

부싱 연결 임의의 크기를 갖는 3-블록 모델을 이용한 4절 기구 경로 합성

Unified Mechanism Synthesis of Four-bar Linkage for Path Generation using Bushing Connected Size-Variable 3-Blocks Model

홍정렬* · 유희희†

Jung Ryeol Hong, Hong Hee Yoo

1. 서 론

기계 시스템은 입력 운동을 원하는 출력 운동으로 변화 시키기 위해 단순 혹은 복잡한 구조를 갖는 기구들로 구성된다. 원하는 기구의 운동을 구현하기 위해서는 정해진 상황과 목적에 따라 기구를 정확히 설계해야 하며 이와 같은 과정을 기구 합성이라 한다. 기구 합성은 링크의 개수와 조인트의 형태 그리고 조인트의 연결 방식을 결정하는 형태 합성이 선행되며 링크의 치수를 결정하는 치수 합성을 통해 목적에 맞는 원하는 기구를 얻는다. 링크 기구 설계에 관한 연구는 도식적인 방법과 해석적인 방법으로 연구되어 왔으나 이 방법들은 설계자의 직관과 경험에 의존하므로 기구 합성에 드는 시간과 비용이 많이 소모 된다. 이 방법을 극복하기 위해 최적화 방법이 도입되어 기구 합성에 드는 시간을 단축하는 연구가 진행되어왔다. 이를 개선하기 위해 초기 기구의 형태를 결정하지 않는 상태에서 형태 합성과 치수 합성의 과정의 구분 없이 하나의 과정으로서 기구 합성을 진행하는 통합 기구 합성법이 제안 되었다. Kim 은 스프링으로 연결된 블록 모델을 제안하여 조인트의 종류와 링크의 길이를 스프링 강성과 블록 크기로써 결정하는 통합 기구 합성법을 제안 하였다.

본 연구에서는 기존에 연구를 확장하여 부싱 요소로 연결된 3 블록 모델을 제안하고 이를 이용하여 보다 신속한 기구 합성을 수행하였다.

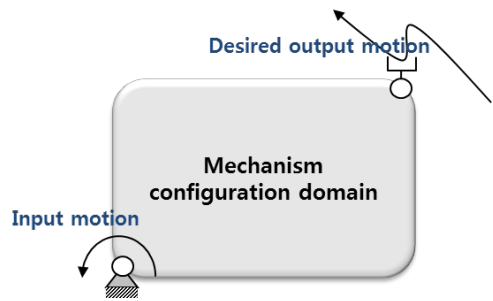


Fig. 1 Mechanism synthesis

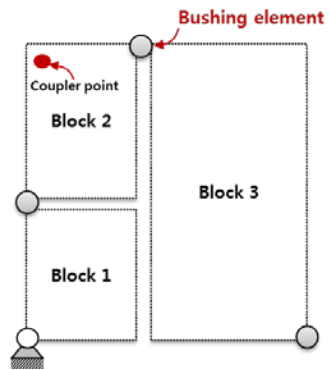


Fig. 2 3-Block Model

2. 평면 링크 기구 설계

2.1 설계문제 정의

Fig.1 은 본 연구에서 다루는 링크 기구의 자동 합성 문제를 도식적으로 나타내었다. 링크 설계의 목적은 주어진 입력의 운동을 출력의 운동으로 변

† 교신저자; 정희원, 한양대학교 기계공학과

E-mail : hhyoo@hanyang.ac.kr

Tel : 02-2220-0446 , Fax : 02-2299-8169

* 정희원, 한양대학교 기계공학과

환하는 링크 기구를 찾는 데에 있다. 기구 합성을 위해 평면 기구에서 가장 많이 활용 되는 4절 기구에 한하여 3블록 모델을 제안하였다. (Fig. 2)

2.2 최적화 문제 정의

각 블록을 연결하는 부싱들의 강성 값과 블록들의 크기를 설계 변수로 설정하면 회전 조인트와 병진 조인트로 구성된 4절 기구를 제안된 모델을 이용하여 구현 할 수 있다. 이를 위해 경로 합성 문제를 위해 식 (1)과 같이 지정된 경로와 커플러 점과의 차를 제공한 식을 최소화 하는 최적화 알고리즘을 구현하였다.

$$\begin{aligned}
 & \text{Find} \quad k_{il}, k_{ji}, \theta_l, b_m, h_m, x_c, y_c, x_m, y_m \\
 & \text{Minimize} \quad \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [(x_{di} - x_{gi})^2 + (y_{di} - y_{gi})^2] \\
 & \text{subject to} \\
 & 1 - \frac{2}{k_{\max} - k_{\min}} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| k_{ai} - \frac{k_{\max} + k_{\min}}{2} \right| \leq \varepsilon \\
 & k_{\min} \leq k_{ai} \leq k_{\max} \\
 & 0 \leq \theta_l \leq \frac{\pi}{2} \\
 & b_{ml} \leq b_m \leq b_{mtl} \\
 & h_{ml} \leq h_m \leq h_{mtl} \\
 & \text{where } a = x, y \quad l = 1, 2, 3 \quad m = 1, 2, 3
 \end{aligned} \tag{1}$$

여기서 x_{di}, y_{di} 는 Desired path 이고 x_{gi}, y_{gi} 커플러 점 위치이다. 또한 b_m, h_m 은 블록의 가로 세로 길이를 나타내며 이를 통해 링크의 길이를 결정할 수 있다. 강성 값을 나타내는 부싱 요소 1개당 k_x, k_y, θ_l 값을 가지게 되어 조인트의 종류를 얻은 결과 값으로부터 알 수 있다.

3. 4절 기구 합성 예제

경로 합성 문제는 지정된 경로를 따라가는 기구를 설계하는 문제이다. 지정된 함수는 2차 함수를 사용하였고 경로와 최소화 되는 점을 찾기 위해서 2차 함수 범위 안에서 정밀 점의 간격을 배열하는 방법으로 체비셰프 배열을 이용하였다. Fig. 3은 위에서 정의된 경로 합성 문제로 얻은 4절 기구이다. 회전 조인트 4개로 구성된 R-R-R-R 기구이며 정의된 경로와 기구 합성을 통해 얻은 경로와의 Path error는 1.1×10^{-4} 로 확인하였다.

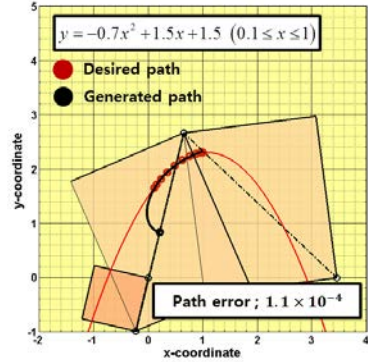


Fig. 3 Path generation Example

3. 결론

스프링으로 연결된 블록 모델을 이용한 통합 기구 합성법으로부터 부싱 요소를 이용하여 설계 변수를 감소 시킬 수 있어 기존의 연구 보다 최적화 해를 빠르게 얻었다. 본 연구는 향후 공간 링크 기구 합성에 대한 연구로 발전 시킬 예정이다.