

## 유압 시스템을 이용한 애니메트로닉스 목 메커니즘 개발

### Development of animatronics neck mechanism using hydraulic system

이상원, 김진영, 정관영, 강명규, 김미란, 정일용  
한국생산기술연구원

Lee sang-won, Kim jin-young, Joung kwan-young,  
Kang myeong-gyu, Kim mi-ran, Chung il-young  
KITECH

#### 요약

본 논문은 거대 동물에 적용 가능한 유압 기반의 목 메커니즘 설계 및 제작에 관한 내용으로서 향후 애니메트로닉스 응용 분야에 활용될 것이다.

## I. 서론

사람이나 동물의 목 동작(움직임)을 설명할 때 대부분 3DOF(degree of freedom)로 설명한다. 3DOF는 수직축을 기준으로 회전하는 Yaw, 수평축이 전후좌우로 흔들리는 Pitch, Roll 모션이다. 휴머로이드 및 생체모방형 안드로이드 로봇의 경우 이러한 모션을 기반으로 기계적인 메커니즘을 제작한다. 사람 목의 길이는 30cm 이하의 구조를 가진다. 하지만 본 연구에서 제시하는 목의 길이는 200cm 이상의 구조이다. 이러한 목 구조는 사실상 인간의 형상은 아니며 사이즈가 거대한 동물의 목 구조라고 할 수 있다. 따라서 거대 목 구조 시스템을 자연스럽게 구현하기 위해 유압 서보 시스템을 이용하였다.

본 논문의 각 장에서 다루게 될 내용은 다음과 같다. 2장에서는 거대 목 메커니즘에 적용되는 유압 서보 시스템의 구성 다룬다. 제3장에서는 목 메커니즘의 작동원리 및 제작에 대해 설명할 것이다. 이후 4장에서 결론을 맺는다.

오늘날 제작된 대부분의 휴머로이드 목 메커니즘은 RC DC 모터를 사용한다. 이는 적은 하중을 효율적으로 제어함과 동시에 공간상의 문제를 해결할 수 있는 시스템이기 때문이다. 하지만 목의 길이가 긴 거대 시스템에서 목 길이는 결국 부하와 토크에 연관성을 가지고 있다. 모터의 경우 힘의 이득을 얻기 위해서는 속도의 불이익이 발생하며 사이즈 측면에서 커지는 형태가 되어 적절한 형태라고 할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 유압 시스템을 적용하여 자연스러운 3축 목의 모션을 구현하였다.

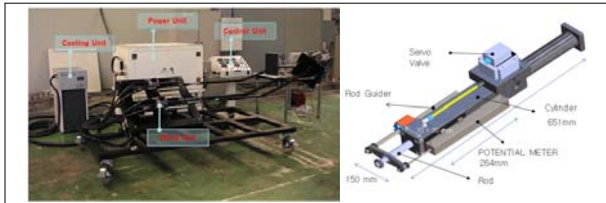
아래 표1은 3축 거대 로봇 목을 구동하기 위한 유압 시스템 사양으로서 Oil, Pump, Motor, Actuator 로 구성되어 있다.

거대 목 메커니즘의 자연스러운 모션을 구현하기 위해서는 위치, 속도, 토크 제어 모드가 가능하여야 한다. 이러한 제어를 적용하기 위해서는 반드시 서보 밸브 및 서보 실린더가 요구된다. 서보 밸브는 기성품을 적용하였으며, 서보 실린더는 자체 제작하였다.(그림 1)

## II. 유압 시스템

표 1. HPU (Hydraulic Power Unit) Spec

Oil Tank	350 liter
Position Pump	50cc/rev
Electric Motor	22kw
Pressure	250 bar
Actuator	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Cylinder Boar : 40 <math>\phi</math></li> <li>-Cylinder rod : 22 <math>\phi</math></li> <li>-Max stroke : 190mm</li> <li>-Pressure : 140 kg/cm<sup>2</sup></li> <li>-Potential meter : 200mm</li> </ul>

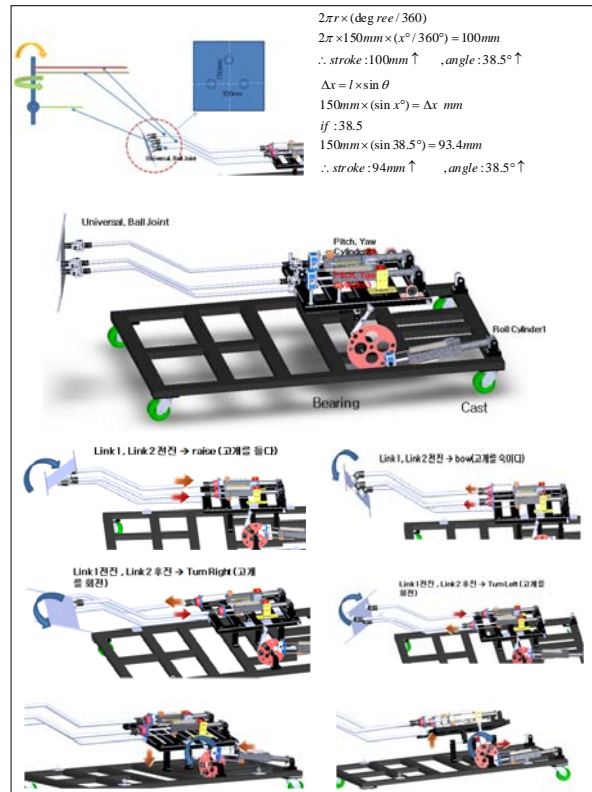


▶▶ 그림 1. 유압 파워 유닛 및 서보 구동기

### Ⅲ. 목 메커니즘

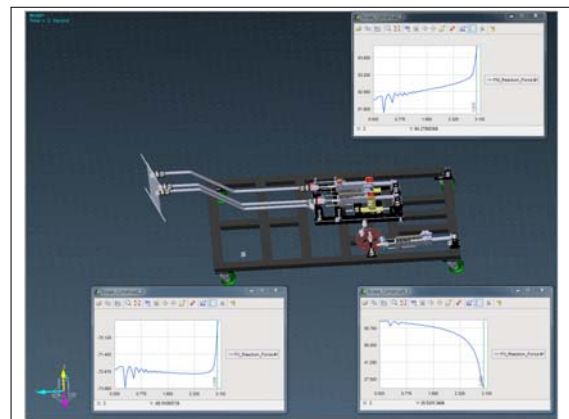
목 메커니즘은 총 3자유도 링크 타입으로 구성되어 있다. 최근 대부분의 목 메커니즘의 경우 회전 모터를 직동 연결시키는 직렬형(Serial) 타입으로 이루어져있다. 직렬형 타입의 경우 구조가 간단하여 제작이 용이하나, 외팔보 형상이므로 강성이 높지 못하여 큰 하중이나 진동이 걸리는 작업에 취약하고 각 링크의 오차가 로봇의 끝단에 누적되어 나타나게 되는 단점이 있다. 이러한 직렬형 구조의 취약점을 보완하기 위하여 제안된 것이 병렬형(parallel) 구조이다. 병렬 구조의 큰 장점은 하중이 분산되므로 높은 강성을 지니게 되고 각 액추레이터들의 오차를 보상하여 보다 뛰어난 정밀도와 안정성을 지닌다는 점이다. 하지만 구조가 복잡하고 제작 및 동역학적 해석이 어려운 단점을 지니고 있다[1].

본 연구를 통하여 제작된 목 메커니즘은 병렬형 구조로서 3축의 직선 실린더를 이용하여 회전운동을 구현하였다.



▶▶ 그림 3. 3축 목 메커니즘 구동원리

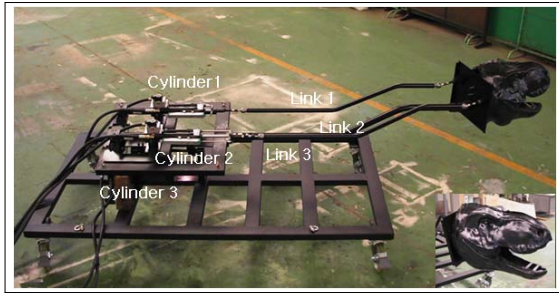
3축 구동 구조는 그림 3에서 볼 수 있듯이 링크 1, 2 조합을 통해 yaw, pitch 모션이 구현되며, 최단 하부에 연결된 링크 3에 의해 roll 모션이 가능하다. 각 축의 구동범위는 최대 +/- 30° 가능한 구조로서 각 축의 링크 길이 변화에 따라 각각의 작동 범위가 가변된다[2].



▶▶ 그림 4. 3축 목 메커니즘 동역학 시뮬레이션

그림 3 과 같이 3D CAD를 이용하여 기본적인 간섭체크 및 세부 설계를 완료한 후 그림 4 에서와 같이 각 축에 전달되는 힘, 속도, 위치 데이터를 분석하였다.

시뮬레이션을 통하여 기구적인 간섭, 위치, 속도 및 힘의 측면을 분석하였으며, 이러한 모든 데이터를 기반으로 거대 3축 목 메커니즘을 제작하였다.



▶▶ 그림 5. 목 메커니즘 시제작

렇게 접목된 기술은 좀 더 다양한 분야에 적용가능하며 새로운 시장이 창출할 수 있을 것이다.

### ■ 참고 문헌 ■

- [1] 홍성철 “Parallel 구동 시스템 로봇 기술동향”, 한국 과학기술정보 연구원
- [2] Berns, K, Hillenbrand, C, Mianowski, K, “The Mechatronic Design of a Human-like Robot Head” COURSES AND LECTURES- INTERNATIONAL CENTRE FOR MECHANICAL SCIENCES, 2006, NUMB 487, pages 263-270
- [3] 한국문화콘텐츠진흥원 2007년 2 최종연구개발 보고서 “4축 기반 동물모형 애니메트로닉스 모형 개발”, 2008(6)

## IV. 결론

본 논문에서는 Roll, Pitch, Yaw 모션이 가능한 애니메트로닉스 목 구조 메커니즘을 설계 분석하고, 이를 기반으로 실제 제작한 연구결과를 정리하였다. 본 논문에서 소개된 목 메커니즘은 사람의 목 구조가 아닌 기린, 공룡과 같이 목이 긴 구조에 적용 가능한 것이다. 본 논문에서는 언급하지는 않았지만 현재 조이스틱을 적용한 제어가 완료된 상태이다. 이렇게 제작된 목 메커니즘은 앞으로 애니메트로닉스 응용 분야(테마파크, 영화, CF, 드라마)에 적용될 예정이다[3].

향후 개선사항은 다음과 같다. 첫째, 구조물의 길이가 길다는 것은 결국 미세한 진동에 크게 반응함을 의미한다. 실제 제작한 목 메커니즘의 경우도 예외가 아니다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 1차 스프링 댐퍼 시스템을 적용하였는데, 추가적인 개선이 필요하다. 둘째, 사용자 인터페이스 측면에서 조이스틱 기반이 아닌 상위 PC 기반의 인터페이스를 보완할 것이다.

현재 애니메트로닉스 분야의 활용 범위는 그리 넓지 않다. 반면 로봇 기술 분야에 대한 관심과 연구성과는 날이 갈수록 가속도를 더해간다. 따라서 애니메트로닉스 기술은 반드시 로봇 분야와 접목이 되어야 하고 이