

다개체 로봇 시스템을 이용한 드릴쉽 유지보수에 관한 연구

A Multi-Robot System based Approach toward Maintenance of a Drillship

*#이승열¹, 김대진¹, 엄성훈¹, 신동빈¹, 문전일¹

*#S. Y. Lee(hrcoope@gmail.com)¹, D. J. Kim¹, S. H. Eom¹, D. B. Shin¹, J. I. Moon¹

¹대구경북과학기술원 로봇시스템연구부

Key words : Multi-robot system, Maintenance, Drillship, Valve operation

1. 서론

오늘날 세계의 석유 및 가스 수요가 계속 성장하는 가운데 세계 각지의 탐광 개발 프로젝트는 육지로부터 떨어진 깊은 해역으로 이동하고 있으며, 이에 따라 초심해 광구용 드릴쉽(Drillship, 해상플랫폼 설치가 불가능한 심해지역이나 파도가 심한 해상에서 원유를 발굴하는 선박형태의 시추설비)의 수요도 증가하고 있다. 이러한 시대적 흐름에 맞추어 국내 조선업체는 2007년 기준 선박 수주 및 선박 건조량 세계 1위를 달성하고 있지만, 미흡한 선박 내부의 유지보수 기술은 수요자의 사후관리의 요구조건을 충족시키지 못하고 있는 실정이다. 최근 건설산업과 마찬가지로 선박산업 역시 인구감소 및 급격한 고령화에 따른 기능인력 수급 불균형 문제가 크게 대두되고 있다. 드릴쉽 건조 과정 중에도 해당되지만 특히 드릴쉽 내부 유지보수 작업의 경우 항상 상주인력이 외딴 곳에 떨어져 있게 되어 작업자로 하여금 정신적, 육체적 피로감을 발생시키기 때문에 상기 작업을 기피하는 주된 요인으로 작용하고 있다. 또한 관련 기술자를 비롯한 작업 인력의 현장 투입 횟수, 인원수에 따라 늘어나게 되는 상주인력과 관련된 비용지출을 감소시키기 위해 원격지에서 로봇 시스템을 활용한 드릴쉽 내부 유지보수 작업의 필요성이 국내를 비롯한 해외의 주요 선박관련 업체로부터 거론되고 있다.

본 논문은 상기 원격 제어를 통한 선박 유지보수 기술 개발의 일환으로 드릴쉽 내부의

유지보수 작업을 항상 상주하고 있는 원격제어 로봇 시스템을 통해 수행하는 방법을 다룬다. 특히 기존의 1(조작자의 수):1(슬레이브 로봇 수) 원격제어 구조가 아닌 다수의 로봇 시스템을 활용한 유지보수 작업의 프로세스 및 관련 특이 사항이 설명된다.

2. 밸브 회전 작업

본 논문에서 다룰 밸브 회전 작업대상은 아래 Fig. 1에서 보는 바와 같이 드릴쉽 내부에서 회전 토오크의 부족으로 1기의 로봇 시스템(모바일 플랫폼, 로봇 매니퓰레이터 및 기타 센서를 포함한 전체 시스템)을 통해 회전이 불가능한 밸브 작업에 국한된다. 상기 밸브 작업 프로세스는 크게 작업자의 원격조작 구간과 로봇의 자율동작 구간으로 구분되고, 특히 로봇의 자율동작은 작업자가 구현하기 어려운 작업보다 단순 반복 작업에 초점을 둔다.

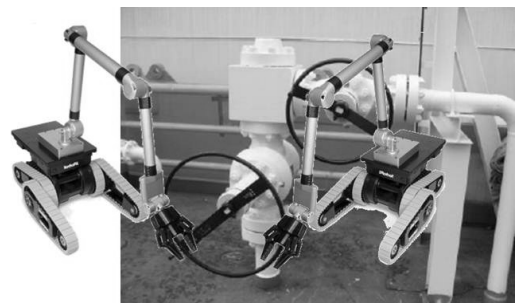


Fig. 1 The example of a multi-robot system based valve operation in drillship

먼저 작업자의 원격조작에 대해 간략히 설명하면 첫째, 각각의 로봇 시스템을 특정 위치로 이동(모바일 플랫폼 조작)하고, 둘째, 각 시스템의 로봇 매니플레이터를 조작하여 밸브 휠의 특정 위치를 로봇 그리퍼가 파지한 뒤, 셋째, 직교 좌표계 상에서 조작자를 통해 각 로봇 매니플레이터의 특정 축에 대한 운동 명령을 생성하고, 나머지 축의 운동 명령은 각 로봇 매니플레이터 말단부에 장착된 힘/토오크 센서로부터 생성함으로써 밸브 회전 작업에 대한 작업자의 원격조작이 구성된다.

로봇의 자율동작은 상기 작업자의 원격조작을 통해 움직인 로봇 매니플레이터의 운동 경로를 상위 제어기에서 저장한 후 보정작업을 거친 후에 재생함으로써 수행되며, 동작 중에 갑작스런 장애물의 개입이나 경로 이탈 시 각각의 해당 제어기 내부 컴플라이언스 제어기를 통해 상기 문제를 해결하도록 설계된다.

3. 파이프 설비 작업

드릴쉽 내부에서 두 번째로 적용이 예상되는 유지보수 작업은 아래 Fig. 2 와 같이 파이프 설비 작업이다. 구체적으로 유체(냉각수, 수증기, 가스 등) 공급 및 배출용 파이프의 균열이 발생되었을 때 파이프의 특정면을 절단 및 디버링(Deburring)한 후 새로운 파이프를 기존의 파이프와 커플링(Coupling)을 통해 결합하는 작업을 예상하고 있다. 상기 작업 역시 밸브 회전 작업 프로세스와 마찬가지로 작업자의 원격조작 및 로봇의 자율동작으로 구성되고, 작업자의 원격조작은

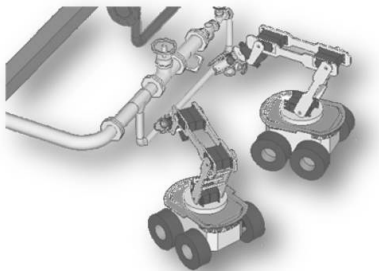


Fig. 2 The example of a multi-robot system based pipe fitting in drillship

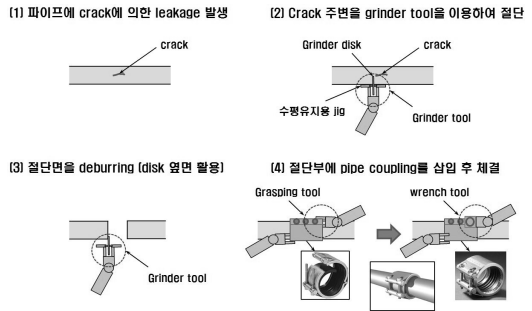


Fig. 3 Pipe fitting process based on a multi-robot system

절단면에 작업 툴을 위치 및 파이프를 파지하는 동작이나 커플링의 나사를 죄기 위해 공구를 홈에 삽입하는 동작 등으로 구성되며, 로봇의 자율동작은 파이프를 절단하기 위한 그라인더의 동작과 커플링 나사를 죄는 동작 등이 속한다. 이 때 각 로봇의 그리퍼는 다양한 공구를 파지할 수 있는 형태가 필요하며, 경우에 따라 단일 그리퍼에 다양한 작업 툴이 장착된 다목적 그리퍼가 필요할 것으로 예상된다.

4. 결론

본 논문은 1:N 원격제어 구조를 통해 드릴쉽 내부 유지보수 작업을 수행하기 위한 가능성 검토 차원에 수행된 결과이며, 향후 역학적 분석과 각종 시뮬레이션을 통해 로봇 시스템의 각 모듈이 개발될 예정이다.

후기

본 연구는 지식경제부 산업원천기술개발사업(과제번호:10040132, 과제명:원격작업을 위한 원격조작 서비스엔진 및 힘반영 원격조종 로봇시스템 기술개발)의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. Lee, S.Y., Lee, K.Y., Lee, S.H., Kim, J.W. & Han, C.S., "Human-Robot Cooperation Control for Installing Heavy Construction Materials," Autonomous Robots, **22**(3), 305-319, 2007.