

# 멀티로봇 시스템의 동적인 작업 모니터링을 위한 XR 인터페이스

이주승<sup>1</sup>, 이창호<sup>2</sup>, 박정민<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 고려대학교 전기전자공학부 학부생

<sup>2</sup> 한양대학교 컴퓨터소프트웨어학부 학부생

<sup>3</sup> 한국과학기술연구원 지능로봇연구단

ljsjoa@korea.ac.kr, changholee@hanyang.ac.kr, pjim@kist.re.kr

## Implementation of XR interface for monitoring dynamic service tasks

Ju-Seung Lee<sup>1</sup>, Chang-Ho Lee<sup>2</sup>, Jung-Min Park<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Electric Engineering, Korea University

<sup>2</sup>Dept. of Computer and Software Engineering, Hanyang University

<sup>3</sup>Center for Intelligent & Interactive Robotics, Korea Institute of Science and Technology

### 요 약

본 논문은 서비스용 멀티로봇과 사용자가 상호작용할 수 있는 XR 인터페이스를 제안한다. 사용자는 자신이 내린 명령이 스케줄러를 통해 여러 대의 로봇으로 분배된 결과와 실시간 작업 현황을 확인할 수 있다. 또한, 대기 중인 작업에 한해 작업의 순서를 변경하거나, 2 개의 작업을 한 번에 수행하도록 합칠 수 있고, 그에 대한 스케줄링 결과를 확인할 수 있다. 구현에는 Unity 엔진을 사용하였다.

### 1. 서론

최근 음식점, 물류센터 등 다양한 분야에서 서비스 로봇이 사용되고 있다. 다수의 서비스 로봇이 수행되는 경우, 로봇들의 상태를 확인할 수 있는 방법이 필수적이다. 서비스 로봇의 실행 상태를 보여주는 통합 관제 플랫폼이 개발되었으나, 다루는 정보량이 많고 복잡하여 전문지식이 없는 사용자가 로봇을 이용하는 데에 어려움이 있다[1]. 또한 다수 로봇이 서비스하는 환경에서 로봇의 작업 실행 순서를 동적으로 변경할 수 있도록 사용자 친화적인 인터페이스를 제시한 연구가 있으나, 다수 로봇의 동적인 변경에 따른 결과는 제공하지 않아 로봇들의 상태를 파악하기 어려웠다[2]. 이에 본 논문에서는 다수 로봇이 협동하여 서비스를 제공할 때, 작업의 수행 상태를 직관적으로 나타내고 사용자가 동적으로 변경한 작업 순서의 처리 결과를 실시간으로 변경하여 나타내는 테이블 형태의 작업 모니터링 인터페이스를 설계하여 제안한다.

### 2. XR 인터페이스 설계 및 구현

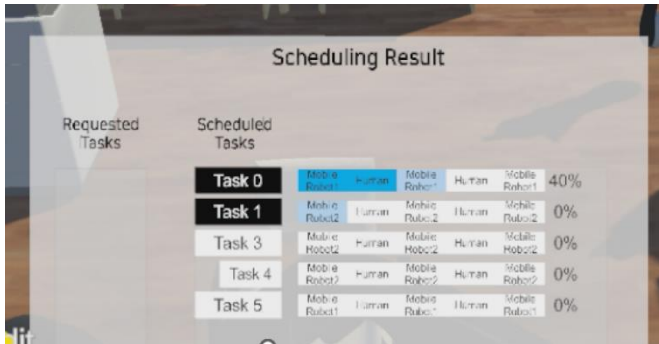
사용자가 “작업(Task)”을 요청하면, 스케줄러는 다수 로봇 중 실행 가능성을 판단한 후 1개 이상의 “동작(operation)”으로 분해하여 해당 동작을 수행 가능한 최적의 로봇에 할당한다. 작업 취소 또는 작업순서 변경 등으로 사용자가 작업의 순서를 동적으로 변경해야 하는 상황에 사용자는 삭제, “DoBefore”, “DoAfter”, “DoTogether” 기능으로 작업 순서변경을 요청하고, 멀티로봇제어시스템의 스케줄러는 이 요청에 대한 가능성을 판단한 후 새롭게 스케줄링한다[2]. 본 연구는 사용자가 추가 요청한 작업(requested task)과 작업 순서 변경에 대하여 다수로봇 제어시스템에서 수행한 스케줄링 결과(scheduling tasks)와 현재 로봇의 작업 상태를 표현하는 모니터링 UI를 설계하고 구현하였다.(그림 1)

작업 모니터링 UI는 작업의 스케줄링 반영 여부와 실행 여부, 실행 순서, 작업 병합 현황, 작업 분리 결과, 작업 현황을 모두 나타낼 수 있어야 하므로 이를 간결하고 직관적으로 표현하기 위하여 테이블 형태로 설계하였다.

### 2.1 작업 모니터링 UI

사용자가 요청한 작업은 “Requested Tasks” 영역에 사용자가 요청한 순서대로 표시하였고 다수로봇 제어시스템에서 수행한 스케줄링 결과는 “Scheduled Tasks” 영역에 나타내었다.

작업의 실행 여부는 색상 반전으로 나타내었고, 작업 상태는 사용자들에게 익숙한 진행률 바 형태를 상징적 메타포[3]로써 활용하여 직관성을 높였다. 또한, 진행률 바에 각 동작을 담당하는 로봇을 표시하여 명령 분리 결과를 나타냈다. 동시에 수행해야 하는 병합된 작업들은 상위-하위 구조를 나타내는 상징적 메타포를 기반으로 나타내었다.

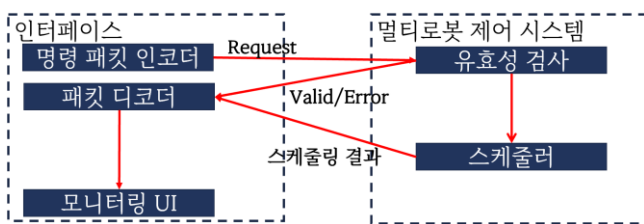


<그림 1> 작업 모니터링 UI

이와 같은 작업 모니터링 UI는 멀티로봇 작업을 요청하는 UI에 왼쪽 컨트롤러에 의해 오버레이되어 나타나는 핸드메뉴 형태이다.

### 2.2 동적 요청에 의한 모니터링 UI 업데이트

작업 모니터링 UI는 2개의 큐 “Requested Tasks”, “Scheduled Tasks”와 명령들의 병합 상태를 나타내는 딕셔너리로 명령 데이터를 관리하며, 이에 기반하여 <그림 1>의 인터페이스를 구현한다.



<그림 2> 사용자의 작업 요청에 대한 패킷 송수신

사용자의 동적 요청에 대한 전반적인 처리 과정은 <그림 2>와 같다. 사용자가 새로운 작업을 요청하면, 작업 패킷이 스케줄러로 전송되고, 스케줄러는 작업의 실행 가능성을 판단한다. 이후 스케줄러는 가능성 여부를 에러코드에 담은 패킷을 인터페이스로 전송하고 스케줄링한다. 실행이 가능할 경우, 해당 작업은 “Requested Tasks”에 추가된다. 스케줄러의 스케줄링이 완료되면 결과를 인터페이스로 전송한다. 결과를 받은 인터페이스는 “Requested Tasks”에서 명령을 삭제하고 새로 받은 패킷을 “Scheduled Tasks”

에 추가한다.

사용자가 이미 요청한 작업에 대해 삭제나 실행 순서 변경, 동시실행 등의 기능을 사용하여 작업순서 변경을 요청한 경우, 스케줄러는 새 작업을 추가할 때와 동일하게 작업 실행 가능성 여부를 담은 패킷을 전송한다. 실행이 가능할 경우, 인터페이스는 스케줄링되어야 하는 작업들을 “Scheduled Tasks”에서 제거한 후 “Requested Tasks”로 이동시킨다. 이후, 스케줄링이 완료되면 스케줄러는 재스케줄링된 작업 명령들 각각에 대하여 순서대로 패킷을 전송하고, 인터페이스는 이 패킷을 수신할 때마다 “Requested Task”에서 해당 명령을 삭제하고 “Scheduled Task”에 추가한다.

로봇이 할당된 작업 수행을 완료하면, 스케줄러는 해당 작업의 번호와 작업이 속한 명령의 번호가 담긴 패킷을 전송하고, 인터페이스는 이를 통해 진행률 바를 업데이트한다. 작업에 속한 모든 동작들이 완료된 경우, “Scheduled Task”에서 해당 작업을 삭제한다.

이러한 처리의 결과, 큐 “Scheduled Tasks”에는 스케줄링된 순서대로 명령들이 쌓이게 된다. <그림 1>은 사용자가 Task0에서부터 Task5까지 요청한 후, Task2를 삭제하고, Task4를 Task3과 ‘동시실행’을 요청했을 때의 스케줄링 결과이다.

## 3. 결론

본 논문에서는 다수의 로봇이 사용자가 요청한 서비스를 수행하는 환경에서 로봇의 동적인 수행 상황을 전문성이 없는 사용자도 쉽고 직관적으로 확인할 수 있도록 대중에게 익숙한 테이블 형태의 XR 인터페이스로 모니터링 시스템을 제안하였다. 향후 개발한 XR 인터페이스를 다양한 사용자들을 대상으로, 제이콥 닐슨의 가시성, 일관성, 효율성 등으로 구성된 사용자성 평가 원칙[4]을 기준으로 사용자성 평가 연구를 할 계획이다.

## 참고문헌

- [1] 김창구, 오픈형 플랫폼 기반 이동 로봇 관제. 한국통신학회지(정보와통신), 39(8), 36-41, 2022.
- [2] 임권영, 박정민, 직관적인 서비스 로봇 명령을 위한 XR 인터페이스, 한국정보처리학회, 춘계학술대회, 720-721, 2023.
- [3] 이진, 류한영, 모바일 버스 정보 서비스의 직관적 인터페이스 제안, 한국HCI 학회 학술대회, 845-848, 2011.
- [4] 이솔, 김민수, 박경진, 서빙로봇의 사용자성 향상을 위한 인터페이스 디자인 전략 방향 연구, 한국과학예술통합학회, 41(3), 329-339, 2023.