

부싱 요소를 이용한 평면 4 절 기구의 강체 유도 기구 합성

Mechanism synthesis of Planar Four-bar Linkage for rigid body guidance by bushing elements

유 흥 희† · 홍 정 렬‡
Hong Hee Yoo and Jung Ryeol Hong

Key Words : Mechanism Synthesis(기구 합성), Four-bar Linkage(4 절 기구), Body guidance(강체유도)

ABSTRACT

The mechanism synthesis methods, graphical, analytical and computer-aided technique have been proposed for selecting and scaling mechanical system. According to developing computation tools, mechanism could be synthesized much faster and more correct than previous analytical ways by improved techniques. In this paper, the improved synthesis method is proposed to solve body guidance synthesis problem. To perform the mechanism synthesis for body guidance, a planar linkage is modeled as a set of free three bushings located in design space. The values of bushing stiffness and x, y position of bushings yielding a desired functional requirement related to input motion are found by using an optimization technique.

1. 서 론

기계 시스템은 단순 혹은 복잡한 기계 요소들의 조합으로 이루어지며, 입력 동력에 따라 원하는 운동 특성을 나타내는 기구들을 설계하는 과정을 기구 합성이라고 한다.

전통적으로 기구 합성 방법으로는 도식적, 해석적 방법을 이용하였지만, 이는 기구 합성을 위해 많은 시도를 통해 매우 비효율적이다. 이후 링크와 조인트의 종류를 결정하는 형태 합성과 링크의 수 및 자유도의 수를 결정하는 수 합성, 링크의 길이를 결정하는 치수 합성으로 나뉘어 진행되어왔다. 이는 원하는 운동 특성을 얻기 위해 기구의 형태를 미리 결정짓거나 특정 운동 특성을 표현할 수 없는 기구 형태를 알 수 없는 한계점을 지닌다. 또한 전체적인 기구 합성을 위해서는 형태합성과 치수 합성을 번

갈아 가며 수행해야 하기 때문에 설계자의 직관과 경험에 의존적이다.

최적화 기법과 컴퓨터 성능의 발달로 형태 합성과 치수 합성을 하나의 최적화 문제로 정의하는 통합 기구 합성법이 제안 되었다. 이의 대표적인 방법으로는 다수의 강체 블록이 스프링으로 연결된 모델을 이용한 연구가 선행되었다. 하지만 다수의 강체 블록 모델을 이용하므로 많은 연산과 간단한 운동을 복잡한 기구로 합성된 결과를 얻기에 가장 최적화된 기구를 얻는데 한계점을 지닌다.

본 연구에서는 이를 개선하여 평면에서 복잡한 운동을 가장 간단한 형태로 표현가능하며 가장 많이 활용되는 평면 4 절 기구 합성을 위해 새로운 모델을 제안하고 강체 유도 기구 합성예제를 통해 이를 검증하였다.

2. 모델링

2.1 평면 4절 기구

회전 조인트에 입력 운동이 가해지고 있는 평면상에 임의의 위치를 갖는 3 개의 부싱 요소들을 정의

† 교신저자: 정희원, 한양대학교 기계공학부
E-mail : hhyoo@hanyang.ac.kr
Tel : 02-2220-0446 , Fax : 02-2299-8169
‡ 발표자: 한양대학교 융합기계공학부

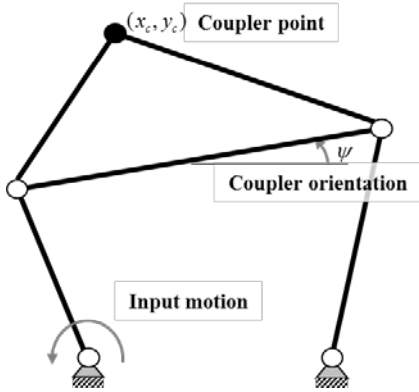


Figure 1. Planar four-bar linkage

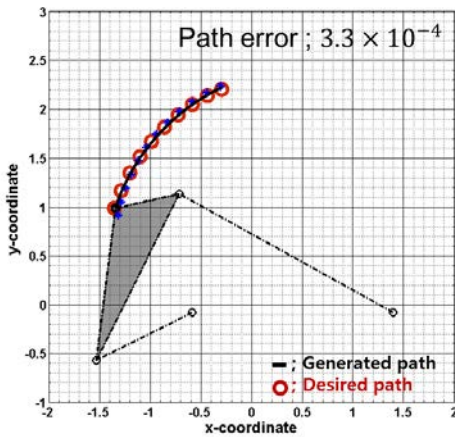


Figure 2. Synthesized result - Path

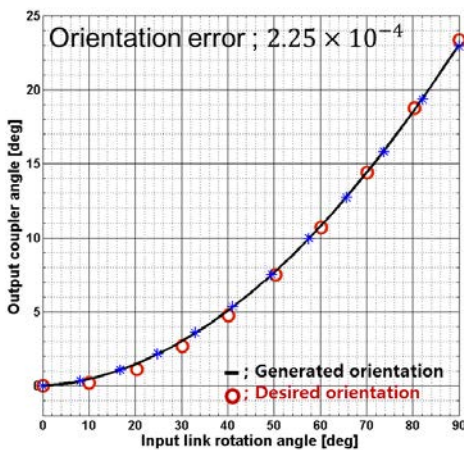


Figure 3. Synthesized result - Orientation

Find $k_{sm}, \theta_m, x_m, y_m, x_c, y_c$

Minimize $\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\psi_{di} - \psi_{gi})^2$

subject to

$$g_j = (x_{dj} - x_{gj})^2 + (y_{dj} - y_{gj})^2 \leq \epsilon_1 ; \quad j=1, 2, 3, \dots, N$$

$$g_{N+1} = 1 - \frac{2}{k_{\max} - k_{\min}} \frac{1}{N_g} \sum_{i=1}^{N_g} \left| k_{di} - \frac{k_{\max} + k_{\min}}{2} \right| \leq \epsilon_2$$

$$k_{\min} \leq k_{di} \leq k_{\max}$$

$$0 \leq \theta_i \leq \frac{\pi}{2}$$

$$x_{mL} \leq x_m \leq x_{mU}$$

$$y_{mL} \leq y_m \leq y_{mU}$$

where $m=1, 2, 3$ $k_{\max}=1$, $k_{\min}=1 \times 10^{-8}$

Equation 1. Optimization formulation for body guidance synthesis

한다. 각 부싱 요소들은 조인트를 의미하며 조인트들 간의 거리를 선으로 표현하면 순차적으로 입력 링크, 커플러 링크, 출력 링크를 의미하며 거리의 크기는 각 링크의 길이를 나타낸다.

2.2 회전 조인트, 병진 조인트

평면 상에 위치한 부싱들은 x, y 병진방향 강성 값과 z 축 회전 방향 강성 값을 가진다. 부싱 요소들의 강성 값의 크기는 최적화 과정을 통해 매우 큰 강성 값 혹은 매우 작은 강성 값으로 양극화 된다. 강성 값들의 최대 혹은 최소 값들의 조합으로 각 부싱들은 회전 조인트와 병진 조인트의 움직임을 표현할 수 있다.

3. 최적화

원하는 평면 기구 합성을 위해 설계 공간 안에 모델링 된 부싱들의 강성 값과 위치를 설계 변수로 설정하고 커플러 링크의 자세와 커플러 점의 위치를 추가적으로 설계 변수로 설정한다. 커플러 링크의 자세와 목표로 하는 운동 특성과의 차이를 최소화하는 최적화 문제를 정의하고 커플러 점과 목표 점들간의 거리를 구속조건으로 추가하여 하나의 최적화 문제로 정의하였다.

3. 결론

본 연구에서는 평면상에 임의의 위치를 갖는 부싱 모델을 제안하고 강제 유도 합성을 단일 최적화 문제로 정의하였다. 최적화 방법을 통해 얻은 기구 합

성 결과는 이전 연구에 비해 신속하고 단순한 기구 모델을 얻을 수 있었다.

후 기

본 연구는 2011년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20111510100050)

참 고 문 헌

(1) Naik, D. P. and Amarnath, C., 1989, Synthesis of adjustable planar 4-bar mechanism. *Mechanism and machine theory* 24(6), pp. 523-526.

(2) Suh, J. S., 2004, Kinematic Analysis and Dynamic Balancing Technique in a Link-Motion Mechanism, *Proceedings of the KSNVE Annual fall Conference*, pp. 498~502.

(3) Shiakolas, P. S., Koladiya, D. and Kebrle, J., 2005, On the optimum synthesis of six-bar linkages using differential evolution and the geometric centroid of precision positions technique. *Mechanism and Machine Theory* 40(6).

(4) Kim, Y.Y., Jang, G.W., Park, J.H., Hyun, J.S., Nam, S.J., 2007, Automatic synthesis of a planar linkage mechanism with revolute joints by using spring-connected rigid block models. *J. Mech. Des.* 129(9), pp. 930-940.