



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0041877
(43) 공개일자 2013년04월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E02F 9/22 (2006.01) E02F 9/26 (2006.01)
F15B 15/02 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0036185(분할)
(22) 출원일자 2013년04월03일
심사청구일자 2013년04월03일
(62) 원출원 특허 10-2009-0079322
원출원일자 2009년08월26일
심사청구일자 2011년02월28일

(71) 출원인
우성정공 주식회사
경상남도 진주시 진성면 동부로1259번길 54
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
윤정원
경상남도 진주시 호탄동 대동아파트 101동 1301호
마누롱 오라리우스
진주시 가좌동 900번지
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김종관, 권오식, 박창희

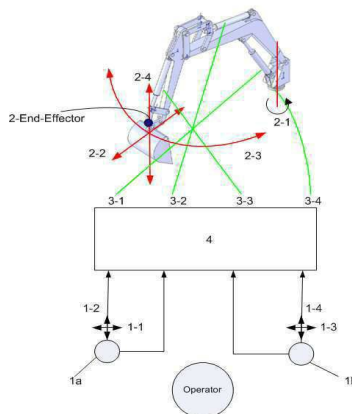
전체 청구항 수 : 총 3 항

(54) 발명의 명칭 원통좌표계 연동 백호작업기 조작 인터페이스

(57) 요약

본 발명은 유압 구동 방식의 백호작업기에 사용자 직관적인 조작을 허용하기 위해 암 끝단의 병진움직임 및 버킷의 피치운동을 2개의 전기식 2축 조이스틱 조작을 통해 직관적으로 움직이도록 하고 이때 조이스틱 조작에 대응하여 작업기 끝단이 원통 좌표계에서 움직일 수 있도록 유압 실린더의 위치제어기반 속도 제어 방법을 제공하여 초보자도 숙련된 연습 없이 효율적이고 정밀하게 작업기 제어가 가능 하게 하는 원통좌표계 연동 백호작업기 조작 인터페이스에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

성현석

경상남도 진주시 평거동 190 들말대경아파트 107동
1005호

허민호

경상남도 진주시 평거동 473-25번지

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 03-2008-0305

부처명 중소기업청

연구사업명 산학공동기술개발지원사업

연구과제명 백호 작업기 조작 인터페이스 개발

주관기관 경상대학교 산학협력단

연구기간 2008.07.01 ~ 2009.06.30

특허청구의 범위

청구항 1

좌측 전자식 조이스틱(1a);

우측 전자식 조이스틱(1b);

유압식 실린더의 구동기 및 붐 베이스, 암 베이스, 버켓 베이스, 선회동작 베이스의 본체로 구성된 백호작업기; 및

두 개의 상기 전자식 조이스틱(1a, 1b)으로부터 변위 신호들(1-1, 1-2, 1-3, 1-4)을 아날로그/디지털(A/D) 변환 보드를 통해 입력받되, 입력된 조이스틱 변위에 비례해서 상기 백호작업기 끝단(2-End-Effector)의 속도지령 값을 발생시키는 레이트제어기(4-1)와, 변위에 비례해서 원통좌표계 각 축에 대한 속도의 크기를 결정할 수 있는 원통좌표계 속도계인들(4-1a, 4-1b, 4-1c, 4-1d)과, 상기 레이트제어기(4-1)에서 발생된 상기 백호작업기 끝단(2-End-Effector) 이동 지령 값을 피드백 제어하는 원통좌표계 기반제어기(4-2)와, 원통좌표계 기반제어를 유압 실린더 제어모드로 변환하는 구동기제어기(4-3)와, 구동기 피드백제어를 위한 붐 실린더 변위센서(4-DS1), 암 실린더 변위센서(4-DS2), 버켓 실린더 변위센서(4-DS3), 선회 실린더 변위 센서(4-DS4)값들의 입력, 상기 구동기제어기(4-3)의 결과 값을 이용해 전자식 유압비례제어밸브들(3-1, 3-2, 3-3, 3-4)을 구동하기 위한 디지털/아날로그(D/A) 변환기로 이루어지며, 상기 전자식 조이스틱(1a, 1b)로부터 입력되는 변위에 따른 전기신호를 원통좌표계 속도지령으로 변환하여, 상기 백호작업기 끝단(2-End-Effector)이 원통좌표계 상에서 작동하도록 하는 좌표계 변환제어기 인터페이스(4);

를 포함하여 구성되되,

상기 백호작업기 끝단(2-End-Effector)을 원통좌표계 연동으로 조작하여, 상기 좌표계 변환제어기 인터페이스(4)에서 상기 전자식 조이스틱(1a, 1b)의 변위를 입력받고 변위에 비례해서 상기 백호작업기 끝단(2-End-Effector)에 원통좌표계 속도지령을 발생시켜 이에 대응하는 상기 백호작업기의 붐 유압 실린더, 암 유압 실린더, 버켓 유압 실린더, 선회 유압 실린더가 구동되도록 붐 실린더밸브(3-1), 암 실린더밸브(3-2), 버켓 실린더밸브(3-3), 선회 실린더밸브(3-4)를 제어하는 것을 특징으로 하는 원통좌표계 연동 백호작업기 조작 인터페이스.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 좌측 전자식 조이스틱(1a)의 좌우방향(1-1)은 백호작업기 원통좌표계 회전방향(2-1)을, 상기 좌측 전자식 조이스틱(1a)의 전후방향(1-2)은 백호작업기 원통좌표계 반경방향(2-2)을,

상기 우측 전자식 조이스틱(1b)의 좌우방향(1-3)은 백호작업기 버켓 회전방향(2-3)을, 상기 우측 전자식 조이스틱(1b)의 전후방향(1-4)은 백호작업기 원통좌표계 높이방향(2-4)을 각각 제어하도록 매칭되는 것을 특징으로 하는 원통좌표계 연동 백호작업기 조작 인터페이스.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

조이스틱 입력변위(1-a, 1-b)에 따라 좌표계 기반 속도제어를 발생시키는 상기 레이트제어기(4-1)의 출력값과 제어를 시작할 때의 상기 백호작업기 끝단 초기값(4-1-Initial)과 합해져서 좌표계명령값(4-2-Command)이 발생되고, 상기 좌표계명령값(4-2-Command)은 원통좌표계 기반제어기(4-2) 입력 값으로 들어가며, 상기 좌표계명령값(4-2-Command)과 좌표계피드백제어와 합친 값은 좌표계제어입력값(4-2-Desired)으로 되어 백호작업기역기구학(4-1K)를 통하여 구동기제어입력값(4-3-Desired)로 바뀌 구동기제어기(4-3)로 들어가며, 상기 붐 실린더 변위센서(4-DS1), 암 실린더 변위센서(4-DS2), 버켓 실린더 변위센서(4-DS3), 선회 실린더 변위센서(4-DS4)에서 측정

된 구동기변위값(4-3- Actual)은 백호작업기순기구학(4-FK)를 통해서 좌표계측정값(4-2-Actual)로 변환되어 상기 원통좌표계 기반제어기(4-2)의 피드백 제어 값으로 입력되는 것을 특징으로 하는 원통좌표계 연동 백호작업기 조작 인터페이스.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 트랙터나 로더 등에 탈부착이 가능한 유압 구동식 백호작업기에 사용자 직관적인 조작을 허용하기 위해 작업기 끝단의 움직임의 조이스틱들을 통해 직관적으로 움직이도록 하고 조이스틱 조작에 대응하여 작업기가 원통좌표계에서 움직일 수 있도록 유압 실린더의 위치기반 속도 제어를 통해서 초보자도 숙련된 연습 없이 효율적이고 정밀하게 작업기 제어가 가능하게 하는 원통좌표계 연동 백호작업기 조작 인터페이스를 제공하는 것이다.

배경기술

[0002] 농업용 트랙터에 탈·부착이 가능한 백호(backhoe)작업기는 조작밸브, 붐, 아암, 버킷, 아웃터리거장치로 구성되어 토양관리, 발작물수확, 소규모의 건축, 토목등 농·축산업의 다목적 작업에 사용하기 위한 첨단 농기계용 작업기이다. 기존의 중장비 굴삭기와 같은 구조로 붐(boom), 아암(arm), 버킷(bucket)을 구동하는 3개의 유압 실린더의 변위를 운전 좌석의 조작레버를 조절하여 최종적으로 버킷의 위치 및 피치각을 제어하게 하고, 메인프레임에 부착된 스윙(swing) 실린더의 조작에 작업기 전체의 선회동작을 구현하는 총 4자유도 운동 발생구조를 가져 다양한 굴삭 작업을 수행할 수 있게 한다. 하지만, 오랜 운전 경험을 가진 전문 굴삭기 자격자는 백호 작업기 조작에 어려움이 없지만, 능숙한 굴삭기 작업 기술 습득에 오랜 시간이 걸리고, 평탄화 작업등을 위해 유압 조작밸브 조작 레버를 동시에 작동시켜야 할 경우 피로도가 증대되는 어려움이 있다. 특히, 체계적이고 오랜 훈련을 받지 않은 경우 백호작업기의 효율적인 사용이 거의 불가능하고, 토양관리, 발작물수확, 소규모의 건축, 토목등 농·축산업의 다목적 작업에 사용하기 위한 요구가 증대됨에 따라 단순 교육을 마친 일반인들의 백호작업기 굴삭 작업의 사용이 증대되고 있어 기존의 굴삭기 조작 인터페이스로는 백호작업기를 이용하여 효율적인 굴삭 작업을 수행하는데 한계를 가지고 있다.

[0003] 유압구동식 백호작업기 굴삭 조작을 위해서 기계식 레버장치가 전통적으로 사용되었으나, 여러 개의 레버 및 팔판의 복잡한 인터페이스로 인해 작업자의 불편함이 크고 쉽게 피곤함을 느껴 최근에는 대부분 유압식 조이스틱 타입을 도입하고 있다. Caterpillar 사에서 개발한 조이스틱타입은 2개의 조이스틱을 이용하여 우측 조이스틱의 상하방향은 붐 상승하강으로, 좌우방향은 버킷 방향조절과 매칭되고, 좌측 조이스틱의 상하 방향은 암의 상승하강 및 좌우방향은 선회동작조절에 매칭되어 사용되었다. 최근에 나온 미니굴삭기를 포함한 대부분의 작업기는 조이스틱타입을 채용하여 작업기의 조작 조건을 많이 향상시키고 있지만, 역시 조이스틱의 움직임이 각 실린더의 운동과 매칭되어, 사용자 직관적이라고 하기엔 많은 훈련이 필요하다.

[0004] 최근 관련연구동향을 살펴보면, 굴삭기용 자동제어장치 개발에 힘을 기울여 굴삭각등 기본정보를 입력하면 자동으로 굴삭작업을 수행하도록 하여 작업자의 피로도를 줄이기 위한 방법(건설기계의 자동 평탄작업장치 및 방법, 특2000-0021934; 굴삭기의 제어방법, 특1997-0021547)들이 제시되고 있으나 굴삭기의 특성상 굴삭 작업의 복잡성, 작업 내용의 변화성, 작업 환경의 다양성 등으로 굴삭기의 자동화를 실제 작업 환경에 적용하기는 쉽지 않다.

[0005] 기존 굴삭 작업기의 작업 방법은 작업기 끝단에 있는 버킷이 상하, 좌우, 전후의 병진(translation) 운동 및 버킷의 피치운동이 가능하도록 붐, 암, 버킷, 메인프레임을 적절히 조작해야 한다. 따라서, 작업기 역기구학을 임베디드 제어기에 삽입하여 조작 레버의 각 방향 운동을 작업기 각 실린더의 운동으로 매칭하는 것이 아니라 작업기 아암 끝단의 직교좌표운동과 작업레버를 바로 연결시켜 주는 개념의 특허(유압굴삭기용 직교좌표형 조작시스템, 특1995-0011780)가 이미 발표되었다. 하지만, 일반 유압굴삭기는 작업기를 포함하고 있는 베이스가 회전하여 작업자는 항상 작업기를 정면으로 바라보고 있지만, 트랙터 등에 부착되는 소형굴삭용 백호작업기는 소형화 및 장착의 편의성 등을 고려하여 사용자 및 베이스를 제외하고 작업기만 회전하는 방식이다. 따라서, 작업자가 항상 작업기 정면을 바로 보는 것이 아니라서 직교좌표 방식으로는 선회동작 이후의 굴삭작업을 직관적으로 작업하기에는 어려움이 있다. 또한, 실제 조작 장치와 끝단을 연동시키기 위해서는 조작 장치의 입력 값에 따르는 각 유압 실린더의 정밀한 속도제어가 구현되어야 조작기의 입력과 굴삭작업기 끝단이 효율적으로 연동될 수

있지만, 관련 유압 장치의 제어기 구현 내용이 제시되고 있지 않다.

[0006] 최근, 원격작업 시 햅틱장치를 통하여 굴삭기 조종을 위한 입력장치(병렬형 햅틱장치를 이용한 굴삭기 조정장치, 특2009-0061508)가 공개되었으며 3자유도 병진 병렬기구를 이용한 햅틱장치 및 버켓조종을 위한 1자유도 햅틱장치의 혼합으로 한 손으로 4자유도의 굴삭기를 제어하고자 하였다. 하지만 원격조작이 아니라 실제 유압굴삭기에 장착할 경우 기존 조작 시스템 개념을 완전히 바꿔야 하는 문제점이 발생하고, 굴삭 작업의 경우 원격조작으로는 다양하고 복잡한 환경 및 굴삭 작업을 수행하는데 제한 사항이 많은 단점이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 국내등록특허 제10-0127963 (등록일자 1997.10.28.)
(특허문헌 0002) 국내등록특허 제10-0951817 (등록일자 2010.04.01.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상기한 문제점을 개선하기 위하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 유압식 백호작업기의 끝단의 움직임을 2개의 전자식 조이스틱을 통해 기존 방식과 유사한 조작 방식을 유지하도록 하면서 원통좌표계(Cylindrical Coordinate) 매칭을 통하여 우측 조이스틱의 전후운동은 작업기 끝단의 상하운동으로 조이스틱 좌우운동은 버켓의 피치운동으로 매칭되고, 좌측 조이스틱의 전후 운동은 작업기 끝단의 전후운동으로, 조이스틱 좌우운동은 선회운동으로 매칭 되도록 하고 조이스틱과 실린더 제어 밸브 사이에 기구학 및 밸브제어기를 포함하는 조작 인터페이스회로가 삽입되어 각각 붐, 아암, 버켓 실린더 및 선회운동 실린더를 조절할 수 있도록 하는 직관적 굴삭작업기 조작 방식을 구현할 수 있는 원통좌표계 연동 백호작업기 조작 인터페이스를 제공하는 데 있다. 또한, 본 발명에서는 이와 같은 인터페이스를 이용하여 조이스틱 입력에 대응하는 끝단의 속도제어가 유압장치 및 각 링크에 연성에 의한 비선형성에 강건 할 수 있도록 위치제어기반 속도제어(rate control) 방식의 유압굴삭기 조작제어기를 제시하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 원통좌표계 연동 백호작업기 조작 인터페이스는, 유압식 실린더의 구동기 및 붐, 암, 버켓, 선회동작 베이스의 본체로 구성된 백호작업기를 조작하기 위한 백호작업기 조작 인터페이스에 있어서, 백호작업기 끝단(2-End-Effector)을 원통좌표계 연동으로 조작하도록 좌측 전자식 조이스틱(1a), 우측 전자식 조이스틱(1b), 좌표계 변환제어기 인터페이스(4), 붐, 암, 버켓, 선회 실린더밸브들(3-1, 3-2, 3-3, 3-4)를 포함하여 구성되며, 상기 전자식 조이스틱(1a, 1b)으로부터 입력되는 전기신호에 따라 상기 백호작업기 끝단(2-End-Effector)이 원통좌표계 상에서 작동하도록, 상기 좌표계 변환제어기 인터페이스(4)에서 상기 전자식 조이스틱(1a, 1b)의 변위를 입력받고 변위에 비례해서 상기 백호작업기 끝단(2-End-Effector)에 원통좌표계 속도지령을 발생시켜 이에 대응하는 백호작업기 각각의 유압 실린더가 구동되도록 붐, 암, 버켓, 선회 실린더밸브(3-1, 3-2, 3-3, 3-4)를 제어하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 이 때, 좌측 조이스틱 좌우방향(1-1)은 백호작업기 원통좌표계 회전방향(2-1)을, 좌측 조이스틱 전후방향(1-2)은 백호작업기 원통좌표계 반경방향(2-2)을, 우측 조이스틱 좌우방향(1-3)은 백호작업기 버켓 회전방향(2-3)을, 우측 조이스틱 전후방향(1-4)은 백호작업기 원통좌표계 높이방향(2-4)을 각각 제어하도록 매칭되는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 상기 좌표계 변환제어기 인터페이스(4)는 두 개의 상기 전자식 조이스틱(1a, 1b)으로부터 변위 신호들(1-1, 1-2, 1-3, 1-4)을 아날로그/디지털(A/D) 변환보드를 통해 입력받되, 입력된 조이스틱 변위에 비례해서 작업기 끝단의 속도지령 값을 발생시키는 레이트제어기(4-1), 변위에 비례해서 원통좌표계 각 축에 대한 속도의 크기를 결정할 수 있는 원통좌표계 속도게인들(4-1a, 4-1b, 4-1c, 4-1d), 레이트제어기(4-1)에서 발생된 끝단(2-

End-Effector) 이동 지령 값을 피드백 제어하는 원통좌표계 기반제어(4-2), 원통좌표계 기반제어를 유압 실린더 제어모드로 변환하는 구동기제어기(4-3), 구동기 피드백제어를 위한 각 실린더 변위센서값들(4-DS1, 4-DS2, 4-DS3, 4-DS4)의 입력, 구동기제어기(4-3)의 결과 값을 이용해 전자식 유압비례제어밸브들(3-1, 3-2, 3-3, 3-4)을 구동하기 위한 디지털/아날로그(D/A) 변환기로 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0012] 이 때, 조이스틱 입력변위(1-a, 1-b)에 따라 좌표계 기반 속도제어를 발생시키는 레이트제어기(4-1)의 출력값과 제어를 시작할 때의 작업기끝단초기값(4-1-Initial)과 합해져서 좌표계명령값(4-2-Command)이 발생되고, 상기 좌표계명령값(4-2-Command)은 원통좌표계 기반제어기(4-2) 입력 값으로 들어가며, 상기 좌표계명령값(4-2-Command)과 좌표계피드백제어와 합친 값은 좌표계제어입력값(4-2-Desired)으로 되어 백호작업기역기구학(4-IK)를 통하여 구동기제어입력값(4-3-Desired)로 바뀌 구동기제어기(4-3)로 들어가며, 실린더변위센서(4-DS1, 4-DS2, 4-DS3, 4-DS4)에서 측정된 구동기변위값(4-3-Actual)은 백호작업기순기구학(4-FK)를 통해서 좌표계측정값(4-2-Actual)로 변환되어 원통좌표계 기반제어기(4-2)의 피드백 제어 값으로 입력되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0013] 본 발명에 의하면, 본 발명에 따라 제안된 원통좌표계(Cylindrical Coordinate) 매칭을 통한 2개의 전자식 조이스틱을 통한 직관적 백호작업기 조작 방식의 구현을 통해, 기존 수동밸브 방식으로는 평탄화 작업과 같은 작업 시 동시에 여러 축의 작업을 수행해야만 작업이 가능했기 때문에 사용자에게 불편을 야기했던 문제점을 해결하여, 한 축의 조이스틱 조작만으로도 작업 수행이 가능하게 해 주는 큰 효과가 있다.

[0014] 이와 같이 본 발명에 의하면, 조작성 증대로 사용자 편의성 증대 및 이로 인한 작업 효율성을 향상시킬 수 있고, 작업 조건의 개선 및 인건비 절감, 고능률화·고정밀도화로 생산의 안정성을 달성할 수 있으며, 효율적인 조작 인터페이스를 작업기에 부착하여 사용함으로써 사용자의 만족성을 배가시킬 수 있는 다양한 효과들이 있다.

[0015] 또한, 본 발명의 인터페이스는 기존 조작 방식과 유사하기 때문에, 기존 사용자에게 있어 친숙하기 때문에 적응 및 숙련이 매우 용이하다는 장점 또한 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명에 따른 원통좌표계 연동형 백호작업기 조작 인터페이스 방법.

도 2는 본 발명에 따른 직교좌표계 및 원통좌표계 작동도.

도 3은 본 발명에 따른 백호작업기 원통좌표계 변수 구성도.

도 4은 본 발명에 따른 조이스틱과 백호작업기 원통좌표계 매칭 구성도.

도 5는 본 발명에 따른 원통좌표계 변환제어기 하드웨어 구성도.

도 6는 본 발명에 따른 조이스틱 연동 원통 좌표계 제어기 구성도.

도 7은 본 발명에 따른 유압 제어기 구성도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 원통좌표계 연동 백호작업기 조작 인터페이스를 상세히 설명한다.

[0018] 도 1은 본 발명에 따른 원통좌표계 연동 백호작업기 조작 인터페이스 방법의 구성도이고, 도 2는 본 발명에 따른 직교좌표계 및 원통좌표계 작동도이고, 도 3은 본 발명에 따른 백호작업기 원통좌표계 변수 구성도이고, 도 4는 본 발명에 따른 조이스틱과 백호작업기 원통좌표계 매칭 구성도이고, 도 5는 본 발명에 따른 원통좌표계 변환제어기 하드웨어 구성도이고, 도 6은 본 발명에 따른 조이스틱 연동 원통 좌표계 제어기 구성도이고, 도 7은 본 발명에 따른 유압 제어기 구성도이다.

- [0019] 본 발명의 원통좌표계 연동 백호작업기 조작 인터페이스는 도 1 및 도 5를 참조하면 크게 좌측 전자식 조이스틱(1a), 우측 전자식 조이스틱(1b), 좌표계 변환제어기 인터페이스(4), 붐, 암, 버켓, 선회 실린더밸브들(3-1, 3-2, 3-3, 3-4) 및 유압식 실린더의 구동기 및 붐, 암, 버켓, 선회동작 베이스의 본체로 구성된 백호작업기로 구성된다.
- [0020] 좌측 조이스틱 좌우방향(1-1)은 원통좌표계 회전방향(2-1)을, 좌측 조이스틱 전후방향(1-2)은 백호작업기 원통좌표계 반경방향(2-2)을, 우측 조이스틱 좌우방향(1-3)은 백호작업기 버켓 회전방향(2-3)을, 우측 조이스틱 전후방향(1-4)은 백호작업기 원통좌표계 높이방향(2-4)을 각각 제어하도록 매칭되고, 작업자의 전자식 조이스틱 입력 전기신호에 따라 백호작업기의 끝단(2-End-Effector)이 원통좌표계 상에서 작동하도록 좌표계 변환제어기 인터페이스(4)에서 조이스틱의 변위를 입력 받고 변위에 비례해서 백호작업기 끝단 원통좌표계 속도지령을 발생시켜 이에 대응하는 백호작업기 각각의 유압 실린더가 구동되도록 붐, 암, 버켓, 선회 실린더밸브(3-1, 3-2, 3-3, 3-4)를 제어하는 방식으로 전자식 조이스틱을 이용한 백호작업기의 원통좌표계 연동 제어를 구현하였다.
- [0021] 이를 위해 좌표계 변환제어기 인터페이스(4)는 두 개의 전자식 조이스틱으로부터 변위 신호들(1-1, 1-2, 1-3, 1-4)을 아날로그/디지털(A/D) 변환보드를 통해 입력받고, 입력된 조이스틱 변위에 비례해서 작업기 끝단의 속도 지령 값을 발생시키는 레이트제어기(4-1), 변위에 비례해서 원통좌표계 각 축에 대한 속도의 크기를 결정할 수 있는 원통좌표계 속도게인들(4-1a, 4-1b, 4-1c, 4-1d), 레이트제어기(4-1)에서 발생된 끝단(2-End-Effector) 이동 지령 값을 피드백 제어하는 원통좌표계 기반제어기(4-2), 원통좌표계 기반제어를 유압 실린더 제어모드로 변환하는 구동기제어기(4-3), 구동기 피드백제어를 위한 각 실린더 변위센서값들(4-DS1, 4-DS2, 4-DS3, 4-DS4)의 입력, 구동기제어기(4-3)의 결과 값을 이용해 전자식 유압비례제어밸브들(3-1, 3-2, 3-3, 3-4)을 구동하기 위한 디지털/아날로그(D/A) 변환기로 구성된다.
- [0022] 도 2에 나타난 것과 같이 트랙터/로더 등에 부착되는 백호작업기는 자석과 굴삭작업기가 일체로 되어 선회동작이 동시에 발생하는 경우와는 다르게 백호작업기 선회 동작시 좌석은 고정되어 있고 작업기만 선회동작으로 회전하기 때문에 한 축을 중심으로 대칭해서 움직이는 동작을 발생시키는 원통좌표계(A)가 적합하다. 백호작업기의 경우 직교좌표계(B)를 사용할 경우 선회동작 이후에 굴삭작업을 위해 작업기 팔이 굽는 형태가 아니라 굴삭작업에서는 거의 사용이 되지 않는 직교좌표 이동을 도 2(B)와 같이 하게 되어 굴삭작업에는 적합하지 않게 된다.
- [0023] 따라서, 도 3과 같이 백호작업기 끝단 운동을 원통좌표계 변수들로 표현하고 하나의 실시예로서 4와 같이 원통좌표계 백호작업기 끝단 변수 방향과 조이스틱 방향을 일치시켰다. 도 3에서 원통좌표계 원점(2-0)을 중심으로 원통좌표계 회전방향(2-1), 원통좌표계 반경방향(2-2), 원통좌표계 높이방향(2-4)은 원통좌표계구성 변수(r , θ , z)를 나타내고 있다. 이때 도 4에 나타난 것 같이 원통좌표계 반경전진방향(2-2F)은 좌측 조이스틱 전진방향으로, 원통좌표계 반경후진방향(2-2B)은 좌측 조이스틱 후진방향으로, 원통좌표계 우측회전방향(2-1R)은 좌측 조이스틱 우측방향으로, 원통좌표계 좌측회전방향(2-1L)은 좌측 조이스틱 좌측방향으로, 원통좌표계 높이상측방향(2-4U)은 우측 조이스틱 후진방향으로, 원통좌표계 높이하측방향(2-4D)은 우측 조이스틱 전진방향으로 매칭할 수 있다. 또한, 버켓의 열림(2-30)은 우측 조이스틱 좌측방향으로, 버켓의 닫힘(2-3C)은 우측 조이스틱 우측방향으로 매칭할 수 있다. 여기서 주의할 점으로 버켓은 상대적으로 선회동작에 비해서 많이 사용됨으로 보다 능숙하게 작업기를 효율적으로 사용하기 위해서 우측 조이스틱에 배치되었다.
- [0024] 도 6은 조이스틱 입력변위에 따른 백호작업기 끝단의 원통좌표계 연동 속도제어를 구현하기 위한 제어기 블록선도를 나타내고 있다. 조이스틱 입력변위(1-a, 1-b)에 따라 좌표계 기반 속도제어를 발생시키는 레이트제어기(4-1)의 출력값과 제어를 시작할 때의 작업기끝단초기값(4-1-Initial)과 합해져서 좌표계명령값(4-2-Command)이 발생되고 이 값은 원통좌표계 기반제어기(4-2) 입력 값으로 들어간다. 좌표계명령값(4-2-Command)과 좌표계피드백 제어와 합친 값은 실제 좌표계제어입력값(4-2-Desired)로 되어 백호작업기역기구학(4-1K)를 통하여 구동기제어 입력값(4-3-Desired)로 바뀌 구동기제어기(4-3)로 들어간다. 이때 실린더변위센서(4-DS1, 4-DS2, 4-DS3, 4-DS4)에서 측정된 구동기변위값(4-3-Actual)은 백호작업기순기구학(4-FK)를 통해서 좌표계측정값(4-2-Actual)로 변환되어 원통좌표계 기반제어기(4-2)의 피드백제어값으로 입력된다. 유의할 점으로 끝단의 움직임을 작업자가 시각적으로 피드백해서 조이스틱을 통한 입력 값을 재생함으로 유압시스템의 제어 오차를 충분히 극복하면서 직

관적으로 원통좌표계 끝단 작업을 수행 할 수가 있다.

[0025] 여기서 레이트제어기(4-1)는 구체적으로 다음과 같이 구현된다.

$$H(s)=G_v/S \quad (1)$$

[0026]

$$y(n)=y(n-1)+G_vTu(n-1) \quad (2)$$

[0027]

[0028] 여기서, $u(n)$ 은 입력값, $y(n)$ 은 출력값이고, T 는 샘플링시간, G_v 는 속도게인이다.

[0029]

도 7은 제안된 원통좌표계 연동 유압식 백호작업기를 제어하기 위한 유압제어구성도를 나타내고 있다. 엔진과 펌프 및 컨트롤 밸브는 기존의 백호작업기 유압식 구조를 그대로 유지하면서 컨트롤 밸브의 스톱을 제어하는 방식에서 전기식 구조의 컨트롤 밸브의 스톱을 제어하는 방식을 구현하였다. 파일럿 펌프로부터의 유량 비례제어 밸브(3)로 입력되고, 좌표계 변환 제어인터페이스(4) 및 조이스틱을 포함하는 백호작업기 조작 인터페이스장치가 비례밸브를 제어함으로써 컨트롤 밸브의 스톱을 조절하는 파일럿 유량을 제어하게 됨에 따라 원하는 액추에이터 위치를 얻을 수 있다. 제안된 유압제어방식은 기존의 유압시스템의 변경 없이 추가적인 유량비례밸브제어의 삽입으로 제안된 백호작업기 끝단 원통좌표계제어용 조작 인터페이스장치를 구현할 수 있다.

[0030]

본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

부호의 설명

[0031]

좌측 전자식 조이스틱(1a)	우측 전자식 조이스틱(1b)
좌측 조이스틱 좌우방향(1-1)	좌측 조이스틱 전후방향(1-2)
우측 조이스틱 좌우방향(1-3)	우측 조이스틱 전후방향(1-4)
원통좌표계 원점(2-0)	
백호작업기의 끝단(2-End-Effector)	
원통좌표계 회전방향(2-1)	원통좌표계 우측회전방향(2-1R),
원통좌표계 좌측회전방향(2-1L)	
원통좌표계 반경방향(2-2)	원통좌표계 반경진방향(2-2F),
원통좌표계 반경후진방향(2-2B)	
버켓 회전방향(2-3)	버켓 개방방향(2-30)
버켓 닫힘방향(2-3C)	
원통좌표계 높이방향(2-4)	원통좌표계 높이상측방향(2-4U),
원통좌표계 높이하측방향(2-4D)	
붐 실린더밸브(3-1)	암 실린더밸브(3-2)
버켓 실린더밸브(3-3)	선회 실린더밸브(3-4)
좌표계 변환제어기 인터페이스(4)	

레이트제어기(rate control)(4-1)

버켓 회전방향 속도제인(4-1a)

원통좌표계 반경방향 속도제인(4-1b)

원통좌표계 회전방향 속도제인(4-1c)

원통좌표계 높이방향 속도제인(4-1d)

원통좌표계 기반제어기(4-2)

작업기끝단초기값(4-1-Initial)

좌표계제어입력값(4-2-Desired)

구동기변위값(4-3-Actual)

구동기제어기(4-3)

작업기역기구학(4-1K)

붐 실린더 변위센서(4-DS1)

버켓 실린더변위센서(4-DS3)

전자식유량비례제어밸브(5)

좌표계명령값(4-2-Command),

구동기제어입력값(4-3-Desired),

좌표계측정값(4-2-Actual)

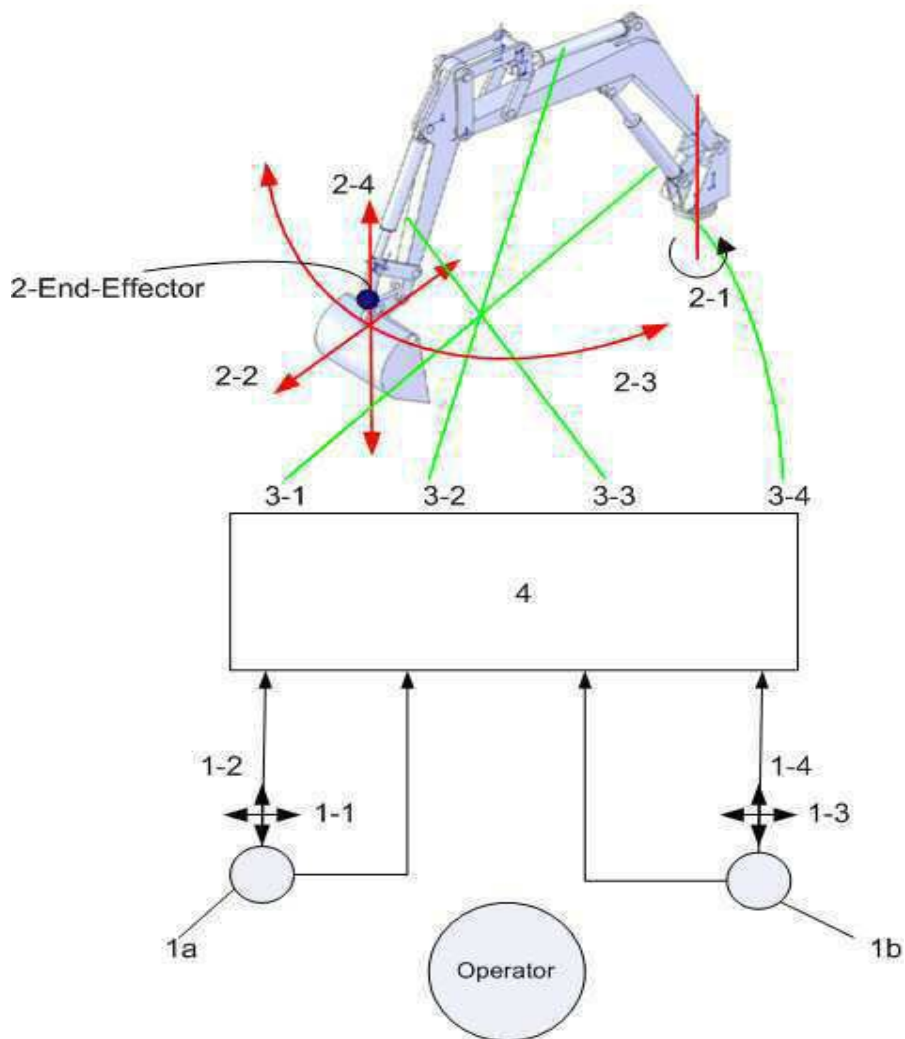
작업기순기구학(4-FK)

암 실린더변위센서(4-DS2),

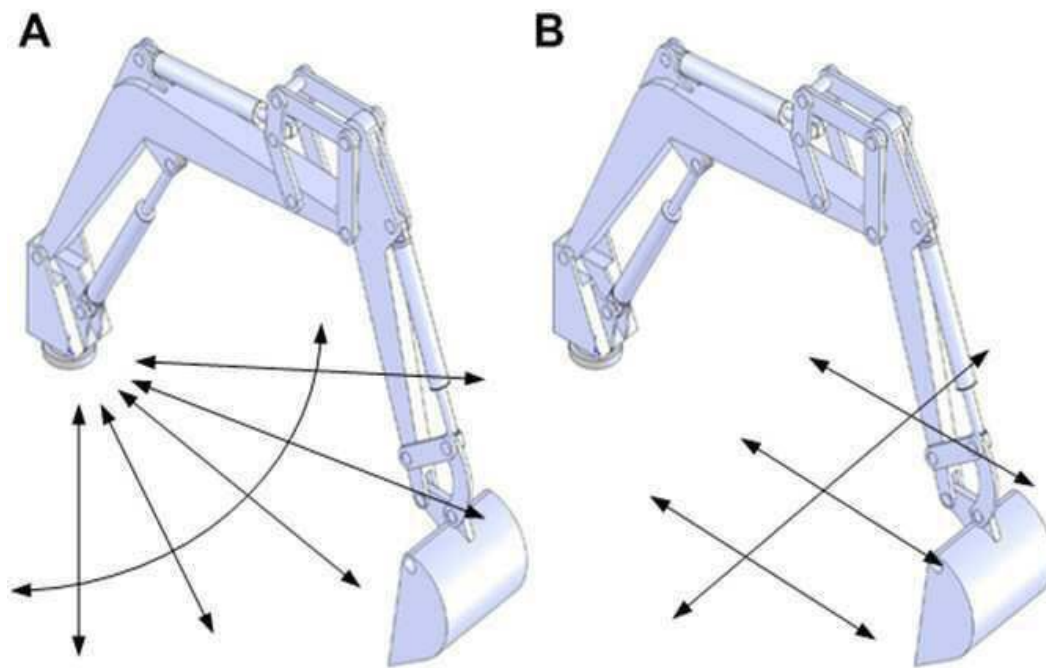
선회 실린더변위센서(4-DS4)

도면

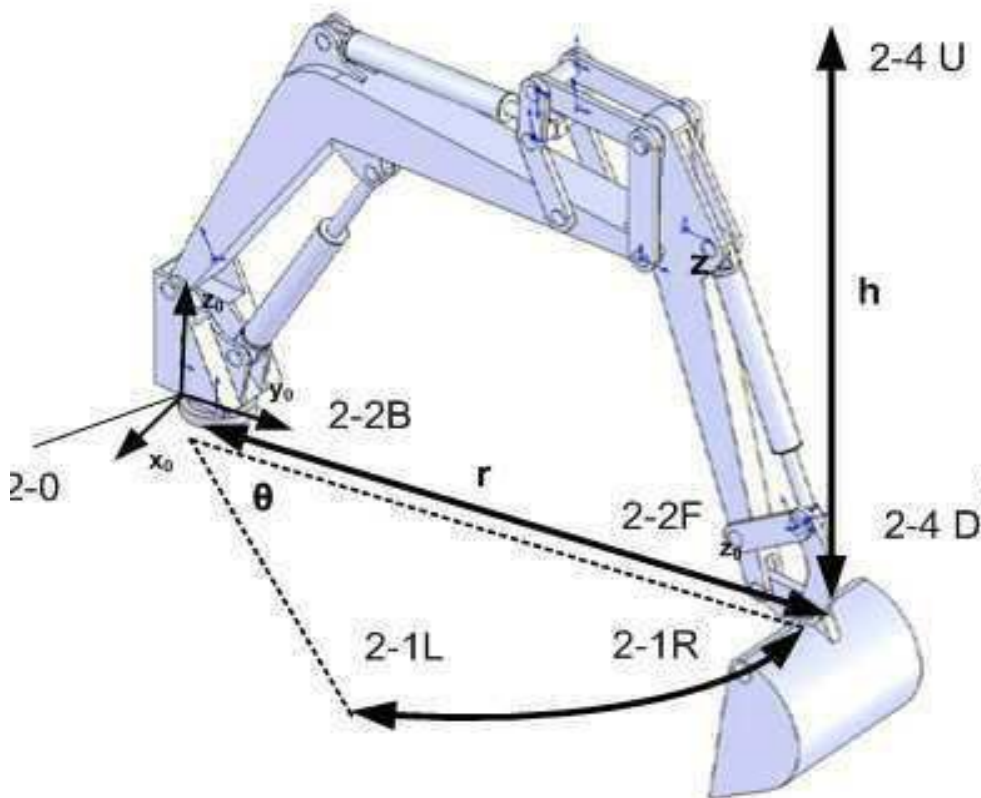
도면1



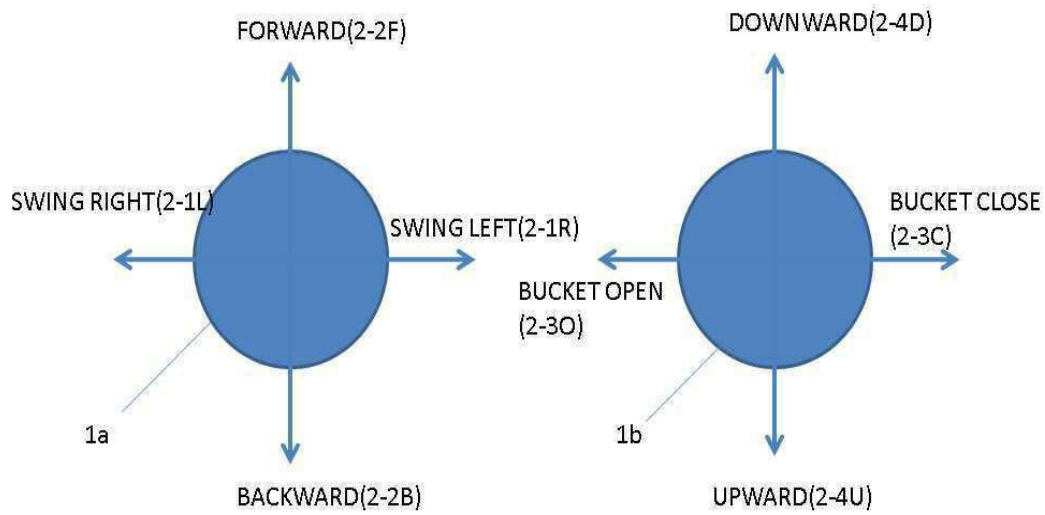
도면2



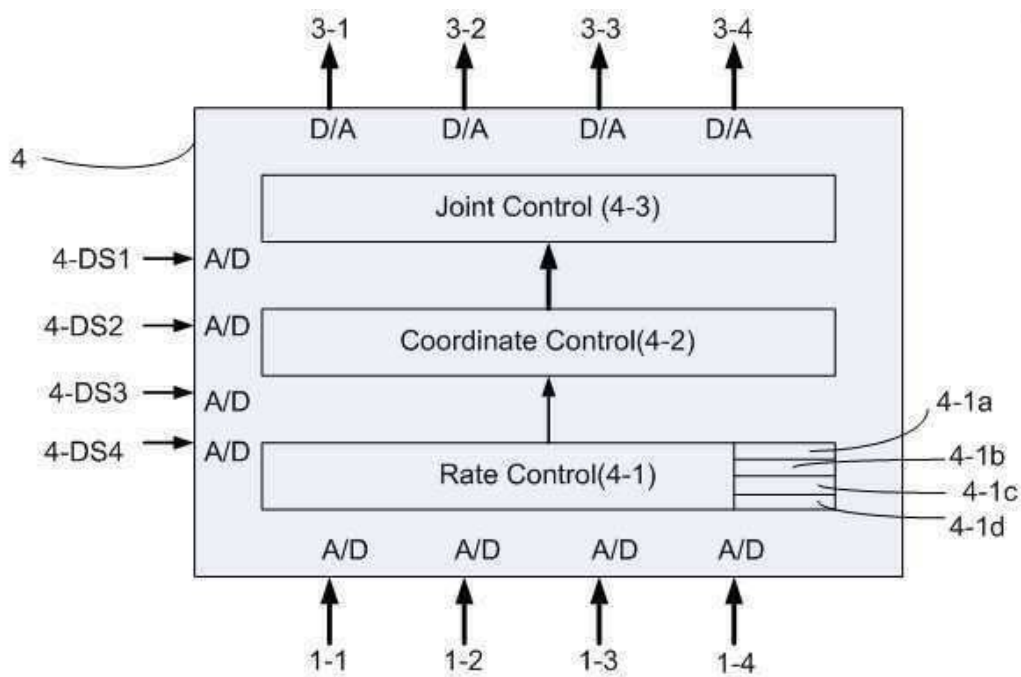
도면3



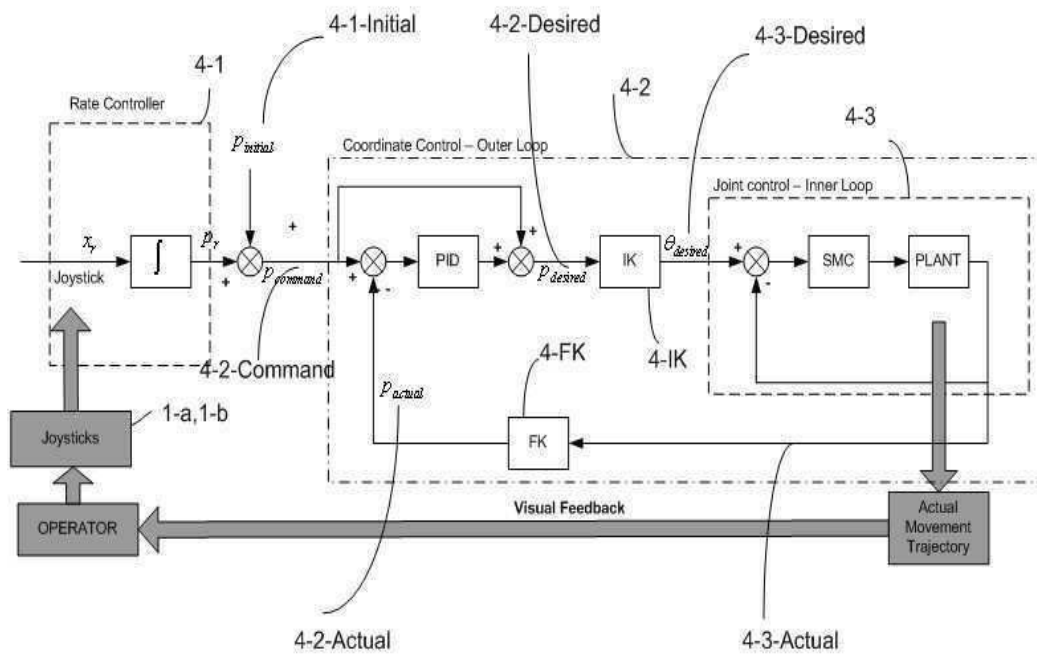
도면4



도면5



도면6



도면7

