

LabVIEW[®] 기반 퀴터니언을 이용한 6축 수직다관절 로봇의 방위 보간법 구현에 관한 연구

Application of Quaternion Interpolation for 6-Axis Articulated Robot using LabVIEW[®]

* 안진수¹, # 정원지¹

* J. S. Ahn¹, # W. J. Chung(wjchung@changwon.ac.kr)¹

¹창원대학교 기계설계공학과

Key words : Quaternion, Spherical Linear Interpolation, Euler Angle, 6-Axis Articulated Robot, LabVIEW[®]

1. 서론

본 논문에서는 자체적으로 연구용으로 개발한 6축 수직 다관절 로봇을 대상으로 로봇 자세 제어에 대한 방위 보간에 대해 연구해보고자 한다. 일반적으로 로봇 방위 보간은 오일러 각도로 방위 보간을 하지만 오일러 각도를 사용한 방위 보간시에 짐벌락과 같은 특이점이 발생하여 실제 로봇 구동시에 시스템적으로 에러가 발생한다.^[1] 하지만 퀴터니언의 경우에는 짐벌락과 같은 특이점이 발생하지 않고 방위 보간이 매우 자유스럽다는 장점을 가지고 있다.^[2] 따라서 본 논문에서는 오일러 보간법과 퀴터니언의 구면선형 보간법(Spherical Linear Interpolation)을 이용하여 연구용 6축 수직다관절에 구현하여 두 보간법을 비교하고자 한다.

2. 6축수직다관절 로봇

본 논문에 사용 되는 수직 다관절 로봇은 중량물용 핸들링용 1/4사이즈 프로토타입 로봇으로 자체 설계 및 개발 된 로봇으로 Fig. 1과 같이 전형적인 6축 수직 다관절 로봇 형태로 로봇의 부하량을 고려하여 가반하중과 진동충격에 강하게 설계하였다. 또한 로봇의 높은 정밀도와 강성을 고려하여

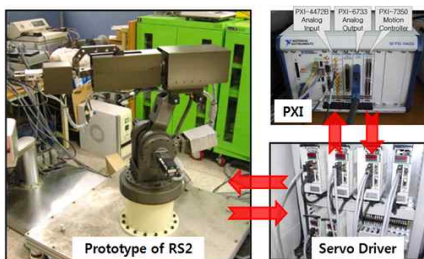


Fig. 1 6-Axis Articulated Robot
감속비가 높은 감속기를 채택하였다. 로봇의 제어

를 위해 NI PXI-7350장비의 Motion Controller를 이용하여 모션을 제어하도록 시스템을 구성하였다. 또한 LabVIEW[®]를 이용한 그래픽컬 프로그래밍으로 로봇을 제어 할 수 있도록 시스템을 구성하였다.

3. 보간법 시뮬레이션

본 논문에서는 오일러 보간법과 퀴터니언의 구면선형 보간법을 로봇에 구현하기 위해 LabVIEW[®]를 이용하여 프로그램을 제작했다. 또한 순기구학과 역기구학 프로그램을 만들어서 보간법으로 계산된 로봇 끝단의 방위각과 정해진 경로의 좌표를 이용하여 각 관절의 회전각을 계산하도록 제작하였다. Fig.2는 제작된 보간법 프로그램으로 오일러 보간법과 구면선형 보간법을 계산하여 로봇의 각 축의 회전각을 비교 한 것이다.

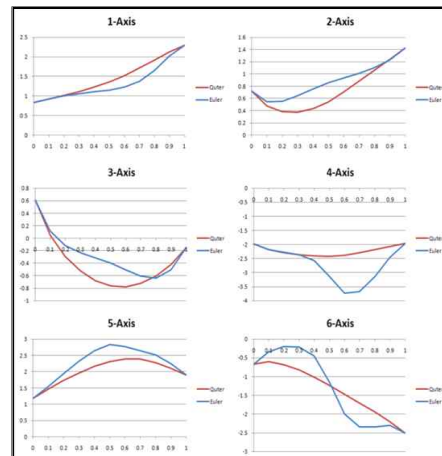


Fig. 2 Simulated angle of each Joint

Table 1 Maximum Torque of Each Joint

Joint	Euler	SLERP
1	2,209	520
2	147,578	146,293
3	-42,895	-50,393
4	-4,723	-4,577
5	2,025	871
6	-4,591	-978

(Unit: N·mm)

Table 2 Maximum Joint Torque Voltage

Joint	Euler	SLERP
1	170	150
2	590	500
3	640	630
4	800	750
5	160	150
6	350	340

(Unit: mV)

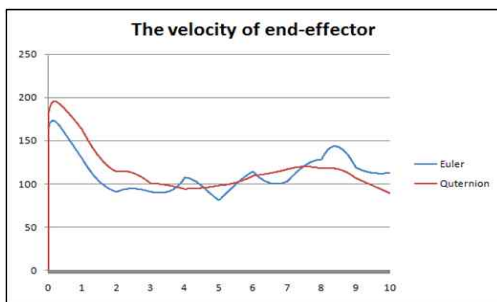


Fig. 3 The velocity of End-effector

계산된 로봇의 각 축의 회전 값을 보면 쿼터니언의 구면선형 보간법이 오일러 보간법보다 부드러운 곡선을 그리는 것을 알 수 있다.

실제 로봇에 보간법을 구현하기 전에 RecurDyn[®]을 이용하여 계산된 로봇의 각 축의 회전 값을 프로그램에 적용하여 동적 시뮬레이션을 수행하였다. 그 결과 로봇의 각 축에 발생하는 토크와 로봇 끝단의 속도를 계산할 수 있었다. Table 1은 로봇 각 축의 토크로써 전체적으로 오일러 보간이 약간 높게 나왔으며 Fig. 3의 로봇 끝단의 속도를 보면 오일러 보간법을 속도가 계속 변하지만 구면선형 보간법의 경우는 속도변화가 부드러운 것을 알 수 있다. 따라서 쿼터니언의 선형 보간법이 작업에 있어서 오일러 보간법보다 부드러운 작업이 가능한 것을 알 수가 있다.

4. 로봇 구현 및 실험

로봇은 Fig 1과 같이 제어 시스템이 구성 되어져 있으며 LabVIEW[®]를 통한 그래픽컬 프로그래밍으로 보간법을 구현 할 수 있다. 시뮬레이션에서 구한 로봇 각 축의 데이터들을 이용하여 실제 로봇 시스템에 적용하기 위해 6축 로봇을 제어하는 프로그램을 제작하였다. 프로그램은 따로 쿼터니언 보간법을 연산하지 않고 시뮬레이션에서 계산한 보간법

의 데이터를 받아와 위치제어를 통해 구동되도록 제작하였다. 로봇은 미쓰비시社의 서보모터드라이버를 사용한다. 오일러 보간과 쿼터니언 보간을 이용하여 발생하는 각축의 토크 비교를 위해 본 논문에서는 서보모터드라이버에서 출력하는 토크의 출력 전압을 LabVIEW의 DAQ장비를 이용하여 데이터를 획득하였다. 서보모터드라이버에서 출력하는 토크의 출력 전압은 최대 $\pm 8V$ 이며 로봇 구동과 동시에 출력 전압을 수집하도록 하였다. 각 축에 발생하는 토크의 출력전압은 Table 2과 같다.

5. 결론

본 논문은 로봇의 방위 보간법 연구를 위해 오일러 보간법과 쿼터니언의 구면선형 보간법을 이용하여 RecurDyn[®]을 이용한 동적 시뮬레이션과 LabVIEW[®]를 통한 실제 로봇 구현으로 두 보간법을 비교 분석하였으며 쿼터니언의 구면선형 보간법이 오일러 보간법보다 부드러운 방위 보간이 되는 것을 검증하였다.

후기

본 논문은 산업단지공사의 현장맞춤형 기술개발 사업(“친환경 쓰레기 자동수거 수평관 내벽 Cleaning 로봇 개발”)으로 수행된 연구결과임.

참고문헌

1. Hoag, D. Apollo Guidance and Navigation: Considerations of Apollo IMU Gimbal Lock. Tech. Rep. E-1344, MIT Instrumentation Laboratory, April 1963.
2. Dam B. Erik, Koch Martin, Lillholm Martin: Quaternions, interpolation and animation, Technical report DIKU-TR9815, Department of Computer Science, University of Copenhagen, 1998