(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0078846
(43) 공개일자 2018년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 11/00 (2006.01) *B25J 15/00* (2006.01)
B25J 18/00 (2006.01) *B25J 9/16* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B25J 11/0075 (2013.01)
B25J 15/0066 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0184054
(22) 출원일자 2016년12월30일
심사청구일자 2016년12월30일

(71) 출원인
이화여자대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 이화여대길 52 (대현동, 이화여자대학교)
(72) 발명자
김영준
서울특별시 서초구 잠원로 85, 101동 707호 (잠원동, 블루힐하우스)
송다은
서울특별시 광진구 강변역로4길 56, 102동 704호 (구의동, 해모로리버뷰)
김정민
서울특별시 서초구 방배로 14, 3동 102호 (방배3동, 임광아파트)
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 12 항

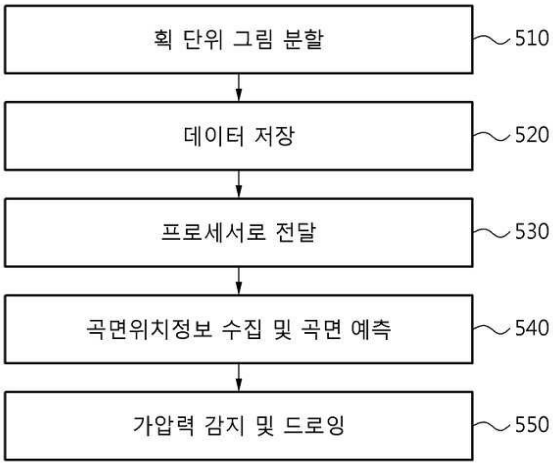
(54) 발명의 명칭 **임의의 표면상에 예술적 펜화 드로잉을 위한 로보틱 장치 및 방법**

(57) 요 약

임의의 표면상에 펜화를 드로잉 하는 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 임의의 표면에 대한 인식 과정 없이 로봇팔의 임피던스 제어만을 가지고 임의의 표면에 펜화를 드로잉 하는 장치 및 방법이다.

프로세서와 통신하는 제1 무선통신모듈 및 그림을 입력 받아 하나의 획 단위로 데이터를 저장하는 저장소로 구성되는 입력 장치, 말단에 펜이 부착되어 상기 프로세서로부터 수신한 정보에 의해 임의의 표면에 그림을 그리는 로봇팔 및 상기 입력장치 및 로봇팔과 통신하는 제2 무선통신모듈과 상기 입력장치로부터 전송받은 데이터를 이용하여 상기 임의의 표면을 예측하는 계산부로 구성되는 프로세서로 구성되는 장치이다.

대 표 도 - 도5



(52) CPC특허분류
B25J 18/00 (2013.01)
B25J 9/1664 (2013.01)
B25J 9/1679 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2015R1A2A1A15055470
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 기초연구사업(학술진흥) - 중견연구자지원사업 - 도약연구지원사업(전략) (성과확산)
연구과제명 미분가능한 거리연산자를 이용한 안정적인 시뮬레이션기반 컴퓨터애니메이션 연구
기 여 율 70/100
주관기관 이화여자대학교 산학협력단
연구기간 2015.11.01 ~ 2017.10.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2014K1A3A1A17073365
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 과학기술국제화사업 - 국제화기반조성사업 - 한-오세아니아 협력기반확충
연구과제명 몰입형 4D 홈 엔터테인먼트를 위한 인간과 디지털 콘텐츠 상호작용 연구
기 여 율 25/100
주관기관 이화여자대학교 산학협력단
연구기간 2016.01.01 ~ 2016.12.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 R06131610040001002
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 서울어코드활성화지원 (대학ICT교육신모델)
연구과제명 스마트 교육을 통한 산학 밀착형 소프트웨어 엔지니어 양성
기 여 율 5/100
주관기관 이화여자대학교 산학협력단
연구기간 2016.03.01 ~ 2017.02.28

명 세 서

청구범위

청구항 1

프로세서와 통신하는 제1 무선통신모듈 및 그림을 입력 받아 하나의 획 단위로 데이터를 저장하는 저장소로 구성되는 입력 장치;

말단에 펜이 부착되어 상기 프로세서로부터 수신한 정보에 의해 임의의 표면에 그림을 그리는 로봇팔; 및

상기 입력장치 및 로봇팔과 통신하는 제2 무선통신모듈과 상기 입력장치로부터 전송받은 데이터를 이용하여 상기 임의의 표면을 예측하는 계산부로 구성되는 프로세서

를 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 입력장치로부터 전송받은 데이터는 시작점, 중간점 및 끝점으로 구성되는 제어 포인트의 집합, 펜압데이터, 색깔데이터인 것을 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 로봇팔은 말단에 복수의 펜이 부착되어 있는 로봇팔인 것을 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 계산부는 상기 로봇팔의 말단에 부착되는 펜이 임의의 표면에 가하는 가압력이 미리 지정되는 범위를 초과 또는 미달하는 경우에 가상의 표면을 미리 지정되는 거리만큼 재설정하는 것을 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 가압력의 미리 지정되는 범위는 0.8N 내지 3.2N인 것을 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 계산부는 로봇팔이 미리 입력되는 곡선대로 움직여 표면을 인식하도록 제어하는 것

을 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 장치.

청구항 7

입력 받는 그림을 하나의 획 단위로 나누고, 각각의 획 마다 시작점, 중간점 및 끝점으로 구성되는 제어 포인트의 집합, 펜압 데이터, 색깔 데이터를 저장소에 저장하는 단계;

저장소에 저장되는 데이터를 프로세서로 전송하는 단계;

프로세서가 상기 제어 포인트의 집합을 이용하여 표면 상의 위치 정보를 수집하고 상기 표면을 예측하는 단계; 및

프로세서가 로봇팔에 부착된 펜이 가하는 가압력을 감지하면서 상기 표면 상에 그림을 그리는 단계

를 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

미리 지정되는 곡선 데이터를 이용하여 그림을 그리는 표면을 인식하는 단계를 더 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 로봇팔 말단에 복수의 펜을 장착하고 펜을 변경해가며 임의의 표면에 그림을 그리는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 프로세서가 펜이 가하는 가압력을 감지하면서 상기 표면상에 그림을 그리는 단계는,

상기 가압력이 미리 지정되는 범위를 초과 또는 미달하는 경우에 가상의 표면을 미리 지정되는 거리만큼 재설정하는 단계를 더 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 가압력의 미리 지정되는 범위는 0.8N 내지 3.2N 인 것을 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 방법.

청구항 12

제7항 내지 제11항 중 어느 한 항의,

임의의 표면에 그림을 그리는 방법을 수행하는 프로그램을 수록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 임의의 표면에 펜화 드로잉을 제공하는 장치 및 방법에 연관되며, 보다 특정하게는 표면을 명시적으로 재구성하거나 모델링할 필요 없이 로봇팔의 임피던스 제어 만으로 임의의 표면 상에 펜화를 제공하는 로보틱 장치 및 방법에 연관된다.

배 경 기 술

[0002] 컴퓨터에서 화상 정보를 표현하는 방법에는 두가지 방식이 존재한다. 래스터 그래픽(Raster Graphics) 방식과, 벡터 그래픽(Vector Graphics) 방식이다. 래스터 그래픽 방식은 이미지를 2차원 배열 형태의 점으로 구성하고 이 점들의 모습을 조합하여 일정한 간격의 개별적으로 제어 가능한 픽셀들을 이용해 하나의 화상 정보를 표현하는 방식이다.

[0003] 반면에 벡터 그래픽 방식은 그래픽 데이터를 비트맵이 아닌 선분이나 곡선 등의 벡터로 표현하고 저장하는 방식이다. 모든 데이터가 기하 공식에 기초한 벡터로 표현되므로 확대하거나 축소하여도 항상 깨끗한 결과를 출력할 수 있는 장점이 존재하여 로봇 매니퓰레이터에 적합한 방식이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0004] 일실시예에 따르면, 프로세서와 통신하는 제1 무선통신모듈 및 그림을 입력 받아 하나의 획 단위로 데이터를 저장하는 저장소로 구성되는 입력 장치, 말단에 펜이 부착되어 상기 프로세서로부터 수신한 정보에 의해 임의의 표면에 그림을 그리는 로봇팔 및 상기 입력장치 및 로봇팔과 통신하는 제2 무선통신모듈과 상기 입력장치로부터 전송받은 데이터를 이용하여 상기 임의의 표면을 예측하는 계산부로 구성되는 프로세서를 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 장치가 개시된다.

[0005] 다른 일실시예에 따르면 상기 입력장치로부터 전송받은 데이터는 시작점, 중간점 및 끝점으로 구성되는 제어 포인트의 집합 데이터, 펜압데이터, 색깔데이터인 것을 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 장치일 수 있다.

[0006] 또 다른 일실시예에 따르면 상기 로봇팔은 말단에 복수의 펜이 부착되어 있는 로봇팔인 것을 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 장치가 개시된다.

[0007] 일실시예에 따르면 상기 계산부는 상기 로봇팔의 말단에 부착되는 펜이 임의의 표면에 가하는 가압력이 미리 지정되는 범위를 초과 또는 미달하는 경우에 가상의 표면을 미리 지정되는 거리만큼 재설정하는 것을 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 장치가 개시된다. 상기 가압력의 미리 지정되는 범위는 사람의 일반적인 필압인 0.8N 내지 3.2N일 수 있으나 이에 한정되지 않고 더 넓은 범위일 수 있다.

[0008] 다른 일실시예에 따르면 상기 계산부는 로봇팔이 미리 입력되는 곡선대로 움직여 표면을 인식하도록 제어하는 것을 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 장치를 개시한다.

[0009] 일실시예에 따르면 입력 받는 그림을 하나의 획 단위로 나누고, 각각의 획 마다 시작점, 중간점 및 끝점으로 구성되는 제어 포인트의 집합, 펜압 데이터, 색깔 데이터를 저장소에 저장하는 단계, 저장소에 저장되는 데이터를 프로세서로 전송하는 단계, 프로세서가 상기 제어 포인트의 집합을 이용하여 표면 상의 위치 정보를 수집하고 상기 표면을 예측하는 단계 및 프로세서가 로봇팔에 부착되는 펜이 가하는 가압력을 감지하면서 상기 표면 상에 그림을 그리는 단계를 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 방법이 개시된다.

[0010] 다른 일실시예에 따르면 미리 지정되는 곡선 데이터를 이용하여 그림을 그리는 표면을 인식하는 단계를 더 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 방법일 수 있다.

[0011] 또 다른 일실시예에 따르면 상기 로봇팔 말단에 복수의 펜을 장착하고 펜을 변경해가며 임의의 표면에 그림을 그리는 방법이 개시된다.

[0012] 일실시예에 따르면 상기 프로세서가 펜이 가하는 가압력을 감지하면서 상기 표면상에 그림을 그리는 단계는, 상기 가압력이 미리 지정되는 범위를 초과 또는 미달하는 경우에 가상의 표면을 미리 지정되는 거리만큼 재설정하는 단계를 더 포함하는 임의의 표면에 그림을 그리는 방법이 개시된다. 상기 가압력의 미리 지정되는 범위는 사람의 일반적인 필압의 범위인 0.8N 내지 3.2N 일 수 있으나, 이에 한정되지 않고 보다 넓은 범위일 수 있다.

[0013] 또 다른 일실시예에 따르면 상기 설명되는 임의의 표면에 그림을 그리는 방법을 수행하는 프로그램을 수록한 컴퓨터 판독 가능 기록 매체가 개시된다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 일실시예에 따른 드로잉 장치의 구성을 도시한다.

도 2는 일실시예에 따른 입력장치의 구성을 도시한다.

도 3은 일실시예에 따른 프로세서의 구성을 도시한다.

도 4는 일실시예에 따른 드로잉 시스템의 구체적인 예시도이다.

도 5는 일실시예에 따른 드로잉 과정의 흐름도이다.

도 6은 일실시예에 따른 작동 모습을 도시한다.

도 7은 일실시예에 따른 2차 베지어 스플라인 커브를 도시한다.

도 8은 일실시예에 따른 데이터의 변형을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하에서, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 권리범위는 이러한 실시예들에 의

해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0016] 아래 설명에서 사용되는 용어는, 연관되는 기술 분야에서 일반적이고 보편적인 것으로 선택되었으나, 기술의 발달 및/또는 변화, 관례, 기술자의 선호 등에 따라 다른 용어가 있을 수 있다. 따라서, 아래 설명에서 사용되는 용어는 기술적 사상을 한정하는 것으로 이해되어서는 안 되며, 실시예들을 설명하기 위한 예시적 용어로 이해되어야 한다.

[0017] 또한 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 설명 부분에서 상세한 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 아래 설명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌 그 용어가 가지는 의미와 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 이해되어야 한다.

[0018] 도 1은 일실시예에 따른 드로잉 장치의 구성을 도시한다. 드로잉 장치는 구체적으로 입력장치(110), 프로세서(120) 및 로봇팔(130)로 구성된다.

[0019] 입력장치(110)의 세부 구성은 도 2에서 도시되어 있다. 입력장치는 사용자로부터 임의의 표면상에 도시할 그림의 정보를 입력 받는다. 입력장치는 일반적으로 삼성전자 주식회사의 갤럭시 탭 시리즈 또는 애플 사의 아이패드 일 수 있다. 그러나 이에 한정되지 않고 프로세서 기기와 통신이 가능한 통신모듈과 사용자의 입력 정보를 처리 및 저장할 수 있는 장치이면 가능하다. 입력장치는 사용자가 그리는 그림을 하나의 획 단위로 저장하고, 각각의 획마다 제어 포인트의 집합, 펜압 데이터, 컬러 데이터를 저장소에 저장한다. 상기 제어 포인트의 집합은 시작점, 중간점 및 끝점의 정보들로 구성될 수 있다. 상기 저장되는 데이터는 제1 무선 통신 모듈을 통해 프로세서로 전송된다.

[0020] 프로세서(120)는 구체적으로 제2 무선통신모듈 및 계산부로 구성되어 있으며, 세부 구성에 대한 설명은 도 3에서 한다. 상기 프로세서(120)는 입력장치로부터 전송 받은 정보를 로봇팔이 이용 가능한 정보의 형태로 변환하고, 로봇팔이 개별 점을 따라 이동하는 것이 아닌 매 획을 하나의 스플라인 모션(Spline Motion)으로 수생하도록 임피던스 제어를 수행한다.

[0021] 로봇팔(130)은 프로세서의 명령에 따라 움직이는 동작을 수행한다. 로봇팔의 말단부에는 하나 이상의 펜이 부착되어 있으며, 각 펜의 색깔은 서로 다를 수 있다. 로봇팔은 압력 감지 센서를 포함하고 전달 받은 압력 정보에 맞추어 움직이는 동작을 수행한다.

[0022] 도 2는 일실시예에 따른 입력장치의 구성을 도시한다. 입력장치(210)는 제1 무선통신모듈(220) 및 저장소(230)로 구성된다. 제1 무선통신모듈(220)은 프로세서와 통신을 수행하고, 저장소(230)는 사용자로부터 입력 받은 정보를 저장한다.

[0023] 보다 구체적으로 저장소(230)는 사용자가 입력하는 펜화를 매 획마다 제어 포인트의 집합, 펜압 데이터 및 컬러 데이터로 저장한다. 상기 제어 포인트의 집합은 하나의 획에 있어서 시작점, 중간점 및 끝점으로 구성되는 점을 말한다. 펜압 데이터는 획 굵기의 결정과 연관된다. 또한 컬러 데이터는 로봇팔이 복수의 펜을 사용하는 경우에 상기 컬러 데이터에 따라 컬러가 다른 펜으로 변경하면서 펜화를 그릴 수 있도록 한다.

[0024] 제1 무선통신모듈(220)은 상기 저장소에 저장되는 모든 데이터를 프로세서로 전송한다. 프로세서의 제2 무선통신모듈과 통신하여 각각의 데이터를 전송하게 된다.

[0025] 도 3은 일실시예에 따른 프로세서(310)의 구성을 도시한다. 상기 프로세서(310)는 제2 무선통신모듈(320) 및 계산부(330)로 구성된다. 제2 무선통신모듈(320)은 입력장치 및 로봇팔과 통신을 수행하고, 계산부(330)는 전송받은 정보를 통산 각종 연산을 수행한다.

[0026] 보다 구체적으로 제2 무선통신모듈(320)은 제1 무선통신모듈로부터 입력장치의 저장소에 저장되는 모든 데이터를 수신하여 계산부로 전달한다. 또한 계산부에서 처리되는 정보들을 로봇팔로 전달하며, 로봇팔의 임피던스 제어에 대한 명령도 전달한다.

[0027] 계산부(230)는 입력장치로부터 제2 무선통신모듈을 통해 수신되는 정보를 처리하여 로봇팔이 이용 가능한 형태의 정보로 변환한다. 로봇팔은 부드러운 곡선 모션을 수행하기 때문에, 매 획 데이터를 임의의 표면에 그림을 그리기에 적합한 형태의 정보로 변환한다. 또한 경우에 따라서 계산부는 표면인식 과정을 계산하기도 한다. 표면인식 과정은 필수적인 과정은 아니나, 임의의 표면에 대하여 미리 지정되는 곡선을 이용하여 표면을 한번 스캔하여 펜화의 완성도를 높일 수 있다. 미리 지정되는 곡선에 의한 표면인식 과정이 수행되는 경우에는, 계산부가 미리 지정되는 곡선 및 표면에 대한 정보를 계산하여 로봇팔의 동작에 반영한다.

[0028] 도 4는 일실시예에 따른 드로잉 시스템의 구체적인 예시도이다. 태블릿PC(410), 일반PC(430) 및 로봇팔(450)이 도시되어 있으며, 각 구성간의 통신(420, 440)이 도시되어 있다. 다만 태블릿PC 및 일반PC는 예시적인 구성일 뿐 이에 한정되지 않고, 사용자의 펜화를 입력 받아 저장하고 전송할 수 있는 입력장치 및 입력장치로부터 수신하는 정보를 처리할 수 있는 프로세서면 충분하다.

[0029] 태블릿PC(410)는 사용자가 그리는 펜화를 입력 받을 수 있고 상기 펜화의 정보를 획 단위로 저장하여 일반PC(430)로 전송(420)한다. 예시적으로 그러나 한정되지 않게 상기 통신(420, 440)방식은 WIFI 방식일 수 있다.

[0030] 일반PC(430)는 프로세서로서의 역할을 수행하고, 제2 무선통신모듈을 이용해 정보를 송수신(420, 440)하며, 계산부는 수신 받은 정보를 소정의 처리를 통하여 변환한다.

[0031] 로봇팔(450)은 일반PC(430)로부터 수신(440)하는 정보를 이용하여 임의의 표면에 직접 그림을 그린다. 예시적으로 그러나 한정되지 않게 KUKA사(社)의 IIWA 모델일 수 있다.

[0032] 도 5는 일실시예에 따른 드로잉 과정의 흐름도이다. 본 교시에 따라 임의의 표면에 드로잉을 수행하는 경우 총 5가지 단계로 수행될 수 있다. 본 교시는, 획 단위로 그림을 분할하는 단계(510), 분할되는 획 단위 데이터를 저장하는 단계(520), 저장되는 상기 데이터를 프로세서로 전달하는 단계(530), 표면위치정보를 수집 및 예측하는 단계(540) 및 가압력을 감지하면서 드로잉하는 단계(550)로 구성된다.

[0033] 획 단위로 그림을 분할하는 단계(510)는 사용자가 입력장치에 그림을 입력하는 경우에 그림을 구성하는 각 획으로 분할하는 것을 의미한다. 이 단계는 입력장치에 의해 수행된다.

[0034] 데이터의 저장 단계(520)는 입력장치에 존재하는 저장소에 각 획으로 분할되는 그림의 데이터를 저장하는 단계이다. 상기 단계(520)는 입력장치의 저장소에서 이루어지며, 상기 저장소에 저장되는 정보에는 제어 포인트의 집합, 펜압 데이터 및 컬러 데이터가 존재한다.

[0035] 프로세서로 전달하는 단계(530)는 상기 저장소에 저장되는 정보들을 무선통신 방식에 의해 전달하는 동작을 말한다. 보다 구체적으로 상기 단계(530)는 제1 무선통신모듈이 데이터를 제2 무선통신모듈로 전달하는 것을 말한다.

[0036] 표면의 위치정보를 수집 및 예측하는 단계(530)는 프로세서에서 동작한다. 상기 단계는 표면의 위치정보를 수집하는 단계와 표면을 예측하는 단계로 나누어진다. 표면의 위치정보를 수집하는 단계는 반드시 수행되는 것은 아니며, 사용자의 필요에 따라 더 높은 정확도의 펜화를 그리기 위해 추가로 수행될 수 있다. 반면에 표면의 예측 단계는 로봇팔의 매 획을 그리기 전에 수행된다.

[0037] 여기에서 상기 표면의 위치정보를 수집하는 단계는 공간충전곡선에 의해서 임의의 표면을 스캔하는 단계를 말한다. 상기 공간충전곡선은 교점 없이 평면 공간 또는 폐집합 내를 채우는 페아노 곡선일 수 있다.

[0038] 마지막으로 가압력 감지 및 드로잉 단계(550)는 로봇팔의 말단부에 존재하는 펜이 임의의 표면에 접촉하면, 미리 지정되는 압력에 도달할 때까지 수직방향으로 힘을 가하고 가해지는 가압력을 감지하면서 매 획을 드로잉하는 단계이다. 보다 구체적으로 드로잉 단계는 임피던스 제어를 통하여 가압력의 강도를 조절하고, 프로세서로부터 전달 받는 정보대로 임의의 표면에 획을 그려나간다.

[0039] 도 6은 구체적으로 그리고 예시적으로 물통에 본 교시를 수행하는 모습을 나타낸다. 도 6에는 20리터짜리 정수기용 생수통(610), 가상의 표면(620), 가상의 접촉부(630) 및 실제 접촉부(640)를 도시한다.

[0040] 생수통(620)은 임의의 표면을 표현하기 위한 예시적인 물품일 뿐 이에 한정되지 않고 예측하기 어려운 곡면 또는 표면을 가지고 있는 물체이면 족하다.

[0041] 가상의 표면(620)은 프로세서에 의해 예측되는 임의의 표면이다. 로봇팔은 가압력의 측정에 의해 예측되는 가상의 표면가상의 표면에는 접촉할 수 없다. 따라서 로봇팔이 실제 표면에 닿는 지점(640)과 가상의 표면상에 접촉하고자 하는 지점(630)사이에는 일정한 간격이 발생한다. 로봇팔은 상기 가상의 표면(620)상에 그림을 그리도록 프로세서의 명령을 받는다. 로봇팔의 가압력은 가상의 표면(620)상에 존재하는 접촉하고자 하는 지점(630)과 실제 표면에 닿는 지점(640)사이의 간격에 의해 발생한다. 상기 가압력은 미리 지정되는 수 있고, 예를 들어 하나의 획 내에서 이동하는 물체 표면의 최대 높이와 최소 높이의 차이가 5㎝라고 가정할 때 상기 가압력은 사람의 일반적인 필압인 0.8N 내지 3.2N으로 지정될 수 있다. 프로세서의 명령에 따르는 동작을 수행하기 위해서 힘과 위치의 제어를 수행하는 임피던스 제어가 사용된다. 보다 구체적으로 로봇팔의 말단부에 존재하는 펜의 끝에 가상의 스프링을 달아주는 듯한 제어 기법에 의해 로봇팔은 수직 방향으로의 적절한 힘이 가해지면서

임의의 표면 위를 이동한다.

[0042] 로봇팔이 이동함에 따라 가압력이 변화하게 되는데, 가압력의 범위가 미리 지정되는 범위를 초과하거나, 미달되는 경우에는 가상의 표면을 재설정할 수 있다. 구체적으로 가상의 표면을 재설정하는 방법은, 가압력의 범위가 미리 지정되는 범위를 초과하는 경우에는 최초 설정되는 가상의 표면보다 5cm높게 설정하고, 미리 지정되는 범위에 미달하는 경우에는 최초 설정되는 가상의 표면보다 5cm낮게 설정이 가능하다. 다만 재설정하는 높이는 5cm로 한정되는 것은 아니며, 물체 표면의 최대 높이와 최소 높이의 차이에 따라 가변적이다.

[0043] 도 7은 일실시예에 따라 벡터 그래픽 엔진에 사용되는 2차 베지어 스플라인 커브(Quadratic Bezier Spline Curve)도시한다. 베지어 스플라인 커브는 임의의 곡선을 표현하기 위해 수학적으로 만든 곡선을 말한다. 2차 베지어 스플라인 커브에 사용되는 식은 아래 수학식 1과 같다.

수학식 1

[0044] $$P(t) = (1-t)^2 P_1 + 2t(1-t)P_2 + t^2 P_3$$

[0045] 상기 수학식 1에서 P_1, P_2, P_3는 각 제어 포인트이고, 매개변수 t가 0부터 1까지 변함에 따라 2차 베지어 스플라인 커브가 생성된다.

[0046] 저장소에 저장되는 데이터 중 제어 포인트의 집합은 상기 P_1, P_2, P_3로 구성되는 집합이며, 하나의 획에 대하여 복수개의 집합이 존재할 수 있다. 꺾임이 적은 단순한 곡선의 경우에는 하나의 제어 포인트 집합으로 표현되는 것이 가능하고, 복수의 꺾임이 존재하는 복잡한 곡선의 경우에는 제어 포인트 집합이 복수개 존재한다.

[0047] 도 7에서는 두 개의 제어 포인트 집합으로 표현되는 하나의 획이 예시되어 있다. 저장소에 저장되는 임의의 획에 대하여 p1, p2, p3가 하나의 제어 포인트 집합이며, p3, p4, p5가 또 다른 하나의 제어 포인트 집합이다. 상기 제어 포인트 집합들은 각각 2차 베지어 스플라인 커브에 따라 표현된다. 2차 베지어 스플라인 커브에 따라 곡선을 도시하는 경우에 제어 포인트의 중간점(p2, p4)은 지나지 않는다.

[0048] 도 8은 일실시예에 따른 저장되는 데이터의 변환을 도시한다. 상기 도 7의 과정에 의해 각 획은 벡터 그래픽 엔진에 사용 가능한 형태로 변형되었다. 로봇팔은 베지어 스플라인 커브 위를 지나는 연속적인 모션만 가능하기 때문에, 로봇팔에 들어가는 입력은 도 7의 과정에서 설명하는 베지어 스플라인 커브 형태의 데이터를 추가적으로 변형하여 입다. 810은 저장되는 데이터에 따른 2차 베지어 스플라인 커브의 예시를 도시하며, 820은 상기 입력 데이터에 드 카스텔조 알고리즘(de Casteljau's Algorithm)을 적용하여, 차수를 증가(Degree Elevation)시켜 생성되는 4개의 추가적인 제어 포인트를 나타낸다.

[0049] 810은 입력 데이터의 드 카스텔조 알고리즘의 적용 전 형태로서, 검정색 점은 베지어 스플라인 커브를 생성하기 위한 각 제어 포인트를 의미한다. 820은 입력 받은 데이터에 의해 로봇팔이 실제 움직이는 경로이며, 여기에서의 검정색 점은 제어 포인트 중 시작점과 끝점을 나타내고, 투명한 점은 제어 포인트 중 중간점들을 나타낸다. 예시적으로 중간점을 4개로 표시하였으나, 이에 한정되지 않고 복수개로 수행되는 것이 가능하다. 중간점의 갯수는 드 카스텔조 알고리즘에 의해 얼만큼 차수를 증가시키는가에 따라 달라지며, 차수를 증가시킬수록 모션이 부드럽게 된다.

[0050] 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.

[0051] 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 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 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.

[0052] 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. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

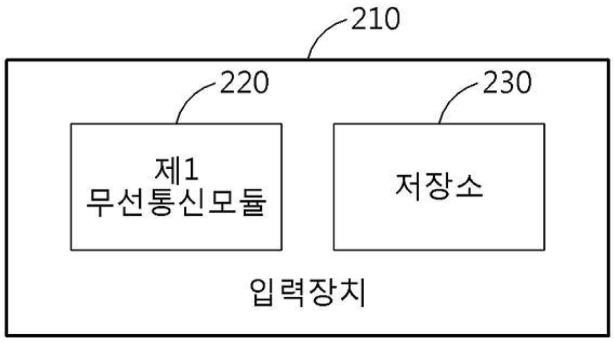
[0053] 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0054] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

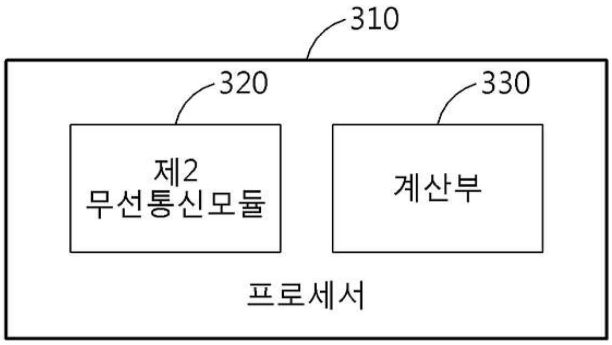
도면

도면1

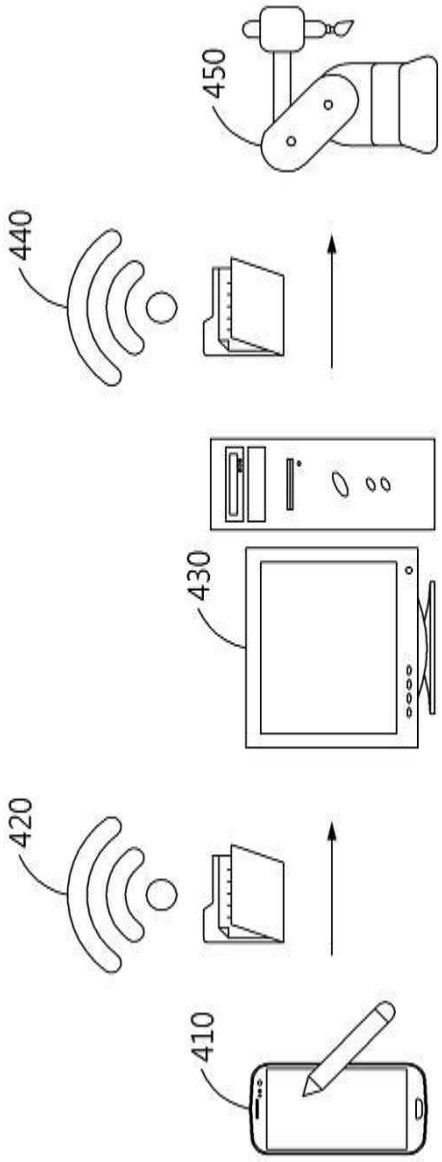
도면2



도면3



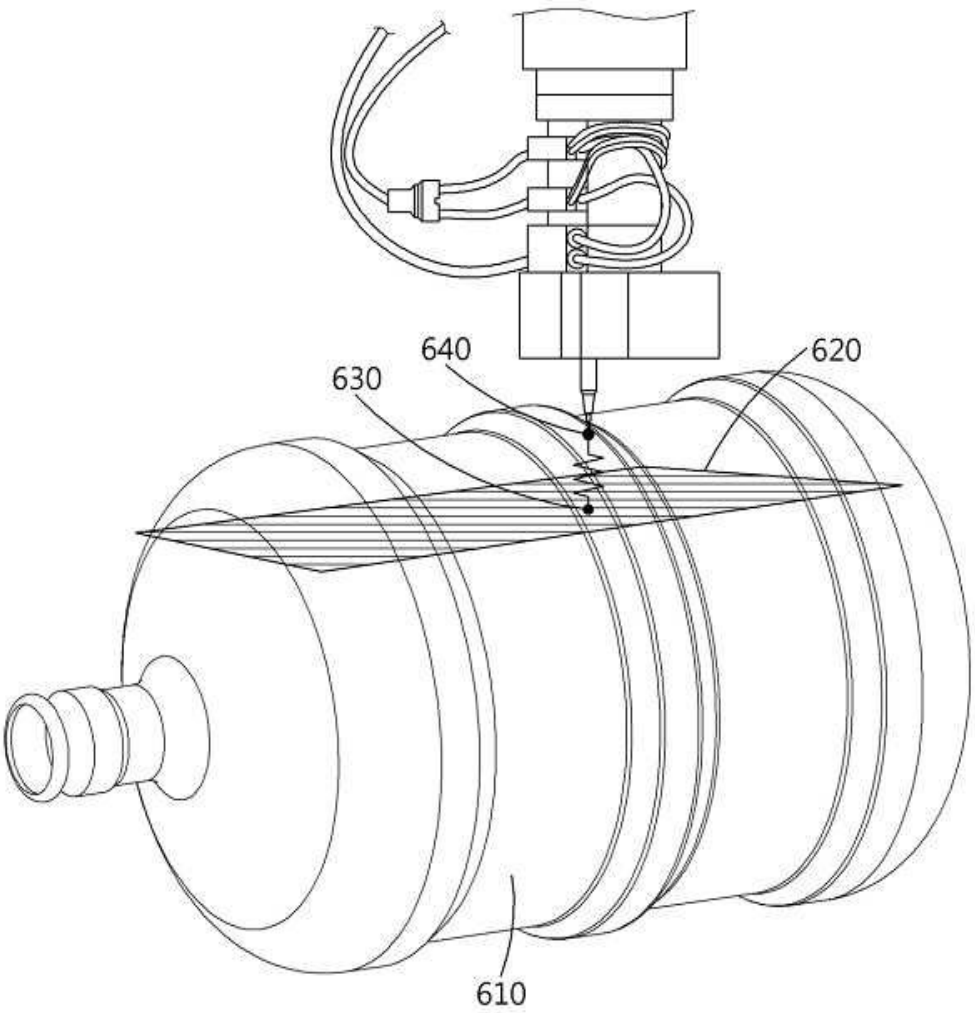
도면4



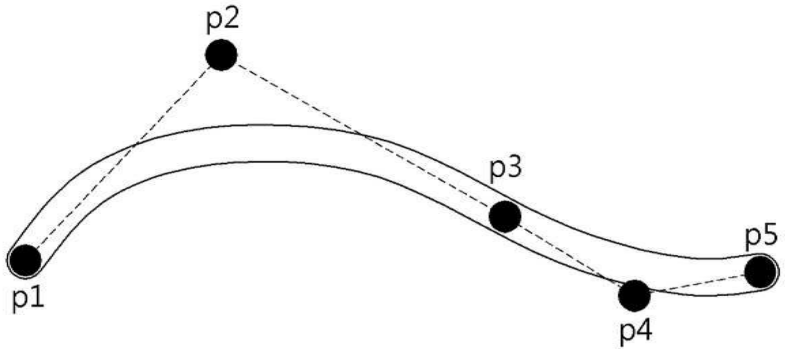
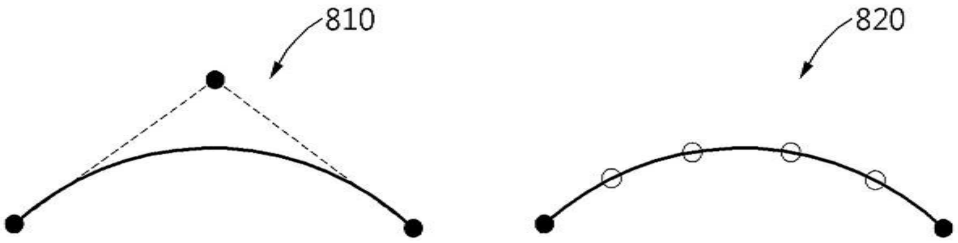
도면5

획 단위 그림 분할
510
데이터 저장
520
프로세서로 전달
530
곡면위치정보 수집 및 곡면 예측
540
가압력 감지 및 드로잉
550

도면6



도면7



도면8