

다양한 모션 프로파일의 비교분석에 대한 연구 A Research for Comparative Analysis of Various Motion Profile

*윤장규¹, #신동원²

*Jang-Kyu Yoon(jky1988@naver.com)¹, #Dongwon Shin(shindw@kumoh.ac.kr)²

¹금오공과대학교 기계공학과 대학원, ²금오공과대학교 기계시스템공학과

Key words : Motion Profile, Velocity Profile, Frequency response, residual vibration

1. 서론

진동을 줄여야 하는 산업현장에서 진동을 줄이기 위해 산업장비에 모션 프로파일들을 적용하고 있다. 모션 프로파일은 진동을 제어하는 방법 중에 하나로 모션의 형태에 따라 진동을 유발하거나 진동을 제거할 수 있다. 모션 프로파일을 통한 제어는 유발된 진동을 제거하는 것뿐만 아니라 진동이 발생하지 않도록 모션을 설계하는 방법으로 연구되어왔다[1].

본 논문의 내용전개는 각각의 다양한 모션 프로파일의 입력 위치와 위치오차그래프를 소개하고 그 그래프를 토대로 모션 프로파일들을 비교 및 분석하여 모션프로파일의 성능을 평가한다.

2. 다양한 모션 프로파일

본 논문에서 다루는 모션 프로파일은 크게 7 개로 나누며 Trapezoidal, S-curve, PT, PVT, 3th polynomial spline, 5th polynomial spline, 7th polynomial spline 순서로 다루고자 한다.

모의 실험을 하기 위해 모션 프로파일의 파라미터 값을 다음과 같이 결정한다. 먼저 공통 파라미터로 위치를 0mm 에서 200mm 로, 시간을 0sec 에서 7sec 로 주었다. 나머지 파라미터는 모션 프로파일에 따라 다르므로 각각 설명하면 다음과 같다. Trapezoidal 과 S-curve 의 최대속도를 40mm/s, 최대가속도(가속도)의 크기를 20mm/s² 로, PT 는 공통 파라미터에서 속도값을 제외한 위치와 시간만을 사용한다. 그

리고 PVT 는 공통 파라미터 값으로, 3th polynomial 는 공통 파라미터 값으로, 5th polynomial 의 경우는 공통파라미터와 더불어 초기가속도와 끝가속도의 크기는 20mm/s²로, 7th polynomial 은 공통 파라미터와 초기와 끝가속도의 크기를 20mm/s², 초기와 끝저크의 크기는 100 mm/s³로 사용한다. 결정된 파라미터로 모션프로파일을 형성하면 Fig. 1 와 같은 그래프를 얻을 수 있다. 이 모션 프로파일을 시스템에 인가하여 모션 프로파일의 성능을 평가한다.

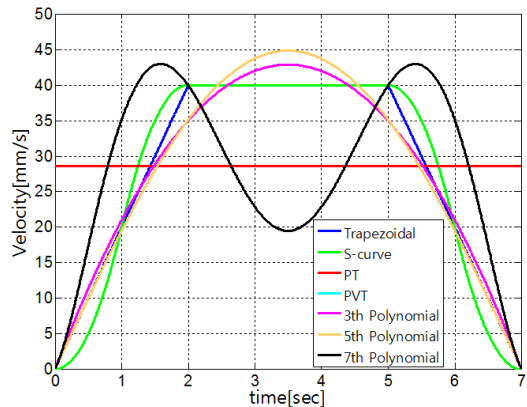


Fig.1 Position Profile

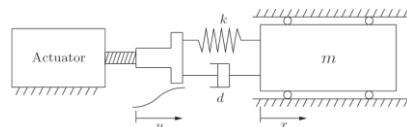


Fig. 2 system model of a object and actuator

모션 프로파일의 성능을 평가하기 위해 Fig. 2 과 같이 위치 x 만큼 이동하는 질량 m 이 액추에이터와 스프링 k 와 댐퍼 d 로 연결되어 있는 시스템을 식(1)과 같이 모델링을 하였다. 여기서 y 는 지령위치이며, x 는 질량 m 의 위치이다.

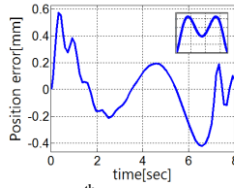
본 연구는 2012 년도 산업융합원천기술개발 사업 (지경부)지원에 의한 것입니다.

결국 모의실험을 통해 알고자 하는 값은 위치 오차 e 이다. 즉, e 는 $x-y$ 로 표현된다.

$$\begin{aligned}
 m\ddot{x} + d\dot{x} + kx &= d\dot{y} + ky \\
 \ddot{x} + 2\zeta\omega_n\dot{x} + \omega_n^2x &= 2\zeta\omega_n\dot{y} + \omega_n^2y \\
 G(s) &= \frac{2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2} \quad (1)
 \end{aligned}$$

where $\omega_n = \sqrt{k/m}$, $\zeta = d/2m\omega_n$

$\omega_n=10$ rad/s, $\zeta=0.1$ 인 시스템에 입력으로 모션 프로파일 위치값(y)이 들어가게 되며 그 결과 시스템의 응답 즉 위치값(x)을 얻을 수 있다. Fig. 3 은 위치오차그래프로 출력위치(x)에서 입력위치(y)를 뺀 값을 의미하며, 위치오차그래프 안에 오른쪽 상단의 또 다른 그래프는 속도 프로파일을 나타낸다. Fig. 3 에서 (a)는 Trapezoidal 프로파일의 위치오차그래프이며, (b)는 S-curve 의 위치오차그래프이며, (c)는 PT, (d)는 PVT, (e)는 3th polynomial spline, (f)는 5th polynomial spline, (g) 7th polynomial spline 이다.



(g) 7th polynomial

Fig. 3 Position error of motion profile

4. 결론

위치오차그래프형태가 가속도형태와 유사하며 그 크기도 가속도에 영향을 받음을 알 수 있다. 위치오차(peak to peak)가 가장 적게 나타난 순으로는 Trapezoidal, 5th polynomial, PVT, 3th polynomial, S-curve, 7th polynomial, PT 순이며, 끝 시간(7sec)에서의 위치오차가 작은 순으로 정리하면 S-curve, Trapezoidal, 5th polynomial, 7th polynomial, PVT, 3th polynomial, PT 이다. 또한 위치오차의 setting time 를 $\pm 20\mu\text{m}$ 내로 들어올 때라고 한다면 setting time 이 가장 짧은 순으로 정리하면 S-curve, Trapezoidal, 5th polynomial, PVT, 3th polynomial, 7th polynomial, PT 이다. 위에서 언급한 분석한 방법 이외에 주파수 분석등과 같은 다양한 분석 요소가 있다.

참고문헌

- Luigi Biagiotti, Claudio Melchiorri, "Trajectory Planning for Machines and Robots", Springer, pp. 265-285, 2008.
- 신동원, 윤장규, 권보철, 박경석, "다수의 세그먼트로 구성된 속도프로파일에 대한 입력성형 제어", 한국정밀공학회 2011년도 춘계학술대회 논문집(상), pp. 53-54, 2011.6
- 임창용, 신동원, "입력성형을 이용한 Predefined 모션프로파일의 설계", 한국정밀공학회 2011년도 추계학술대회 논문집(상), pp. 179-180, 2011.10

