

# 공벌레를 모방한 인치웜 로봇의 개발

## Development of inchworm robots mimicking pill bug

\***신부현<sup>1</sup>**, #**이승엽<sup>1</sup>**, **최승욱<sup>1</sup>**

\*B. H. Shin<sup>1</sup>, S. W. Choi<sup>1</sup>, #S.Y. Lee(sylee@sogang.ac.kr)<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>서강대학교 기계공학과

Key words : Biomimetics, Electromagnetic, Inchworm

### 1. 서론

최근까지 마이크로 로봇에 다양한 종류의 구동기를 사용하려는 시도가 있어왔다. 마이크로 로봇은 미래에 파이프 검사 등의 산업적 목적, 내시경을 위한 의료적 목적 등에 적용이 가능할 것으로 예상된다. 그 중 대표적인 것이 PZT, 형상기억합금(SMA), 솔레노이드 등이다. PZT를 이용한 로봇 구동의 경우 고주파의 신호에 반응이 가능하지만 구동을 위해서 높은 전압이 필요하다는 단점을 갖고 있다[1,2]. 형상기억합금의 경우 간단하게 제작이 가능하지만 느린 이동속도와 반응성이 약점이다.[3].

전자기 구동기를 이용한 방식은 빠른 이동속도와 함께 빠른 응답성을 갖고 있다. 전자기 구동방식은 다시 크게 두가지로 나뉘는데 충격방식과 로코모션 방식이 있다. Takahiro Ito[4] 등이 제안한 방식은 코일 내부에서 구동되는 영구자석의 충격량에 의해 외부 몸체를 구동시키는 방식이다. 이와 유사하게 H. Min[5]은 외부 몸체의 양끝에 코일이 있고 영구자석이 내부에서 충격량을 발생시킴으로서 이동하는 방식이다. 로코모션 방식 중에선 Haiwei Lu[6,7]가 제안한, 직선 모터를 채용한 로봇과 Xiaona Wang[8]이 제안한 솔레노이드와 영구자석, 그리고 플런저로 구성된 로봇이 있다. 이들 역시 뛰어난 반응속도와 이동성능을 갖고 있지만 양방향 구동이 불가능하다는 단점을 갖고 있었다.

본 연구에서는 4개의 솔레노이드를 이용한, 로코모션 방식의 생체모방형 인치웜 로봇을 제안하고 제작하였으며 이를 개선하여 공벌레의 모습을 모사한 로봇을 개발할 계획 중에 있다.

### 2. 구동원리

4개의 솔레노이드가 각각의 몸체를 구성한다.

몸체 하나의 길이는 12mm이고 무게는 5g이다. 전기신호를 인가함으로써 각 솔레노이드의 극성을 바꾸어주면 인력 및 척력에 의해 몸체가 이동하게 된다. 몸체가 효과적으로 이동하기 위해서는 전류량과 전류를 인가하는 시간을 조절해야 한다. 이 신호를 결정하기 위해서 FEM을 이용하여 전자기장 해석을 실시하였다.

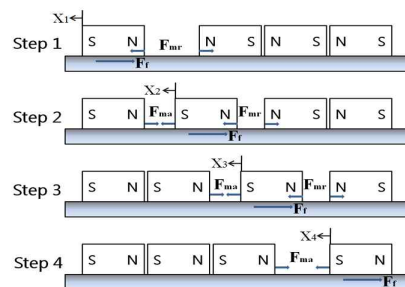


Fig. 1 Schematic diagram of working principle of segmented solenoids



Fig. 2 Prototype of inchworm-type actuator

### 3. 실험결과

3가지의 마찰조건에 대해 실험하였으며 동마찰계수는 각각 0.35 0.5 0.75였다. Fig.3에 각 몸체에 인가한 신호의 1주기가 제시되어 있다. 구동실험 결과는 Fig. 4에 제시되어 있다. 로봇을 구동시키고 레이저 변위 센서를 이용하여 측정된 결과이다. 다양한 마찰조건에서도 60mm/s 이상의 빠른 속도로 이동할 수 있음을 알 수 있다.

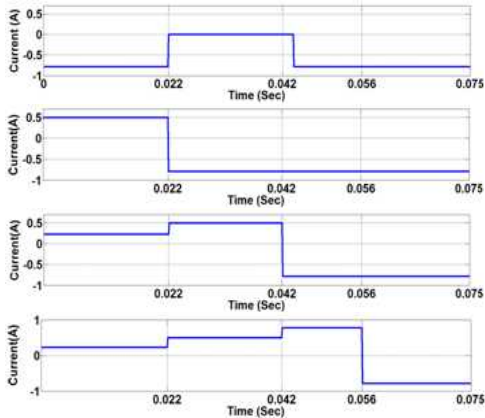


Fig. 3 Input signals of segmented solenoids

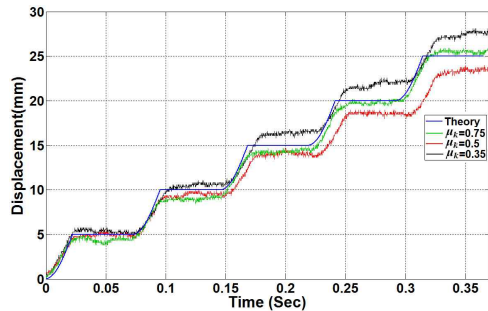


Fig. 4 Experimental results on the displacement of the first solenoid at three friction conditions

#### 4. Pill bug 연구

이러한 형태의 구동방식에 형상기억와이어를 구동기로 장착하여 몸체를 구부리는 모습을 모사하는 연구가 진행되고 있다. 종전의 인치웜 로봇에 가이드와 힌지, 폴리 등을 추가하고 SMA의 구동력으로 몸체를 구부리는 동작을 모사하는 것이 목표이다.

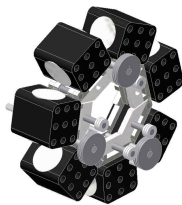


Fig. 5 Proposed robot design mimicking of a pill bug

#### 5. 결론

본 연구에서 4개의 솔레노이드를 사용한 자벌레 모사 로봇을 제안하고 구현하였다. 이론적인 동특

성 해석과 FEM 전자기장 해석을 이용하여 입력 신호를 결정할 수 있었다. 그 결과 다양한 마찰력 조건 하에서도 60 mm/s 을 상회하는 이동속도를 달성할 수 있었다.

#### 후기

본 연구는 한국 연구재단 과제(2010-0014728)의 지원으로 이루어졌습니다.

#### 참고문헌

- Ikuta, K., Aritomi, and Kabashima, T., "Tiny Silent Linear Cybernetic Actuator Driven by Piezoelectric Device with Electromagnetic Clamp," Micro Electro Mechanical Systems '92, pp. 232-237, 1992.
- Idogaki, T., Kanayama, H., and Ohya, N., "Characteristics of Piezoelectric Locomotive Mechanism for an In-Pipe Micro Inspection Machine," Sixth International Symposium on Micro Machine and Human Science, pp. 193-198, 1995.
- Lee, Y., Kim, B., Lee, M., and Park, J., "Locomotive Mechanism Design and Fabrication of Biomimetic Micro Robot Using Shape Memory," Proc. IEEE Int. Conf. on Robotics & Automation, pp. 5007-5012, 2004.
- Ito, T., Ogushi, T., and Hayashi, T., "Impulse-driven Capsule by Coil-induced Magnetic Field Implementation," 12th IFToMM World Congress, pp.495-500, 2007.
- Min, H., Lim, H., and Kim, S., "A new impact actuator using linear momentum exchange of inertia mass," Journal of Medical Engineering & Technology, Vol. 26, No. 6, pp. 265-269, 2006.
- Lu, H., and Zhu, J., "Development of a Slotless Tubular Linear Interior Permanent Magnet Micromotor for Robotic Applications," IEEE Trans. MAGNETICS, VOL. 41, NO. 10, pp. 3988-3990, 2005.
- Lu, H., Zhu, J., Lin, Z., and Guo, Y., "An inchworm mobile robot using electromagnetic linear actuator", Mechatronics, VOL.19, NO. 7, pp.1116-1125, 2009.
- Wang, X. and Meng M. Q.-H., "An Inchworm-like Locomotion Mechanism Based on Magnetic Actuator for Active Capsule Endoscope," Proc. 2006 IEEE/RSJ Int. Conf. Intelligent Robots and Systems, pp. 1267-1272, 2006.