

기 계 항 공 공 학 부

2016-14218

조 훈 호

요 약

본 논문에선 Human Performance Augmentation Exoskeleton의 일종인, 보행 밸런싱을 증대시킬 수 있는 무릎 Exoskeleton을 최적설계 기법을 통해 위상과 형상 모두를 설계해본다. 먼저 간단한 4-bar Linkage에 대한 Kinematic Analysis를 진행하면서, R, P Joint의 Mechanism과 기구에서 End-effector가 그리는 Trajectory를 시각화시켜 보여줄 수 있는 Code를 작성하고, 이 Code를 통해 End-effector Trajectory가 보행에서 나오는 Gait Trajectory를 구현할 수 있을지에 탐구한다. 본 논문에서는 4-bar Linkage를 통해 Gait Trajectory를 구현할 수 있을 것으로 판단하였으나, 이후 4-Bar Linkage의 Link의 길이와 Initial Position을 설계변수로 둔 최적설계의 적용에서, Sensitivity가 적절히 구해지지 않는 문제점을 발견하여, 설계 Model을 SBM (Spring-connected Block Model)으로 수정하였다. 다음엔 3by3 SBM에서 위상은 고정시킨 후 Node의 Initial Configuration을 설계변수로 두는 형상 최적설계 Code를 작성하여, End-effector가 Closed Loop과 Open Loop 형태의 두 Desired Path에 대해 각각을 만족시키도록 초기 형상에 대한 최적설계가 잘 진행됨을 확인하였다. 다음엔 무릎 Joint에 대한 생체역학 Study를 통해, Gait Motion 시에 무릎의 거동이 8개의 Phase를 따라 나타나며, 또 Gait Cycle에서 부하반응기(Gait Cycle의 2~12% 시점)에서 무릎에 가장 큰 Moment 부하와 Power 소비가 일어나는 것을 확인하였고, 이로부터 부하반응기에서 Exoskeleton이 무릎 관절의 Angular Velocity보다 작은 속도로 움직이도록 설계하는 것을 타겟으로 잡았다. 이후엔 이 타겟을 만족시키기 위한 우선 조건으로, 무릎 Exoskeleton의 End-effector가 무릎과 고관절의 움직임에 의해 나타나는, Gait Trajectory를 만족시키는 것을 구체적인 타겟으로 정하였다. 이후 타겟을 만족시키는 SBM의 Mechanism 합성에서는 선행 연구를 통해 복잡한 형상이 필요함이 인지되어, 위상 및 형상 동시 최적설계가 진행되도록 Code를 확장하였으며, 이후 Trial 1, 2, 3을 거쳐 2개의 최적의 SBM Model 도출에 성공하였다. 합성 성공 이후엔 Mechanism 분석을 통해, 두 최종 Mechanism이 모두 4-RRRR Linkage로 나왔음을 확인하였다.