



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0097896
(43) 공개일자 2020년08월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 9/16 (2006.01)

(52) CPC특허분류
B25J 9/161 (2013.01)
B25J 9/1671 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0015283

(22) 출원일자 2019년02월11일
심사청구일자 2019년02월11일

(71) 출원인
경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)

(72) 발명자
김동한

서울특별시 강남구 삼성로 212, 11동 1110호
강연

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 경희대학교
국제캠퍼스

(74) 대리인
김홍석

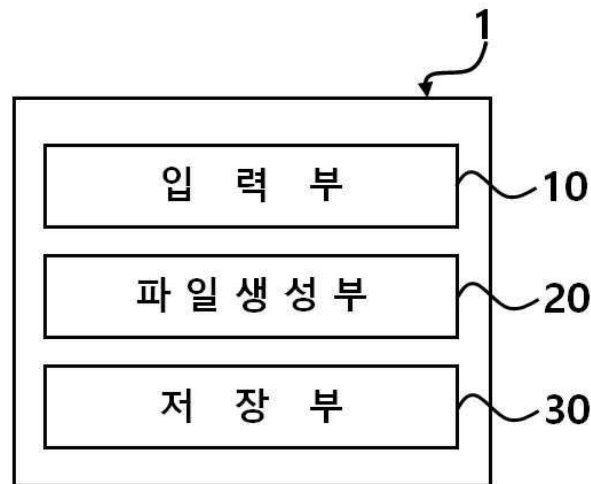
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 매니플레이터 URDF파일 생성장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성장치는 매니플레이터 시뮬레이션을 위한 URDF파일 생성 장치로서, 상기 매니플레이터의 링크 개수 및 DH(Denavit-Hartenberg)파라미터 정보를 입력받는 입력부 및 상기 입력된 링크 개수 및 DH파라미터 정보를 이용하여 URDF파일을 생성하는 파일생성부를 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10067414
부처명	산업자원부
연구관리전문기관	한국산업기술평가관리원
연구사업명	로봇산업핵심기술개발사업-로봇원천제품
연구과제명	제조로봇용 실시간 지원 SW 플랫폼 기술 개발
기 여 율	1/1
주관기관	(주)푸른기술
연구기간	2016.07.01 ~ 2019.06.30

명세서

청구범위

청구항 1

매니퓰레이터 시뮬레이션을 위한 URDF파일 생성 장치로서,

상기 매니퓰레이터의 링크 개수 및 DH(Denavit-Hartenberg)파라미터 정보를 입력받는 입력부; 및

상기 입력된 링크 개수 및 DH파라미터 정보를 이용하여 URDF파일을 생성하는 파일생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 URDF파일 생성 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 생성된 URDF파일을 저장하는 저장부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 URDF파일 생성 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 저장부는 기 설정된 링크의 질량정보, 링크의 형상정보, 조인트의 부모링크 및 자식링크정보를 저장하는 것을 특징으로 하는 URDF파일 생성장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 DH(Denavit-Hartenberg) 파라미터 정보는 α_i (z_i 축과 z_{i+1} 축간의 각도), a_i (z_i 와 z_{i+1} 의 수직거리) 및 d_i (x_{i-1} 축과 x_i 축간 거리)를 포함하는 것을 특징으로 하는 URDF파일 생성장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 파일생성부는

링크의 무게중심정보, 관성정보 및 링크의 길이정보를 포함하는 링크구성요소정보와

관절위치정보 및 회전축정보를 포함하는 조인트구성요소정보를 포함하는 정보를 생성하는 것을 특징으로 하는 URDF파일 생성장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 무게중심정보는 기 설정된 원점에서 링크의 무게중심좌표인 x값, y값, z값 및 링크의 회전좌표인 roll값, pitch값, yaw값 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 URDF파일 생성장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 관성정보는 링크의 x, y, z 각 축을 기준으로 회전방향의 관성값을 포함하는 것을 특징으로 하는 URDF파일 생성장치.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 링크의 길이정보는 링크의 무게중심을 기준으로 x , y , z 각 축에 대한 링크의 길이정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 URDF파일 생성장치.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 관절위치정보는 링크의 무게중심에서 관절까지의 거리를 x , y , z 각 축에 대한 위치좌표로 표현한 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 URDF파일 생성장치.

청구항 10

URDF파일 생성장치에 의해서 수행되는 URDF파일 생성방법으로서,

(a) α_i (z_i 축과 z_{i+1} 축간의 각도), a_i (z_i 와 z_{i+1} 의 수직거리) 및 d_i (x_{i-1} 축과 x_i 축간 거리)를 포함하는 DH파라미터를 수신하는 단계; 및

(b) 상기 DH파라미터를 이용하여 링크의 무게중심정보, 관성정보 및 링크의 길이정보를 포함하는 링크구성요소 정보와 관절위치정보 및 회전축정보를 포함하는 조인트구성요소정보를 포함하는 정보를 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 URDF파일 생성방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 (a)단계 이전에 조인트의 개수를 입력받는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 URDF파일 생성방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 (b)단계는

기 저장된 링크의 질량정보, 링크의 형상정보 및 조인트와 연결되는 부모링크정보, 자식링크정보를 이용하여 URDF파일을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 URDF파일 생성방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 무게중심정보는 기 설정된 원점에서 링크의 무게중심좌표인 x 값, y 값, z 값 및 링크의 회전좌표인 roll값, pitch값, yaw값 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 URDF파일 생성방법.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 관성정보는 링크의 x , y , z 각 축을 기준으로 회전방향의 관성값을 포함하는 것을 특징으로 하는 URDF파일 생성방법.

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 링크의 길이정보는 링크의 무게중심을 기준으로 x , y , z 각 축에 대한 링크의 길이정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 URDF파일 생성방법.

청구항 16

제10항에 있어서,

상기 관절위치정보는 링크의 무게중심에서 관절까지의 거리를 x , y , z 각 축에 대한 위치좌표로 표현한 정보를 포함하는 것을 특징으로 하는 URDF파일 생성방법.

청구항 17

제10항 내지 제16항 중 어느 한 항에 따른 방법을 수행하는 컴퓨터 프로그램이 기록된 기록매체.

청구항 18

URDF파일을 이용한 매니플레이터 시뮬레이션 시스템으로서,

DH(Denavit-Hartenberg)파라미터를 수신하는 인터페이스;

상기 DH(Denavit-Hartenberg)파라미터를 이용하여 URDF파일을 생성하는 URDF파일 생성장치; 및

상기 URDF파일을 수신하여 매니플레이터 시뮬레이션을 수행하는 시뮬레이션 장치를 포함하는 매니플레이터 시뮬레이션 시스템.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 DH(Denavit-Hartenberg) 파라미터 정보는 $\alpha_i(z_i$ 축과 z_{i+1} 축간의 각도), $a_i(z_i$ 와 z_{i+1} 의 수직거리) 및 $d_i(x_{i-1}$ 축과 x_i 축간 거리)를 포함하는 것을 특징으로 하는 매니플레이터 시뮬레이션 시스템.

청구항 20

제18항에 있어서,

상기 URDF생성장치는 생성된 URDF파일을 저장하는 저장부를 포함하는 것을 특징으로 하는 매니플레이터 시뮬레이션 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 매니플레이터 URDF(Universal Robotic Description Format)파일을 생성하는 장치 및 그 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 DH(Denavit-Hartenberg)파라미터를 이용하여 URDF파일을 생성하는 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 산업계에서 사용되는 로봇은 크게 매니플레이터와 이동 로봇의 두가지로 분류된다. 우선, 매니플레이터는 여러개의 팔을 가지고 물체를 집어 옮기거나 엔드-이펙터를 사용하여 조립하는 작업 등의 기능을 수행하며, 이동 로봇은 자율적으로 장애물을 피해가며 주어진 경로를 따라가서 물체를 이송하는 작업을 수행한다. 매니플레이터 로봇은 회전 운동 또는 선 운동의 관절을 가질 수 있으며 그 자유도에 따라 연결된 링크의 운동이 결정된다.

[0003] 최근 매니플레이터 시뮬레이션에 대한 분석과 활용에 대한 많은 연구가 있다. 시뮬레이션을 통해서 로봇의 운동, 역학, 다양한 움직임을 테스트 할 수 있으며, 로봇의 작업반경 등을 계산하거나 부하가 작용하는 매니플레이터의 작동상태를 미리 판정할 수 있다.

[0004] 그러나 매니플레이터 시뮬레이션을 수행하기 위해서 매니플레이터의 링크와 조인트의 각각의 스펙, 형상 등에 대한 정보를 기반으로 URDF파일을 직접 제작해야 한다. URDF파일은 로봇 모델링을 제공하기 위한 XML(extensible markable language) 포맷이다. URDF파일은 로봇의 의도된 행동이나 외형에 대한 정보를 담고 있으며, V-rep 또는 Gazebo와 같은 여러 상업적 시뮬레이터에 로봇모델을 생성하는데 사용된다.

[0005] 그러나 다양한 매니플레이터에 대한 시뮬레이션을 수행하기 위해서 URDF파일을 작성하는 것은 노력이 많이 소요되고, 시간적인 낭비요인으로 작용한다. 특히, 매니플레이터의 활용도가 증가하고 있는 상황에서 다양한 시뮬레이션을 가능한 빨리 수행하는 것은 매니플레이터의 생산성과도 직결되는 문제로 매우 중요한 이슈로 떠오르고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0006] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2014-0090601호(2014.07.17)
(특허문헌 0002) 대한민국 등록특허 제10-0738258호(2007.07.05)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명의 목적은 DH파라미터 정보만으로도 매니퓰레이터의 시뮬레이션이 가능한 URDF파일을 생성하는 URDF파일 생성장치를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성장치는 매니퓰레이터 시뮬레이션을 위한 URDF파일 생성 장치로서, 상기 매니퓰레이터의 링크 개수 및 DH(Denavit-Hartenberg)파라미터 정보를 입력받는 입력부 및 상기 입력된 링크 개수 및 DH파라미터 정보를 이용하여 URDF파일을 생성하는 파일생성부를 포함한다.
- [0009] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성장치는 상기 생성된 URDF파일을 저장하는 저장부를 더 포함할 수 있다.
- [0010] 여기서, 상기 저장부는 기 설정된 링크의 질량정보, 링크의 형상정보, 조인트의 부모링크 및 자식링크정보를 저장할 수 있다.
- [0011] 여기서, 상기 DH(Denavit-Hartenberg) 파라미터 정보는 $\alpha_i(z_i$ 축과 z_{i+1} 축간의 각도), $a_i(z_i$ 와 z_{i+1} 의 수직거리) 및 $d_i(x_{i-1}$ 축과 x_i 축간 거리)를 포함할 수 있다.
- [0012] 여기서, 상기 파일생성부는 링크의 무게중심정보, 관성정보 및 링크의 길이정보를 포함하는 링크구성요소정보와 관절위치정보 및 회전축정보를 포함하는 조인트구성요소정보를 포함하는 정보를 생성할 수 있다.
- [0013] 여기서, 상기 무게중심정보는 기 설정된 원점에서 링크의 무게중심좌표인 x값, y값, z값 및 링크의 회전좌표인 roll값, pitch값, yaw값 정보를 포함할 수 있다.
- [0014] 여기서, 상기 관성정보는 링크의 x, y, z 각 축을 기준으로 회전방향의 관성값을 포함할 수 있다.
- [0015] 여기서, 상기 링크의 길이정보는 링크의 무게중심을 기준으로 x, y, z 각 축에 대한 링크의 길이정보를 포함할 수 있다.
- [0016] 여기서, 상기 관절위치정보는 링크의 무게중심에서 관절까지의 거리를 x, y, z 각 축에 대한 위치좌표로 표현한 정보를 포함할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성방법은 URDF파일 생성장치에 의해서 수행되는 URDF파일 생성방법으로서, $\alpha_i(z_i$ 축과 z_{i+1} 축간의 각도), $a_i(z_i$ 와 z_{i+1} 의 수직거리) 및 $d_i(x_{i-1}$ 축과 x_i 축간 거리)를 포함하는 DH파라미터를 수신하는 단계 및 상기 DH파라미터를 이용하여 링크의 무게중심정보, 관성정보 및 링크의 길이정보를 포함하는 링크구성요소정보와 관절위치정보 및 회전축정보를 포함하는 조인트구성요소정보를 포함하는 정보를 생성하는 단계를 포함한다.
- [0018] 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성방법은 상기 DH파라미터를 수신하는 단계 이전에 조인트의 개수를 입력받는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 여기서, 상기 링크구성요소정보와 조인트구성요소정보를 생성하는 단계는 기 저장된 링크의 질량정보, 링크의 형상정보 및 조인트와 연결되는 부모링크정보, 자식링크정보를 이용하여 URDF파일을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0020] 여기서, 상기 무게중심정보는 기 설정된 원점에서 링크의 무게중심좌표인 x값, y값, z값 및 링크의 회전좌표인

roll값, pitch값, yaw값 정보를 포함할 수 있다.

- [0021] 여기서, 상기 관성정보는 링크의 x, y, z 각 축을 기준으로 회전방향의 관성값을 포함할 수 있다.
- [0022] 여기서, 상기 링크의 길이정보는 링크의 무게중심을 기준으로 x, y, z 각 축에 대한 링크의 길이정보를 포함할 수 있다.
- [0023] 여기서, 상기 관절위치정보는 링크의 무게중심에서 관절까지의 거리를 x, y, z 각 축에 대한 위치좌표로 표현한 정보를 포함할 수 있다.
- [0024] 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일을 이용한 매니플레이터 시뮬레이션 시스템은 DH(Denavit-Hartenberg)파라미터를 수신하는 인터페이스, 상기 DH(Denavit-Hartenberg)파라미터를 이용하여 URDF파일을 생성하는 URDF파일 생성장치 및 상기 URDF파일을 수신하여 매니플레이터 시뮬레이션을 수행하는 시뮬레이션 장치를 포함한다.
- [0025] 여기서, 상기 DH(Denavit-Hartenberg) 파라미터 정보는 α_i (z_i 축과 z_{i+1} 축간의 각도), a_i (z_i 와 z_{i+1} 의 수직거리) 및 d_i (x_{i-1} 축과 x_i 축간 거리)를 포함할 수 있다.
- [0026] 여기서, 상기 URDF생성장치는 생성된 URDF파일을 저장하는 저장부를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0027] 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성장치 및 방법에 의하면, 빠르고 간편하게 시뮬레이션을 위한 URDF파일을 생성할 수 있다.
- [0028] 또한, 다양한 매니플레이터의 시뮬레이션 환경에 대응할 수 있어, 매니플레이터의 제작시에 활용할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성장치의 기능 블록도이다.
- 도 2는 DH파라미터 정보를 설명하기 위한 예시 매니플레이터이다.
- 도 3은 도 2의 매니플레이터 DH파라미터 정보이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성 알고리즘 예시이다.
- 도 5와 도 6은 URDF파일을 생성하기 위한 입력창 예시이다.
- 도 7은 5개 조인트를 갖는 6개 링크의 DH파라미터 값이다.
- 도 8은 도 7의 입력에 의해 생성된 URDF파일의 예시도면이다.
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성방법의 순서도이다.
- 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 매니플레이터 시뮬레이션 시스템의 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 상술한 본 발명의 특징 및 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다.
- [0031] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0032] 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용한다.
- [0033] 제1, 제2등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.
- [0034] 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하

게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

- [0035] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다.
- [0036] 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않아야 한다.
- [0037] 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 모듈, 블록 및 부는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.
- [0038] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부한 도면을 참조하여 당해 분야에 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 설명한다. 하기에서 본 발명의 실시 예를 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 공지의 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0040] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성장치의 기능 블록도이다.
- [0041] 도 1에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성장치(1)는 매니플레이터 시뮬레이션을 위한 URDF파일 생성 장치로서, 상기 매니플레이터의 링크 개수 및 DH(Denavit-Hartenberg)파라미터 정보를 입력받는 입력부(10) 및 상기 입력된 링크 개수 및 DH파라미터 정보를 이용하여 URDF파일을 생성하는 파일생성부(20)를 포함한다. 또한, 상기 생성된 URDF파일을 저장하는 저장부(30)를 더 포함한다.
- [0042] 입력부(10)는 URDF파일을 생성하기 위한 기본 입력정보인 링크개수 및 DH파라미터 정보를 입력받는다. 특히 링크개수가 입력되면, 입력해야 하는 DH파라미터의 셋트 개수도 결정된다.
- [0043] 파일 생성부(20)는 입력부(10)에서 입력받은 링크개수 및 DH파라미터 정보를 이용하여 URDF파일을 생성한다. URDF파일은 다양한 상업용 시뮬레이터인 V-rep, Gazebo에 적용하여 로봇 모델을 생성하는데 사용된다.
- [0044] 도 2는 DH파라미터 정보를 설명하기 위한 예시 매니플레이터이다.
- [0045] 도 3은 도 2의 매니플레이터 DH파라미터 정보이다.
- [0046] 도 2와 도 3에 도시된 바와 같이 DH파라미터는 α_i , a_i , d_i (여기서 i 는 링크의 개수)에 대한 정보를 포함한다. 여기서 α_i 는 z_i 축과 z_{i+1} 축간의 각도를 의미한다. 직교좌표계에서 z 축(common normal)은 일반적으로 링크가 회전하는 평면에 수직인 방향을 기준으로 한다.
- [0047] α_i 는 조인트와 링크의 회전을 나타내는 파라미터로서 시계방향의 회전을 양의 값으로 하여 0 , $\pi/2$, $-\pi/2$, π 값을 가질 수 있다.
- [0048] a_i 는 z_i 와 z_{i+1} 의 수직거리를 의미한다.
- [0049] 도 2와 도 3에 도시된 바와 같이 a_2 는 x_2 축을 따라서 z_2 와 z_3 의 이격된 수직거리를 의미한다.
- [0050] d_i 는 x_{i-1} 축과 x_i 축간 거리를 의미한다.
- [0051] 도 2와 도 3에 도시된 바와 같이 d_3 는 x_2 와 x_3 축간의 이격된 수직거리를 의미한다.
- [0052] 기존에는 매니플레이터의 설계시에 정의되는 위와 같은 DH파라미터 정보를 통해서 URDF파일을 새롭게 만들어야 한다.
- [0053] 새롭게 구성되는 URDF파일은 위 정보를 기반으로 하여 주어지는 α_i 값에 따라 a_i , d_i 가 갖게되는 값을 계산하고 코딩작업을 통해서 입력해야 하는 번거로움이 있었다.
- [0054] 본 발명을 통해서 생성되는 URDF파일에 대해서 상세히 설명하면, URDF파일은 링크구성요소정보와 조인트구성요소정보로 구별된다. 링크구성요소정보는 링크의 무게중심정보, 관성정보 및 링크의 길이정보를 포함한다. 조인

트구성요소정보는 관절위치정보 및 회전축정보를 포함한다.

- [0055] 무게중심정보는 기 설정된 원점(일반적으로 링크의 시작지점이거나 조인트의 중심)에서 링크의 무게중심좌표인 x 값, y 값, z 값 및 링크의 회전좌표인 roll값, pitch값, yaw값 정보를 포함한다. 무게중심정보를 통해서 링크의 길이와 위치관계를 표현할 수 있다.
- [0056] 관성정보는 링크의 x , y , z 각 축을 기준으로 회전방향의 관성값을 포함한다. 일반적으로 로봇 매니퓰레이터를 제작하는 회사인 KUKA나 Universal Robots 등은 링크의 관성정보를 제공하고 있다. 이 정보가 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일의 생성장치 저장부에 저장되어, 관성정보로서 제공된다.
- [0057] 링크의 길이정보는 링크의 무게중심을 기준으로 x , y , z 각 축에 대한 링크의 길이정보를 포함한다. 일반적으로 링크의 길이정보는 링크의 정 중앙을 기준으로 X , y , z 각 축으로 얼마나 긴지를 의미할 수 있다.
- [0058] 관절위치정보는 링크의 무게중심에서 관절까지의 거리를 x , y , z 각 축에 대한 위치좌표로 표현한 정보를 포함한다. 일반적으로 관절위치정보는 부모링크의 중심점을 기준으로 x , y , z 각 축 방향으로 각각 얼마나 떨어진 곳에 관절이 위치할지를 설정된 정보이다.
- [0059] 회전축 정보는 로봇의 관절축이 x , y , z 축 중 어디를 기준으로 회전하는지를 나타내는 정보이다.
- [0060] 정리하면, 파일 생성부(20)는 위와 같은 URDF파일의 링크구성요소정보와 조인트 구성요소정보를 입력되는 DH파라미터를 통해서 연산하여, URDF파일을 구성한다.
- [0061] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성 알고리즘 예시이다.
- [0062] 도 4에 도시된 알고리즘을 이용하여 DH파라미터를 통해서 URDF파일을 생성하는데 링크의 개수가 N 개라고 가정하면, α_i 가 0 또는 π 인 경우에는 $i+1$ 번째 a , d , 링크의 무게중심정보, 관절의 회전축 정보는 이전 i 번째 링크와 동일하게 유지되고, α_i 가 $\pi/2$ 인 경우, $i+1$ 번째 a 와 d 는 서로 바뀌고, 관절의 회전축 정보에서 y 축과 z 축이 서로 바뀌게 되고, α_i 가 $-\pi/2$ 인 경우, $i+1$ 번째 a 와 d 는 서로 바뀌고, 관절의 회전축 정보에서 y 축과 z 축이 서로 바뀌게 되고, 링크의 길이정보와 관절위치정보를 표현하는 좌표축의 원점을 기준으로 y 축과 z 축이 서로 바뀌게 된다.
- [0063] 이러한 알고리즘을 통해서 각 링크에서 z 축의 회전각도(α)에 따라서 다음 링크의 좌표축이 결정되는 과정을 거치게 되고, 이를 통해서 URDF파일을 구성하는 링크구성요소정보와 조인트구성요소정보를 획득한다.
- [0064] 저장부(30)는 기 설정된 링크의 질량정보, 링크의 형상정보, 조인트의 부모링크 및 자식링크정보를 저장한다.
- [0065] 링크의 형상정보는 링크의 모양이 직사각형 모양인지 원통모양인지 등을 의미하며, 저장부(30)는 링크의 다양한 형상정보를 저장하여 설정할 수 있도록 한다.
- [0066] 또한, 링크의 질량정보는 링크의 재질에 따라 또는 링크의 형상정보에 따라서 값을 설정할 수 있도록 저장부에 기 저장된다. 부모링크 및 자식링크정보는 조인트의 일단과 타단에 연결되는 링크가 부모링크인지 자식링크인지를 설정하도록 한다.
- [0067] 부모링크는 실제 로봇팔을 시뮬레이션 할때, 부모 링크는 가만히 있고 자식링크가 움직이게 되며, 조인트에 연결되는 각 부모링크, 자식링크의 이름을 기재할 수 있다.
- [0068] 도 5와 도 6은 URDF파일을 생성하기 위한 입력창 예시이다.
- [0069] 도 5에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성장치를 동작시키기 위한 입력창이 활성화되면, 먼저 조인트의 개수를 입력받는다. 도 5에서는 4개의 조인트(4 axis)를 갖는 것으로 설정한 예이다.
- [0070] 도 5와 같이 4개의 조인트를 갖는 것으로 설정하면, 도 6과 같은 또 다른 입력창이 활성화 된다. 도 6은 각 조인트에 연결되는 링크에 대한 정보를 입력하는 창으로 베이스 링크(base link)부터 링크 4(Link 4)까지 각 링크의 a , α , d 값을 입력하는 창이다.
- [0071] 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성장치(1)는 입력부(10)를 통해서 각 조인트에 연결되는 링크정보를 입력받고, 아래 convert URDF를 클릭하게 되면, URDF파일 생성을 위한 도 4와 같은 알고리즘이 동작한다.
- [0072] 실제 구현된 DH파라미터의 입력에 따라 생성된 URDF파일의 예를 도 7과 도 8을 통해 살펴본다.
- [0073] 도 7은 5개 조인트를 갖는 6개 링크의 DH파라미터 값이다.

- [0074] 도 8은 도 7의 입력에 의해 생성된 URDF파일의 예시도면이다.
- [0075] 도 7에 도시된 바와 같이 5개의 조인트를 갖는 6개 링크 입력창 각각에 a, d, alpha를 입력하고, 도 4에 도시된 알고리즘을 적용하면, 도 8과 같은 URDF파일이 생성된다. 이처럼 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성장치(1)에 의해서 생성된 URDF파일은 저장부(30)에 저장되거나 별도의 시뮬레이션 장치에 의해서 매니플레이터의 시뮬레이션이 가능하다.
- [0076] 이상 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성장치에 대해서 살펴보았다.
- [0077] 다음으로 본 발명의 또 다른 양태에 따른 URDF파일 생성방법에 대해서 도 9를 통해서 살펴본다. 이하 앞선 실시예와 중복되는 구성요소에 대한 설명은 논의의 편의상 생략한다.
- [0078] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성방법의 순서도이다.
- [0079] 도 9에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성방법은 URDF파일 생성장치에 의해서 수행되는 URDF파일 생성방법으로서, $\alpha_i(z_i$ 축과 z_{i+1} 축간의 각도), $a_i(z_i$ 와 z_{i+1} 의 수직거리) 및 $d_i(x_{i-1}$ 축과 x_i 축간 거리)를 포함하는 DH파라미터를 수신하는 단계(S200) 및 상기 DH파라미터를 이용하여 링크의 무게중심정보, 관성정보 및 링크의 길이정보를 포함하는 링크구성요소정보와 관절위치정보 및 회전축정보를 포함하는 조인트구성요소정보를 포함하는 정보를 생성하는 단계(S300)를 포함한다. 또한, 도 9와 같이 DH파라미터를 수신하는 단계 이전에 조인트의 개수를 입력받는 단계(S100)를 더 포함한다.
- [0080] 사용자는 실제 매니플레이터를 제작하기에 앞서서 설계하고자 하는 매니플레이터의 시뮬레이션 결과를 확인하기 위해서 URDF파일을 생성한다.
- [0081] URDF파일 생성장치는 매니플레이터의 조인트 개수를 입력받는다(S100). 조인트 개수가 입력되면 조인트에 연결되는 링크(link)의 a, alpha, d값을 입력하기 위한 창이 활성화된다.
- [0082] $\alpha_i(z_i$ 축과 z_{i+1} 축간의 각도), $a_i(z_i$ 와 z_{i+1} 의 수직거리) 및 $d_i(x_{i-1}$ 축과 x_i 축간 거리)를 포함하는 DH파라미터를 수신하는 단계(S200)는 개별 링크의 DH파라미터 값으로서, 시뮬레이션을 하기 위한 매니플레이터 각 개별 링크의 DH파라미터를 수신한다. 각 입력된 DH파라미터는 앞서 살펴본 도 4의 알고리즘이 이용하여 URDF파일을 생성하기 위한 기초 입력자료로 활용된다.
- [0083] 상기 DH파라미터를 이용하여 링크의 무게중심정보, 관성정보 및 링크의 길이정보를 포함하는 링크구성요소정보와 관절위치정보 및 회전축정보를 포함하는 조인트구성요소정보를 포함하는 정보를 생성하는 단계(S300)는 기 저장된 링크의 질량정보, 링크의 형상정보 및 조인트와 연결되는 부모링크정보, 자식링크정보를 이용하여 URDF파일을 생성하는 단계를 포함한다. 수신한 DH파라미터에 의해서 연산될 수 있는 링크구성요소정보와 조인트구성요소정보 이외에 사용자에게 의해서 설정될 수 있는 개별 링크에 관한 정보인 질량정보, 형상정보 등을 수신하고, 부모링크와 자식링크의 이름 등을 새롭게 입력받거나 기 저장되어 있는 정보로 입력된다.
- [0084] 이러한 과정을 통해서 생성된 URDF파일은 설계가 예정되어 있거나 설계중인 매니플레이터의 시뮬레이션을 위해서 활용된다.
- [0085] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 매니플레이터 시뮬레이션 시스템의 구성도이다.
- [0086] 도 10에 도시된 바와 같이 본 발명의 실시예에 따른 매니플레이터 시뮬레이션 시스템은 DH(Denavit-Hartenberg)파라미터를 수신하는 인터페이스(2), 상기 DH(Denavit-Hartenberg)파라미터를 이용하여 URDF파일을 생성하는 URDF파일 생성장치(1) 및 상기 URDF파일을 수신하여 매니플레이터 시뮬레이션을 수행하는 시뮬레이션 장치(3)를 포함한다.
- [0087] 인터페이스(2)는 매니플레이터를 설계하는 사용자에게 의해서 DH파라미터를 입력할 수 있는 키보드, 마우스, 터치스크린 등 각종 데이터를 입력할 수 있는 적용가능한 모든 장치를 의미할 수 있다. 특히 이러한 인터페이스(2)는 도 5, 도 6과 같이 Python GUI프로그램인 PyQt5에 의해서 구현된 GUI에 입력할 수 있는 각종 입력장치일 수 있다.
- [0088] URDF파일 생성장치(1)는 앞선 실시예에서 설명한 바와 같이 입력부, URDF파일을 생성하는 파일생성부, URDF파일을 저장하는 저장부를 포함하는 장치일 수 있다. 특히 본 발명의 실시예에 따른 URDF파일 생성장치(1)는 매니플레이터의 링크정보를 포함하고 있는 DH파라미터를 통해서 URDF파일을 생성할 수 있는 적용가능한 모든 장치를 의미할 수 있다.

[0089] 시물레이션 장치(3)는 URDF파일 생성장치에서 생성된 URDF파일을 수신하여 매니플레이터의 동작 및 작동상태를 시물레이션 할 수 있는 V-rep 또는 Gazebo 일수 있으나 반드시 이에 제한되는 것은 아니다.

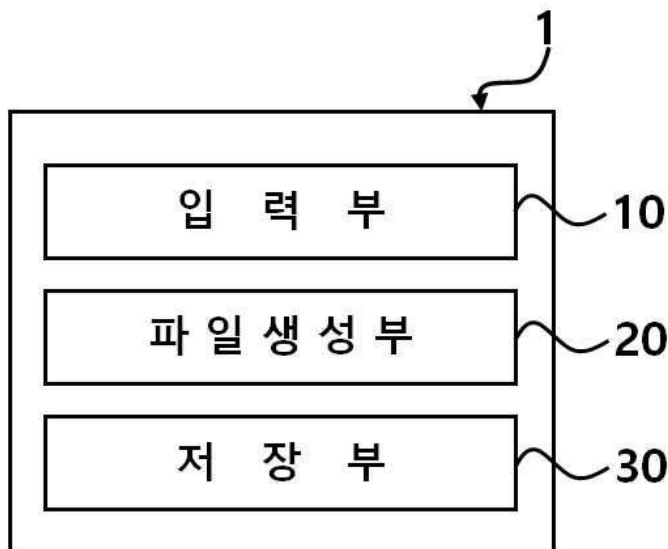
[0090] 소프트웨어적인 구현에 의하면, 본 명세서에서 설명되는 절차 및 기능뿐만 아니라 각각의 구성 요소들에 대한 설계 및 파라미터 최적화는 별도의 소프트웨어 모듈로도 구현될 수 있다. 적절한 프로그램 언어로 쓰여진 소프트웨어 어플리케이션으로 소프트웨어 코드가 구현될 수 있다. 상기 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되고, 제어부(controller) 또는 프로세서(processor)에 의해 실행될 수 있다.

부호의 설명

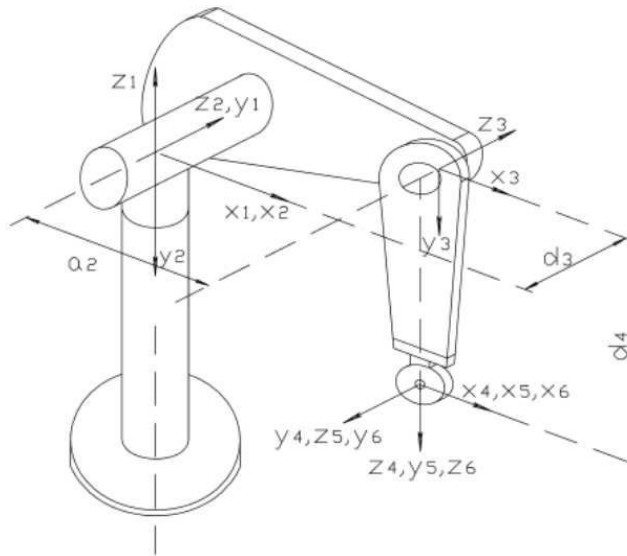
[0091] 10 입력부
20 파일생성부
30 저장부

도면

도면1



도면2



도면3

i	α_{i-1}	a_{i-1}	d_i
1	0°	0	0
2	-90°	0	0
3	0°	a_2	d_3
4	-90°	a_3	d_4
5	90°	0	0
6	-90°	0	0

도면4

Algorithm 1 URDF generating algorithm

Input: DH parameters: a, α, d

Input: N axis

```

1: Sub URDF generating algorithm()
2:   set all axis  $y[1:N] = 0$  and axis  $z[1:N] = 1$ 
3:   set all origin  $y[1:N] = 0$  and origin  $z[1:N] = 1$ 
4:   set  $i = 1$ 
5:   while  $i = N - 1$ 
6:     if  $\alpha[i] = 0$  or  $\pi$ 
7:        $a, d$ , link and joint axis are not change
8:     elseif  $\alpha[i] = \pi/2$ 
9:       switch all  $a[1:N]$  and  $d[1:N]$ 
10:      switch all joint axis  $y[1:N]$  and joint  $z[1:N]$ 
11:     else
12:       switch all  $a[1:N]$  and  $d[1:N]$ 
13:       switch all axis  $y[1:N]$  and  $z[1:N]$ 
14:       switch link origin  $y[i+1:N]$  and
         link origin  $z[i+1:N]$ 
15:       switch joint origin  $y[i+1:N]$  and
         joint origin  $z[i+1:N]$ 
16:      $i = i + 1$ 
17: end

```

도면5

URDF Converter

Select the axis of the manipulator you want to create.

☒ 4 axis
 ☐ 5 axis
 ☐ 6 axis
 ☐ 7 axis

Submit

도면6

Convert 4 axis URDF

Please enter the following values.

Base link	Link 1	Link 2	Link 3	Link 4
a: 0	a: 0	a: 0	a: 0	a: 0
alpha: 0	alpha: 0	alpha: 0	alpha: 0	alpha: 0
d: 0	d: 0	d: 0	d: 0	d: 0
Joint 1 type: unknown	Joint 2 type: unknown	Joint 3 type: unknown	Joint 4 type: unknown	

convert URDF

도면7

Kinematics	a [m]	d [m]	alpha [rad]
link 1	0	0.089159	$\pi/2$
link 2	-0.425	0	0
link 3	-0.39225	0	0
link 4	0	0.10915	$\pi/2$
link 5	0	0.09465	$-\pi/2$
link 6	0	0.0823	0

도면8

```
<?xml version="1.0" ?>
<robot name="6Axis">

  <link name="base"/>

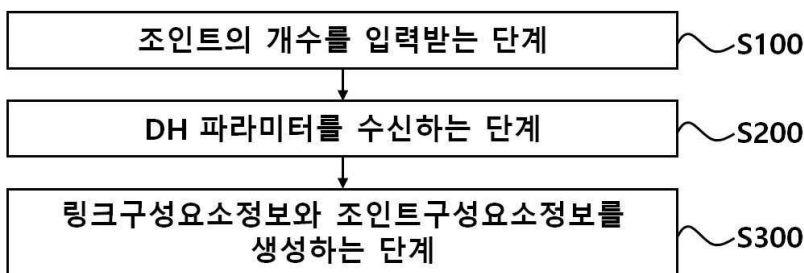
  <joint name="fixed" type="fixed">
    <parent link="base"/>
    <child link="link1"/>
  </joint>

  <link name="link1">
    <collision>
      <origin xyz="0 0 0.04458" rpy="0 0 0"/>
      <geometry>
        <box size="0.01 0.01 0.08916"/>
      </geometry>
    </collision>
    <visual>
      <origin xyz="0 0 0.04458" rpy="0 0 0"/>
      <geometry>
        <box size="0.01 0.01 0.08916"/>
      </geometry>
      <material name="black"/>
    </visual>
    <inertial>
      <origin xyz="0 0 0.04458" rpy="0 0 0"/>
      <mass value="1"/>
      <inertia ixx="1.0" ixy="0.0" ixz="0.0" iyy="1.0" izy="0.0" izz="1.0"/>
    </inertial>
  </link>

  <joint name="joint1" type="revolute">
    <parent link="link1"/>
    <child link="link2"/>
    <origin xyz="0 0 0.08916" rpy="0 0 0"/>
    <axis xyz="0 1 0"/>
  </joint>

  <link name="link2">
    <collision>
      <origin xyz="0 0 0.2125" rpy="0 0 0"/>
      <geometry>
        <box size="0.01 0.01 0.425"/>
      </geometry>
    </collision>
    <visual>
      <origin xyz="0 0 0.2125" rpy="0 0 0"/>
      <geometry>
        <box size="0.01 0.01 0.425"/>
      </geometry>
      <material name="orange"/>
    </visual>
    <inertial>
      <origin xyz="0 0 0.25" rpy="0 0 0"/>
```

도면9



도면10

