

# Crabster 로봇팔의 원격 제어기 설계

최형식<sup>+</sup> 정상기<sup>1</sup> 엄태웅<sup>2</sup> Mai Ba Loc<sup>3</sup> 김준영<sup>4</sup>

## The design of the remote control Crabster robotic arm

Hyeung-sik, Choi+ Sang-ki, Jeong<sup>1</sup> Tai-Woong, Uhm<sup>2</sup> Mai Ba Loc<sup>3</sup> Joon-Young Kim<sup>4</sup>

**Abstract:** 한국해양연구원에서 개발 중인 Crabster 로봇팔을 기구학적으로 분석하고, 속도기구학을 매트랩을 이용하여 작업공간에 대해서도 분석 및 해석을 완료하였다. 운용자와 Crabster 로봇팔의 움직임을 고려해 개념 설계한 인간 팔 크기의 7축 마스터 암 및 그립퍼의 기구부에 대해 2D 및 3D의 도면을 완성하였고, 마스터 암에 적용할 모터의 사양과 각 관절에 피드백 된 힘을 반영하기 위한 구동 모터의 엔코더를 이용한 위치 센서, DSP2812를 이용한 제어 명령 입력 장치와 구동 모터 드라이버를 포함한 마스터 - 슬레이브 시스템의 개념 설계를 완성하였다.

**Key words :** 크랩스터 로봇팔, 원격제어기, 마스터-슬레이브 시스템

### 1. 서론

한국해양연구원에서 수중유영 및 해저보행 기능을 이용하여 우리나라 연근해 환경과 대양의 심해에서 정밀 근접검사와 작업이 가능한 다관절 복합 이동 해저로봇인 Crabster 로봇을 개발과 Crabster 로봇의 이동성 및 민첩성에 대한 시뮬레이션 연구를 행하였다[1].

본 연구에서는 6자유도 Crabster 로봇팔의 기구학적 파라미터에 따른 기구학적 조작도(속도)해석과 수중 로봇팔의 원격제어를 위한 마스터 - 슬레이브 제어에 대한 연구를 하였다. 특히, 그립퍼를 포함하는 7자유도 로봇팔의 용이한 구동을 위한 인간 팔 크기의 마스터암의 설계를 하였다.[2]

### 2. 다리 겸용 로봇팔의 원격 제어기 설계

#### 2.1 마스터 암의 설계

운용자의 팔 크기와 유사한 마스터 암의 동작을 가능하게 하는 그립퍼를 포함하는 7자유도 동작부를 Figure 1에 나타내었다.

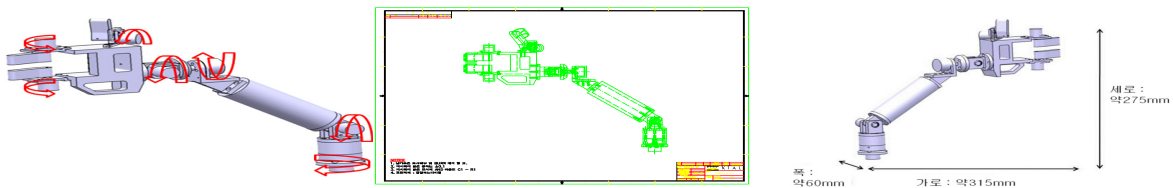


Figure 1: The design of the master arm

#### 2.2 마스터 암의 Force 피드백 시스템 개념 설계

마스터 암과 슬레이브 암은 상호간에 유사한 움직임이 가능한 관절축을 연결하여 보다 편리하고 효율적인 작업이 가능하도록 연관되어 있다. Figure 2와 같이 갈색으로 연결된 몸통에 부착된 슬레이브 암의 pitch축은 마스터 암의 전체를 회전시키는 yaw축과 연결되어 있고, 적색으로 연결되어 몸통에서 첫 번째 roll축과 마스터 암의 2번째 축과 연결하였다. 앞서 말한대로 유사한 움직임이 가능하도록 서로 연관되어 있음을 알 수 있다. 짙은 노랑색으로 연결된 몸통부의 첫 번째 yaw축과 마스터 암의 손목부의 roll 축과 연결되었고, 옅은 노랑색으로 연결된 슬레이브 암의 4번째 축과 마스터 암의 손목부의 pitch축과 연결하였다. 연두색으로 연결된 슬레이브 암의 5번째 축과 마스터 암의 엄지부분의 축과 연결되며, 슬레이브 암의 말단 부의 yaw축과 마스터 암의 중지부분의 축과 연결하였고, 마지막으로 슬레이브의 그립퍼 축과 마스터 암의 검지부의 축을 연결하였다.

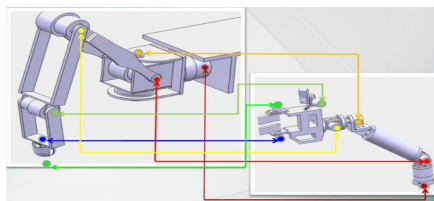


Figure 2: Master arm and slave arm Connection

+ 최형식(한국해양대학교 기계공학과), E-mail:hchoi@hhu.ac.kr, Tel: 051-405-4969

1 정상기 한국대학교 기계공학과

### 3. 제어시스템

#### 3. 마스터 암의 제어시스템

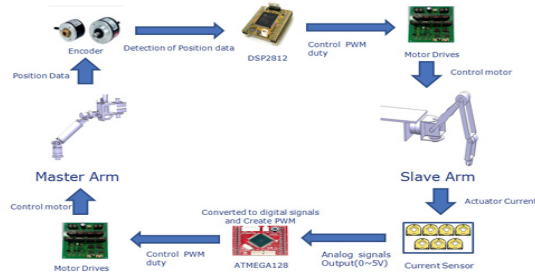


Figure 3: LED thermal control system.

마스터 암에 대한 티칭입력은 마스터 암에 부착할 엔코더를 통해 DSP2812에서 정보를 받고 슬레이브 암의 제어 명령에 적합하게 PWM 신호로 변환된다. 변환된 신호는 슬레이브 암을 구동하는 모터 드라이버에 전달되어 슬레이브 암을 동작시키는 구조로 설계 되어 있다. 또한, 슬레이브 암에 가해지는 부하를 관절 구동 모터에 전류(토크)로 변환되고, 이는 Hall 센서를 사용하여 검출한다. 검출된 데이터는 마스터 암을 장착한 오퍼레이터에게 적절한 힘(압력)을 가함으로 슬레이브 암의 현 상태 및 위치를 알 수 있는 데이터를 제공한다. 마스터 암 구동 다이어그램은 Figure 3와 같다.

### 4. 실험 및 고찰

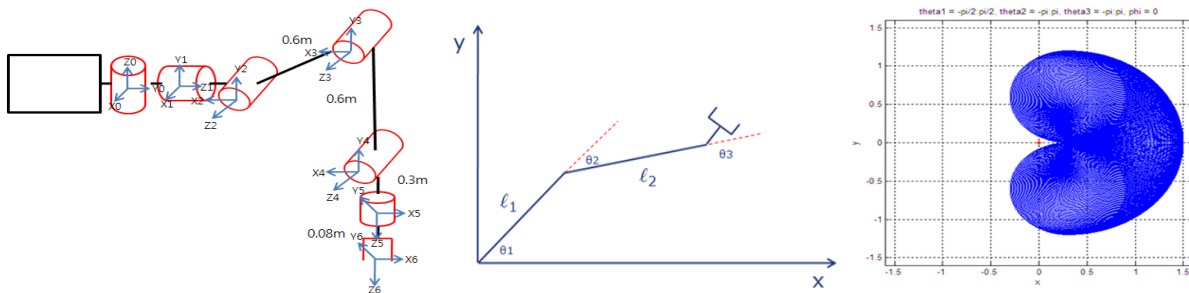


Figure 4: The Kinetic interpretation of robot arm using Matlab.

로봇팔의 작업공간을 수치 해석적으로 살펴보기 위하여 Figure 4와 같이 매트랩 프로그램을 이용하여 시뮬레이션하고 이를 2차원 공간에 도시하였다. 로봇의 어깨관절에 해당하는 구형어깨 관절은 2축은 고정하고 1축만 동작하여 2차원적 작업공간을 해석하였다. 3차원 공간 해석은 나머지 두 축을 가용하여 회전하면 3차원 공간에서의 로봇 말단장치의 도달공간을 예측할 수 있다. [3]

### 5. 결론

운용자와 Crabster 로봇팔의 움직임을 고려해 개념 설계한 인간 팔 크기의 7축 마스터 암 및 그리퍼의 기구부에 원격 컨트롤 제어를 설계 하였다. 마스터 암에 적용할 모터의 사양과 각 관절에 피드백 된 힘을 반영하기 위한 구동 모터의 엔코더를 이용한 위치 센서, DSP2812를 이용한 제어 명령 입력 장치와 구동 모터 드라이버를 포함한 마스터 - 슬레이브 시스템의 개념 설계를 완성 하였다. 또한, 피드백 된 토크 정보를 Hall 센서로 취득하여 각 관절에 걸리는 토크로 변환하는 이론식의 정립을 완료하였다.

### 6. 후기

본 논문은 국토해양부의 다관절 복합이동 해저로봇 개발 과제의 지원을 받았습니다.

### 참고문헌

[1] 전봉환, 심형원, 김방현, 박진영, 박정홍, 백혁, 이관목, 임용곤, “한국해양공학회 추계학술대회 논문집”, 새로운 개념의 해저로봇 CR200 개발계획, pp. 73-78, 2010

[2] 심형원, 전봉환, 이관목, “Mobility and Agility Analysis of Underwater Walking Robot”, 2011 한국해양과 학기술협회의 공동학술대회, pp1675-1679, 2011

[3] 최형식, 조종래, 허재관, 전지광, “고가반 하중 이송가능한 경량 로봇 매니플레이터의 구조해석 연구”, 한국마린엔지니어링학회지 제34권 제2호, pp. 318~324, 2010