

직선구동기 병렬배치를 통한 안정적인 회전 토크의 생성 Balanced Torque Generation by Juxtaposition of Linear Actuators

*#하태준¹, 박현석¹, 이지석¹, 김대제¹

*#T. J. Ha(taejuny@hyundai-rottem.co.kr)¹, H. S. Park¹, J. S. Lee¹, D. J. Kim¹

¹현대로템 주식회사 제어연구팀

Key words : Linear actuator positioning, Plural linear actuator, Balanced torque generation

1. 서론

최근 유압동력발생장치 등의 소형화 및 경량화 개발추세에 따라 구동기 단위중량당 출력힘이 높은 유압구동기 사용이 증가되고 있는 추세이다. 유압식 구동기는 크게 회전형과 직선형 구동기로 구분할 수 있는데 그중에서도 내부 누유가 적고 응답성이 빠른 직선형 유압 구동기의 사용이 활발하다.

회전형 유압 구동기는 구동각도에 따른 출력토크값이 일정한 장점을 가지는 반면 단위 중량당 출력토크값이 낮아 중량감소가 어려운 단점을 가지고 있다. 직선형 구동기는 회전운동을 생성하기 위하여 취부된 위치에 의해 결정되는 모멘트암의 각도에 따라 출력 토크값이 정현파의 특성을 가지게 되는 특징이 있다.

상기 언급한 회전형 구동기의 단점으로 인해 일반적으로는 직선형 구동기 배치를 통하여 회전 토크를 만들어 사용하는 것이 일반적이다.

본 논문에서는 구동각에 대하여 생성되는 출력 토크의 값을 안정적으로 생성하기 위하여 복수의 직선형 구동기를 병렬로 배치하고 각각의 구동기가 회전 관절에 대하여 모멘트 입력각에 위상 차이를 두도록 하는 메커니즘에 대한 소개를 하고 그에 따른 실험 결과를 소개하고자 한다.

2. 직선구동기 병렬 배치를 통한 출력 토크

단수의 서보밸브를 통해 제어되는 복수의 직선형 구동기에는 동일한 압력이 인가된다. 이때 복수의 구동기에 전달되는 힘은 로드의 단면적에 비례하게 되는데 사용된 복수의 직선형 구동기의 로드 단면적이 동일하게 되면 이때 걸리는 구동기의 추력 또한 동일하게 된다. 이렇게 동일한 추력을 생성시

키는 복수개의 직선 구동기를 회전 관절의 모멘트암의 입력각에 따라 다음 식(1)과 같은 회전 토크를 생성하게 된다.

$$\tau = F \times d \times \sin(\theta) \text{----- (1)}$$

식(1)에 따라 동일한 회전축을 가지는 각기 다른 직선구동기를 모멘트 입력각을 다르게 배치하게 되면 각각의 구동기에 의해 생성되는 회전 토크는 일정한 위상 차이를 갖는 토크를 생성하게 되고 결과적으로 회전 관절에서는 각각 구동기에 의해 생성된 회전 토크의 합에 해당하는 출력 토크를 생성하게 된다.

2절 구조에서 직선형 구동기의 스트로크에 따라 생성되는 각각의 파라미터를 그림(1)에 도식화하였다. 이에 따라 회전관절의 구동기에 의한 모멘트 입력각(θ_{i2})은 식 (2)에 의해 결정되고 관절에 생성되는 최종 회전 토크는 각각의 구동기의 출력 토크의 합산으로 식(3)으로 표현된다.

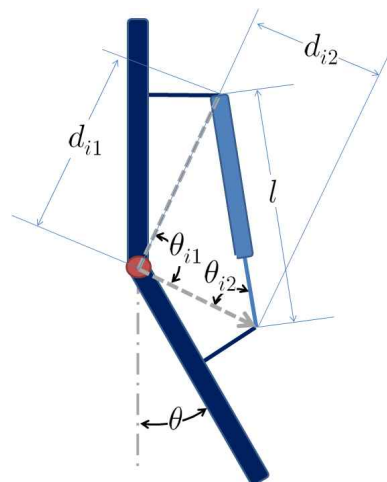


Fig. 1 Parameter description for 2 link manipulator

$$\frac{l}{\sin\theta_{i1}} = \frac{d_{i1}}{\sin\theta_{i2}} \Rightarrow \sin\theta_{i2} = \frac{d_{i1}\sin\theta_{i1}}{l} \quad (2)$$

$$\tau = \sum_{i=1}^n F_i \times d_{i2} \times \sin\theta_{i2} \quad (3)$$

아래 그림 2는 상기 메커니즘을 검증하기 위해 제작된 테스트베드 형상을 보여준다. 본 테스트베드에는 직선형 유압구동기 2개가 모멘트암의 위상차이를 갖도록 배치되어 있으며 구동기가 연결된 하부 링크는 -30°~15°의 구동범위를 갖도록 설계/제작되었다. 배치된 두 개의 직선형 유압구동기를 제어하기 위하여 Star社의 소형 서보밸브가 적용되어 두 개의 구동기에 입력되는 유량을 제어하도록 한다. 하부링크부에는 적절한 소요 토크를 생성하기 위하여 무게추를 장착할 수 있도록 구성하였다.

각각의 직선 구동기에는 각 구동기의 출력힘을 측정할 수 있는 로드셀이 장착되어 있으며 관절각 제어를 위하여 회전형 엔코더를 장착하여 각도에 대한 피드백 제어를 수행하도록 구성되었다.

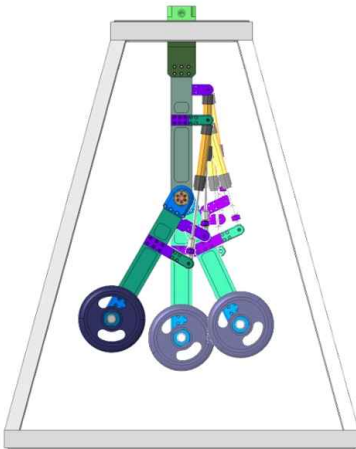


Fig. 2 Test-bed Lay-out

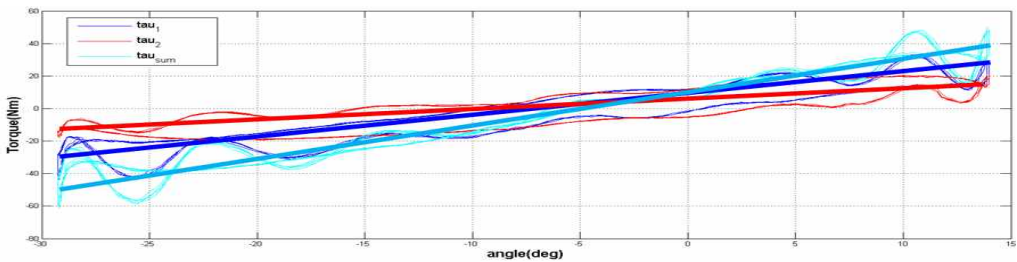


Fig. 3 Test result(Period: 1/3Hz, Payload: 30kg)

3. 시험 결과

상기 설명된 직선구동기 병렬배치를 통한 구동 시험 결과를 아래 그림 3에 나타내었다. 하부 링크는 3초당 1번 왕복하는 궤적을 추종하도록 제어되었다. 결과 그래프를 통하여 알 수 있듯이 각각의 직선 구동기는 관절 각도에 상관없는 출력 힘을 생성하게 되고 그로 인해 생성되는 회전 토크는 일정량의 위상 차이를 가지며 생성됨을 확인할 수 있었다.

4. 결론

본 논문에서는 직선형 유압구동기를 회전 중심에 대하여 모멘트 입력각에 위상차를 두어 배치하고 그에 따라 생성된 회전 토크를 분석하였다.

이는 유압식 구동기에 있어서 직선형 구동기의 병렬 배치를 통하여 주요 구동각에 대하여 일부 제한이 가능한 장점을 가지게 된다. 결과적으로 구동각도에 따른 출력 토크값이 불균일한 특징을 가지는 직선형 구동기를 선정함에 있어 불필요하게 큰 사양의 구동기를 선택해야 하는 문제를 해결하고 이는 결과적으로 구동기의 효율을 증대시키는 방법이 될 수 있다.

후기

본 연구는 지식경제부 로봇산업원천기술개발사업 [No. 10035461, 산업노동지원을 위한 착용식 근력증강로봇 기술 개발]의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. H. E. Merritt, Hydraulic Control Systems, John Wiley & Sons, NY, USA, 1967
2. D. Li and S. E. Salcudean, "Modeling, simulation, and control of a hydraulic Stewart Platform," in Proc. IEEE int. Conf. Robotics and Automation., pp. 3360-3366, April 1997.