

## SMA를 이용한 3차원 형상제시기의 와이어프레임 구동 유닛

추용주\*(고려대 기계공학과), 김영민(고려대 메카트로닉스학과), 송재복(고려대 기계공학과), 박신석 (고려대 기계공학과)

### Wire frame drive unit of a SMA-based 3D shape display

Y. J. Chu (Korea Univ.) Y. M. Kim (Korea Univ.) J. B. Song (Korea Univ.) S. S. Park (Korea Univ.)

#### ABSTRACT

This research proposes a novel method of shape display to present 3-dimensional objects. Shape displays allow us to feel the actual volume of the object, unlike conventional 2D visual displays of 3D objects. The proposed method employs a wire frame structure to present 3D objects. The wire frame is composed of small units driven by shape memory alloy (SMA) actuators. The drive unit is analogous to the agonist-antagonist system of animal musculoskeletal systems, where the SMA actuators serve as agonist and antagonist muscles. The force in the SMA actuator is controlled by electrical current. The drive unit is equipped with the locking mechanism so that it can sustain the external force exerted by the user as well as the own weight of the wire frame structure. By controlling the current into the SMA actuator and locking mechanism, we can control the angle of the drive unit. A chain of drive units enables presentation of 2 dimensional objects. 3 dimensional presentations are possible by collecting the chains of drive units.

**Key Words :** 3D Shape display (3차원 형상제시기), Wire frame drive unit (와이어프레임 구동유닛), Shape memory alloy (형상기억합금)

#### 1. 서론

인간은 오감을 조합하여 외부로부터 정보를 받아들인다. 본 연구는 역감을 이용하여 정보를 전달하는 장치에 대한 연구이다. 현재 역감이나 촉감 등의 감각을 인간에게 전달할 수 있는 장치나 방식을 연구하는 분야인 햅틱스(Haptics)에 대한 연구가 있지만, 몇 가지 장치를 제외하고는 많은 호응을 얻지 못했다. 그리고 형상제시기와 유사한 촉감제시기 동작범위가 좁고, 촉각 위주의 정보전달 방법이므로 부피감 있는 3차원 형상에 대한 정보를 전달하기에는 적합하지 않다[1]. 이에 비해서 3차원 형상제시기(shape display or form display)는 사용자에게 부피감이 있는 형상을 제시할 수 있기 때문에 정보의 인지도를 높일 수 있다. 대부분 3차원 형상을 생성하기 위해서 핀을 위로 올려서 양각을 표현하는 핀 배열 방식(pin array type)이다. 그러나 핀 배열 방식은 모든 핀을 제어하기 때문에 전체적인 시스템이 커지게 된다.[2] 본 연구에서 기존의 핀 배열 방식이 아닌 프레임 방식을 사용하여 양각과 음각을 표현하면서 상대적으로 소형의 형상제시기를 제작하고자 한다.

#### 2. 형상제시기

본 연구에서는 형상기억합금(shape memory alloy,

이하 'SMA'라 칭함)을 액추에이터로 사용한다. SMA는 1950년대에 발견되어 안경테 등 다양한 형태로 사용되어 왔다. 본 연구에서는 SMA의 형상기억 효과(Shape memory effect)를 이용한다[2]. SMA의 형상기억 효과는 특정 온도에서 상을 기억시키면, 외력에 의해서 형상이 변하여도 SMA에 열을 주면 기억된 형상으로 돌아오는 현상을 말한다. 대부분 SMA는 한 방향으로 작동되기 때문에 병렬로 사용하여 양방향으로 작용할 수 있도록 제안하였다.

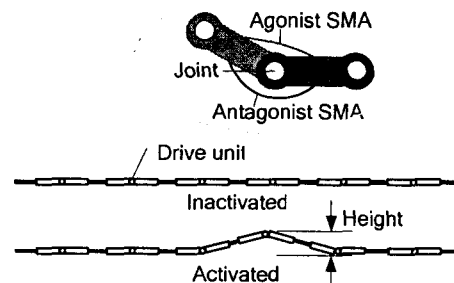


Fig. 1 Wire frame drive unit and wire frame.

본 연구에서 Fig. 1과 같은 인간의 근육계계를 모방한 소형의 와이어프레임 구동 유닛을 제안하였다 [3]. 즉, 와이어프레임 구동 유닛에 장착된 길항근

역할을 하는 SMA가 수축하면 힌지를 중심으로 회전하고 다양한 각도를 생성한다. 이러한 와이어프레임 구동 유닛을 직렬로 연결하여 와이어프레임 형태로 만들고 Fig. 1과 같은 높이 차이를 생성하여 2차원 형상을 생성할 수 있다. 형상이 생성된 다수의 와이어프레임을 병렬로 다수 조합하면 3차원 형상을 생성할 수 있게 된다.

### 3. 실험 및 결과

본 연구에서는 Fig. 2와 같이 SMA를 길항근으로 하고, 적외선 센서와 외력을 견딜 수 있는 잠금장치(locking device)를 가지는 와이어프레임 구동유닛을 설계하였다. 적외선 센서는 와이어프레임 구동 유닛의 각도 변화를 읽는다. 형상을 유지하도록 만드는 잠금장치는 힌지에 래치(Latch)를 설치하고 와이어프레임 구동유닛이 원하는 각도 도달할 때 Fig. 2와 같이 풀(pawl)이 전진하여 잠근다.

본 연구에서 가장 핵심이 되는 와이어프레임 구동 유닛을 임의의 각도로 변형시킬 수 있도록 하기 위해서는 Fig. 3과 같이 SMA 제어기, 센서 제어기 등이 필요하다. 즉, Fig. 2와 같이 엔코더 역할을 하는 힌지부분이 회전하면 발광부에서 나온 빛이 엔코더를 통과하고 수광부에 도달하여 와이어프레임 구동유닛의 각도 변화를 읽는다. 그리고 와이어프레임 구동유닛이 원하는 각도에 도달하였을 때 풀이 래치 안으로 삽입되어 잠기게 된다. 따라서 위와 같은 다수의 와이어프레임 구동유닛의 각도를 제어하고 직렬로 연결하여 유연한 2차원 형상을 생성한다. 현재 힌지 부분의 엔코더 역할을 하는 구멍의 분해능을 30°로 하였기 때문에 30°, 60°, 90°, 120°의 간격으로 움직인다.

### 4. 결론

본 논문에서는 SMA에 기반한 와이어프레임 구동유닛의 제어방법과 3차원 형상제시 방법에 대해서 설명하였다. 기존의 핀 배열 방식과는 다르게 와이어프레임 구동 유닛을 이용하여 음각의 형상을 표현할 수 있다. 또한, 시스템을 제어하기 위한 제어부의 부피를 줄이고 경량화 할 수 있다. 따라서 본 논문에서 제시한 방법으로 소형의 SMA를 이용하여 각각 노드점을 제어하고, 유연한 2차원 형상을 제시할 수 있다. 현재 다수의 와이어프레임 구동 유닛을 연결하여 유연한 2차원 형상을 제시할 수 있는 방법을 연구하고 있고, 이 방법으로 다수의 와이어프레임을 결합하여 3차원 형상을 제시할 수 있는 방법을 연구할 계획이다.

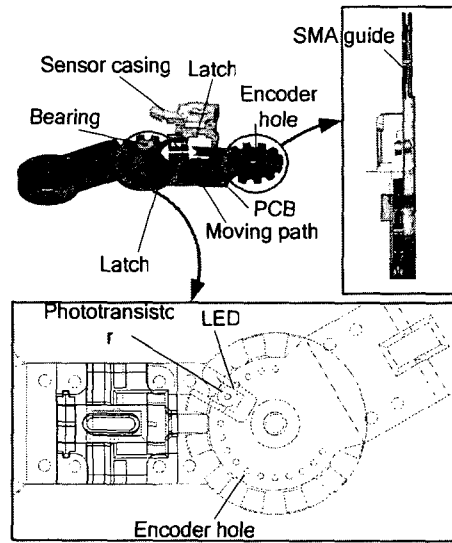


Fig. 2 Angle control of wire frame drive unit.

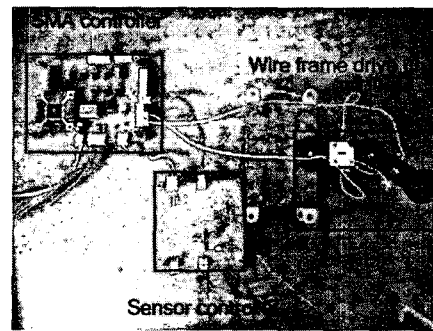


Fig. 3 Wire frame drive unit system.

### 참고문헌

1. M. Frischi, M. Buss, K. Drewing, R. Zopf, M.O. Emus "Tactile Feedback System," Proc. of IROS 2004, pp. 11-12, 2004.
2. M. Nakayani, H. Kajimoto, D. Sekiguchi, N. Kawakami, and S. Tachi, "3D Form Display with Shape Memory Alloy," Proc. of ICAT 2003. pp. 179-184, 2003.
3. Toshiyuki Hino, Takashi Maeno, "Development of a Miniature Robot Finger with a Variable Stiffness Mechanism using Shape Memory Alloy", Proc. of ISRA 2004, pp.25-27, 2004.