



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년04월01일
 (11) 등록번호 10-1026580
 (24) 등록일자 2011년03월25일

(51) Int. Cl.

G06F 17/22 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2003-0067306
 (22) 출원일자 2003년09월29일
 심사청구일자 2008년09월29일
 (65) 공개번호 10-2004-0038641
 (43) 공개일자 2004년05월08일
 (30) 우선권주장

10/284,412 2002년10월31일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌
 JP2001243006 A
 JP2000293303 A
 JP08036452 A
 JP2001051792 A

전체 청구항 수 : 총 16 항

(73) 특허권자

마이크로소프트 코포레이션

미국 워싱턴주 (우편번호 : 98052) 레드몬드 원
마이크로소프트 웨이

(72) 발명자

왕지안

중국100080

베이징하이디안디스트릭트지천로드넘버49베이징시
그마센터5에프마이크로소프트리씨치아시아내

왕쾅

중국100080

베이징하이디안디스트릭트지천로드넘버49베이징시
그마센터5에프마이크로소프트리씨치아시아내

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

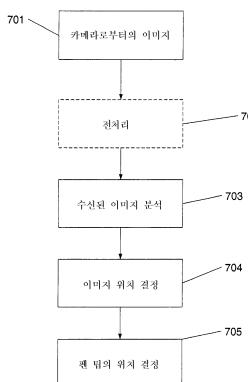
주성민, 이중희, 백만기

심사관 : 이종익

(54) 문서의 이미지를 인코딩하기 위한 시스템 및 데이터 스트림을 폐턴으로서 인코딩하기 위한 방법

(57) 요약

비트 스트림의 인코딩 기법과 인코딩된 비트 스트림의 디스플레이 또는 인쇄를 제공하는 시스템 및 방법에 대하여 설명한다. 인코딩된 비트 스트림을 사용함으로써, 카메라를 구비한 펜은 인코딩된 비트 스트림의 일부의 이미지를 포착할 수 있다. 포착된 이미지는 디코딩되어, 인코딩된 비트 스트림과 관련하여 이미지의 위치의 표시를 제공할 수 있다. 인코딩 기법은 오리엔테이션에 관한 정보를 포함하며, 따라서 디코딩을 용이하게 할 수 있다.

대 표 도 - 도7

(72) 발명자

장춘희

중국100080

베이징하이디안디스트릭트지천로드넘버49베이징시
그마센터5에프마이크로소프트리씨치아시아내

리유에

중국100080

베이징하이디안디스트릭트지천로드넘버49베이징시
그마센터5에프마이크로소프트리씨치아시아내

특허청구의 범위

청구항 1

비트 스트림을 수신하기 위한 입력부(901) 및 데이터의 적어도 2가지 시각적 표현들을 갖는 저장부(903)를 포함하는 문서의 이미지를 인코딩하기 위한 시스템에 있어서,

상기 데이터의 적어도 2개의 시각적 표현들을 사용하여 상기 비트 스트림을 인코딩하기 위한 프로세서(902) -
상기 인코딩된 비트 스트림은 그래픽 패턴(203)에 대응하는 오리엔테이션(orientation) 정보를 포함함 -; 및
상기 인코딩된 비트 스트림을 그래픽 패턴으로서 출력하기 위한 출력부(904)

를 포함하는 것을 특징으로 하는 문서의 이미지를 인코딩하기 위한 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 출력부는 종이 프린터(905)인, 문서의 이미지를 인코딩하기 위한 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 출력부는 컴퓨터 디스플레이(906)인, 문서의 이미지를 인코딩하기 위한 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 적어도 2개의 시각적 표현들 중 하나의 시각적 표현은 어두운 픽셀들로 이루어지는 바(bar)(201, 202)인, 문서의 이미지를 인코딩하기 위한 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 적어도 2개의 시각적 표현들 중 하나의 시각적 표현은 어두운 픽셀들과 밝은 픽셀들이 교대로 배열되어 이루어지는 바인, 문서의 이미지를 인코딩하기 위한 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 적어도 2개의 시각적 표현들 중 하나의 시각적 표현은 적어도 2개의 어두운 픽셀들과 그 다음에 이어지는 하나의 밝은 픽셀이 교대로 배열되어 이루어지는 바인, 문서의 이미지를 인코딩하기 위한 시스템.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 적어도 2개의 시각적 표현들 중 하나의 시각적 표현은 어두운 픽셀들과 밝은 픽셀들이 교대로 배열되는 적어도 2개의 바들인, 문서의 이미지를 인코딩하기 위한 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 그래픽 패턴(203)은 모서리 유형(a type of corner)을 제거하도록 구성되는, 문서의 이미지를 인코딩하기 위한 시스템.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 모서리의 유형은 최상단 좌측 모서리인, 문서의 이미지를 인코딩하기 위한 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 그래픽 패턴(203)은 단일 미로(maze) 패턴인, 문서의 이미지를 인코딩하기 위한 시스템.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 프로세서는 또한 상기 인코딩된 비트 스트림을 문서와 연관시키도록(905, 906) 구성되는, 문서의 이미지를 인코딩하기 위한 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 출력부는 또한 상기 그래픽 패턴을 상기 문서로 출력하도록(905, 906) 구성되는, 문서의 이미지를 인코딩하기 위한 시스템.

청구항 13

데이터 스트림을 패턴으로서 인코딩하기 위해 비트 스트림을 수신하는 단계(901) 및 데이터의 적어도 2개의 시각적 표현들을 유지하는 단계(903)를 포함하는 방법에 있어서,

상기 비트 스트림을 상기 데이터의 적어도 2개의 시각적 표현들을 사용하여 인코딩하는 단계(902) - 상기 인코딩된 비트 스트림은 그래픽 패턴(203)에 대응하는 오리엔테이션 정보를 포함함 -; 및

상기 인코딩된 비트 스트림을 상기 그래픽 패턴으로서 출력하는 단계(904)

를 포함하는 것을 특징으로 하는 데이터 스트림을 패턴으로서 인코딩하기 위한 방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 그래픽 패턴은 모서리의 유형을 제거하도록 구성되는, 데이터 스트림을 패턴으로서 인코딩하기 위한 방법.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 인코딩된 비트스트림을 문서와 연관시키는 단계(905, 906)를 더 포함하는, 데이터 스트림을 패턴으로서 인코딩하기 위한 방법.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 출력하는 단계는 상기 그래픽 패턴을 상기 문서 상으로 인쇄하는 것을 포함하는, 데이터 스트림을 패턴으로서 인코딩하기 위한 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

[0017]

본 발명은 디지털 펜을 사용하는 매체와의 상호작용에 관한 것이다. 더욱 구체적으로는, 본 발명은 하나 이상의 표면과 상호 작용하는 동안 디지털 펜의 위치를 결정하는 것에 관한 것이다.

[0018]

컴퓨터 사용자는 퍼스널 컴퓨터와 상호 작용하는 방법으로서 마우스 및 키보드를 사용하는 것에 익숙하다. 퍼스널 컴퓨터는 서면 문서(written document)보다 많은 장점을 제공하지만, 대부분의 사용자는 인쇄된 종이를 사용하는 특정 작업의 수행을 계속하고 있다. 이러한 작업 중 일부는 서면 문서의 읽기 및 주석 달기를 포함한다. 주석 달기의 경우에 있어서, 인쇄된 문서는 사용자가 그 위에 달아 놓은 주석 때문에 더욱 중요하다고 가정하자. 그러나, 인쇄된 문서에 주석을 달 경우의 한가지 어려운 점은 나중에 다시 전자적 형태의 문서로 주석이 입력되어야 한다는 점이다. 이 경우 본래 사용자 또는 다른 사용자는 힘들여 주석을 달고 이를 퍼스널 컴퓨터로 입력하여야 한다. 어떤 경우에는 사용자는 주석 및 원본 텍스트를 스캐닝하여 새로운 문서를 만들기도 한다. 이러한 여러 단계로 인해 인쇄된 문서와 그 문서의 전자적 버전의 상호 작용을 반복하여(on repeated basis) 다루는 것이 어렵게 된다. 또한, 스캐닝하여 입력된 이미지는 수정할 수 없는 경우가 종종 있다. 원본 텍스트에서 주석을 분리하는 방법도 없을 것이다. 이로써 주석을 사용하는 것이 어려워진다. 따라서 주석을 다루는 개선된 방법이 요구된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

[0019]

하나의 이미지 패턴이 도 10에 도시되어 있다. 이 패턴은 종이에서 펜의 위치를 결정하기 위하여 Anoto 펜(Anoto Inc. 제품)에서 사용되는 것이다. 도 10에 도시한 패턴은 임의의 부분으로부터 쉽게 판단하고, 패턴의 정확한 회전을 결정하는 것이 어렵다. 회전의 결정이 데이터 스트림에 인코딩된 정보를 발견하기 위하여 패턴 자체의 디코딩에 기초한다면, 이 결정은 패턴의 적절한 오리엔테이션을 결정하기 위하여 데이터 스트림 자체를 디코딩하기 위한 상당한 처리를 요구한다. 이러한 노동 집약적인 디코딩 접근법은 단지 이미지의 포착된 부분을 파악하기 위하여 상당한 하드웨어 리소스를 요구하기 때문에, 패턴에 대한 신속한 채용을 방해한다. 패턴의 적절한 오리엔테이션을 결정하기 위하여 잉크 스트로크(ink stroke)와 관련된 각 카메라 이미지가 모든 오리엔테이션으로 완벽하게 처리될 필요가 있으므로, 짧은 노트(short note) 이상의 패턴을 스케일링하는 것은 어렵다(예를 들어, 긴 문서를 손으로만 써서 작성하는 경우). 따라서, 데이터 스트림을 나타내기 위한 개선된 패턴이 요구된다.

발명의 구성 및 작용

[0020]

본 발명의 형태는 상술한 문제점 중 적어도 하나에 대한 해결책을 제공하며, 보여진 이미지(viewed image) 상에서 위치를 파악할 수 있게 한다. 보여진 이미지는 인쇄된 종이 또는 디스플레이된 컴퓨터 이미지 상에 있을 수 있다. 본 발명의 형태는 어두운 이미지의 행 및 열로 표현된 인코딩 패턴을 포함한다. 이 이미지는 행 또는 열에 걸쳐 일정하거나, 행 또는 열에서 번갈아 있거나, 여러 행 또는 열에 걸쳐 번갈아 있거나, 이들의 변형일 수 있다.

[0021]

본 발명의 이러한 형태 및 다른 형태는 이하의 도면 및 관련 설명을 통해 이해될 것이다.

[0022]

상기 발명의 개요 및 후술하는 바람직한 실시예에 대한 상세한 설명은, 첨부된 도면과 관련하여 읽을 때 더 잘

이해될 것이며, 도면은 예시로서 포함되는 것이지 청구된 발명을 제한하는 것은 아니다.

[0023] 본 발명의 형태는 더 큰 이미지와 관련하여 포착된 이미지의 위치를 결정하는 것과 관련된다. 여기서 설명하는 위치 결정 방법 및 시스템은 다기능 펜(multi-function pen)과 결합하여 사용될 수 있다.

[0024] 다음 8개의 작은 표제로 나누어 설명한다. 상기 표제는 다음을 포함한다: 용어, 범용 컴퓨터(general-purpose computer), 이미지 포착 펜, 비트 표현, 표현 분석, 위치결정, 데이터 스트림 인코딩, 및 응용.

용어

[0026] 펜 - 잉크를 저장할 수 있는 기능을 포함하거나 포함하지 않는 임의의 필기 도구. 어떤 예에서는 잉크 기능(ink capability)이 없는 스타일러스가 본 발명의 실시예에 따라 펜으로서 사용될 수 있다.

[0027] 카메라 - 이미지 포착 시스템.

범용 컴퓨터(General Purpose Computer)

[0029] 도 1은 본 발명의 다양한 형태를 구현하기 위하여 사용될 수 있는 범용 디지털 컴퓨터 환경의 예를 나타내는 블록도이다. 도 1에 있어서, 컴퓨터(100)는 처리부(110), 시스템 메모리(120) 및 시스템 메모리를 포함한 많은 시스템 구성요소를 처리부(110)로 연결하는 시스템 버스(130)를 포함한다. 시스템 버스(130)는 임의의 다양한 버스 아키텍처를 사용하는 로컬 버스(local bus), 주변 버스(peripheral bus), 메모리 버스 또는 메모리 컨트롤러를 포함하는 임의의 여러 유형의 버스 구조일 수 있다. 시스템 메모리(120)는 리드 온리 메모리(read only memory; ROM)(140) 및 랜덤 액세스 메모리(random access memory; RAM)(150)를 포함한다.

[0030] 스타트업(start-up) 동안과 같이, 컴퓨터(100) 내의 구성요소간의 정보 전송을 돋는 기본 루틴을 포함하는 기본 입력/출력 시스템(BIOS)이 ROM(140)에 저장되어 있다. 컴퓨터는 하드디스크(도시하지 않음)의 판독 및 기록을 위한 하드디스크 드라이브(170), 분리형 자기 디스크(190)의 판독 및 기록을 위한 자기 디스크 드라이브(180) 및 CD ROM이나 다른 광 매체와 같은 분리형 광 디스크(199)의 판독 또는 기록을 위한 광 디스크 드라이브(191)도 포함한다. 하드디스크 드라이브(170), 자기 디스크 드라이브(180), 및 광 디스크 드라이브(191)는 각각 하드디스크 드라이브 인터페이스(192), 자기 디스크 드라이브 인터페이스(193), 및 광 디스크 드라이브 인터페이스(194)를 통하여 시스템 버스(130)로 접속된다. 드라이브와 이와 관련된 컴퓨터 판독 가능한 매체는, 퍼스널 컴퓨터(110)에 컴퓨터 판독 가능한 명령, 데이터 구조, 프로그램 모듈 및 다른 데이터의 비휘발성 저장을 제공한다. 본 기술분야에서 숙련된 자라면, 자기 카세트, 플래시 메모리 카드, 디지털 비디오 디스크, 베르누이 카트리지, 랜덤 액세스 메모리(RAM), 리드 온리 메모리(ROM) 등과 같은, 컴퓨터에 의해 액세스 가능하고 데이터를 저장할 수 있는 다른 유형의 컴퓨터 판독 가능한 매체도 예시적인 동작 환경에서 사용될 수 있음을 이해할 것이다.

[0031] 운영 체제(195), 하나 이상의 응용 프로그램(196), 다른 프로그램 모듈(197) 및 프로그램 데이터(198)를 포함하는 많은 프로그램 모듈이 하드디스크 드라이브(170), 자기 디스크(190), 광 디스크(199), ROM(140) 또는 RAM(150)에 저장될 수 있다. 사용자는 키보드(101)와 위치 지정 장치(pointing device)(102)와 같은 입력 장치를 통하여 컴퓨터로 명령 및 정보를 입력할 수 있다. 다른 입력 장치(도시하지 않음)는 마이크로폰, 조이스틱, 게임패드, 위성 안테나, 스캐너 등을 포함한다. 이러한 입력 장치나 다른 입력 장치는 종종 시스템 버스에 연결된 직렬 포트 인터페이스(106)를 통하여 처리부(110)로 접속되는데, 병렬 포트, 게임 포트 또는 범용 직렬 버스(USB)와 같은 다른 인터페이스에 의하여 접속될 수도 있다. 또한, 이러한 장치는 적절한 인터페이스(도시하지 않음)를 통하여 시스템 버스(130)로 직접 연결될 수 있다. 모니터(107) 또는 다른 유형의 디스플레이 장치도 비디오 어댑터(108)와 같은 인터페이스를 통하여 시스템 버스(130)로 접속될 수 있다. 모니터에 추가하여, 퍼스널 컴퓨터는 전형적으로 스피커 및 프린터와 같은 다른 주변 출력 장치(도시하지 않음)를 포함한다. 바람직한 실시예에 있어서, 손으로 그린 입력을 디지털로 포착하기 위하여 펜 디지타이저(165) 및 부속 펜 또는 스타일러스(166)가 제공될 수 있다. 펜 디지타이저(165)와 직렬 포트간의 직접 접속이 도시되어 있지만, 실제로 펜 디지타이저(165)는 본 기술분야에서 알려져 있는 시스템 버스(130) 및 병렬 포트나 다른 인터페이스를 통하여 직접 처리부(110)로 연결될 수 있다. 또한, 디지타이저(165)는 모니터(107)와는 별도로 도시되어 있으나, 디지타이저(165)의 사용 가능한 입력 영역은 모니터의 디스플레이 영역과 동일한 공간을 갖는(Co-extensive) 것이 바람직하다. 또한 디지타이저(165)는 모니터(107)에 통합되거나, 모니터(107)를 덮거나 모니터에 부착된 별도의 장치로서 존재할 수 있다.

[0032] 컴퓨터(100)는 원격 컴퓨터(109)와 같은 하나 이상의 원격 컴퓨터로의 논리적인 접속을 사용하여 네트워크 환경에서 동작할 수 있다. 원격 컴퓨터(109)는 서버, 라우터, 네트워크 PC, 동등 장치(peer device) 또는 다른 일

반적인 네트워크 노드(network node)일 수 있으며, 도 1에는 메모리 저장 장치(111)만이 도시되어 있지만, 전형적으로는 컴퓨터(100)와 관련하여 상술한 구성요소를 전부 또는 대부분 포함할 수 있다. 도 1에 도시한 논리적 접속은 근거리 통신망(local area network; LAN)(112) 및 광역 통신망(wide area network; WAN)(113)을 포함한다. 이러한 네트워킹 환경은 사무실, 기업 대상 컴퓨터 네트워크(enterprise-wide computer network), 인트라넷 및 인터넷에서 흔한 것이다.

[0033] LAN 네트워킹 환경에서 사용될 때, 컴퓨터(100)는 네트워크 인터페이스 또는 어댑터(114)를 통하여 근거리 통신망(112)으로 접속된다. WAN 네트워킹 환경에서 사용될 때, 퍼스널 컴퓨터(100)는 전형적으로 인터넷과 같은 광역 통신망(113)을 통하여 통신을 설정하는, 모뎀(115) 또는 다른 수단을 포함한다. 내부 또는 외부 모뎀(115)은 직렬 포트 인터페이스(106)를 통하여 시스템 버스(130)로 접속된다. 네트워크 환경에 있어서, 퍼스널 컴퓨터(100) 또는 그 일부와 관련하여 도시한 프로그램 모듈은 원격 메모리 저장 장치에 저장될 수 있다.

[0034] 도시한 네트워크 접속은 예시적인 것이며 컴퓨터간의 통신 연결을 설정하기 위한 다른 기술이 사용될 수 있다는 것을 이해할 것이다. TCP/IP, 이더넷(Ethernet), FTP, HTTP, 블루트스, IEEE 802.11x 등과 같은 임의의 다양한 널리 알려진 프로토콜이 존재하고, 시스템은 사용자로 하여금 웹 기반 서버로부터 웹 페이지를 검색하도록 허용하는 클라이언트 서버 구조에서 동작할 수 있다. 임의의 다양한 종래의 웹 브라우저를 사용하여 웹 페이지에 데이터를 디스플레이하거나 조작할 수 있다.

화상 포착 펜(Image Capturing Pen)

[0035] 본 발명의 형태는 디스플레이된 형태에서 인코딩된 데이터 스트림의 위치를 파악하는 것을 포함한다. 디스플레이된 형태는 인쇄된 종이(또는 다른 물리적 매체)이거나 또는 다른 이미지나 이미지의 세트와 관련하여 인코딩된 데이터 스트림을 투영하는 디스플레이일 수 있다. 예를 들어, 인코딩된 데이터 스트림은 디스플레이된 이미지 위에 있는 이미지 또는 종이 위의 물리적인 이미지로서 나타내어지거나, 디스플레이 스크린 위에 있거나 이와 결합된 물리적인 인코딩된 패턴(변형 불가능한 패턴)일 수 있다. (따라서, 펜에 의하여 포착된 임의의 이미지 부분은 디스플레이 스크린에 위치할 수 있다).

[0036] 이 포착된 이미지의 위치 결정은 사용자와 종이, 매체 또는 디스플레이 스크린과의 상호 작용의 위치를 결정하기 위하여 사용될 수 있다. 본 발명의 어떤 형태에 있어서는, 펜은 종이에 기록하는 잉크 펜일 수 있다. 다른 형태에 있어서는, 펜은 사용자가 컴퓨터의 디스플레이 표면에 기록하는 스타일러스일 수 있다. 임의의 상호 작용이 문서에서의 인코딩된 이미지의 인식 또는 컴퓨터 스크린에 디스플레이된 문서의 지원과 함께 다시 시스템에 제공될 수 있다. 카메라의 위치를 반복적으로 포착함으로써, 시스템은 사용자에 의하여 컨트롤되는 스타일러스의 움직임을 추적할 수 있다.

[0037] 도 6a 및 6b는 카메라(603)와 함께 펜(601)을 도시한 예를 나타낸다. 펜(601)은 잉크통을 포함하거나 포함하지 않을 수 있는 텁(602)을 포함한다. 카메라(603)는 표면(607)으로부터 이미지(604)를 포착한다. 펜(601)은 점선 박스(606)로 나타낸 추가적인 센서 및 프로세서(606)를 더 포함할 수 있다. 이러한 센서 및/또는 프로세서(606)는 다른 펜(601) 및/또는 퍼스널 컴퓨터로(예를 들어, 블루트스 또는 다른 무선 프로토콜을 통하여) 정보를 전송하는 기능도 포함할 수 있다.

[0038] 도 6b는 카메라(603)로 보여지는 이미지를 나타낸다. 일 예에 있어서, 카메라(603)의 시야는 32x32 픽셀(이 경우 N=32)이다. 따라서, 도 6b는 32픽셀 길이, 32픽셀 폭의 시야를 도시한다. N의 크기는 요구되는 이미지 해상도의 정도에 기초하여 조절할 수 있다. 또한, 카메라(603)의 시야는 여기서 예를 위하여 정사각형으로 도시한 것이며, 이 시야는 본 기술분야에서 알려진 다른 형태를 포함한다.

[0039] 카메라(603)로부터 펜(601)으로의 입력은 일련의 이미지 프레임 {I_i} (i=1,2,...,A)로 정의되는데, I_i는 샘플링 시간 t_i로 펜(601)에 의하여 포착된다. 샘플링 레이트(sampling rate)는 고정되거나, 문서의 크기에 기초하여 변할 수 있다. 포착된 이미지 프레임의 크기는 요구되는 정확성의 정도나 문서의 크기에 따라 크거나 작을 수 있다. 또한, 카메라 이미지 크기는 탐색되는 문서의 크기에 기초하여 결정될 수 있다.

[0040] 카메라(603)에 의하여 포착된 이미지는 바로 처리 시스템에 의하여 사용되거나, 사전 필터링(pre-filtering)을 거칠 수 있다. 이 사전 필터링은 펜(601)에서 발생하거나 펜(601) 밖(예를 들어 퍼스널 컴퓨터)에서 발생할 수 있다.

[0041] 도 6b의 이미지 크기는 32x32 픽셀이다. 각 인코딩된 유닛 크기가 3x3 픽셀이라면 포착된 인코딩된 유닛의 수는 약 100 유닛일 것이다. 인코딩된 유닛 크기가 5x5이면, 포착된 인코딩된 유닛은 대략 36이다.

[0043] 도 6a는 또한 이미지 면(609)을 도시하는데, 위치(604)로부터 패턴의 이미지(610)가 여기에 형성된다. 물체 면(607)의 패턴으로부터 수신된 빛은 렌즈(608)에 의하여 포커싱된다. 렌즈(608)는 하나의 렌즈 또는 멀티 파트 렌즈 시스템(multi-part lens system)일 수 있지만, 여기서는 단순화를 위하여 하나의 렌즈로 나타내었다. 이미지 포착 센서(611)는 이미지(610)를 포착한다.

[0044] 이미지 센서(611)는 이미지(610)를 포착하기에 충분할 만큼 클 수 있다. 대안으로, 이미지 센서(611)는 위치(612)에서 펜 팁(602)의 이미지를 포착할 수 있을 정도로 충분히 클 수 있다. 참고로 위치(612)에서의 이미지를 가상 펜 팁이라 한다. 펜 팁, 렌즈(608) 및 이미지 센서(611) 간의 일정한 관계 때문에, 이미지 센서(611)와 관련된 가상 펜 팁 위치는 일정하다는 것에 유의해야 한다. 가상 펜 팁의 위치($L_{virtual-pentip}$ 으로 나타냄)(612)로부터 실제 펜 팁의 위치(L_{pentip} 으로 나타냄)(602)로의 변환으로, 포착된 이미지(610)와 관련된 실제 펜 팁의 위치를 결정할 수 있다.

[0045] 다음의 변환 $F_{S \rightarrow P}$ 은 카메라에 의하여 포착된 이미지를 종이에 실제 이미지로 변환한다.

$$L_{paper} = F_{S \rightarrow P}(L_{Sensor})$$

[0046] 기록 중에, 펜 팁 및 종이는 동일한 면에 있다. 따라서 가상 펜 팁으로부터 실제 펜 팁으로의 변환도 $F_{S \rightarrow P}$ 이다.

$$L_{pentip} = F_{S \rightarrow P}(L_{virtual-pentip})$$

[0047] $F_{S \rightarrow P}$ 변환은 투영 변환(perspective transformation)이라 할 수 있다. 이는 $F_{S \rightarrow P}$ 의 추정(estimation)으로서 다음과 같이 단순화된다.

$$F'_{S \rightarrow P} = \begin{pmatrix} s_x \cos \theta, & s_y \sin \theta, & 0 \\ -s_x \sin \theta, & s_y \cos \theta, & 0 \\ 0, & 0, & 1 \end{pmatrix}$$

[0048] 여기서 θ , s_x 및 s_y 는 위치(604)에서 포착된 패턴의 회전 및 2가지 오리엔테이션의 스케일이다. 또한, 포착된 이미지를 종이에서의 대응하는 배경 이미지와 매칭시킴으로써 $F'_{S \rightarrow P}$ 를 $F_{S \rightarrow P}$ 로 개량(refine)할 수 있다. "개량(refine)"은 반복 방법에 해당하는 일종의 최적화 알고리즘에 의하여 보다 정확한 투영 행렬 $F_{S \rightarrow P}$ (8개 파라미터)를 얻는 것을 의미한다. 반복 방법은 $F'_{S \rightarrow P}$ 행렬을 초기값으로 취급한다. $F_{S \rightarrow P}$ 는 $F'_{S \rightarrow P}$ 보다 S 및 P 간의 변환을 더욱 정교하게 표시한다.

[0049] 다음으로, 보정(calibration)에 의하여 가상 펜 팁의 위치를 결정할 수 있다.

[0050] 펜 팁(602)을 종이 위의 알고 있는 위치 L_{pentip} 에 위치시킨다. 다음으로, 펜을 기울이면, 카메라(603)가 다른 펜 자세로 일련의 이미지를 포착할 수 있다. 포착된 각각의 이미지에 있어서, $F_{S \rightarrow P}$ 변환을 수신할 수 있다. 이 변환으로부터 펜 팁의 가상 이미지에서의 위치 $L_{virtual-pentip}$ 을 얻을 수 있다.

$$L_{virtual-pentip} = F_{P \rightarrow S}(L_{pentip})$$

[0051] 그리고,

$$F_{P \rightarrow S} = 1 / F_{S \rightarrow P}$$

[0052] 이다. 각각의 이미지로부터 수신된 $L_{virtual-pentip}$ 을 평균함으로써, 가상 펜 팁의 정확한 위치 $L_{virtual-pentip}$ 이 결정될 수 있다.

[0053] 가상 펜 팁의 위치 $L_{virtual-pentip}$ 은 현재 알고 있다. 포착된 이미지로부터 $F_{S \rightarrow P}$ 변환도 얻을 수 있다.

마지막으로, 이 정보를 사용하여 실제 펜 팁의 위치 $L_{pen tip}$ 을 결정할 수 있다.

$$L_{pen tip} = F_{S \rightarrow P}(L_{virtual-pen tip})$$

[0059] 비트 표현(Bit Representations)

도 2a는 제1 비트 및 제2 비트에 대한 샘플 인코딩 기술을 도시한다. 제1 비트(예를 들어, "1") (201)은 어두운 잉크의 열로 나타내었다. 제2 비트(예를 들어, "0") (202)는 어두운 잉크의 행으로 나타내었다. 다양한 비트를 표현하기 위하여 임의의 색의 잉크가 사용될 수 있다. 선택되는 잉크의 색깔에 있어서 유일하게 요구되는 것은, 이미지 포착 시스템에 의하여 차별화될 수 있도록 매체의 배경에 상당한 콘트라스트(Contrast)를 제공하는 것이다. 도 2a의 비트는 3x3 행렬의 셀로 표현되었다. 행렬의 크기는 이미지 포착 시스템의 크기 및 해상도에 기초하여 임의의 크기로 변형될 수 있다. 비트 0 및 1의 다른 표현이 도 2c-2e에 도시되어 있다. 도 2a-2e의 샘플 인코딩을 위한 1 또는 0의 표현은 다른 영향을 초래하지 않고 서로 바뀔 수 있다. 도 2c는 2개의 행 또는 열을 차지하며 서로 교차하여 배열된 비트 표현을 나타낸다. 도 2d는 점선 형태의 행 및 열의 픽셀 교차 배열(alternative arrangement)을 나타낸다. 마지막으로, 도 2e는 불규칙한 형태의 열 및 행의 픽셀 표현을 나타낸다(예를 들어, 밝은 블록 다음에 2개의 어두운 블록)

[0062] 다시 도 2a를 참조하면, 한 비트가 3x3 행렬로 표현되고 이미징 시스템(imaging system)이 3x3 영역에서 하나의 어두운 행과 2개의 밝은 행을 검출한다면, 0(또는 1)이 표현된 것이다. 이미지가 하나의 어두운 열과 2개의 밝은 열이 검출되었다면, 1(또는 0)이 표현된 것이다.

[0063] 여기서, 비트를 표현하기 위해서 하나 이상의 블록 또는 픽셀 또는 점이 사용된다. 하나의 비트를 표현하기 위해서 하나의 픽셀(또는 블록 또는 비트)을 사용하는 것은 변형되기 쉽다. 먼저, 종이의 자국, 비평면 표면 등은 데이터 유닛의 간단한 비트 표현의 판독을 곤란하게 한다.

[0064] 비트 스트림은 도 2b의 그래픽 패턴(203)을 생성하기 위하여 사용된다. 그래픽 패턴(203)은 12개의 행과 18개의 열을 포함한다. 행 및 열은 비트 표현(201 및 202)을 사용하여 그래픽 표현으로 변환되는 비트 스트림에 의해 형성된다. 도 2b는 아래의 비트 표현을 갖는다고 볼 수 있다.

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

[0065] [0066] 도 2b에 도시한 그래픽 패턴(203)을 생성하기 위하여 다양한 비트 스트림이 사용될 수 있다. 예를 들어, 1 및 0의 난수 또는 유사 난수 시퀀스(random or pseudo-random sequence of ones and zeros)가 사용될 수 있다. 비트 시퀀스는 행으로, 열로, 대각선으로, 또는 아래의 임의의 다른 형식에 따른 순서로 배열될 수 있다. 예를 들어, 왼쪽에서 오른쪽으로, 그리고 아래로 실행한다면, 위의 행렬은 아래의 비트 스트림에 의하여 형성될 수 있다.

[0067] 0101 0111 0110 1100 1000 1010 0111 1110 1100.

[0068] 위에서 아래로, 그리고 오른쪽으로 실행한다면, 위의 행렬은 아래의 비트 스트림에 의하여 형성될 수 있다.

[0069] 0101 1101 0011 1101 0110 1001 1001 1110 0010.

[0070] 대각선으로 그리고 둘러싸면서 실행한다면, 위 행렬은 아래의 비트 스트림으로 표현할 수 있다.

[0071] 0111 0000 0101 1101 1001 0111 1111 1000 1010.

[0072] 표현 분석(Representation Analysis)

도 2b는 그래픽 패턴(203)으로부터의 픽셀 블록의 표현을 포함한다. 디스플레이된 이미지(204-211)는 5x5 픽셀 블록을 나타낸다. 픽셀 블록(204)은 밝은 행 사이의 어두운 행을 나타낸다. 픽셀 블록(205)은 밝은 열 사이의 어두운 열을 나타낸다. 픽셀 블록(206)은 왼쪽 아래 모서리를 나타낸다. 픽셀 블록(207)은 오른쪽 위 모서리를 나타낸다. 픽셀 블록(208)은 하나의 어두운 열과 그 왼쪽의 가운데 행이 어두운 것을 나타낸다. 픽셀 블록(209)은 하나의 어두운 행과 그 위의 가운데 열이 어두운 것을 나타낸다. 픽셀 블록(210)은 반이 어두운 행을

나타낸다. 픽셀 블록(211)은 반이 어두운 열을 나타낸다. 픽셀 블록의 조합을 분석함으로써 픽셀의 모든 조합이 픽셀 블록(204-211)에 있는 이미지 세그먼트에 의해 형성될 수 있다.

[0074] 도 2b에서 생성된 패턴은 미로 패턴이라 할 수 있는데, 여기서 미로에 의해 4방향 모두가 완벽하게 둘러싸이는 영역 없이 선 세그먼트가 미로를 형성한다.

[0075] 또한, 더 작은 픽셀 블록의 세트로 모든 가능한 픽셀 조합을 표현할 수 있다. 더 이상의 블록 없이, 도 3a-3d에 도시한 4개의 블록 각각이 그래픽 패턴(203)에서 발견될 것을 예측할 수 있다. 그러나, 8개의 블록(204-211) 중에는 단 3개 유형의 모서리만이 존재한다. 이 예에 있어서, 도 3a에 나타낸 픽셀 블록은 없다. 모서리 유형을 제거하기 위하여 이미지 세그먼트(201 및 202)가 선택될 수 있으므로, 없는 유형의 모서리(missing type of corner)에 기초하여 포착된 이미지의 오리엔테이션을 결정할 기회를 제공한다.

[0076] 계속해서 도 4를 살펴보면, 카메라(401)에 의하여 포착된 이미지는 분석될 수 있고, 그 오리엔테이션은 이미지(401)에 의해 실제로 표현된 위치에 따라서 해석 가능하도록 결정될 수 있다. 우선, 픽셀이 수평 및 수직으로 정렬되도록 이미지를 회전시키는데 필요한 각 Θ 를 결정하기 위해 이미지(401)가 재검토된다. 기초가 되는 그리드(underlying grid)를 비수평 및 수직 배열(예를 들어, 45도)로 회전시키는 것을 포함하여 다른 그리드 배열도 가능하다는 것에 유의해야 한다. 사용자는 다른 것보다 먼저 수평 및 수직 패턴을 인식하는 경향이 있으므로, 비수평 및 수직 배열을 사용하면 사용자로부터 시작적인 혼란을 제거하는 장점을 제공할 수 있을 것이다. 단순화를 위하여, 그리드의 오리엔테이션(기초가 되는 그리드의 수평선, 수직선 및 임의의 다른 회전)은 총괄하여 미리 정의된 그리드 오리엔테이션이라 한다.

[0077] 다음으로, 어느 코너가 없는지 결정하기 위하여 이미지(401)가 분석된다. 이미지(401)를 디코딩을 위해 준비된 이미지(403)로 회전시키는데 필요한 회전 양은 o 는, $o=(\Theta$ 더하기 회전 양{어느 코너가 없는지에 의해 정의됨})로 나타낸다. 회전 양은 도 5의 식으로 나타낼 수 있다. 다시 도 4를 참조하면, 픽셀의 수평 및 수직(또는 다른 미리 정의된 그리드 오리엔테이션) 배열을 이루기 위하여 픽셀의 레이아웃에 의해 각 Θ 가 우선 결정되고, (402)에 도시한 바와 같이 이미지가 회전된다. 그리고 분석이 행해져서 없는 모서리를 결정하고 디코딩을 위한 이미지로 설정하기 위하여 이미지(402)는 (403)과 같이 회전된다. 그리고, 이미지는 시계 반대방향으로 90도 회전되어 이미지(403)의 위치가 복원된다.

[0078] 회전 각 Θ 는 없는 모서리를 알기 위하여 이미지(401)의 회전 전 또는 후에 적용될 수 있다.

[0079] 마지막으로, 이미지(403)의 코드가 판독되고, 그래픽 패턴(203)을 생성하기 위하여 사용되는 원본 비트 스트림과 상관 연산이 행해진다. 상관성(correlation)은 많은 방법으로 구해질 수 있다. 예를 들어, 반복 접근법에 의하여 행해질 수 있는데, 이 경우 복원된 비트 스트림은 원본 비트 스트림 내의 모든 다른 비트 스트림과 비교된다. 다음으로, 예를 들어, 2개의 비트 스트림간의 해밍 거리(hamming distance)를 사용함으로써, 복원된 비트 스트림과 원본 비트 스트림간의 통계적 분석이 행해질 수 있다. 원본 비트 스트림 내의 복원된 비트 스트림의 위치를 결정하기 위하여 다양한 접근법이 사용될 수 있다는 것은 쉽게 이해될 것이다.

위치 결정(Location Determination)

[0080] 도 7은 웬 텁의 위치를 결정하기 위한 과정을 나타낸다. 입력은 카메라에 의하여 포착된 이미지이며, 출력은 총 이미지와 비교되는 이미지의 위치 좌표일 수 있다. 또한, 출력은 포착된 이미지의 회전 각을 포함하거나 포함하지 않을 수 있다.

[0081] 단계(701)에 있어서, 카메라로부터 이미지가 수신된다. 다음으로, 포착된 이미지의 회전 각 등을 결정하기 위하여, 수신된 이미지는 선택적으로 단계(702)(단계(702)의 점선으로 도시함)에서 전처리되어, 밝은 픽셀과 어두운 픽셀간의 콘트라스트를 조절할 수 있다.

[0082] 다음으로 단계(703)에서 이미지가 분석되어 그 안의 비트 스트림이 결정된다.

[0083] 다음으로 단계(704)에서 비트 스트림이 원본 비트 스트림과 비교되고, 원본 비트 스트림 내의 수신된 비트 스트림의 위치가 결정된다. 이 비교는 시스템이 원본 비트 스트림이 어떻게 둘러싸여 그래픽 패턴(203)을 생성하는지 알고 있을 때에 행해진다. 마지막으로, 포착된 이미지가 단계(704)에서 결정되면, 웬 텁의 위치가 단계(705)에서 결정될 수 있다.

[0084] 도 8은 도 7의 접근법에서 웬 텁의 위치 결정에 대한 세부 사항을 도시한다. 우선, 단계(801)에서 카메라로부터 이미지가 수신된다. 이미지는 선택적으로 단계(802)에서 이미지 전처리를 거친다(단계(802)의 점선으로 도시함). 단계(803)에서 패턴이 추출된다. 여기서 패턴의 오리엔테이션을 알아내고 각 Θ 를 결정하기 위하여,

여러 선에서의 픽셀이 추출될 수 있다.

[0086] 다음으로, 수신된 이미지는 단계(804)에서 분석되어 픽셀 및 그리드 선의 기초가 되는 분포를 결정한다. 그리드 선이 단계(805)에서 발견되면, 단계(806)에서 코드가 패턴으로부터 추출된다. 그리고 코드는 단계(807)에서 디코딩되고, 단계(808)에서 웬 텁의 위치가 결정된다. 단계(805)에서 그리드 선이 발견되지 않았다면, 단계(809)에서 에러가 반환된다.

[0087] 데이터 스트림 인코딩(Data stream Encoding)

[0088] 도 9는 저장된 기법을 사용하여 데이터 스트림을 인코딩하는 과정을 도시한다. 단계(901)에서 데이터 스트림이 프로세서로부터 수신된다. 단계(902)에서 저장 매체(903)로부터의 비트 표현으로 데이터 스트림이 인코딩된다. 다음으로, 프로세서는 결과 이미지를 출력(904)으로서 출력한다. 그리고 출력은 선택적으로 단계(905)에서 인쇄되거나, 선택적으로 단계(906)에서 디스플레이에 디스플레이될 수 있다. 단계(905)에서 인쇄된 페이지 또는 단계(906)에서의 디스플레이와 결합시키기 위하여, 결과 이미지는 그래픽 형태로 랜더링 되어, 다른 이미지 또는 문서 내용에 인쇄되거나 겹쳐지는 이미지로서 프린터로 보내질 수 있다(단계905). 이와 유사하게, 결과 이미지는 단계(906)에서 다른 정보와 조합되어 디스플레이를 위하여 랜더링될 수 있다. 결과 이미지의 랜더링된 형태와 다른 내용을 결합하는 과정은 일반적으로 워터마킹(watermarking)이라고 할 수 있다. 예를 들어, 이미지가 디스플레이에 워터마크로서 디스플레이되거나 디스플레이 자체에 인코딩될 수 있다(예를 들어, 디스플레이 과정을 수행하는 동안 또는 그 이후에 투명한 층으로서 적용될 수 있다).

[0089] 응용(Applications)

[0090] 여기에서 설명한 코딩 시스템은 많은 방법으로 사용될 수 있다. 우선, 코딩 시스템은 존재하는 이미지와 결합된 이미지 또는 종이에 인쇄된 이미지로서 인쇄된 종이에 통합될 수 있다. 코딩 시스템을 표현하는 이미지는 종이의 빈 시트에 인쇄되거나 다른 정보(예를 들어, 형태)와 함께 다른 시트에 추가될 수 있다. 이미지에 내장되는 정보를 추가하는 과정은 문서 또는 페이지를 워터마킹하는 것을 포함한다. 이는 이미지에 워터마크를 사진 복사하는 것, 내장된 워터마크와 함께 종이를 인쇄하는 것, 다른 이미지와 워터마크를 결합하는 것 및 함께 인쇄하는 것과 이들의 다양한 조합을 포함한다. 또한, 시스템에 의해 사용되는 코딩된 정보는 장치 또는 시스템의 디스플레이 스크린 위에 놓이는 투명한 시트에 통합되거나, 보호막을 포함하는 디스플레이와 결합하는데 사용될 수 있는 표면에 통합될 수 있다.

[0091] 일 예에 있어서, 코딩 시스템을 액정 표시 장치(liquid crystal display; LCD)에 내장할 수 있다. LCD 기술에서 알려져 있듯이, 각 LCD의 각 픽셀 피치는 프레임을 구비하며, 전체 LCD 픽셀의 프레임은 그리드로 종합될 수 있다. 여기서 설명한 시스템의 추가는 내장된 정보를 그리드에 추가할 수 있게 한다. 막을 그리드로 사용할 수 있는데, 여기서 막은 인코딩된 정보를 포함한다. 정보를 시각적인 빛으로 제공하거나, 선택적으로 IR 빛을 흡수하는 막으로 정보를 제공하거나, 여러 빛의 파장에서 형광을 내는 막으로 정보를 제공하기 위하여 막이 조절될 수 있다. 또한, LCD는 웬 또는 카메라로 정보 패턴을 보내기 위하여 빛을 방사하거나 흡수하도록 컨트롤 될 수 있다.

[0092] 예를 들어, 800–900nm의 특정 스펙트럼을 갖는 IR 반사 막이 LCD 그리드에 위치할 수 있으며, 막은 인코딩된 정보를 구비하고 있다. 다음으로, IR 다이오드 및 카메라(IR 필터를 구비할 수 있음)를 구비한 웬이 LCD 표면을 움직일 때 IR 이미지를 포착할 수 있다. 이 경우에, LCD 그리드의 패턴만이 800–900nm와 같은 특정 자외선 빛을 반사시킨다. 따라서, IR 이미지의 패턴이 다른 영역과 구별될 수 있다. 웬 텁의 위치를 결정하기 위하여 IR 이미지가 처리되어 디코딩될 수 있다.

[0093] 패턴의 크기는 렌즈 설계 파라미터 및 해상도 요구에 따라 선택될 수 있다. 예를 들어, 0.213mm x 0.213mm 픽셀 피치와 5mm x 5mm 의 카메라 렌즈 시야를 구현하기 위하여 패턴 크기는 2x2 픽셀로 설정될 수 있으며, 이때 각 2x2 픽셀이 코드를 포함한다.

[0094] 코딩 시스템은 랩톱의 모니터, 태블릿/스타일러스 기반 입력 컴퓨터의 모니터, 개인 휴대 정보 단말기의 모니터, 전화기의 모니터, 또는 임의의 디스플레이를 포함하는 장치에 내장될 수 있다.

[0095] 다른 응용은 문서 식별정보를 문서와 결합시키는 것을 포함한다. 일반적으로, 문서에 문서의 제목 또는 참조 번호를 인쇄할 수 있다. 문서의 일부(예를 들어, 모서리)에 문서 참조 번호 또는 다른 정보(일반적으로 문서 식별정보라 함)의 내장 버전을 인쇄할 수 있다. 그리고 웬의 카메라로 문서 번호가 내장된 이미지를 포착하고, 문서 번호를 얻기 위하여 인코딩된 이미지를 디코딩하여, 문서 번호에 의해 식별된 문서에 수신된 주석을 결합

시킨다.

[0096] 본 발명은 첨부된 청구항을 사용하여 정의되었지만, 본 발명은 여기서 설명한 구성요소 및 단계들을 임의의 조합 또는 부 조합(sub combination)으로서 포함한다는 점에서 이러한 청구항은 예시적인 것이다. 따라서, 본 발명을 정의하기 위한 임의의 수의 선택적인 조합이 가능하며, 상세한 설명, 청구항 및 도면을 포함하여 명세서의 하나 이상의 구성요소들을 다양한 조합 또는 부 조합으로 통합할 수 있다. 관련 기술에 능통한 자에게 있어서, 본 명세서에 비추어 본 발명의 형태의 다른 조합이나, 여기서 정의된 하나 이상의 구성요소들 또는 단계들 자체로 또는 이들의 조합은 본 발명의 변형 또는 변경이나 본 발명의 일부로서 사용될 수 있다. 여기에 포함된 본 발명에 대해 쓰여진 설명은 그러한 변형 및 변경을 모두 포괄한다.

발명의 효과

[0097] 본 발명에 의하면 인코딩된 비트 스트림과 관련하여 이미지의 위치의 표시(indication)를 제공할 수 있으며, 인코딩 기법은 오리엔테이션에 관한 정보를 포함으로 디코딩을 용이하게 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0001] 도 1은 본 발명의 실시예와 관련하여 사용될 수 있는 컴퓨터의 일반적인 사항을 도시한 도면.

[0002] 도 2a 내지 도 2e는 본 발명의 실시예에 따른 다양한 인코딩 시스템을 도시한 도면.

[0003] 도 3a 내지 도 3d는 도 2a 및 2b에 따른 인코딩 시스템과 관련된 4개의 결과적으로 있을 수 있는 모서리를 도시한 도면.

[0004] 도 4는 본 발명의 실시예에 따라 포착된 이미지 부분의 회전을 도시한 도면.

[0005] 도 5는 도 2a 내지 2e의 코딩 시스템과 관련하여 사용되는 다양한 각의 회전을 도시한 도면.

[0006] 도 6a 및 6b는 본 발명의 실시예에 따른 이미지 포착 시스템 및 대응하는 포착된 이미지를 도시한 도면.

[0007] 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 포착된 이미지의 위치를 결정하는 방법을 도시한 도면.

[0008] 도 8은 도 7의 본 발명의 실시예에 따라 포착된 이미지의 위치를 결정하는 방법에 대하여 더욱 상세히 도시한 도면.

[0009] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 인코딩 헤더의 처리를 도시한 도면.

[0010] 도 10은 문서에서의 인코딩 공간에 대한 종래의 기법을 도시한 도면.

[0011] <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

[0012] 601 웬

[0013] 603 잉크통

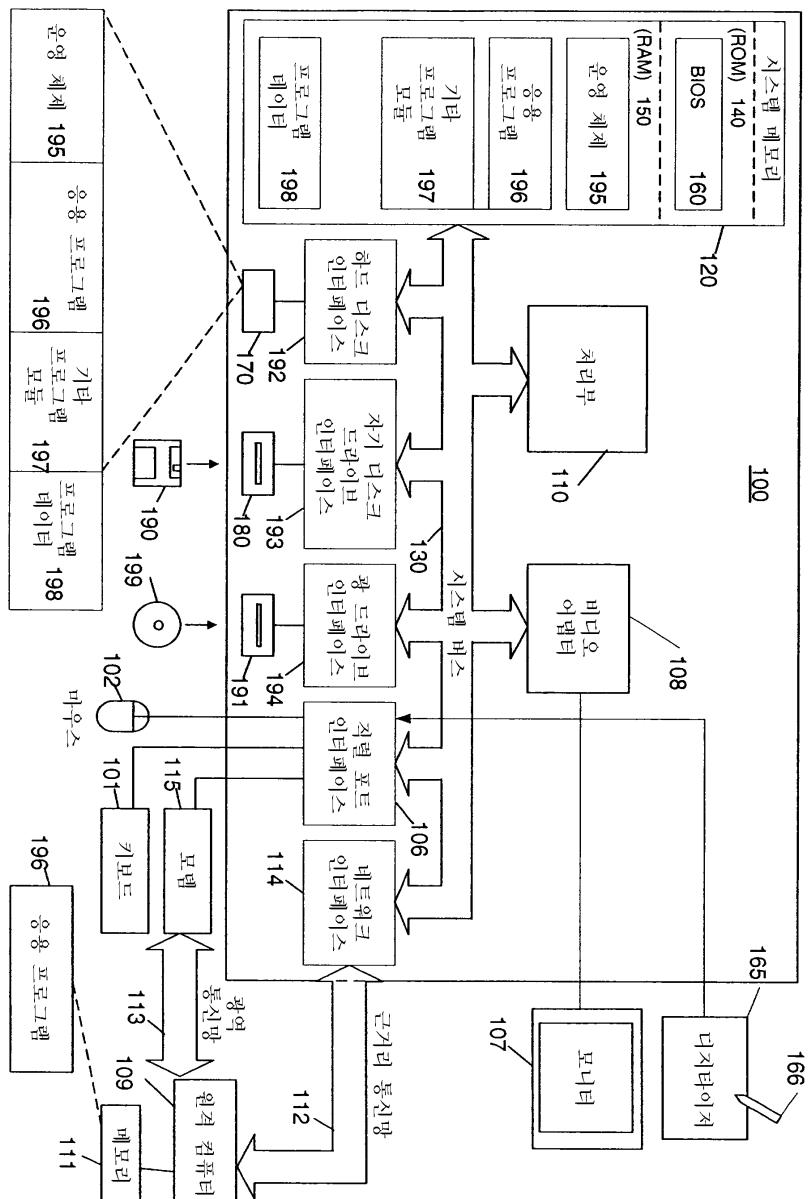
[0014] 604 이미지

[0015] 609 이미지 면

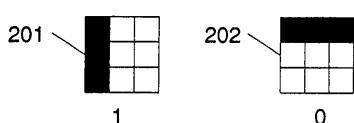
[0016] 611 이미지 센서

도면

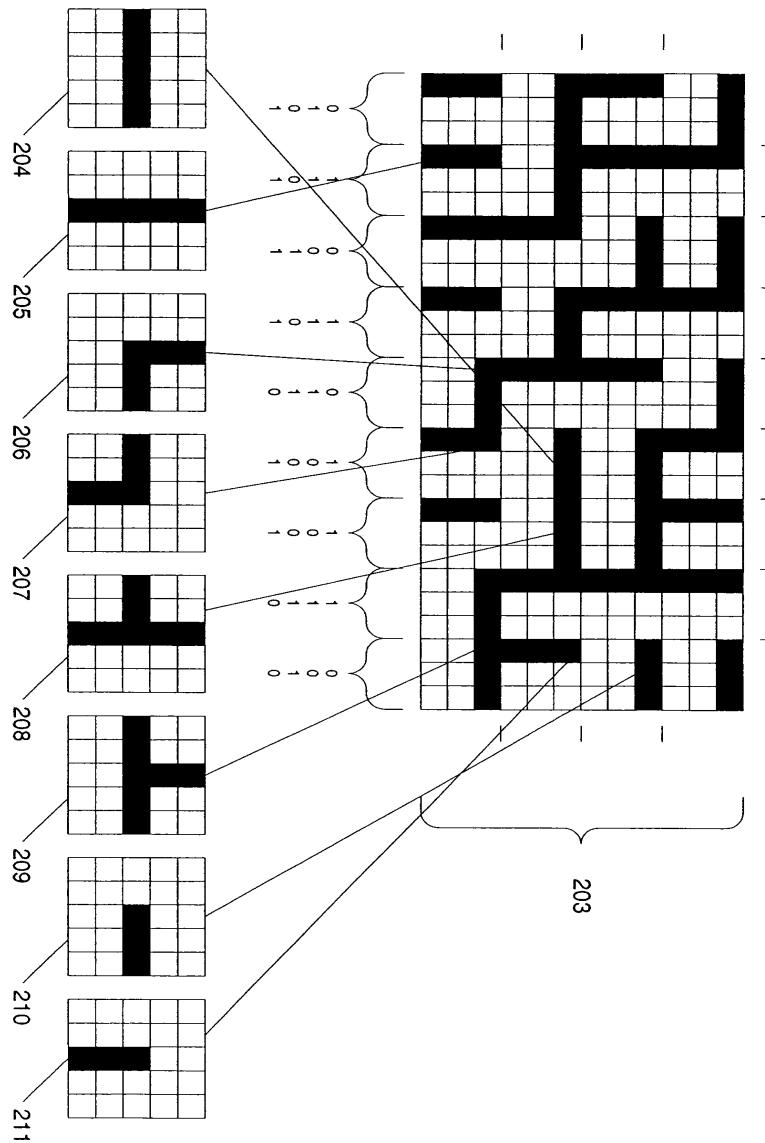
도면1



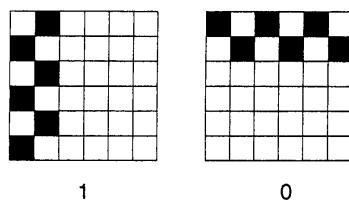
도면2a



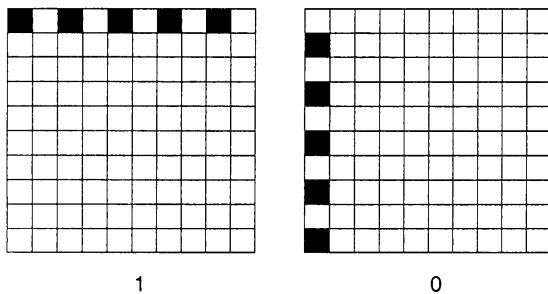
도면2b



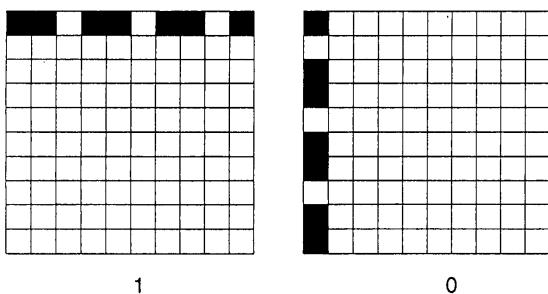
도면2c



도면2d



도면2e



도면3a



도면3b



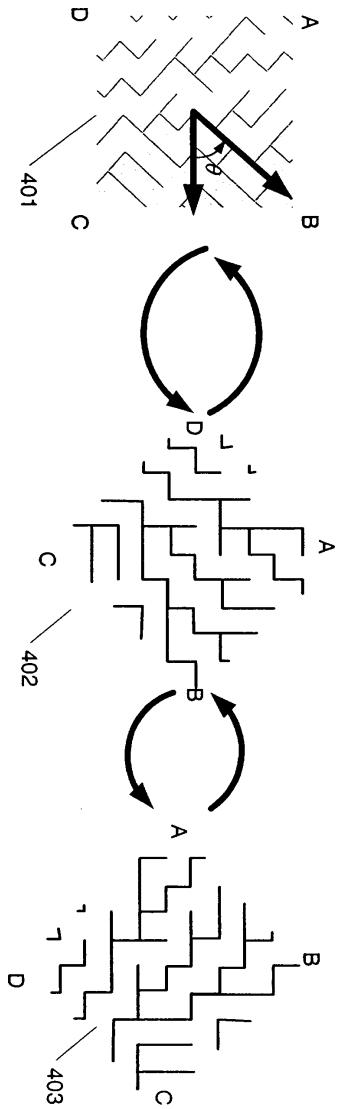
도면3c



도면3d



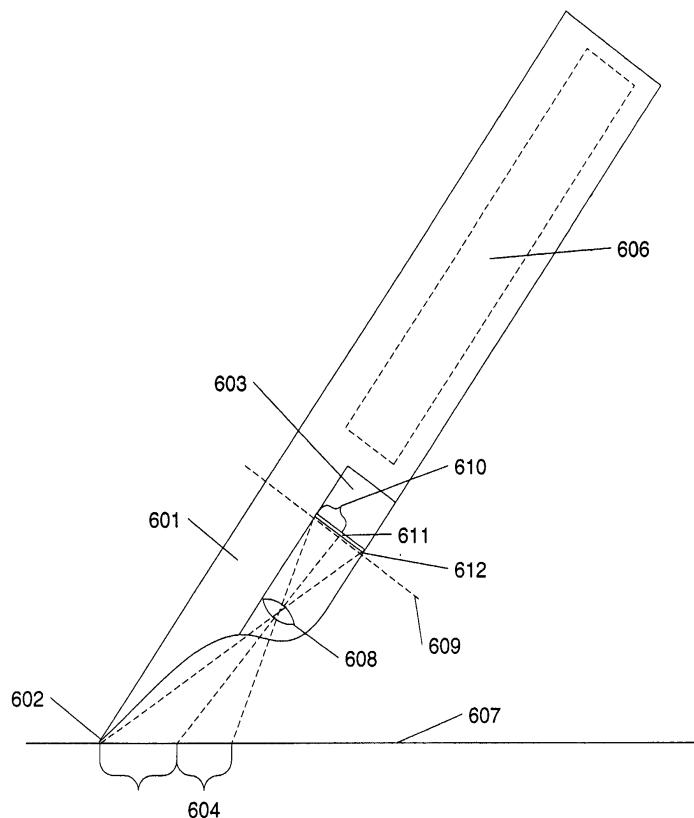
도면4



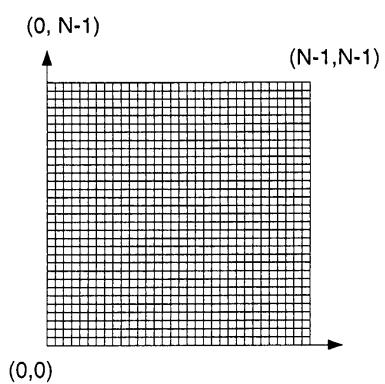
도면5

$$\theta = \theta + \begin{cases} 0 - no\alpha \\ \frac{\pi}{2} - no\beta \\ \pi - no\gamma \\ \frac{3\pi}{2} - no\delta \end{cases}$$

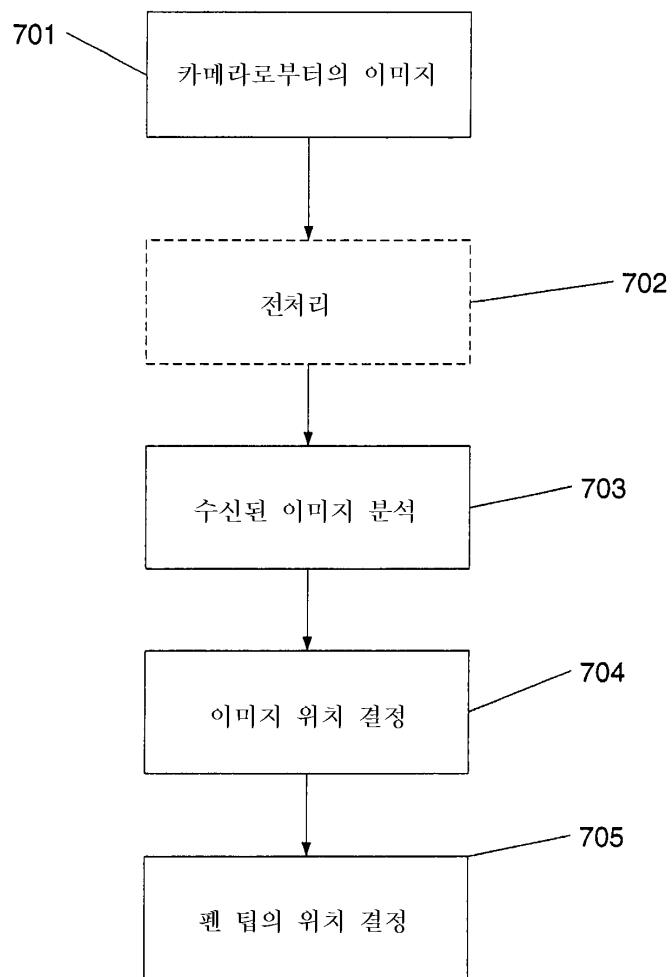
도면6a



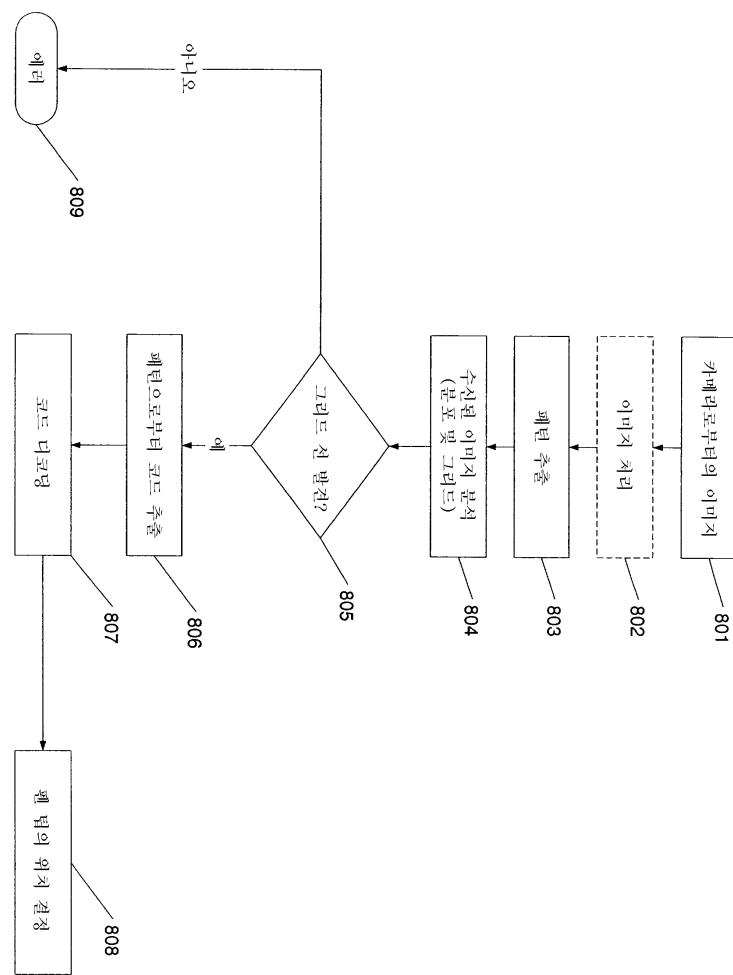
도면6b



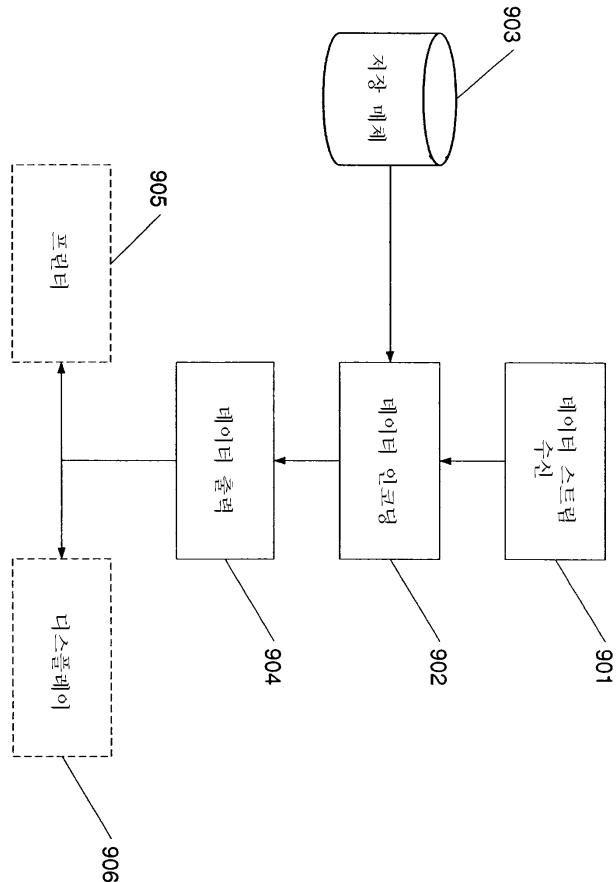
도면7



도면8



도면9



도면10

(종래 기술)

