

심층 결정적 정책 경사법을 이용한 회전익 무인항공기의 영상기반 유도기법 시험

이성현^{1*}, 심태민¹, 박준우¹, 홍경우¹, 김성중¹, 방효충¹한국과학기술원(KAIST)¹

Flight Test of the Vision-Based Landing Guidance of Rotorcraft Unmanned Aerial Vehicle using Deep Deterministic Policy Gradient

Seongheon Lee^{1*}, Taemin Shim¹, Junwoo Park¹, Kyungwoo Hong¹, Sungjoong Kim¹, Hyochoong Bang¹

Key Words : Reinforcement Learning(강화학습), Deep Deterministic Policy Gradient(심층 결정적 정책 경사법), Artificial Neural Network(인공신경망), Unmanned Aerial Vehicle(무인항공기)

서론

오늘날 무인 항공기는 항공 촬영, 운송, 환경 모니터링, 구조물 검사, 감시 및 정찰, 수색 및 구조 등 민간 시장에서 다양한 용도로의 활용을 위한 요구가 지속적으로 증가하고 있다⁽¹⁾. 이러한 요구들을 만족시키기 위해 무인항공기는 점차 고수준의 자동화를 요하고 있으며, 무인항공기의 자동화 부분 중 높은 기술을 요하는 자동착륙 부분에 대한 연구가 이루어지고 있다. 특히 GPS가 동작하지 않는 등의 다양한 환경에 대비함과 동시에 저비용 고효율 시스템 구축을 목표로 하는 무인항공기의 특성에 맞게 영상기반의 유도기법에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다⁽²⁾.

본 논문에서는 심층신경망을 이용한 강화학습 기반의 영상 자동착륙 유도기법의 연구를 시뮬레이션 환경에 국한하지 않고, 학습된 인공신경망을 온보드 그래픽 처리장치에 이식하여 직접 비행시험을 진행함으로써, 강화학습을 통한 회전익 무인항공기의 영상기반 자동착륙이 가능함을 실증하고자 하였다.

본론

심층 결정적 정책 경사법⁽³⁾을 이용한 무인항공기의 영상기반 유도기법을 위하여 사용한 시스템의 골격은 Fig. 1과 같다. 기존에 자세제어기로 들어가던 특정 유도법칙에 따른 명령이나 조종사의 수동 조종 명령이 무인기에 탑재된 센서로부터 얻어지는 일부 상태변수를 입력으로 하는 액터 신경망의 출력으로 대체되었다.

크리틱 신경망은 시뮬레이션이나 비행중 온라인 학습 환경에서 활성화 되어, 환경으로부터 얻어지는 보상을 토대로 액터 신경망과 크리틱 신경망을 갱신하는데 사용되며, 일반 비행중에는 비활성화된다.

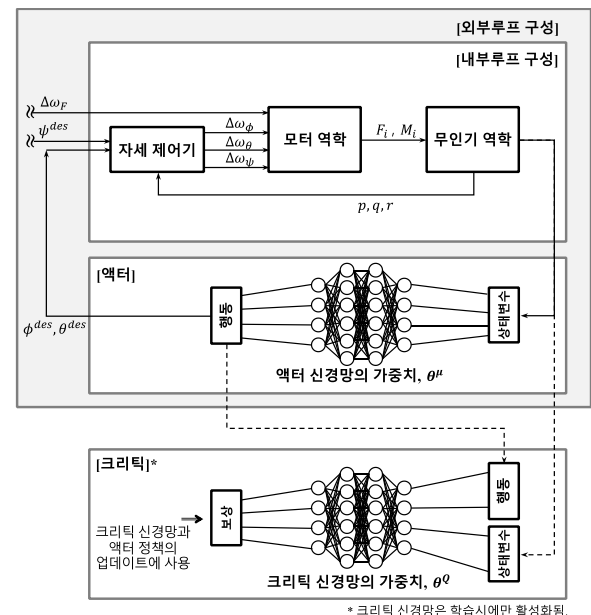


Fig. 1. An UAV control framework using actor-critic reinforcement learning scheme

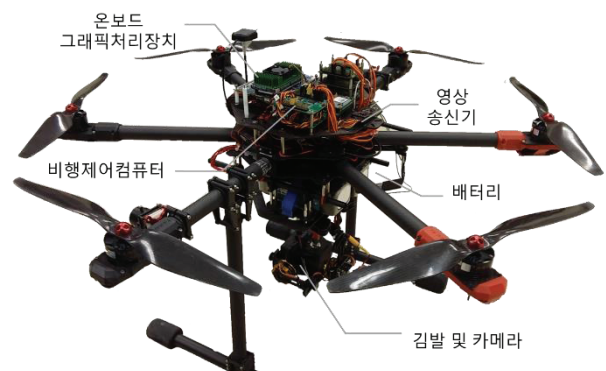


Fig. 2. The experimental Rotorcraft UAV

Table 1. Specifications of the experimental UAV

	성능
치수(W x H, mm)	800 x 500
공중량	3.5 kg
최대이륙중량	12.9 kg
비행시간	약 7분 (이륙중량 9.2 kg)
비행제어컴퓨터1 (내부루프)	DJI NAZA-M V2
비행제어컴퓨터2 (외부루프)	TI TMS320C28346
그래픽처리장치	NVIDIA Jetson TX2
레이저거리측정기	Astech LDS-30A
카메라	Logitech C920 HD webcam



Fig. 3. A result of a flight experiment

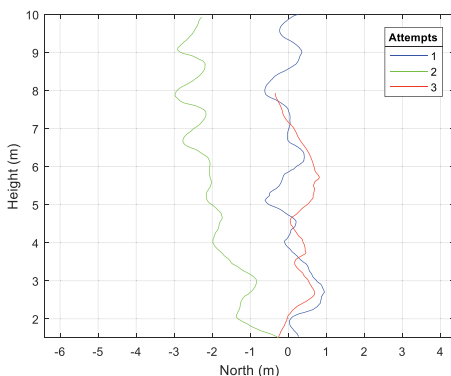
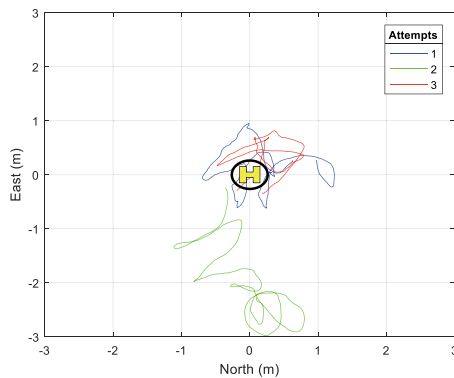


Fig. 4. Experimental flight trajectories

비행시험에 사용한 회전익 무인항공기의 구성과 상세 제원은 각각 Fig. 2 및 Table 1 과 같다. 주어진 무인기의 비행제어컴퓨터로는 첫째로 DJI사의 상용 제품이 탑재되어 내부 자세 제어를 담당하였고, 둘째로 당 연구실에서 개발한 비행제어 컴퓨터가 영상처리 및 액터 신경망 계산을 위한 그래픽 처리장치와의 통신, 유도명령 생성 및 지상통제 시스템과의 운용 부분을 담당하였다.

다음의 Fig. 3은 비행시험도중 촬영한 비행체의 모습과 지상통제장비로 내려온 처리중인 영상의 화면으로, 영상처리화면에서 녹색 상자는 영상처리 알고리즘이 헬리팩드를 인식 및 추적하는 모습, 가운데의 '+' 표시에서 출발하는 적색 화살표는 동체 좌표계기준 속도 벡터, 적색 점은 인공신경망의 출력으로써 현재 비행체를 좌측 하방으로 움직이기 위한 명령을 생성하고 있음을 확인할 수 있다. 이는 현재 비행체가 착륙하려는 지점으로 향하는 속도가 빨라 이를 보정하기 위한 움직임으로 볼 수 있다.

끝으로 Fig. 4는 세차례에 걸친 비행 시험의 GPS 궤적을 나타낸 것으로, 비행체가 전반적으로 목표지점 위로 유도되고 있음을 확인할 수 있다. 비행체의 궤적이 시뮬레이션의 착륙 궤적과 다르게 출렁이는 현상은 외란에 따라 비행체가 떠밀려가는 현상과 동시에, 영상처리 알고리즘과 유도명령 생성을 위한 신경망의 계산과정에서 발생한 시스템의 지연으로 인한 것으로 파악되며, 추후 시스템의 최적화 및 개선과정을 거치며 이러한 현상을 개선하는 연구가 계획되어 있다.

후 기

본 연구는 “4차 산업혁명 AI Flagship” 과제의 일환으로 KAIST 연구기획센터의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

- 1) Canis, B., *Unmanned aircraft systems (UAS): Commercial outlook for a new industry*. Congressional Research Service Washington, 2015.
- 2) Herisse, B., Hamel, T., Mahony, R., and Russotto, F. X., "Landing a VTOL Unmanned Aerial Vehicle on a Moving Platform Using Optical Flow," *IEEE Transactions on Robotics*, vol. 28, no. 1, Feb 2012, pp. 77-89.
- 3) Lillicrap, T. P., Hunt, J. J., Pritzel, A., Heese, N., Erez, T., Tassa, Y., Silver, D., and Wierstra, D., "Continuous control with deep reinforcement learning," *arXiv preprint arXiv:1509.02971*, 2015.