



에어하키에서 2자유도 로봇팔의 공을 치는 궤적 학습

*김효정¹, #강민성², 김현준³, 오도경³, 김준영³, 변형주²

Learning to Generate Trajectory of Striking Motion for Two-link Robot Arm in Air Hockey

* H. J. Kim¹, # M. S. Kang², H. J. Kim³, D. K. Oh³, J. Y. Kim³ and H. J. Byun²

¹한양대학교 메카트로닉스공학과, ²한양대학교 융합시스템학과, ³한양대학교 로봇공학과

1. 연구배경 및 목적

● 연구배경

- 인간은 기본적으로 다양한 환경에서 상황에 적절한 동작을 비교적 쉽게 구현
- 로봇이 스스로 여러 상황에 따른 동작을 하도록 하는 것은 쉬운 일은 아니며 태스크나 환경에 제한적
- 사람이 기본적인 운동을 배우고 응용하는 것과 유사하게 로봇이 가장 기본이 되는 동작을 연습함으로써 일반적인 동작을 할 수 있도록 하는 원시운동(movement primitives) 학습방법을 구현

● 연구목적

- 2자유도 로봇 팔의 에어하키(air hockey)게임을 원시운동 학습 방법을 통하여 구현



2. 원시운동 학습법을 이용한 공을 치는 궤적 생성

● 시스템 구성

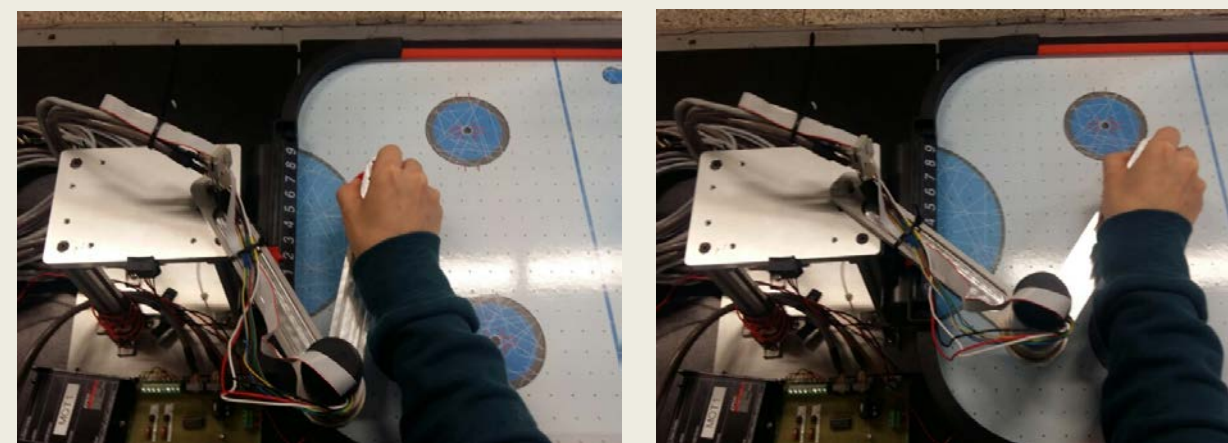


- 820 x 430 mm 의 에어하키 경기장
- $l_1 = 20cm, l_2 = 20cm$ 의 2축 로봇 팔
- 카메라

● 원시운동(Movement Primitive)

1. 직접 교시

- 직접 교시를 통하여 desired trajectory, $\Gamma = (x, v, \dot{v})$ 생성
- 생성한 궤적을 따라가기 위해 필요한 힘의 값, f_{target} 계산



transformation system

$$\dot{v} = a_y(b_y(g-x) - v) + f$$

$$\tau \dot{x} = v$$

$$\text{nonlinear force} \quad f(s) = \frac{\sum_i w_i \psi_i(s) s}{\sum_i \psi_i(s)}$$

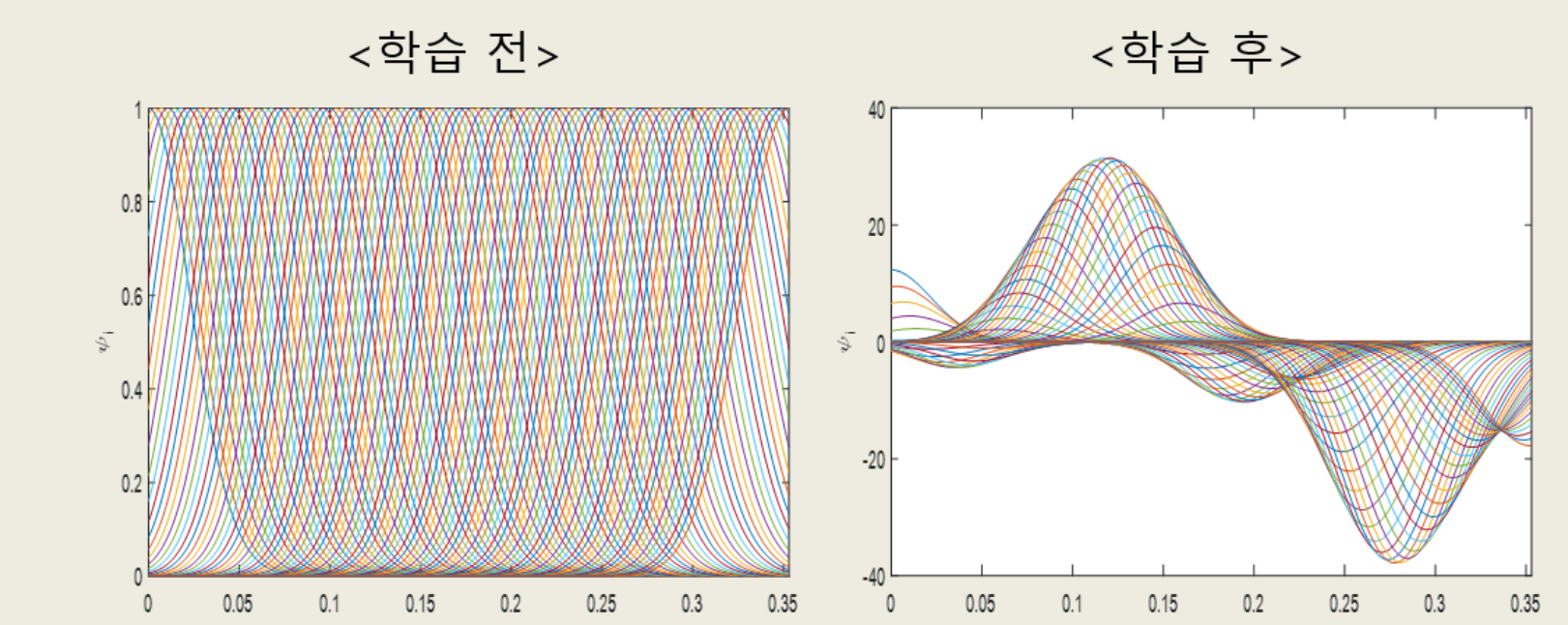
$$\text{canonical system} \quad \tau \dot{s} = -\alpha_s s$$

2. 학습

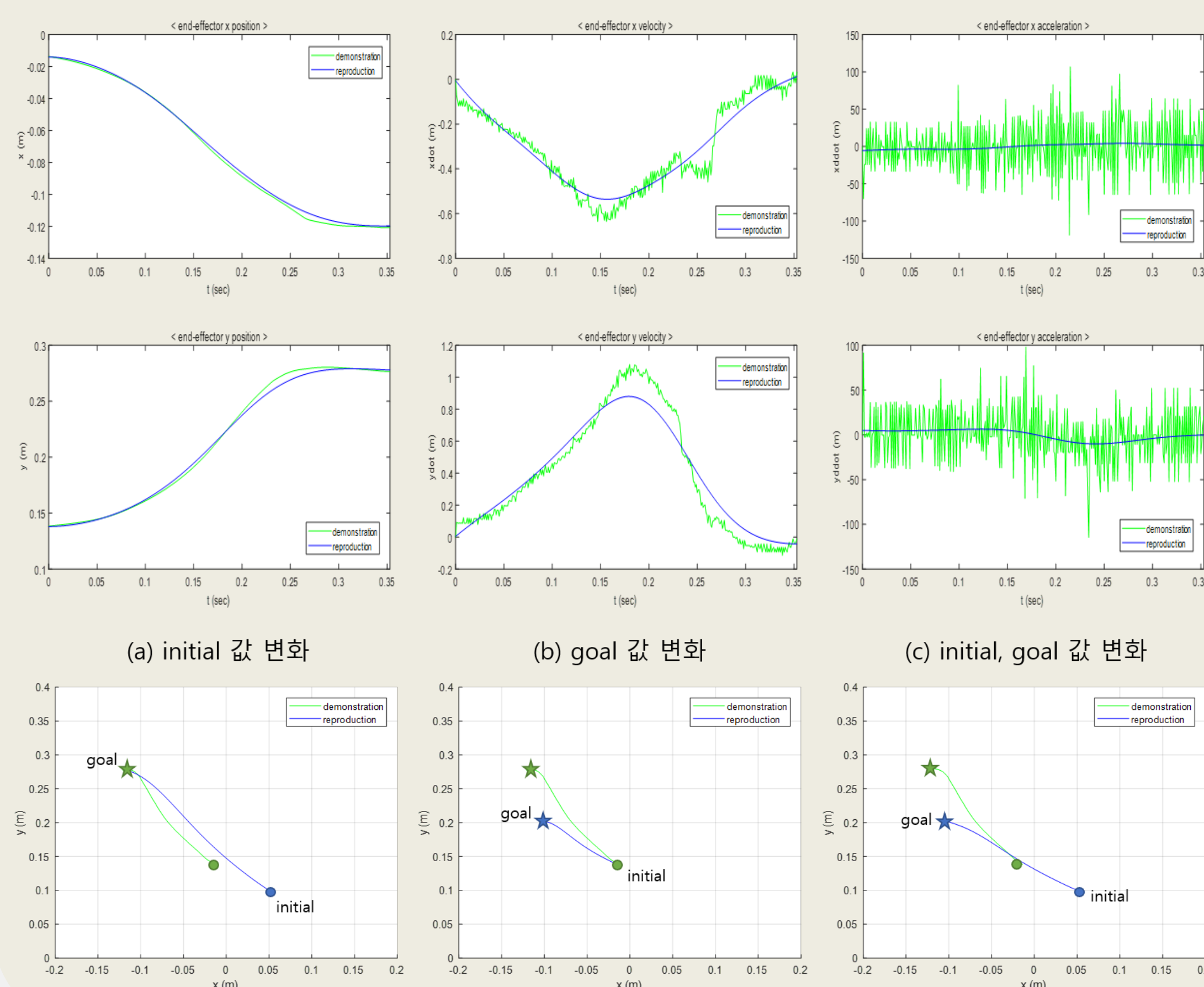
- f_{target} 값을 basis function의 가중치 곱의 합으로 근사
- Locally weighted Regression을 이용하여 가중치 값 최적화

$$J_i = \sum_{t=1}^P \Psi_i(t) (f_{target}(t) - w_i \xi(t))^2$$

$$w_i = \frac{s^T \Gamma_i f_{target}}{s^T \Gamma_i s}$$

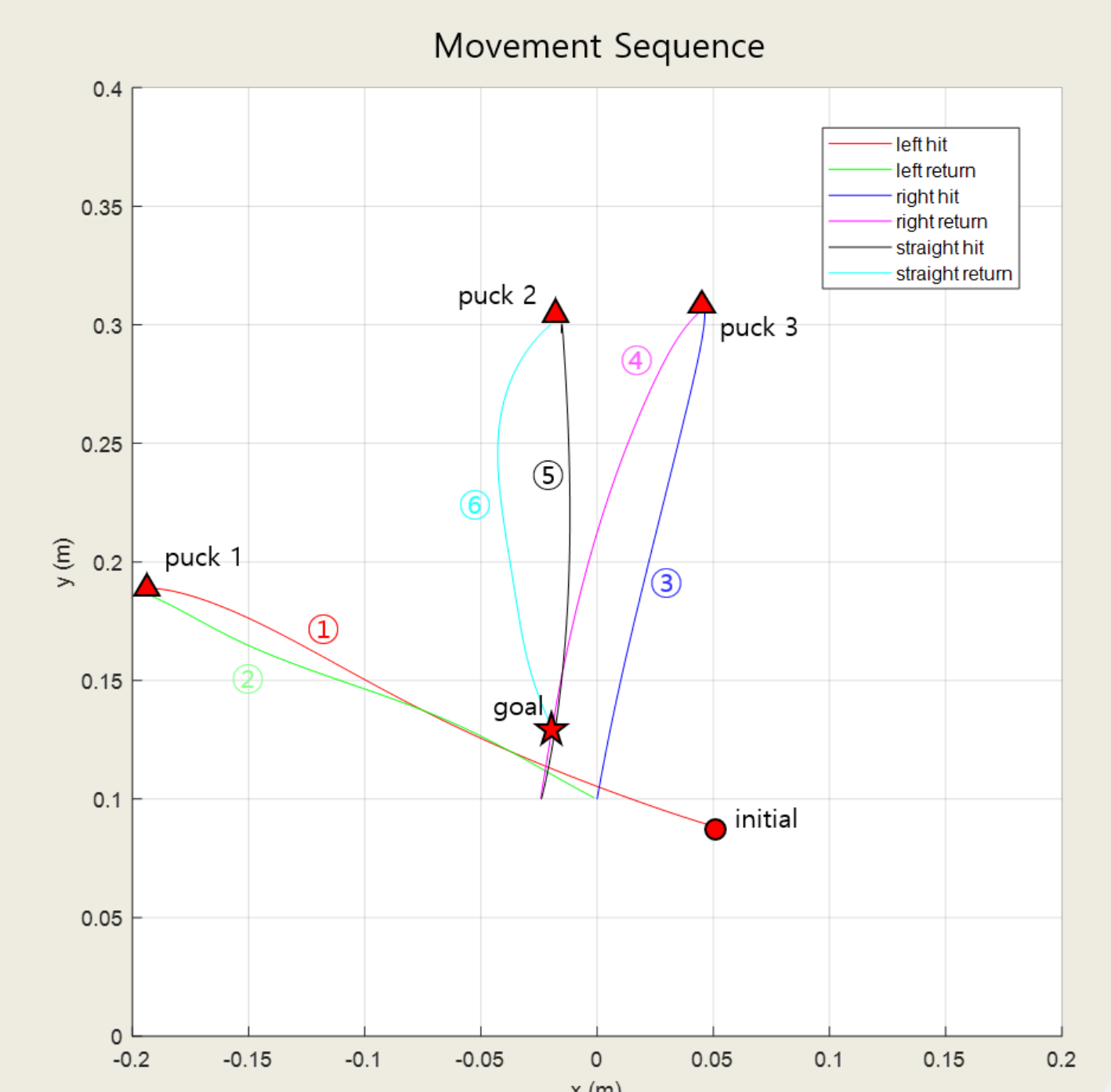
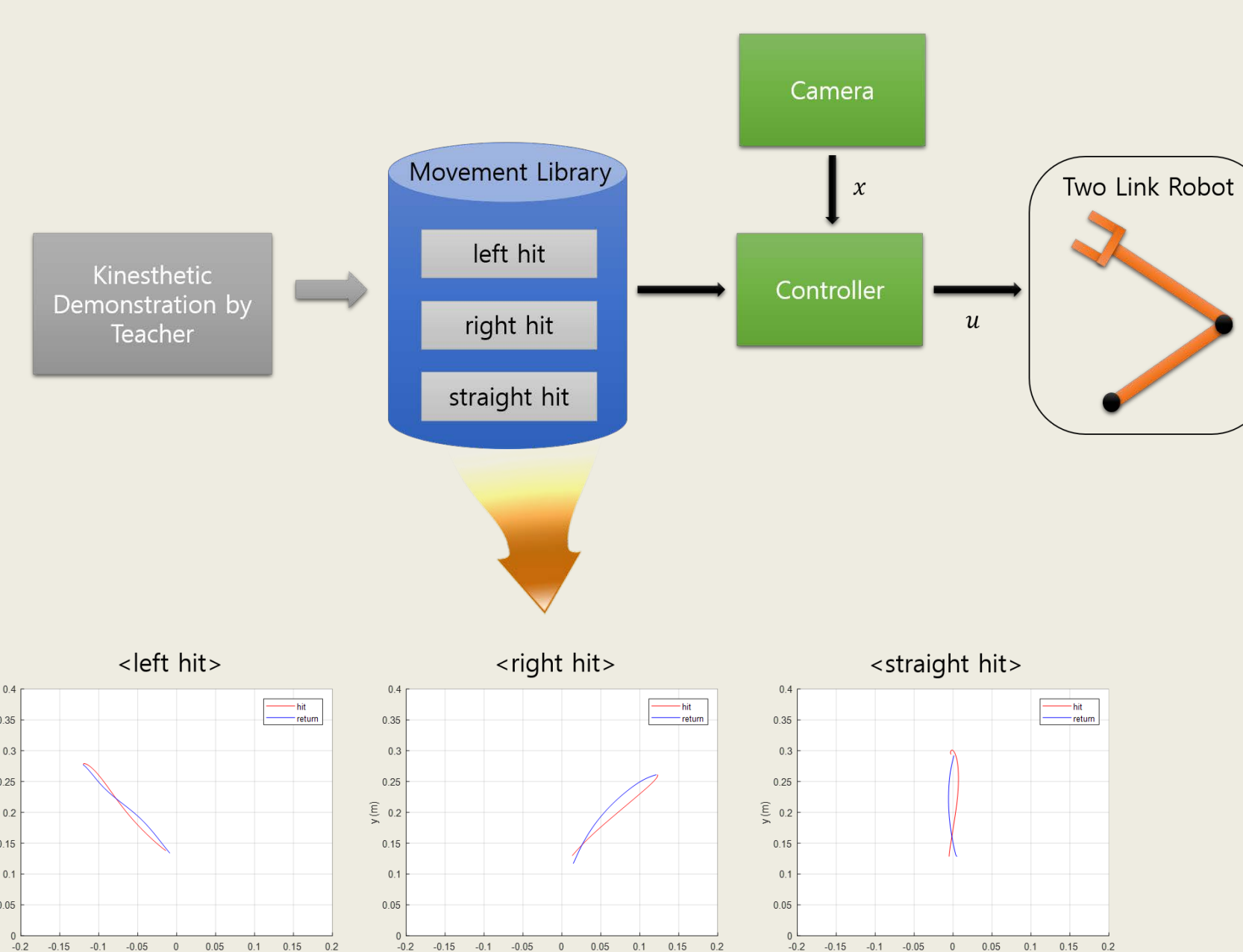


● 결과 및 분석



● 에어 하키에 적용

- 3개의 MP(right hit, left hit, straight hit)를 이용하여 Movement Library를 만들
- Camera를 통하여 puck의 위치를 받아 어떤 동작을 선택할지 결정
- 선택한 동작들을 연결하여 태스크 수행



3. 결 론

- 로봇 팔의 직접 교시를 통한 학습방법을 이용함으로써 학습에 걸리는 시간을 단축
- 전체 동작을 학습 시킨 것이 아니라 기본이 되는 동작만을 학습 시킴으로써 프로그래밍 시간을 단축
- Movement Library를 확장할 경우 더 복잡한 태스크를 수행 할 수 있을 것으로 예상

4. 후 기

- 이 논문은 2017 년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2015R1C1A1A02037073)