



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0007528
(43) 공개일자 2020년01월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G05B 19/409 (2006.01) G05B 19/05 (2006.01)
G06F 9/00 (2018.01)
(52) CPC특허분류
G05B 19/409 (2013.01)
G05B 19/05 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0081738
(22) 출원일자 2018년07월13일
심사청구일자 2018년07월13일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
성윤경
광주광역시 동구 필문대로 309 조선대학교
김명수
광주광역시 동구 동명로98번길 20-16 태영오피스
텔 304호
(74) 대리인
특허법인지원

전체 청구항 수 : 총 5 항

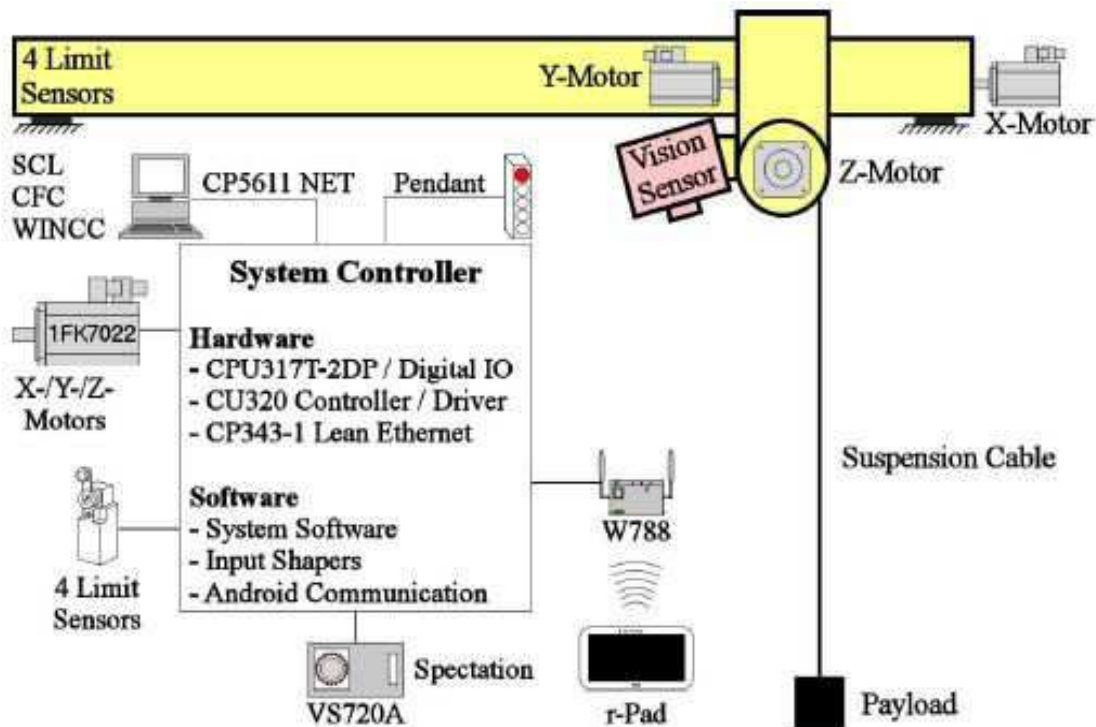
(54) 발명의 명칭 안드로이드 기반의 원격 입력성형장치

(57) 요약

본 발명은 유연시스템에서 잔류 진동을 감소하고, 작업자들의 작업속도, 정확도 및 안정성을 향상시킬 수 있도록 안드로이드에 실시간 영상을 출력하고, 데이터를 송/수신하여 구동신호의 입력을 원격으로 진행할 수 있는 안드로이드 기반의 원격 입력성형장치에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

대표도 - 도8



본 발명에 따른 안드로이드 기반의 원격 입력성형장치는 유연시스템에 설치되어 페이로드(payload) 또는 유연시스템의 영상정보를 획득하는 비전센서와, 상기 유연시스템의 제어기와 연결되는 PLC(Programmable logic controller)와, 상기 비전센서의 영상정보를 출력하며, 상기 PLC로 전송할 제어신호를 입력할 수 있도록 된 리모트 패드(r-pad)를 포함하며, 상기 리모트 패드에는 상기 영상정보의 출력과 제어신호의 입력을 위해 안드로이드와 상기 PLC를 연결하고 데이터를 주고받는 데이터 라이브러리와, 안드로이드에 영상을 출력하는 비전 라이브러리로 구성된 프레임워크(framework)를 통해 구현되는 어플리케이션을 포함한다.

(52) CPC특허분류

G06F 9/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1345269409
부처명	교육부
연구관리전문기관	한국연구재단
연구사업명	지역대학우수과학자지원사업(1년~3년)
연구과제명	비선형유연계의 선회변위저감을 위한 지능원격제어시스템
기 여 율	1/1
주관기관	조선대학교
연구기간	2017.11.01 ~ 2018.08.31

명세서

청구범위

청구항 1

유연시스템에 설치되어 페이로드(payload) 또는 유연시스템의 영상정보를 획득하는 비전센서와;

상기 유연시스템의 제어기와 연결되는 PLC(Programmable logic controller)와;

상기 비전센서의 영상정보를 출력하며, 상기 PLC로 전송할 제어신호를 입력할 수 있도록 된 리모트 패드(remote pad)를 포함하며,

상기 리모트 패드에는 상기 영상정보의 출력과 제어신호의 입력을 위해 안드로이드와 상기 PLC를 연결하고 데이터를 주고받는 데이터 라이브러리와, 안드로이드에 영상을 출력하는 비전 라이브러리로 구성된 프레임워크(framework)를 통해 구현되는 어플리케이션을 포함하는 것을 특징으로 하는 안드로이드 기반의 원격 입력성형장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 데이터 라이브러리는 Libnodave 라이브러리이고,

상기 Libnodave 라이브러리는 PLC 사이의 회로를 규정하는 PLCinterface와, 데이터 송/수신을 위한 스트림과 패킷 및 rack/slot을 설정하는 TCPConnection과, 지멘스 장비와 통신 준비를 하는 S7Connection을 실행하는 DataIsoTCP와,

PLC의 통신을 위한 데이터시트가 저장되는 Nodave와,

PLC와 주고받는 데이터의 길이, 저장주소와, 데이터 블록의 번호를 설정하는 PDU를 포함하는 것을 특징으로 하는 안드로이드 기반의 원격 입력성형장치.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 비전라이브러리는 카메라의 영상 이미지를 생성하는 MjpegInputStream과 생성된 이미지를 화면에 출력하는 MjpegView를 포함하는 것을 특징으로 하는 안드로이드 기반의 원격 입력 성형장치.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 리모트 패드에서 구현되는 어플리케이션은 프로그램의 응답시간 단축과 효율성을 위해 세 개의 스레드(thread)를 사용하되,

첫 번째 스레드는 graphical user interface를 구성하는 main thread 이고,

두 번째 스레드는 카메라와 통신을 확인하고 프레임 데이터를 받아와 디코딩 후 영상 이미지로 만들어 안드로이드의 화면에 출력하며,

세 번째 스레드는 PLC와의 소켓 통신을 하고 유연시스템의 페이로드(payload) 위치 데이터를 0.1초의 주기마다 업데이트하도록 형성된 것을 특징으로 하는 안드로이드 기반의 원격 입력 성형장치.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 리모트 패드를 통한 제어 명령의 입력시 잔류 진동을 감소시키기 위해 ZV 입력성형기 또는 UMZV 입력성형기를 적용하는 것을 특징으로 하는 안드로이드 기반의 원격 입력 성형장치.

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 안드로이드 기반의 원격 입력성형장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 유연시스템에서 잔류 진동을 감소하고, 작업자들의 작업속도, 정확도 및 안정성을 향상시킬 수 있도록 안드로이드에 실시간 영상을 출력하고, 데이터를 송/수신하여 구동신호의 입력을 원격으로 진행할 수 있는 안드로이드 기반의 원격 입력성형장치에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 현재 산업현장의 유연시스템의 인터페이스는 유선 형태로 이루어진 경우가 많다 이러한 시스템은 작업자가 현장에 있어야만 조작이 가능하다는 한계와 작업자의 안전, 생산성을 저해하는 요소이다.
- [0003] 종래기술의 일반적인 인터페이스는 작업자가 현장에서의 사고에 대비하기가 어렵고 버튼 조작으로 발생하는 움직임을 지속적으로 생각하지 않으면 오류가 발생한다 또한 유연시스템으로부터 발생하는 진동은 복잡한 작업 현장에서 사고를 초래하기 때문에 유연시스템의 잔류변위 저감과 현장의 상황을 쉽게 파악하고 단순한 조작을 하는 원격장치가 요구된다.
- [0004] 도 1은 현재 산업현장에서 일반적으로 사용되고 있는 인터페이스를 나타낸 것이며, 이러한 종래의 인터페이스들은 유연시스템 조작의 효율을 감소시킨다. 따라서 유연시스템 제어의 효율성을 높이기 위해 Kivila와 Porter는 터치스크린 패드를 이용한 pendant layouts, D-Pad, RC control, sliders, joystick, variable home joystick, tilt 인터페이스를 제시하였다. 그러나 이러한 인터페이스 역시 작업시간의 단축과 작업자가 느끼는 안정감, 편리성, 이해도 부분에서는 우수하지만, 현장에 있어야만 조작이 가능하다는 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 한국 공개특허 제10-2013-0122408호 : 모바일을 이용한 원격 시뮬레이션 기반 조선 생산 시스템 및 방법

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 본 발명은 상기 문제점을 해결하기 위해 창출된 것으로서, 원격 카메라를 통해 작업자가 현장에 없는 상태에서 유연시스템의 가동이 가능하며, 작동부의 이동 및 위치제어가 용이하여 작업의 안정성, 편의성 및 효율을 극대화할 수 있는 안드로이드 기반의 원격 입력성형장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명에 따른 안드로이드 기반의 원격 입력성형장치는 유연시스템에 설치되어 페이로드(payload) 또는 유연시스템의 영상정보를 획득하는 비전센서와, 상기 유연시스템의 제어기와 연결되는 PLC(Programmable logic controller)와, 상기 비전센서의 영상정보를 출력하며, 상기 PLC로 전송할 제어신호를 입력할 수 있도록 된 리모트 패드(r-pad)를 포함하며, 상기 리모트 패드에는 상기 영상정보의 출력과 제어신호의 입력을 위해 안드로이드와 상기 PLC를 연결하고 데이터를 주고받는 데이터 라이브러리와, 안드로이드에 영상을 출력하는 비전 라이브

러리로 구성된 프레임워크(framework)를 통해 구현되는 어플리케이션을 포함한다.

[0008] 상기 데이터 라이브러리는 Libnodave 라이브러리이고, 상기 Libnodave 라이브러리는 PLC 사이의 회로를 규정하는 PLCinterface와, 데이터 송/수신을 위한 스트림과 패킷 및 rack/slot을 설정하는 TCPConnection과, 지멘스 장비와 통신 준비를 하는 S7Connection을 실행하는 DataIsoTCP와, PLC의 통신을 위한 데이터시트가 저장되는 Nodave와, PLC와 주고받는 데이터의 길이, 저장주소와, 데이터 블록의 번호를 설정하는 PDU를 포함하는 것이 바람직하다.

[0009] 상기 비전라이브러리는 카메라의 영상 이미지를 생성하는 MjpegInputStream과 생성된 이미지를 화면에 출력하는 MjpegView를 포함하는 것이 바람직하다.

[0010] 상기 리모트 패드에서 구현되는 어플리케이션은 프로그램의 응답시간 단축과 효율성을 위해 세 개의 스레드(thread)를 사용하되, 첫 번째 스레드는 graphical user interface를 구성하는 main thread 이고, 두 번째 스레드는 카메라와 통신을 확인하고 프레임 데이터를 받아와 디코딩 후 영상 이미지로 만들어 안드로이드의 화면에 출력하며, 세 번째 스레드는 PLC와의 소켓 통신을 하고 유연시스템의 페이로드(payload) 위치 데이터를 0.1초의 주기마다 업데이트하도록 형성되는 것이 바람직하다.

[0011] 상기 리모트 패드를 통한 제어 명령의 입력시 잔류 진동을 감소시키기 위해 ZV 입력성형기 또는 UMZV 입력성형기를 적용하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0012] 본 발명의 안드로이드 기반의 원격 입력성형장치는 작업자가 현장에 없는 상황에서도 안드로이드 기기를 통해 현장 영상을 볼 수 있으며, 원격지에서 유연시스템의 제어가 가능하므로, 작업의 효율성, 안정성 및 편의성이 향상되는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 종래의 유연시스템의 컨트롤 인터페이스를 나타낸 그림,
 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 안드로이드 어플리케이션의 구성도,
 도 3은 도 2의 안드로이드 어플리케이션의 작동 흐름을 표시한 순서도,
 도 4는 본 발명의 일 실시예의 리모트 패드(r-pad)에 표시되는 비전센서의 출력영상 및 제어신호의 입력부 구성을 표시한 그림,
 도 5는 리모트 패드와의 통신을 위한 설정과 유연시스템을 동작시키는 PLC의 작동 순서도,
 도 6은 ZV 입력성형기와 UMZV 입력성형기의 기본 입력 명령과 임펄스 시퀀스의 convolution에 따른 입력 성형과정을 나타낸 그림,
 도 7은 본 발명의 안드로이드 기반의 원격 입력성형장치의 성능 실험을 위한 미니 브리지 크레인을 도시한 그림,
 도 8은 도 7의 미니 브리지 크레인을 포함하여 성능 실험을 위한 실험장치의 하드웨어 구성도,
 도 9는 리모트 패드를 통한 미니 브리지 크레인을 장애물 경로를 통과하도록 동작시키는 모습을 나타낸 그림,
 도 10은 Noshaper, UMZV 입력성형기, ZV 입력성형기가 각각 적용되었을 때의 미니 브리지 크레인의 작동부의 이동경로를 표시한 그림,
 도 11은 잔류변위의 저감 평가를 위한 기준 경로 오차 변위를 표시한 그림,
 도 12는 리모트 패드와 펜던트에 대한 작업속도 비교를 위한 실험 결과 그래프,
 도 13은 리모트 패드와 펜던트에 대한 충돌횟수 비교 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 안드로이드 기반의 원격 입력성형장치에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에

예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다. 첨부된 도면에 있어서, 구조물들의 치수는 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대하여 도시한 것이다.

[0015] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.

[0016] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 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 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0017] 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 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0019] 본 발명에서는 안드로이드를 기반으로 한 어플리케이션을 위해 안드로이드 장비와 안드로이드 개발 프로그램인 eclipse 소프트웨어를 사용하였다.

[0020] 도 2는 본 발명에서 제시하는 어플리케이션의 구성 모듈의 일 실시예를 보여준다. 안드로이드와 PLC를 연결하고 데이터를 주고받는 Libnodave 라이브러리(library)와 안드로이드에 영상을 출력하는 비전 라이브러리(Vision library)로 구성된 프레임워크를 통해 어플리케이션을 구현하였다.

[0021] Libnodave 라이브러리는 PLC사이의 회로를 규정하는 PLC 인터페이스, 데이터 송/수신을 위한 스트림과 패킷 및 rack/slot을 설정하는 TCP Connection과 지멘스 장비와 통신 준비를 하는 S7 Connection을 실행하는 Data Iso TCP는 PLC와 소켓 통신을 구성한다.

[0022] 2010년 이전의 소켓 통신의 구조는 클라이언트가 서버로부터 데이터가 오기를 기다리는 형태였지만 2010년 이후 클라이언트에서는 원래의 소켓 프로그램이 수행 되고 서버에서 오는 정보는 스레드(thread)를 통해 처리된다.

[0023] 소켓 통신의 구조변화는 어플리케이션의 데이터 처리 속도를 개선하여 사용자가 느끼는 어플리케이션의 동작 상태를 빠르게 처리할 수 있게 한다. 또한 PLC의 통신을 위한 데이터시트가 저장되는 Nodave와 PLC와 주고받는 데이터의 길이, 저장 주소와 데이터 블록의 번호를 설정하는 PDU로 구성되었다.

[0024] 비전 라이브러리는 카메라의 영상 이미지를 생성하는 Mjpeg Input Stream과 생성된 이미지를 화면에 출력하는 Mjpeg View로 구성되었다. Mjpeg Input Stream은 카메라의 프레임 데이터를 디코딩하여 이미지를 생성하고 이미지를 화면에 출력할 때는 일반적인 한 개의 이미지는 화면에 출력하는 모든 연산과 사용자와의 상호작용 처리 등을 메인에서 처리하지만 실시간으로 많은 데이터를 처리하는 경우 속도의 개선을 위해 하나의 프로세스에서 분리된 독립적인 스레드에서 처리한다. 이때 영상처리를 위해 surface view를 상속하여 사용하였으며, 더블 버퍼링 기능을 통해 처리속도를 빠르게 한다. 영상 출력을 위해 카메라의 enable anonymous viewer login 설정과 사용자의 사용 목적이나 기기에 따라 영상의 속도를 좌우하는 해상도와 영상의 초점 조절을 설정했다.

[0025] 도 3은 본 발명에서 제시하는 안드로이드 어플리케이션의 프로세스를 보여준다.

[0026] 프로그램의 응답 시간 단축과 효율성을 위해 하나의 프로세스에서 다수의 작업을 각각의 스레드(thread)를 이용하여 작동시키는 멀티 스레드(thread)를 사용하였다. 본 실시예의 경우 3개의 스레드를 사용하였으며 각각의 동작은 다음과 같다.

[0027] - 스레드 1 : graphical user interface를 구성하는 main thread 이다.

[0028] - 스레드 2 : 카메라와 통신을 확인하고 프레임 데이터를 받아와 디코딩 후 영상 이미지로 만들어 안드로이드의

화면에 출력한다.

- [0029] - 스프레드 3 : PLC와의 소켓 통신을 하고 미니 브리지 크레인(mini-bridge crane)의 페이로드(payload) 위치 데이터를 0.1초의 주기마다 업데이트 한다.
- [0030] 도 4는 본 발명의 실시예에서 제시하는 리모트 패드(r-Pad)의 화면이다.
- [0031] PLC와의 연결은 START버튼을 누르면 정해진 PLC 주소와 소켓 통신을 한다. PLC와 연결이 되면 자동적으로 START 버튼은 빨간색 STOP 버튼으로 바뀌게 되고 PLC에 지정된 특정 주소로부터 현재 payload의 X,Y,Z축 위치를 출력한다.
- [0032] STOP 버튼을 누르면 PLC와의 연결이 종료되고 페이로드의 위치 데이터를 가져 오지 않으며 모든 버튼 동작을 종료한다.
- [0033] 또한 Origin 버튼은 PLC에서 지정한 특정 위치인 X, Y 좌표의 초기 위치로 이동하며 이때 모든 버튼의 동작이 정지된다. 방향 버튼은 X축, Y축, Z축으로 설계하였으며 Z축은 좌측 하단의 U(p), D(own) 버튼이며 X축, Y축은 동서남북을 기반으로 작업자의 편의를 위해 대각선 버튼 설계하였다.
- [0034] 도 5는 리모트 패드(r-Pad)와의 통신을 위한 설정과 미니 브리지 크레인 입력성형기 (mini-bridge crane shaper)를 동작시키는 PLC의 흐름도이다.
- [0035] PLC 구성을 위해서 SIMATIC manager 프로그램을 사용하였다. PLC는 리모트 패드(r-Pad)로부터 오는 통신요청을 처리하기 위한 경로를 추가하였다. 이때 지멘스 기기가 아닌 다른 외부의 장비와 통신을 할 때는 현재 장비의 네트워크 상태를 보여주는 넷프로(Netpro)에서 CPU의 연결을 unspecified로 설정을 한 후에 TCP 통신을 설정하였다. 이더넷 통신을 위해 넷프로(Netpro)의 CP343-1 Lean에서 무선 공유기 W788의 고유 ip 주소를 이용한 라우터 설정을 하였고, 그 후 데이터의 주소, 크기, 이름을 설정하고 선택된 성형기(shaper)에 따라 실행하였다.
- [0036] 아울러 유연시스템 동작에 의해 발생하는 잔류 진동을 감소시키기 위한 입력성형방법을 설계한다.
- [0037] 본 실시예의 경우 리모트 패드(r-pad)에서는 기본적인 ZV 입력성형기(shaper), UMZV 입력성형기를 사용하였다. 입력성형은 입력명령을 적절하게 성형하여 시스템의 잔류 진동을 줄이는 것으로, 기본 입력 명령과 임펄스 시퀀스의 합성(convolution)으로 구현된다. 2차 시스템에 대한 단위 임펄스 응답식을 이용하여 ZV 입력성형기, UMZV 입력성형기의 임펄스 크기와 시간을 구한다.
- [0038] ZV 입력성형기는 첫 번째 임펄스 반응과 두 번째 임펄스 반응식의 합을 0으로 만들어 잔류 진동을 줄이는 방법으로 command의 모양은 도 6 (a)와 같다. 감쇠비를 0으로 설정하고 구동기의 최대 출력에 따른 입력의 크기와 임펄스 시간을 구하면 식 (1)으로 표시된다

수학식 1

$$\begin{bmatrix} A_i \\ t_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 0 & T \end{bmatrix}$$

[0039]

$$T = \frac{2\pi}{\omega_n}$$

[0040] 여기서 ω_n , ω_n 은 고유진동수이다.

[0041] UMZV 입력성형기는 음의 임펄스 사용을 허용한 입력성형제어법이다. 0의 잔류 진동을 얻기 위한 조건을 만족하고 입력크기가 $A_i = (-1)^i$ 를 만족하는 조건을 이용한 방법으로 커맨드(command)의 모양은 도 6 (b)와 같다.

[0042] 감쇠비를 0으로 설정하고 입력의 크기와 시간을 구하면 식 (2)로 표현된다.

수학식 2

$$\begin{bmatrix} A_i \\ t_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 1 \\ 0 & \frac{T}{6} & \frac{T}{3} \end{bmatrix}$$

[0043]

[0044]

도 6은 ZV 입력성형기와 UMZV 입력성형기의 기본 입력 명령과 임펄스 시퀀스의 합성(convolution)에 따른 입력 성형과정을 보여준다.

[0045]

이와 같이 구성된 본 발명의 안드로이드 기반의 원격 입력성형장치에 의한 유연시스템의 제어 성능을 검증하기 위해 실험을 실시하였다.

[0046]

본 실시예의 경우 상술한 것처럼 리모트 패드(r-pad)와 통신을 위해 지멘스(SIEMENS) PLC를 사용하였다. PLC는 도 7의 미니 브리지 크레인을 구동시키고, 2m × 1m × 1m 50cm로 설계하였다. 케이블의 길이는 위의 설계된 입력 성형기로부터 80cm로 구성하였다.

[0047]

도 8은 실험 검증에 활용되는 미니 브리지 크레인을 구성하는 하드웨어 및 소프트웨어 구성 요소를 나타낸다.

[0048]

하드웨어 구성 요소에서 PLC는 제안된 알고리즘을 수행하기 위해 무선 로컬 영역 네트워크에 의해 컴퓨터에 연결되고 PLC에 의해 생성된 속도 명령은 브리지(bridge), 트롤리(trolley) 모터 드라이브로 전송된다.

[0049]

드라이브는 PLC에서 들어오는 명령을 모터의 속도 설정 지점으로 사용한다. 모터 드라이브는 synchronous AC 모터를 사용하며 통신모듈 및 모터용 제어 드라이브로 구성된다. 소프트웨어 구성 요소인 CFC, SCL 그리고 WinCC 소프트웨어는 실험 데이터를 업로드 및 다운로드하는 시스템 운영 프로그램에 사용된다.

[0050]

VS 720 계열의 비전 센서는 Spectation 소프트웨어를 통해 작성된 비전 프로그램으로 페이로드 진동의 크기를 측정하는데 사용된다.

[0051]

도 9는 안드로이드 원격 입력장치를 사용하여 미니 브리지 크레인을 동작시키는 상태를 표시한 사진이다.

[0052]

실험의 진행을 위해 리모트 패드(r-pad)와 펜던트(pendant)의 비교와 입력 성형방식의 성능을 같은 조건에서 평가하기 위해 크레인 제어 경험이 없는 일반인 15명을 선발하였다. 그리고 잔류변위 저감을 평가하기 위해 입력 성형기를 적용하지 않는 noshaper, ZV, UMZV로 나누어 실험을 진행하였다.

[0053]

리모트 패드(r-pad)와 pendant 인터페이스를 비교하여 신속성, 직관성을 검증하기 위해 장애물 경로를 통과하는 최소시간과 낮은 충돌횟수를 측정하였다. 이때, 장애물과 충돌이 일어난 경우 다시 실험을 하여 시도횟수를 측정하였다.

[0054]

실험 장애물의 경로는 도 10과 같이 X축, Y축의 2차원 장애물로서, 장애물 사이의 폭은 12cm 대각선 장애물의 각도는 45°로 초보 작업자라는 점을 고려하여 여러 번의 실험을 통해 설계하였다. 실험에 적용된 속도는 PLC의 적용된 입력성형기로부터 0.2m/s이다.

[0055]

도 11은 입력성형기의 비교를 통해 잔류변위 저감을 평가하기 위해 기준 경로에서 X축, Y축으로 각각의 오차를 나타낸 것이다.

[0056]

상술한 입력성형제어에서 UMZV는 ZV보다 입력성형의 시간은 빠르나 강건성이 낮은 결과를 보인 것처럼, UMZV가 ZV에 비해 조금의 오차가 더 발생되었지만 큰 차이가 나타나지는 않았다. 반면에 noshaper 경우는 X축으로는 최대 15cm, Y축으로는 최대 9cm의 큰 오차가 나타났다.

[0057]

도 12는 작업속도를 비교하여 신속성을 평가하기 위해 리모트 패드(r-Pad)와 펜던트(pendant)를 각각 noshaper, ZV, UMZV로 나누어서 실험한 결과이다.

[0058]

리모트 패드(r-Pad)의 최대 실험시간은 85초, 펜던트(pendant)의 최대 실험시간은 137초로 큰 차이가 나타났다. 그리고 ZV는 48초, UMZV는 42초로 noshaper 에 비하여 낮은 실험시간이 나타났다.

[0059]

리모트 패드(r-Pad)의 경우에는 UMZV 에서 최소 실험시간이 나타났으며, 펜던트(pendant)의 경우에는 ZV에서 최소 실험시간이 나타났다. UMZV와 ZV는 15명의 학생들 간의 편차가 심하게 나타나지 않았지만 noshaper 경우에

는 편차가 크게 나타났다. 그리고 펜던트(pendant)의 noshaper 경우 완성 시간이 리모트 패드(r-Pad)에 비해 편차도 매우 심하게 나타났다. pendant 인터페이스의 버튼 조작의 어려움이 본 실험을 통해서 드러났다.

[0060] 도 13은 충돌횟수를 비교하여 직관성을 평가하기 위해 리모트 패드(r-Pad)와 펜던트(pendant)를 noshaper, ZV, UMZV로 나누어서 실험하였다. 시도횟수의 경우에도 도 12와 같은 형태로 펜던트(pendant)에 비해 리모트 패드(r-Pad)가 비교적 낮은 시도횟수를 가진 것으로 나타났다. 리모트 패드(r-Pad)와 펜던트(pendant) 모두 UMZV와 ZV 경우에 최대 4번, 최소 1번의 시도를 하였으며, 실험자들 간의 편차가 낮지만 noshaper 경우에는 최대 12번의 시도횟수와 심한 편차로 불안정한 제어가 나타났다.

[0061] 실험진행시 영상을 통해 장애물의 구조를 더욱 잘 파악할 수 있다는 것도 확인할 수 있었으며, 이러한 결과를 통해 리모트 패드(r-Pad)가 펜던트(pendant)에 비하여 작업시간의 단축과 낮은 충돌횟수 및 입력 성형의 잔류변위 저감을 확인할 수 있다.

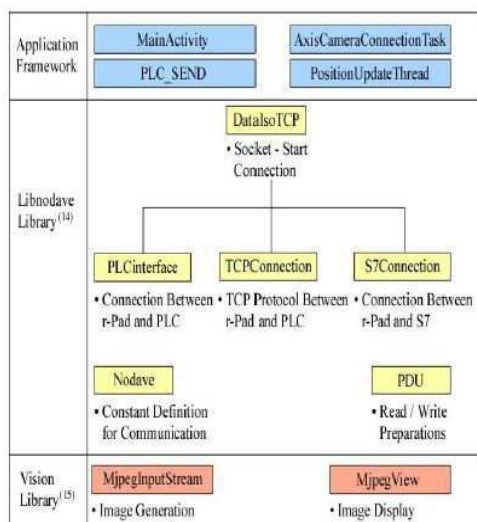
[0063] 제시된 실시예들에 대한 설명은 임의의 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 이용하거나 또는 실시할 수 있도록 제공된다. 이러한 실시예들에 대한 다양한 변형들은 본 발명의 기술 분야에서 통상의 지식을 가진자에게 명백할 것이며, 여기에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 범위를 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 그리하여, 본 발명은 여기에 제시된 실시예들로 한정되는 것이 아니라, 여기에 제시된 원리들 및 신규한 특징들과 일관되는 최광의의 범위에서 해석되어야 할 것이다.

도면

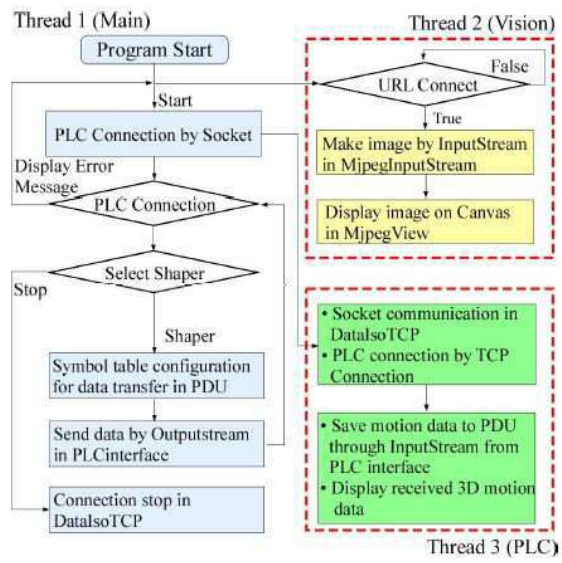
도면1



도면2



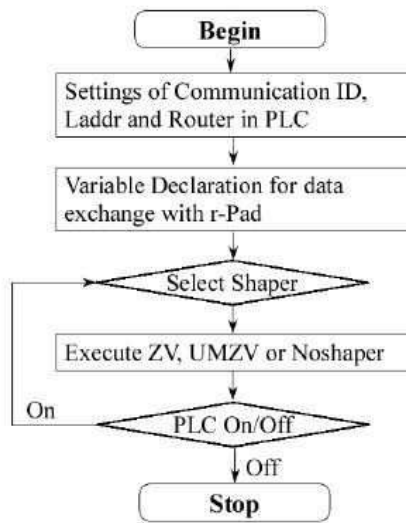
도면3



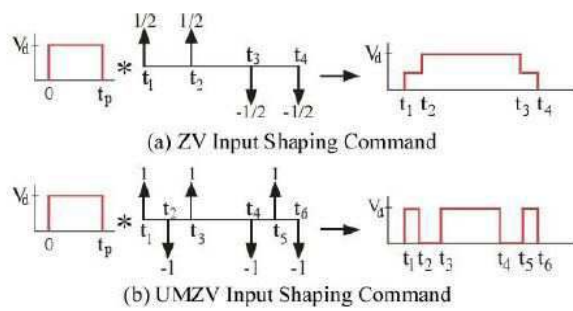
도면4



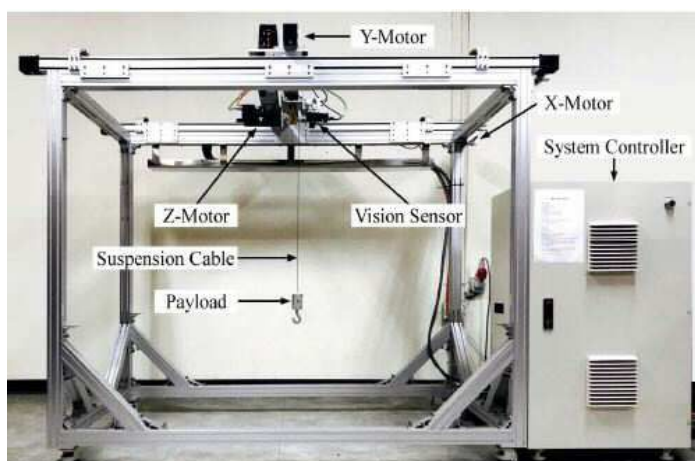
도면5



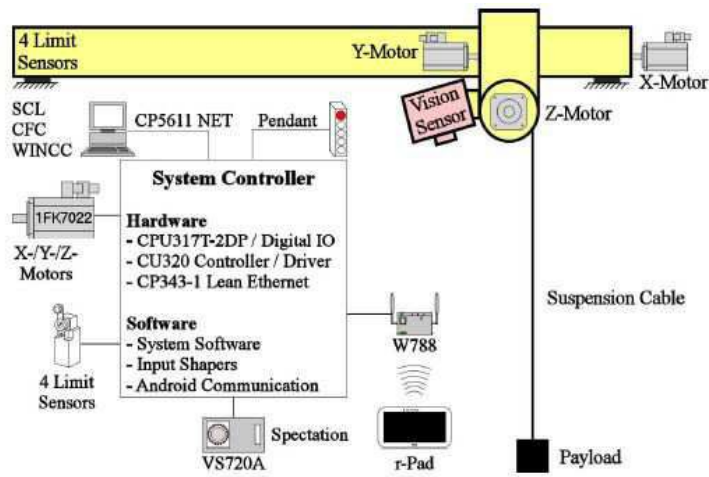
도면6



도면7



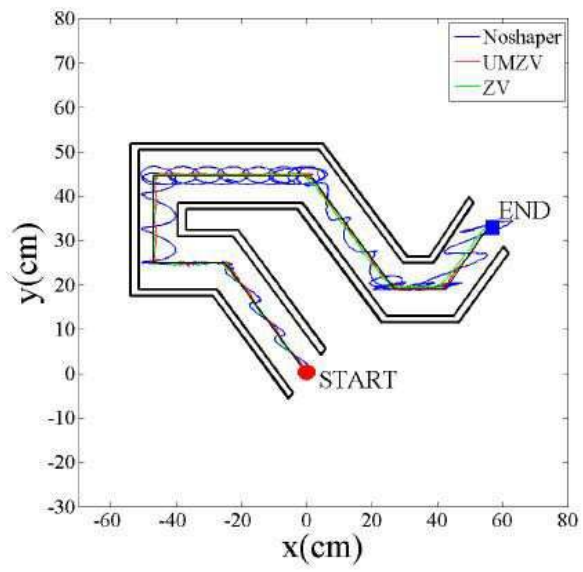
도면8



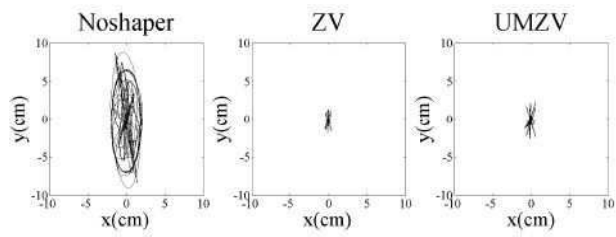
도면9



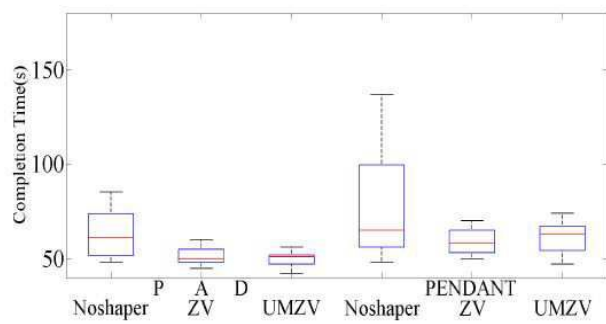
도면10



도면11



도면12



도면13

