

# 병렬구조의 목 메커니즘 개발

## Development of the neck mechanism using parallel structure

\*#이상원<sup>1</sup>, 김진영<sup>1</sup>, 권오홍<sup>1</sup>, 원대희<sup>1</sup>, 정관영<sup>1</sup>

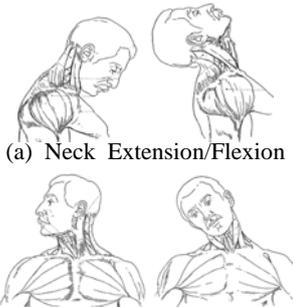
\*#S. W. Lee<sup>1</sup>(last879@kitech.re.kr), J. Y. Kim<sup>1</sup>, O. H. Kwon<sup>1</sup>, D. H. Won<sup>1</sup>, K. Y. Joung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한국생산기술연구원 CMT 개발단

Key words : Parallel , Neck mechanism

### 1. 서론

사람 또는 동물의 목 동작은 기본 3자유도로 구성된다. 그림1에서 볼 수 있듯이 목은 머리를 상하(Extension/Flexion) 좌우(Rotation)로 움직이는 두 축과 측면(Lateral Bend)으로 움직이는 한 축으로 되어있다. 이를 기계적인 공학용어로 변환하면 수직축을 기준으로 회전하는 Yaw 와 수평축이 전후·좌우로 흔들리는 Pitch, Roll 모션이다.



(a) Neck Extension/Flexion (b) Neck Rotation (c) Neck Lateral Bend

Fig. 1 Human neck[1]

오늘날 생체모방형 휴머노이드 / 안드로이드 로봇의 경우 이러한 목의 동작을 구현하기 위한 기계 메커니즘을 제작한다. 본 논문에서도 3축을 이용한 목의 동작 구현에 관한 내용을 서술할 것이다. 그런데 본 논문에서는 사람의 형상을 닮은 로봇이 아닌 4족 보행 동물의 형상을 가진 시스템에 적용하고자 한다. 동물의 경우라고 해서 용어가 다르거나 동작이 다른 것은 아니다. 하지만 외형의 차이로 인한 차별화된 하드웨어적 장치가 필요하다. 구동기의 형태가 달라지고 공급되는 동력원도 바뀌게 된다. 또한 특별히 본 논문에서 소개하는 4족 보행 동물의 크기는 그림2에서 볼 수 있듯이 길이 7m, 전체 무게 1000kg 이상의 거대한 크기로서 머리만 2m, 80kg에 근접한다. 본 논문에서는 이러한 거대 4족

보행 동물의 목을 구현할 수 있는 구동기 타입과 동력원에 대하여 소개할 것이다. 더불어 목 메커니즘의 기구학적 해석과 시뮬레이션 작업에 관한 내용도 설명할 것이다.

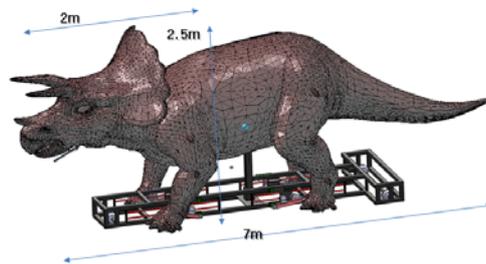
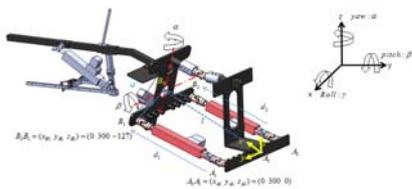


Fig. 2 Quadruped mechanism size

### 2. Neck Mechanism

오늘날 대부분의 목 메커니즘은 회전 모터를 직동 연결시키는 직렬형(Serial) 타입으로 제작한다. 직렬형 타입의 경우 구조가 간단하여 제작이 용이하나, 외팔보 형상에 따른 강성이 높지 못하여 큰 하중이나 진동이 걸리는 작업에 취약하고, 각 링크의 오차가 로봇의 끝단에 누적되어 나타나게 되는 단점이 있다. 이러한 직렬형 구조의 취약점을 보완하기 위하여 제안된 것이 병렬형(Parallel) 구조이다. 병렬 구조의 큰 장점은 하중이 분산되어 높은 강성을 지니게 되고 각 구동기들의 오차를 보상하여 보다 뛰어난 정밀도와 안정성을 가진 구조라는 점이다. 하지만 구조가 복잡하여 제작 및 동력학적 해석이 어려운 단점을 지니고 있다[2]. 본 연구에서는 길이와 무게에 대하여 강성 및 안정성을 확보하는 차원에서 병렬형 메커니즘을 선정하였다. 제작된 목 메커니즘은 3축의 직선 유압 실린더를 이용하여 회전운동을 구현시켰다. 실린더 2개를 이용한 병렬 구조는 Yaw, Pitch 동작을 담당하며 나머지 한 개의 실린더는 Roll 동작을 가능하게 한다(그림3).



(a) Yaw, Pitch motion



(b) Roll motion

Fig. 3 Kinematics of the neck

3. Kinematics and Simulation

기준판의 기준 점인  $\{A_0\}$ 로부터 떨어진 플레이트 기준점  $\{B_0\}$ 까지의 변환행렬은 식(1),(2),(3)과 같다.

$${}^i \text{Cylinder1\_Vector} = \begin{bmatrix} ca & -sa & 0 & 0 \\ sa & ca & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} cb & 0 & sb & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -sb & 0 & cb & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & x_{a1} \\ 0 & 1 & 0 & y_{a1} \\ 0 & 0 & 1 & z_{a1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ l \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

$${}^i \text{Cylinder2\_Vector} = \begin{bmatrix} ca & -sa & 0 & 0 \\ sa & ca & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} cb & 0 & sb & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -sb & 0 & cb & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & x_{b1} \\ 0 & 1 & 0 & y_{b1} \\ 0 & 0 & 1 & z_{b1} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ l \\ 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$${}^i Z = \begin{bmatrix} ca_c & -sa_c & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ sa_c & ca_c & 0 & 0 & 0 & c\%_c & -s\%_c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & -sb_c & 0 & cb_c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ l \\ 1 \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$l_2^2 = d^2 + l_1^2 - 2 \cdot d \cdot l_1 \cdot \cos \theta$$

$$\theta = \cos^{-1} \left( \frac{d^2 + l_1^2 - l_2^2}{2 \cdot d \cdot l_1} \right) \quad (4)$$

변환 행렬을 이용하여 역기구학을 풀어 실제 시뮬레이션 작업을 수행하였으며 그 결과 데이터는 그림4와 같다. 식(4)는 목의 측면 동작에 사용되는 수학적 모델이다.

4. 결론

본 논문에서는 Roll, Pitch, Yaw 동작이 가능한 거대한 4축 보행 시스템의 목 구조 메커니즘에 대하여 소개하였다.

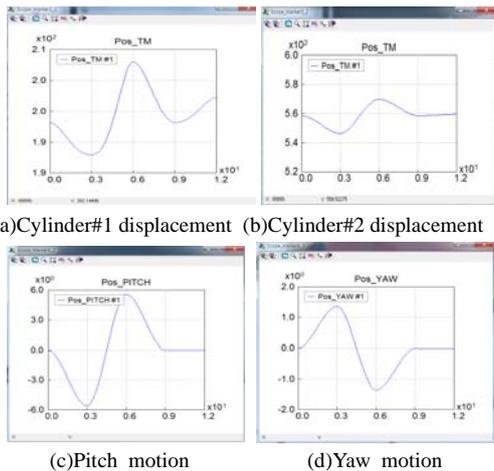


Fig. 4 Cylinder displacement & the degree of an angle



Fig. 5 Neck mechanism

본 논문에서 제안한 메커니즘을 검증하기 위하여 그림5와 같이 하드웨어를 제작하였으며, 현재 조이스틱 기반의 제어 알고리즘을 적용하고 있다. 본 논문에서는 병렬 구조의 메커니즘 성능에만 초점을 맞추었으나 향후 진동 및 유압 제어에 관한 문제를 분석할 예정이다.

후기

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원에서 시행한 ‘2009년도 문화기술개발사업’의 연구결과로 수행되었음.

참고문헌

1. <http://www.allsteeloffice.com/ergo>
2. 홍성철 “Parallel 구동 시스템 로봇 기술동향”, 한국과학기술정보 연구원