

로봇팔 Peg-In-Hole 작업을 위한 GPU 가상 물리 시뮬레이션 기반 심층강화학습 모델 개발

신승태
동아대학교 기계공학과
e-mail: stshin@dau.ac.kr

The Development of a Deep Reinforcement Learning Model via GPU-based Robot Manipulator Simulation for a Peg-In-Hole Task

Sungtae Shin
Dept. of Mechanical Engineering, Dong-A University

요약

제조공정 지능화를 통한 스마트 팩토리에 대한 요구가 고도화되면서 동적인 환경에서 다양한 작업내용을 수행할 수 있는 지능형 로봇 제어 기술개발의 필요성이 증대하고 있다. 이와 같은 다양한 요구를 충족할 수 있는 로봇 제어 기술을 개발하기 위해서는 물리엔진 기반 가상환경을 통한 로봇 제어 기술개발이 필수적이다. 로봇 지능화를 위해 가상 물리 환경을 이용하여 다양한 작업 환경을 구성하고 반복 시뮬레이션을 통해 심층강화학습(Deep Reinforcement Learning)을 적용하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 로봇 시뮬레이션에 많이 활용되는 Gazebo의 경우 CPU를 이용하여 물리 현상을 시뮬레이션하는 반면, NVIDIA Isaac Sim의 경우 GPU를 사용하여 물리 현상을 시뮬레이션한다. 심층강화학습의 경우, 상태 가치함수(value function)나 행동 가치함수(Q function)의 근사를 위해 DNN(Deep Neural Network) 모델을 활용하는데 GPU에서 DNN 모델 훈련을 하기 위해 CPU-GPU간 반복적인 데이터 전송으로 병목현상이 발생하게 된다. 이는 심층강화학습의 훈련 시간을 증대하는 역할을 한다. 이를 극복하기 위해 Isaac Sim은 GPU 기반 물리 시뮬레이션으로 CPU-GPU 간 데이터 병목현상을 줄이고 다수 시뮬레이션 환경의 병렬 시뮬레이션 기능으로 심층강화학습의 훈련 시간을 감소시킬 수 있다. 또한, NVIDIA RTX Ray Tracing을 이용한 사실적인 환경 묘사와 Isaac Sim의 동적 Domain Randomization을 통해 강인한 심층강화학습 모델의 훈련을 가능하게 해준다. 본 연구에서는 막대를 구멍에 집어넣은 작업인 Peg-In-Hole 작업 수행을 위한 로봇팔 제어 기술개발을 위해 GPU 기반 로봇 시뮬레이터인 Isaac Sim을 활용하여 Peg-In-Hole 작업을 위한 가상 물리 환경 구축과 반복 수행을 통한 “환경-액션-상태-보상”의 상호작용 정보를 수집하여 심층강화학습 알고리즘 학습하여 적용한 로봇 제어 기술개발에 대한 방법을 기술하고 있다.

키워드: 심층강화학습, GPU 기반 로봇 시뮬레이션, Peg-In-Hole, Isaac Sim

참고문헌

- [1] 우성웅, “지능형 로봇 개발을 위한 로봇 시뮬레이터 기술 동향: 리뷰”, 한국지능시스템학회 논문지, 제33권 제1호, pp. 72-83, 2월, 2023년
- [2] Jack Collins, “A Review of Physics Simulators for Robotic Applications”, IEEE Access, vol. 9, pp. 51416 - 51431, 2021.
- [3] Viktor Makoviychuk, “Isaac Gym: High Performance GPU-Based Physics Simulation For Robot Learning”, arXiv:2108.10470, 2021.