술된 압축 방법들에서 유의해야 할 사항들 중 하나는 압축 데이터(22) 내의 압축 타입 식별 비트들에 할당되는 비트수이다. 이 실시예에서, 압축된 데이터(22)는 48비트로 고정되는 반면, 압축 타입 식별 비트의 수는 1 내지 5까지 가변적이다. 구체적으로, 이 실시예에서, (1 x 4) 픽셀 압축, (2 + 1 x 2) 픽셀 압축, (2 x 2) 픽셀 압축 및 (4 x 1) 픽셀 압축에서의 압축 타입 식별 비트는 다음과 같다:
- [0400] (1 x 4) 픽셀 압축 : "0" (1비트)
- [0401] (2 + 1 x 2) 픽셀 압축 : "10" (2비트)
- [0402] (2 x 2) 픽셀 압축 : "110" (3비트)
- [0403] (4 x 1) 픽셀 압축 : "1110" (4비트)
- [0404] (3 + 1) 픽셀 압축 : "11110" (5비트)
- [0405] 무손실 압축 : "11111" (5비트)
- [0406] 개략적으로, 압축 타입 식별 비트에 할당되는 비트수는 타겟 블록의 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 상관이 더 낮아짐에 따라 감소하는 반면, 압축 타입 식별 비트에 할당되는 비트수는 타겟 블록의 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 상관이 더 높아짐에 따라 증가한다는 점에 유의해야 한다.
- [0407] 압축된 데이터(22)의 비트수가 실제로 사용되는 압축 방법과는 무관하게 고정된다는 사실은 이미지 메모리(14)에 압축된 데이터(22)를 기록하고 이미지 메모리(14)로부터 압축된 데이터(22)를 판독하기 위한 시퀀스를 간략화하는데 효과적이다.
- [0408] 반면, 압축 타입 식별 비트에 할당되는 비트수가 타겟 블록의 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 상관이 더 낮아짐에 따라 감소한다(즉, 이미지 데이터에 할당될 비트수가 증가한다)는 사실은 압축 왜곡을 전체적으로 감소시키는데 효과적이다. 타겟 블록의 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 상관이 높은 경우, 이미지 데이터에 할당되는 비트수가 감소하는 경우라 할지라도, 이미지 데이터는 이미지 왜곡이 감소된 채 압축될 수 있다. 반면, 타겟 블록의 픽셀들의 이미지 데이터의 일부분들 사이의 상관이 낮은 경우, 이미지 데이터에 할당되는 비트 수는 압축 왜곡을 감소시키기 위해 증가한다.
- [0409] 여기서, (3 + 1) 이미지 압축에서 압축 타입 식별 비트에 할당되는 비트수가 크다고 생각할 수 있으며, 따라서, "타겟 블록의 픽셀들의 이미지 데이터 사이의 상관이 더 낮아짐에 따라 압축 타입 식별 비트에 할당되는 비트수가 감소한다"는 요건은 (4 x 1) 픽셀 압축 및 (3 + 1) 픽셀 압축에 대해 만족될 수 없는 것처럼 보인다; 그러나, 상기 요건은, (3 + 1) 픽셀 압축이 사용될지의 여부를 결정하기 위해 사용되는 조건들 (D1) 내지 (D4)에 정의되는 임계값 Th_4 가 (4 x 1) 픽셀 압축이 사용될지의 여부를 결정하기 위해 사용되는 조건 (C)에 정의되는 임계값 Th_3 보다 더 작은 값으로 세팅되는 경우, 실제로 만족된다.
- [0410] 본 발명의 다양한 실시예들이 위에서 설명되지만, 본 발명은 전술된 실시예들에 제한되는 것으로서 해석되지 않아야 한다. 예를 들어, 전술된 실시예들에서, 액정 디스플레이 패널이 제공되는 액정 디스플레이 디바이스가 존재하지만, 본 발명이 또한 상이한 디스플레이 디바이스들을 포함하는 디스플레이 장치들에 적용될 수 있다는 점이 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명백할 것이다.
- [0411] 또한, 전술된 실시예들에서, 타겟 블록들이 1개의 행 및 4개의 열들로 배열되는 픽셀들을 가지는 것으로서 정의되지만, 타겟 블록은 임의로 배열된 4개의 픽셀들을 가지는 것으로서 정의될 수 있다. 예를 들어, 도 30에 예시된 바와 같이, 타겟 블록은 2개의 행들 및 2개의 열들로 배열되는 픽셀들을 가지는 것으로서 정의될 수 있다. 전술된 것과 동일한 프로세싱이 도 30에 예시된 바와 같이 정의된 픽셀들 A, B, C 및 D를 정의함으로써 수행될 수 있다. 도 31은 이 경우 사용되는 FRC 에러들을 예시한다. 이러한 경우라 할지라도, FRC 에러들의 세트의 정의만이 상이하다는 것을 제외하고는, 동일한 값들이 FRC 에러들로서 사용될 수 있다.

도면

도면1



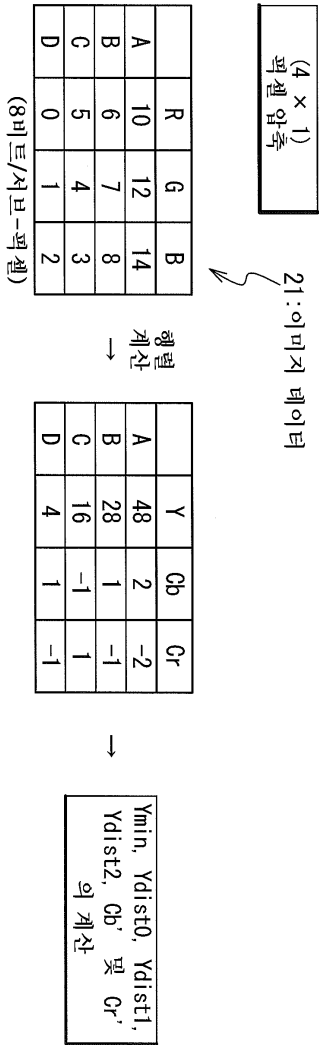
도면2



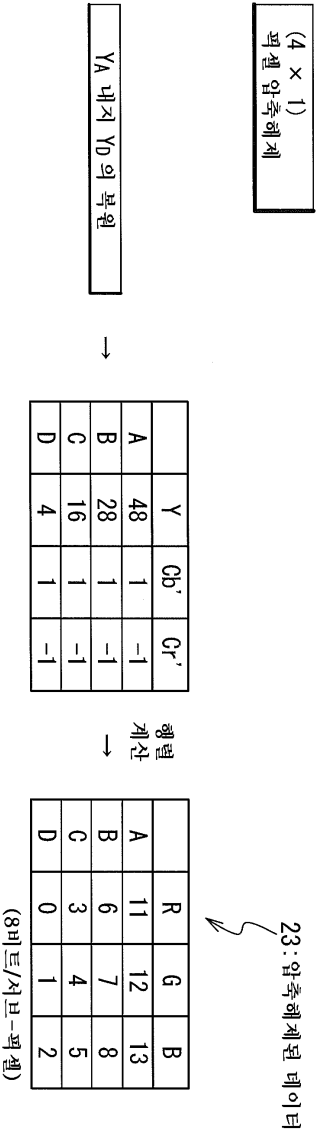
도면3

헤더 (4 비트)	Ymin (10 비트)	Ydist0 (4 비트)	Ydist1 (4 비트)	Ydist2 (4 비트)	어드레스 (2 비트)	Op' (10 비트)	Cr' (10 비트)
--------------	-----------------	------------------	------------------	------------------	----------------	----------------	----------------

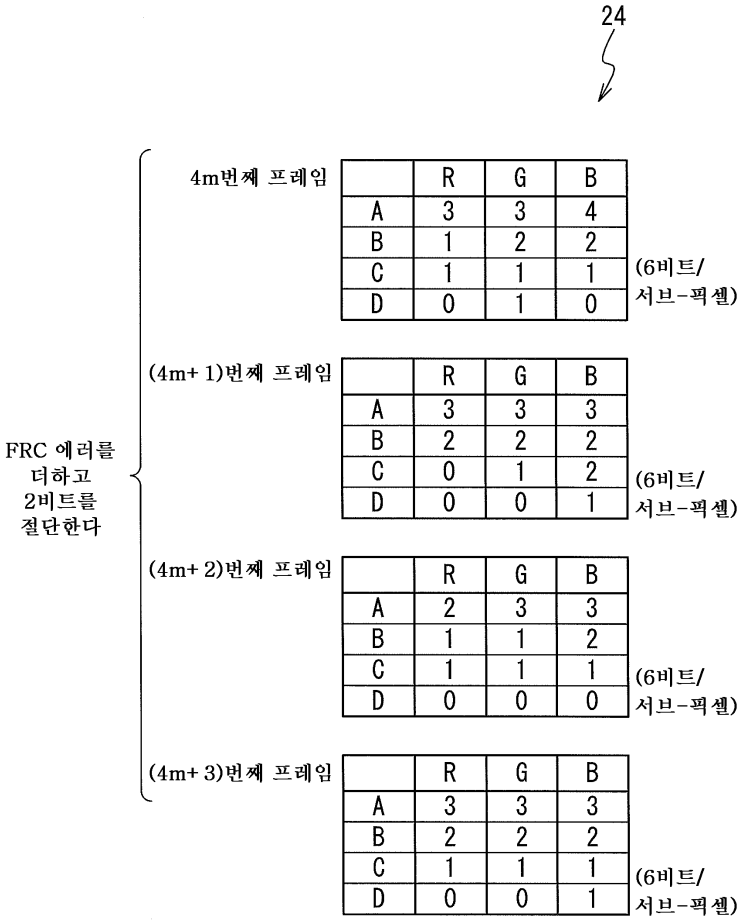
도면4a



도면4b



도면5



도면6a

		픽셀 A			픽셀 B			픽셀 C			픽셀 D		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
4m번째 프레임	4k번째 라인	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0
	(4k+1)번째 라인	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2
	(4k+2)번째 라인	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1
	(4k+3)번째 라인	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
(4m+1)번째 프레임	4k번째 라인	3	1	0	2	3	1	0	2	3	1	0	2
	(4k+1)번째 라인	0	2	3	1	0	2	3	1	0	2	3	1
	(4k+2)번째 라인	2	0	1	3	2	0	1	3	2	0	1	3
	(4k+3)번째 라인	1	3	2	0	1	3	2	0	1	3	2	0
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
(4m+2)번째 프레임	4k번째 라인	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1
	(4k+1)번째 라인	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3
	(4k+2)번째 라인	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0
	(4k+3)번째 라인	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
(4m+3)번째 프레임	4k번째 라인	2	0	1	3	2	0	1	3	2	0	1	3
	(4k+1)번째 라인	1	3	2	0	1	3	2	0	1	3	2	0
	(4k+2)번째 라인	3	1	0	2	3	1	0	2	3	1	0	2
	(4k+3)번째 라인	0	2	3	1	0	2	3	1	0	2	3	1

도면6b

4m번째 프레임

	R	G	B
A	1	2	3
B	0	1	2
C	3	0	1
D	2	3	0

(4m+1)번째 프레임

	R	G	B
A	3	1	0
B	2	3	1
C	0	2	3
D	1	0	2

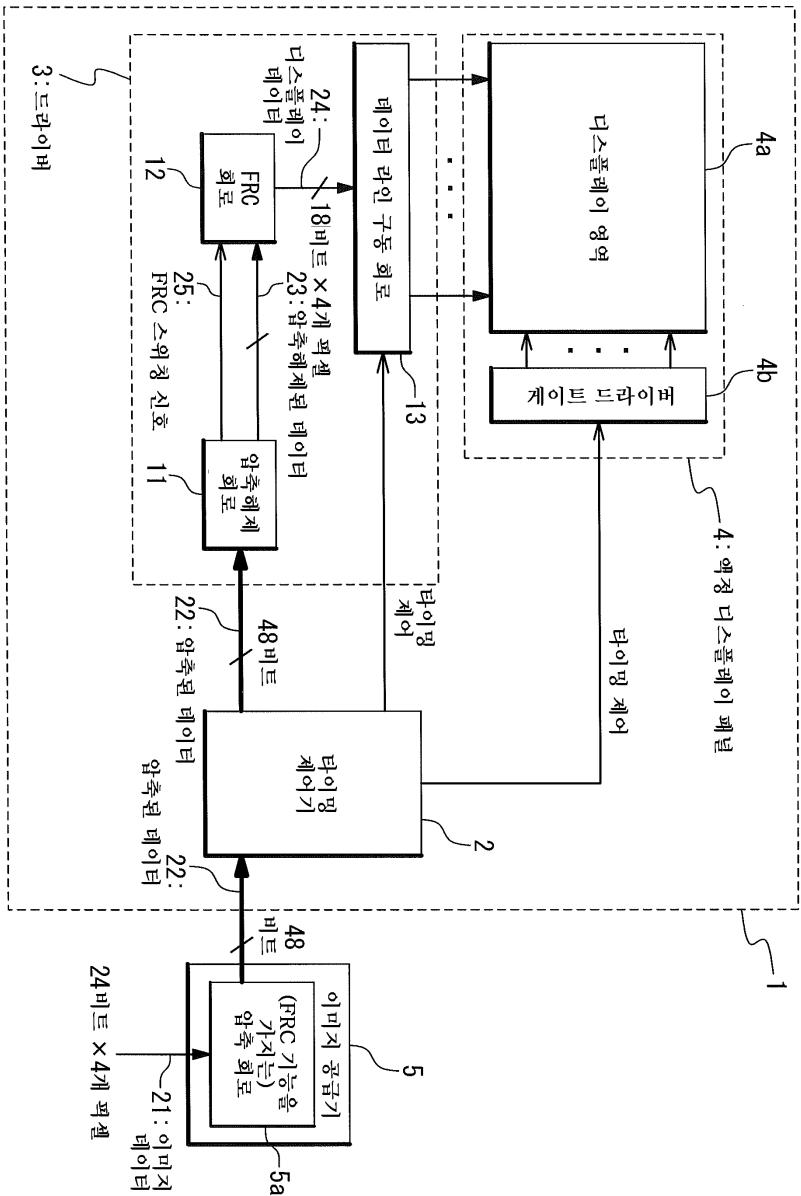
(4m+2)번째 프레임

	R	G	B
A	0	3	2
B	1	0	3
C	2	1	0
D	3	2	1

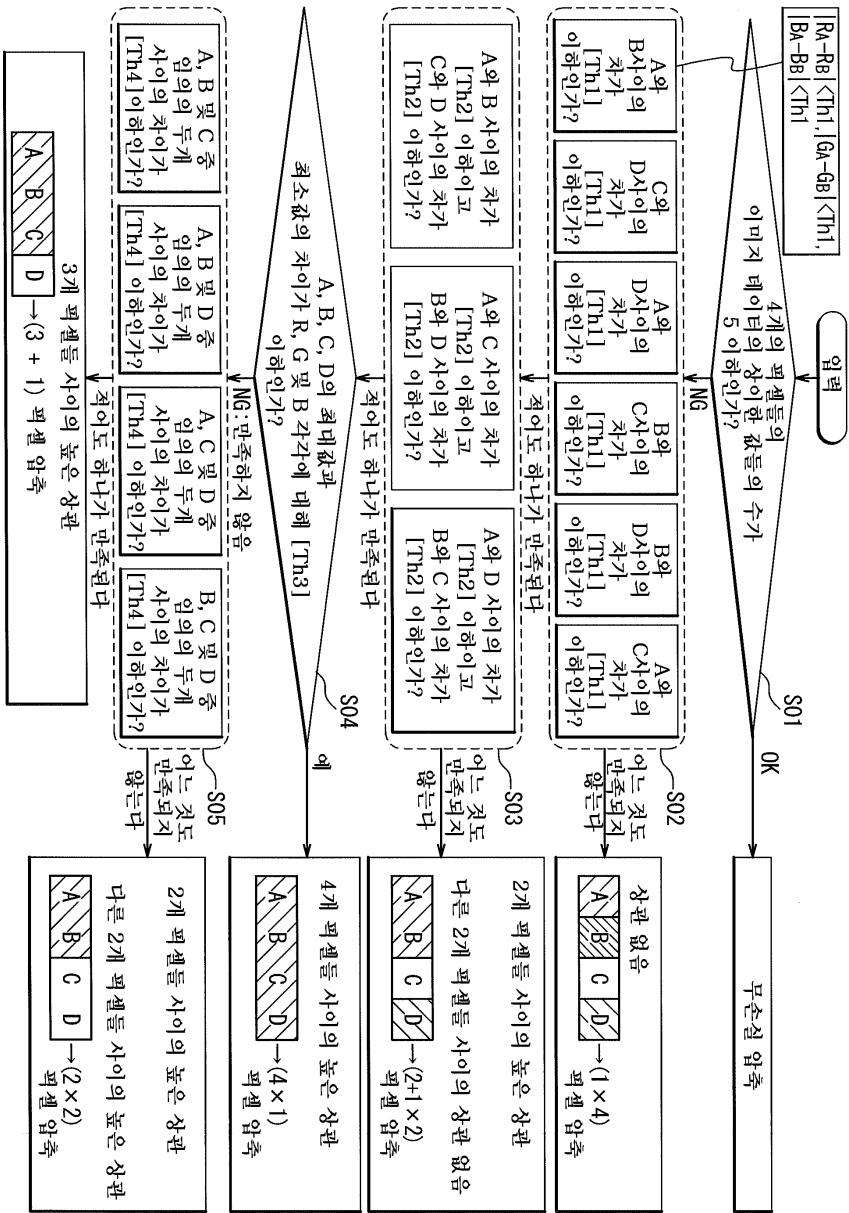
(4m+3)번째 프레임

	R	G	B
A	2	0	1
B	3	2	0
C	1	3	2
D	0	1	3

도면7



도면8



도면9

이미지 데이터 #5 (8비트)	이미지 데이터 #4 (8비트)	이미지 데이터 #3 (8비트)	이미지 데이터 #2 (8비트)	이미지 데이터 #1 (8비트)	컬러 패턴 데이터 (3비트)	압축 타입 식별 비트 (5비트)
------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	-----------------	-------------------

도면10a

	R	G	B
A	10	5	15
B	10	5	15
C	10	5	15
D	10	5	15

도면10b

	R	G	B
A	50	50	50
B	200	200	200
C	100	100	100
D	10	10	10

도면10c

	R	G	B
A	50	5	5
B	200	5	5
C	100	5	5
D	10	5	5

도면10d

	R	G	B
A	5	5	5
B	5	200	5
C	5	100	5
D	5	10	5

도면10e

	R	G	B
A	5	5	50
B	5	5	200
C	5	5	100
D	5	5	10

도면10f

	R	G	B
A	50	5	50
B	200	5	200
C	100	5	100
D	10	5	10

도면10g

	R	G	B
A	50	50	5
B	200	200	5
C	100	100	5
D	10	10	5

도면10h

	R	G	B
A	5	5	5
B	5	200	200
C	5	100	100
D	5	10	10

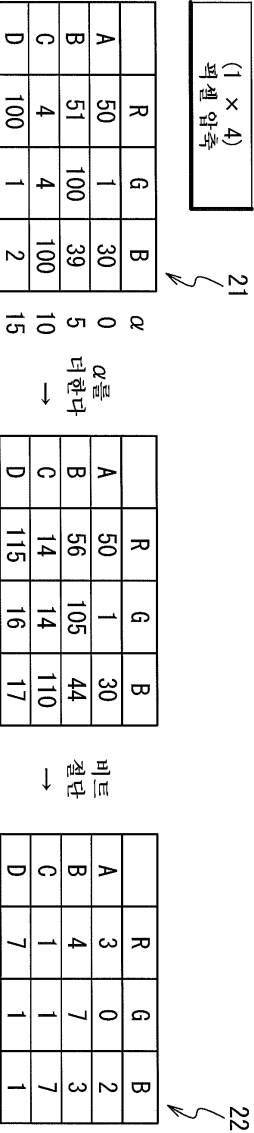
도면11

FRC 에러를 더하고 2비트를 절단한다	4m번째 프레임		R	G	B	(6비트/ 서브-픽셀)
		A	2	1	4	
		B	2	1	4	
		C	3	1	4	
	(4m+ 1)번째 프레임		R	G	B	(6비트/ 서브-픽셀)
		A	3	1	3	
		B	3	2	4	
		C	2	1	4	
	(4m+ 2)번째 프레임		R	G	B	(6비트/ 서브-픽셀)
		A	2	2	4	
		B	2	1	4	
		C	3	1	3	
	(4m+ 3)번째 프레임		R	G	B	(6비트/ 서브-픽셀)
		A	3	1	4	
		B	3	1	3	
		C	2	2	4	
		D	2	1	4	

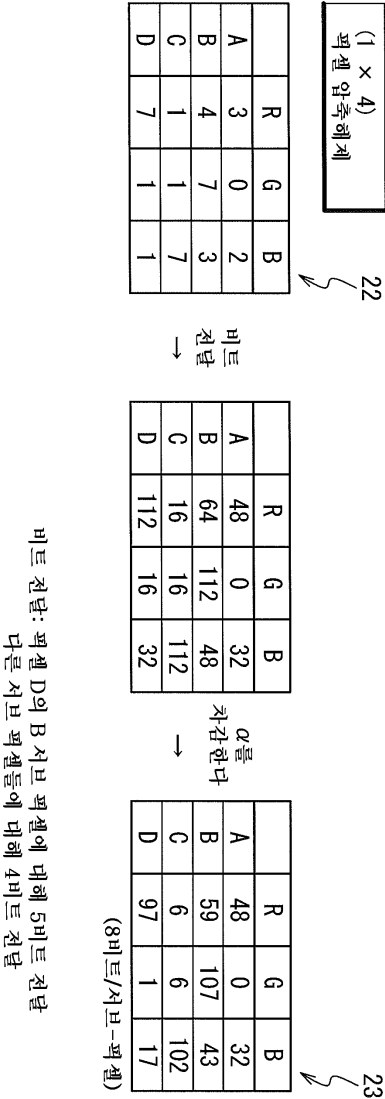
도면12

압축 터업 식별 비트 (1비트)	RA 데이터 (4비트)	GA 데이터 (4비트)	BA 데이터 (4비트)	RB 데이터 (4비트)	GB 데이터 (4비트)	BB 데이터 (4비트)
RC 데이터 (4비트)	GC 데이터 (4비트)	BC 데이터 (4비트)	RD 데이터 (4비트)	GD 데이터 (4비트)	BD 데이터 (3비트)	

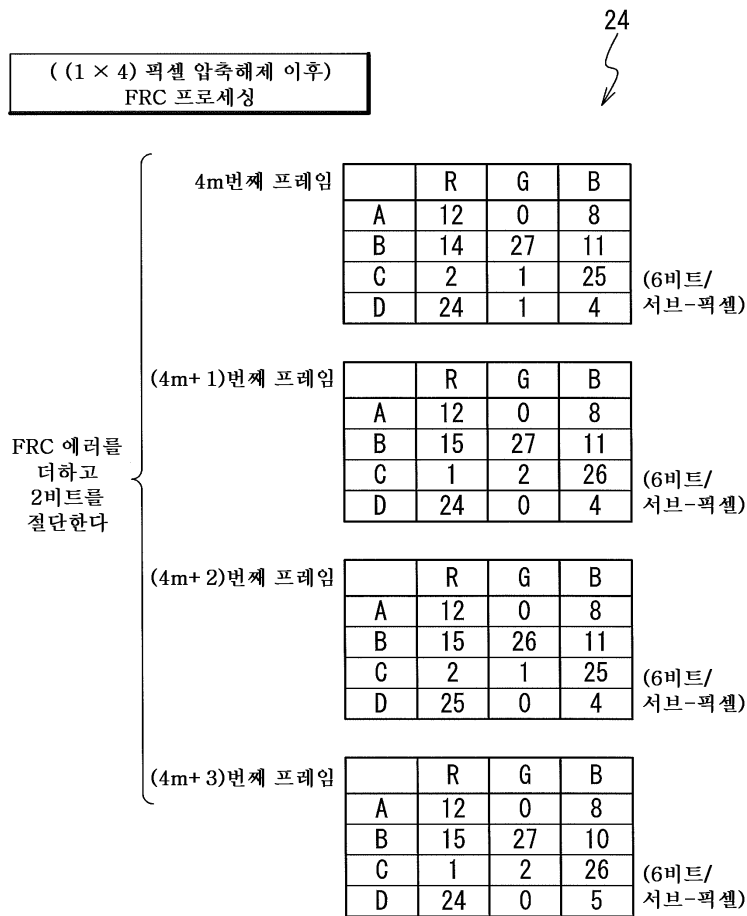
도면13a



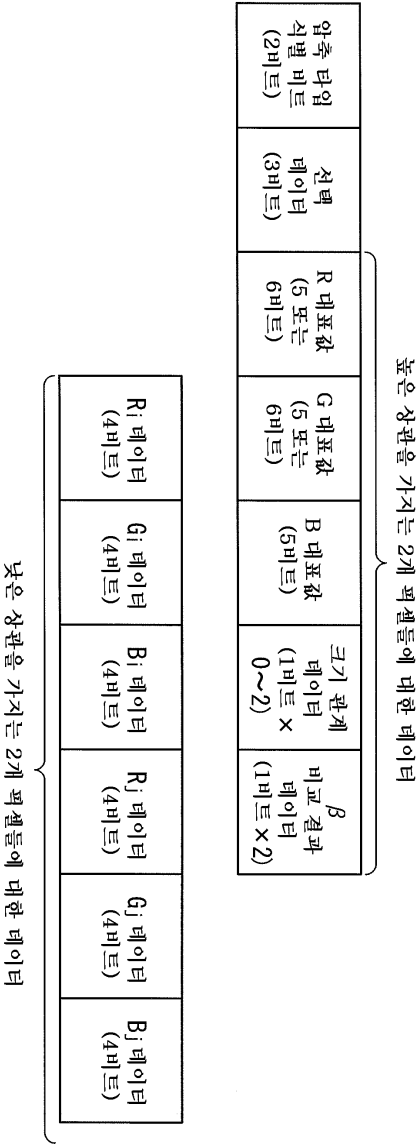
도면13b



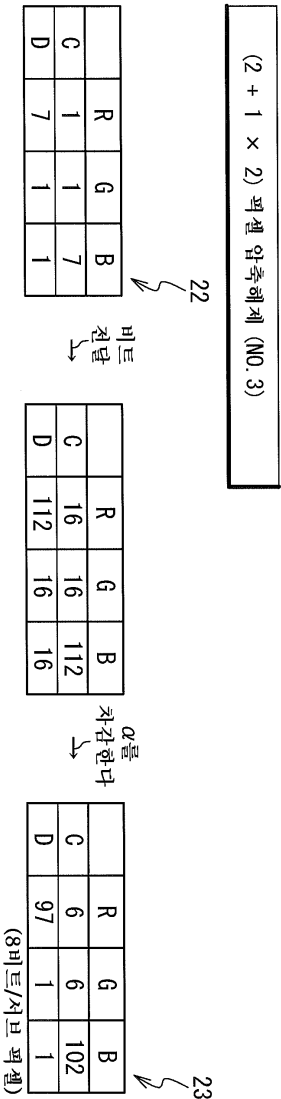
도면14



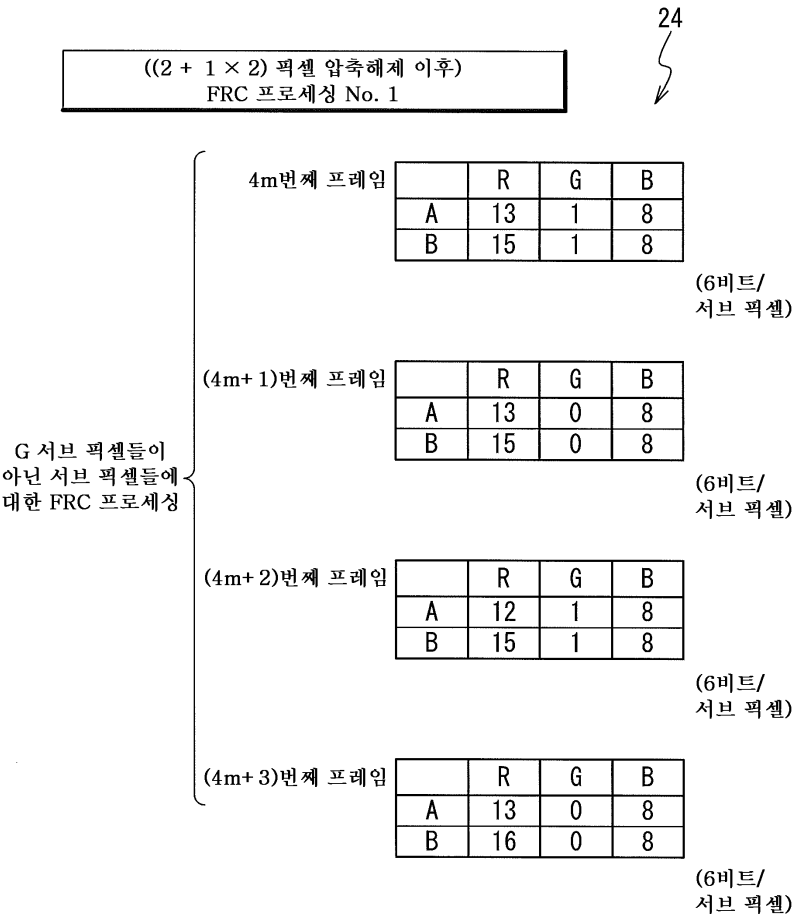
도면15



도면17c



도면18a

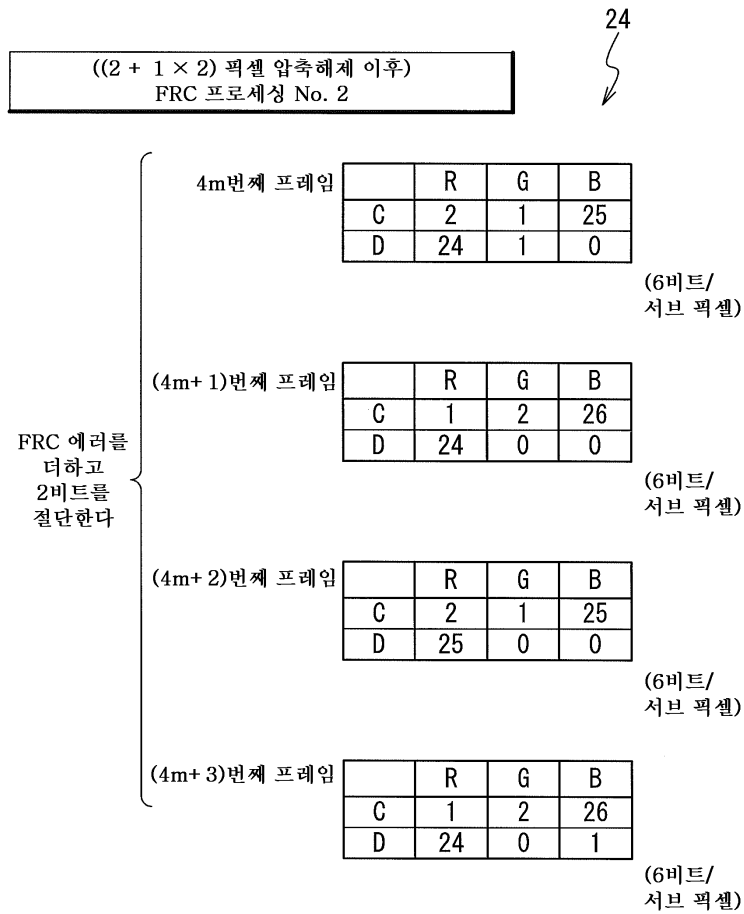


(4m+3)번째 프레임

	R	G	B
A	13	0	8
B	16	0	8

(6비트/
서브 픽셀)

도면18b

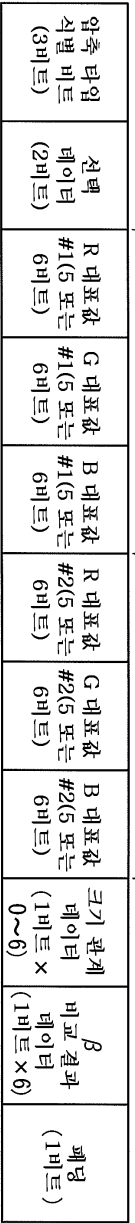


도면19

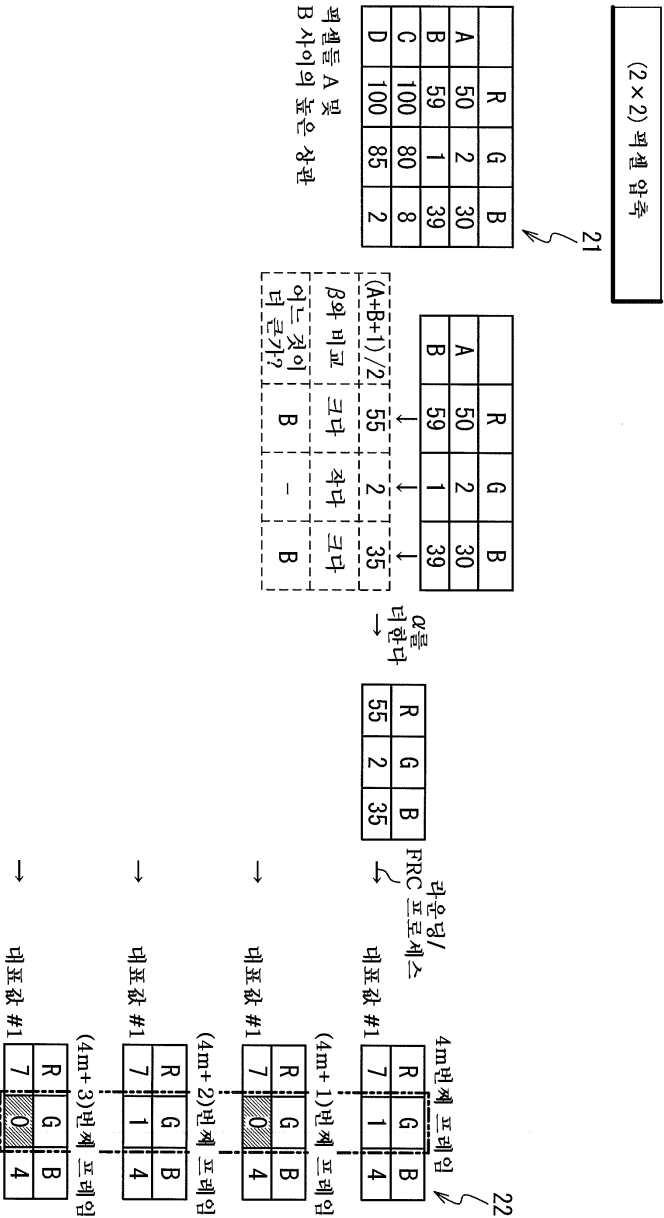
개별 값들에 대해 2비트 전달을 수행하고 4m 내지
4m + 3 프레임들에 대한 평균들을 계산한다

	R	G	B
A	51	2	32
B	61	2	32
C	6	6	102
D	97	1	1

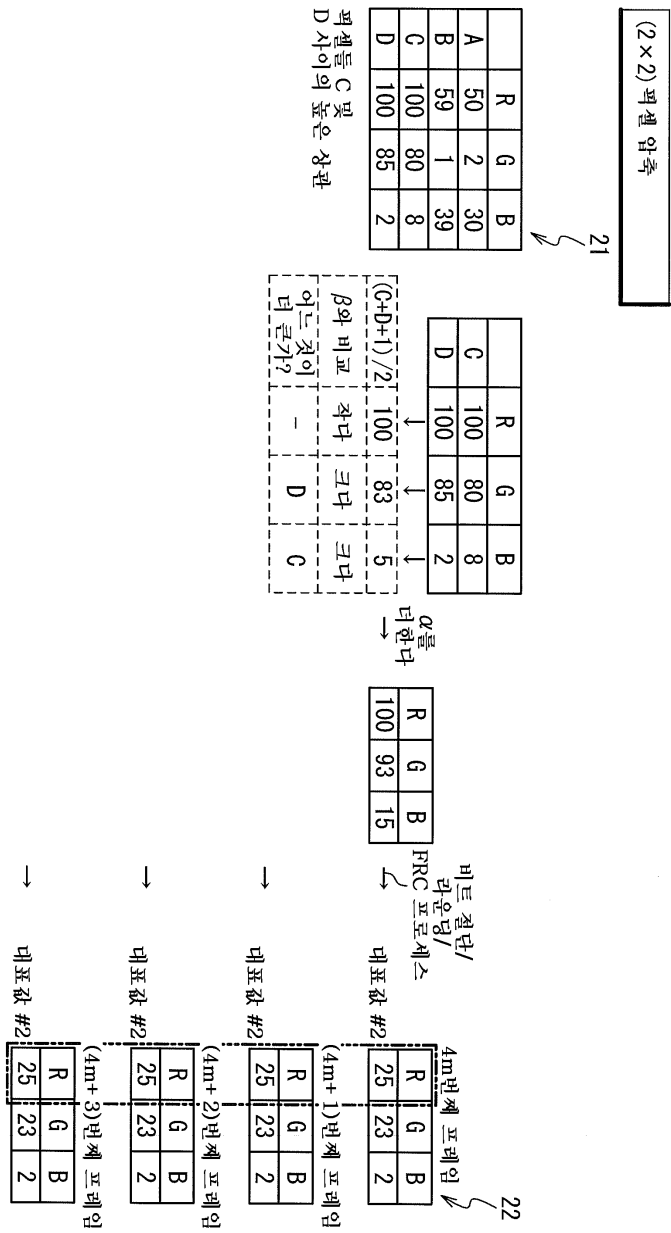
도면20



도면21a



도면21b



(2 × 2) 픽셀 압축해제 (NO. 2)

22

(4m + 2)번째 프레임

R	G	B
7	1	4

대표값 #1

β 와 비교
크다 작다 크다
아는 것이 더 큰가? B - B

비트 전달

R	G	B
56	1	32

대표값 #1

β 와 비교
크다 작다 크다
아는 것이 더 큰가? B - B

α 를 저장한다

R	G	B
56	1	32

대표값 #1

β 와 비교
크다 작다 크다
아는 것이 더 큰가? B - B

픽셀들 A 및 B의 데이터에
가반하여 +5

더한다

R	G	B
A	51	1
B	61	1

대표값 #1

β 와 비교
크다 작다 크다
아는 것이 더 큰가? B - B

23

픽셀들 A 및 B의 데이터에
가반하여 +5

더한다

R	G	B
A	51	0
B	61	0

대표값 #1

픽셀들 A 및 B의 데이터에
가반하여 +5

더한다

R	G	B
A	51	0
B	61	0

(4m + 3)번째 프레임

R	G	B
7	0	4

대표값 #1

β 와 비교
크다 작다 크다
아는 것이 더 큰가? B - B

비트 전달

R	G	B
56	0	32

대표값 #1

β 와 비교
크다 작다 크다
아는 것이 더 큰가? B - B

α 를 저장한다

R	G	B
56	0	32

대표값 #1

β 와 비교
크다 작다 크다
아는 것이 더 큰가? B - B

도면22c

(2 × 2) 픽셀 압축해제 (NO. 3)

22

4m번째 프레임

R	G	B
25	23	2

β 와 비교
작다 크다 크다

어느 것이
더 큰가? - D C

비트

R	G	B
25	92	16

β 와 비교
작다 크다 크다

어느 것이
더 큰가? - D C

α 를

R	G	B
25	82	6

β 와 비교
작다 크다 크다

어느 것이
더 큰가? - D C

픽셀들 C 및 D의 데이터에

R	G	B
C	25	77
D	25	87

더한다

픽셀들 C 및 D의 데이터에
기초하여 +5

(4m + 1)번째 프레임

R	G	B
25	23	2

β 와 비교
작다 크다 크다

어느 것이
더 큰가? - D C

비트

R	G	B
25	92	16

β 와 비교
작다 크다 크다

어느 것이
더 큰가? - D C

α 를

R	G	B
25	82	6

β 와 비교
작다 크다 크다

어느 것이
더 큰가? - D C

픽셀들 C 및 D의 데이터에

R	G	B
C	25	77
D	25	87

더한다

23

픽셀들 C 및 D의 데이터에

R	G	B
C	25	77
D	25	87

더한다

픽셀들 C 및 D의 데이터에
기초하여 +5

(2 × 2) 픽셀 압축해제 (NO. 4)

22

(4m + 2)번째 프레임

R	G	B
25	23	2

대표값 #2

β와 비교
작다 크다 크다
어느 것이 더 큰가? - D C

비트 전달

(6비트)(8비트)(8비트)

R	G	B
25	92	16

β와 비교
작다 크다 크다
어느 것이 더 큰가? - D C

α를 차감한다

(6비트)(8비트)(8비트)

R	G	B
25	82	6

β와 비교
작다 크다 크다
어느 것이 더 큰가? - D C

픽셀들 C 및 D의 데이터에
기초하여 +5

R	G	B
C	25	77
D	25	87

23

(4m + 3)번째 프레임

R	G	B
25	23	2

대표값 #2

β와 비교
작다 크다 크다
어느 것이 더 큰가? - D C

비트 전달

(6비트)(8비트)(8비트)

R	G	B
25	92	16

β와 비교
작다 크다 크다
어느 것이 더 큰가? - D C

α를 차감한다

(6비트)(8비트)(8비트)

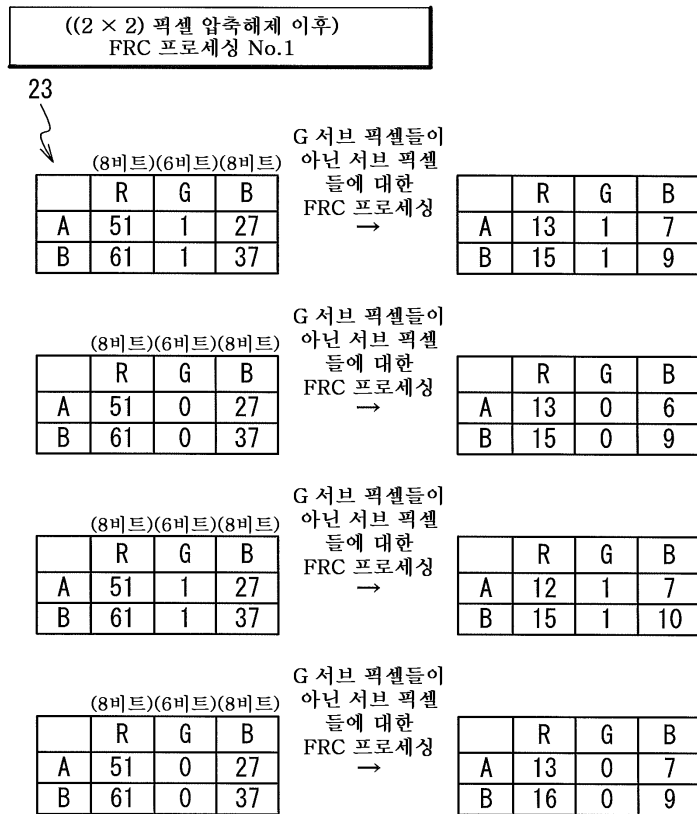
R	G	B
25	82	6

β와 비교
작다 크다 크다
어느 것이 더 큰가? - D C

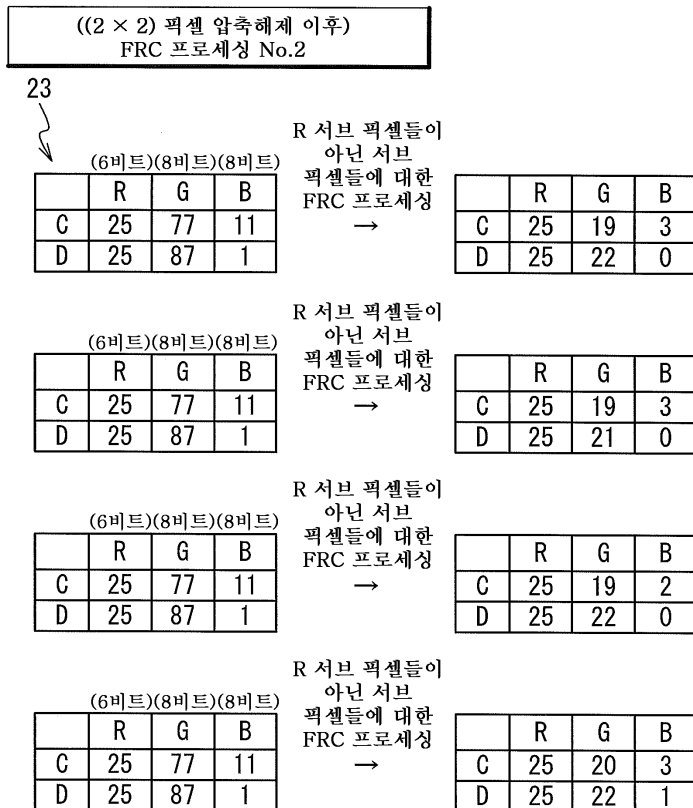
픽셀들 C 및 D의 데이터에
기초하여 +5

R	G	B
C	25	77
D	25	87

도면23a



도면23b

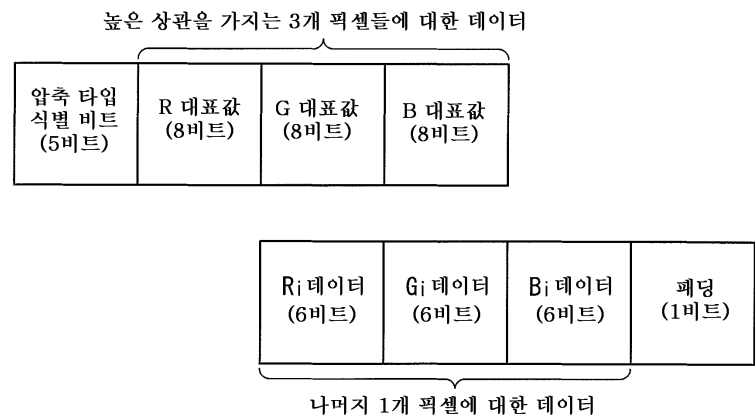


도면24

개별 값들에 대해 2비트 전달을 수행하고 4m 내지 4m + 3번째 프레임들에 대한 평균들을 계산한다

	R	G	B
A	51	2	27
B	61	2	37
C	100	77	11
D	100	87	1

도면25



도면26

(3 + 1)
픽셀 압축

21

	R	G	B
A	50	2	30
B	51	1	32
C	52	0	31
D	103	1	2

픽셀들 A, B 및
C 사이의 높은 상관

	R	G	B
A	50	2	30
B	51	1	32
C	52	0	31

3개 픽셀
들의 평균

→ 대표값

R	G	B
51	1	31

(8비트×3)

22

	R	G	B
D	103	1	2

FRC
프로세싱

→

R	G	B
26	0	1

4m번째 프레임

(6비트/서브 픽셀)

R	G	B
26	0	0

(4m + 1)번째 프레임

FRC
프로세싱

→

R	G	B
25	1	1

(4m + 2)번째 프레임

FRC
프로세싱

→

R	G	B
26	0	0

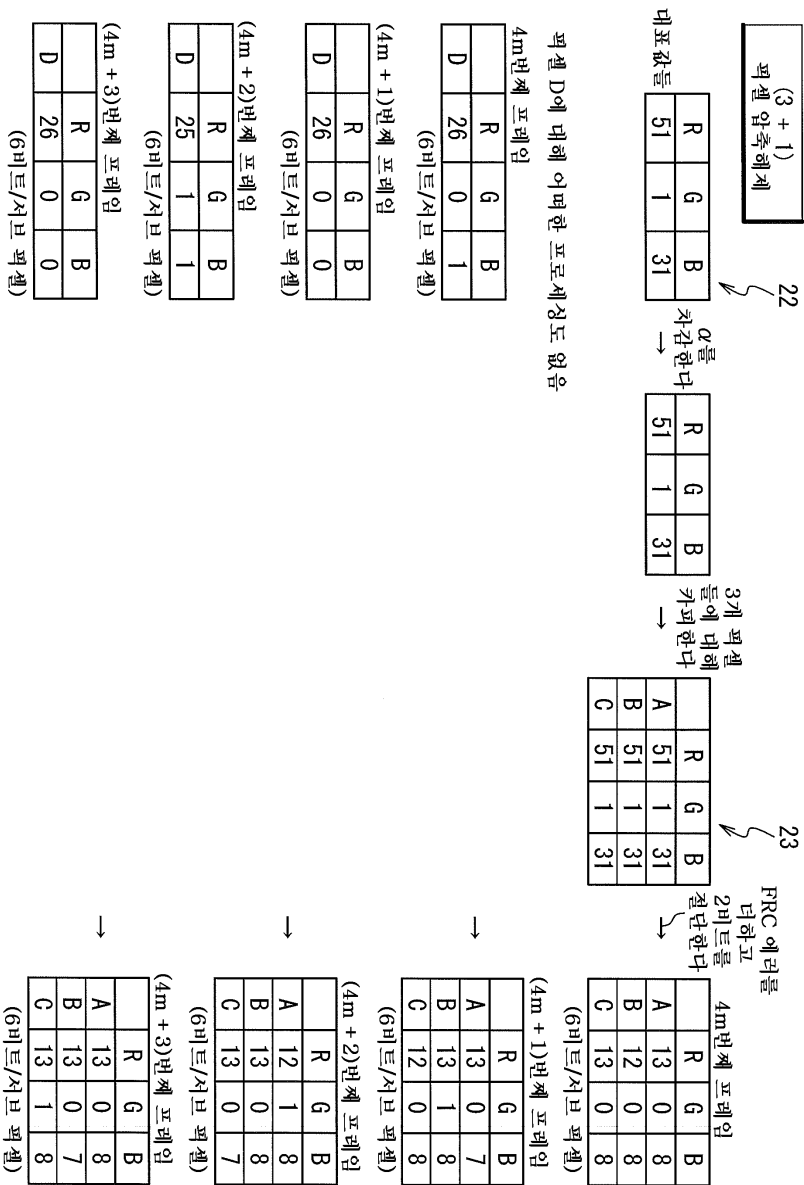
(4m + 3)번째 프레임

FRC
프로세싱

→

(6비트/서브 픽셀)

도면27



도면28

개별 값들에 대해 2비트 전달을 수행하고 4m 내지 4m + 3 프레임들에 대한 평균들을 계산한다

	R	G	B
A	51	1	31
B	51	1	31
C	51	1	31
D	103	1	2

(8비트/서브 픽셀)

도면29

		X1X0			
		00	01	10	11
Y1Y0	00	15	05	01	11
	01	00	10	14	04
	10	07	09	13	02
	11	08	06	03	12

도면30

픽셀 A			픽셀 B		
RA	GA	BA	RB	GB	BB
Rc	Gc	Bc	RD	GD	BD
픽셀 C			픽셀 D		

도면31

		픽셀 A			픽셀 B			픽셀 C			픽셀 D		
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
4m번째 프레임	4k번째 라인	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0
	(4k+1)번째 라인	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2
	(4k+2)번째 라인	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1
	(4k+3)번째 라인	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
(4m+1)번째 프레임	4k번째 라인	3	1	0	2	3	1	0	2	3	1	0	2
	(4k+1)번째 라인	0	2	3	1	0	2	3	1	0	2	3	1
	(4k+2)번째 라인	2	0	1	3	2	0	1	3	2	0	1	3
	(4k+3)번째 라인	1	3	2	0	1	3	2	0	1	3	2	0
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
(4m+2)번째 프레임	4k번째 라인	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1
	(4k+1)번째 라인	2	1	0	3	2	1	0	3	2	1	0	3
	(4k+2)번째 라인	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0
	(4k+3)번째 라인	3	0	1	2	3	0	1	2	3	0	1	2
		R	G	B	R	G	B	R	G	B	R	G	B
(4m+3)번째 프레임	4k번째 라인	2	0	1	3	2	0	1	3	2	0	1	3
	(4k+1)번째 라인	1	3	2	0	1	3	2	0	1	3	2	0
	(4k+2)번째 라인	3	1	0	2	3	1	0	2	3	1	0	2
	(4k+3)번째 라인	0	2	3	1	0	2	3	1	0	2	3	1

专利名称(译)	显示系统和显示设备驱动程序		
公开(公告)号	KR101887236B1	公开(公告)日	2018-08-09
申请号	KR1020110081935	申请日	2011-08-17
[标]申请(专利权)人(译)	辛纳普蒂克斯日本合同会社		
[标]发明人	FURIHATA HIROBUMI 후리하타히로부미 NOSE TAKASHI 노세다카시		
发明人	후리하타히로부미 노세다카시		
IPC分类号	G09G3/36 H03M7/30		
CPC分类号	G09G3/3688 G09G2370/08 G09G3/2066 G09G2340/02		
代理人(译)	Jangsugil Baekmangi		
优先权	2010182315 2010-08-17 JP		
其他公开文献	KR1020120076293A		

摘要(译)

用途：提供显示系统和显示设备驱动程序，以提高图像质量，降低传输图像数据所需的功率。结构：数据线和栅极线排列在液晶显示面板的显示区域。液晶显示面板的数据线由驱动器驱动。栅极线由栅极线驱动电路驱动。图像提供器（5）通过对图像数据（21）进行压缩处理来产生压缩数据（22）。定时控制器（2）将从图像提供器接收的压缩数据发送给驱动器。时序控制器控制栅极线驱动电路和驱动器的操作时间。

