

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2022년 1월 27일 (27.01.2022)



(10) 국제공개번호

WO 2022/019433 A1

(51) 국제특허분류:

G06F 3/01 (2006.01)

G02B 27/01 (2006.01)

G06Q 10/04 (2012.01)

G06T 19/00 (2011.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2021/003269

(22) 국제출원일:

2021년 3월 17일 (17.03.2021)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2020-0091008 2020년 7월 22일 (22.07.2020) KR

(71) 출원인: 이화여자대학교 산학협력단 (EWHHA UNIVERSITY - INDUSTRY COLLABORATION FOUNDATION) [KR/KR]; 03760 서울시 서대문구 이화여대길 52, Seoul (KR).

(72) 발명자: 김영준 (KIM, Young Jun); 06521 서울시 서초구 잠원로 46-38, 1006호, Seoul (KR). 김예솔 (KIM, Yae Sol); 06274 서울시 강남구 남부순환로 381길 25, 203호,

Seoul (KR). 오유란 (OH, Uran); 07292 서울시 영등포구 당산로 68, 102동 2101호, Seoul (KR).

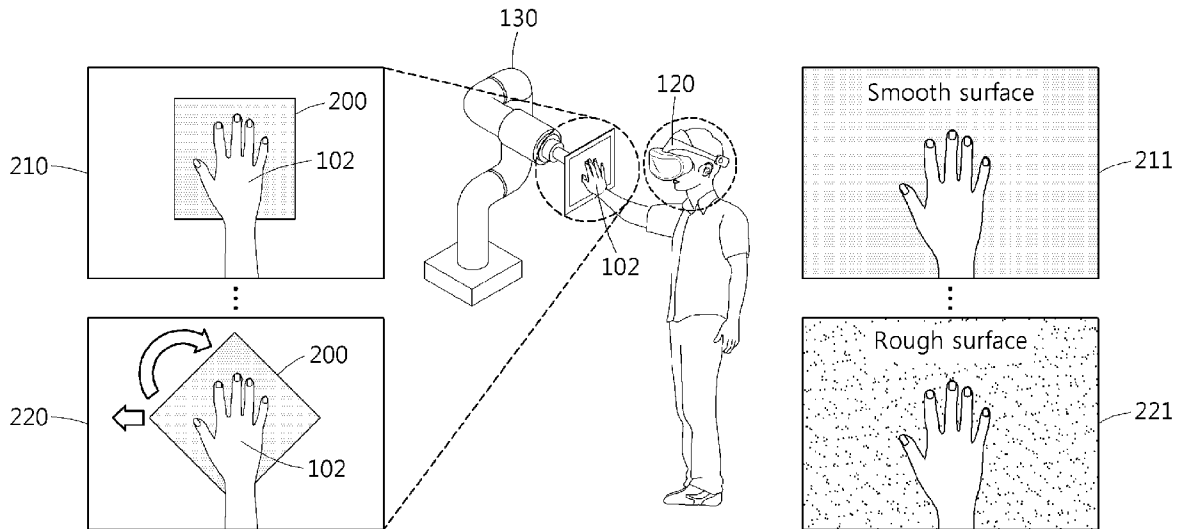
(74) 대리인: 특허법인 무한 (MUHANN PATENT & LAW FIRM); 06144 서울시 강남구 연주로 560, 8층 (역삼동, 화물재단빌딩), Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING ROUGHNESS HAPTIC SENSE OF VIRTUAL OBJECT BY USING SPACE-TIME ENCODING

(54) 발명의 명칭: 시공간 인코딩을 사용하여 가상 객체의 거칠기 촉각을 제공하기 위한 방법 및 시스템



(57) Abstract: Disclosed are a method and a system for providing a roughness haptic sense of a virtual object by using space-time encoding. The method for providing a roughness haptic sense of a virtual object may comprise the steps of: displaying virtual objects to a user; tracking the position of the user's hand; predicting a virtual object, which is most likely to collide with the hand, among the virtual objects; and when the hand touches a haptic sense providing device, controlling the haptic sense providing device on the basis of the surface roughness of the predicted virtual object to feed back a roughness haptic sense to the user.

(57) 요약서: 시공간 인코딩을 사용하여 가상 객체의 거칠기 촉각을 제공하기 위한 방법 및 시스템이 개시된다. 가상 객체의 거칠기 촉각을 제공하는 방법은 사용자에게 가상 객체들을 표시하는 단계; 상기 사용자의 손의 위치를 추적하는 단계; 상기 가상 객체들 중에서 상기 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체를 예측하는 단계; 및 상기 손이 촉각 제공 장치와 접촉한 경우, 예측한 가상 객체의 표면 거칠기에 따라 상기 촉각 제공 장치를 제어하여 상기 사용자에게 거칠기 촉각을 피드백하는 단계를 포함할 수 있다.

[다음 쪽 계속]



WO 2022/019433 A1



럼 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

규칙 4.17에 의한 선언서:

- 신규성을 해치지 아니하는 개시 또는 신규성 상실의 예
외에 관한 선언 (규칙 4.17(v))

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 시공간 인코딩을 사용하여 가상 객체의 거칠기 촉각을 제공하기 위한 방법 및 시스템

기술분야

- [1] 본 발명은 가상 객체의 거칠기 제공 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는, 엔드 이펙터에 결합할 텍스처의 교체 없이 사용자에게 다양한 거칠기 촉각을 피드백하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 가상 현실의 경험을 효과적으로 제공하기 위한 기술들이 개발되고 있다.
- [3] 접촉형 촉각 제공 장치는 가상 현실 상에서 사용자와 접촉한 가상 객체의 촉각을 사용자에게 제공함으로써, 사용자가 가상 현실에 몰입하도록 도와줄 수 있다.
- [4] 이때, 가상 객체의 종류에 따라 다양한 촉각을 사용자에게 제공해야 할 필요성이 있으므로, 종래의 촉각 제공 장치는 사용자가 접촉하는 가상 객체에 따라 복수의 물리적 텍스처 중 하나를 촉각 제공 장치의 엔드 이펙터에 부착하고, 사용자가 접촉하는 가상 객체가 변경되는 경우, 엔드 이펙터에 부착한 텍스처도 변경시키고 있었다.
- [5] 그러나, 종래의 촉각 제공 장치는 복수의 텍스처들을 보관하기 위한 구성 및 텍스처를 교체하기 위한 구성을 필요로 하므로, 부피, 비용, 및 복잡도가 증가한다는 문제가 있었다.
- [6] 따라서, 엔드 이펙터에 결합할 텍스처의 교체 없이 사용자에게 다양한 촉각을 제공하는 방법이 요청되고 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 발명은 방향에 따라 서로 다른 거칠기 촉각을 제공하며 사용자의 손과 접촉한 엔드 이펙터를 공간 인코딩 결과에 따라 회전하고, 시간 인코딩 결과에 따라 이동시킴으로써, 엔드 이펙터에 결합할 텍스처의 교체 없이 사용자에게 다양한 거칠기 촉각을 피드백하는 시스템 및 방법을 제공한다.

기술적 해결방법

- [8] 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 촉각을 제공하는 방법은 사용자에게 가상 객체들을 표시하는 단계; 상기 사용자의 손의 위치를 추적하는 단계; 상기 가상 객체들 중에서 상기 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체를 예측하는 단계; 및 상기 손이 촉각 제공 장치와 접촉한 경우, 예측한 가상 객체의 표면 거칠기에 따라 상기 촉각 제공 장치를 제어하여 상기 사용자에게 거칠기 촉각을 피드백하는 단계를 포함할 수 있다.
- [9] 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 촉각을 제공하는 방법의

거칠기 촉각을 피드백하는 단계는, 예측한 가상 객체의 표면 거칠기 및 상기 손의 이동 방향에 따라 상기 손과 접촉하는 상기 촉각 제공 장치의 엔드 이펙터를 회전 또는 이동시켜 상기 거칠기 촉각을 피드백하기 위한 촉각 렌더링을 수행할 수 있다.

- [10] 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 촉각을 제공하는 방법의 엔드 이펙터는, X축의 반경이 다른 축의 반경과 서로 다른 다각형, 또는 타원 형상의 돌출부들이 형성되거나, 상기 돌출부들이 형성된 표면 물체(textured surface)가 부착되어 상기 손과 접촉하는 각도에 따라 서로 다른 거칠기 촉각을 상기 사용자에게 피드백할 수 있다.
- [11] 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 촉각을 제공하는 방법의 가상 객체를 예측하는 단계는, 상기 사용자의 응시 방향을 기초로 상기 사용자의 관심 영역을 예측하는 단계; 및 상기 관심 영역이 포함된 가상 객체를 상기 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체로 예측하는 단계를 포함할 수 있다.
- [12] 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 촉각을 제공하는 방법의 상기 가상 객체를 예측하는 단계는, 상기 손의 위치 및 이동 속도를 기초로 상기 손이 상기 예측한 가상 객체와 충돌하는 위치 및 시간을 예측하는 단계; 및 예측한 위치 및 시간에 따라 상기 촉각 제공 장치에서 상기 손과 접촉하여 상기 사용자에게 거칠기 촉각을 피드백하는 엔드 이펙터의 위치를 이동시키는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [13] 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 시스템은 사용자에게 가상 객체들을 표시하는 HMD; 상기 사용자의 손의 위치를 추적하고, 상기 가상 객체들 중에서 상기 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체를 예측하는 가상 객체의 거칠기 제공 장치; 및 상기 손이 촉각 제공 장치와 접촉한 경우, 예측한 가상 객체의 표면 거칠기에 따라 상기 사용자에게 거칠기 촉각을 피드백하는 촉각 제공 장치를 포함할 수 있다.
- [14] 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 시스템의 가상 객체의 거칠기 제공 장치는, 예측한 가상 객체의 표면 거칠기 및 상기 손의 이동 방향에 따라 상기 손과 접촉하는 상기 촉각 제공 장치의 엔드 이펙터를 회전 또는 이동시켜 상기 거칠기 촉각을 피드백하기 위한 촉각 렌더링을 수행할 수 있다.
- [15] 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 시스템의 엔드 이펙터는, X축의 반경이 다른 축의 반경과 서로 다른 다각형, 또는 타원 형상의 돌출부들이 형성되거나, 상기 돌출부들이 형성된 표면 물체(textured surface)가 부착되어 상기 손과 접촉하는 각도에 따라 서로 다른 거칠기 촉각을 상기 사용자에게 피드백할 수 있다.
- [16] 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 시스템의 가상 객체의 거칠기 제공 장치는, 상기 사용자의 응시 방향을 기초로 상기 사용자의 관심 영역을 예측하고, 상기 관심 영역이 포함된 가상 객체를 상기 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체로 예측할 수 있다.

- [17] 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 시스템의 가상 객체의 거칠기 제공 장치는, 상기 손의 위치 및 이동 속도를 기초로 상기 손이 상기 예측한 가상 객체와 충돌하는 위치 및 시간을 예측하고, 예측한 위치 및 시간에 따라 상기 촉각 제공 장치에서 상기 손과 접촉하여 상기 사용자에게 거칠기 촉각을 피드백하는 엔드 이펙터의 위치를 이동시킬 수 있다.
- [18] 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 장치는 HMD를 이용하여 사용자에게 가상 객체들을 표시하는 시각 렌더링부; 상기 사용자의 손의 위치를 추적하는 사용자 추적부; 상기 가상 객체들 중에서 상기 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체를 예측하는 객체 예측부; 및 상기 손이 촉각 제공 장치와 접촉한 경우, 예측한 가상 객체의 표면 거칠기에 따라 상기 촉각 제공 장치를 제어하여 상기 사용자에게 거칠기 촉각을 피드백하는 촉각 렌더링부를 포함할 수 있다.
- [19] 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 장치의 촉각 렌더링부는, 예측한 가상 객체의 표면 거칠기 및 상기 손의 이동 방향에 따라 상기 손과 접촉하는 상기 촉각 제공 장치의 엔드 이펙터를 회전 또는 이동시켜 상기 거칠기 촉각을 피드백하기 위한 촉각 렌더링을 수행할 수 있다.
- [20] 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 장치의 객체 예측부는 상기 사용자의 응시 방향을 기초로 상기 사용자의 관심 영역을 예측하고, 상기 관심 영역이 포함된 가상 객체를 상기 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체로 예측할 수 있다.
- [21] 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 장치의 객체 예측부는 상기 손의 위치 및 이동 속도를 기초로 상기 손이 상기 예측한 가상 객체와 충돌하는 위치 및 시간을 예측하고, 상기 촉각 렌더링부는, 예측한 위치 및 시간에 따라 상기 촉각 제공 장치에서 상기 손과 접촉하여 상기 사용자에게 거칠기 촉각을 피드백하는 엔드 이펙터의 위치를 이동시킬 수 있다.

발명의 효과

- [22] 본 발명의 일실시예에 의하면, 방향에 따라 서로 다른 거칠기 촉각을 제공하며 사용자의 손과 접촉한 엔드 이펙터를 공간 인코딩 결과에 따라 회전하고, 시간 인코딩 결과에 따라 이동시킴으로써, 엔드 이펙터에 결합할 텍스처의 교체 없이 사용자에게 다양한 거칠기 촉각을 피드백할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [23] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 시스템을 도시한 도면이다.
- [24] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 시스템의 동작을 도시한 도면이다.
- [25] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 엔드 이펙터에서 사용자의 스캔 방향에 따라 사용자에게 제공되는 촉각 피드백의 지각 폭의 일례이다.

- [26] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 엔드 이펙터에 포함된 돌출부의 상단 사이의 거리 변화의 일례이다.
- [27] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 축각 렌더링 과정의 일례이다.
- [28] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따라 사용자의 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체를 예측하는 과정의 일례이다.
- [29] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 엔드 이펙터의 일례들이다.
- [30] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따라 사용자에게 축각 피드백을 제공하는 엔드 이펙터의 회전 각도의 일례이다.
- [31] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 엔드 이펙터의 회전 각도별 사용자에게 제공하는 거칠기 축각의 레벨의 일례이다.
- [32] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 축각 렌더링의 결과의 일례이다.
- [33] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 축각 렌더링의 방향 및 속도에 따라 사용자가 인지하는 거칠기 축각의 레벨의 일례이다.
- [34] 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 과정의 일례이다.
- [35] 도 13은 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 방법을 도시한 플로우차트이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [36] 이하에서, 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명한다. 그러나, 실시예들에는 다양한 변경이 가해질 수 있어서 특허출원의 권리 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 실시예들에 대한 모든 변경, 균등물 내지 대체물이 권리 범위에 포함되는 것으로 이해되어야 한다.
- [37] 실시예에서 사용한 용어는 단지 설명을 목적으로 사용된 것으로, 한정하려는 의도로 해석되어서는 안된다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [38] 또한, 첨부 도면을 참조하여 설명함에 있어, 도면 부호에 관계없이 동일한 구성 요소는 동일한 참조부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 실시예의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.
- [39] 이하, 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [40] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 시스템을 도시한 도면이다.
- [41] 가상 객체의 거칠기 제공 시스템은 도 1에 도시된 바와 같이 가상 객체의

- 거칠기 제공 장치(100), HMD(120), 및 촉각 제공 장치(130)를 포함할 수 있다.
- [42] 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)는 사용자 추적부(111), 객체 예측부(112), 시각 렌더링부(113), 및 촉각 렌더링부(114)를 포함할 수 있다. 이때, 사용자 추적부(111), 객체 예측부(112), 시각 렌더링부(113), 및 촉각 렌더링부(114)는 서로 다른 프로세서, 또는 하나의 프로세서에서 수행되는 프로그램에 포함된 각각의 모듈일 수 있다.
- [43] 시각 렌더링부(113)는 사용자(100)에게 제공할 가상 환경 및 가상 객체를 렌더링하여 HMD(120)로 전송할 수 있다.
- [44] HMD(Head Mounted Display)(120)는 시각 렌더링부(113)로부터 수신한 렌더링 정보에 따라 사용자(100)에게 가상 객체를 표시할 수 있다. 그리고, HMD(120)는 트래커를 이용하여 사용자(100)의 머리 방향을 추적할 수 있다. 그리고, HMD(120)는 사용자(100)의 머리 방향에 따라 사용자(100)의 눈(101)이 응시하는 방향을 결정하여 사용자 추적부(111)로 전송할 수 있다.
- [45] 사용자 추적부(111)는 IR 센서(infrared ray sensor)를 이용하여 사용자(100)의 손(102)의 위치를 추적할 수 있다. 예를 들어, IR 센서는 HMD(120)에 부착되어 HMD(120)를 착용한 사용자(100)의 손(102)의 위치를 추적할 수 있다. 또한, IR 센서는 촉각 제공 장치(130), 또는 촉각 제공 장치(130)에서 일정 거리 안에 설치되어 촉각 제공 장치(130)가 위치한 방향으로 뻗는 사용자(100)의 손(102)의 위치를 추적할 수도 있다.
- [46] 객체 예측부(112)는 HMD(120)가 사용자(100)에게 표시한 가상 객체들 중에서 손(102)과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체를 예측할 수 있다.
- [47] 구체적으로, 객체 예측부(112)는 사용자(100)의 눈(101)이 응시하는 응시 방향을 기초로 사용자(100)의 관심 영역을 예측할 수 있다. 그리고, 객체 예측부(112)는 시각 렌더링부(113)이 렌더링한 가상 객체들 중에서 관심 영역이 포함된 가상 객체를 사용자(100)의 손(102)과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체로 예측할 수 있다. 또한, 객체 예측부(112)는 사용자 추적부(111)가 추적한 손(102)의 위치 및 이동 속도를 기초로 손(102)이 예측한 가상 객체와 충돌하는 위치 및 시간을 예측할 수 있다. 그리고, 객체 예측부(112)는 예측한 가상 객체의 식별 정보, 손(102)이 예측한 가상 객체와 충돌하는 위치 및 시간을 시각 렌더링부(113), 및 촉각 렌더링부(114)로 전송할 수 있다.
- [48] 촉각 렌더링부(114)는 객체 예측부(112)가 예측한 위치 및 시간에 따라 촉각 제공 장치(130)에서 손(102)과 접촉하여 사용자(100)에게 거칠기 촉각을 피드백하는 엔드 이펙터의 위치를 이동 시킬 수 있다. 그리고, 촉각 렌더링부(114)는 사용자의 손이 촉각 제공 장치(130)의 엔드 이펙터와 접촉하였는지 여부를 모니터링할 수 있다.
- [49] 이때, 촉각 제공 장치(130)는 토크 센서를 포함하고, 엔드 이펙터에 접촉한 사용자(100)의 접촉력(contact force) f 를 측정하여 촉각 렌더링부(114)로 전송할 수 있다. 그리고, 수신한 접촉력 f 가 기 설정된 임계값 이상인 경우, 촉각

렌더링(114)는 사용자의 손이 촉각 제공 장치(130)의 엔드 이펙터와 접촉한 것으로 판단할 수 있다. 예를 들어, 임계값은 3N일 수 있다.

- [50] 사용자(100)의 손(102)이 촉각 제공 장치(130)의 엔드 이펙터와 접촉한 경우, 촉각 렌더링부(114)는 예측한 가상 객체의 표면 거칠기에 따라 촉각 제공 장치(130)를 제어하여 사용자에게 거칠기 촉각을 피드백할 수 있다. 이때, 촉각 렌더링부(114)는 손(102)이 접촉한 촉각 제공 장치(130)의 엔드 이펙터를 예측한 가상 객체의 표면 거칠기 및 손(102)의 이동 방향에 따라 회전 또는 이동시켜 거칠기 촉각을 피드백하기 위한 촉각 렌더링을 수행할 수 있다. 그리고, 엔드 이펙터는 X축의 반경이 다른 축의 반경과 서로 다른 다각형, 또는 타원 형상의 돌출부들이 형성되거나, 해당 돌출부들이 형성된 표면 물체(textured surface)가 부착되어 손(102)과 접촉하는 방향에 따라 서로 다른 거칠기 촉각을 사용자(100)에게 피드백할 수 있다. 또한, 시각 렌더링부(113)는 가상 현실 상에 표시하는 사용자(100)의 손이 예측한 가상 객체와 접촉한 것으로 표시할 수 있다.
- [51] 구체적으로, 촉각 렌더링부(114)는 예측한 가상 객체의 표면 거칠기와 해당 가상 객체를 쓰다듬는 사용자(100)의 손(102)의 이동 방향 및 속도에 따라 공간 인코딩 및 시간 인코딩을 수행할 수 있다. 그리고, 촉각 렌더링부(114)는 공간 인코딩 결과에 따라 엔드 이펙터의 회전 각도를 결정하여 엔드 이펙터를 회전시킬 수 있다. 또한, 촉각 렌더링부(114)는 시간 인코딩 결과에 따라 엔드 이펙터의 이동 방향 및 속도를 결정하여 결정된 방향으로 엔드 이펙터를 이동시킬 수 있다.
- [52] 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 시스템은 공간 인코딩 및 시간 인코딩에 따라 촉각 제공 장치(130)를 제어하여 사용자(100)에게 다양한 거칠기 촉각을 제공할 수 있다.
- [53] 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 시스템의 동작을 도시한 도면이다.
- [54] 도 2의 촉각 제공 장치(130)의 엔드 이펙터(200)는 X축의 반경이 Y 축의 반경보다 긴 다각형, 또는 타원 형상의 돌출부들이 형성되거나, 해당 돌출부들이 형성된 표면 물체(textured surface)가 부착될 수 있다.
- [55] 그리고, HMD(120)를 착용한 사용자가 가상 환경 상에서 손(102)으로 접촉한 가상 객체의 표면 거칠기가 가장 낮은 평활 표면(smooth surface)(211)인 경우, 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)의 촉각 렌더링부(114)는 엔드 이펙터(200)의 각도를 0도(210)로 하여 텍스톤의 너비(texton width)를 최대화함으로써, 사용자(200)에게 최저 레벨의 거칠기 촉각을 피드백할 수 있다.
- [56] 또한, HMD(120)를 착용한 사용자가 가상 환경 상에서 손(102)으로 접촉한 가상 객체의 표면 거칠기가 평활 표면(smooth surface)(211)보다 높은 굴곡 표면(rough surface)(221)인 경우, 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)의 촉각 렌더링부(114)는 엔드 이펙터(200)의 각도를 90도(220)로 하여 텍스톤의 너비(texton width)를 최소화함으로써, 사용자(200)에게 피드백하는 거칠기 촉각의 레벨을 증가시킬

수 있다.

- [57] 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 엔드 이펙터에서 사용자의 스캔 방향에 따라 사용자에게 제공되는 촉각 피드백의 지각 폭의 일례이다.
- [58] 사용자(100)가 인식하는 엔드 이펙터(200)의 거칠기 촉각은 스캐닝 축을 따라 스캔 된 엔드 이펙터(200)의 공간적 특성의 함수일 수 있다. 따라서, 스캔 방향에 따라 텍스톤의 너비(texton width)을 정의할 수 있다.
- [59] 예를 들어, 엔드 이펙터(200)에 형성된 돌출부의 형상이 X축의 반경, 및 Y축의 반경이 동일한 원이나 원뿔형인 경우, 사용자(100)는 스캔 방향에 관계없이 일정한 지각 폭(perceptual width)을 느낄 수 있다. 따라서, 엔드 이펙터(200)의 방향을 변경하더라도 사용자(100)에게 서로 다른 거칠기 촉각을 피드백할 수 없다.
- [60] 반면, 촉각 제공 장치(130)의 엔드 이펙터(200)에 형성된 돌출부들의 형상은 도 3에 도시된 바와 같이 X축의 반경(r_x)이 Y 축의 반경(r_y) 보다 긴 타원 형상일 수 있다. 그리고, 가상 객체를 쓰다듬기 위해서 사용자(100)의 손(102)이 엔드 이펙터(200) 위를 이동하는 방향인 스캔 방향이 왼쪽에서 오른쪽으로 이동하는 방향일 수 있다.
- [61] 이때, 스캔 방향으로 투사되는 텍스톤(texton)의 길이를 고려하여 스캔 방향에 따른 텍스톤의 너비(texton width)인 W_θ 가 결정될 수 있다.
- [62] 이때, W_θ 는 스캔 방향의 각도인 θ 가 $\theta \in [0, \frac{\pi}{2}]$ 조건을 만족하는 함수일 수 있다. 따라서, $0 < \theta \leq (\pi/2)$ 인 경우, $W_\theta < W_0$ 일 수 있다. 또한, W_θ 는 수학식 1과 같이 정의될 수 있다.

- [63] [수학식 1]

$$w_\theta = 2\sqrt{r_x^2 \cos^2 \theta + r_y^2 \sin^2 \theta},$$

- [64] 도 3의 케이스 2(Case 2)에 도시된 바와 같이 스캔 방향이 돌출부의 X축과 평행하지 않은 경우 ($\theta \neq 0$)의 W_θ 는 도 3의 케이스 1(Case 1)에 도시된 바와 같이 스캔 방향이 돌출부의 X축과 평행한 경우($\theta=0$)의 W_0 보다 작은 값을 가지며, 사용자(100)에게 더 큰 레벨의 거칠기 촉각을 피드백할 수 있다.
- [65] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 엔드 이펙터에 포함된 돌출부 사이의 거리 변화의 일례이다.
- [66] 심리 물리학에 따르면 엔드 이펙터(200)에 형성된 돌출부들 간의 간격과 엔드 이펙터(200)에 접촉한 사용자(100)가 피드백 받는 거칠기 촉각 간의 심리 측정(psychometric) 관계가 역 U 자형 그래프를 형성할 수 있다. 예를 들어, 돌출부들 간의 거리가 3mm보다 큰 경우 스캔 축을 따라 돌출부들 간의 간격이 감소하여 사용자(100)가 피드백 받는 거칠기 촉각의 레벨이 증가할 수 있다.

따라서, 돌출부는 반경이 짧은 Y 축의 반경(r_y)을 1.5mm로 설정하여 돌출부들 간의 거리가 3mm 이상이 되도록 할 수 있다.

- [67] 이때, 돌출부들 간의 간격인 d_0 의 값이 θ 의 값에 반비례하도록 돌출부들이 엔드 이펙터(200) 위에 형성됨으로써, θ 의 증가에 따라 사용자(100)가 피드백 받는 거칠기 축각의 레벨이 증가하도록 할 수 있다.
- [68] 예를 들어, 도 4에 도시된 바와 같이 돌출부들은 엔드 이펙터(200)위에 직사각형 격자 구조로 배열될 수 있다. 이때, 돌출부들 간의 간격인 d_0 는 $\theta \geq \theta_{\min}$ 의 각도로 스캔 방향을 따라 돌출부의 중심으로부터 가장 가까운 다른 돌출부까지 측정되는 광선 거리로 정의될 수 있다.
- [69] 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 축각 렌더링 과정의 일례이다.
- [70] 축각 제공 장치(130)는 도 5에 도시된 바와 같이 복수의 축 관절들을 포함하여 사용자의 손의 위치에 따라 사용자의 손과 접촉하도록 엔드 이펙터(200)를 이동시킬 수 있다. 또한, 축각 제공 장치(130)는 엔드 이펙터(200)의 방향을 회전시키기 위한 구성 및 엔드 이펙터(200)에 접촉한 사용자(100)의 접촉력(contact force) f 를 측정하는 토크 센서를 포함할 수 있다. 그리고, 축각 제공 장치(130)는 사용자(100)의 손과 접촉한 엔드 이펙터(200)를 기 설정된 방향 및 속도로 이동시킬 수도 있다.
- [71] 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)는 사용자의 손의 움직임을 추적하여 사용자의 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체를 예측할 수 있다. 그리고, 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)는 예측한 가상 객체의 표면 거칠기에 따라 축각 제공 장치의 방향 및 이동 속도를 제어하여 사용자에게 거칠기 축각을 피드백할 수 있다.
- [72] 구체적으로, 사용자와 상호 작용할 n 개의 가상 객체의 가상 텍스처에 대해 거칠기 정보가 먼저 오름차순으로 정렬될 수 있다. 이때, n 개의 구별 가능한 거칠기 정보는 m 인코딩 된 거칠기 정보($m \geq n$ 이라고 가정)에서 오름차순으로 선택되어 가상 객체에 매핑될 수 있다. 또한, 거칠기 정보는 가상 객체와 일대일로 매핑될 수도 있고, 하나의 거칠기 정보에 복수의 가상 객체가 매핑되거나, 하나의 가상 객체에서 영역 별로 서로 다른 거칠기 정보가 매핑될 수 있다.
- [73] 예를 들어, 가상 객체들 중 제1 책장과 제2 책장이 동일한 거칠기 정보와 매핑될 수 있다. 또한, 가상 객체들 중 의자는 사용자와 접촉하는 등받이 안쪽 영역과 사용자와 접촉하지 않는 등받이 뒤쪽 영역, 또는 의자 아래 영역이 서로 다른 거칠기 정보와 매핑될 수 있다.
- [74] 그리고, 축각 제공 장치(130)가 사용자에게 피드백하는 거칠기 축각은 사용자의 스캔 방향(530), 엔드 이펙터(200)의 방향, 엔드 이펙터(200)의 이동 방향(520) 및 엔드 이펙터(200)의 이동 속도에 따라 결정될 수 있다.
- [75] 또한, 엔드 이펙터(520)에 형성된 돌출부의 형상이 도 3에 도시된 바와 같이 X축의 반경(r_x)이 Y 축의 반경(r_y) 보다 긴 타원 형상인 경우, 축각 제공

장치(130)는 엔드 이펙터(200)의 방향을 회전(510)시켜 텍스톤의 너비(texton width)를 변경시킴으로써, 사용자(200)에게 피드백하는 거칠기 축각의 레벨을 증가, 또는 감소시킬 수 있다.

- [76] 도 6은 본 발명의 일실시예에 따라 사용자의 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체를 예측하는 과정의 일례이다.
- [77] 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)는 사용자 추적부(111)는 사용자의 머리와 손을 실시간으로 추적하고, 축각 제공 장치(130)의 구성이 표현되는 것과 동일한 프레임으로 표현될 수 있다. 이때, 사용자의 머리 위치는 HMD 트래커에 의해 추적되고 추적 센서 프레임에서 축각 제공 장치(130)의 기본 프레임으로 변환될 수 있다. 또한, 사용자의 손 위치와 이동 방향은 HMD에 장착된 IR 모션 센서에 의해 추적되며 모션 센서 프레임에서 축각 제공 장치(130)의 기본 프레임으로 변환될 수 있다.
- [78] 예를 들어, 사용자 추적부(111)는 미드 포인트 스무딩 알고리즘(midpoint smoothing algorithm)을 이용하여 트래킹 노이즈를 줄이고 부드러운 로봇 모션을 생성할 수 있다. 이때, 사용자 추적부(111)는 이전의 4 개의 손 위치를 참조함으로써, 2 단계의 중간 점 평활화가 수행된 후 2 개의 위치가 결정될 수 있다. 이때, 결정된 2개의 위치는 3차원 좌표계에서 정의된 위치 벡터(x, y, z)이며, 추적한 손 위치 정보의 평균을 두 단계에 걸쳐 계산한 값일 수 있다. 예를 들어, 참조하는 이전의 손 위치 4개를 시간순서대로 p1, p2, p3, p4로 정의한 경우, 사용자 추적부(111)는 1단계 중간 점 평활화를 통해 3개의 점 $q1=(p1+p2)/2$, $q2=(p2+p3)/2$, $q3=(p3+p4)/2$ 를 결정할 수 있다. 다음으로, 사용자 추적부(111)는 동일한 방법으로 q1, q2, q3를 참조하여 2단계 중간 점 평활화를 적용함으로써, 2개의 위치 벡터를 결정할 수 있다.
- [79] 그리고, 사용자 추적부(111)는 결정한 2개의 위치에 따라 방향 벡터를 산출하여 사용자 스캔 방향에 대한 추정치로서 사용할 수 있다.
- [80] 객체 예측부(112)는 사용자의 눈(101)이 응시하는 방향에 따라 가상 선(621)을 형성하고, 가상 객체(610)들 중에서 가상 선(621)과 접촉한 영역을 사용자의 관심 영역(620)으로 예측할 수 있다.
- [81] 다음으로, 객체 예측부(112)는 관심 영역(620)이 포함된 가상 객체를 사용자의 손(102)과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체로 예측할 수 있다.
- [82] 그 다음으로, 객체 예측부(112)는 사용자 추적부(111)가 추적한 위치에 따라 사용자의 가상 손을 생성하고, 생성한 가상 손을 관심 영역(620)이 포함된 가상 객체의 표면(630)에 투영(631)함으로써, 사용자의 손(102)가 가상 객체와 접촉하는 위치 및 방향을 결정할 수 있다.
- [83] 그리고, 축각 렌더링부(114)는 객체 예측부(112)가 결정한 사용자의 손(102)가 가상 객체와 접촉하는 위치 및 방향에 따라 엔드 이펙터가 이동하도록 축각 제공 장치(130)를 제어할 수 있다.
- [84] 따라서, 사용자의 손(102)는 객체 예측부(112)가 결정한 사용자의 손(102)가

가상 객체와 접촉하는 위치 및 방향에서 촉각 제공 장치(130)의 엔드 이펙터와 접촉할 수 있다.

[85] 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 엔드 이펙터의 일례들이다.

[86] 엔드 이펙터는 도 7에 도시된 바와 같이 실시예에 따라 서로 다른 형상의 돌출부들이 사용자의 손과 접촉하는 면에 배열되어 형성될 수 있다. 예를 들어, 도 7의 실시예들에서 Y 축의 반경(r_y)은 모두 1.0mm일 수 있다. 그리고, 도 7의 케이스 1(Case 1)에서 X축의 반경(r_x)은 1.5mm이고, 도 7의 케이스 2(Case 2)에서 X축의 반경(r_x)은 2.0mm일 수 있다. 또한, 도 7의 케이스 3(Case 3)에서 X축의 반경(r_x)은 2.5mm이고, 도 7의 케이스 4(Case 4)에서 X축의 반경(r_x)은 3.0mm일 수 있다.

[87] 도 8은 본 발명의 일실시예에 따라 사용자에게 촉각 피드백을 제공하는 엔드 이펙터의 회전 각도의 일례이다.

[88] 엔드 이펙터는 촉각 제공 장치(130)가 사용자에게 제공하고자 하는 거칠기 촉각의 레벨에 따라 기 설정된 각도로 회전될 수 있다.

[89] 예를 들어, 도 8의 케이스 1(Case 1)에 도시된 바와 같이 엔드 이펙터의 회전 각도 $\theta = 0$ 일 수 있다. 또한, 도 8의 케이스 2(Case 2)에 도시된 바와 같이 엔드 이펙터의 회전 각도 $\theta = 45$ 일 수 있다. 그리고, 도 8의 케이스 3(Case 3)에 도시된 바와 같이 엔드 이펙터의 회전 각도 $\theta = 63.43$ 일 수 있다. 또한, 도 8의 케이스 4(Case 4)에 도시된 바와 같이 엔드 이펙터의 회전 각도 $\theta = 71.57$ 일 수 있다. 그리고, 도 8의 케이스 5(Case 5)에 도시된 바와 같이 엔드 이펙터의 회전 각도 $\theta = 90$ 일 수 있다.

[90] 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 엔드 이펙터의 회전 각도별 사용자에게 제공하는 거칠기 촉각의 레벨의 일례이다.

[91] 구체적으로, 도 9는 도 8에 도시된 엔드 이펙터들 각각을 도 8의 각도로 회전시킨 경우, 사용자들이 지각한 거칠기 레벨들의 일례이다.

[92] 엔드 이펙터에 포함된 돌출부들의 형상이 도 7의 케이스 1(Case 1)에 도시된 바와 같고, 엔드 이펙터의 회전 각도 θ 가 0, 45, 63.43, 71.57, 90으로 변화하는 경우 사용자에게 지각된 거칠기 레벨(910)은 도 9에 도시된 바와 같이 변화가 적을 수 있다.

[93] 그러나, 엔드 이펙터에 포함된 돌출부들의 형상이 도 7의 케이스 2(Case 2)에 도시된 바와 같고, 엔드 이펙터의 회전 각도 θ 가 0, 45, 63.43, 71.57, 90으로 변화하는 경우 사용자에게 지각된 거칠기 레벨(920), 엔드 이펙터에 포함된 돌출부들의 형상이 도 7의 케이스 3(Case 3)에 도시된 바와 같고, 엔드 이펙터의 회전 각도 θ 가 0, 45, 63.43, 71.57, 90으로 변화하는 경우 사용자에게 지각된 거칠기 레벨(930), 및 엔드 이펙터에 포함된 돌출부들의 형상이 도 7의 케이스 4(Case 4)에 도시된 바와 같고, 엔드 이펙터의 회전 각도 θ 가 0, 45, 63.43, 71.57, 90으로 변화하는 경우 사용자에게 지각된 거칠기 레벨(940)은 도 9에 도시된 바와 같이 각도에 따라 변경될 수 있다.

- [94] 즉, 촉각 제공 장치(130)는 Y 축의 반경(r_y)과 X축의 반경(r_x) 간의 차이가 일정 크기 이상인 돌출부들이 배열된 엔드 이펙터의 회전 각도를 제어함으로써, 사용자에게 다양한 레벨의 거칠기 촉각을 피드백할 수 있다.
- [95] 도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 촉각 렌더링의 결과의 일례이다.
- [96] 구체적으로, 도 10은 5가지의 서로 다른 엔드 이펙터의 회전 각도와 5가지의 엔드 이펙터(200)의 속도 값의 조합에 따라 사용자에게 피드백되는 거칠기 촉각의 레벨들의 일례이다.
- [97] 도 10의 x 축은 엔드 이펙터의 회전 각도와 속도 값의 조합을 [회전 각도, 속도]을 나타내며 y 축은 재조정 된 정규화 된 거칠기 촉각의 레벨일 수 있다. 즉, 도 10에서 회전 각도가 동일한 값들은 동일한 해칭으로 표시되어 있다.
- [98] 도 10에 따르면, 엔드 이펙터의 회전 각도 및 속도 값이 증가할수록 사용자에게 피드백되는 거칠기 촉각의 레벨도 증가할 수 있다.
- [99] 따라서, 촉각 제공 장치(130)는 엔드 이펙터의 회전 각도 및 이동 속도를 제어함으로써, 사용자에게 다양한 레벨의 거칠기 촉각을 피드백할 수 있다.
- [100] 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 촉각 렌더링의 방향 및 속도에 따라 사용자가 인지하는 거칠기 촉각의 레벨의 일례이다.
- [101] 엔드 이펙터의 회전 각도와 사용자에게 피드백되는 거칠기 촉각의 레벨 간의 관계를 나타내는 그래프(1110)에 따르면, 회전 각도가 증가할수록 사용자에게 피드백되는 거칠기 촉각의 레벨도 증가할 수 있다.
- [102] 다만, 회전 각도 0도인 경우 사용자에게 피드백되는 거칠기 촉각의 레벨과 회전 각도 45도인 경우 사용자에게 피드백되는 거칠기 촉각의 레벨 간의 차이에 비하여 회전 각도 63.43도, 회전 각도 71.57도, 및 회전 각도 90도인 경우, 사용자에게 피드백되는 거칠기 촉각의 레벨 간의 차이는 적을 수 있다.
- [103] 또한, 엔드 이펙터의 이동 속도와 사용자에게 피드백되는 거칠기 촉각의 레벨 간의 관계를 나타내는 그래프(1120)에 따르면, 이동 속도가 증가할수록 사용자에게 피드백되는 거칠기 촉각의 레벨도 증가할 수 있다. 그리고, 엔드 이펙터의 이동 속도의 차이가 클수록 사용자에게 피드백되는 거칠기 촉각의 레벨의 차이도 증가할 수 있다.
- [104] 도 12는 본 발명의 일실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 과정의 일례이다.
- [105] HMD(120)는 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)의 시각 렌더링부(113)로부터 수신한 정보에 따라 사용자(100)에게 책장(1211), 및 벽지(1212)가 포함된 가상 환경(1210)을 표시할 수 있다. 이때, 책장(1211)은 벽지(1212)보다 더 거친 질감을 가진 가상 객체일 수 있다.
- [106] 예를 들어, 사용자(100)는 가상 환경(1210)안에서 책장(1211)을 응시하면서, 손으로 책장(1211)의 표면을 왼쪽에서 오른쪽으로 쓰다듬는 스캔 동작(1221)을 수행할 수 있다(1220). 이때, 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)는 사용자(100)의 손과 접촉할 수 있는 위치로 엔드 이펙터(200)가 이동되도록 촉각 제공 장치(130)를 제어할 수 있다. 그리고, 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)는

사용자(100)가 응시하고 있는 책장(1211)의 거칠기에 따라 엔드 이펙터(200)의 방향을 1도 내지 90도로 회전시킴으로써, 엔드 이펙터(200)가 사용자에게 피드백하는 거칠기 촉각의 레벨을 증가시킬 수 있다.

- [107] 그 다음으로, 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)는 현실 세계에서 스캔 방향(1223)으로 이동하는 사용자의 손에 대응하여 스캔 방향의 반대 방향(1222)로 엔드 이펙터(200)를 이동시킴으로써, 사용자에게 책장(1221)에 대응하는 거친 촉각을 피드백할 수 있다. 이때, 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)는 스캔 방향의 반대 방향(1222)로 이동 시키는 엔드 이펙터(200)의 이동 속도를 증가시킴으로써, 사용자에게 피드백하는 거칠기 촉각의 레벨을 더 증가시킬 수도 있다.
- [108] 다음으로, 사용자(100)는 가상 환경(1210)안에서 벽지(1212)를 응시하면서, 손으로 벽지(1212)의 표면을 왼쪽에서 오른쪽으로 쓰다듬는 스캔 동작(1231)을 수행할 수 있다(1230). 이때, 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)는 사용자(100)의 손과 접촉할 수 있는 위치로 엔드 이펙터(200)가 이동되도록 촉각 제공 장치(130)를 제어할 수 있다. 그리고, 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)는 사용자(100)가 응시하고 있는 벽지(1212)의 거칠기에 따라 엔드 이펙터(200)의 방향을 디폴트 각도인 0도로 회전시킴으로써, 엔드 이펙터(200)가 사용자에게 피드백하는 거칠기 촉각의 레벨을 감소시킬 수 있다.
- [109] 그 다음으로, 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)는 현실 세계에서 스캔 방향(1233)으로 이동하는 사용자의 손에 대응하여 스캔 방향의 반대 방향(1232)로 엔드 이펙터(200)를 이동시킴으로써, 사용자에게 벽지(1221)에 대응하는 부드러운 촉각을 피드백할 수 있다. 이때, 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)는 스캔 방향의 반대 방향(1232)로 이동 시키는 엔드 이펙터(200)의 이동 속도를 감소시킴으로써, 사용자에게 피드백하는 거칠기 촉각의 레벨을 더 감소시킬 수도 있다.
- [110] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 방법을 도시한 플로우차트이다.
- [111] 단계(1310)에서 HMD(120)는 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)의 시각 렌더링부(113)로부터 수신한 정보에 따라 사용자(100)에게 복수의 가상 객체들 및 가상 객체들이 포함된 가상 환경을 표시할 수 있다.
- [112] 단계(1320)에서 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)의 사용자 추적부(112)는 HMD(120)를 착용한 사용자의 손의 위치 및 사용자(100)의 눈(101)이 응시하는 방향을 추적할 수 있다.
- [113] 단계(1330)에서 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)의 객체 예측부(112)는 단계(1310)에서 표시한 가상 객체들 중에서 사용자(100)의 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체를 예측할 수 있다.
- [114] 이때, 객체 예측부(112)는 사용자의 응시 방향을 기초로 상기 사용자의 관심 영역을 예측하고, 관심 영역이 포함된 가상 객체를 손과 충돌할 가능성이 가장

높은 가상 객체로 예측할 수 있다. 또한, 객체 예측부(112)는 사용자(100)의 손의 위치 및 이동 속도를 기초로 사용자(100)의 손이 상기 예측한 가상 객체와 충돌하는 위치 및 시간을 예측할 수 있다. 이때, 가상 객체의 거칠기 제공 장치(100)의 촉각 렌더링부(114)는 객체 예측부(112)가 예측한 위치 및 시간에 따라 촉각 제공 장치(130)에서 손(102)과 접촉하여 사용자(100)에게 거칠기 촉각을 피드백하는 엔드 이펙터의 위치를 이동 시킬 수 있다.

[115] 단계(1340)에서 촉각 렌더링부(114)는 사용자의 손이 촉각 제공 장치(130)의 엔드 이펙터와 접촉하였는지 여부를 모니터링할 수 있다. 이때, 촉각 제공 장치(130)는 토크 센서로 엔드 이펙터에 접촉한 사용자(100)의 접촉력(contact force) f 를 측정하여 촉각 렌더링부(114)로 전송할 수 있다. 그리고, 수신한 접촉력 f 가 기 설정된 임계값 이상인 경우, 촉각 렌더링부(114)는 사용자의 손이 촉각 제공 장치(130)의 엔드 이펙터와 접촉한 것으로 판할 수 있다.

[116] 사용자의 손이 촉각 제공 장치(130)의 엔드 이펙터와 접촉한 것으로 판단한 경우, 촉각 렌더링부(114)는 단계(1350)를 수행할 수 있다. 사용자의 손이 촉각 제공 장치(130)의 엔드 이펙터와 접촉하지 않은 것으로 판단한 경우, 촉각 렌더링부(114)는 사용자 추적부(112)에게 단계(1320)의 수행을 요청할 수 있다.

[117] 단계(1350)에서 촉각 렌더링부(114)는 예측한 가상 객체의 표면 거칠기에 따라 촉각 제공 장치(130)를 제어하여 사용자에게 거칠기 촉각을 피드백할 수 있다. 이때, 촉각 렌더링부(114)는 예측한 가상 객체의 표면 거칠기와 해당 가상 객체를 쓰다듬는 사용자(100)의 손(102)의 이동 방향 및 속도에 따라 공간 인코딩 및 시간 인코딩을 수행할 수 있다. 그리고, 촉각 렌더링부(114)는 공간 인코딩 결과에 따라 엔드 이펙터의 회전 각도를 결정하여 엔드 이펙터를 회전시킬 수 있다. 또한, 촉각 렌더링부(114)는 시간 인코딩 결과에 따라 엔드 이펙터의 이동 방향 및 속도를 결정하여 결정된 방향으로 엔드 이펙터를 이동시킬 수 있다.

[118] 본 발명은 방향에 따라 서로 다른 거칠기 촉각을 제공하며 사용자의 손과 접촉한 엔드 이펙터를 공간 인코딩 결과에 따라 회전하고, 시간 인코딩 결과에 따라 이동시킴으로써, 엔드 이펙터에 결합할 텍스처의 교체 없이 사용자에게 다양한 거칠기 촉각을 피드백할 수 있다.

[119] 한편, 본 발명에 따른 가상 객체의 거칠기 제공 장치 또는 가상 객체의 거칠기 제공 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성되어 마그네틱 저장매체, 광학적 판독매체, 디지털 저장매체 등 다양한 기록 매체로도 구현될 수 있다.

[120] 본 명세서에 설명된 각종 기술들의 구현들은 디지털 전자 회로조직으로, 또는 컴퓨터 하드웨어, 펌웨어, 소프트웨어로, 또는 그들의 조합들로 구현될 수 있다. 구현들은 데이터 처리 장치, 예를 들어 프로그램가능 프로세서, 컴퓨터, 또는 다수의 컴퓨터들의 동작에 의한 처리를 위해, 또는 이 동작을 제어하기 위해, 컴퓨터 프로그램 제품, 예를 들어 기계 판독가능 저장 장치(컴퓨터 판독가능 매체)에서 유형적으로 구체화된 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수 있다. 상술한

컴퓨터 프로그램(들)과 같은 컴퓨터 프로그램은 컴파일된 또는 인터프리트된 언어들을 포함하는 임의의 형태의 프로그래밍 언어로 기록될 수 있고, 독립형 프로그램으로서 또는 모듈, 구성요소, 서브루틴, 또는 컴퓨팅 환경에서의 사용에 적절한 다른 유닛으로서 포함하는 임의의 형태로 전개될 수 있다. 컴퓨터 프로그램은 하나의 사이트에서 하나의 컴퓨터 또는 다수의 컴퓨터들 상에서 처리되도록 또는 다수의 사이트들에 걸쳐 분배되고 통신 네트워크에 의해 상호 연결되도록 전개될 수 있다.

- [121] 컴퓨터 프로그램의 처리에 적절한 프로세서들은 예로서, 범용 및 특수 목적 마이크로프로세서들 둘 다, 및 임의의 종류의 디지털 컴퓨터의 임의의 하나 이상의 프로세서들을 포함한다. 일반적으로, 프로세서는 판독 전용 메모리 또는 랜덤 액세스 메모리 또는 둘 다로부터 명령어들 및 데이터를 수신할 것이다. 컴퓨터의 요소들은 명령어들을 실행하는 적어도 하나의 프로세서 및 명령어들 및 데이터를 저장하는 하나 이상의 메모리 장치들을 포함할 수 있다. 일반적으로, 컴퓨터는 데이터를 저장하는 하나 이상의 대량 저장 장치들, 예를 들어 자기, 자기-광 디스크들, 또는 광 디스크들을 포함할 수 있거나, 이것들로부터 데이터를 수신하거나 이것들에 데이터를 송신하거나 또는 양쪽으로 되도록 결합될 수도 있다. 컴퓨터 프로그램 명령어들 및 데이터를 구체화하는데 적절한 정보 캐리어들은 예로서 반도체 메모리 장치들, 예를 들어, 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(Magnetic Media), CD-ROM(Compact Disk Read Only Memory), DVD(Digital Video Disk)와 같은 광 기록 매체(Optical Media), 플롭티컬 디스크(Floptical Disk)와 같은 자기-광 매체(Magneto-Optical Media), 롬(ROM, Read Only Memory), 램(RAM, Random Access Memory), 플래시 메모리, EPROM(Erasable Programmable ROM), EEPROM(Electrically Erasable Programmable ROM) 등을 포함한다. 프로세서 및 메모리는 특수 목적 논리 회로조직에 의해 보충되거나, 이에 포함될 수 있다.
- [122] 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용매체일 수 있고, 컴퓨터 저장매체를 모두 포함할 수 있다.
- [123] 본 명세서는 다수의 특정한 구현물의 세부사항들을 포함하지만, 이들은 어떠한 발명이나 청구 가능한 것의 범위에 대해서도 제한적인 것으로서 이해되어서는 안되며, 오히려 특정한 발명의 특정한 실시형태에 특유할 수 있는 특징들에 대한 설명으로서 이해되어야 한다. 개별적인 실시형태의 문맥에서 본 명세서에 기술된 특정한 특징들은 단일 실시형태에서 조합하여 구현될 수도 있다. 반대로, 단일 실시형태의 문맥에서 기술한 다양한 특징들 역시 개별적으로 혹은 어떠한 적절한 하위 조합으로도 복수의 실시형태에서 구현 가능하다. 나아가, 특징들이 특정한 조합으로 동작하고 초기에 그와 같이 청구된 바와 같이 묘사될 수 있지만, 청구된 조합으로부터의 하나 이상의 특징들은 일부 경우에 그 조합으로부터 배제될 수 있으며, 그 청구된 조합은 하위 조합이나 하위 조합의 변형물로 변경될 수 있다.

- [124] 마찬가지로, 특정한 순서로 도면에서 동작들을 묘사하고 있지만, 이는 바람직한 결과를 얻기 위하여 도시된 그 특정한 순서나 순차적인 순서대로 그러한 동작들을 수행하여야 한다거나 모든 도시된 동작들이 수행되어야 하는 것으로 이해되어서는 안 된다. 특정한 경우, 멀티태스킹과 병렬 프로세싱이 유리할 수 있다. 또한, 상술한 실시형태의 다양한 장치 컴포넌트의 분리는 그러한 분리를 모든 실시형태에서 요구하는 것으로 이해되어서는 안되며, 설명한 프로그램 컴포넌트와 장치들은 일반적으로 단일의 소프트웨어 제품으로 함께 통합되거나 다중 소프트웨어 제품에 패키징 될 수 있다는 점을 이해하여야 한다.
- [125] 한편, 본 명세서와 도면에 개시된 본 발명의 실시 예들은 이해를 돕기 위해 특정 예를 제시한 것에 지나지 않으며, 본 발명의 범위를 한정하고자 하는 것은 아니다. 여기에 개시된 실시 예들 이외에도 본 발명의 기술적 사상에 바탕을 둔 다른 변형 예들이 실시 가능하다는 것은, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것이다.

청구범위

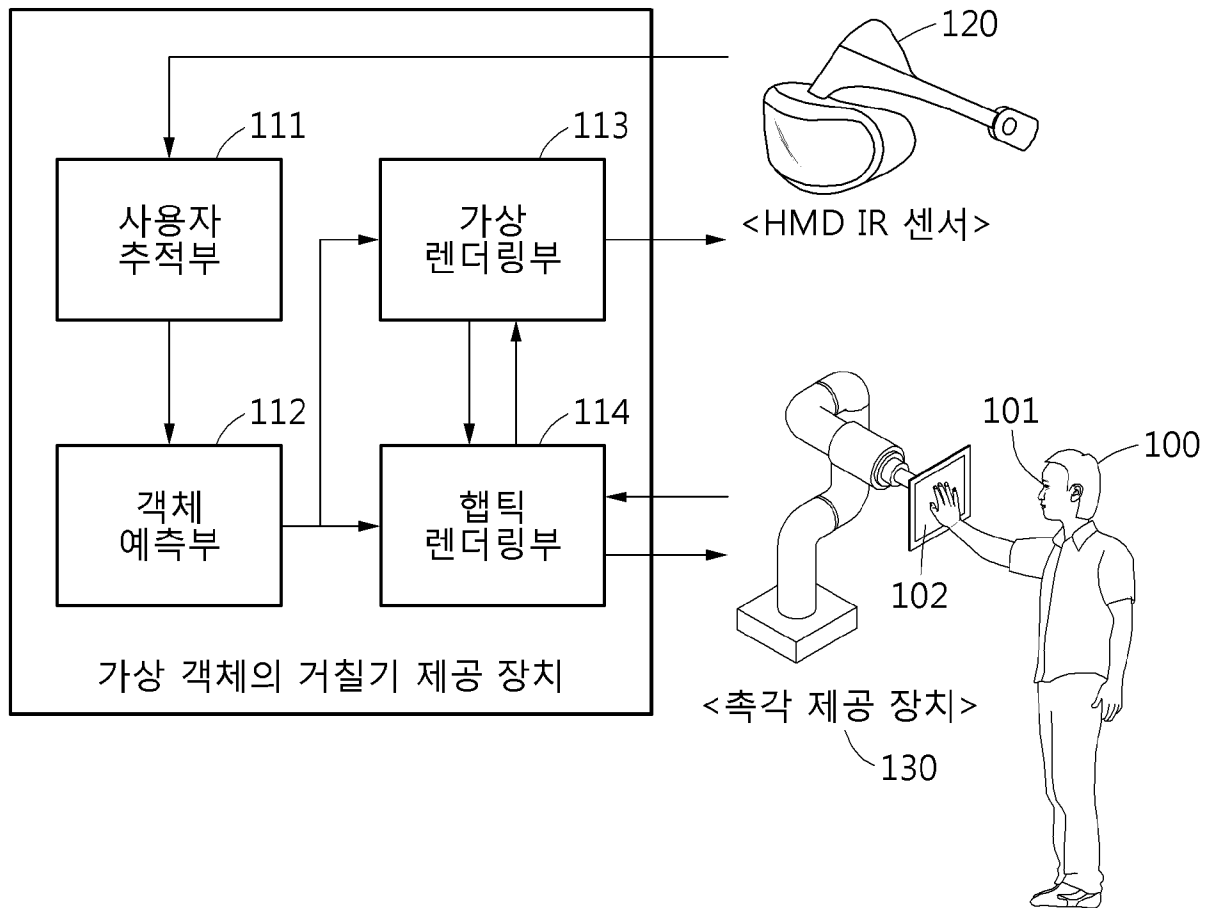
- [청구항 1] 사용자에게 가상 객체들을 표시하는 단계;
 상기 사용자의 손의 위치를 추적하는 단계;
 상기 가상 객체들 중에서 상기 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체를 예측하는 단계; 및
 상기 손이 촉각 제공 장치와 접촉한 경우, 예측한 가상 객체의 표면 거칠기에 따라 상기 촉각 제공 장치를 제어하여 상기 사용자에게 거칠기 촉각을 피드백하는 단계
 를 포함하는 가상 객체의 거칠기 촉각을 제공하는 방법.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 거칠기 촉각을 피드백하는 단계는,
 예측한 가상 객체의 표면 거칠기 및 상기 손의 이동 방향에 따라 상기 손과 접촉하는 상기 촉각 제공 장치의 엔드 이펙터를 회전 또는 이동시켜
 상기 거칠기 촉각을 피드백하기 위한 촉각 렌더링을 수행하는 가상 객체의 거칠기 촉각을 제공하는 방법.
- [청구항 3] 제2항에 있어서,
 상기 엔드 이펙터는,
 X축의 반경이 다른 축의 반경과 서로 다른 다각형, 또는 타원 형상의 돌출부들이 형성되거나, 상기 돌출부들이 형성된 표면 물체(textured surface)가 부착되어 상기 손과 접촉하는 각도에 따라 서로 다른 거칠기 촉각을 상기 사용자에게 피드백하는 가상 객체의 거칠기 촉각을 제공하는 방법.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 상기 가상 객체를 예측하는 단계는,
 상기 사용자의 응시 방향을 기초로 상기 사용자의 관심 영역을 예측하는 단계; 및
 상기 관심 영역이 포함된 가상 객체를 상기 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체로 예측하는 단계
 를 포함하는 가상 객체의 거칠기 촉각을 제공하는 방법.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
 상기 가상 객체를 예측하는 단계는,
 상기 손의 위치 및 이동 속도를 기초로 상기 손이 상기 예측한 가상 객체와 충돌하는 위치 및 시간을 예측하는 단계; 및
 예측한 위치 및 시간에 따라 상기 촉각 제공 장치에서 상기 손과 접촉하여
 상기 사용자에게 거칠기 촉각을 피드백하는 엔드 이펙터의 위치를 이동시키는 단계
 를 더 포함하는 가상 객체의 거칠기 촉각을 제공하는 방법.

- [청구항 6] 제1항 내지 제5항 중 어느 한 항의 방법을 실행하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터에서 판독 가능한 기록 매체.
- [청구항 7] 사용자에게 가상 객체들을 표시하는 HMD;
 상기 사용자의 손의 위치를 추적하고, 상기 가상 객체들 중에서 상기 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체를 예측하는 가상 객체의 거칠기 제공 장치; 및
 상기 손이 촉각 제공 장치와 접촉한 경우, 예측한 가상 객체의 표면 거칠기에 따라 상기 사용자에게 거칠기 촉각을 피드백하는 촉각 제공 장치를 포함하는 가상 객체의 거칠기 제공 시스템.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
 상기 가상 객체의 거칠기 제공 장치는,
 예측한 가상 객체의 표면 거칠기 및 상기 손의 이동 방향에 따라 상기 손과 접촉하는 상기 촉각 제공 장치의 엔드 이펙터를 회전 또는 이동시켜 상기 거칠기 촉각을 피드백하기 위한 촉각 렌더링을 수행하는 가상 객체의 거칠기 제공 시스템.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,
 상기 엔드 이펙터는,
 X축의 반경이 다른 축의 반경과 서로 다른 다각형, 또는 타원 형상의 돌출부들이 형성되거나, 상기 돌출부들이 형성된 표면 물체(textured surface)가 부착되어 상기 손과 접촉하는 각도에 따라 서로 다른 거칠기 촉각을 상기 사용자에게 피드백하는 가상 객체의 거칠기 제공 시스템.
- [청구항 10] 제7항에 있어서,
 상기 가상 객체의 거칠기 제공 장치는,
 상기 사용자의 응시 방향을 기초로 상기 사용자의 관심 영역을 예측하고, 상기 관심 영역이 포함된 가상 객체를 상기 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체로 예측하는 가상 객체의 거칠기 제공 시스템.
- [청구항 11] 제10항에 있어서,
 상기 가상 객체의 거칠기 제공 장치는,
 상기 손의 위치 및 이동 속도를 기초로 상기 손이 상기 예측한 가상 객체와 충돌하는 위치 및 시간을 예측하고, 예측한 위치 및 시간에 따라 상기 촉각 제공 장치에서 상기 손과 접촉하여 상기 사용자에게 거칠기 촉각을 피드백하는 엔드 이펙터의 위치를 이동시키는 가상 객체의 거칠기 제공 시스템.
- [청구항 12] HMD를 이용하여 사용자에게 가상 객체들을 표시하는 시각 렌더링부;
 상기 사용자의 손의 위치를 추적하는 사용자 추적부;
 상기 가상 객체들 중에서 상기 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체를 예측하는 객체 예측부; 및

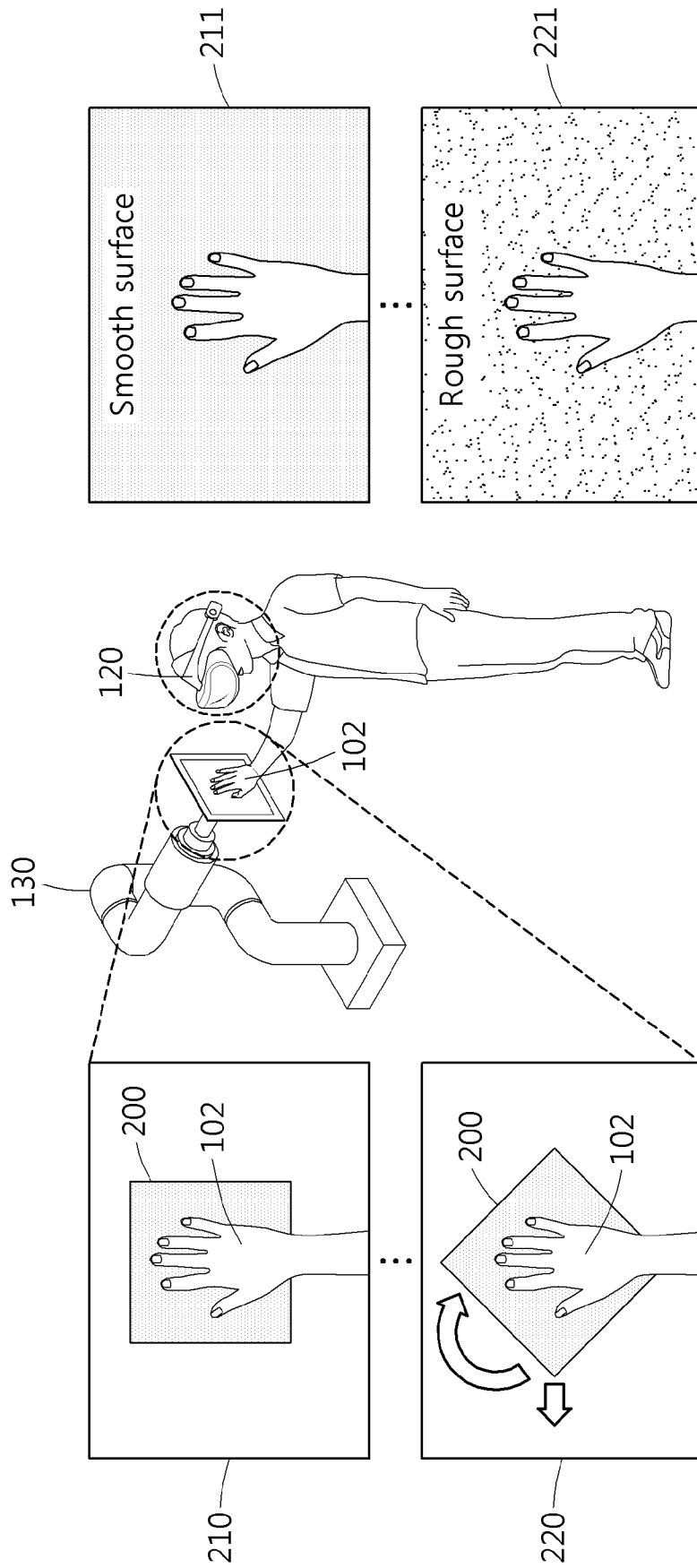
상기 손이 촉각 제공 장치와 접촉한 경우, 예측한 가상 객체의 표면 거칠기에 따라 상기 촉각 제공 장치를 제어하여 상기 사용자에게 거칠기 촉각을 피드백하는 촉각 렌더링부를 포함하는 가상 객체의 거칠기 제공 장치.

- [청구항 13] 제12항에 있어서,
상기 촉각 렌더링부는,
예측한 가상 객체의 표면 거칠기 및 상기 손의 이동 방향에 따라 상기 손과 접촉하는 상기 촉각 제공 장치의 엔드 이펙터를 회전 또는 이동시켜 상기 거칠기 촉각을 피드백하기 위한 촉각 렌더링을 수행하는 가상 객체의 거칠기 제공 장치.
- [청구항 14] 제12항에 있어서,
상기 객체 예측부는,
상기 사용자의 응시 방향을 기초로 상기 사용자의 관심 영역을 예측하고,
상기 관심 영역이 포함된 가상 객체를 상기 손과 충돌할 가능성이 가장 높은 가상 객체로 예측하는 가상 객체의 거칠기 제공 장치.
- [청구항 15] 제14항에 있어서,
상기 객체 예측부는,
상기 손의 위치 및 이동 속도를 기초로 상기 손이 상기 예측한 가상 객체와 충돌하는 위치 및 시간을 예측하고,
상기 촉각 렌더링부는,
예측한 위치 및 시간에 따라 상기 촉각 제공 장치에서 상기 손과 접촉하여 상기 사용자에게 거칠기 촉각을 피드백하는 엔드 이펙터의 위치를 이동시키는 가상 객체의 거칠기 제공 장치.

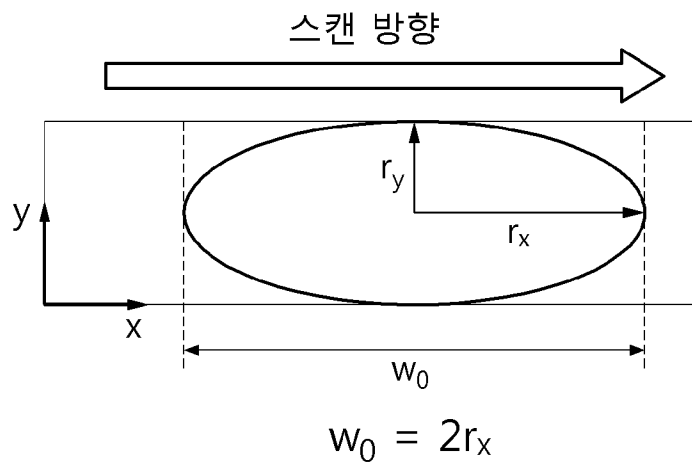
[도1]



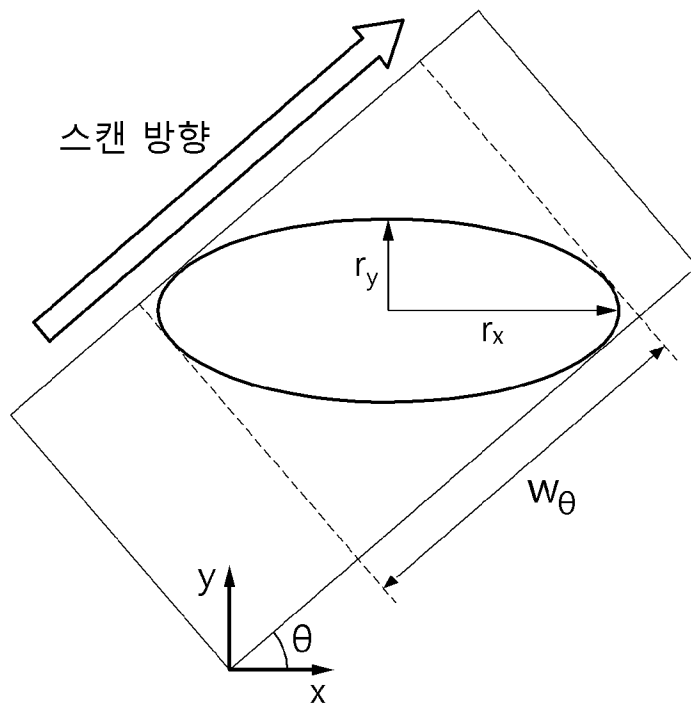
[도2]



[도3]

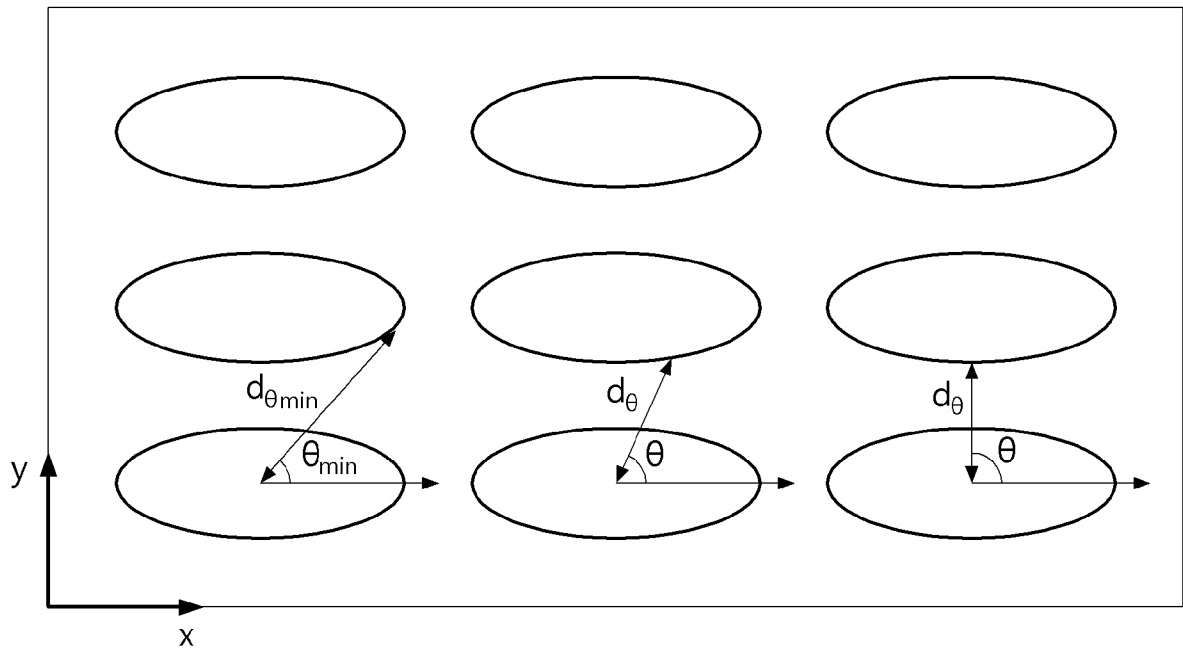


<Case 1>

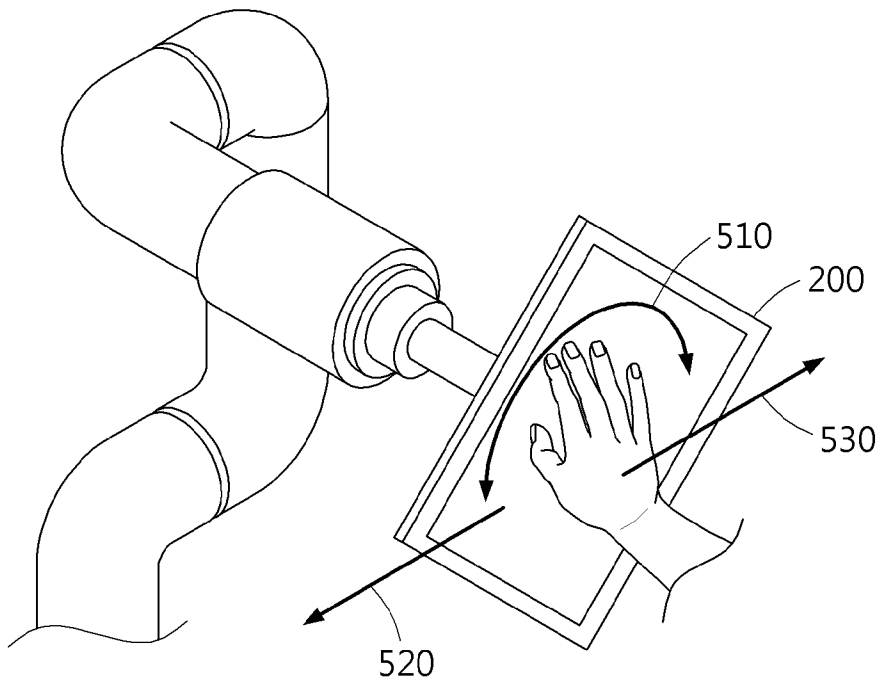


<Case 2>

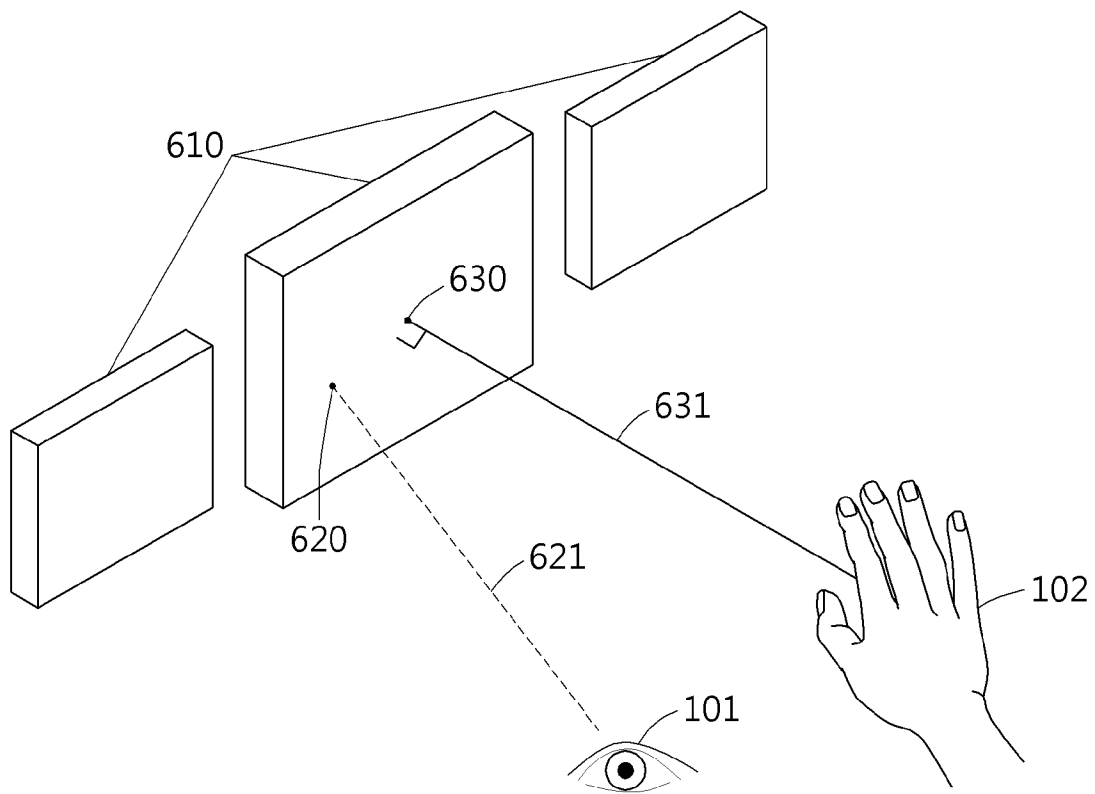
[도4]



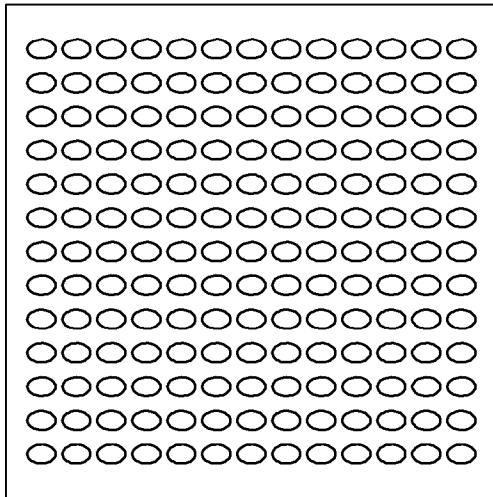
[도5]



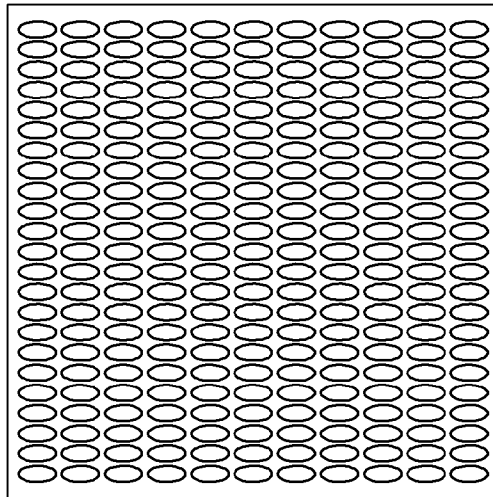
[도6]



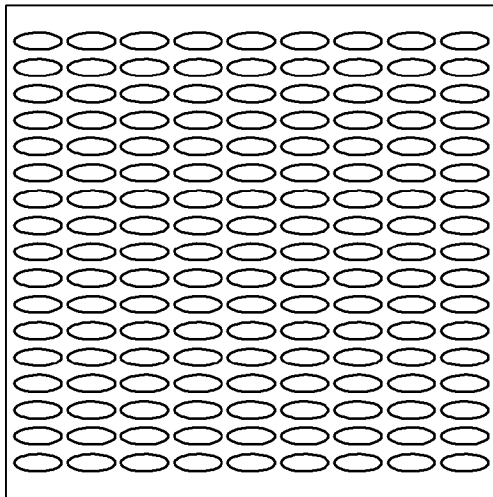
[도7]



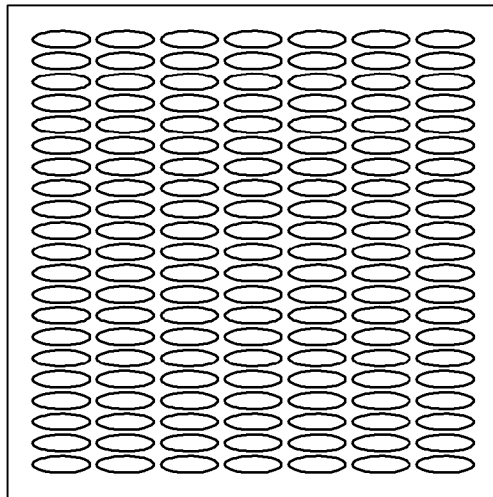
<Case 1>



<Case 2>

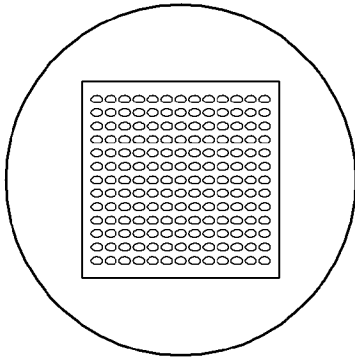


<Case 3>

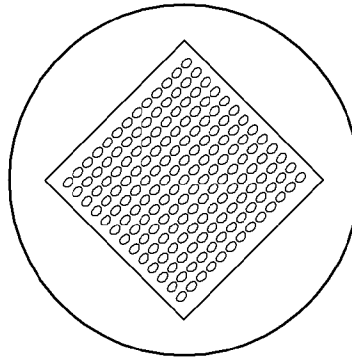


<Case 4>

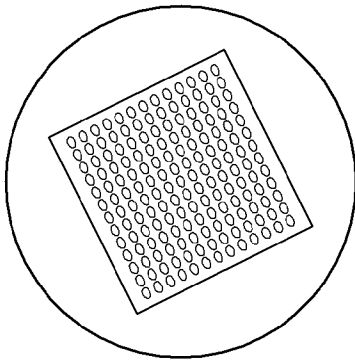
[도8]



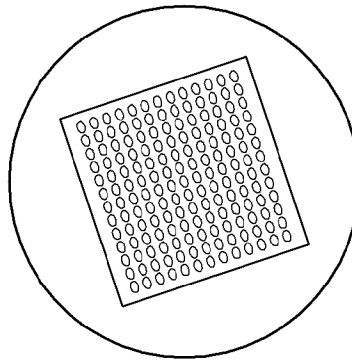
<Case 1>



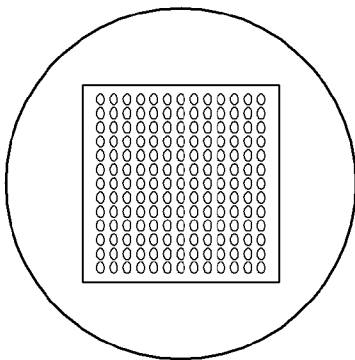
<Case 2>



<Case 3>

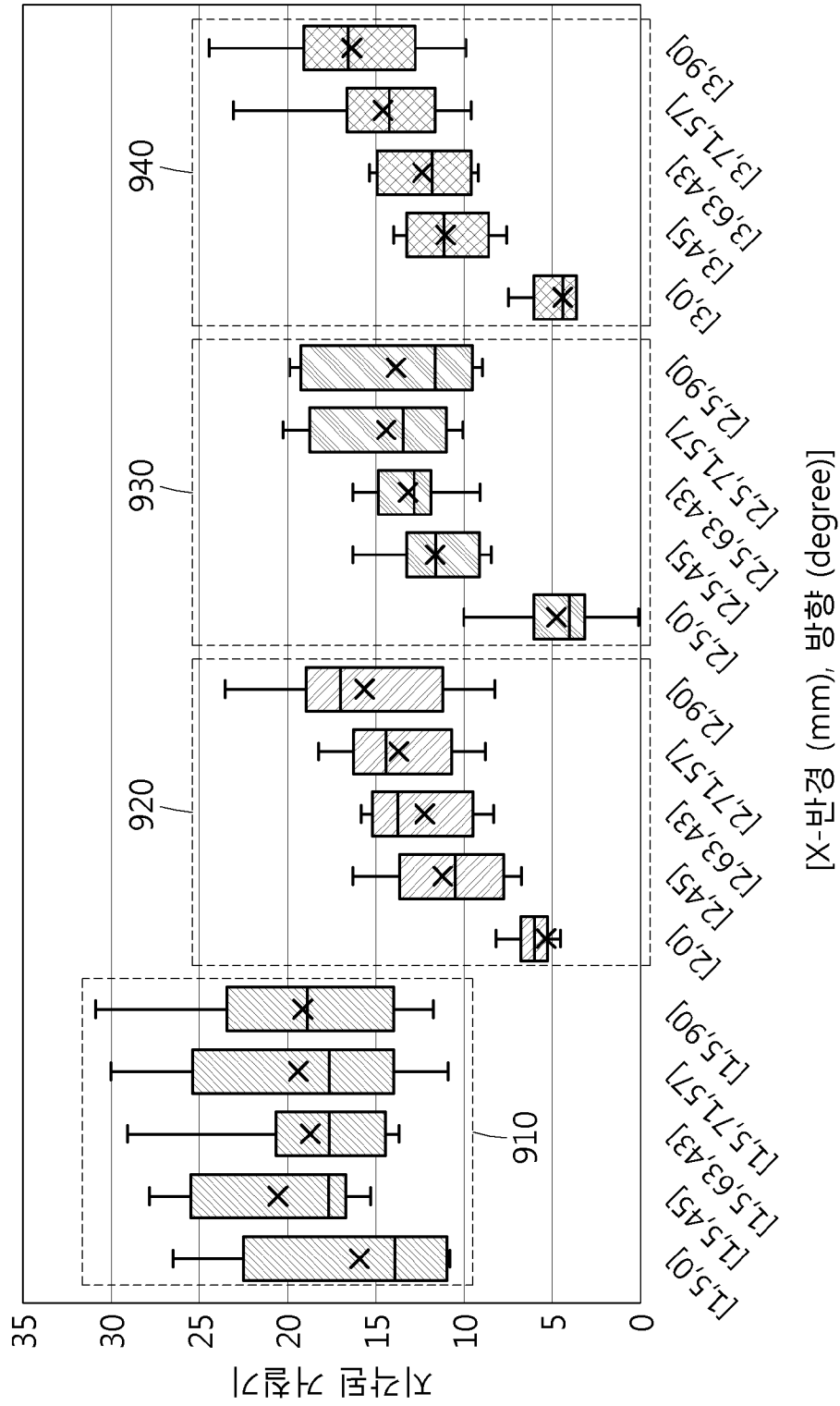


<Case 4>

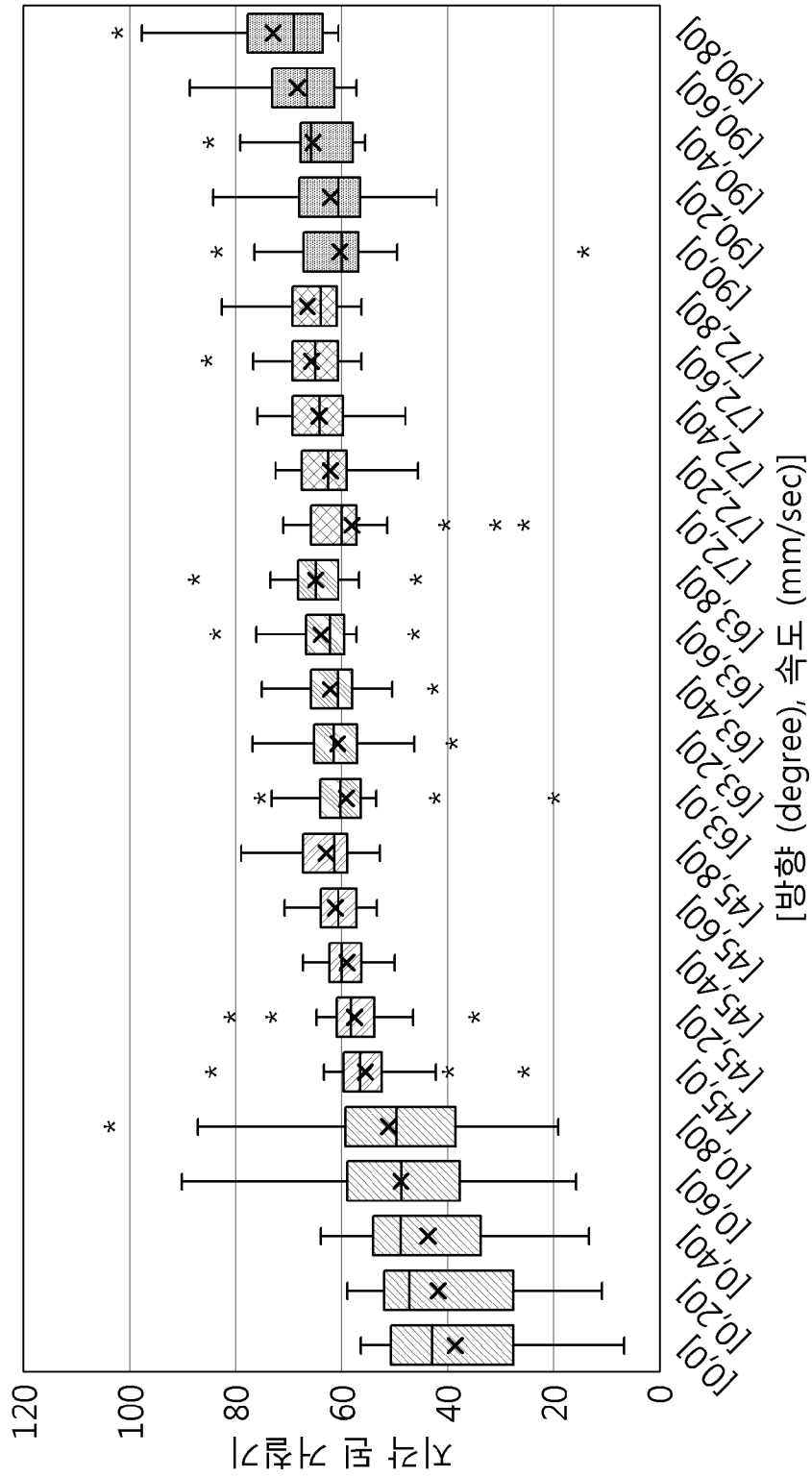


<Case 5>

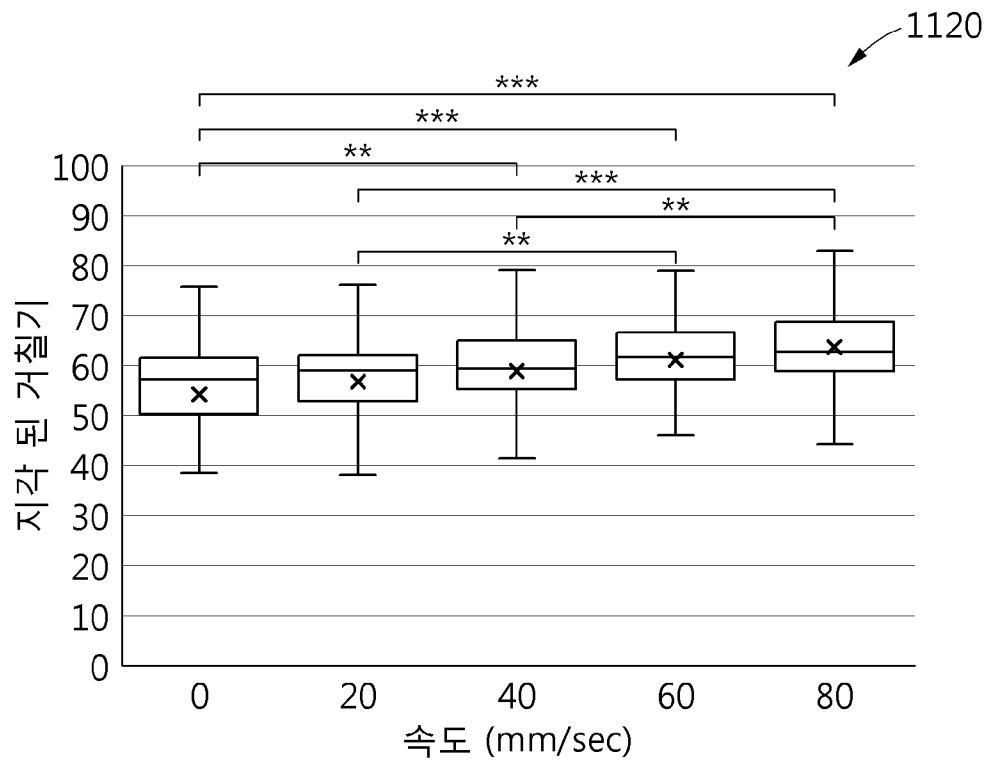
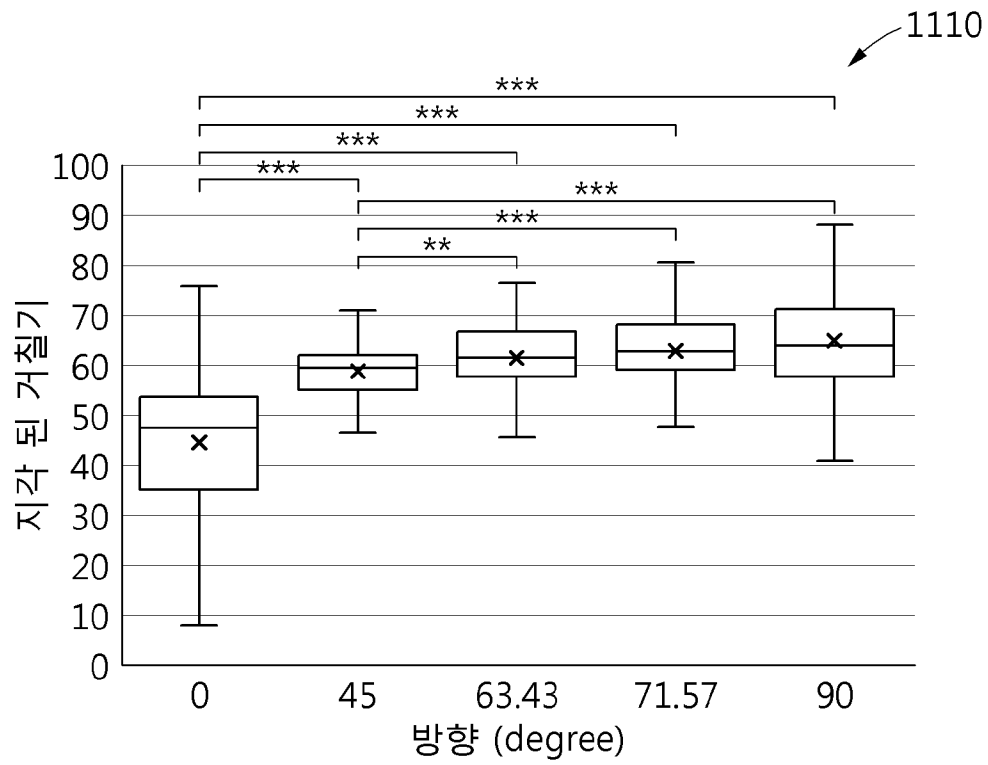
[도9]



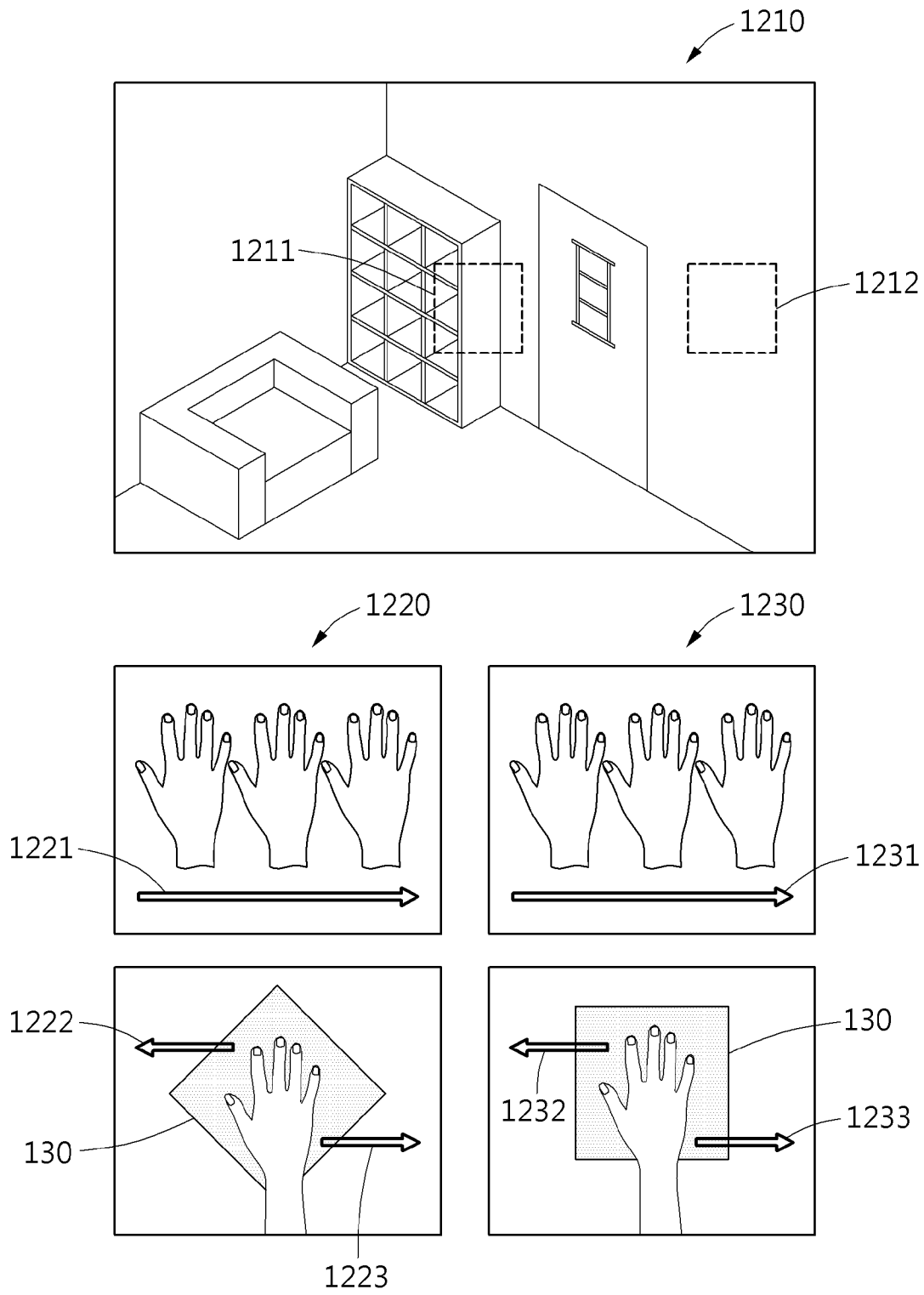
[도10]



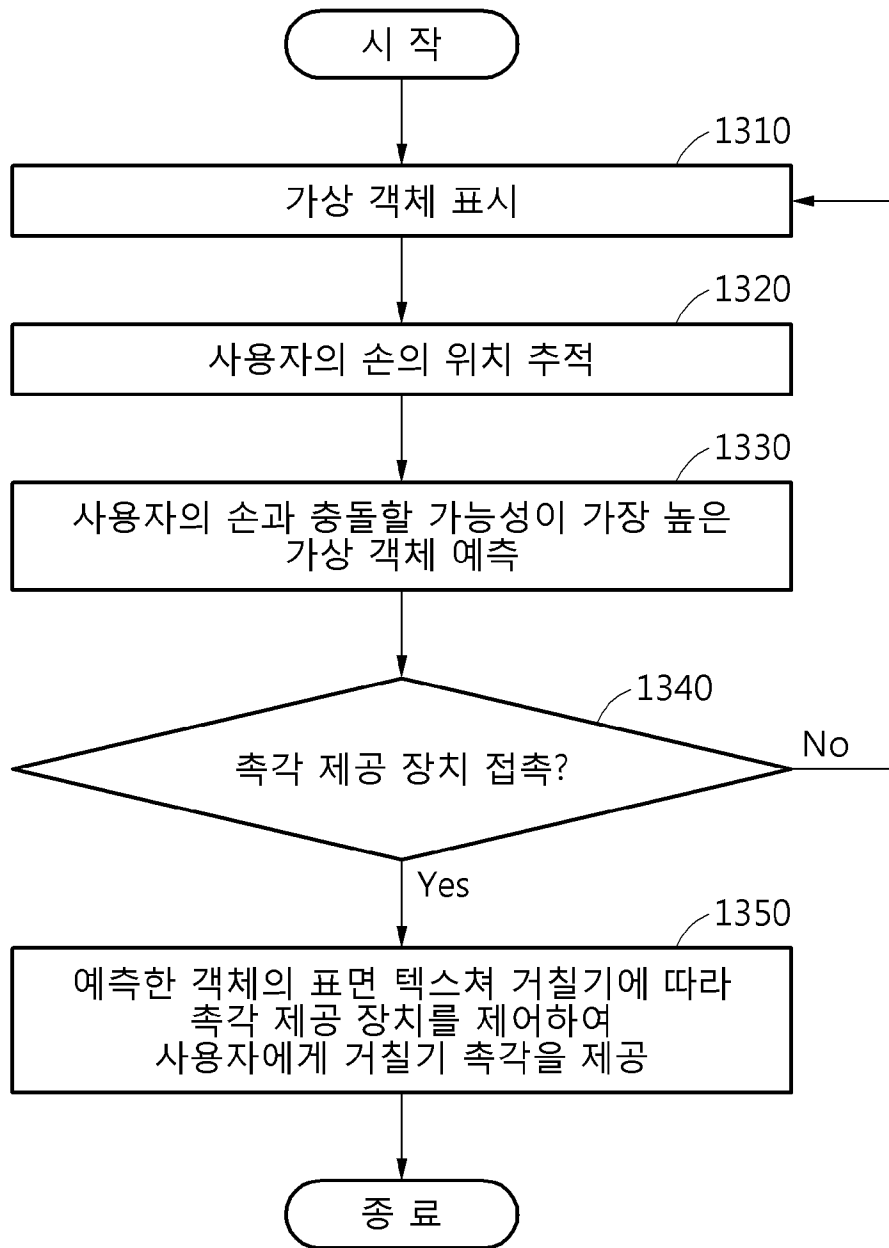
[도11]



[도12]



[도13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2021/003269

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G06F 3/01(2006.01)i; G02B 27/01(2006.01)i; G06Q 10/04(2012.01)i; G06T 19/00(2011.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G06F 3/01(2006.01); G06F 3/00(2006.01); H01L 41/193(2006.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models: IPC as above Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 객체(object), 추적(track), 거칠기(roughness), 촉각(haptic), 예측(prediction), 관심 영역(area of interest)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KIM, Yaesol et al. Encountered-type haptic display for large VR environment using per-plane reachability maps. computer animation & virtual worlds. Vol. 26, No. 3-4, pp. 1-11, 02 May 2018. See pages 1-7; and figure 1.	1-15
Y	김예솔 등. 햅동로봇을 이용한 조우형 햅틱 텍스처 디스플레이. 제11회 한국 햅틱스 워크샵 논문집. p. 26, 30 August 2019. non-official translation (KIM, Yaesol et al. A Encounter-Type Haptic Texture Display using a Cooperative Robot. Proceedings of the 11th Korea Haptics Workshop.). See page 26.	1-15
Y	KR 10-2014-0128244 A (IMMERSION CORPORATION) 05 November 2014 (2014-11-05) See paragraphs [0031] and [0105]; and claim 8.	1-15
Y	KR 10-2017-0104386 A (IMMERSION CORPORATION) 15 September 2017 (2017-09-15) See paragraphs [0041]-[0044].	1-15
A	KR 10-2008-0029676 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 03 April 2008 (2008-04-03) See paragraphs [0023]-[0062]; and figures 1-7.	1-15
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 15 September 2021		Date of mailing of the international search report 16 September 2021
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2021/003269**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KIM, Yaesol et al. Synthesizing the Roughness of Textured Surfaces for an Encountered-Type Haptic Display Using Spatiotemporal Encoding. In: IEEE Transactions on Haptics. pp. 1-12, 24 June 2020. See pages 1-11; and figures 1-14. * This document is a known document declaring exceptions to lack of novelty by the applicant.	1-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2021/003269

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2014-0128244	A	05 November 2014	CN	104122992	A	29 October 2014
				CN	104122992	B	18 September 2018
				CN	104122996	A	29 October 2014
				CN	104122996	B	24 April 2018
				CN	104123035	A	29 October 2014
				CN	104123035	B	24 July 2018
				CN	105144035	A	09 December 2015
				CN	105144035	B	22 March 2019
				CN	105144052	A	09 December 2015
				CN	105144052	B	15 February 2019
				CN	108563326	A	21 September 2018
				CN	109062414	A	21 December 2018
				CN	109164907	A	08 January 2019
				CN	109582150	A	05 April 2019
				CN	110069157	A	30 July 2019
				EP	2796964	A1	29 October 2014
				EP	2796964	B1	24 June 2020
				EP	2796976	A1	29 October 2014
				EP	2796976	B1	22 January 2020
				EP	2796983	A1	29 October 2014
				EP	2796983	B1	14 November 2018
				EP	2989525	A1	02 March 2016
				EP	2989525	B1	25 September 2019
				EP	2989530	A1	02 March 2016
				EP	2989530	B1	07 August 2019
				EP	3462297	A2	03 April 2019
				EP	3462297	A3	10 July 2019
				EP	3575941	A1	04 December 2019
				JP	2014-216024	A	17 November 2014
				JP	2014-216025	A	17 November 2014
				JP	2014-216026	A	17 November 2014
				JP	2016-520914	A	14 July 2016
				JP	2016-520915	A	14 July 2016
				JP	2018-088264	A	07 June 2018
				JP	2018-152103	A	27 September 2018
				JP	2018-190452	A	29 November 2018
				JP	2019-050003	A	28 March 2019
				JP	2019-067429	A	25 April 2019
				JP	2019-197576	A	14 November 2019
				JP	6276385	B2	07 February 2018
				JP	6335613	B2	30 May 2018
				JP	6382564	B2	29 August 2018
				JP	6444052	B2	26 December 2018
				JP	6670884	B2	25 March 2020
				KR	10-2014-0128270	A	05 November 2014
				KR	10-2014-0128275	A	05 November 2014
				KR	10-2016-0002941	A	08 January 2016
				KR	10-2016-0003031	A	08 January 2016
				US	10048758	B2	14 August 2018
				US	10248210	B2	02 April 2019

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2021/003269

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		US 10503262 B2	10 December 2019
		US 2014-0320393 A1	30 October 2014
		US 2014-0320396 A1	30 October 2014
		US 2014-0320431 A1	30 October 2014
		US 2014-0320435 A1	30 October 2014
		US 2014-0320436 A1	30 October 2014
		US 2016-0216767 A1	28 July 2016
		US 2016-0306426 A1	20 October 2016
		US 2016-0306427 A1	20 October 2016
		US 2017-0060248 A1	02 March 2017
		US 2017-0285752 A1	05 October 2017
		US 2018-0181205 A1	28 June 2018
		US 2018-0224941 A1	09 August 2018
		US 2018-0246574 A1	30 August 2018
		US 2019-0073035 A1	07 March 2019
		US 2019-0204924 A1	04 July 2019
		US 9335823 B2	10 May 2016
		US 9405368 B2	02 August 2016
		US 9405369 B2	02 August 2016
		US 9524030 B2	20 December 2016
		US 9715281 B2	25 July 2017
		US 9939900 B2	10 April 2018
		US 9971409 B2	15 May 2018
		US 9983676 B2	29 May 2018
		WO 2014-176528 A1	30 October 2014
		WO 2014-176532 A1	30 October 2014
KR 10-2017-0104386 A	15 September 2017	CN 107168512 A	15 September 2017
		EP 3217269 A1	13 September 2017
		JP 2017-162468 A	14 September 2017
		US 10319200 B2	11 June 2019
		US 2017-0256144 A1	07 September 2017
		US 2018-0130320 A1	10 May 2018
		US 2019-0355225 A1	21 November 2019
		US 9898903 B2	20 February 2018
KR 10-2008-0029676 A	03 April 2008	US 2009-0146948 A1	11 June 2009
		WO 2008-038866 A1	03 April 2008

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) G06F 3/01(2006.01)i; G02B 27/01(2006.01)i; G06Q 10/04(2012.01)i; G06T 19/00(2011.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G06F 3/01(2006.01); G06F 3/00(2006.01); H01L 41/193(2006.01) 조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌 한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC 국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우)) eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 객체(object), 추적(track), 거칠기(roughness), 촉각(haptic), 예측(prediction), 관심 영역(area of interest)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	YAESOL KIM 등, 'Encountered-type haptic display for large VR environment using per-plane reachability maps', computer animation & virtual worlds, Vol. 26, No. 3-4, pp. 1-11, 2018.05.02 페이지 1-7; 및 도면 1	1-15
Y	김예슬 등, '협동로봇을 이용한 조우형 햅틱 텍스처 디스플레이', 제11회 한국 햅틱스 워크샵 논문집 26 페이지, 2019.08.30 페이지 26	1-15
Y	KR 10-2014-0128244 A (임머슨 코퍼레이션) 2014.11.05 단락 [0031], [0105]; 및 청구항 8	1-15
Y	KR 10-2017-0104386 A (임머슨 코퍼레이션) 2017.09.15 단락 [0041]-[0044]	1-15
A	KR 10-2008-0029676 A (한국전자통신연구원) 2008.04.03 단락 [0023]-[0062]; 및 도면 1-7	1-15
☒ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. ☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.		
* 인용된 문헌의 특별 카테고리: "A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌 "D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 "E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 "L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 "O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 "P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 "T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 "X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. "Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. "&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2021년09월15일(15.09.2021)		국제조사보고서 발송일 2021년09월16일(16.09.2021)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 변성철 전화번호 +82-42-481-8262

C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	YAESOL KIM 등, 'Synthesizing the Roughness of Textured Surfaces for an Encountered-Type Haptic Display Using Spatiotemporal Encoding', In: IEEE Transactions on Haptics, pp. 1-12, 2020.06.24 페이지 1-11; 및 도면 1-14 * 위 문헌은 출원인이 신규성 상실의 예외로서 선언한 공지문헌임.	1-15

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2014-0128244 A	2014/11/05	CN 104122992 A	2014/10/29
		CN 104122992 B	2018/09/18
		CN 104122996 A	2014/10/29
		CN 104122996 B	2018/04/24
		CN 104123035 A	2014/10/29
		CN 104123035 B	2018/07/24
		CN 105144035 A	2015/12/09
		CN 105144035 B	2019/03/22
		CN 105144052 A	2015/12/09
		CN 105144052 B	2019/02/15
		CN 108563326 A	2018/09/21
		CN 109062414 A	2018/12/21
		CN 109164907 A	2019/01/08
		CN 109582150 A	2019/04/05
		CN 110069157 A	2019/07/30
		EP 2796964 A1	2014/10/29
		EP 2796964 B1	2020/06/24
		EP 2796976 A1	2014/10/29
		EP 2796976 B1	2020/01/22
		EP 2796983 A1	2014/10/29
		EP 2796983 B1	2018/11/14
		EP 2989525 A1	2016/03/02
		EP 2989525 B1	2019/09/25
		EP 2989530 A1	2016/03/02
		EP 2989530 B1	2019/08/07
		EP 3462297 A2	2019/04/03
		EP 3462297 A3	2019/07/10
		EP 3575941 A1	2019/12/04
		JP 2014-216024 A	2014/11/17
		JP 2014-216025 A	2014/11/17
		JP 2014-216026 A	2014/11/17
		JP 2016-520914 A	2016/07/14
		JP 2016-520915 A	2016/07/14
		JP 2018-088264 A	2018/06/07
		JP 2018-152103 A	2018/09/27
		JP 2018-190452 A	2018/11/29
		JP 2019-050003 A	2019/03/28
		JP 2019-067429 A	2019/04/25
		JP 2019-197576 A	2019/11/14
		JP 6276385 B2	2018/02/07
		JP 6335613 B2	2018/05/30
		JP 6382564 B2	2018/08/29
		JP 6444052 B2	2018/12/26
		JP 6670884 B2	2020/03/25
		KR 10-2014-0128270 A	2014/11/05
		KR 10-2014-0128275 A	2014/11/05
		KR 10-2016-0002941 A	2016/01/08
		KR 10-2016-0003031 A	2016/01/08
		US 10048758 B2	2018/08/14
		US 10248210 B2	2019/04/02

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		US 10503262 B2	2019/12/10
		US 2014-0320393 A1	2014/10/30
		US 2014-0320396 A1	2014/10/30
		US 2014-0320431 A1	2014/10/30
		US 2014-0320435 A1	2014/10/30
		US 2014-0320436 A1	2014/10/30
		US 2016-0216767 A1	2016/07/28
		US 2016-0306426 A1	2016/10/20
		US 2016-0306427 A1	2016/10/20
		US 2017-0060248 A1	2017/03/02
		US 2017-0285752 A1	2017/10/05
		US 2018-0181205 A1	2018/06/28
		US 2018-0224941 A1	2018/08/09
		US 2018-0246574 A1	2018/08/30
		US 2019-0073035 A1	2019/03/07
		US 2019-0204924 A1	2019/07/04
		US 9335823 B2	2016/05/10
		US 9405368 B2	2016/08/02
		US 9405369 B2	2016/08/02
		US 9524030 B2	2016/12/20
		US 9715281 B2	2017/07/25
		US 9939900 B2	2018/04/10
		US 9971409 B2	2018/05/15
		US 9983676 B2	2018/05/29
		WO 2014-176528 A1	2014/10/30
		WO 2014-176532 A1	2014/10/30
KR 10-2017-0104386 A	2017/09/15	CN 107168512 A	2017/09/15
		EP 3217269 A1	2017/09/13
		JP 2017-162468 A	2017/09/14
		US 10319200 B2	2019/06/11
		US 2017-0256144 A1	2017/09/07
		US 2018-0130320 A1	2018/05/10
		US 2019-0355225 A1	2019/11/21
		US 9898903 B2	2018/02/20
KR 10-2008-0029676 A	2008/04/03	US 2009-0146948 A1	2009/06/11
		WO 2008-038866 A1	2008/04/03