

INTISARI

FORMASI POLA TIGA DIMENSI PADA SIMULASI QUADCOPTER BERBASIS *MULTI-AGENT REINFORCEMENT LEARNING*

Oleh

M IMAM MUTTAQIN
23/530326/PPA/06725

Pembentukan pola atau formasi merupakan kasus *multi-agent* dengan tipe lingkungan kooperatif yang membutuhkan koordinasi dari setiap *agent* untuk mencapai suatu koordinat tertentu secara *real time*. Pembentukan pola atau formasi tiga dimensi dapat dicapai apabila *agent* memiliki pergerakan seperti pada *quadcopter*. Oleh sebab itu diperlukan metode yang dapat melakukan aproksimasi pada data kontinu seperti sensor dan motor yang terdapat pada masing-masing quadcopter secara adaptif dan dinamis. Penelitian ini menggunakan metode *Multi-Agent Proximal Policy Optimization* dengan tujuan agar sistem dapat melakukan pembelajaran secara bertahap bertahap untuk mencapai formasi tiga dimensi secara adaptif dan pada prosesnya dapat menghindari tabrakan antar *agent*.

Evaluasi dilakukan sebanyak 100 kali percobaan pada 5 formasi berbeda dan menunjukkan bahwa metode *Multi-Agent Proximal Policy Optimization* mendapatkan metrik *success rate* sebanyak 91,2% dan rata-rata *settling time* 400,28 step dengan rata-rata standar deviasi yaitu 32,47. Hasil juga menunjukkan bahwa sistem dapat melakukan koordinasi cukup baik, dibuktikan dengan hasil rata-rata tabrakan antar *agent* hanya 0,048 kejadian selama proses evaluasi berlangsung.

Kata Kunci: *Three-dimensional formation, quadcopter, simulation, multi-agent reinforcement learning, proximal policy optimization.*



ABSTRACT

THREE-DIMENSIONAL FORMATION IN QUADCOPTER SIMULATION BASED ON MULTI-AGENT REINFORCEMENT LEARNING

By

M IMAM MUTTAQIN
23/530326/PPA/06725

The formation pattern is a multi-agent case with a cooperative environment type that requires coordination among agents to reach certain coordinates in real time. A Three-dimensional formation can be achieved if the agents exhibit movements similar to those of quadcopters. Therefore, a method capable of approximating continuous data, such as the sensor and motor data on each quadcopter, in an adaptive and dynamic manner is required. This study employs the Multi-Agent Proximal Policy Optimization (MAPPO) method aiming to enable the system to learn progressively in order to achieve three-dimensional formation adaptively while avoiding collisions between agents during the process.

The evaluation was conducted through 100 experiments in five different formations, showing that the Multi-Agent Proximal Policy Optimization method achieved a success rate of 91,2% and an average settlement time of 400,28 steps, with an average standard deviation of 32,47. The results also indicate that the system successfully minimized inter-agent collisions, with an average of 0.048 collision events observed during the evaluation process.

Keywords: Three-dimensional formation, quadcopter, simulation, multi-agent reinforcement learning, proximal policy optimization.