

초소형 로봇 플랫폼 구현을 위한 구동시스템 검토

The Review of Driving Systems for Embodiments of Micro Robot Platforms

정승민, 신통환, 이현주, 김윤구,곽정환, 문전일, 안진용

*S.M. Jeong, D.-H. Shin, H.J. Lee, Y.G. Kim, J.-H. Kwak, J. Mun, J. An#(robot@digist.ac.kr)
대구경북과학기술원 로봇시스템연구부

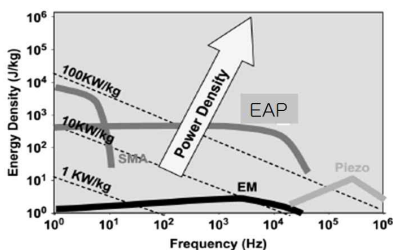
Key words : Robot Actuator, Robot Operating System, EAP, SMA, Piezo,

1. 서론

최근 생체를 모방한 로봇 기술의 발전으로 로봇 관련 기반 기술 및 주변 기술의 연구가 활성화되고 있다. 이러한 연구의 하나로 초소형 로봇에 대한 기구 설계와 제어 알고리즘에 대한 개발이 국내외에서 진행되고 있다.[3] 초소형 로봇을 구동하기 위해서는 초소형 액추에이터가 필요하며 로봇기능 및 성능을 좌우 할 수 있는 지표수단이 될 만큼 그 역할의 중요성이 가중되고 있으며 로봇의 기능 확대 및 정밀도 증가에 따라, 다기능 모듈을 탑재한 지능형 액추에이터의 개발 수요가 높아지고 있다.[2] 기존 보편적으로 사용해 온 모터, 링크 구조 그리고 기어기는 요구 사양을 만족하면서 작은 사이즈로 구현하기가 용이하지 않다. 본 논문에서는 액추에이션 기술을 선정하여, 자료 조사 및 기술별 검토한 사항을 정리하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 액추에이션 방식에 따른 밀도, 주파수에 대해 알아보고 3장에서는 구동시스템을 비교하고 4장에서는 적용 사례를 검토한다. 5장에서는 본 논문의 결론에 대해 기술한다.

2. 구동시스템 특성치



Source: DARPA

Fig. 1 Actuators - Energy density/frequency

Fig. 1은 DARPA 프로젝트에서 보고된 액추에이션 방식에 따른 에너지밀도, 가용 주파수 범위, 그리고 Power Density를 나타낸 그림이고, 세로축(에너지밀도)은 액추에이션 방식별 단위 중량으로 변환시킬수 있는 에너지를 나타낸다. 가로축(주파수)은 해당 액추에이션 방식으로 구현할 수 있는 주파수 범위를 나타낸다. 높은 주파수를 제공하는 방식은 빠른 응답특성으로 고속으로 작동해야 하는 메커니즘에 바람직하게 사용될 수 있다. 에너지 밀도가 큰 경우는 동일한 Transducer 무게를 가질 경우, 에너지 변환 능력이 높음을 의미한다. 즉 발전용 Transducer 및 센서용으로 사용할 경우, 작은 무게로 큰 전기에너지를 발생시킬 수 있음을 의미한다. Power Density는 액추에이터로서의 기능을 나타내며, Power Density가 높으면, 동일한 출력을 생성시키는데 있어 경량으로 구현이 용이함을 나타낸다. 단 Fig. 1에서는 액추에이션을 위한 Transducer만 나타낸 것으로, 드라이버 등의 부대 장치는 제외한 자료이다.

3. 구동시스템 비교

검토 대상인 구동 방식으로 “전기모터, EAP, Piezo, SMA”가 있다. Fig. 1에서 Power Density가 높은 값을 가지는 구동 방식은 EAP(Electro Actuated Polymer)와 Piezo임을 알 수 있다. 하지만, Table 1에서 보는 바와 같이 EAP는 1 m 변형시키는 데 150V가 사용되므로, 큰 Stroke 성능을 내야 할 때, 큰 용량의 Power Supply 장치가 필요하다는 한계가 있다. 또한 Piezo 방식에는 응답속도가 다른 방식에 비해 상당히 빠른 장점을 추가로 가지고 있지만, 변형률이 낮아 (0.08% ~ 0.1%), 큰 Stroke 성능을 내야 할 때는 길이가 길어야 한다는 한계가

Table 1. Overview of the physical parameters of different actuator type

Actuator type	EAP	SMA	Piezo
Strain %	> 10 %	< 8 %	0.2
Force Mpa	0.1 - 3	700	110
Reaction Speed	ms - min	s - min	s - s
Energy Density (J/cm ³)	0.3 - 3.4	> 100	0.1
Density (g/cm ³)	1 - 2.5	5 - 6	7 - 8
drive voltage	2-7V/ μ m 10 - 150V/ μ m	not applicable	< 200V

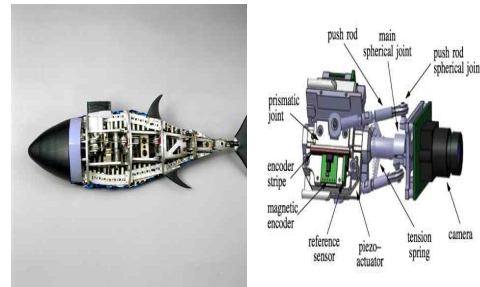
있으며, 이는 또 다른 구조적인 문제를 발생시키고 있다. 실제로 Piezo Actuator의 대표적 업체로 알려진 CEDRAT 社의 기술 명세서에 의하면 Buckling 문제 때문에 전체 길이 200mm의 한계를 가지며, 이 경우 스트로크는 160 μ m~200 μ m가 한계인 것으로 알려져 있다. 하지만 작은 Stroke를 가지는 Application 즉 초소형 로봇의 구동체로는 적합하다는 결론을 내릴 수 있다. Transducer관점에서 Power Density가 높아 경량으로 구현가능하다는 장점을 유지하며, 큰 Stroke가 요구되는 Application에서 문제시 되었던 기술적 한계들이 다음과 같이 희석된다. 초소형 로봇의 경우 작은 Stroke가 요구되며, EAP의 경우 (Power Supply 문제) - 작은 용량의 Power Supply만으로도 구현이 가능하고, Piezo의 경우 (전체 길이 문제) - 작은 길이로 구현이 가능하다.

기타 다른 구동방식에 대해 살펴보면, 기존 모터 방식(EM)은 비교적 넓은 주파수 범위를 가지지만, Power Density가 낮은 범위를 가지고 있음을 알 수 있다. SMA(Shape Memory Alloy, 형상 기억 합금)는 에너지 밀도는 높으나, 주파수 범위가 작으며 그 상한치가 다른 구동 방식에 비해 낮다. 이는 SMA의 경우 변형을 위해, 열에너지가 인가되어야 하고 이러한 가열 및 냉각에 적지 않는 시간이 소요되므로, 다른 방식들에 비해 응답 속도가 느릴 수 있다.

4. 적용 사례

Fig. 2 (a)는 미국 MIT 대학에서 연구한 Robotuna 로써 물고기중 가장 빠른 참치 (최대 속도 약

80km/h)를 모사하였다. EAP (Electro Actuated Polymer)를 사용한 로봇이다. Fig. 2(b)는 독일 뮌헨 기술대학교에서 개발한 카메라 로봇으로 빠른 움직임의 구현과 안정적인 시선 트래킹을 위해 Piezo Actuator 소자를 사용하였다.



(a) EAP (Robotuna) (b) Piezo (Magic eye)
Fig. 2 application of the different actuator type

5. 결론 및 Further Work

본 논문에서는 초소형 로봇에 적합한 구동방식을 검토하였으며, 여러 구동방식 중 Piezo방식이나 EAP 방식이 전기를 많이 사용하기 때문에 불합리하지만, 아주 작은 변위가 요구되는 소형로봇에는 적합한 것으로 나타났다. 향후 계획으로는 Piezo나 EAP를 이용한 생체모방로봇을 설계, 제작 및 수행하고자 한다.

후기

본 논문은 교육과학기술부 기관 고유과제 연구비와, 지식경제부 산업원천기술개발 연구비로 수행된 연구 결과입니다.

참고문헌

1. Andrea M, Rui Zh. and Andreas K, "Novel Actuators for Haptic Displays based on Electroactive Polymers.",
2. 김주한, 류세현, 서정무, 정인성, "소형 로봇용 액츄에이터 개발에 관한 연구," 한국 정밀공학 회지, pp. 561-562, 2009
3. 권오석, 신동환, 안진웅, "복합지형 주행을 위한 생체 모방 로봇 개념 연구," KSPE 추계학술 대 회, pp. 139-140, 2009