

# IPMC 구동체의 동력전달 효율을 고려한 손가락 외골격의 설계 및 연구

## A Study on the Design of a Finger Exoskeleton

### Considering Power Transfer Efficiency of IPMC Actuators

\*이두원<sup>1</sup>, \*이계한<sup>1</sup>, 정광훈<sup>1</sup>, 김윤정<sup>1</sup>, 김병조<sup>1</sup>, 윤버리<sup>2</sup>, 왕혁식<sup>2</sup>, 송대석<sup>2</sup>, 이슬<sup>2</sup>, 이수진<sup>1</sup>,  
조재영<sup>2</sup>, 김동민<sup>3</sup>, 전민호<sup>4</sup>

\*D. W. Lee<sup>1</sup>, \*K. Rhee(khanrhee@mju.ac.kr)<sup>1</sup>, G. H. Jeong<sup>1</sup>, Y. J. Kim<sup>1</sup>, B. J. Kim<sup>1</sup>, B. Yoon<sup>2</sup>,  
H. S. Wang<sup>2</sup>, D. S. Song<sup>2</sup>, S. Yi<sup>2</sup>, S. J. Lee<sup>1</sup>, J. Y. Jho<sup>2</sup>, D. M. Kim<sup>3</sup>, M. H. Chun<sup>4</sup>

<sup>1</sup>명지대학교 기계공학과, <sup>2</sup>서울대학교 생물화학공학과, <sup>3</sup>홍익대학교 전기공학과,  
<sup>4</sup>아산병원 재활의학과

Key words : Finger Exoskeleton, Ionic Polymer Metal Composites, Kinetic Design

### 1. 서론

최근 손의 운동 기능이 부족한 고령자나 장애인을 위한 일상생활에서의 운동 기능을 보조할 수 있는 착용식 외골격 기구에 관한 연구들이 활발하게 수행되고 있다. 하지만 기존의 외골격 기구는 전기모터 또는 유압을 이용한 구동체<sup>(1)</sup>를 사용함으로써 일상생활에 활용되기에는 크고 무거운 불편함이 있다. 본 연구에서는 IPMC(Ionic Polymer Metal Composites)<sup>(2)</sup> 고분자 구동체를 이용하여 소형 및 경량화가 가능한 손가락 외골격을 연구하고자 한다.

IPMC 는 낮은 전압을 인가하여도 동적으로 큰 변형이 가능하다는 장점을 가지고 있지만 작은 구동력으로 인해 큰 토크를 요구하는 구동기에 응용하기에는 어려운 단점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 IPMC 구동체의 동력전달 효율을 향상시키기 위한 손가락 외골격을 설계하기 위해 세가지(Case1, Case2, Case3) 각기 다른 구조의 외골격을 가지고 같은 자세의 손가락 모형 더미<sup>(3)</sup>에 착용하여 손가락 끝 단에서의 힘을 측정하여 비교하였다.

### 2. 실험구성 및 결과

본 실험의 목적은 IPMC 구동체의 힘을 좀더 효율적으로 전달하는 외골격 구조를 찾는

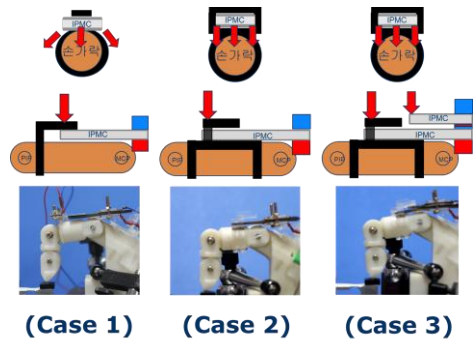


Fig. 1 3 Types of exoskeleton actuator holders (The red arrows are IPMC force direction)

것에 있으므로 손가락 모형의 자세와 구동체에 사용되는 IPMC 의 성능은 같고 외골격의 구동부 구조만 다른 3 경우를 고려하였다.

Case1 은 특별한 구조체가 없이 IPMC 구동체가 직접 손가락에 닿는 형태로 손가락과 IPMC 구동체와의 접촉면이 곡면인 형태이다. IPMC 의 구동 시 IPMC 가 접촉면에 따라 휘어지게 되어 외골격을 구동시키는 힘 외 에 손실이 발생한다. (Fig.1 Case 1)

Case2 는 IPMC 구동체가 손가락에 직접 닿지 않고 손가락과 IPMC 구동체 사이에 평평한 구조물을 위치시켜 IPMC 구동체와 손가락의 접촉면이 평면인 형태로 IPMC 가 접촉면을 따라 휘어지며 발생하는 손실을 줄인

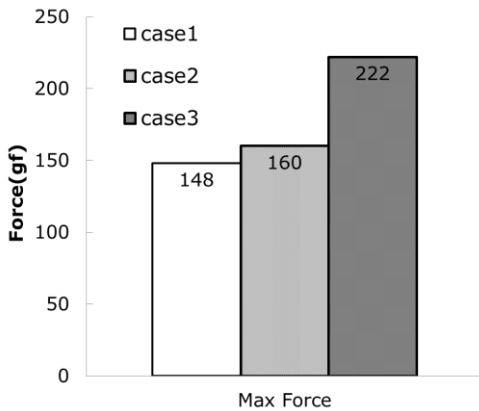


Fig. 2 Figure tip blocking forces

형태이다. (Fig.1 Case2)

Case3 는 Case2 동일한 상태에서 IPMC 구동체 위에 작은 IPMC 를 하나 더 착용하여 IPMC 구동체의 힘을 막아주어 IPMC 구동체가 휠 때 발생하는 손실을 줄여주어 효율을 높인 형태이다. (Fig.1 Case3)

위의 세가지 Case 의 외골격을 손가락의 첫 번째 관절(Metacarpophalangeal joint : MCP)만 자유도를 갖는 1 자유도의 손가락 모형에 착용한 후 IPMC 를 구동 시키면 손가락 끝단의 로드셀에서 증력방향으로 측정되는 최대 힘은 Case1 일 때 148 gf, Case2 는 160 gf, Case3 의 경우는 222 gf 로 측정 되었다.(Fig. 2) 동력 전달 효율은 측정된 손가락 끝단부의 반작용 힘을 기준으로 계산한 토크를 구동체가 발생하는 토크 값으로 나누어 계산하였다.

### 3. 결론

본 연구에서는 IPMC 구동체의 동력전달 효율을 높이는 목적으로 외골격의 구조를 변경하여 손가락 더미에 착용시킨 후 더미 끝단에서의 힘을 비교하였다. IPMC 구동체와 외골격의 접촉면을 곡면에서(Fig.1 Case1) 평면으로(Fig.1 Case2) 변경함으로써, 1 자유도 MCP joint 를 기준으로 IPMC 구동체가 만들어 낼 수 있는 토크와 외골격 실험 결과로 나온 토크를 비교하여 결정된 동력전달 효율이 84%에서 87%로 증가하였다.(Fig. 3) 또한 길이가 각기 다른 2 개의 IPMC 구동체를 중첩

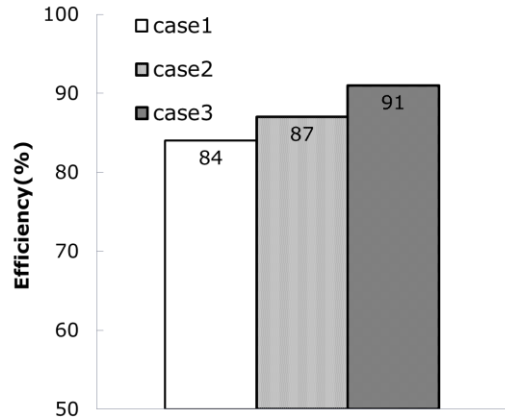


Fig. 3 Power transfer efficiencies

함으로써 힘을 추가시키고, IPMC 의 힘을 방지하였다. 그 결과로 동력전달 효율이 87%에서 91%로 증가하였다. (Fig. 3)

위와 같은 결과를 통하여 외골격 구조를 변경 함으로써 동력전달 효율의 증가에 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 향후 설계된 외골격 구조를 이용하여 두 점 집기가 가능한 손가락 외골격을 설계할 예정이다.

### 후기

이 논문은 2012 년도 정부 (교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단 - 공공복지안전사업의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2010-0020456).

### 참고문헌

1. Ertas, I.H., Hocaoglu, E., Barkana, D.E., and Patoglu, V., " Finger exoskeleton for treatment of tendon injuries," 2009 IEEE 11th International Conference on Rehabilitation Robotics, 194-201, 2009.
2. Jun Ho. Lee., et al., " Water uptake and migration effects of electroactive ion-exchange polymer metal composite (IPMC) actuator," Sensors and Actuators A: Physical, **118**, 98-106, 2005
3. 정광훈, 김윤정, 이계한, 이수진 "고분자 구동체를 이용한 손가락 외골격기구의 설계 및 동력학적 모델 개발," 한국 정밀공학회지, 제 **29** 권 7 호, 717-722, 2012.