



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0109867  
(43) 공개일자 2024년07월12일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G01N 35/00 (2006.01) B25J 11/00 (2006.01)  
B25J 13/00 (2006.01) B25J 9/16 (2006.01)  
G01N 35/10 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
G01N 35/0099 (2013.01)  
B25J 11/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2023-0001956
- (22) 출원일자 2023년01월05일  
심사청구일자 2023년01월05일

- (71) 출원인  
서강대학교산학협력단  
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
- (72) 발명자  
신관우  
서울시 강남구 남부순환로 2803 106동 2002호  
이승연  
서울시 양천구 목동중앙북로8길 111 101동 502호  
김창호  
서울시 도봉구 삼양로162가길 42-12, 226동 401호 (쌍문동, 나너울카운티)
- (74) 대리인  
특허법인에스알비

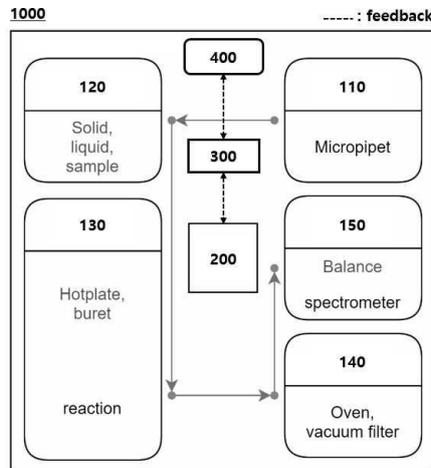
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 **로봇 암을 이용한 원격 실험 시스템**

(57) 요약

본 발명은 비대면 원격 실험 시스템에 관한 것으로, 구체적으로, 실험 수행을 위한 도구들이 구비된 복수 개의 실험 모듈, 다관절 로봇 암, 및 다관절 로봇 암의 구동을 위한 동작 정보를 생성하는 제어부를 포함하는 원격 실험 시스템에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

- B25J 13/006* (2013.01)
- B25J 9/1664* (2013.01)
- B25J 9/1689* (2013.01)
- B25J 9/1697* (2013.01)
- G01N 35/1002* (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345358490
과제번호	2020R1A6C101A192
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국기초과학지원연구원
연구사업명	이공학학술연구기반구축
연구과제명	핵심연구지원센터조성지원과제(첨단 바이오계면 핵심연구지원센터)
기 여 율	40/100
과제수행기관명	서강대학교 산학협력단
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345331324
과제번호	2018R1A6A1A03024940
부처명	교육부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	중점연구소지원사업
연구과제명	분자 자가 조립 기반 기능성 인공세포 구현
기 여 율	30/100
과제수행기관명	서강대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711157366
과제번호	2021K1A4A8A02079222
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	해외우수기관협력허브구축
연구과제명	서강-하버드-SDU BioHybrid 공동 연구센터
기 여 율	30/100
과제수행기관명	서강대학교
연구기간	2023.01.01 ~ 2023.12.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

복수 개의 실험 모듈;

다관절 로봇 암; 및

다관절 로봇 암의 구동을 위한 동작 정보를 생성하는 제어부;를 포함하는 원격 실험 시스템에 있어서, 상기 복수 개의 실험 모듈은,

실험 시약을 보관하고 로봇 암이 실험 시약을 분주하는 보관 및 피펫팅 모듈;

원격 실험에 이용되는 샘플이 마련된 샘플 준비 모듈;

샘플과 실험 시약이 접촉하여 반응이 진행되는 반응 모듈;

실험 시약과 접촉한 샘플의 반응 조건을 조절하는 후처리 모듈; 및

반응이 완료된 샘플을 분석하는 분석 모듈;을 포함하는 것인, 원격 실험 시스템.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 피펫팅 모듈, 샘플 준비모듈, 반응 모듈, 후처리 모듈 및 분석 모듈은 상기 다관절 로봇 암의 작동반경 내 순차 배치되는 것인, 원격 실험 시스템.

#### 청구항 3

제2항에 있어서, 상기 피펫팅 모듈, 샘플 준비모듈, 반응 모듈, 후처리 모듈 및 분석 모듈은, 상기 다관절 로봇 암의 작동반경 내 시계 방향 또는 반시계 방향으로 순차 배치되는 것인, 원격 실험 시스템.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 다관절 로봇 암은 일단부에 실험 도구의 파지 또는 파지해제를 수행하는 그리퍼부를 포함하는 것인, 원격 실험 시스템.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제어부는 다관절 로봇 암이 그리퍼부를 통해 실험 도구를 파지하는 그리핑 동작(Gripping), 실험 도구를 승강시키는 리프팅 동작(Lifting), 실험기구를 운반하는 시프팅 동작(Shifting), 실험 도구를 기울이는 틸팅 동작(Tilting) 및 실험 도구의 파지를 해제하는 릴리징 동작(Releasing)을 수행하도록 동작 정보를 생성하는 것인, 원격 실험 시스템.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제어부는 실험 도구의 현재 위치 및 목표 위치를 인식하여 다관절 로봇 암의 그리퍼부가 실험 도구의 현재 위치에서 수행할 동작 정보, 및 목표 위치에서 수행할 동작 정보를 생성하는 것인, 원격 실험 시스템.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제어부는 촬영부 및 디스플레이부를 추가로 포함하고,

상기 제어부는 실험자로부터 다관절 로봇 암을 구동시키는 구동 정보를 실시간으로 입력받고,

상기 촬영부는 원격 실험 시스템의 일측에서 시스템을 촬영함으로써 생성한 이미지 정보를 제어부로 인가하며,

상기 디스플레이부는 실험자에게 이미지 정보를 표시하는 것인, 원격 실험 시스템.

**청구항 8**

제7항에 있어서, 상기 촬영부는 다관절 로봇 암의 일 측에 배치되고,

상기 피펫팅 모듈, 샘플 준비모듈, 반응 모듈, 후처리 모듈 및 분석 모듈은, 상기 다관절 로봇 암의 작동반경 내 시계 방향 또는 반시계 방향으로 순차 배치되며,

반응 모듈은 촬영부 및 다관절 로봇 암과 인접하도록 배치되는 것인, 원격 실험 시스템.

**청구항 9**

제7항에 있어서, 상기 원격 실험 시스템은 제어부와 유선 또는 무선 연결된 통신부를 추가로 포함하는 것인, 원격 실험 시스템.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 비대면 원격 실험 시스템에 관한 것으로, 구체적으로, 실험 수행을 위한 도구들이 구비된 복수 개의 실험 모듈, 다관절 로봇 암, 및 다관절 로봇 암의 구동을 위한 동작 정보를 생성하는 제어부를 포함하는 원격 실험 시스템에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 2020년 발발한 COVID-19 판데믹은 모든 학생들의 학습이 특정한 환경 안에 상황화(situated)되어 있음을 보여주었다. 판데믹은 전 지구적으로 교육 실천의 모습을 바꾸었다. 유네스코(UNESCO)에 따르면, 세계적으로 110개국 이상 약 1억 5,000만 명 이상의 학생들이 학교 폐쇄로 인한 영향을 받았다. 이 가운데 대부분의 교수학습이 관습적인 대면(face-to-face) 형식에서 온라인 플랫폼 기반의 비대면(non-face-to-face) 형식으로 전환하였다. 한국의 경우 2020년 1월 20일 첫 확진자가 발생한 후, 교육부는 모든 대학 수업이 비대면 형식으로 이루어져야 함을 명시하였다. 비록 교육부는 2020년 5월에는 실험 실습 등의 수업에 대하여 대면 수업을 허용하였으나, 대다수의 대학은 비대면 수업을 유지한 바 있다. 학자들은 판데믹이 가져온 교수학습의 변화 및 그것이 학생들의 학습 결과에 미칠 영향에 관심을 기울이고 있기도 하다.

[0003] 이러한 상황에서 원격(remote)으로 이루어지는 수업을 비롯하여 증강현실과 가상현실 등 다양한 정보통신기술(ICT) 기반의 과학실험 및 교수학습의 가능성이 제기되었으며, 무엇보다도 과학교육자들에게 많은 관심을 불러일으킨 것은 원격 실험(remote laboratory)이다. COVID-19 직전까지 대학 수준에서 대다수의 실험 수업들이 핸즈온(hands-on) 경험을 위주로 설계되고 실행되었던 관습에 비추어 볼 때, 사회적 거리두기가 초래한 원격 실험은 적지 않은 학습 결손을 가져올 것이라 부정적으로 이해되었다.

[0004] COVID-19 이후의 원격 실험을 통한 수업은 실험 동영상을 시청한 후 이에 대한 학생 간 논의와 함께 실험 보고서를 작성하는 형식으로 이루어진 경우가 많았다. 다만, 종래의 비디오 프로토콜, 온라인 시뮬레이션 및 가상실험 등 형태로 진행되는 원격 실험 수업 방식은 핸즈온(hands-on) 활동을 충분히 하지 못하여 학생들에게 체화된 인지(embodied recognition)를 제공하기 어렵고, 교수자 및 학습자의 상호작용 감소 우려가 있으며, 안전상의 이슈가 있거나 현실을 반영하지 못한 소프트웨어로 인해 일관된 데이터를 획득하기 어렵다는 등 많은 문제가 있다.

[0005] 이에, 비대면으로 변화한 현재의 생활방식에 있어 과학 실험 분야의 요구에 맞춘 원격 실험 시스템의 개발이 필요한 실정이다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 이에 본 발명자들은 로봇 암(robot arms)을 이용하여 상기의 문제들을 해결할 수 있는 원격 실험 시스템을 개발하기 위하여 노력하였다.

[0007] 그 결과 본 발명의 시스템을 이용하면 실제 실험실에 있는 것과 동일한 환경을 실험자에게 제공할 수 있으므로 실험자가 실험 순서를 결정하거나 문제 해결하는 과정을 훈련하고 과학 실험의 경험을 충족시킬 수 있음을 확인

하였다.

[0008] 이에, 본 발명의 목적은 원격 실험 시스템을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 본 발명은 비대면 원격 실험 시스템에 관한 것으로, 구체적으로, 실험 수행을 위한 도구들이 구비된 복수 개의 실험 모듈, 다관절 로봇 암, 및 다관절 로봇 암의 구동을 위한 동작 정보를 생성하는 제어부를 포함하는 원격 실험 시스템에 관한 것이다.

[0011] 이하 본 발명을 더욱 자세히 설명하고자 한다.

[0012] 본 발명의 일 예는 복수 개의 실험 모듈; 다관절 로봇 암; 및 다관절 로봇 암의 구동을 위한 동작 정보를 생성하는 제어부;를 포함하는 원격 실험 시스템에 관한 것이다.

[0013] 본 발명에 있어서 원격 실험 시스템은 다관절 로봇 암, 로봇 암의 둘레에 배치되는 복수 개의 실험 모듈, 및 제어부를 포함하는 것일 수 있다.

[0014] 본 발명에 있어서 다관절 로봇 암은 로봇 암은 다관절 로봇 암으로서 적어도 6 이상의 자유도(Degree of Freedom; DOF)로 구동 가능한 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0015] 본 발명에 있어서 다관절 로봇 암은 특정 도구의 파지 및/또는 파지 해제를 수행하는 엔드 이펙터, 특정 도구를 이동시키기 위한 조인트 및 링크, 그리고 실험대에 체결되는 베이스를 포함하는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0016] 본 발명에 있어서 복수 개의 실험 모듈은 실험 시약을 보관하고 로봇 암이 실험 시약을 분주하는 보관 및 피펫팅 모듈, 원격 실험에 이용되는 샘플이 마련된 샘플 준비 모듈, 샘플과 실험 시약이 접촉하여 반응이 진행되는 반응 모듈, 실험 시약과 접촉한 샘플의 반응 조건을 조절하는 후처리 모듈, 및 반응이 완료된 샘플을 분석하는 분석 모듈을 포함하는 것일 수 있다.

[0017] 본 발명에 있어서 보관 및 피펫팅 모듈, 샘플 준비 모듈, 반응 모듈, 후처리 모듈, 및 분석 모듈은 다관절 로봇 암의 작동반경 내 순차 배치되는 것일 수 있다.

[0018] 본 발명의 일 구체예에서, 보관 및 피펫팅 모듈, 샘플 준비 모듈, 반응 모듈, 후처리 모듈, 및 분석 모듈은, 다관절 로봇 암을 기준으로 작동반경 내 시계 방향 또는 반시계 방향으로 순차 배치될 수 있다.

[0019] 본 발명에 있어서 보관 및 피펫팅 모듈은 다관절 로봇 암이 구동하여 보관된 실험 시약을 분주할 수 있도록 실험 시약 및 피펫팅 도구를 보관하는 모듈일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0020] 본 발명의 일 실시예에서, 다관절 로봇 암은 병, 플라스크, 비이커 등 실험 시약을 수용할 수 있는 실험 도구를 파지하여 보관 및 피펫팅 모듈로 이동시키는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0021] 본 발명의 일 실시예에서, 다관절 로봇 암은 피펫팅 도구를 조작하여 실험 도구에 소정의 부피를 갖는 실험 시약을 정밀하게 분주할 수 있다.

[0022] 본 발명에 있어서 샘플 준비 모듈은 원격 실험에 이용되는 고체상 또는 액체상의 샘플이 준비된 모듈일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0023] 본 발명의 일 구체예에서, 다관절 로봇 암은 준비된 샘플을 반응 모듈로 이동시키는 것일 수 있다.

[0024] 본 발명에 있어서 반응 모듈은 샘플과 실험 시약이 접촉하여 반응이 진행되는 모듈일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0025] 본 발명의 일 구체예에서, 반응 모듈은 화학 반응(chemical reaction)이 진행되는 모듈일 수 있다.

[0026] 본 발명의 일 실시예에서, 다관절 로봇 암은 실험 시약을 수용하고 있는 실험 도구를 핫플레이트에 얹는 작업, 실험 도구를 뷰렛 하단에 위치시키는 작업, 및 뷰렛을 조작하여 실험 도구에 실험 시약을 점적하는 작업 등을 수행할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0027] 본 발명에 있어서 후처리 모듈은 반응이 완료된 샘플을 후처리(post-processing)하는 모듈일 수 있으며, 오븐,

여과 필터, 진공 여과 필터 등을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0028] 본 발명에 있어서 분석 모듈은 반응이 완료되거나 반응 후 후처리가 완료된 샘플의 분석을 위한 모듈일 수 있으며, 저울, 분광광도계 등을 포함하는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0029] 본 발명에 있어서 제어부는 다관절 로봇 암이 그리퍼부를 통해 실험 도구를 파지하는 그리핑 동작(Gripping), 실험 도구를 승강시키는 리프팅 동작(Lifting), 실험기구를 운반하는 시프팅 동작(Shifting), 실험 도구를 기울이는 틸팅 동작(Tilting) 및 실험 도구의 파지를 해제하는 릴리징 동작(Releasing)을 수행하도록 동작 정보를 생성하는 것일 수 있다.
- [0030] 본 발명에 있어서 제어부는 실험 도구의 현재 위치 및 목표 위치를 인식하여 다관절 로봇 암의 그리퍼부가 실험 도구의 현재 위치에서 수행할 동작 정보, 및 목표 위치에서 수행할 동작 정보를 생성하는 것일 수 있다.
- [0031] 본 발명에 있어서 제어부는 촬영부 및 디스플레이부를 추가로 포함하는 것일 수 있다.
- [0032] 본 발명에 있어서 제어부는 실험자로부터 다관절 로봇 암을 구동시키는 구동 정보를 실시간으로 입력받는 것일 수 있다.
- [0033] 본 발명에 있어서 실험자는 컴퓨터 소프트웨어 또는 별도로 구비된 조작 장치를 조작함으로써 입력 정보를 생성할 수 있다.
- [0034] 본 발명에 있어서 구동 정보는 다관절 로봇 암이 입력 정보에 따라 움직이도록 하는 구동 신호일 수 있다.
- [0035] 본 발명에 있어서 촬영부는 원격 실험 시스템의 일측에서 시스템을 촬영함으로써 생성한 이미지 정보를 제어부로 인가하는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0036] 본 발명에 있어서 디스플레이부는 실험자에게 이미지 정보를 표시하는 것일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0037] 본 발명의 일 구체예에서, 촬영부는 다관절 로봇 암의 일 측에 배치되고, 피펫팅 모듈, 샘플 준비모듈, 반응 모듈, 후처리 모듈 및 분석 모듈은, 다관절 로봇 암의 작동반경 내 시계 방향 또는 반시계 방향으로 순차 배치되며, 반응 모듈은 촬영부 및 다관절 로봇 암과 인접하도록 배치되는 것일 수 있다. 이를 통해 실험자는 촬영부와 인접한 반응 모듈을 관찰하기 용이해지므로 정밀한 원격 실험 수행이 가능하며, 로봇 암의 동선을 간소화할 수 있어 실험 효율이 향상될 수 있다.
- [0038] 본 발명의 일 구체예에서, 원격 실험 시스템은 제어부와 유선 또는 무선 연결된 통신부를 추가로 포함하는 것일 수 있다.

### **발명의 효과**

- [0040] 본 발명은 로봇 암을 이용한 원격 실험 시스템에 관한 것으로, 본 발명의 시스템을 이용하면 종래 비디오 프로토콜, 온라인 시뮬레이션 및 가상실험 등 형태로 진행되는 비대면 원격 실험 방식이 일관되거나 가상의 데이터를 이용하는 것과 달리, 실제적이고 즉각적인 현실의 실험데이터와 실시간 피드백을 실험자에게 제공할 수 있고, 다시 말해 실제 실험실에 있는 것과 동일한 환경을 실험자에게 제공할 수 있으므로 실험자가 실험 순서를 결정하거나 문제 해결하는 과정을 훈련하고 과학 실험의 경험을 충족시킬 수 있어 유용하다.

### **도면의 간단한 설명**

- [0042] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 원격 실험 시스템을 나타낸 모식도이다.
- 도 2는 본 발명의 원격 실험 시스템을 실제 구현한 모습을 나타낸 것이다.
- 도 3은 본 발명의 다관절 로봇 암이 실험 도구를 조작하여 실험 시약을 첨가하는 모습을 나타낸 것이다.
- 도 4는 본 발명의 다관절 로봇 암이 실험 도구를 조작하여 실험 시약을 점적하는 모습을 나타낸 것이다.

### **발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0043] 본 발명에서 사용하는 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 발명의 설명에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성 요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0044] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.
- [0045] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 갖는다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 발명에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0046] 구성 요소를 해석함에 있어서, 별도의 명시적 기재가 없더라도 오차 범위를 포함하는 것으로 해석한다. 시간 관계에 대한 설명일 경우, 예를 들어, '~후에', '~에 이어서', '~다음에', '~전에' 등으로 시간 적 선후관계가 설명되는 경우, '바로' 또는 '직접'이 사용되지 않는 이상 연속적이지 않은 경우도 포함한다.
- [0047] 이하, 첨부한 도면 및 바람직한 실시예들을 참조하여 본 발명의 기술적 구성을 상세하게 설명한다. 이들 도면 및 실시예는 오로지 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 요지에 따라 본 발명의 범위가 이들 실시예에 의해 제한되지 않는다는 것은 당 업계에서 통상의 지식을 가진 자에 있어서 자명할 것이다.
- [0049] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 원격 실험 시스템을 나타낸 모식도이다.
- [0050] 도 1을 참조하면, 원격 실험 시스템(1000)은 다관절 로봇 암(200) 및 로봇 암의 둘레에 배치되는 복수 개의 실험 모듈(100)을 포함하는 것일 수 있다.
- [0051] 복수 개의 실험 모듈(100)은 실험 시약을 보관하고 로봇 암(200)이 실험 시약을 분주하는 보관 및 피펫팅 모듈(110), 원격 실험에 이용되는 샘플이 마련된 샘플 준비 모듈(120), 샘플과 실험 시약이 접촉하여 반응이 진행되는 반응 모듈(130), 실험 시약과 접촉한 샘플의 반응 조건을 조절하는 후처리 모듈(140), 및 반응이 완료된 샘플을 분석하는 분석 모듈(150)을 포함하는 것일 수 있다.
- [0052] 보관 및 피펫팅 모듈(110), 샘플 준비 모듈(120), 반응 모듈(130), 후처리 모듈(140) 및 분석 모듈(150)은 다관절 로봇 암(200)의 작동반경 내 순차 배치되는 것일 수 있다. 또한, 보관 및 피펫팅 모듈(110), 샘플 준비 모듈(120), 반응 모듈(130), 후처리 모듈(140) 및 분석 모듈(150)은, 다관절 로봇 암(200)을 기준으로 작동반경 내 시계 방향 또는 반시계 방향으로 순차 배치될 수 있다. 즉, 다관절 로봇 암(200)의 둘레를 따라 복수 개의 실험 모듈(100)이 순차 배치됨으로써 다관절 로봇 암의 작동반경이 최소화될 수 있다.
- [0053] 보관 및 피펫팅 모듈(110)은 다관절 로봇 암(200)이 구동하여 보관된 실험 시약을 분주할 수 있도록 실험 시약 및 피펫팅 도구를 보관하는 모듈일 수 있다. 실험 시약의 분주는 피펫팅 도구를 이용하여 수행되는 것일 수 있으며, 피펫팅 도구는 액체 등의 실험 시약의 부피를 정밀하게 측정하는 피펫 또는 마이크로피펫일 수 있다. 다관절 로봇 암(200)은 병, 플라스크, 비이커 등 실험 시약을 수용할 수 있는 실험 도구를 파지하여 보관 및 피펫팅 모듈(110)로 이동시킬 수 있으며, 피펫팅 도구를 조작하여 실험 도구에 소정의 부피를 갖는 실험 시약을 정밀하게 분주할 수 있다. 분주한 실험 시약을 수용한 실험 도구는 샘플 준비 모듈 및/또는 반응 모듈로 이동될 수 있다.
- [0054] 샘플 준비 모듈(120)은 원격 실험에 이용되는 고체상 또는 액체상의 샘플이 준비된 모듈일 수 있다. 다관절 로봇 암(200)은 준비된 샘플을 반응 모듈(130)로 이동시킬 수 있다.
- [0055] 반응 모듈(130)은 샘플과 실험 시약이 접촉하여 반응이 진행되는 모듈일 수 있다. 반응 모듈(130)은 반응이 진행되는 실험 도구를 가열시키기 위한 핫플레이트(hotplate)나 가열과 동시에 교반시키는 핫플레이트 교반기, 및 실험 도구에 액체상 실험 시약을 점적할 수 있는 뷰렛(burette) 등의 반응 도구가 마련된 것일 수 있다. 다관절

로봇 암(200)은 실험 시약을 수용하고 있는 실험 도구를 핫플레이트에 얹는 작업, 실험 도구를 뷰렛 하단에 위치시키는 작업, 및 뷰렛을 조작하여 실험 도구에 실험 시약을 점적하는 작업 등을 수행할 수 있다.

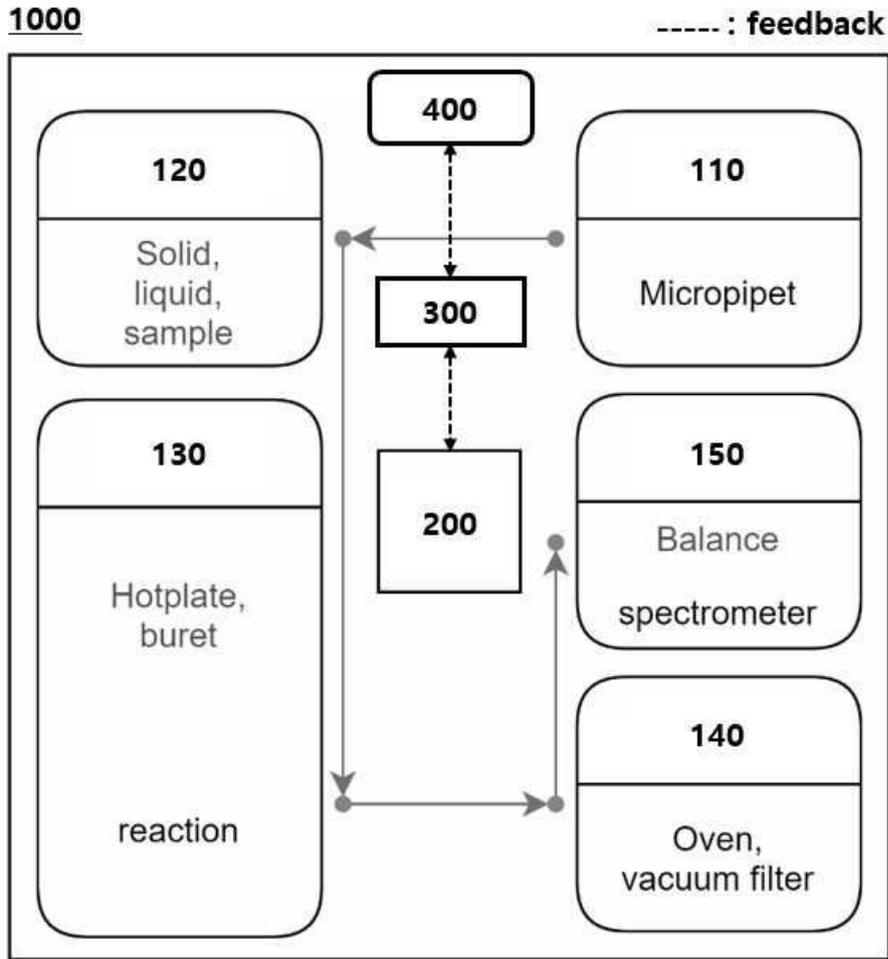
- [0056] 후처리 모듈(140)은 오븐, 여과 필터, 진공 여과 필터 등을 포함하는 것일 수 있다. 다관절 로봇 암(200)은 반응 모듈(130)에서 반응이 완료된 샘플을 후처리 모듈(140)로 이동시켜 오븐을 이용하여 샘플을 건조시키는 작업, 또는 여과 필터를 이용하여 샘플의 결정을 필터하는 작업 등을 수행할 수 있다.
- [0057] 분석 모듈(150)은 저울, 분광광도계 등을 포함하는 것일 수 있다. 여기서, 분광광도계는 물리적 현상의 스펙트럼 구성 요소를 분리하고 측정하는데 이용되는 기기로서 스펙트럼 성분이 혼합되는 연속 변수를 측정하는 기기일 수 있다.
- [0058] 다관절 로봇 암(200)은 로봇 암은 다관절 로봇 암으로서 적어도 6 이상의 자유도(Degree of Freedom; DOF)로 구동 가능한 것일 수 있다. 다관절 로봇 암(200)은 엔드 이펙터, 조인트, 링크 및 베이스를 포함하는 공지된 매니퓰레이터의 일종일 수 있다. 엔드 이펙터는 로봇 암의 일단부를 의미할 수 있으며, 실험 도구의 파지 또는 파지해제를 수행하는 그리퍼부를 포함할 수 있다. 엔드 이펙터는 링크의 일단부에 장착될 수 있으며, 서로 다른 링크는 조인트를 통해 연결될 수 있다. 링크와 조인트의 결합을 통해 다관절 로봇 암을 적어도 6 이상의 자유도로 구동 가능할 수 있다. 로봇 암(200)은 복수 개의 실험 모듈(100)에 인접하도록 배치될 수 있으며, 샘플과 실험 시약을 담은 실험 도구를 파지하여 실험공간내 소정의 좌표로 이동시킨 후 파지를 해제할 수 있다. 즉, 로봇 암(200)은 실험실 공간에 배치되어 구동 정보를 인가받음으로써 실험자의 손 및 팔과 같은 역할을 수행하는 것일 수 있다.
- [0059] 또한, 본 발명의 원격 실험 시스템(1000)은 제어부(300)를 추가로 포함할 수 있다. 제어부(300)는 다관절 로봇 암이 그리퍼부를 통해 실험 도구를 파지하는 그리핑 동작(Gripping), 실험 도구를 승강시키는 리프팅 동작(Lifting), 실험기구를 운반하는 시프팅 동작(Shifting), 실험 도구를 기울이는 틸팅 동작(Tilting) 및 실험 도구의 파지를 해제하는 릴리징 동작(Releasing)을 수행하도록 동작 정보를 생성하는 것일 수 있다. 본 발명의 다관절 로봇 암(200)은 제어부(300)가 생성한 동작 정보를 인가받아 소정의 시계열적인 순서에 따라 실험 동작을 수행할 수 있다.
- [0060] 또한, 제어부(300)는 복수 개의 실험 도구의 현재 위치 및 목표 위치를 인식하여 다관절 로봇 암(200)의 그리퍼부가 실험 도구의 현재 위치에서 수행할 동작 정보, 및 목표 위치에서 수행할 동작 정보를 생성하는 것일 수 있다. 한편, 실험 도구의 현재 위치 및 목표 위치를 원격으로 인식하기 위하여, 본 발명의 시스템은 촬영부(400) 및 디스플레이부(500, 미도시)를 추가로 포함할 수도 있다. 촬영부(400)는 원격 실험 시스템의 실험 도구 및 실험 시약 등을 전체적으로 촬영한 다음 원격으로 위치하는 실험자에게 실시간 영상 이미지로서 제공할 수 있다. 실시간 영상 이미지를 확인하는 실험자는 다관절 로봇 암을 구동시키는 구동 정보를 입력할 수 있고, 제어부는 구동 정보를 실시간으로 입력받을 수 있다. 촬영부(400)는 다관절 로봇 암(200)의 일측에서 시스템(1000)을 촬영함으로써 생성한 이미지 정보를 제어부(300) 인가할 수 있으며, 디스플레이부(500)는 제어부(300)를 통해 인가받은 이미지 정보를 실험자에게 표시하는 것일 수 있다. 즉, 제어부(300)는 촬영부(400)와 상호작용하는 것일 수 있으며, 제어부(300)는 또한 로봇 암(200)과 상호작용하는 것일 수 있다.
- [0061] 일 구체예에서, 원격 실험 시스템(1000)의 다관절 로봇 암(200) 일측에 촬영부(400)가 위치하는 경우에는 피켓팅 모듈(110), 샘플 준비모듈(120), 반응 모듈(130), 후처리 모듈(140) 및 분석 모듈(150)은, 다관절 로봇 암(200)의 작동반경 내 시계 방향 또는 반시계 방향으로 순차 배치될 수 있으며, 반응 모듈(130)은 촬영부(400) 및 다관절 로봇 암(200)과 인접하도록 배치되는 것일 수 있다. 전술한 배치를 통하면, 시스템에 부가되는 촬영부(400) 수량이 최소화할 수 있고, 실험자는 촬영부(400)에 가장 인접하게 배치되는 반응 모듈을 관찰하기 용이하므로 정밀한 원격 실험 수행이 가능하며, 로봇 암의 동선을 간소화할 수 있어 실험 효율이 향상될 수 있다.
- [0062] 제어부(300)는 별도의 통신부(600, 미도시)를 추가로 포함할 수도 있다. 통신부(600)는 제어부와 전기적 신호를 송수신 가능하도록 유선 또는 무선 연결될 수 있다. 통신부(600)는 실험자로부터 입력받은 실험 정보를 제어부(300)로 송신하거나, 다관절 로봇 암(200)의 동작 정보를 수신할 수도 있다.
- [0063] 도 2는 본 발명의 원격 실험 시스템을 실제 구현한 모습을 나타낸 것이다.
- [0064] 도 2의 (a)를 참조하면, 실험대의 중심부에 다관절 로봇 암(200)이 위치하고 이의 둘레를 따라 복수 개의 실험 모듈(100)이 배치됨을 확인할 수 있다.
- [0065] 도 2의 (b)를 참조하면, 실험자는 거치대의 실험 도구들의 좌표를 고려하여, 다관절 로봇 암(200)의 시작 위치(start) 및 최종 위치(target) 좌표를 입력함으로써 다관절 로봇 암(200)을 구동하여 실험 도구의 조작이 가능

할 수 있다. 이를 통해, 다관절 로봇 암(200)은 피펫팅 도구, 비커, 플라스크, 뷰렛 등 실험 도구의 위치와 이들 실험 도구가 거치된 거치대를 구별하고 실험 도구를 조작할 수 있게 된다. 이러한 다관절 로봇 암(200)의 구동은 실험자에 의하여 다관절 로봇 암의 구동을 위한 실험 정보 입력만이 온라인 또는 별도의 통신 장치를 통해 이루어질 뿐, 다관절 로봇이 현실적으로 실험대에서 실험을 수행하고 있으므로, 종래 일관된 데이터를 이용하거나 가상(VR)의 데이터를 이용한 모의 실험과는 달리 실제 실험과 동일한 시간의 흐름으로 진행되며 결과가 나타난다는 장점이 있다. 나아가, 실험 과정에 대한 피드백(feedback)이 실시간으로 이루어지므로 실험자는 더욱 실재적인 과학 실험 과정을 경험할 수 있게 된다.

- [0066] 아울러, 도 2의 (a)에서 확인할 수 있듯이, 실험대에 샘플 및 실험 시약을 실험자가 준비하면 실험 수행시에는 실험자가 실험대에서 떨어져 있으므로, 실험자의 안전도 보장할 수 있어 유용하다.
- [0067] 도 3은 본 발명의 다관절 로봇 암이 실험 도구를 조작하여 실험 시약을 첨가하는 모습을 나타낸 것이다.
- [0068] 도 3의 (a)를 참조하면, 큐벳(cuvet), 25 mL 비커(beaker), 100 mL 비커 및 250 mL 비커에 실험 시약이 소정의 부피만큼 수용된 상태로 준비된 것을 확인할 수 있다.
- [0069] 도 3의 (b)를 참조하면, 다관절 로봇 암(200)은 그리핑 동작(Gripping)을 통해 시작 위치(start)에 준비된 시험관, 튜브 또는 비커를 파지하고; 리프팅 동작(Lifting)을 통해 실험 도구를 승강시키고; 시프팅 동작(Shifting)을 통해 최종 위치(target)에 준비된 큐벳(cuvet), 25 mL 비커(beaker), 100 mL 비커 또는 250 mL 비커의 상면 개방부에 인접하도록 실험 도구를 운반하고; 틸팅 동작(Tilting)을 통해 시험관, 튜브 또는 비커를 기울여 실험 시약을 큐벳, 25 mL, 100 mL 또는 250 mL 비커의 상면 개방부로 투입한 후 다시 시험관, 튜브 또는 비커를 세우며; 시험관, 튜브 또는 비커를 시작 위치에 원위치한 후 릴리징 동작(Releasing)을 통해 파지 해제하는 과정을 수행할 수 있다.
- [0070] 구체적으로, 틸팅 동작에서 시험관, 튜브 또는 비커가 고체(solid) 및/또는 분체(powder)상의 실험 시료를 수용하고 있는 경우 다관절 로봇 암은 시험관, 튜브 또는 비커에 달라붙은 실험 시약을 털어내는 셰이킹 동작(Shacking)을 추가로 수행할 수도 있다.
- [0071] 도 4는 본 발명의 다관절 로봇 암이 실험 도구를 조작하여 실험 시약을 점적하는 모습을 나타낸 것이다.
- [0072] 도 4를 참조하면, 다관절 로봇 암(200)은 뷰렛의 조작이 가능함을 확인할 수 있다. 다관절 로봇 암(200)은 뷰렛의 콕을 파지하고(start); 엔드 이펙터가 회전 구동하여 콕을 반시계 방향으로 소정의 각도로 회전시켜 뷰렛으로부터 실험 시약이 낮은 속도로 점적되도록 하고(slow); 콕을 반시계 방향으로 소정의 각도로 더 회전시켜 뷰렛으로부터 실험 시약이 중간 속도로 점적되도록 하고(medium); 나아가 콕을 반시계 방향으로 소정의 각도로 더욱 더 회전시켜 뷰렛으로부터 실험 시약이 높은 속도로 점적되도록 하고(fast); 점적이 완료되면 콕을 시계 방향으로 회전시켜 잠금으로써 점적을 종료(finish)할 수 있다. 소정의 각도는 뷰렛에 장착된 콕의 조작에 따라 뷰렛으로부터 점적되는 실험 시약의 속도를 고려하여 결정되는 것일 수 있다.

도면

도면1



도면2

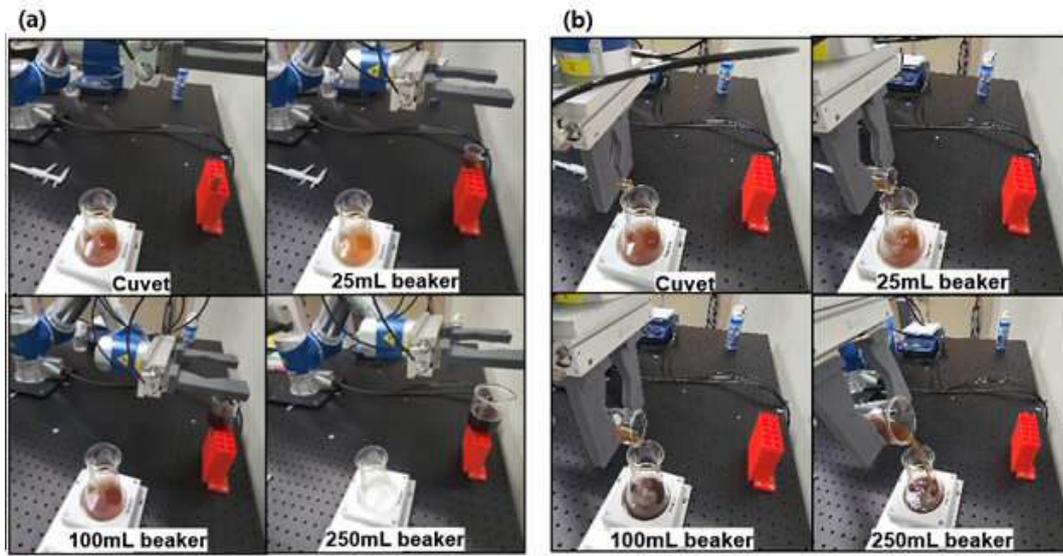
(a)



(b)



도면3



도면4

