Genesis AI 군내 적용 방안 연구
Study on Genesis AI Military Application Strategies

이형진 · 문현우 · 정상훈 · 정연우
Hyungjin Lee · Hyenwoo Mun · Sanghun Jung · Yeonwoo Jung

공군 항공우주전투발전단 분석평가센터

e93052080@gmail.com

ABSTRACT

As interest in physical AI grows, tools for simulating physical laws are emerging. Genesis AI accelerates reinforcement learning by 10-80 times compared to conventional methods. This study compares Genesis AI with Unity, analyzing performance differences and exploring military applications in unmanned systems, virtual training, and tactical simulations.

Key Words : Simulation, Reinforcement Learning, Robotics, Phycial AI

1. 서론

물리 기반 AI는 실제 세계의 물리적 현상을 이해하고 상호작용할 수 있는 인공지능 시스템으로, 로봇공학, 자율주행 등 다양한 분야에서 중요성이 부각되고 있다. 특히 군사 영역에서는 시뮬레이션, 훈련, 의사결정 지원 등에 적용 가능성이 크다. 강화학습은 에이전트가 환경과 상호작용하며 시행착오를 통해 최적의 정책을 학습하는 방법론으로, 물리 시뮬레이션의 속도와 정확성은 강화학습의 효율성에 직접적인 영향을 미친다.

본 연구는 Genesis AI와 Unity를 비교하여 강화학습 성능 차이를 분석하고, 군사적 응용 가능성을 탐색한다. 특히 Genesis AI가 군사 분야에서 강화학습 속도를 얼마나 향상시킬 수 있는지, 그리고 이러한 기술적 이점이 군사적 맥락에서 어떤 의미를 갖는지 분석한다.

2. 이론적 배경

2.1 물리 기반 시뮬레이션과 강화학습

물리 기반 시뮬레이션은 현실 세계의 물리법칙을 컴퓨터 환경에서 재현하는 기술로, 강화학습에서는 에이전트가 학습할 환경을 구성하는 데 필수적이다. 시뮬레이션 속도가 빠를수록 에이전트는 더 많은 경험을 축적할 수 있어 학습 시간이 단축된다.

2.2 물리 기반 시뮬레이션과 강화학습

2.2.1 Genesis AI의 특징

Genesis AI는 다양한 물리 솔버(강체 및 관절 동역학, MPM, SPH, FEM, PBD)를 단일 프레임워크에 통합하였으며, Python으로 구현되어 GPU 가속을 통한 병렬 처리가 가능하다.

2.2.2 Unity의 특징

Unity는 NVIDIA PhysX 물리 엔진을 기반으로 하며, C#으로 작성되어 주로 CPU에서 처리되고 제한된 다중 스레드 처리에 의존한다.

3. 연구 방법

3.1 실험 설계

본 연구의 실험은 다음과 같이 설계되었다:

1) 환 경: Intel Core i9 9600K CPU
NVIDIA RTX A4000 GPU
2) 시나리오: 정적 제어 및 충돌 상황에 따른 비교
3) 배치크기: 512, 1024, 2048, 4096
4) 측정지표: 환경당 FPS, 총 FPS

3.2 평가 지표

1) 학습속도: 동일한 성능 달성까지 소요되는 시간
2) 확 장 성: 병렬환경 수 증가에 따른 성능 변화
3) 물리 시뮬레이션 정확도: 현실 세계 물리법칙 반영 정도

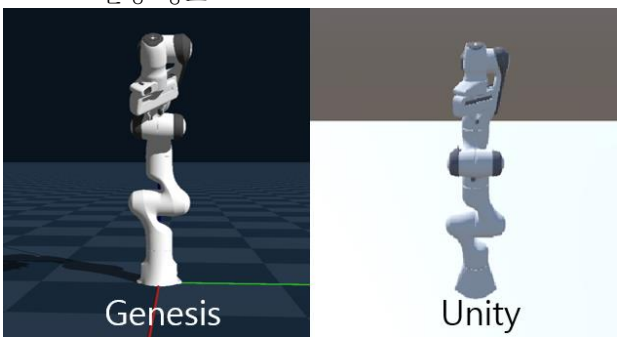


Fig. 1. Simulation

4. 실험 결과

4.1 학습 속도 비교

Genesis AI와 Unity의 학습 속도를 다양한 시뮬레이션 조건에서 비교한 결과, Genesis AI는 Unity 대비 상황에 따라 최대 65배까지 빠른 시뮬레이션 속도를 보였다.

4.4.1 정적 제어, 충돌 비활성화 조건

이 조건에서는 로봇 팔을 특정 자세로 유지하며, 자체 충돌 감지를 비활성화한 상태에서의 성능을 측정했다.

Table 1. Static control, collision off

	Genesis (환경당 FPS)	Genesis (총 FPS)	Unity (환경당 FPS)	Unity (총 FPS)
512	265	136,063	4676	2,394,551
1024	248	254,720	3703	3,792,536
2048	250	513,921	783	1,605,353
4096	263	1,081,095	3	12,288

Unity는 작은 배치 크기(512, 1024, 2048)에서 더 높은 총 FPS를 보였지만, 배치 크기가 증가할수록 성능이 급격히 저하되었다. 반면 Genesis AI는 배치 크기가 증가해도 안정적인 환경당 FPS를 유지하며, 총 FPS가 거의 선형적으로 증가했다.

4.4.2 정적 제어, 충돌 활성화 조건

자체 충돌 감지를 활성화한 상태에서의 성능을 측정했다

Table 2. Static control, collision on

	Genesis (환경당 FPS)	Genesis (총 FPS)	Unity (환경당 FPS)	Unity (총 FPS)
512	190	97,305	4765	2,440,187
1024	191	196,084	3700	3,789,035
2048	192	392,851	783	1,603,920
4096	195	797,093	3	12,288

충돌 감지를 활성화해도 Genesis AI는 일관된 성능을 유지했으며, 4096 배치 크기에서 Unity보다 65배 높은 총 FPS를 달성했다.

4.4.3 제어 없음, 바닥과의 연속 충돌 해결 조건

이 시나리오에서는 로봇 팔이 중력에 의해 바닥으로 떨어져 지속적인 충돌 처리가 필요한 상황을 시뮬레이션했다.

Table 3. No control, resolving continuous collision with floor

	Genesis (환경당 FPS)	Genesis (총 FPS)	Unity (환경당 FPS)	Unity (총 FPS)
512	138	70,533	4696	2,404,488
1024	136	139,605	3721	3,810,101
2048	135	275,560	786	1,610,646
4096	135	552,960	3	12,288

복잡한 충돌 처리가 필요한 이 조건에서도 Genesis AI는 배치 크기 증가에 따라 총 FPS가 안정적으로 증가했으며, 4096 배치 크기에서 Unity보다 45배 높은 성능을 보였다.

4.2 확장성 분석

Genesis AI는 배치 크기 증가에 따라 선형에 가까운 성능 향상을 보인다. 이는 GPU 병렬 처리 능력을 효율적으로 활용하기 때문이다. 반면 Unity는 배치 크기가 증가할수록 성능이 급격히 저하된다.

4.3 물리 시뮬레이션 정확도

Genesis AI는 다양한 물리 솔버 통합 지원, 최적화된 솔버 반복, 정밀한 충돌 처리 알고리즘을 통해 Unity보다 더 정확한 물리 시뮬레이션을 제공한다.

5. 군내 적용 가능성

5.1 군내 강화학습 프로젝트 플랫폼 대체

Genesis AI는 군내 강화학습 프로젝트에 적용 시 최대 65배 빠른 학습이 가능하다. 복잡한 물리 환경 시뮬레이션의 가속화를 통해 연구 기간 단축과 다양한 시나리오 검증에 활용할 수 있다.

5.1.1 비행단 드론 학습

비행단 내 활주로 포장 수리에 드론을 활용하는 시뮬레이션을 Genesis AI로 구현할 수 있다. 다양한 환경 조건에서 드론의 손상 스캔, 수리 경로 계획, 자동 수리 작업 능력을 강화학습으로 최적화할 수 있다

6. 결론 및 제언

6.1 연구 결론

본 연구를 통해 Genesis AI가 Unity보다 최대 65배 빠른 시뮬레이션 속도를 제공하며, 병렬 환경에서의 확장성과 물리 시뮬레이션 정확도 측면에서 우수함을 확인했다. 이러한 성능 향상은 군사 분야의 강화학습 응용에 큰 이점을 제공할 수 있다.

6.2 향후 연구 방향

향후 연구에서는 두 가지 방향으로 진행할 예정이다. 첫째, 현재 군내에서 활용 중인 강화학습 프로젝트에 Genesis AI를 적용하여 성능 개선 효과를 검증한다. 둘째, 비행단의 드론을 활주로 포장 수리에 활용하는 시뮬레이션을 Genesis AI로 구현할 예정이다. 구체적으로는 다음과 같은 과제를 수행할 계획이다:

1) 기존 군내 강화학습 시스템의 Genesis AI 적용 및 성능 비교 분석
2) 비행단 드론 군집의 활주로 점검 및 수리작업 계획 학습 가속화
3) 복잡한 작업 환경에서의 드론 운용 정책 최적화

후 기

이러한 연구를 통해 강화학습 기술의 군사적 활용 가능성을 확장하고, 국방력 증진에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

References

[1] Genesis Authors, "Genesis: A Universal and Generative Physics Engine for Robotics and Beyond," https://github.com/Genesis-Embodied-AI/Genesis, Dec. 2024.

[2] Unity Technologies, "Unity ML-Agents Toolkit," https://github.com/Unity-Technologies/ml-agents, 2023.