

## 논문 소개

**제목:** An adaptive deep reinforcement learning framework enables curling robots with human-like performance in real world conditions

최근 심층 강화 학습 (Deep Reinforcement Learning)은 성공적으로 적용되어 실제 환경으로 확장되고 있지만, 가상환경에서 학습한 정책은 실제 환경에서는 잘못된 행동을 초래할 수 있으며, 특히, 실제 환경에서 발생하는 불확실성은 심층 강화 학습 시스템을 방해할 수도 있다. 본 연구는 적응형 심층 강화 학습을 바탕으로 재학습 없이 새로운 빙판 환경에도 빠르게 적응할 수 있도록 로봇 훈련 방법을 제안하였고 (그림 1), 컬링이라는 도전적인 환경에 적용하였다. 일반적으로 사람은 복잡한 전략적 요소를 비롯하여 투구 자체를 숙달하기 위해서 수년간의 연습이 필요하지만, 제안하는 프레임워크는 인공지능 컬링 로봇에 적용하기 위해 3~4일 만의 학습을 통해 훈련을 성공적으로 마쳤다 (그림 2). 인공지능 컬링 로봇 시스템은 크게 투구/스킵 로봇과 컬링 인공지능으로 구성되어 있으며 (그림 3), 스킵 로봇의 카메라를 통해 경기 상황을 인식하고, 컬링 인공지능은 이를 토대로 최적의 투구 전략을 수립하며, 투구에 필요한 힘, 투구 방향, 스톤 쉐 회전을 제어해 스톤을 목표 지점으로 투구할 수 있도록 경기장 반대편에 있는 투구 로봇을 제어한다. 이렇게 학습된 인공지능 컬링 로봇은 실제 컬링 아이스 시트에서 2018 평창 동계올림픽대회 시즌에 인공지능 컬링 로봇 경기 공개 시연회를 성공적으로 치렀고, 또한, 2019년 여자 컬링 국가대표팀 및 휠체어 국가대표 상비군 팀 등과의 실제 컬링 경기에서 수준급의 컬링 수행 능력을 보였다.

본 연구는 불확실성이 높은 환경에서도 실시간 적응이 가능한 적응형 심층 강화 학습 프레임워크 제안하였다. 그 결과, 기존의 연구들이 해결하지 못했던 재학습 없이 실시간으로 실제 환경에 적응할 수 있는 인공지능 핵심 원천 기술을 개발하였다. 이 연구는 불확실성이 높고 정보가 제한된 실제 빙판 환경에서 실제 발생하는 오차 정보들을 학습하여 적응을 가능하게 했다는 점에서 중요한 의미를 가지며, 향후 컬링 경기 수행뿐만 아니라, 드론 또는 항해 자동 제어 등 불확실성이 높은 환경에서 빠르게 적응하며 안정적인 제어 성능이 필요한 다양한 실제 환경에 큰 도움을 줄 것으로 예상된다.

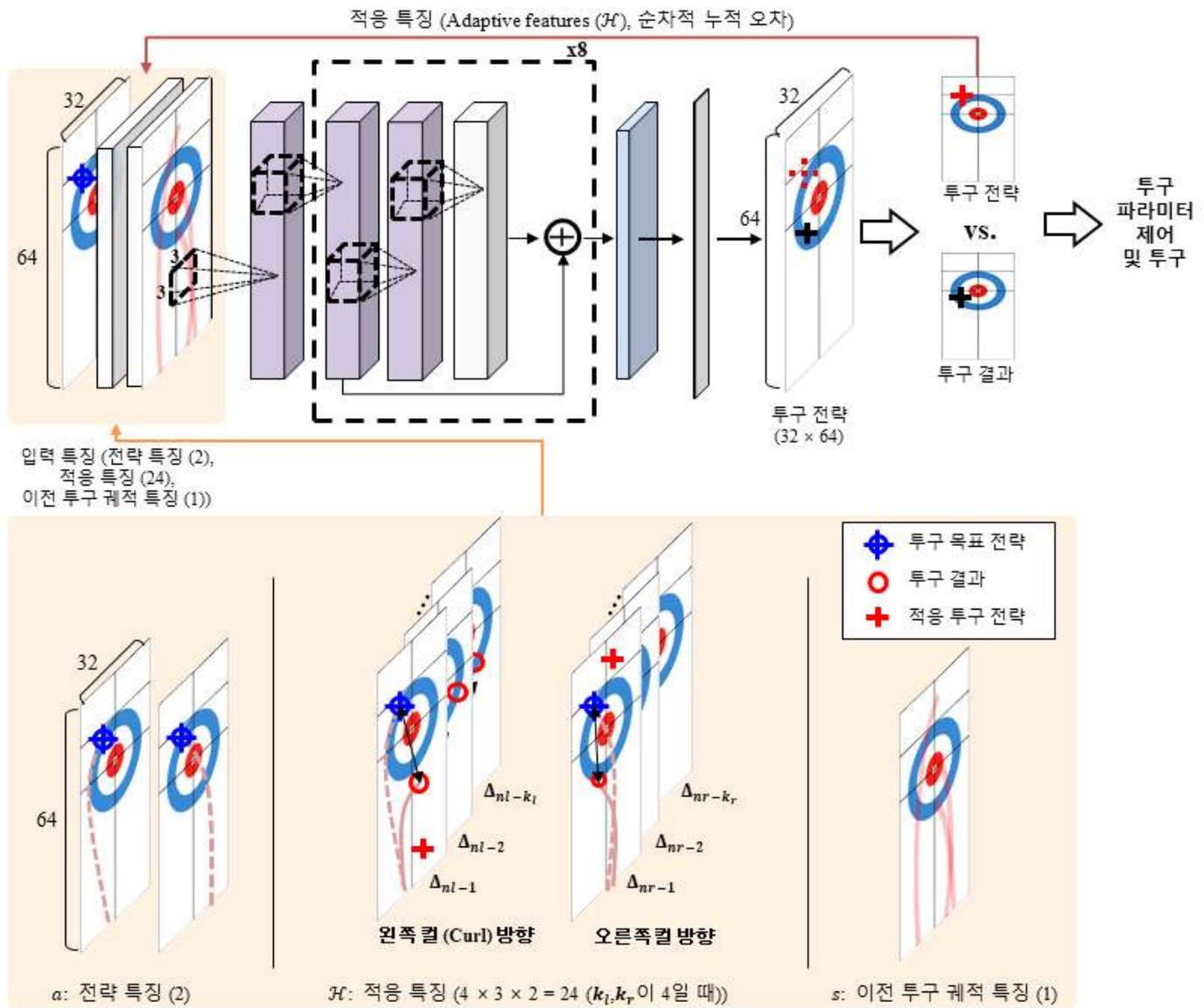


그림 1. 제안하는 컬링 인공지능의 적응형 심층 강화 학습 프레임워크.

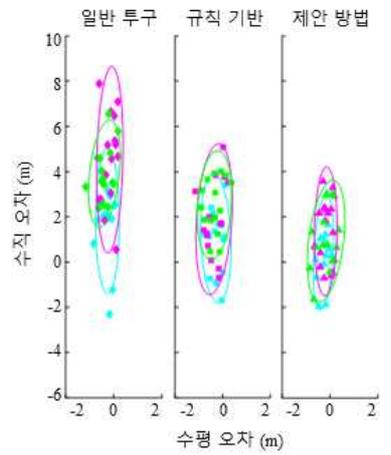
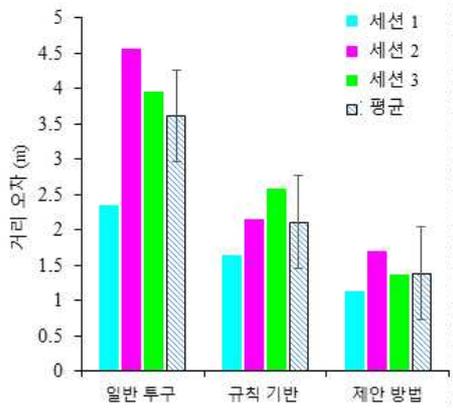
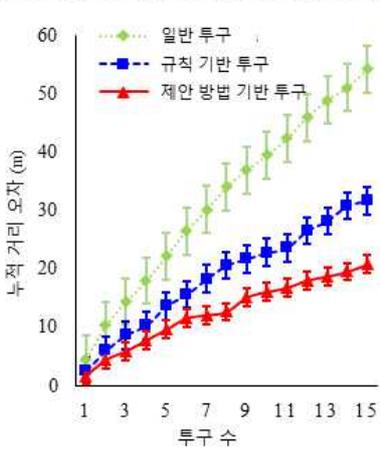
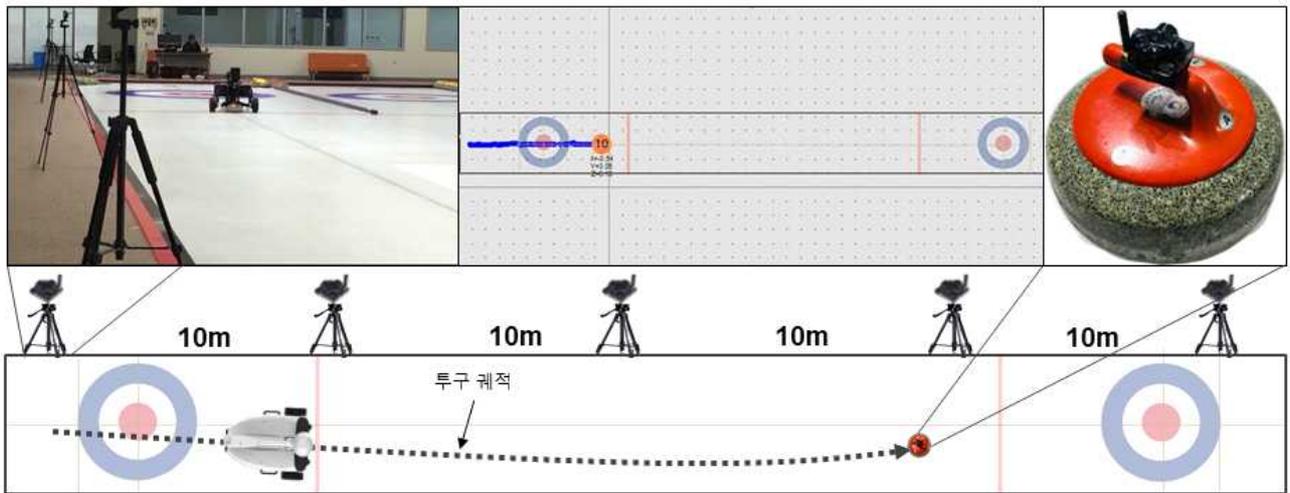


그림 2. 실제 컬링장에서의 투구 실험 및 결과.

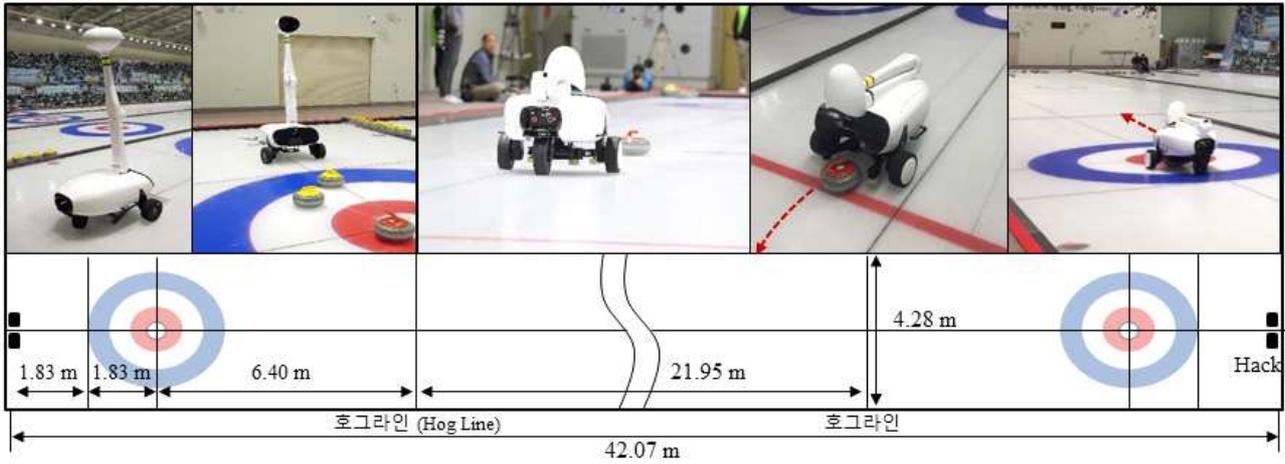
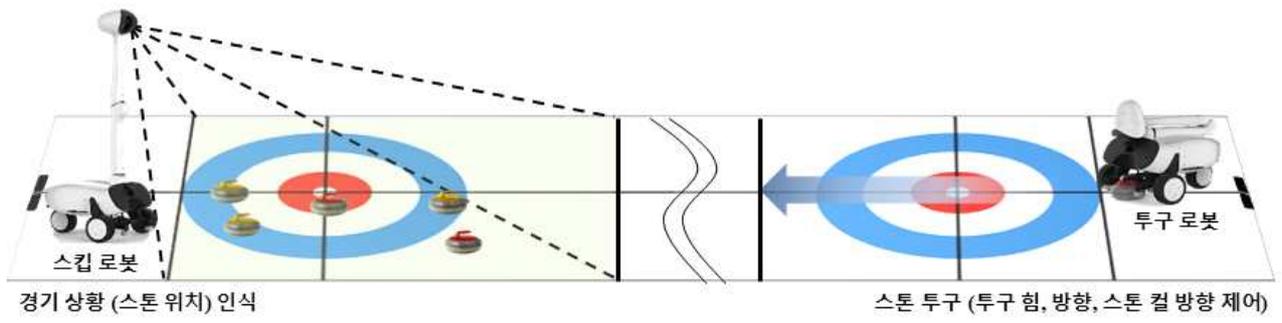


그림 3. 투구/스킵 로봇과 컬링 인공지능으로 구성된 인공지능 컬링 로봇 (Curly) 시스템.