(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0093714
(43) 공개일자 2023년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09G 5/00 (2006.01) *G09G 3/20* (2006.01)
(52) CPC특허분류
G09G 5/003 (2013.01)
G09G 3/2074 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0182570
(22) 출원일자 2021년12월20일
심사청구일자 2021년12월20일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대학교)
(72) 발명자
김춘우
서울특별시 양천구 목동서로 280, 802동 1202호(신정동, 목동신시가지아파트8단지)
유현태
서울특별시 동대문구 휘경로 60, 103동 804호(휘경동, 휘경에스케이뷰)
(74) 대리인
양성보

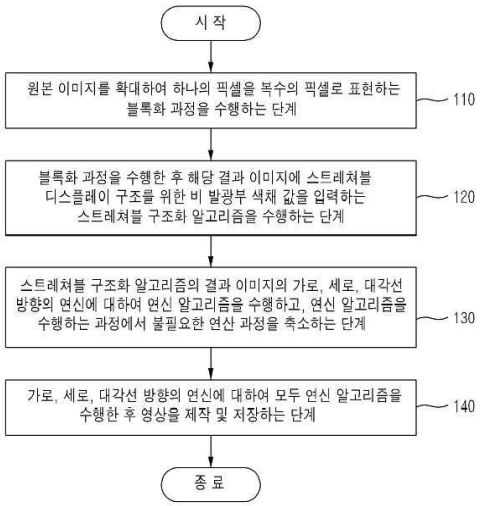
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션**

(57) 요 약

스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션 방법이 제시된다. 본 발명에서 제안하는 스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션 방법은 원본 이미지를 확대하여 하나의 픽셀을 복수의 픽셀로 표현하는 블록화 과정을 수행하는 단계, 상기 블록화 과정을 수행한 후 해당 결과 이미지에 스트레처블 디스플레이 구조를 위한 비 발광부 색채 값을 입력하는 스트레처블 구조화 알고리즘을 수행하는 단계, 상기 스트레처블 구조화 알고리즘의 결과 이미지의 가로, 세로, 대각선 방향의 연신에 대하여 연신 알고리즘을 수행하고, 상기 연신 알고리즘을 수행하는 과정에서 불필요한 연산 과정을 축소하는 단계 및 상기 가로, 세로, 대각선 방향의 연신에 대하여 모두 연신 알고리즘을 수행한 후 영상을 제작 및 저장하는 단계를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G09G 2300/043 (2013.01)
G09G 2320/0271 (2013.01)
G09G 2380/02 (2020.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1415168989
과제번호 20010744
부처명 산업통상자원부
과제관리(전문)기관명 한국산업기술평가관리원
연구사업명 소재부품산업미래성장동력-디스플레이혁신공정플랫폼구축
연구과제명 전장 및 스마트기기용 스트레처블 디스플레이 제품 Design 및 기구 구조 개발 (1차년도)
기 여 율 1/1
과제수행기관명 (주) 파프리카스토리
연구기간 2020.04.01 ~ 2020.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

원본 이미지를 확대하여 하나의 픽셀을 복수의 픽셀로 표현하는 블록화 과정을 수행하는 단계;

상기 블록화 과정을 수행한 후 해당 결과 이미지에 스트레처블 디스플레이 구조를 위한 비 발광부 색채 값을 입력하는 스트레처블 구조화 알고리즘을 수행하는 단계;

상기 스트레처블 구조화 알고리즘의 결과 이미지의 가로, 세로, 대각선 방향의 연신에 대하여 연신 알고리즘을 수행하고, 상기 연신 알고리즘을 수행하는 과정에서 불필요한 연산 과정을 축소하는 단계; 및

상기 가로, 세로, 대각선 방향의 연신에 대하여 모두 연신 알고리즘을 수행한 후 영상을 제작 및 저장하는 단계

를 포함하는 스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 원본 이미지를 확대하여 하나의 픽셀을 복수의 픽셀로 표현하는 블록화 과정을 수행하는 단계는,

원하는 블록 크기에 따라 하나의 픽셀 값을 복수의 픽셀에 복사하여 블록화 과정을 수행하는

스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 스트레처블 구조화 알고리즘의 결과 이미지의 가로, 세로, 대각선 방향의 연신에 대하여 연신 알고리즘을 수행하고, 상기 연신 알고리즘을 수행하는 과정에서 불필요한 연산 과정을 축소하는 단계는,

첫 번째 행부터 마지막 행까지 반복적으로 같은 연신 알고리즘이 수행되며, 하나의 행이 연신되는 과정에서는 비 발광부 색채 값을 추가적으로 삽입하는 과정과 표현할 수 없는 부분 픽셀에 대한 디스플레이 특성화 과정을 수행하고, 디스플레이 특성화 과정을 수행하기 위해 해당 픽셀의 발광부와 비 발광부 비율을 도출하는

스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

복수의 픽셀로 블록화된 하나의 블록에서, 제1 부분 픽셀의 발광부와 비 발광부 비율은 연신률과 블록 크기를 이용하여 도출하고, 연신 후의 발광부와 비 발광부 블록 크기를 이용하여 제2 부분 픽셀의 발광부와 비 발광부 비율을 도출하고,

특정 연신률에 대하여 일정한 패턴이 반복적으로 나타나는 경우, 코드 상에서 상기 일정한 패턴의 시작 부분에 해당하는지 여부에 대한 조건문을 사용하는

스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 스트레처블 구조화 알고리즘의 결과 이미지의 가로, 세로, 대각선 방향의 연신에 대하여 연신 알고리즘을 수행하고, 상기 연신 알고리즘을 수행하는 과정에서 불필요한 연산 과정을 축소하는 단계는,

상기 연신 알고리즘 상에서 연산 과정이 필요한 픽셀은 디스플레이 특성화 과정이 적용되는 픽셀이고, 블록 크

기에 따라 연산 과정이 필요하지 않은 픽셀은 연산 과정을 생략하며,

하나의 블록에 포함되는 복수의 픽셀은 모두 같은 값을 가지므로, 하나의 블록에서 제1 행에 대한 연신 알고리즘을 수행한 뒤, 같은 블록의 제2 행은 제1 행의 연신 알고리즘 수행 결과를 삽입하여 불필요한 과정을 생략하고,

하나의 블록 전체가 비 발광부 영역인 행의 경우, 연신 알고리즘 수행 과정을 생략하고 비 발광부 색채 값만을 삽입하여 수행 시간을 단축시키는

스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션 방법.

청구항 6

스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션에서 모니터의 고정된 해상도로 임의의 면적률을 갖는 부분 면적 픽셀을 표현하기 위한 모니터의 전기-광학 전달 함수(Electro-Optical Transfer Function; EOTF) 및 프라이머리(primary) 변환 행렬을 구하는 단계;

상기 전기-광학 전달 함수 및 프라이머리 변환 행렬을 이용하여 부분 면적 픽셀의 RGB 값이 입력된 픽셀의 XYZ 좌표 값을 구하는 단계; 및

구해진 XYZ 좌표 값과 부분 면적 픽셀의 면적률을 이용하여 부분 면적 픽셀의 XYZ 좌표 값을 구하고, 부분 면적 픽셀과 동일한 XYZ 좌표 값을 갖는 보상 픽셀을 찾는 단계

를 포함하는 부분 면적 픽셀의 계조 표현 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션에서 모니터의 고정된 해상도로 임의의 면적률을 갖는 부분 면적 픽셀을 표현하기 위한 모니터의 전기-광학 전달 함수(Electro-Optical Transfer Function; EOTF) 및 프라이머리(primary) 변환 행렬을 구하는 단계는,

상기 프라이머리 변환 행렬은 임의의 계조의 RGB 값을 XYZ 좌표 값으로 변환하는 행렬이고, 임의의 계조의 XYZ 좌표 값을 RGB 값으로 변환하는 행렬인 프라이머리 역변환 행렬을 이용하여, 광학적인 밝기 정보와 전기적인 정보 간의 상호변환 관계를 정의하는 함수인 전기-광학 전달 함수를 구하는

부분 면적 픽셀의 계조 표현 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 구해진 XYZ 좌표 값과 부분 면적 픽셀의 면적률을 이용하여 부분 면적 픽셀의 XYZ 좌표 값을 구하고, 부분 면적 픽셀과 동일한 XYZ 좌표 값을 갖는 보상 픽셀을 찾는 단계는,

상기 구해진 XYZ 좌표 값을 전기-광학 전달 함수 및 프라이머리 역변환 행렬을 이용하여 해당 RGB 좌표로 변환하고, 변환된 RGB 값을 계조로 갖는 보상 픽셀을 찾는

부분 면적 픽셀의 계조 표현 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근에는 디스플레이 관련 기술의 발달과 함께, 접거나 롤(Roll) 형상으로 말 수 있는 플렉서블한 디스플레이 장치들이 연구 및 개발되고 있으며, 한발 더 나아가 다양한 형태로의 변화가 가능한 스트레처블(stretchable) 디스플레이 장치에 대한 연구개발이 활발히 진행되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 한국 공개특허 제10-2017-0100719호(2017.09.05)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 디스플레이 특성화 과정을 적용해도 스트레처블 디스플레이 구조가 사라지지 않도록 블록화 과정을 수행하고, 불필요한 연산 과정을 축소하여 연신 알고리즘의 수행 시간을 단축하기 위한 방법을 제공하는데 있다. 또한 연신 알고리즘을 수행하는 과정 중, 모니터의 고정된 해상도로 임의의 면적률을 갖는 픽셀을 표현하기 위한 방법을 제안하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션 방법은 원본 이미지를 확대하여 하나의 픽셀을 복수의 픽셀로 표현하는 블록화 과정을 수행하는 단계, 상기 블록화 과정을 수행한 후 해당 결과 이미지에 스트레처블 디스플레이 구조를 위한 비 발광부 색채 값을 입력하는 스트레처블 구조화 알고리즘을 수행하는 단계, 상기 스트레처블 구조화 알고리즘의 결과 이미지의 가로, 세로, 대각선 방향의 연신에 대하여 연신 알고리즘을 수행하고, 상기 연신 알고리즘을 수행하는 과정에서 불필요한 연산 과정을 축소하는 단계 및 상기 가로, 세로, 대각선 방향의 연신에 대하여 모두 연신 알고리즘을 수행한 후 영상을 제작 및 저장하는 단계를 포함한다.

[0006] 상기 원본 이미지를 확대하여 하나의 픽셀을 복수의 픽셀로 표현하는 블록화 과정을 수행하는 단계는 원하는 블록 크기에 따라 하나의 픽셀 값을 복수의 픽셀에 복사하여 블록화 과정을 수행한다.

[0007] 상기 스트레처블 구조화 알고리즘의 결과 이미지의 가로, 세로, 대각선 방향의 연신에 대하여 연신 알고리즘을 수행하고, 상기 연신 알고리즘을 수행하는 과정에서 불필요한 연산 과정을 축소하는 단계는 첫 번째 행부터 마지막 행까지 반복적으로 같은 연신 알고리즘이 수행되며, 하나의 행이 연신되는 과정에서는 비 발광부 색채 값을 추가적으로 삽입하는 과정과 표현할 수 없는 부분 픽셀에 대한 디스플레이 특성화 과정을 수행하고, 디스플레이 특성화 과정을 수행하기 위해 해당 픽셀의 발광부와 비 발광부 비율을 도출한다.

[0008] 본 발명의 실시예에 따르면, 복수의 픽셀로 블록화된 하나의 블록에서, 제1 부분 픽셀의 발광부와 비 발광부 비율은 연신률과 블록 크기를 이용하여 도출하고, 연신 후의 발광부와 비 발광부 블록 크기를 이용하여 제2 부분 픽셀의 발광부와 비 발광부 비율을 도출하고, 특정 연신률에 대하여 일정한 패턴이 반복적으로 나타나는 경우, 코드 상에서 상기 일정한 패턴의 시작 부분에 해당하는지 여부에 대한 조건문을 사용한다.

[0009] 상기 스트레처블 구조화 알고리즘의 결과 이미지의 가로, 세로, 대각선 방향의 연신에 대하여 연신 알고리즘을 수행하고, 상기 연신 알고리즘을 수행하는 과정에서 불필요한 연산 과정을 축소하는 단계는 상기 연신 알고리즘 상에서 연산 과정이 필요한 픽셀은 디스플레이 특성화 과정이 적용되는 픽셀이고, 블록 크기에 따라 연산 과정이 필요하지 않은 픽셀은 연산 과정을 생략하며, 하나의 블록에 포함되는 복수의 픽셀은 모두 같은 값을 가지므로, 하나의 블록에서 제1 행에 대한 연신 알고리즘을 수행한 뒤, 같은 블록의 제2 행은 제1 행의 연신 알고리즘 수행 결과를 삽입하여 불필요한 과정을 생략하고, 하나의 블록 전체가 비 발광부 영역인 행의 경우, 연신 알고리즘 수행 과정을 생략하고 비 발광부 색채 값만을 삽입하여 수행 시간을 단축시킨다.

[0010] 또 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 부분 면적 픽셀의 계조 표현 방법은 스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션에서 모니터의 고정된 해상도로 임의의 면적률을 갖는 부분 면적 픽셀을 표현하기 위한 모니터의 전기-광학 전달 함수(Electro-Optical Transfer Function; EOTF) 및 프라이머리(primary) 변환 행렬을 구하는 단계, 상기 전기-광학 전달 함수 및 프라이머리 변환 행렬을 이용하여 부분 면적 픽셀의 RGB 값이 입력된 픽셀의 XYZ 좌표 값을 구하는 단계 및 구해진 XYZ 좌표 값과 부분 면적 픽셀의 면적률을 이용하여 부분 면적 픽셀의 XYZ 좌표 값을 구하고, 부분 면적 픽셀과 동일한 XYZ 좌표 값을 갖는 보상 픽셀을 찾는 단계를 포함한다.

[0011] 상기 스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션에서 모니터의 고정된 해상도로 임의의 면적률을 갖는 부분 면적 픽셀을 표현하기 위한 모니터의 전기-광학 전달 함수(Electro-Optical Transfer Function; EOTF) 및 프라이머리(primary) 변환 행렬을 구하는 단계는 상기 프라이머리 변환 행렬은 임의의 계조의 RGB 값을 XYZ 좌표 값으로 변환하는 행렬이고, 임의의 계조의 XYZ 좌표 값을 RGB 값으로 변환하는 행렬인 프라이머리 역변환 행렬을 이용하여, 광학적인 밝기 정보와 전기적인 정보 간의 상호변환 관계를 정의하는 함수인 전기-광학 전달 함수를 구한다.

[0012] 상기 구해진 XYZ 좌표 값과 부분 면적 픽셀의 면적률을 이용하여 부분 면적 픽셀의 XYZ 좌표 값을 구하고, 부분 면적 픽셀과 동일한 XYZ 좌표 값을 갖는 보상 픽셀을 찾는 단계는 상기 구해진 XYZ 좌표 값을 전기-광학 전달 함수 및 프라이머리 역변환 행렬을 이용하여 해당 RGB 좌표로 변환하고, 변환된 RGB 값을 계조로 갖는 보상 픽셀을 찾는다.

발명의 효과

[0013] 본 발명의 실시예들에 따른 스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션을 통해 블록화 과정을 수행하여 디스플레이 특성화 과정을 적용해도 스트레처블 디스플레이 구조가 사라지지 않도록 하며, 불필요한 연산 과정을 축소하여 연신 알고리즘의 수행 시간을 단축시킬 수 있다. 또한 연신 알고리즘을 수행하는 과정 중, 보상 픽셀을 이용하여 모니터의 고정된 해상도로 임의의 면적률을 갖는 픽셀을 표현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 스트레처블 디스플레이 구조를 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 연신 시뮬레이션 상에서 표현할 수 없는 픽셀 구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 디스플레이 특성화 과정(Display Characterizarion)을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 디스플레이 특성화 과정을 적용한 결과를 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 하나의 서브 픽셀을 4x4개의 픽셀로 블록화한 것을 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 6의 이미지에 디스플레이 특성화 과정을 적용한 연신 시뮬레이션 결과를 나타내는 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 블록화 알고리즘으로 인한 픽셀 구조 변화를 설명하기 위한 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 블록화 알고리즘으로 전후 이미지를 나타내는 도면이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 스트레처블 구조화 알고리즘으로 인한 픽셀 구조 변화를 설명하기 위한 도면이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 스트레처블 구조화 알고리즘 전 후 이미지를 나타내는 도면이다.

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 연신 알고리즘의 반복 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 연신 알고리즘의 수행 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 연신 알고리즘 수행 과정에서 불필요한 탐색 생략에 대해 설명하기 위한 도면이다.

도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 연신 알고리즘 수행 과정에서 불필요한 반복 생략에 대해 설명하기 위한 도면이다.

도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 제작 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 픽셀의 면적률을 설명하기 위한 도면이다.

도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 chromaticity 좌표 (x, y)를 나타내는 도면이다.

도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 Black 추출을 적용한 후의 chromaticity 좌표를 나타내는 도면이다.

도 20은 본 발명의 일 실시예에 따른 보상 픽셀 계조 계산 과정을 나타내는 도면이다.

도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 보상 픽셀 계조 계산 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 측정에 사용된 픽셀 구조의 예시를 나타내는 도면이다.

도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 XYZ 좌표 값과 부분 면적률 사이의 선형적인 그래프이다.

도 24는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 면적률에 따른 (200, 100, 50) 부분 면적 픽셀 패치와 보상 픽셀 패치 색도 좌표 값을 나타내는 그래프이다.

도 25은 본 발명의 일 실시예에 따른 계조 계산 방법 적용 전, 후 패치와 부분 면적 픽셀 패치를 비교한 도면이다.

도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 시야각과 시청거리의 관계를 설명하기 위한 도면이다.

도 27은 본 발명의 일 실시예에 따른 2배 확대 전후의 PPI를 비교한 도면이다.

도 28은 본 발명의 일 실시예에 따른 연신 후 스트레처블 디스플레이와 시뮬레이션된 디스플레이의 픽셀 표현을 나타내는 도면이다.

도 29는 본 발명의 일 실시예에 따른 확대 전과 확대 후의 시뮬레이션 픽셀의 표현을 나타내는 도면이다.

도 30은 본 발명의 일 실시예에 따른 확대 후 많은 픽셀을 사용하여 표현한 시뮬레이션상 픽셀의 위치를 나타내는 도면이다.

도 31은 본 발명의 일 실시예에 따른 확대와 PPI 사이의 관계를 나타내는 도면이다.

도 32는 본 발명의 일 실시예에 시각실험의 모델을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

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

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0018] 제안하는 스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션 방법은 원본 이미지를 확대하여 하나의 픽셀을 복수의 픽셀로 표현하는 블록화 과정을 수행하는 단계(110), 상기 블록화 과정을 수행한 후 해당 결과 이미지에 스트레처블 디스플레이 구조를 위한 비 발광부 색채 값을 입력하는 스트레처블 구조화 알고리즘을 수행하는 단계(120), 상기 스트레처블 구조화 알고리즘의 결과 이미지의 가로, 세로, 대각선 방향의 연신에 대하여 연신 알고리즘을 수행하고, 상기 연신 알고리즘을 수행하는 과정에서 불필요한 연산 과정을 축소하는 단계(130) 및 상기 가로, 세로, 대각선 방향의 연신에 대하여 모두 연신 알고리즘을 수행한 후 영상을 제작 및 저장하는 단계(140)를 포함한다.

[0019] 단계(110)에서, 원본 이미지를 확대하여 하나의 픽셀을 복수의 픽셀로 표현하는 블록화 과정을 수행한다. 이때, 원하는 블록 크기에 따라 하나의 픽셀 값을 복수의 픽셀에 복사하여 블록화 과정을 수행한다. 도 2 내지 도 9를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 블록화 과정에 대해 더욱 상세하게 설명한다.

[0021] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 스트레처블 디스플레이 구조를 나타내는 도면이다.

[0022] 도 2와 같이, 스트레처블 디스플레이는 발광부의 서브 픽셀 1개와 나머지 발광하지 않는 부분의 서브 픽셀 3개로 총 4개의 서브 픽셀이 하나의 픽셀을 이룰 수 있다.

[0024] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 연신 시뮬레이션 상에서 표현할 수 없는 픽셀 구조를 설명하기 위한 도면이

다.

[0025] 도 3(a)는 실제 스트레처블 디스플레이 연신 후의 구조를 나타내는 도면이고, 도 3(b)는 일반 디스플레이에서는 표현할 수 없는 픽셀 구조를 나타내는 도면이다.

[0026] 스트레처블 디스플레이는 비 발광부만 연신 될 수 있다. 해당 구조에 따라 연신 시뮬레이션을 제작하는 과정에서 도 3과 같이 일반 디스플레이의 픽셀 구조로는 표현할 수 없는 경우가 발생한다.

[0028] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 디스플레이 특성화 과정(Display Characterizarion)을 설명하기 위한 도면이다.

[0029] 도 4(a)는 하나의 픽셀 내에 발광부, 비 발광부 서브 픽셀이 공존하는 구조를 나타내는 도면이고, 도 4(b)는 디스플레이 특성화 결과를 나타내는 도면이다.

[0030] 도 4(a)는 도 3의 표현할 수 없는 픽셀 구조 하나의 모습을 나타낸 것이다. 시뮬레이션을 출력하는 디스플레이의 한 픽셀 내에 발광부 서브 픽셀의 일부와 비 발광부 서브 픽셀의 일부가 함께 존재한다. 하나의 픽셀은 On/Off의 2가지 경우만 가능하며 부분적으로 픽셀을 On을 할 수 없으므로 도 4(a)의 경우 발광부와 비 발광부의 비율에 따라 유사한 색으로 대체되는 디스플레이 특성화 과정이 수행된다.

[0032] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 디스플레이 특성화 과정을 적용한 결과를 나타내는 도면이다.

[0033] 도 5(a)는 일반 디스플레이 상에서 표현되는 구조를 나타내는 도면이고, 도 5(b)는 표현할 수 없는 픽셀을 디스플레이 특성화 과정을 적용하여 유사한 색으로 대체한 구조를 나타내는 도면이다.

[0034] 도 5의 결과를 통해 디스플레이 특성화 과정을 거치면 스트레처블 디스플레이 구조가 사라지는 것을 확인할 수 있다. 해당 문제를 해결하기 위해 입력되는 원본 이미지를 보정하는 알고리즘이 필요하다. 본 발명에서는 원본 이미지를 확대하여 하나의 픽셀을 복수의 픽셀로 표현하는 블록화 과정을 통해 해결한다.

[0036] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 하나의 서브 픽셀을 4x4개의 픽셀로 블록화한 것을 나타내는 도면이다.

[0037] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 6의 이미지에 디스플레이 특성화 과정을 적용한 연신 시뮬레이션 결과를 나타내는 도면이다.

[0038] 도 7(a)는 블록화 후 디스플레이에서 표현되어야 하는 구조를 나타내는 도면이고, 도 7(b)는 블록화 후 디스플레이에서 실제 표현되는 구조를 나타내는 도면이다.

[0039] 도 7에서 볼 수 있듯이 블록화 과정을 진행한 후에는 디스플레이 특성화 과정을 적용해도 스트레처블 디스플레이 구조가 사라지지 않음을 확인할 수 있다.

[0041] 표 은 블록 크기에 따라 변화하는 시뮬레이션 결과의 특성을 나타낸다.

[0042] <표 1>

[0043]

구분	블록 크기 증가	블록 크기 감소
왜곡 인지 정도	감소	증가
시청거리	증가	감소
파일의 용량	증가	감소
영상의 크기(가로x세로)	증가	감소

[0045] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 블록화 알고리즘으로 인한 픽셀 구조 변화를 설명하기 위한 도면이다.

[0046] 도 8을 참조하면, 블록화 알고리즘을 통해 원본 이미지(810)의 픽셀 구조가 블록화 알고리즘 결과 이미지(820)와 같이 변화되는 모습을 나타내었다.

[0047] 본 발명의 실시예에 따르면, 원하는 블록 크기에 따라 하나의 픽셀 값을 다수의 픽셀에 복사하여 블록화 과정을 수행한다.

[0049] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 블록화 알고리즘으로 전후 이미지를 나타내는 도면이다.

[0050] 도 9를 참조하면, 블록화 알고리즘을 통해 원본 이미지(910)가 블록화 알고리즘 결과 이미지(920)와 같이 변화된 것을 확인할 수 있다.

[0052] 다음으로, 단계(120)에서 블록화 과정을 수행한 후 해당 결과 이미지에 스트레쳐블 디스플레이 구조를 위한 비 발광부 색채 값을 입력하는 스트레쳐블 구조화 알고리즘을 수행한다. 도 10 및 도 11을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 스트레쳐블 구조화 알고리즘 수행 과정에 대해 더욱 상세하게 설명한다.

[0054] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 스트레쳐블 구조화 알고리즘으로 인한 픽셀 구조 변화를 설명하기 위한 도면이다.

[0055] 블록화 알고리즘을 수행한 뒤, 해당 결과 이미지(1010)에 스트레쳐블 디스플레이 구조에 적합하도록 비 발광부 색채 값을 입력하는 스트레쳐블 구조화 알고리즘을 수행하여 스트레쳐블 구조화 알고리즘 결과 이미지(1020)를 생성한다.

[0057] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 스트레쳐블 구조화 알고리즘 전 후 이미지를 나타내는 도면이다.

[0058] 도 11은 참조하면, 블록화 알고리즘 결과 이미지(1110)가 스트레쳐블 구조화 알고리즘 결과 이미지(1120)와 같이 변화된 것을 확인할 수 있다.

[0060] 다음으로 단계(130)에서, 스트레쳐블 구조화 알고리즘의 결과 이미지의 가로, 세로, 대각선 방향의 연신에 대하여 연신 알고리즘을 수행하고, 상기 연신 알고리즘을 수행하는 과정에서 불필요한 연산 과정을 축소한다.

[0061] 첫 번째 행부터 마지막 행까지 반복적으로 같은 연신 알고리즘이 수행되며, 하나의 행이 연신되는 과정에서는 비 발광부 색채 값을 추가적으로 삽입하는 과정과 표현할 수 없는 부분 픽셀에 대한 디스플레이 특성화 과정을 수행하고, 디스플레이 특성화 과정을 수행하기 위해 해당 픽셀의 발광부와 비 발광부 비율을 도출한다.

[0062] 복수의 픽셀로 블록화된 하나의 블록에서, 제1 부분 픽셀의 발광부와 비 발광부 비율은 연신률과 블록 크기를 이용하여 도출하고, 연신 후의 발광부와 비 발광부 블록 크기를 이용하여 제2 부분 픽셀의 발광부와 비 발광부 비율을 도출한다.

[0063] 특정 연신률에 대하여 일정한 패턴이 반복적으로 나타나는 경우, 코드 상에서 상기 일정한 패턴의 시작 부분에 해당하는지 여부에 대한 조건문을 사용한다.

[0065] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 연신 알고리즘의 반복 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0066] 입력 이미지(1210)에 대하여 첫 번째 행(1220)부터 마지막 행(1230)까지 반복적으로 같은 연신 알고리즘이 수행되며, 연신된 행을 결과 이미지 행렬에 삽입(1240)한다.

[0067] 하나의 행이 연신되는 과정에서는 비 발광부 색채 값을 추가적으로 삽입하는 과정과 표현할 수 없는 부분 픽셀에 대한 디스플레이 특성화 과정을 수행한다. 디스플레이 특성화 과정을 수행하기 위해서는 해당 픽셀의 발광부와 비 발광부 비율을 도출해야 하고, 이 과정은 코드 상에서 반복적으로 수행되어야 하므로 일반화 과정이 필요하다.

[0069] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 연신 알고리즘의 수행 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0070] 도 13(a)는 본 발명의 일 실시예에 따른 픽셀 비율 도출 과정 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0071] 입력 이미지(1310)에 대하여 첫 번째 부분 픽셀의 발광부, 비 발광부 비율은 연신률과 블록 크기에 의해 도출될 수 있으며, 해당 정보와 연신 후의 발광부, 비 발광부 블록 크기를 통해 다음 부분 픽셀의 비율을 도출해낼 수 있다. 도 13은 10% 연신에 대해 첫 번째 부분 픽셀 비율로부터 두 번째 부분 픽셀 비율을 도출해내는 과정이다.

[0072] 예를 들어, 연신 전 블록의 크기에서 발광부는 2이고, 비 발광부는 2이다.

[0073] 10% 연신 후 블록의 크기에서 발광부는 2이고, 비 발광부는 2.4이다(1320).

[0074] 도 13(b)는 본 발명의 일 실시예에 따른 연신 과정에서 일정한 패턴이 반복적으로 일어나는 경우를 설명하기 위한 도면이다.

[0075] 입력 이미지(1330)에 대하여 연신 알고리즘을 수행하면 특정 연신률에 대해 일정한 패턴이 반복적으로 나타나는 경우(1340)도 있으며 도 14는 해당 경우를 나타낸 것이다. 도 14와 같은 경우에 대비하여 코드 상에서 패턴의 시작 부분에 해당하는지 여부에 대한 조건문이 사용될 수 있다.

[0077] 또한, 연신 알고리즘 상에서 연산 과정이 필요한 픽셀은 디스플레이 특성화 과정이 적용되는 픽셀이고, 블록 크기에 따라 연산 과정이 필요하지 않은 픽셀은 연산 과정을 생략할 수 있다.

[0078] 하나의 블록에 포함되는 복수의 픽셀은 모두 같은 값을 가지므로, 하나의 블록에서 제1 행에 대한 연신 알고리즘을 수행한 뒤, 같은 블록의 제2 행은 제1 행의 연신 알고리즘 수행 결과를 삽입하여 불필요한 과정을 생략할 수 있다.

[0079] 하나의 블록 전체가 비 발광부 영역인 행의 경우, 연신 알고리즘 수행 과정을 생략하고 비 발광부 색채 값만을 삽입하여 수행 시간을 단축시킬 수 있다.

[0081] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 연신 알고리즘 수행 과정에서 불필요한 탐색 생략에 대해 설명하기 위한 도면이다.

[0082] 연신 알고리즘은 블록화된 이미지에 대해 수행되므로 불필요한 시간을 단축시킬 수 있다.

[0083] 연신 알고리즘 상에서 연산 과정이 필요한 픽셀은 디스플레이 특성화 과정이 적용되는 픽셀이며, 해당 픽셀은 발광부 블록의 양 측면의 첫 번째 픽셀이다. 따라서 블록 크기에 따라 연산이 필요하지 않은 픽셀은 건너뛰며 불필요한 탐색을 생략할 수 있다.

[0085] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 연신 알고리즘 수행 과정에서 불필요한 반복 생략에 대해 설명하기 위한 도면이다.

[0086] 하나의 블록에 포함되어 있는 픽셀은 모두 같은 값을 갖는다. 따라서 도 15와 같이 블록의 첫 번째 행에 대해서만 연신 알고리즘을 수행한 뒤, 같은 블록에 해당하는 행은 해당 결과를 그대로 삽입하여 불필요한 과정을 생략할 수 있다. 또한 전체가 비 발광부 영역인 행의 경우 역시 연신 알고리즘을 생략하고 비 발광부 색채 값 만을 삽입하여 수행 시간을 단축시킬 수 있다.

[0088] 다음으로, 단계(140)에서 가로, 세로, 대각선 방향의 연신에 대하여 모두 연신 알고리즘을 수행한 후 영상을 제작 및 저장한다.

[0090] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 영상 제작 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0091] 가로, 세로, 대각선 방향의 영상 제작 역시 모두 같은 방식의 알고리즘이 적용되므로 아래에서는 가로방향의 영

상 제작 과정에 대해서만 다룬다.

[0092] 영상 제작 과정은 fps(frame per second), 영상의 길이(다시 말해, 연신 속도), 영상의 크기를 포함하는 영상 정보를 가장 먼저 설정한다.

[0093] 영상 정보를 설정하고(1610), 연신률을 계산한다(1620). 영상에 삽입되는 총 프레임 수는 fps와 영상의 길이를 곱하여 도출한다. 계산된 연신률만큼 연신 알고리즘을 수행한 후(1630), 결과 이미지 영상을 삽입한다(1640). 상기 과정의 횟수를 판단하고(1650), 총 프레임 수만큼만큼 반복한다(1651). 모든 프레임에 대한 연신 알고리즘을 수행한 후 영상 제작을 완료하고 저장한다(1660).

[0094] 본 발명의 실시예에서 제작되는 영상의 fps는 60hz로 설정하며 영상의 길이는 사용자가 직접 입력한다. 영상의 크기는 식(1)을 통해 설정한다.

[0095]
$$Video.cols = Img.cols * \left(1 + \frac{StretchPer}{100}\right) + 200$$
$$Video.rows = Img.rows \quad (1)$$

[0096] 여기서, Img.cols는 스트레처블 구조 이미지의 가로 길이, Img.rows는 스트레처블 구조 이미지의 세로 길이, StretchPer는 연신률, Video.cols는 영상의 가로 길이, Video.rows는 영상의 세로 길이를 나타낸다.

[0097] 식(1)에서 연신 후의 크기에 200을 더하는 이유는 여유공간을 확보해 자연스러운 영상을 제작하기 위함이다.

[0098] 연신 알고리즘에 수행되는 디스플레이 특성과 과정에서는 변환 행렬과 EOTF(Electro-Optical Transfer Function) 값의 정보가 사용된다. 해당 정보는 시뮬레이션이 수행되는 디스플레이 마다 다른 값을 가지므로 사용자에 의해 txt 파일 형태로 입력되어야 한다. 마지막 출력 정보 항목을 통해 반복횟수, 연신 복귀여부, 파일 저장 여부에 대한 추가적인 옵션을 선택할 수 있다.

[0100] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 픽셀의 면적률을 설명하기 위한 도면이다.

[0101] 본 발명은 스트레처블 디스플레이의 연신 과정 시뮬레이션을 제작하는 과정 중, 모니터의 고정된 해상도로 도 17과 같이 임의의 면적률을 갖는 픽셀(이하, 부분 면적 픽셀)을 표현하기 위한 방법에 관한 것이다.

[0102] 제안하는 방법은 먼저, 디스플레이 특성화를 위해 모니터의 자체 특성을 파악하여 EOTF 표를 작성하고, 픽셀의 면적률과 XYZ 좌표 값의 관계를 파악한다.

[0103] 제안하는 부분 면적 픽셀의 계조 표현 방법의 검증을 위해 측정과 실험에 사용될 부분 면적 픽셀과 동일한 효과의 패치 제작하여, 적용된 부분 면적 픽셀 계조 표현 방식을 검증한다.

[0104] 부분 면적 픽셀을 표현하기 위해서 입력 RGB에 해당하는 XYZ 또는 그 반대과정을 계산할 수 있어야 하므로 LCD 특성화를 수행한다. 구체적으로는 이미 알고 있는 입력 색 좌표(RGB)를 LCD에 표시한 후 표시된 색상의 색 좌표(XYZ)를 측정하여 RGB to XYZ, XYZ to RGB의 관계식을 계산한다. 관계식이 성립하기 위해서 실험에 사용된 모니터의 Chromaticity constancy와 additivity가 검증되어야 한다.

[0105] LCD에 정사각형 패치를 디스플레이 후 분광복사기를 이용하여 표시된 색상의 XYZ 좌표 값을 측정한다. 해당 실험에서 사용한 분광복사기는 미놀타 사의 CS-1000이다. 측정 환경은 암실이며 측정장비와 모니터 사이의 거리는 IEC(International Electrotechnical Commission)에서 권장하고 있는 LCD 표준 측정 방법에 따라 모니터의 화면 높이의 4배만큼 떨어진 약 1m 20cm로 설정하였다. 디스플레이 화면의 정중앙에 분광복사기의 측정 영역보다 큰 정사각형 패치를 디스플레이 후 디스플레이 정중앙을 측정하였다. 모니터의 밝기는 White 패치를 측정했을 때 500±5 cd/m^2 의 휘도가 측정될 때를 실험 밝기로 설정하였다.

[0107] 도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 chromaticity 좌표 (x, y)를 나타내는 도면이다.

[0108] Chromaticity constancy 와 Additivity 검증에 있어서, Chromaticity constancy의 확인을 위하여 각 계조값이 0에서부터 255까지 5씩 증가하는 R(red), G(green), B(blue), G(gray) 패치를 제작하여 LCD에 디스플레이 한 후, 분광복사기로 각 패치의 XYZ 좌표 값을 측정하였다.

[0109] 도 18에서 보는 바와 같이 계조 값의 변화에 따라 chromaticity 좌표 또한 변화하는 것을 확인할 수 있다. 계조 값이 255에 근접할수록 Red, Green, Blue, Gray 패치의 chromaticity 좌표가 각각 한 점에 수렴한다. 만약 additive flare가 모든 측정에 존재한다면 그에 해당하는 chromaticity 좌표의 변이를 고려해야 한다. 본 발명의 실시예에 따른 실험은 암실에서 측정되었기 때문에 외광이 끼치는 영향은 없으므로 LCD의 백라이트(backlight)에 의한 내부 반사가 영향을 끼쳤을 것이다. 즉 퓨어 블랙(pure Black)에서도 XYZ 좌표 값이 측정되는 현상을 고려하여 Black 추출(subtraction)을 모든 실험 결과에 적용해야 한다.

[0111] 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 Black 추출을 적용한 후의 chromaticity 좌표를 나타내는 도면이다.

[0112] Black 추출을 적용한 뒤 계조가 5, 10일 때 chromaticity 좌표 값이 오차가 커 각 채널 별 계조에 대하여 15~255까지의 값 만을 표시하였다.

[0113] 해당 LCD의 chromaticity constancy가 유지됨을 도 19를 통해 확인할 수 있다. 만약 additivity 또한 유지된다면 3X3 RGB to XYZ 변환 행렬을 사용할 수 있을 것이다. 표 2는 Black 추출 전과 후의 chromaticity 좌표의 분산의 변화를 나타낸다.

[0114] <표 2>

[0115]

Color	Black subtraction 전		Black subtraction 후	
	x	y	x	y
Red	0.0080	0.0002	0.00003	0.00002
Green	0.00004	0.0048	0.00002	0.00008
Blue	0.0006	0.0020	0.000005	0.000001
Gray	0.00006	0.00008	0.0000004	0.000004

[0116] XYZ 좌표에 대한 additivity를 화이트(White) 패치의 XYZ좌표와 RGB 각각의 XYZ좌표와의 비교를 통해 검증한다. 모든 값은 Black 추출이 적용된 값들이다. 비교 결과를 표 3에 나타내었다.

[0117] <표 3>

[0118]

Value	White	Red	Green	Blue	Sum(R+G+B)	Difference(%)
X	482.3890	262.9890	124.7890	94.3690	482.1470	0.0501
Y	503.8742	120.6742	350.5742	32.4242	503.6726	0.0400
Z	522.4120	0.1240	22.4820	499.7120	522.3180	0.0180

[0119] 표 3의 Difference는 White와 Sum의 삼자극치 상대 오차(=(white-sum)/white * 100)을 나타낸 것이다. 상대 오차가 매우 작으므로 해당 LCD는 additivity를 만족한다. 이와 같이, 해당 LCD는 Chromaticity constancy와 additivity를 만족하므로 3x3 RGB to XYZ 변환 행렬을 사용할 수 있다.

[0121] 어떤 계조의 RsGsBs 좌표 값을 XYZ 좌표 값으로 변환하는 행렬을 프라이머리(Primary) 행렬이라고 한다. 해당 변환은 식(2)로 표현되며 행렬 P는 프라이머리 행렬이다.

[0122]
$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_R - X_K & X_G - X_K & X_B - X_K \\ Y_R - Y_K & Y_G - Y_K & Y_B - Y_K \\ Z_R - Z_K & Z_G - Z_K & Z_B - Z_K \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_S \\ G_S \\ B_S \end{bmatrix}$$

[0123]
$$P = \begin{bmatrix} X_R - X_K & X_G - X_K & X_B - X_K \\ Y_R - Y_K & Y_G - Y_K & Y_B - Y_K \\ Z_R - Z_K & Z_G - Z_K & Z_B - Z_K \end{bmatrix}$$ 식(2)

[0124] 어떤 계조의 XYZ 좌표 값을 RsGsBs 좌표 값으로 변환하는 행렬 즉, 프라이머리(Primary) 역변환 행렬은 P^{-1}이 되고 역변환은 식 2.4로 표현된다.

[0125]
$$\begin{bmatrix} R_S \\ G_S \\ B_S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_R - X_K & X_G - X_K & X_B - X_K \\ Y_R - Y_K & Y_G - Y_K & Y_B - Y_K \\ Z_R - Z_K & Z_G - Z_K & Z_B - Z_K \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$$

[0126]
$$P^{-1} = \begin{bmatrix} X_R - X_K & X_G - X_K & X_B - X_K \\ Y_R - Y_K & Y_G - Y_K & Y_B - Y_K \\ Z_R - Z_K & Z_G - Z_K & Z_B - Z_K \end{bmatrix}^{-1}$$ 식(3)

[0127] X_R, Y_R, Z_R 은 (255, 0, 0) 계조의 Red 패치의 XYZ 좌표 값을, X_G, Y_G, Z_G는 (0, 255, 0) 계조의 Green 패치의 XYZ 좌표 값을, X_B. Y_B. Z_B는 (0, 0, 255) 계조의 Blue 패치의 XYZ 좌표 값을 나타낸다. X_K, Y_K, Z_K는 (0, 0, 0) 계조의 순수한 Black 패치의 XYZ 좌표 값이다. 표 4는 행렬식을 이루는 성분들의 값이다.

[0128] <표 4>

[0129]

	Red	Green	Blue	Black
X	264.7000	123.9000	92.2800	0.4152
Y	121.7000	346.3000	32.2500	0.4298
Z	0.8859	22.9800	487.6000	0.7127

[0130] 표 4의 각 값들을 이용하여 P 와 P^{-1}을 구하면 다음과 같다.

[0131]
$$P = \begin{bmatrix} 264.2848 & 123.4848 & 91.8648 \\ 121.2711 & 345.8711 & 31.8211 \\ 0.1732 & 22.2673 & 486.8873 \end{bmatrix}$$ 식(4)

[0132]
$$P^{-1} = \begin{bmatrix} 0.0045 & -0.0016 & -0.0007 \\ -0.0016 & 0.0035 & 0.0001 \\ 0.0001 & -0.0002 & 0.0021 \end{bmatrix}$$ 식(5)

[0133] 간격 2의 계조 값 0~255의 gray 레벨 패치의 XYZ 좌표 값을 측정하고, P^{-1}와 곱하여 표 5와 같이 EOTF 값 표를 작성하였다. EOTF는 광학적인 밝기 정보와 전기적인 정보 간의 상호변환 관계를 정의한 함수로, 표 5를 이용하여 입력된 RGB 값이 어떤 Rs, Gs, Bs 값을 갖는지 파악할 수 있다.

[0134] <표 5>

계조	Rs	Gs	Bs
254	0.9843	0.9844	0.9838
252	0.9519	0.9511	0.9475
250	0.9270	0.9260	0.9203
248	0.9054	0.9044	0.8971
246	0.8889	0.8878	0.8798
244	0.8718	0.8706	0.8619
242	0.8568	0.8553	0.8460
240	0.8419	0.8406	0.8304
238	0.8261	0.8253	0.8147
236	0.8127	0.8116	0.8007
234	0.7973	0.7960	0.7846
232	0.7814	0.7805	0.7685
230	0.7660	0.7651	0.7528
228	0.7507	0.7496	0.7370
226	0.7356	0.7349	0.7219
224	0.7206	0.7199	0.7070
222	0.7047	0.7038	0.6905
220	0.6877	0.6870	0.6736
218	0.6707	0.6706	0.6567
216	0.6539	0.6540	0.6400
214	0.6377	0.6378	0.6235
212	0.6216	0.6218	0.6076
210	0.6060	0.6061	0.5919
208	0.5906	0.5907	0.5764
206	0.5754	0.5754	0.5613
204	0.5604	0.5609	0.5465
202	0.5461	0.5465	0.5320
200	0.5313	0.5322	0.5177
198	0.5171	0.5185	0.5039
196	0.5038	0.5044	0.4902
194	0.4903	0.4913	0.4770
192	0.4772	0.4780	0.4641
190	0.4656	0.4666	0.4529
188	0.4556	0.4566	0.4429
186	0.4460	0.4469	0.4335
184	0.4364	0.4373	0.4241
182	0.4266	0.4280	0.4146
180	0.4172	0.4186	0.4054
178	0.4080	0.4093	0.3964
176	0.3991	0.4003	0.3874
174	0.3899	0.3916	0.3785
172	0.3810	0.3825	0.3695
170	0.3722	0.3737	0.3611
168	0.3633	0.3651	0.3524
166	0.3547	0.3565	0.3442
164	0.3464	0.3480	0.3360
162	0.3384	0.3397	0.3277
160	0.3298	0.3311	0.3193
158	0.3211	0.3228	0.3110
156	0.3126	0.3146	0.3028
154	0.3045	0.3064	0.2947
152	0.2962	0.2979	0.2865
150	0.2881	0.2902	0.2789
148	0.2798	0.2817	0.2706
146	0.2717	0.2734	0.2626
144	0.2638	0.2653	0.2547
142	0.2557	0.2576	0.2471
140	0.2473	0.2497	0.2392
138	0.2394	0.2416	0.2316
136	0.2315	0.2335	0.2238
134	0.2234	0.2258	0.2161
132	0.2160	0.2176	0.2083
130	0.2081	0.2098	0.2006
128	0.2001	0.2020	0.1931

[0135]

126	0.1930	0.1948	0.1861	82	0.0694	0.0700	0.0668				
124	0.1863	0.1880	0.1798	80	0.0651	0.0656	0.0629				
122	0.1798	0.1815	0.1734	78	0.0613	0.0618	0.0592	38	0.0120	0.0119	0.0117
120	0.1733	0.1750	0.1671	76	0.0576	0.0581	0.0557	36	0.0108	0.0107	0.0105
118	0.1669	0.1685	0.1608	74	0.0541	0.0546	0.0523	34	0.0096	0.0095	0.0094
116	0.1603	0.1619	0.1545	72	0.0507	0.0511	0.0490	32	0.0086	0.0085	0.0084
114	0.1541	0.1556	0.1484	70	0.0475	0.0479	0.0460	30	0.0075	0.0074	0.0073
112	0.1478	0.1493	0.1424	68	0.0445	0.0448	0.0430	28	0.0064	0.0063	0.0063
110	0.1418	0.1433	0.1365	66	0.0416	0.0418	0.0402	26	0.0055	0.0054	0.0054
108	0.1357	0.1371	0.1306	64	0.0388	0.0390	0.0376	24	0.0042	0.0042	0.0042
106	0.1298	0.1312	0.1250	62	0.0361	0.0362	0.0349	22	0.0039	0.0038	0.0038
104	0.1238	0.1252	0.1192	60	0.0333	0.0334	0.0322	20	0.0032	0.0031	0.0031
102	0.1181	0.1194	0.1137	58	0.0306	0.0307	0.0297	18	0.0026	0.0026	0.0026
100	0.1126	0.1138	0.1084	56	0.0281	0.0282	0.0273	16	0.0019	0.0018	0.0019
98	0.1072	0.1084	0.1032	54	0.0258	0.0258	0.0251	14	0.0017	0.0016	0.0017
96	0.1019	0.1030	0.0981	52	0.0237	0.0236	0.0229	12	0.0013	0.0013	0.0013
94	0.0968	0.0979	0.0932	50	0.0216	0.0216	0.0210	10	0.0010	0.0009	0.0010
92	0.0918	0.0928	0.0884	48	0.0197	0.0197	0.0192	8	0.0007	0.0007	0.0007
90	0.0870	0.0879	0.0837	46	0.0180	0.0179	0.0175	6	0.0005	0.0005	0.0005
88	0.0823	0.0832	0.0792	44	0.0163	0.0162	0.0159	4	0.0003	0.0003	0.0003
86	0.0778	0.0786	0.0749	42	0.0148	0.0147	0.0144	2	0.0002	0.0002	0.0002
84	0.0735	0.0742	0.0707	40	0.0133	0.0133	0.0130	0	0	0	0

[0136]

[0137] 예를 들어, RGB 값 (200, 150, 100)는 표 5를 참조하여 (0.5313, 0.2902, 0.1084)의 (R_S, G_S, B_S) 값을 갖는 것을 알 수 있다.

[0138] 종래기술에 따른 모니터에서는 픽셀의 일부분만을 점등할 수 없으므로 사람의 눈으로 보았을 때 부분 면적 픽셀과 동일한 색과 휘도로 보이는 픽셀을 점등해야 한다. 본 발명에서는 부분 면적 픽셀을 표현하기 위해 프라이머리 변환 행렬, EOTF 값 표 및 부분 면적 픽셀의 면적률을 이용하여 부분 면적 픽셀과 동일한 XYZ 좌표 값을 갖는 픽셀을 찾는다. 이를 보상 픽셀이라 한다.

[0140] 도 20은 본 발명의 일 실시예에 따른 보상 픽셀 계조 계산 과정을 나타내는 도면이다.

[0141] 제안하는 보상 픽셀의 계조 계산 방법은 도 20과 같이 부분 면적 픽셀(2010)의 XYZ 좌표 값을 구하고(2020), 구한 XYZ 좌표 값을 갖도록 보상 픽셀의 계조를 결정한다(2030).

[0143] 도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 보상 픽셀 계조 계산 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

[0144] 제안하는 보상 픽셀 계조 계산 방법은 스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션에서 모니터의 고정된 해상도로 임의의 면적률을 갖는 부분 면적 픽셀을 표현하기 위한 모니터의 전기-광학 전달 함수(Electro-Optical Transfer Function; EOTF) 및 프라이머리(primary) 변환 행렬을 구하는 단계(2110), 상기 전기-광학 전달 함수 및 프라이머리 변환 행렬을 이용하여 부분 면적 픽셀의 RGB 값이 입력된 픽셀의 XYZ 좌표 값을 구하는 단계(2120) 및 구해진 XYZ 좌표 값과 부분 면적 픽셀의 면적률을 이용하여 부분 면적 픽셀의 XYZ 좌표 값을

구하고, 부분 면적 픽셀과 동일한 XYZ 좌표 값을 갖는 보상 픽셀을 찾는 단계(2140)를 포함한다.

[0145] 단계(2110)에서, 스트레처블 디스플레이의 이차원 연신 시뮬레이션에서 모니터의 고정된 해상도로 임의의 면적률을 갖는 부분 면적 픽셀을 표현하기 위한 모니터의 전기-광학 전달 함수 및 프라이머리 변환 행렬을 구한다.

[0146] 부분 면적 픽셀의 RGB값이 입력된 픽셀(2111)에 대하여, 전기-광학 전달 함수 값 표와 프라이머리 변환 행렬을 적용한다(2112).

[0147] 단계(2120)에서, 전기-광학 전달 함수 및 프라이머리 변환 행렬을 이용하여 부분 면적 픽셀의 RGB 값이 입력된 픽셀의 XYZ 좌표 값을 구한다.

[0148] 단계(2140)에서, 구해진 XYZ 좌표 값과 부분 면적 픽셀의 면적률을 이용하여 부분 면적 픽셀의 XYZ 좌표 값을 구하고, 부분 면적 픽셀과 동일한 XYZ 좌표 값을 갖는 보상 픽셀을 찾는다.

[0149] 전기-광학 전달 함수 값 표와 프라이머리 변환 행렬을 통해 구해진 픽셀의 XYZ 좌표 값과 부분 면적 픽셀의 면적률(범위: 0~1)(21310)을 곱하여 부분 면적 픽셀의 XYZ 좌표 값을 구한다. 이후 계산된 XYZ 좌표 값을 프라이머리 역 변환 행렬과 전기-광학 전달 함수 값을 이용하여 RGB 좌표로 변환한다. 보상 픽셀은 변환된 RGB 값을 계조로 갖는다.

[0151] 도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 측정에 사용된 픽셀 구조의 예시를 나타내는 도면이다.

[0152] 도 22(a)는 30%, 도 22(b)는 80% 면적률을 나타낸다.

[0153] 제안된 방법은 XYZ 좌표 값이 부분 면적에 선형성을 가짐을 가정하고 있다. 선형성을 검증하기 위하여 부분 면적 픽셀로 이루어진 패치와 같은 밝기와 색이 측정되도록 도 22와 같은 픽셀 구조를 갖는 패치를 제작한 후 CS-1000을 이용하여 XYZ 좌표 값을 측정한다. 사용한 패치의 입력 계조 값은 (200, 100, 50)이며 측정한 발광 면적률은 10%씩 증가시켜 측정한다.

[0154] 표 6은 부분 면적률에 따른 XYZ 좌표 값을 나타낸다.

[0155] <표 6>

[0156]

부분 면적률	X	Y	Z
10%	16.1600	10.9200	2.0190
20%	31.6800	21.2900	3.3040
30%	47.4100	31.7800	4.5860
40%	63.0000	42.2100	5.8680
50%	78.5000	52.5900	7.1550
60%	94.3000	63.1200	8.4470
70%	109.9000	73.5200	9.7430
80%	125.6000	84.0300	11.0300
90%	141.2000	94.4400	12.2800

[0158] 도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 XYZ 좌표 값과 부분 면적률 사이의 선형적인 그래프이다.

[0159] XYZ 좌표 값과 부분 면적률 사이의 관계는 표 6과 도 23과 같이 선형성이 존재하므로 제안된 보상 픽셀의 계조 계산 방법에 사용된 가정이 옳았음을 확인할 수 있다.

[0161] 본 발명의 실시예에서는 부분 면적 픽셀로 이루어진 칼라 패치를 부분 면적 픽셀 패치라 하고, 보상 픽셀로 이루어진 칼라 패치를 보상 픽셀 패치라고 한다. 부분 면적 픽셀 패치와 보상 픽셀 패치의 색차 계산을 통해, 보

상 픽셀의 유효성을 검증한다. 부분 면적 픽셀 패치의 입력 계조 값은 (200,100,50)이며 보상 픽셀 패치에 입력된 계조 값은 제안된 보상 픽셀 계조 계산 방법을 이용하여 결정한다. 두 패치의 측정을 통해 얻은 XYZ 좌표 값을 아래의 변환 식을 사용하여 L*a*b* 좌표로 변환한 후 색차 계산 수식을 활용하여 색차를 계산한다.

[0162] $$L^* = 116 \times \left(\frac{Y}{Y_W}\right)^{\frac{1}{3}} - 16 \quad for \frac{Y}{Y_W} > 0.008856$$ 식(6)

[0163] $$L^* = 903.3 \times \left(\frac{Y}{Y_W}\right) \quad for \frac{Y}{Y_W} \leq 0.008856$$ 식(7)

[0164] $$a^* = 500 \times \left[\left(\frac{X}{X_W}\right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Y}{Y_W}\right)^{\frac{1}{3}}\right]$$ 식(8)

[0165] $$b^* = 500 \times \left[\left(\frac{Y}{Y_W}\right)^{\frac{1}{3}} - \left(\frac{Z}{Z_W}\right)^{\frac{1}{3}}\right]$$ 식(9)

[0166] X_W, Y_W, Z_W 는 White 패치의 XYZ 좌표 값을 나타낸다. X, Y, Z 는 임의의 패치에 대해 측정한 XYZ 좌표 값을 나타낸다.

[0167] $$\Delta E = \sqrt{(L_1^* - L_2^*)^2 + (a_1^* - a_2^*)^2 + (b_1^* - b_2^*)^2}$$ 식(10)

[0169] 위의 식에서 ΔE 는 색차를 나타낸다. (R_1, G_1, B_1)는 부분 면적 픽셀의 계조이며 (R_2, G_2, B_2)는 보상 픽셀의 계조이다. (L_1^*, a_1^*, b_1^*) 좌표 값은 부분 면적 픽셀의 측정된 XYZ 좌표 값의 L*a*b* 변환 결과이고 (L_2^*, a_2^*, b_2^*) 좌표 값은 보상 픽셀의 측정된 XYZ 좌표 값의 L*a*b* 변환 결과이다.

[0170] 표 7은 발광 면적률에 따른 (200, 100, 50) 부분 면적 픽셀 패치와 보상 픽셀 패치 색차를 나타내는 표이다.

[0171] <표 7>

면적률	부분 면적 픽셀 패치			보상 픽셀 패치			색차
-	L_1^*	a_1^*	b_1^*	L_2^*	a_2^*	b_2^*	-
10%	16.4680	21.6134	24.2156	16.4680	20.7086	24.3790	0.9195
20%	24.5608	27.3714	32.5013	24.7379	26.7996	32.1169	0.7114
30%	30.3553	31.4780	38.1690	30.1600	31.8636	37.8900	0.5145
40%	34.9550	34.6422	42.5237	34.9107	35.3836	42.5195	0.7427
50%	38.8297	37.2852	46.1067	38.8332	36.6414	46.0879	0.6441
60%	42.2690	39.7084	49.2813	42.4713	39.4721	49.1897	0.3243
70%	45.3079	41.8375	52.0269	45.1658	42.1712	52.1629	0.3873
80%	48.1002	43.7339	54.5748	48.2626	43.4583	54.2856	0.4311
90%	50.6449	45.5016	56.9240	50.6519	45.3140	56.7010	0.9195
최대 색차: 0.9195		최소 색차: 0.3243		평균 색차: 0.5518			

[0172]

[0173] 10% 간격의 면적률을 갖는 부분 면적 픽셀 패치와 각 면적률 별 보상 픽셀 패치의 평균 색차가 0.5518로 매우 작은 결과를 볼 수 있다. 평균적으로 2 이하의 색차는 사람의 육안으로 인지되지 못하므로 두 패치는 동일한 색상으로 보인다고 할 수 있다. 위 결과를 부분 면적 픽셀 패치와 보상 픽셀 패치의 색도 좌표 (x, y) 영역에서

분석하고 그래프로 나타내면 표 8과 같다. 표 8은 발광 면적률에 따른 (200, 100, 50) 부분 면적 픽셀 패치와 보상 픽셀 패치 색도 좌표 값을 나타내는 표이다.

[0174] <표 8>

면적률	부분 면적 픽셀 패치 색도 좌표 값		보상 픽셀 패치 색도 좌표 값	
-	x	y	x	y
10%	0.5553	0.3753	0.5518	0.3792
20%	0.5630	0.3783	0.5590	0.3796
30%	0.5659	0.3793	0.5673	0.3777
40%	0.5672	0.3800	0.5695	0.3781
50%	0.5678	0.3804	0.5661	0.3819
60%	0.5685	0.3805	0.5671	0.3811
70%	0.5689	0.3806	0.5704	0.3800
80%	0.5692	0.3808	0.5677	0.3812
90%	0.5695	0.3809	0.5688	0.3811

[0175]

[0177] 도 24는 본 발명의 일 실시예에 따른 발광 면적률에 따른 (200, 100, 50) 부분 면적 픽셀 패치와 보상 픽셀 패치 색도 좌표 값을 나타내는 그래프이다.

[0178] 색도 좌표 내에서도 부분 면적 픽셀 패치와 보상 픽셀 패치가 매우 비슷한 색을 나타냄을 도 24를 통해 확인할 수 있다. 추가적으로, 기존의 보상 픽셀 계조 계산 방법과 제안된 방법을 적용했을 때의 패치를 비교한다.

[0180] 도 25은 본 발명의 일 실시예에 따른 계조 계산 방법 적용 전, 후 패치와 부분 면적 픽셀 패치를 비교한 도면이다.

[0181] 도 25은 기존의 보상 픽셀 계조 계산 방법을 적용한 패치(좌)와 부분 면적 픽셀 패치(중앙), 제안된 방법을 적용한 보상 픽셀 패치(우)를 LCD에 디스플레이 후 촬영한 사진이다. 기존 보상 픽셀의 계조는 부분 면적률과 부분 면적 픽셀의 계조를 곱한 값을 사용하였다. 중앙의 부분 면적 픽셀 패치와 비교했을 때 제안된 방법으로 만든 패치가 기존 방법보다 훨씬 같은 색과 휘도로 보임을 확인할 수 있다. 위 결과들을 통해 부분 면적 픽셀을 표현하기 위해 제안된 보상 픽셀을 이용하면, 연신 시 등장할 부분 면적 픽셀을 대체하여 자연스러운 영상을 만들어 낼 수 있다.

[0182] 다음으로, 시뮬레이터 결과 관측 방법에 관하여 설명한다.

[0183] 모든 디스플레이는 그 마다 알맞은 시청거리를 갖는다. 예를 들어 55inch TV의 경우 약 2.5m의 시청거리를 갖는다. 반면에, 모바일 핸드폰은 손에 쥐고 사용하기 때문에 TV보다 짧은 시청거리를 갖는다. 알맞은 시청거리에서 디스플레이의 목표 화질을 달성하는 것이 필수적이기 때문에 정확한 시청거리는 화질 연구에 필수적이다. 특히 본 발명에서의 연구대상인 스트레처블 디스플레이의 경우 픽셀과 픽셀이 불일치하기 때문에 기존의 시청거리 계산으로는 한계가 있다. 따라서 본 발명의 목적은 PPI를 고려하여 보다 정확한 시청거리를 계산하고, 픽셀과 픽셀의 면적비율에 따른 시청거리 또한 계산하는 것이다.

[0185] 도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 시야각과 시청거리의 관계를 설명하기 위한 도면이다.

[0186] 종래기술에 따른 시청거리 계산은 디스플레이의 크기에 따라 계산되었다. 이 때 모바일 핸드폰을 제외한 대부분의 디스플레이는 가로 길이가 세로길이보다 길기 때문에 가로길이를 고려한다.

[0187] 도 26과 수식에서 W는 디스플레이의 가로 너비를 나타내며 θ는 사람의 시야각, d는 디스플레이의 시청거리를 나타낸다. 이때 사람의 시야각을 너무 크게 설정하면 한눈에 화면이 들어오지 않아 시청이 어렵고, 반대로 작게 설정하면 화면이 작게 보여 시청이 힘들기 때문에 디스플레이 목적에 따라 적절하게 설정해야 한다. 보통 TV의 시청거리를 계산할 경우 사람의 시야각을 30° 로 둔다. 시야각을 설정하고 나면 다음 식을 통해 시청거리를 계산할 수 있다.

[0188] $$d = \frac{W}{2\tan(\frac{\theta}{2})}$$ 식(11)

[0189] 다음으로, 시청거리 계산에 사용되는 용어에 관하여 설명한다.

[0191] 도 27은 본 발명의 일 실시예에 따른 2배 확대 전후의 PPI를 비교한 도면이다.

[0192] 본 발명의 실시예에서 사용되는 용어 확대배율은 스트레처블 디스플레이의 출력 영상의 확대 배율을 의미한다. N으로 나타내며 픽셀과 픽셀의 가로세로 길이비가 같다고 가정할 경우, 다음 식으로 구할 수 있다.

[0193] $$N = \frac{\text{픽셀의 길이}}{\text{픽셀의 길이}}$$ 식(12)

[0194] 본 발명의 실시예에서 사용되는 용어 PPI_{SD} 는 디스플레이 1의 PPI를 의미한다.

[0195] 본 발명의 실시예에서 사용되는 용어 PPI_{sim} 는 디스플레이 2의 PPI를 의미한다.

[0196] 본 발명의 실시예에서 사용되는 용어 N_{sd} 는 원본 영상 대비 디스플레이 1에 출력될 영상의 확대배율을 의미한다.

[0197] 본 발명의 실시예에서 사용되는 용어 N_{sim} 는 원본 영상 대비 디스플레이 2에 출력될 영상의 확대배율을 의미한다.

[0198] 본 발명에서는 이와 같은 시청거리 용어를 사용한다. 기존의 시청거리 계산에서는 PPI가 고려되지 않은 계산을 진행했다. 하지만 투명 디스플레이나 스트레처블 디스플레이 등 차세대 디스플레이에서는 픽셀의 크기와 발광부의 크기가 다르다. 이와 같은 상황에서 시청거리를 구하는 것을 PPI를 고려한 시청거리 계산이라 한다.

[0199] 본 발명에서는 스트레처블 디스플레이의 연신 과정 시뮬레이션 영상과 실제 스트레처블 디스플레이에 출력되는 영상을 동일하게 볼 수 있는 시청거리를 제공한다. 연신 과정 시뮬레이션은 비 발광부의 면적이 늘어난 영상으로 인지되는 화질이 원본과 다르게 관찰자에게 제공된다. 이와 같은 특징으로 인해 시각실험의 신뢰성을 위해 시청거리를 고려한다.

[0200] 본 발명에서는 시청거리를 결정하기 위해 화질과 시청거리 그리고 화질과 영상의 크기 사이의 관계를 분석하였다. 이를 통해 화질과 영상 사이의 관계를 수식화하여 시각실험에 필요한 시청거리를 제안한다.

[0202] 도 28은 본 발명의 일 실시예에 따른 연신 후 스트레처블 디스플레이와 시뮬레이션된 디스플레이의 픽셀 표현을 나타내는 도면이다.

[0203] 도 28(a)는 연신 후 스트레처블 디스플레이의 픽셀 위치, 도 28(b)는 시뮬레이션 상에서 연신을 표현할 경우의 픽셀 위치를 나타내는 도면이다.

[0204] 비 스트레처블 디스플레이로 스트레처블 디스플레이의 연신 과정을 시뮬레이션 할 때, 도 28과 같이 연신 후 픽셀의 위치를 표현하는 과정에서 실제 픽셀의 위치와 시뮬레이션 픽셀 위치 사이에 오차가 발생한다. 스트레처블 디스플레이가 가로로 연신됨에 따라 발광부는 늘어나지 않지만, 비 발광부의 면적은 가로로 늘어난다. 이것을 도 28(a)와 같이 스트레처블 디스플레이의 b 픽셀과 c 픽셀을 연신 과정 시뮬레이션 상에서 표현한다. 이 때, 도 28(b) 와 같이 연신과정 시뮬레이션에서는 비 발광부의 표현 없이 b 픽셀과 c 픽셀 사이의 모든 픽셀을 켜준다.

[0205] 본 발명에서는 해당 문제가 스트레처블 디스플레이의 발광부의 크기와 연신 과정 시뮬레이션 상 발광부 크기를

1:1 비율일 때 발생한다고 분석했다. 이에 따라 실제 스트레처블 디스플레이와 연신 과정 시뮬레이션 사이에 오차를 줄이고, 신뢰성 있는 시각 실험을 진행하기 위해 새로운 스트레처블 디스플레이의 표현 방법을 제안한다.

[0207] 도 29는 본 발명의 일 실시예에 따른 확대 전과 확대 후의 시뮬레이션 픽셀의 표현을 나타내는 도면이다.

[0208] 도 29(a)는 확대 전 시뮬레이션 픽셀을 나타내고, 도 29(b)는 4배 확대 후 시뮬레이션 픽셀을 나타낸다.

[0209] 도 28에서 설명된 바와 같이, 시뮬레이션에서 있었던 문제점인 연신 과정에서 모든 픽셀이 켜지지 않고, 비 발광부를 인지할 수 있는 방법으로 시뮬레이션 영상의 확대를 제안한다. 시뮬레이션 영상을 확대하여 도 29와 같이 확대 배율에 따라 시뮬레이션 영상의 픽셀을 다수의 픽셀로 표현해 줄 수 있다. 아래의 그림과 같이 확대 전 픽셀 a를 하나의 픽셀로 표현했다면, 4배로 확대하여 16개의 픽셀로 픽셀 a를 표현해 준다.

[0211] 도 30은 본 발명의 일 실시예에 따른 확대 후 많은 픽셀을 사용하여 표현한 시뮬레이션상 픽셀의 위치를 나타내는 도면이다.

[0212] 도 30(a)는 스트레처블 디스플레이 픽셀을 나타내고, 도 30(b)는 확대 후 시뮬레이션 픽셀을 나타낸다.

[0213] 본 발명에서는 확대를 통해 스트레처블 디스플레이의 발광부의 크기와 연신 과정 시뮬레이션 상 발광부 크기를 조정하여, 더 많은 픽셀을 통해 스트레처블 디스플레이를 표현하여 관찰자에게 제공된다. 확대된 영상을 시뮬레이션 할 때, 도 30과 같이 실제 픽셀의 위치와 시뮬레이션 픽셀위치 사이의 오차가 줄어들며 모든 픽셀을 켜주게 되는 문제도 해결되었음을 확인할 수 있다.

[0215] 도 31은 본 발명의 일 실시예에 따른 확대와 PPI 사이의 관계를 나타내는 도면이다.

[0216] 본 발명에서 제안하는 시뮬레이션 오차 해결 방법은 연신 과정 시뮬레이션 영상을 확대하는 것이다. 기존의 이미지(2110)를 확대했을 때, 도 31의 결과(3120)와 같이 한 픽셀의 크기는 커지게 된다. 픽셀의 크기가 커짐에 따라 1 inch에 필요한 픽셀의 개수가 줄어든다. 이에 따라 확대된 영상(3120)의 PPI는 줄어든다.

[0217] PPI와 영상의 확대 배율은 식(12)의 관계를 갖는다.

[0218] $$PPI_{SIM} = \frac{PPI_{SD}}{N}$$ 식(12)

[0219] 위 식에서 PPI_{SIM}는 확대 후 PPI 값을 의미하고 PPI_{SD}는 확대 전 PPI 값을 나타낸다. N은확대배율을 의미한다. 시각실험에 위 식을 적용시키기 위해 PPI_{SIM} 는 시뮬레이션의 PPI값과 대응된다. PPI_{SD}은 스트레처블 디스플레이의 PPI값과 대응된다. 위 수식에서 확대배율 N에 따라 PPI_{SIM}는 반비례하게 조정된다.

[0221] 도 32는 본 발명의 일 실시예에 시각실험의 모델을 나타내는 도면이다.

[0222] 시각실험을 위해 확대한 연신 과정 시뮬레이션 영상이 스트레처블 디스플레이에 출력되는 영상과 동일해야 한다. 확대에서 오는 PPI의 감소는 동일한 시청실험환경을 제공할 수 없다.

[0223] 본 발명에서는 시청거리조절을 통해 확대에 따른 화질저하를 조절한다. 확대로 인해 커진 픽셀의 크기를 작아지도록 시청거리를 조절함으로써, 저하된 PPI를 보상해준다. 인지되는 영상의 크기는 화각과 시청거리에 따라 달라진다. 시청거리와 영상의 크기사이의 관계를 분석하기 위해 화각을 고정해주었다. 다음으로 확대배율을 고려해주면서 시청거리와 영상의 크기사이의 관계식을 도출하였다.

[0224] 식(13)은 도 32에서 화각이 같을 경우($\theta_1 = \theta_2$), 시뮬레이션 상의 영상은 확대 배율을 통해 스트레처블 디스플레이의 영상의 크기에서 N배 된 크기를 가진다.

[0225] $$시청거리_{SIM} = \frac{시뮬레이션\ 상의\ 영상크기}{스트레처블\ 디스플레이의\ 영상\ 크기} \times 시청거리_{SD}$$ 식(13)

[0226] 식(13) 에서 $\frac{\text{시뮬레이션 상의 영상크기}}{\text{스트레처블 디스플레이의 영상 크기}}$ 는 확대 배율 각각의 확대 배율인 $\frac{N_{SIM}}{N_{SD}}$ 과 같다.

[0227] 따라서 스트레처블 디스플레이를 N배 확대한 연신과정 시뮬레이션 영상의 경우 $\frac{N_{SIM}}{N_{SD}}$ 는 N이 된다. 시뮬레이션 시청거리는 스트레처블 시청거리에 N배하여 시각실험을 진행할 수 있다.

[0228] 본 발명에서는 스트레처블 디스플레이의 영상의 연신 과정을 시뮬레이션하기 위한 확대율을 N이라고 정의하였다. 확대율에 따른 시청거리_{SIM} 는 식(13)에 의해 $N \times \text{시청거리}_{SD}$ 로 정의할 수 있다.

[0229] 본 발명에서는 스트레처블 디스플레이의 영상과 시뮬레이션 영상을 동일하게 볼 수 있는 시각실험을 위한 시청거리를 제시하였다. 확대를 통해 한 픽셀을 여러 개의 픽셀로 표현했다, 이로 인해 기존의 문제점이었던 모든 픽셀이 켜지는 현상을 해결하였다. 다음으로 연신 과정 시뮬레이션 영상을 확대하면서 유발된 화질저하 문제가 있었다. 이 문제는 화각을 고정시켜 줌으로써 제안된 시청거리를 통해 저하된 PPI를 보상해주었다.

[0230] 제안된 시청거리의 근거와 신뢰성은 스트레처블 디스플레이에 출력될 영상과 연신 과정 시뮬레이션 영상의 크기 비교를 통해 검증되었다. 제안하는 시청거리를 사용하여, 스트레처블 디스플레이의 실제 픽셀과 시뮬레이션상의 픽셀사이의 오차를 줄이고, 화질을 동일하게 출력하면서 비 발광부의 표현이 정확하게 진행되었음을 확인하였다.

[0232] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0233] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0234] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

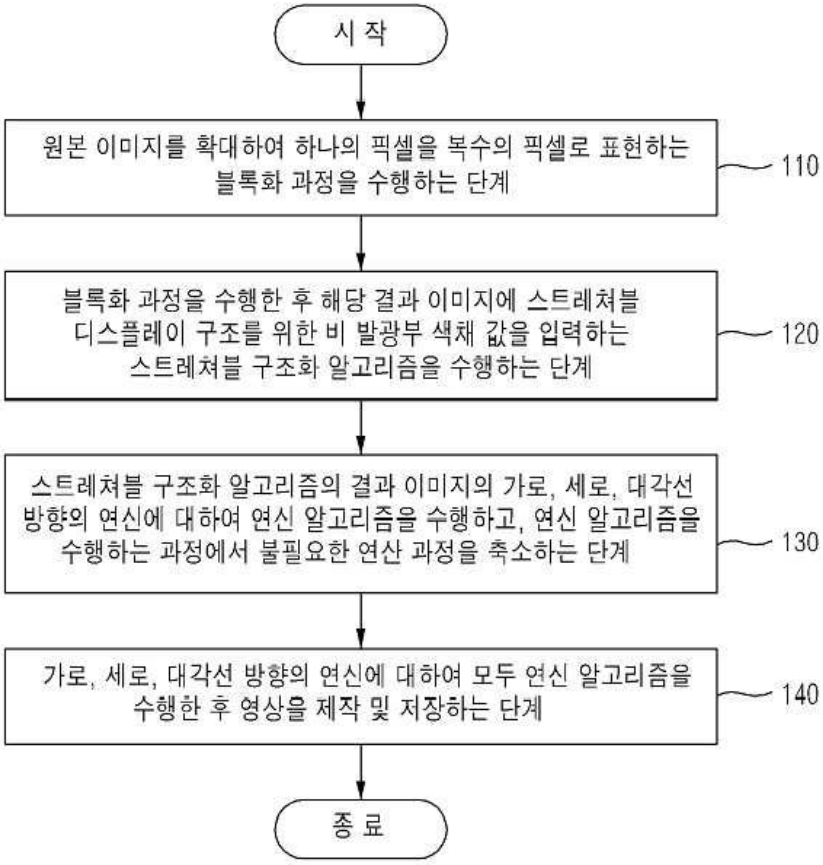
[0235] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가

진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

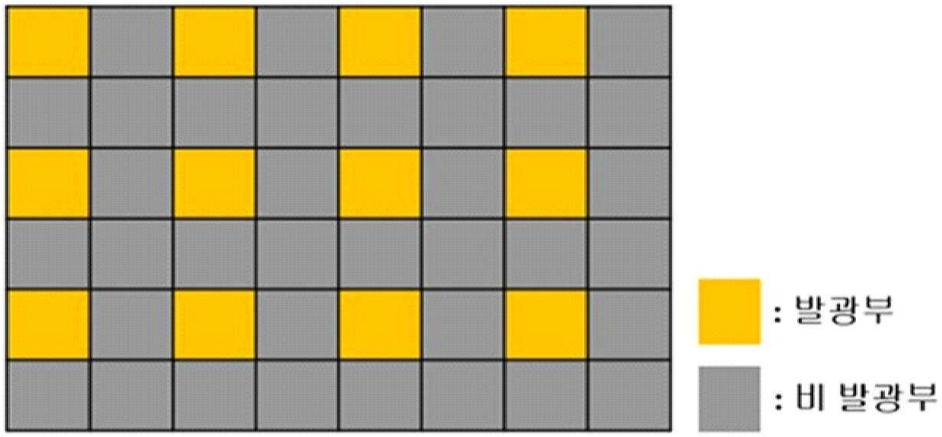
[0236] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

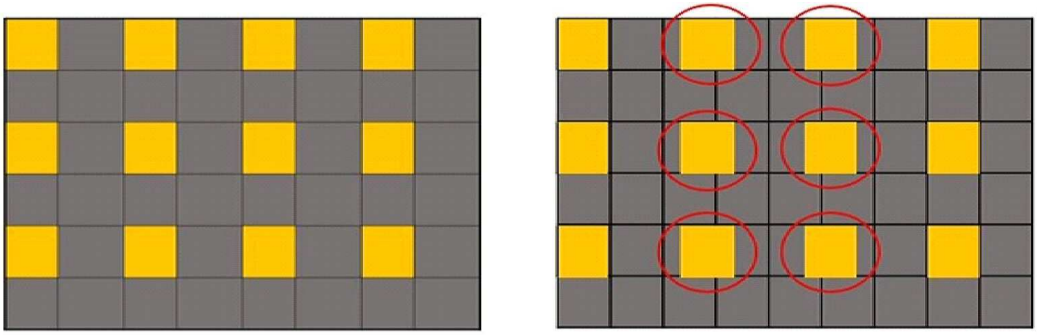
도면1



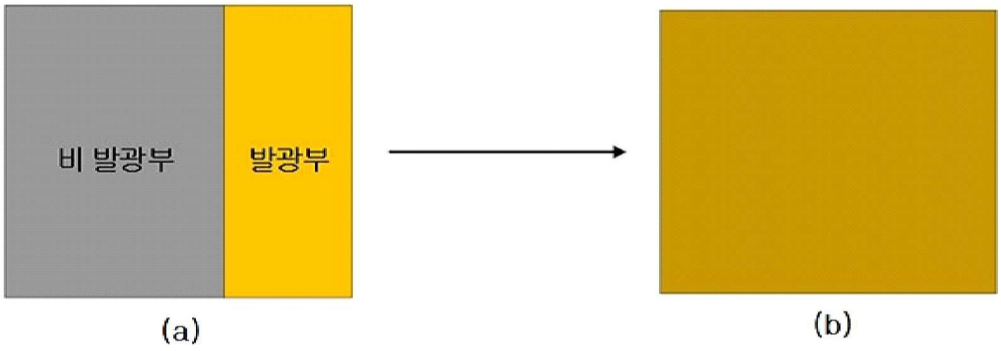
도면2



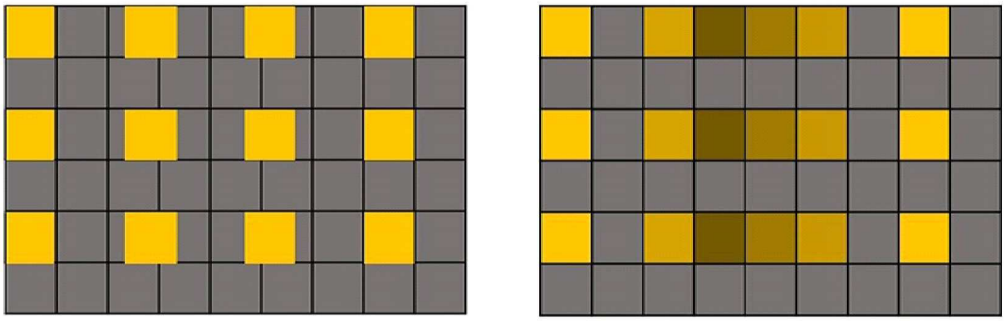
도면3



도면4

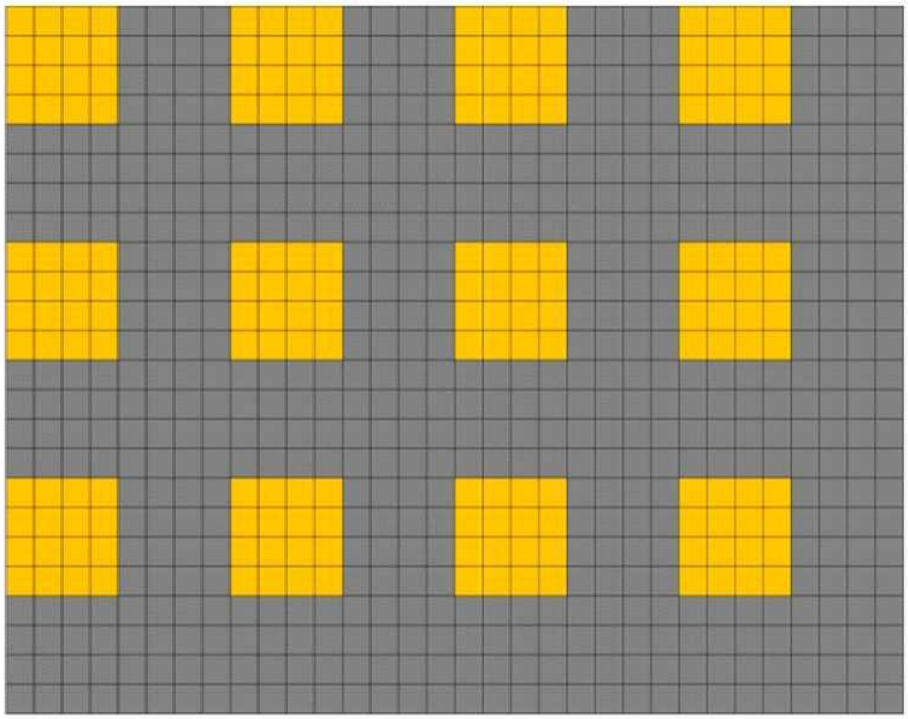


도면5

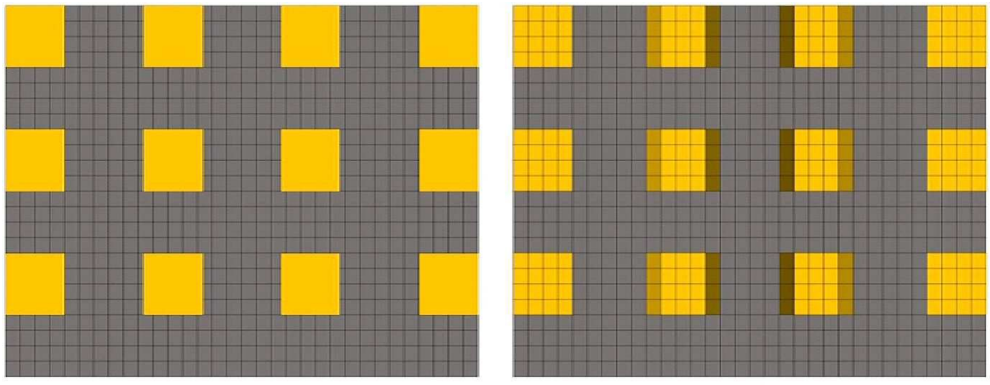


(a) (b)

도면6

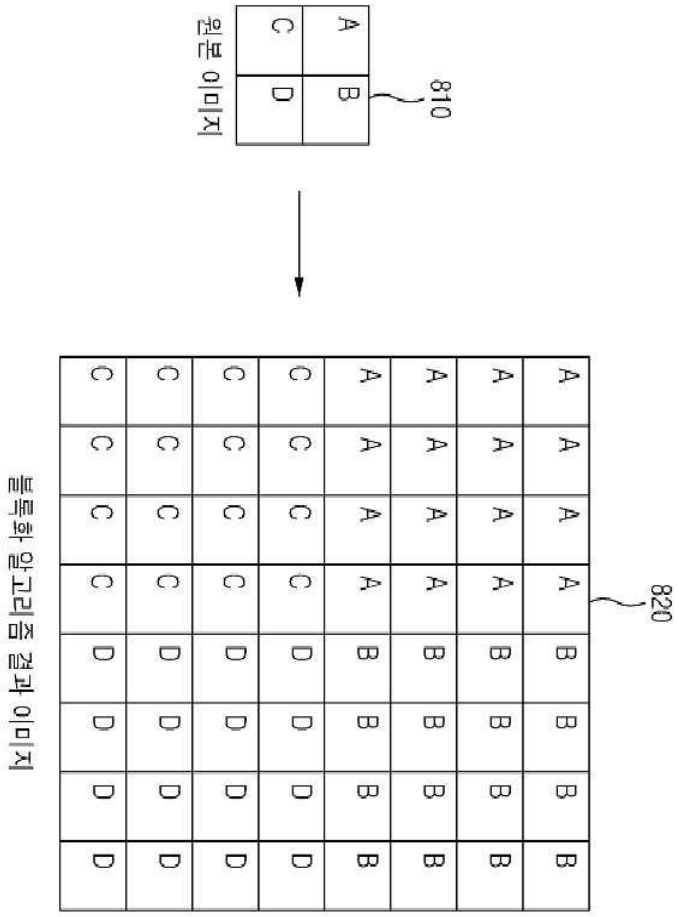


도면7

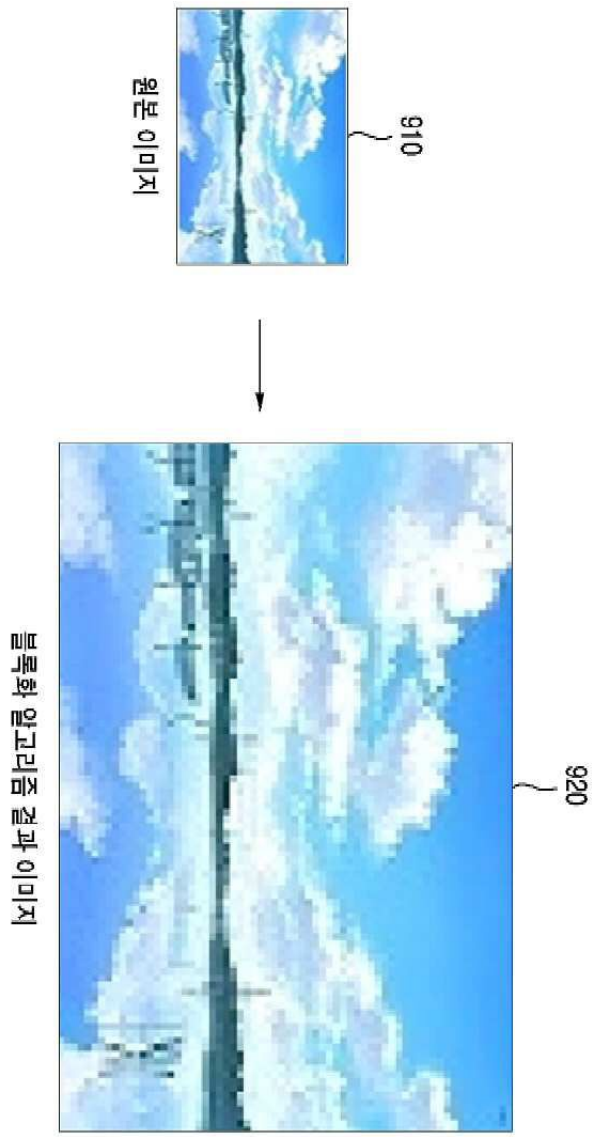


(a) (b)

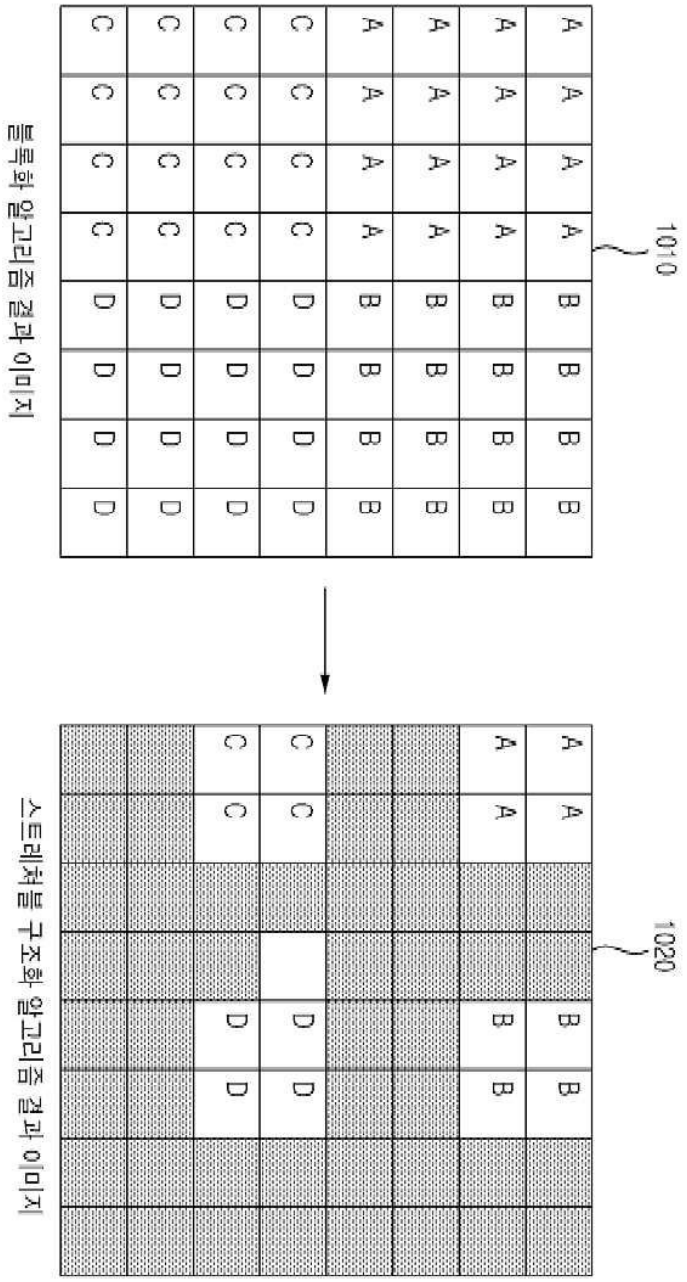
도면8



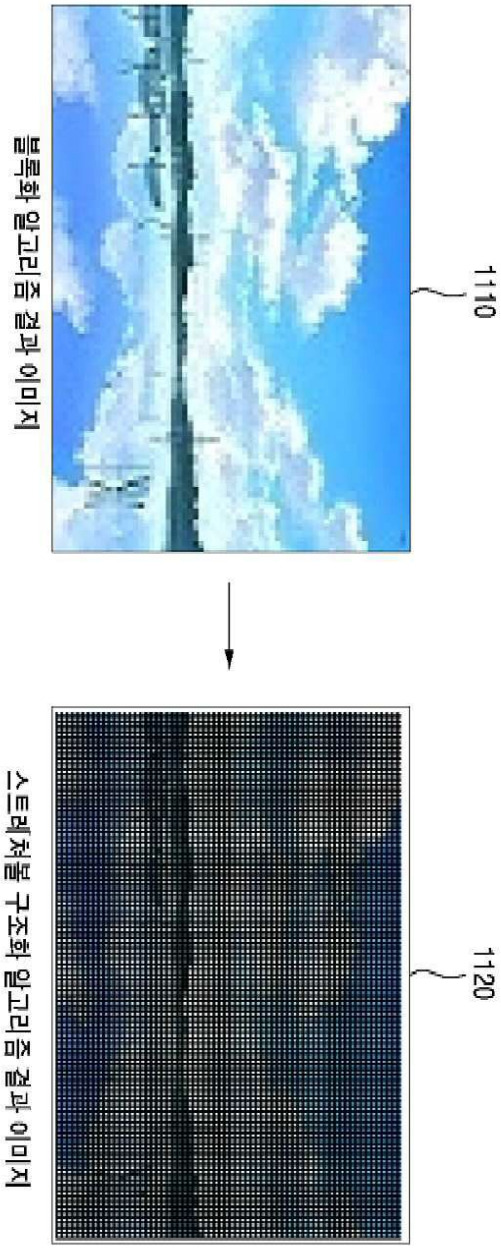
도면9



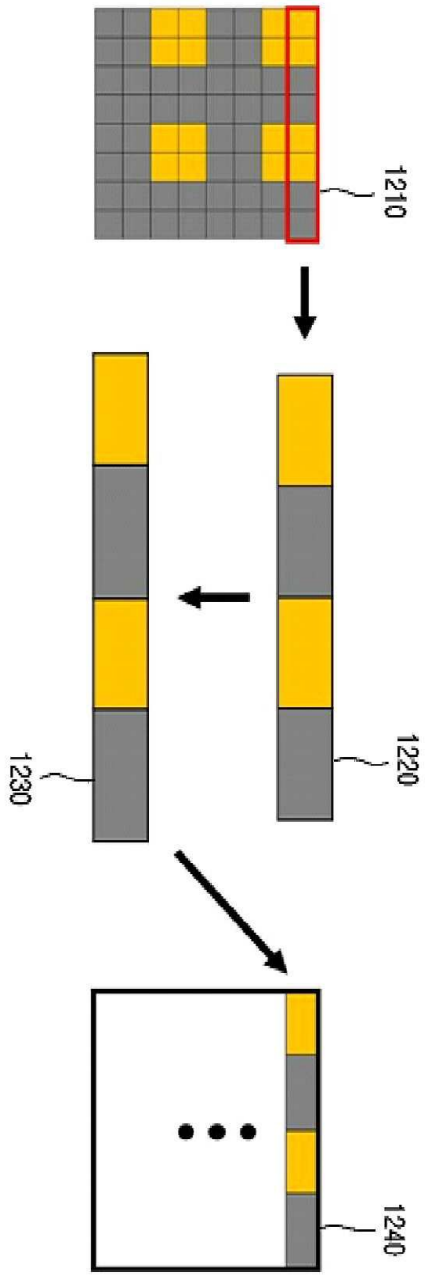
도면10



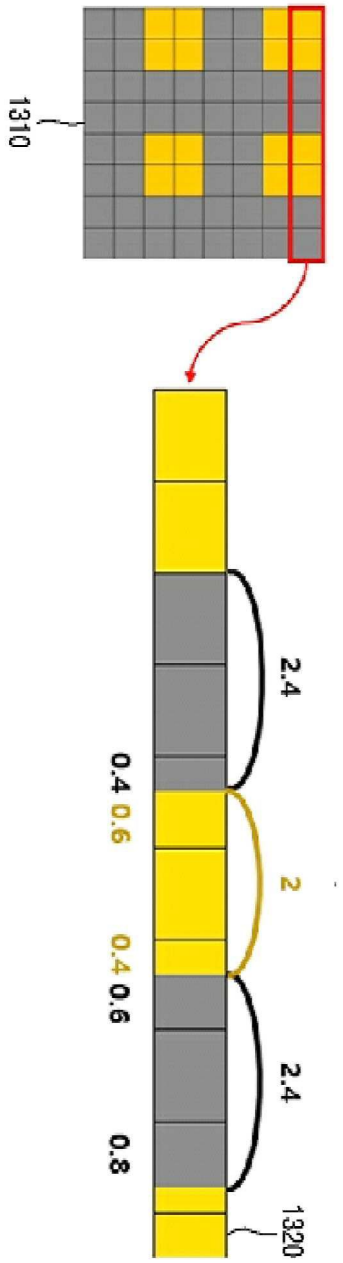
도면11



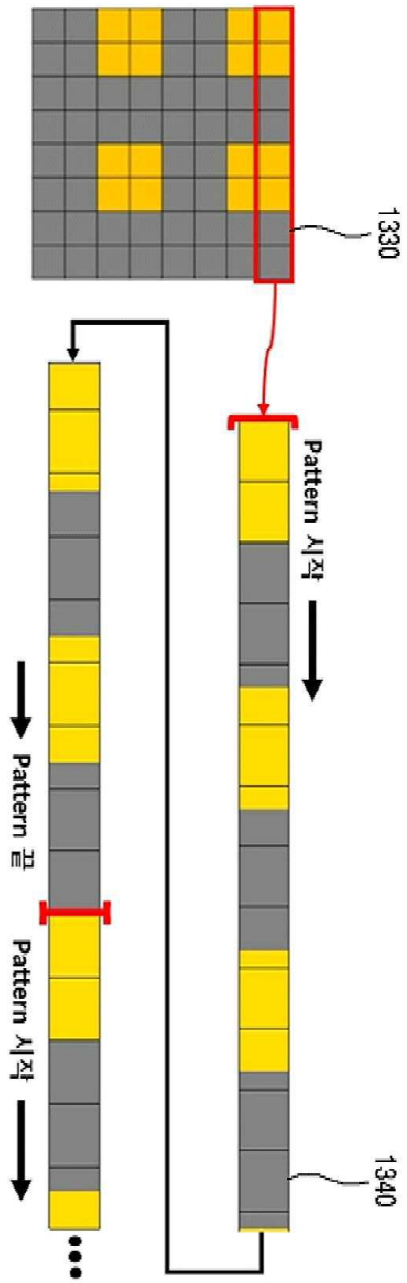
도면12



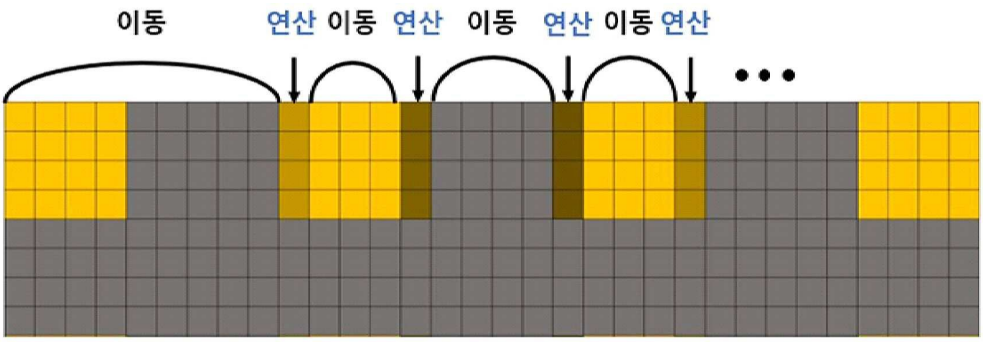
도면13a



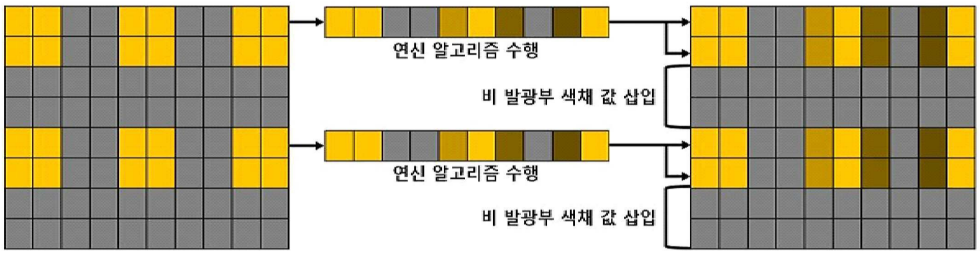
도면13b


1330
Pattern 시작
Pattern 끝
Pattern 시작
1340

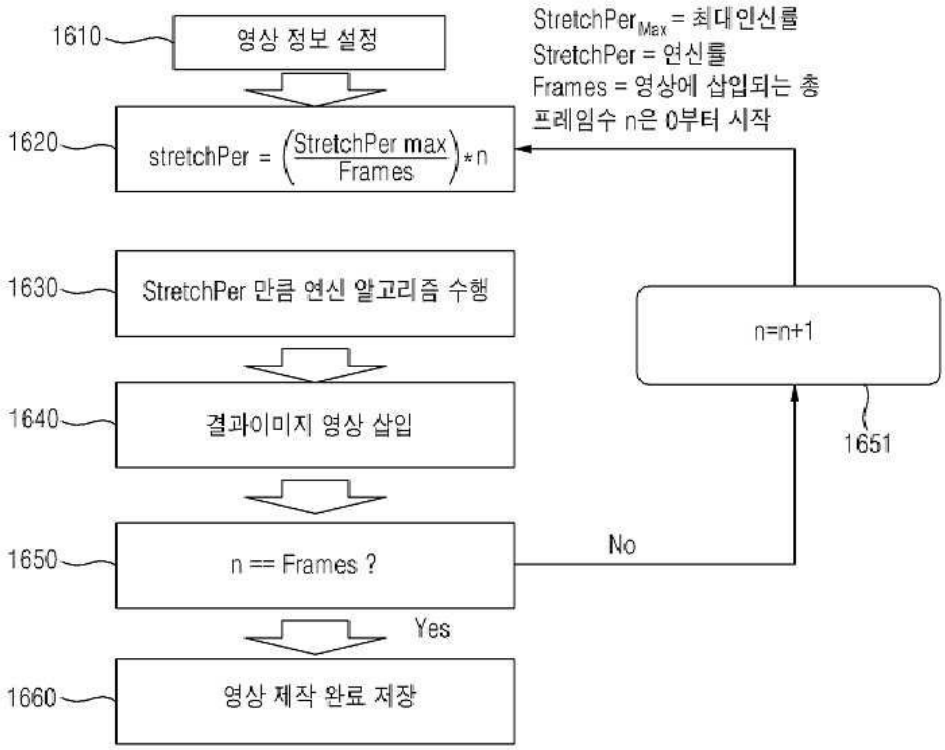
도면14


이동
연산
이동
연산
이동
연산
이동
연산

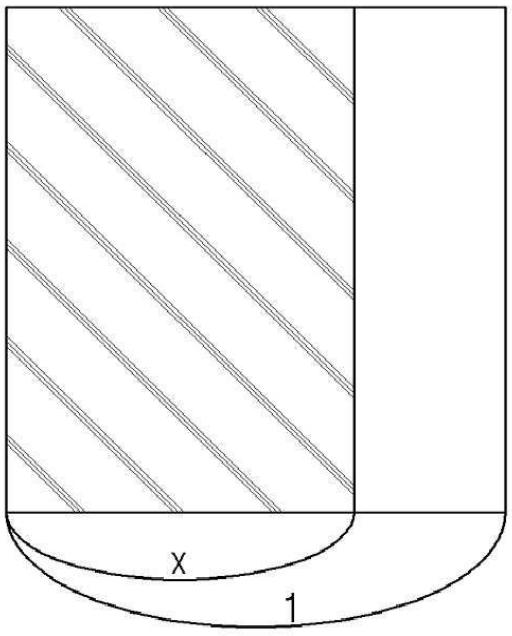
도면15


연신 알고리즘 수행
비 발광부 색채 값 삽입
연신 알고리즘 수행
비 발광부 색채 값 삽입

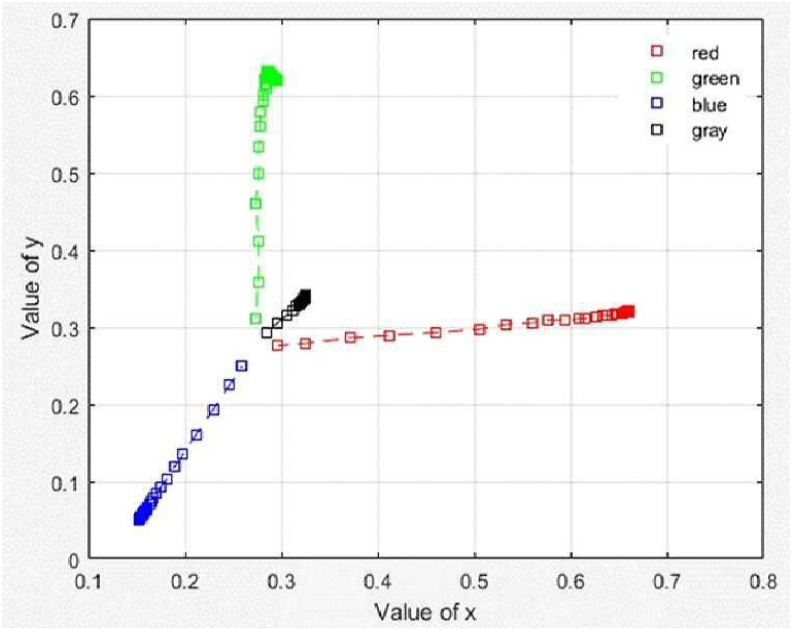
도면16


1610
영상 정보 설정
StretchPer Max = 최대 연신률
StretchPer = 연신률
Frames = 영상에 삽입되는 총 프레임수 n은 0부터 시작
1620
stretchPer = (StretchPer max / Frames) * n
1630
StretchPer 만큼 연신 알고리즘 수행
1640
결과이미지 영상 삽입
1650
n == Frames ?
No
Yes
1660
영상 제작 완료 저장
n=n+1
1651

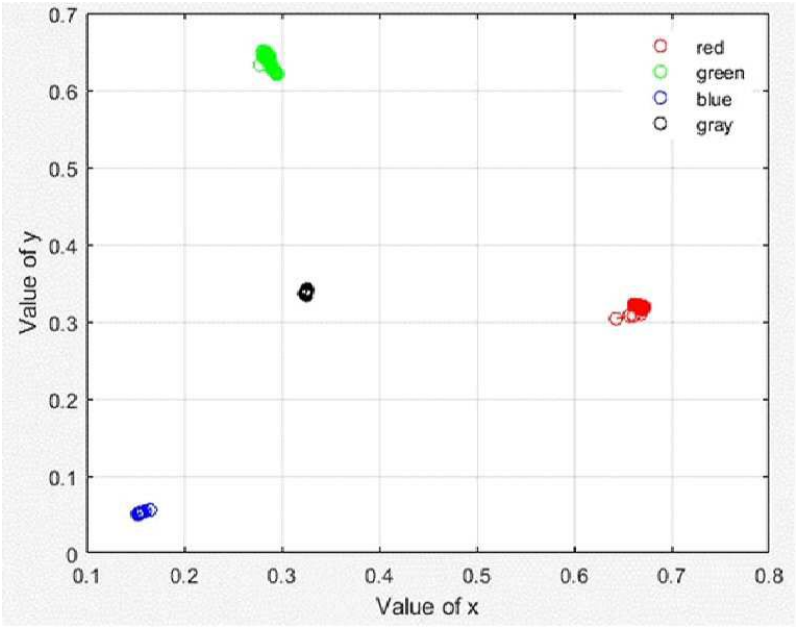
도면17


X
1

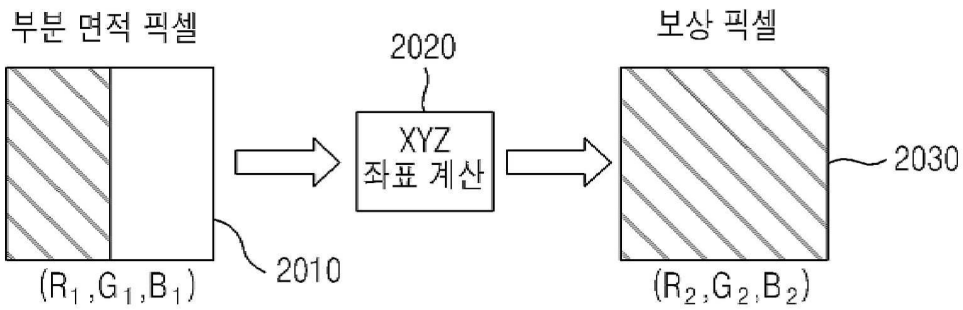
도면18


red
green
blue
gray
Value of y
Value of x
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

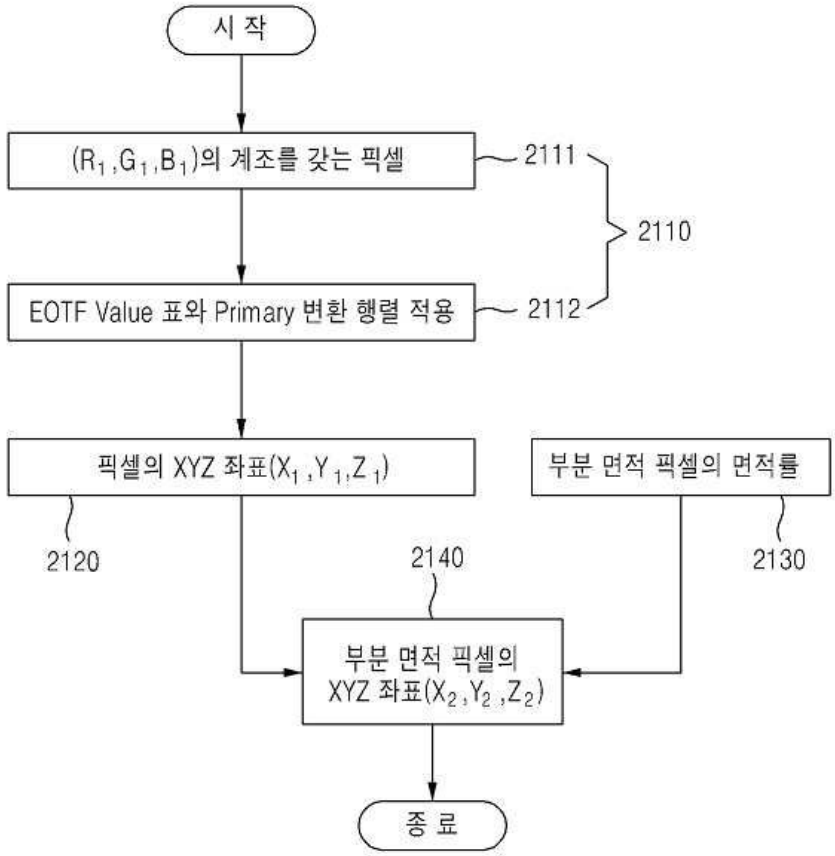
도면19


red
green
blue
gray
Value of y
Value of x
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

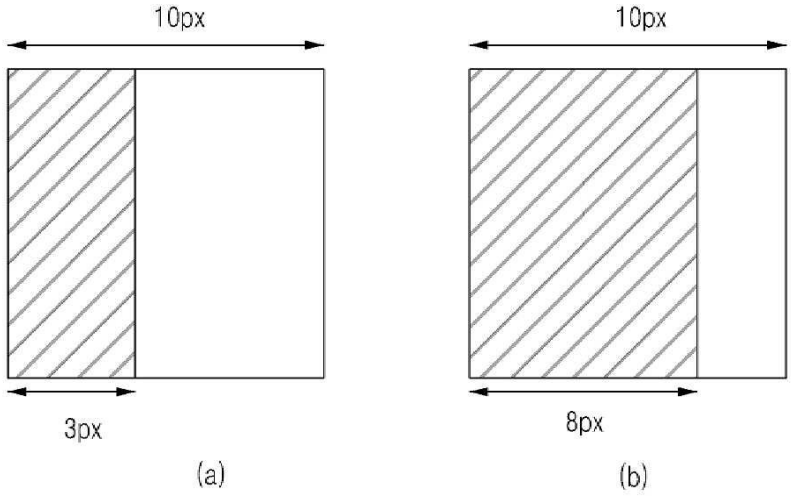
도면20


부분 면적 픽셀
2020
보상 픽셀
XYZ
좌표 계산
2030
2010
(R1,G1,B1)
(R2,G2,B2)

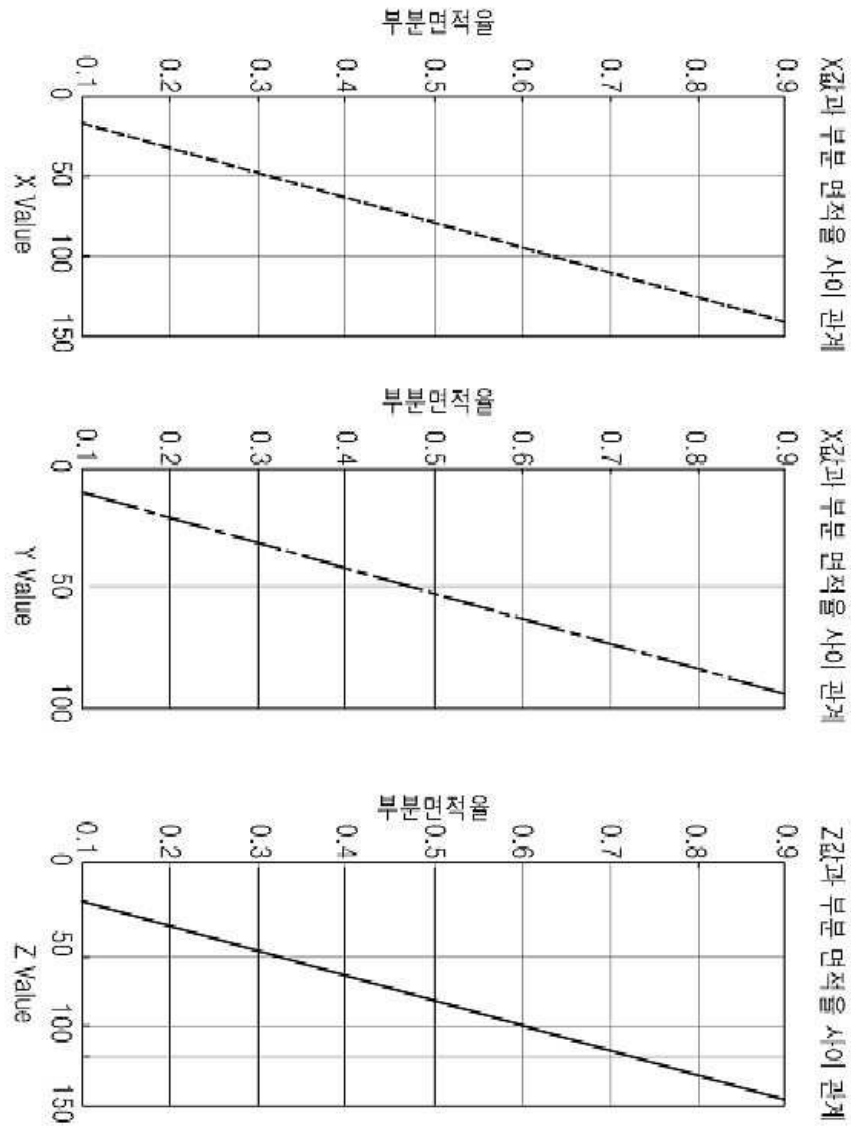
도면21


시 작
(R_1,G_1,B_1)의 계조를 갖는 픽셀
2111
2110
EOTF Value 표와 Primary 변환 행렬 적용
2112
픽셀의 XYZ 좌표(X_1,Y_1,Z_1)
부분 면적 픽셀의 면적률
2120
2140
2130
부분 면적 픽셀의
XYZ 좌표(X_2,Y_2,Z_2)
종 료

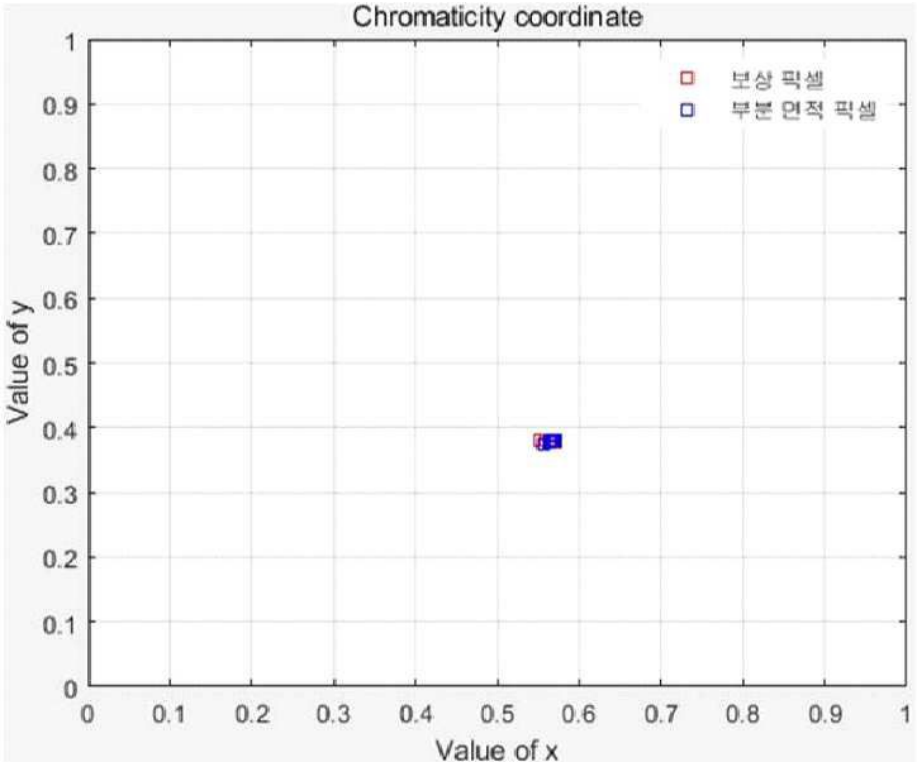
도면22


10px
3px
(a)
10px
8px
(b)

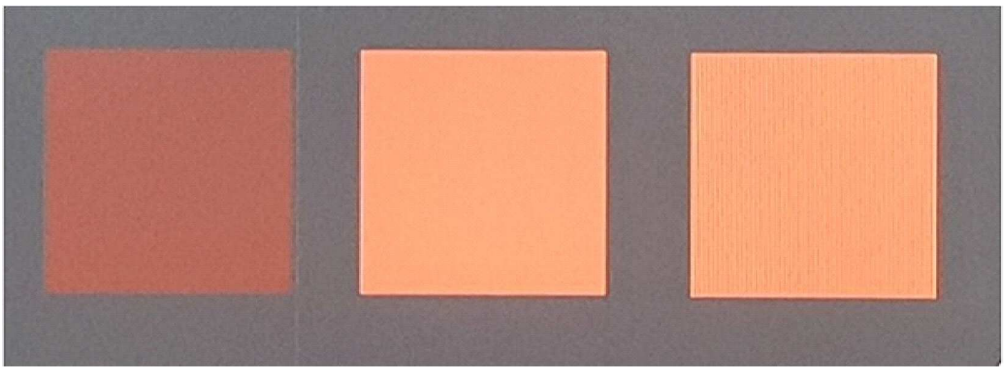
도면23


X값과 부분 면적률 사이 관계
부분 면적률
X Value
0.1
0
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
50
100
150
X값과 부분 면적률 사이 관계
부분 면적률
Y Value
0.1
0
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
50
100
Z값과 부분 면적률 사이 관계
부분 면적률
Z Value
0.1
0
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
50
100
150

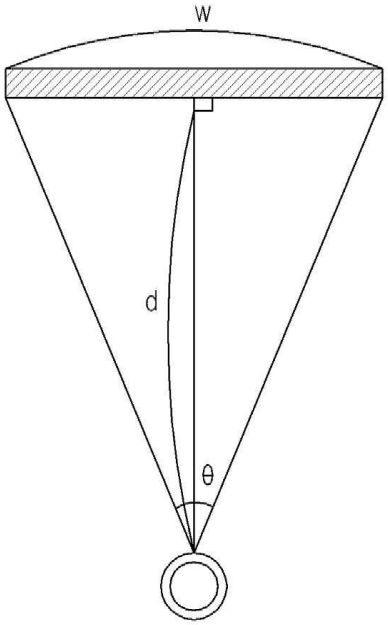
도면24


Chromaticity coordinate
보상 픽셀
부분 면적 픽셀
Value of y
Value of x
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1

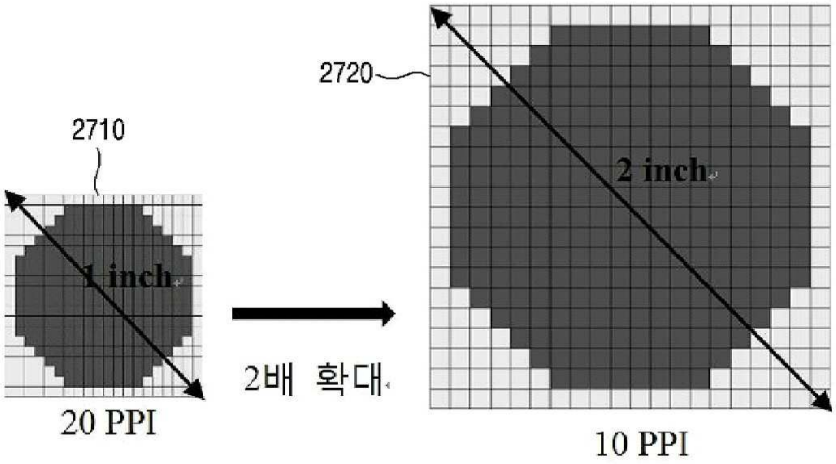
도면25



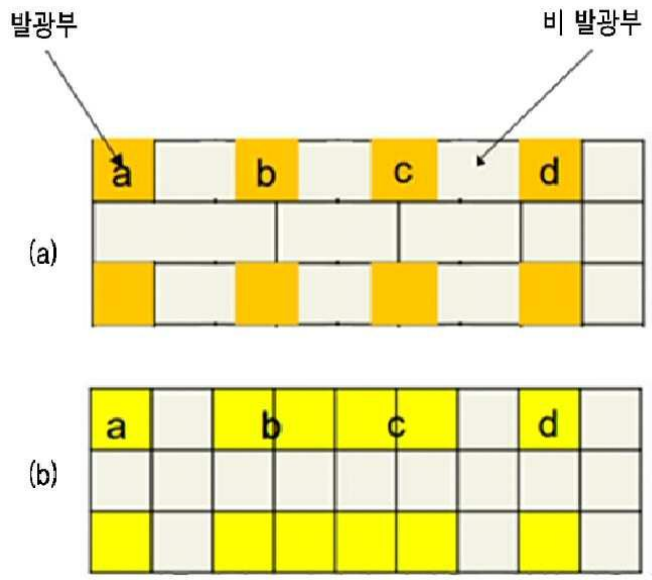
도면26



도면27



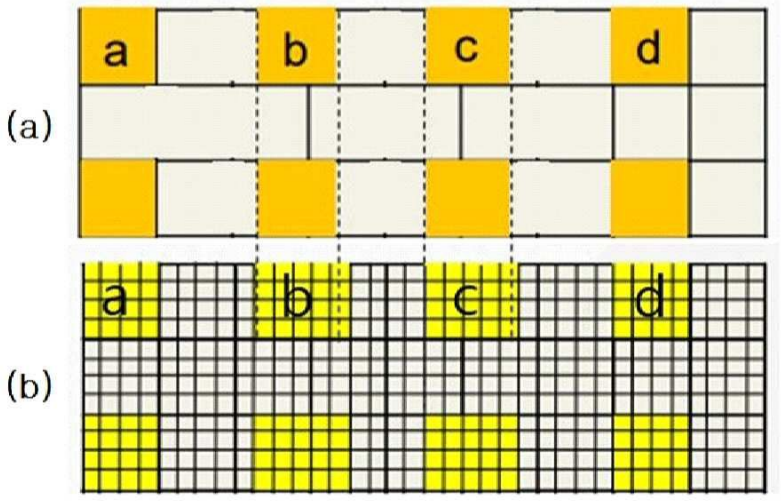
도면28



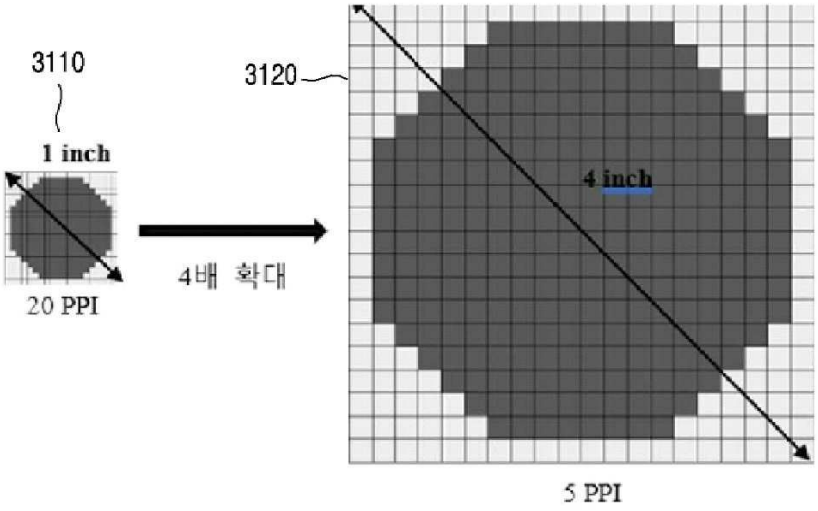
도면29



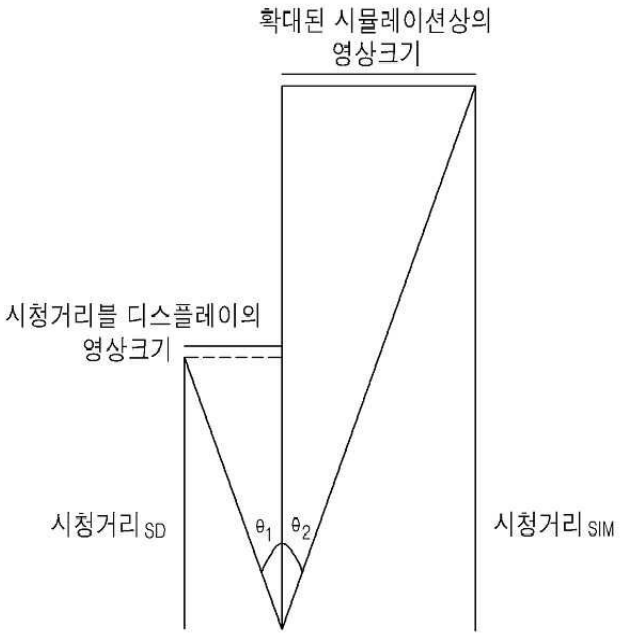
도면30



도면31


3110
1 inch
20 PPI
4배 확대
3120
4 inch
5 PPI

도면32


확대된 시뮬레이션상의
영상크기
시청거리블 디스플레이의
영상크기
시청거리 SD
θ1
θ2
시청거리 SIM