

맥조인트를 이용한 다관절 로봇핸드 설계

Design of a Humanoid Robot-hand with MEC-Joint

이 상 문[†], 이 경 돈¹, 민 흥 기², 노 태 성³, 김 성 태³

Sang mun Lee[†], Kyoung don Lee¹, Heung ki Min², Tae sung Noh³, Sung tae Kim³

Abstract A humanoid robot hand with one thumb and two fingers has been developed. Each finger has the specially designed compact joints, called "MEC Joint", which convert the rotation of a motor to the swing motion of a pendulum. The robot hand with the MEC Joints is compact and relatively light but strong enough to grasp objects in the same manner as human being does in daily activities. In this paper the kinematic model and the torque characteristics of the MEC Joint are presented and compared with the results of the dynamic simulation and the dynamometer test. The dynamic behavior of the thumb and two fingers with MEC Joints are also presented by computer simulation.

Keywords: robot hand, humanoid, finger joint, torque, D-H Parameter

1. 서론

산업현장에서의 위험한 일을 대처하거나 단순 반복작업의 효율성을 높이기 위해 산업용 로봇이 개발되어 적용되어져 왔다. 최근에는 인간과 근사한 동작을 수행하며 인지 능력을 갖는 인간의 역할을 대신 수행 할 로봇을 개발하기 위한 연구가 세계적으로 다양하게 진행되고 있다. 이 중 휴머노이드 로봇이 대표적인 것으로 사람의 눈을 대신하기 위한 듀얼 비전 시스템, 사람의 팔과 같은 다자유도 협조기반의 로봇암, 걸거나 뛰기 등 로봇의 동적보행을 위한 다양한 연구와 사업화가 진행되고 있다.

이러한 휴머노이드 로봇이 인간과 유사한 동작을 수행하기 위해서 인간의 다양한 개체 단독의 동작과 함께 통합된 동작을 적절히 모방하려는 시도가 있다. 특히 주어진 작업을 원활히 수행하기 위해서 보다 자연스러운 인간의 동작을 구현할 수 있는 관절의 개발 및 제어방법에 관한 연구가 필요한 것으로 인식되고 있다. 특히 인간이 손으로 물건을 잡는 기능을 위한 동작에는 팔, 다리 등의 개체의 움직임과 함께 적절한 로봇 손 즉 인간 손을 모방

할 수 있는 손가락 관절의 구현이 자연스러운 동작을 구현하기 위한 필수적인 조건이 된다.^[1-5] 또한 각 개체들의 동작 범위가 인간과 유사하며 충돌을 회피하기 위해서는 정해진 공간 내에 관련부품들이 배치되어야하는 제약이 있다.^[6-8]

관절 구동기들을 손 밖, 팔뚝에 설치하는 방법은 관절의 구조가 간단하고 가벼우면서도 큰 출력을 낼 수 있다는 장점이 있는 반면 적용대상이 바뀌면 수정해야 하는 불편함이 있고, 말단의 구조가 복잡해지고 제한된 관절의 운동범위를 가지게 되는 단점이 있다. 초음파모터와 형상기억합금을 구동기로 사용하여 관절을 구성하는 경우에는 모든 구동기가 관절 내 공간에 배치되어 차지하는 공간이 최소화되고 자유도의 제한이 없어서 다양한 동작 구현이 가능하다. 하지만 이러한 구조의 경우 매니플레이션 문제가 복잡해지고 신뢰성 있는 손동작을 구현하기 위해서는 많은 연구가 더 필요한 실정이다.^[11]

본 논문에서 제안하고자 하는 맥조인트를 이용한 로봇핸드의 구조는 구동기가 관절 내부에 배치되어 인간의 섬세한 동작의 구현을 위한 관절을 설계하는 데에 최소의 공간을 차지하게 하여 관절 모듈화가 쉽도록 고안된 것이다. 이는 맥조인트와 동시에 링크 구조를 사용하여 안정적인 성능을 내고 기어에서 발생하는 백래시나 토크에서의 늘어짐과 같은 문제점이 없는 장점을 가지고 있다. 반면 비선형적인 동작을 하고 동작 위치에 따라 전달

Received : Apr. 20. 2011; Reviewed : Jul. 18. 2011; Accepted : Jan. 9. 2012

※ 이 논문은 지식경제부 주관 산업원천 기술개발사업 (가사지원용 고기능 로봇손 기술개발)의 지원에 의하여 연구되었음.

[†] 교신저자 : 고등기술연구원 로봇/생산기술센터 선임연구원

¹ 고등기술연구원 로봇/생산기술센터 센터장

² 고등기술연구원 로봇/생산기술센터 수석연구원

³ 주) 로보맥 대표이사

되는 토크가 변화한다는 단점을 가지고 있다. 하지만 동작의 비선형성이나 토크의 변화는 기구학 해석 및 실험을 통해 예측될 수 있다.

이러한 관점에서 손가락에 응용된 맥조인트를 수학적 모 델링하고 기구학적으로 해석하고 토크 특성의 분석을 위하여 해석 시뮬레이션과 다이 나모 실험을 수행하였다. 또한 3개의 손가락으로 이루어진 손을 해석 시뮬레이션으로 구현하여 로봇핸드의 기능에서 필요한 손가락 끝의 동작 범위를 제시하였다.

2. 로봇핸드에 적용된 관절의 형태

지금까지 로봇핸드에 적용된 관절의 구동방식은 크게 두 가지로 구분할 수가 있다.^[9-12]

첫째는 모든 구동기가 고정된 베이스에 설치되는 텐던 구조방식이다. 인간의 근육을 표현하는 가장 인간 손과 가까운 형태의 관절 구조이므로 다자유도 표현이 가능한 형태이다. 텐던 구조는 구동기가 손가락 관절에 없는 구조로 되어 있어서 소형화가 가능하고 가벼운 디자인이 가능해지며, 기어트레인에 의한 구동에 비해 백래쉬가 적다는 장점이 있다. 하지만 텐던 케이블의 탄성으로 인해 정확한 제어가 어려우며, 사용시간이 흐르면 장력조절을 부가적으로 해야 하는 단점이 있다. 구동기가 고정된 베이스에 설치됨으로 기계적 구조의 복잡성과 관절 모듈화가 안 되는 구조로 유지/보수에 어려움이 있다.

둘째로 링크 구조 방식이다. 이러한 구조 방식의 경우에는 구동기가 고정된 베이스에 설치가 되기도 하고 이전 링크에 설치가 되어 링크의 운동 해석을 통해 가해지는 위치, 토크 및 힘을 계산해 낼 수 있으며, 큰 강성을 가지며, 정밀한 위치 해석이 가능하다. 하지만 로봇핸드의 역기구학을 구할 때 비선형으로 인해 어려움이 있고, 동력을 전달해야 하는 링크가 관절 내에 포함이 되어야 하므로 소형화가 힘들다.

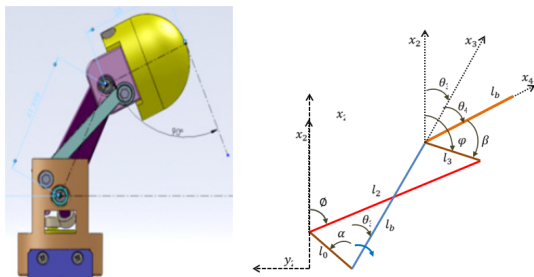


그림 1. 4절 링크 구조

본 논문에서는 구형 4절 링크구조 방식인 맥조인트를 채택하여 링크구조 방식의 장점(기계적 강성 우수)을 가지면서 텐던 구동방식의 장점(소형화 가능)을 조합한 구조의 방식이다. 맥조인트는 강체 부품으로 구성되어 있어 큰 강성을 가지며, 동력전달 효율이 좋고, 구동기가 관절 내에 위치할 수 있는 최소 공간을 구현한 구조로서 소형화 및 모듈화가 가능하다. 기구학적 비선형성이 존재하여 제어에서 비선형성을 해결하여야 한다. 표 1은 지금까지 설명한 3가지 구동기 관절 형태에 대하여 정리한 것이다

표 1. 다양한 구동기 관절 형태

	텐던 구동방식	링크 구동방식	맥조인트 구동방식
구동기 위치	베이스 위치	관절 내 위치	관절내 위치
소형화	소형화 가능	링크 공간 확보	소형화 가능
동력전달 효율	작음	높음	높음
출력 크기	저출력	고출력	고출력
유지 보수	장력 조절	없음	없음
적용 핸드	UB Hand I,III ^[13] , NASA Robonaut ^[4] , Okada,Utah/MIT ^[2] , NAIST hand ^[14] , SKKU Hand ^[10]	Barrett Hand ^[5] , DLR hand1 2 ^[3] , Gifu hand II ^[6,7] , SARAH	Robomec Robot Hand ^[15]

3. 맥조인트

3.1 구조 및 종류

맥조인트는 그림 2와 같이 구형 4절 링크 (spherical four-bar linkage)의 일종으로 모터의 회전 운동을 출력축의 왕복 회전운동(swing motion)으로 변환시켜 주는 기능을 한다.구형 4절 링크는 다수의 회전조인트로 구성되어 있고, 구형 구조 특성상 다양한 형태로 설계가 가능하다. 여기서 소개한 맥조인트는 구형 4절 링크의 다양한

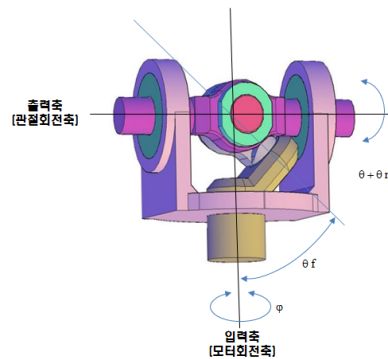


그림 2. 맥조인트 기구 구조

형태 중에서 회전조인트에서 오는 가공오차를 최소한으로 줄여주는 형태로 로보맥에서 개발한 조인트이고, 로보맥의 맥을 인용하여 맥조인트라 정하였다. 동력축의 모터 회전 운동을 경사면을 통한 원뿔 운동으로 변환시키고, 이 원뿔 운동을 한 평면에 대한 미끄럼만 허용함으로써 왕복 회전운동으로 변환 시키는 것이다.^[15]

맥조인트는 입력축과 출력축이 동일 평면에 존재하며 서로 직교하는 구조를 가지고 있다. 이와 같은 맥조인트의 구조적 특성으로 맥조인트를 로봇핸드의 손가락 관절 구동축에 적용하면 구동모터를 손가락 내에 장착할 수가 있어 공간의 소형화 및 모듈화를 구현 할 수가 있다.

3.2 수학적 모델링

맥조인트의 왕복회전운동의 출력각도 θ 를 동력축의 모터 회전각 φ 로 나타내면 맥조인트의 다양한 형태와 상관없이 모두 동일한 식으로 유도 될 수 있다. 맥조인트의 수학적 모델링은 비선형 형태로 표현이 되며 아래와 같다.

주어진 사잇각을 θ_f 라 하고, 맥조인트의 운동축의 회전중심을 θ_n , 동력축의 회전중심에서의 회전각도를 φ 라 하면 (θ_n 은 회전기구와 결과로 이동하는 기구사이의 각도) 식 1로 표현이 가능하다. 여기서 기구적 링크에 대한 길이들은 높이 조절 기구를 제외하면 $\tan(\theta_f)$ 에 의해서 그 비로 표시된다.

$$\tan(\theta + \theta_n) = \tan(\theta_f) * \sin(\varphi) \quad (1)$$

여기에서 변수는 출력각도 θ 와 모터 회전각 φ 이며 사잇각 θ_f 와 회전중심 θ_n 은 상수이다.

식 1을 정리하면 최종적으로 동력축 회전각도에 대한 운동축 이동각도의 값은 아래 식으로 표현이 가능하다.

$$\theta = -\theta_n + atan(\tan(\theta_f) * \sin(\varphi)) \quad (2)$$

일반적으로 관절의 기구학에서 관절의 회전각도의 표현은 회전각도 자체로 표현이 가능하지만 맥조인트의 경우에는 위의 수식이 표현이 되어야 하며, 이 부분에서 기구학적 비선형이 존재하게 된다.

하지만 4절 링크의 일반식에 비해 간단한 수식으로 표현이 가능하여 기구학 해석시 수식의 복잡성이 덜하다.

관절의 기구학에서 역기구학의 경우는 식 1을 역변환하여 모터 회전각 φ 를 운동축의 출력각도 θ 의 함수로 표

현이 가능하다.

$$\varphi = asin\left(\frac{\tan(\theta + \theta_n)}{\tan(\theta_f)}\right) \quad (3)$$

식 3에서 $\tan(\theta_f)$ 의 값이 0이 되면 무한대가 되지만 맥조인트 기구 특성상 θ_f 는 맥조인트 제작시 정해지는 상수임으로 모든 구간에서 φ 값이 존재하게 된다. 본 논문에서는 손가락 관절의 굽힘각도를 90도 하기 위하여 상수 θ_f, θ_n 모두 45도로 설정하여 진행하였다.

3.3 운동 특성

앞에서 정의한 맥조인트의 수학적 모델링을 사용하여 관절 기구학을 정의하였다. 이상적인 상태($\theta_n = 0$)에서의 맥조인트의 관절기구학을 토대로 일정한 각속도를 갖는 동력축의 회전에 대한 운동축의 비선형 운동특성을 속도와 토크의 특성 그래프로 나타내면 그림 3과 같다.

그림 4는 3.2에서 구한 맥조인트의 수학적 모델링을 토대로 기구학적 관계를 이용하여 계산한 것이다.

입력조건으로는 입력단 회전수는 30rpm으로 하고, 외부 토크부하 2.74 N·m 로 정하였다. 회전각도에 대한 비

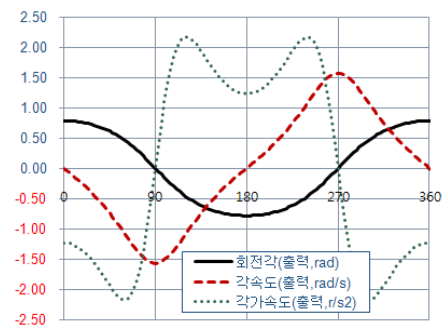


그림 3. 맥조인트 입력에 대한 출력 회전각의 운동 특성

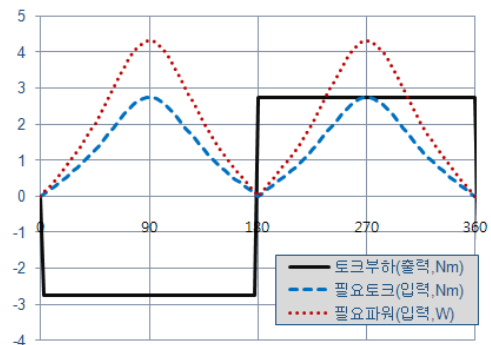


그림 4. 맥조인트 입력 토크에 대한 출력 토크 특성

선형성으로 속도 및 토크특성 또한 비선형성을 갖는다. 식 1에서 출력 각도 $\theta + \theta_n$ 이 ± 0.5 파이에서 탄젠트 값은 무한대가 되므로 해를 갖지 않는다. 이 경우의 입력각 φ 는 ± 0.5 파이일 경우이다. 따라서 그림 4의 180도부터 360도 구간은 실제 입력값이 180도에서 0도로 돌아가는 것을 나타낸다. 이 경우 토크부하의 방향이 바뀌어 부호가 반대가 된다.

4. 맥조인트 특성 실험

맥조인트의 토크 특성을 위하여 그림 5와 같이 다이내모를 제작하여 실험을 수행하였다. 맥조인트를 기준으로 동력축과 운동축이 직각이 되도록 설정하고 동력축에는 토크센서와 구동모터를 연결하고 운동축에는 토크센서와 마그네틱 브레이크를 연결하였다. 과질의 회전을 측정하기 위하여 로터리타입의 포텐서미터를 설치하였다. 다이내모 시험장치의 구성도는 그림 6과 같다.

실제 동력축에 대한 운동축 시험 데이터는 다음의 특성을 나타낸다.

동력축 입력에 대한 운동축 출력 특성은 시뮬레이션한 결과 그림 7의 그래프와 같은 양상을 나타내고 있다. 시뮬레이션 결과 데이터와 다이내모 시험 결과 데이터의 불일치는 θ_f 값에 비례하여 동력축에 대한 운동축의 각

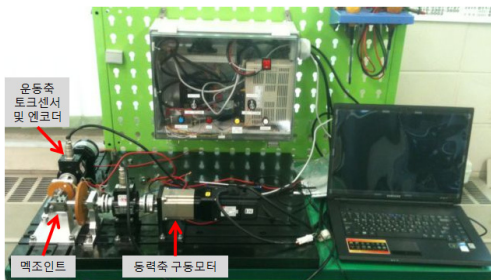


그림 5. 맥조인트 다이내모 실험 장치

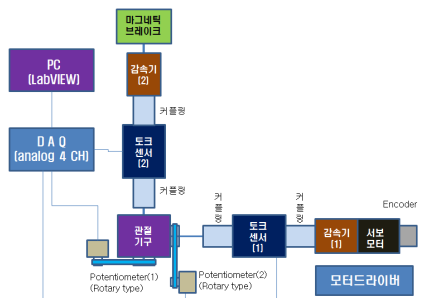
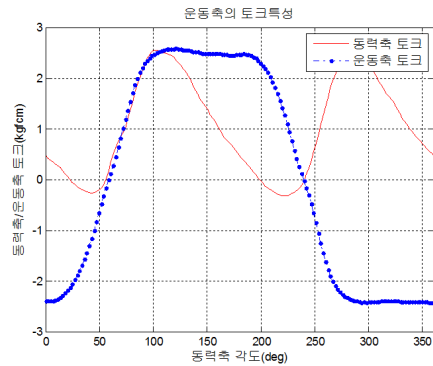
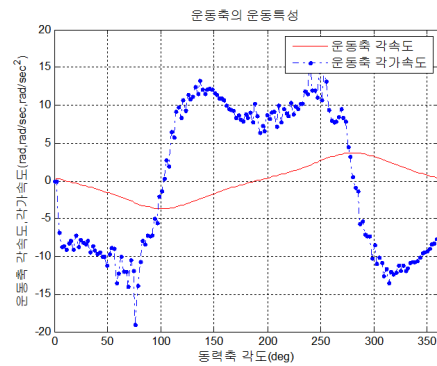


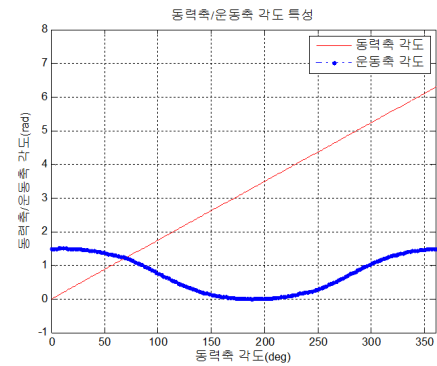
그림 6. 다이내모 시험장치 구성도



(c) 동력축 및 운동축의 토크곡선



(b) 운동축 각속도 및 각가속도



(a) 동력축 및 운동축 각도

그림 7. 맥조인트 다이내모시험 결과

도 비율이 정해지기 때문이다.

5. 로보맥 로봇핸드

5.1 구조 및 사양

본 연구에서 제안한 로보맥 로봇핸드의 구조를 그림 8에 나타내었다.

엄지와 검지 및 중지로 이루어진 로봇핸드는 각 손가락마다 맥조인트와 관절 링크로 구성되어 있다. 설계된

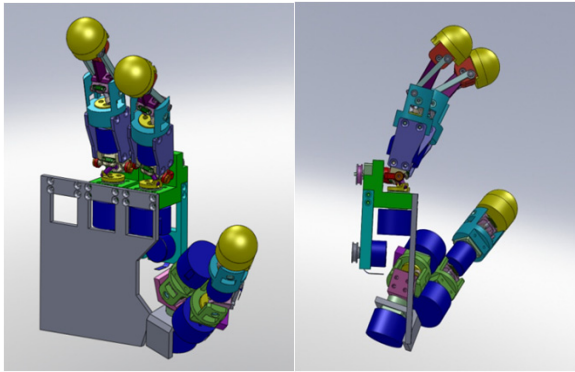


그림 8. 로보멕 로봇핸드의 구조

로보멕 로봇핸드의 구체적 사양은 표 2와 같다. 이의 구조적 특징은 엄지손가락은 1개의 여유자유도를 두어 grasping 작업시 동작의 유연성을 고려하였다. 검지손가락은 4절 링크를 추가적으로 구성하여 손가락 끝의 자유도를 줄이는 대신 grasping 작업 시 좀 더 안정적인 파지가 가능한 구조로 설계하였다.

표 2. 로보멕 로봇핸드의 사양

		로보멕 로봇핸드
자유도	관절좌표계Joint coordinate	10 DOF
	Cartesian Coordinate	9 DOF
맥조인트		7 개
크기		사람손 1.5배
무게		2.95kg(모터포함)
모터사양		5W/15W
특이점		4절 링크 적용

5.2 맥조인트 손가락 관절의 운동 특성

손가락 관절에 사용된 맥조인트의 운동 특성을 분석하기 위하여 3개의 맥조인트를 적용한 로보멕 로봇핸드의 엄지손가락을 예로 해석을 진행하였다.

그림 9은 엄지손가락에서 맥조인트의 적용 관절의 위

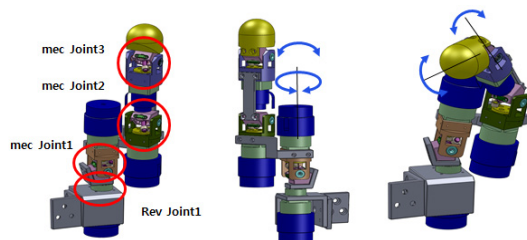


그림 9. 엄지손가락 구조

치와 엄지손가락의 대표적인 자세와 동작을 보여준다. 손바닥에 근접한 관절부터 번호를 시작하여 맥조인트1, 2, 3 등 3개의 관절과 각각 모터를 배치하였다. 손바닥과 가장 근접한 곳에 배치된 모터는 맥조인트 1의 베이스를 회전운동하기 위하여 추가된 revolute 조인트를 위한 모터이다. 엄지손가락의 관절의 구성과 자유도는 표 3과 같다.

로봇핸드의 전체적인 동작이 가능한 인간의 동작과 유사하도록 맥조인트의 자세와 상수값들을 정하였다. 이 중 엄지손가락의 마지막 끝마디의 맥조인트 3의 운동 특성을 시뮬레이션을 적용한 결과를 제시한다. 맥조인트 3은 2개의 상수인 θ_f 와 θ_n 의 값을 로봇핸드의 동작에 맞추어 결정하여 입력과 출력 특성을 비교하였다.

시뮬레이션은 리커다인을 사용하였고, 중력에 대한 고려는 제외시켰다. 맥조인트의 각 조인트 마찰계수는 0.2/0.1(정마찰계수/동마찰계수)로 정하였다.

동력축의 입력은 5초간 0도에서 365도까지 선형적으로 회전하도록 설정하여 이에 대한 운동축의 출력 각도를 계산하면 약 100도의 왕복회전운동을 한다. 따라서 선형 입력에 대한 운동축의 출력은 비선형을 가지며, 맥조인트의 상수 θ_n 의 값을 변경함으로써 동력축 대비 출력축의 각도 비를 조정할 수가 있다. 적용된 맥조인트의 경우 운동축의 입력 각도가 360도에서 1회의 왕복운동이 이루어지며 입력 각도 148도, 328도 부근에서 반대 방향

표 3. 로보멕 로봇핸드 엄지손가락 사양

		엄지손가락
Joint	Revolute	1
	맥조인트	3
자유도	Joint coordinate	4 DOF
	Cartesian Coordinate	3 DOF

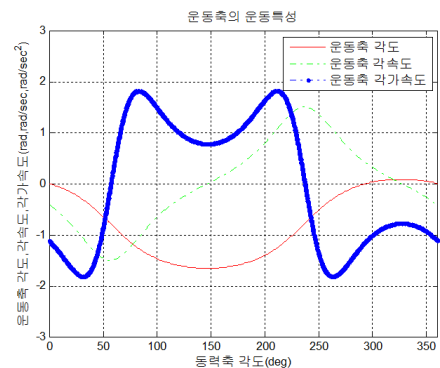


그림 10. 맥조인트 운동축의 운동 특성

으로 회전이 시작된다. 그림 10는 동력축 입력에 따른 운동축의 각도/각속도와 각가속도의 시뮬레이션 결과이다.

그림 11는 운동축에 대한 동력축의 토크이다. 맥조인트는 동력축의 1회전에 대해 운동축은 왕복회전운동을 하는 특성을 가지고 있고, 로봇핸드의 맥조인트의 경우 각 관절의 조작 범위를 정하여 로봇핸드의 엄지손가락의 기능에 적합하도록 조정되며 검지와 중지 손가락도 동일한 과정으로 설계할 수 있기에 원하는 운동 특성에 따른 다양한 설정이 가능하다.

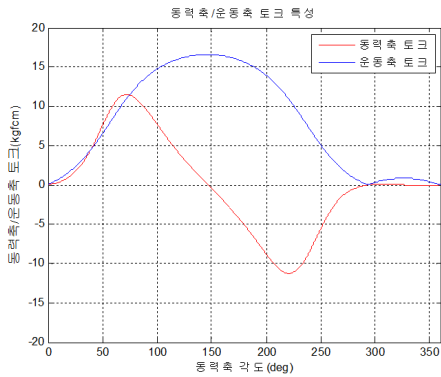
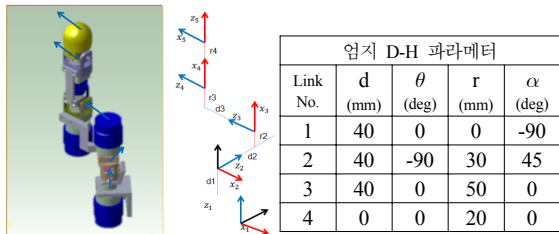


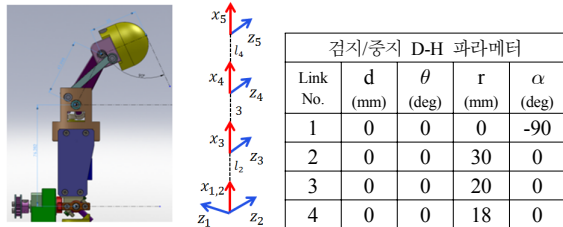
그림 11. 맥조인트 동력축과 운동축의 토크 특성

5.3 맥조인트 로봇 핸드의 동작 범위

로보맥 로봇핸드의 엄지, 검지, 중지의 D-H 파라미터를 아래 그림 12 과 같이 설정하였다. 검지와 중지의 D-H 파라미터는 동일하다.



(a) 엄지 손가락 D-H 파라미터



(b) 검지/중지 손가락 D-H 파라미터
그림 12. 로봇핸드 D-H 파라미터 설정

각각의 손가락에 주어진 맥조인트의 상수값을 설정하여 맥조인트 로봇핸드의 엄지손가락 및 검지 손가락의 동작 범위(work space)를 계산하면 다음과 같다.

엄지손가락의 경우 베이스 회전관절을 중심으로 엄지손가락의 전체가 이동되는 구조로 되어 있어 동작범위가 일정한 구형태로 표현이 됨을 볼 수가 있고, 검지/중지 손가락의 경우 좌/우 동작 범위가 -20 ~ 20도 제한적이다.

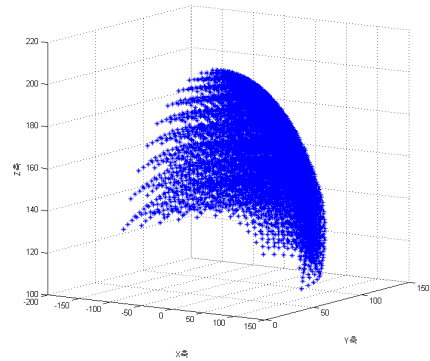


그림 13. 엄지손가락 동작범위

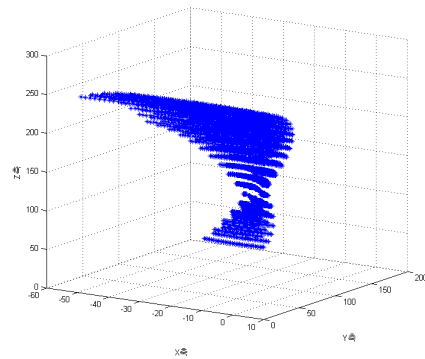


그림 14. 검지/중지 손가락 동작범위

6. 결론

본 연구는 로봇핸드에 적용한 맥조인트 운동특성 분석하였다. 맥조인트의 수학적 모델링을 제시하고 토크 시험과 시뮬레이션을 통한 맥조인트 특성을 분석하여 로봇핸드의 관절에 적합한 상수값을 선정하여 시뮬레이션으로 분석하였다.

제시한 맥조인트를 적용한 로봇 핸드는 사이즈 측면에서 소형화와 모듈화에 적합하게 설계되어 있어 다양한 설계의 자유도를 소비자에게 줄 수 있는 이점이 있다. 향후 다양한 소비자 요구에 맞는 적용 예를 구체화하여 맥

조인트를 적용한 로봇 핸드의 동적 특성을 분석하고, 최적화하며 정밀 파지 작업이 가능한 제어 알고리즘 연구를 수행할 것이다.

참고문헌

[1] Jacobsen, S., et al., Design of the Utah/M.I.T. Dextrous Hand. Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, San Francisco, CA, 1520-1532, 1986.

[2] J. Butterfass, M. Grebenstein, H. Liu and G. Hirzinger, DLR-Hand II: Next Generation of a Dextrous Robot Hand, Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp. 109-114, 2001

[3] T. B. Martin, R.O. Ambrose, M. A. Diftler, et al., Tactile Gloves for Autonomous Grasping with the NASA/DARPA Robonaut. Proceedings of the IEEE International Conference on Robotics and Automation, New Orleans, LA, April, 2004.

[4] <http://www.barrett.com/robot/products-hand.htm>

[5] H. Kawasaki, T. Komatsu, K. Uchiyama, Anthropomorphic Robot Hand: Gifu Hand III. Int. conf. on Control, Automation, and Systems, pp.1288-1293, 2002.

[6] Haruhisa Kawasaki, Tsuneo Komatsu, and Kazunao Uchiyama: Dexterous Anthropomorphic Robot Hand With Distributed Tactile Sensor: Gifu Hand II, IEEE /ASME Transactions on Mechatronics, Vol. 7, No. 3, pp. 296-303, 2002

[7] B.-H. Kim, B.-J. Yi, S.-R. Oh, and I.H. Suh, "Independent finger and independent joint-based compliance control of multifingered robot hands", IEEE Trans. Robotics and Automation, vol. 19, no.2, pp.185-199, April, 2003.

[8] S.-I. An, Y.-H. Oh, S.-J. Kwon, "Design of a Humanoids Specific Anthropomorphic Robot Hand by Imitating Human Finger's Motion", URAI 2007. April, 2007.

[9] 이석원, "병렬 구동 인체 모방형 로봇 핸드의 개발과 제어", 학위논문, 2, 2010.

[10] 천주영, 최병준, 채한상, 문형필, 최혁렬, "인간형 다지 다관절 로봇 핸드의 개발", 한국로봇공학회 학회지 제5권, 제2호, pp. 102-109, 6, 2010.

[11] K. DeLaurentis, C. Pfeiffer and C. Maviroidis, "Development of a shape memory alloy actuated hand, Proc. 7th Int. Conf. New Actuators, pp. 281-284, 2000.

[12] 이민규, "정밀한 파지를 할 수 있는 로봇손의 안정성평가", 한국소음진동공학회 추계학술대회논문집, 2007.

[13] V. Agrawal, W. J. Piene and B. Yao, Modeling of a closed loop cableconduit transmission system, Proc. of IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation, pp. 3407-3412, 2008

[14] Y. Kurita, et. al., NAIST Hand 2: Human-sized Anthropomorphic Robot hand with Detachable mechanism at the Wrist, The 2009 IEEE/RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems, St. Louis, USA, pp. 2271-2276, Oct. 2009.

[15] I. I. Artobolevsky, Mechanisms in Modern Engineering Design: Vol. 1. Lever Mechanisms, MIR Publishers Moscow, pp.373, 1979.

[16] 안상익, 오용환, 권상주, "인간손의 동작과 모양을 모방한 휴머노이드 로봇손 설계", 제어·로봇 시스템학회 논문집 제14권, 제1호, pp. 62-69, 1, 2008.



이 상 문

2004 영남대학교 기계공학부 (공학사)
 2007 영남대학교 기계공학부 (공학석사)
 2007~현재 고등기술연구원 로봇/생산기술센터 선임 연구원

관심분야 : Redundant manipulator design and control, Embedded System design, IMU Sensor Design
 E-mail : bestoflee@gmail.com



이 경 돈

- 1980 서울대학교 기계설계학과(공학사)
- 1982 서울대학교 기계설계학과(공학석사)
- 1989 RPI 기계공학과 (공학박사)

1982~1984 KIST 연구원
1989~1992 LG중앙연구소 선임 연구원
1993~현재 고등기술연구원 로봇/생산기술센터 센터장
1994~현재 아주대학교 시스템공학과 겸임교수
관심분야: Design and Engineering, 경량화, 레이저용접, 전기자동차, 로봇
E-mail : kdlee@iae.re.kr



노 태 성

- 1982 서울대학교 기계설계학과(공학사)
- 1984 KAIST 생산공학과 (공학석사)
- 1987 KAIST 생산공학과 (공학박사)

1988~1997 대우자동차 시험연구실장 부장
1998~2001 한국이엠에스 품질/기술부문장 부장
2001~2006 AMS 대표이사
2007~현재 주)로보멕 대표이사
관심분야: Robot Joint Mechanism, Robot Component Development
E-mail : tsnoh@robomech.co.kr



민 흥 기

- 1986 홍익대학교 기계공학과 (공학사)
- 1988 홍익대학교 기계공학과 (공학석사)
- 1991~1998 쌍용자동차 기술연구소 주임연구원

1998~2000 대우자동차 선행전자팀 선임연구원
2006~2008 (주)한화 전자제어팀 수석연구원
2000~현재 고등기술연구원 로봇센터 수석연구원
관심분야: electric vehicle control unit, power Management and Control, Embeded Control
E-mail : hkmin@iae.re.kr



김 성 태

- 1985 연세대학교 요업공학과 (공학사)
- 1987 KAIST 재료공학과 (공학석사)
- 1991 KAIST 재료공학과 (공학박사)

1992~1999 대우자동차 시험연구실 책임연구원
2000~2004 한국 GM 품질 경영팀 차장
2005~2006 AMS 수석 컨설턴트
2007~현재 주)로보멕 상무이사
관심분야: Weibull Reliability Estimation, Bayesian Decision Theory
E-mail : tsnoh@robomech.co.kr