

경로계획 알고리즘을 통한 직접교시형 로봇의 교시점에서의 모션제어

Motion control of the direct-teaching robot at teaching point using trajectory planning algorithm

*리성걸¹, #박찬훈¹, 경진호¹, 정광조¹

*C. J. Li¹, #C. H. Park(chpark@kimm.re.kr)¹, J. H. Kyung¹, G. J. Chung¹

¹한국기계연구원 로봇메카트로닉스연구센터

Key words : Velocity Profile, Path Point, Trajectory Planning, LSPB

1. 서론

산업의 발달과 함께 수작업에 의존하던 기존의 공정방식은 로봇 및 생산자동화와 관련한 다양한 연구를 바탕으로 점진적인 수정·발진을 거듭해 왔다. 산업현장 내에서 로봇 매니플레이터의 작업은 로봇의 말단부가 외부환경과 접촉하는지 여부에 따라 크게 두 가지로 분류할 수 있다. 공정가운데서 로봇의 안정성과 작업성능을 향상하기 위한 위치·힘 제어기법이 개발되어 왔으며, 작업자가 작업현장에서 로봇의 조작 편의성 그리고 프로그래밍 수정 및 튜닝을 손쉽게 다룰 수 있게 직접교시형 로봇도 개발 되어왔다[1]. 작업자가 로봇 매니플레이터를 직접 교시하는 과정에서 발생하는 위치오차를 보상하기 위하여 Douglas-Peucker algorithm(DPA)를 적용하였으며 재현과정에서는 DPA 알고리즘을 적용하여 얻은 작업물의 형상 정보를 갖고 있는 위치점을 tracking 한다[2]. Tracking 과정에 제어기에서는 위치점을 이용하여 로봇말단부의 속도 벡터를 계산하고 로봇의 이동방향을 결정한다. 위치점에서 속도벡터의 방향이 아주 짧은 시간에 변하기에 각 관절 모터는 순간 상당한 가속도를 갖게 된다. 이러한 문제는 교시점에서 로봇모션이 원활하지 않으며 나아가서 가공 품질에 영향을 미치게 된다.

따라서, 본 연구에서 이런 문제점을 보완하기 위한 경로계획알고리즘을 적용하여 교시점 사이에 속도 프로파일을 형성하여 교시점에서의 로봇 모션을 원활하게 하고 이에 대한 안정성 및 타당성을 시뮬레이션을 통하여 검증한다.

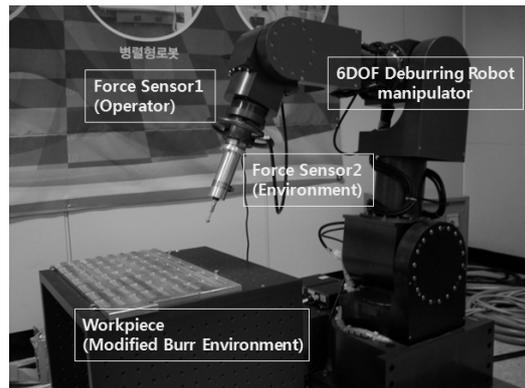


Fig. 1 The 6DOF manipulator for machining task

2. Linear Segment Parabolic Blends(LSPB) 경로계획 알고리즘

만약 로봇이 한 위치점에서 다른 한 위치점으로 이동할 때 시작위치로부터 가속-등속-감속하여 다른 한 위치로 모션을 취하는 것이 가장 바람직하다. LSPB 경로 계획의 경우에는 경로를 세 부분으로 나누어 계획하여야 하는데, 처음과 마지막 부분은 Parabolic 형태이고 가운데 부분은 선형으로 경로를 설계 한다. 여러 개의 위치점을 지나는 LSPB 경로 계획을 한다면 로봇은 시작과 끝 위치점을 정확히 tracking 하게 되며 가운데의 위치점들은 일정한 오차를 가지고 경유하게 된다. 오차의 크기는 parabolic 형태에서 설정된 가속도의 크기에 달렸다(식 1).

$$P_1 = P_0 + \frac{1}{2}at^2, \quad v_0 = at \quad (1)$$

$$P_2 = v_0t, \quad v_1 = v_0 \quad (2)$$

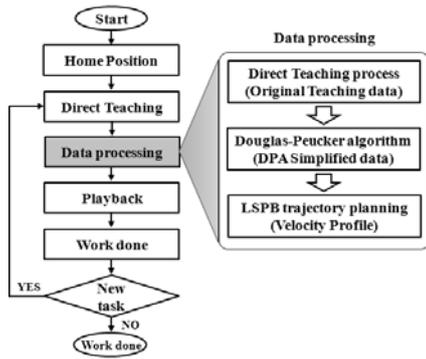


Fig. 2 Work flow chart & Sequence of the data processing

3. 직접교시형 로봇을 위한 경로계획

6 자유도 로봇의 말단부에 F/T 센서 2 개를 장착하여 실험 환경을 구성하였다. F/T 센서는 로봇의 직접교시를 위한 작업자 의도 감지 목적과 환경과의 접촉 시 반력 및 충돌 등의 판별을 위한 것이다. 그림 2의 flow chart 따라 DPA 를 거친 데이터를 이용하여 LSPB 경로계획을 하였다. 경로계획을 하기 위하여 가속도, Parabolic 형태에서의 시간, 선형구간에서의 속도 및 시간을 계산하고 식 1 과 2 에 대입하여 로봇의 경로 및 속도를 계산한다[3]. 시작점과 2nd 점 그리고 n-1 점에서 끝점 사이는 선형부분을 제거하여 다른 위치 점에서의 Parabolic 형태보다 작은 가속도로 긴 시간 동안 가/감속을 하도록 하여 로봇이 부드럽게 시동하고 멈출 수 있게 하였다.

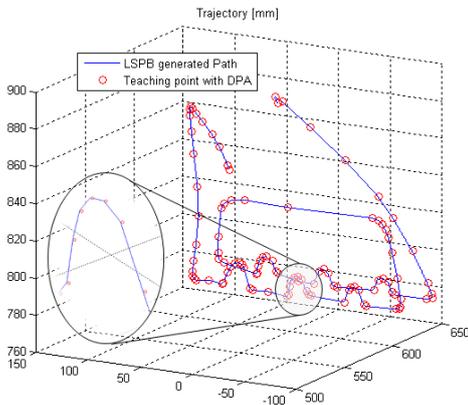


Fig. 3 Simulation result LSPB generated path with the DPA simplified data

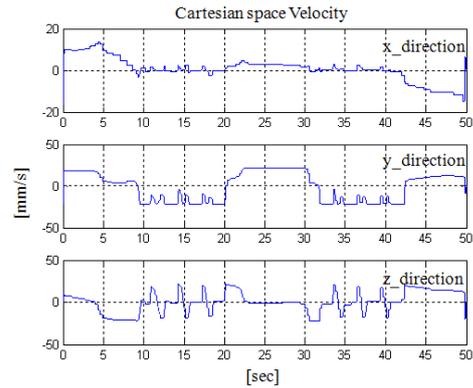


Fig. 4 LSPB generated Velocity profile base DPA simplified data

4. 결론

알고리즘 적용한 결과를 검증하기 위하여 Fig. 1 과 같이 6DOF 로봇을 직접 교시한 위치 데이터를 사용하여 경로계획알고리즘에 적용하였다. Fig. 3 에서는 LSPB 를 통하여 계획된 경로는 실선으로 표시되었으며 이는 DPA 를 거쳐 추출한 위치점들의 패턴을 잘 따르고 있음을 보여 준다. Fig.4 에서는 로봇 말단부의 Cartesian space 에서의 x, y, z 방향으로의 속도프로파일이다. 위치점 사이의 속도 프로파일은 사다리꼴 모양으로서 로봇이 가속-등속-감속운동을 하며 경로를 생성 하였음을 확인할 수 있다. 이는 위에서 제기한 위치점에 속도의 순간 변화로 인하여 모터에 과도한 가속도가 가해지는 결과를 개선할 수 있다.

참고문헌

1. Li, C.J., Lee, S.H., Kim, D.H., Han, C.S., "Automated Robotic Polishing Using a Direct Teaching and Playback Method" International Conf. on Mechanical, Industrial, and Manufacturing Technologies, Jan.,2010.
2. 송민수, 이승훈, 리성길, 김동형, 한창수, "로봇 매니플레이터의 직접교시 및 재현 알고리즘" 한국정밀공학회 춘계학술대회 논문집 65-66, 2010.
3. Craig J.J., "Introduction to Robotics", Chapter 7 238-243.