

Abstract

Nowadays, the need of coordinated multi-agent system is largely increasing due to the rising number of illegal cases that happened caused by the lack of care in Indonesian territory, such as illegal logging, etc. To prevent using a lot of army personnels to guide Indonesia territory that may increase significant cost, in this work, coordinated multi-agent system was proposed. There were several problems that had to be tackled: obstacle detection, path planning of each agent and then formation control of multi-agent systems.

In this research, we developed a potential-function-based control strategy to overcome the mapless path planning and formation control problem. To deal with this problem, we proposed obstacle detection method using Hough Transform to extract the line feature of obstacles from laser range finder (LRF) data. The obtained obstacle position was then used by proposed path planning algorithm, artificial potential field, to generate the repulsive potential between quadrotor and obstacle. The repulsive potential might prevent quadrotor from colliding any obstacle while attracted to specified goal position by the attractive potential force. The potential function used in path planning was then combined with leader follower approach for formation control and attach LRF on the leader. Whereas, all followers have to follow any command given by the leader. To make certain pattern, the followers used the attractive potential to reach the goal position relative to the leader. To prevent inter-robot collision, the neighbors are considered as moving obstacles, so there are also repulsive potential between quadrotor and their neighbors. The goal assignment algorithm using Hungarian algorithm was also implemented to improve the performance of the formation such that each quadrotor chose the most suitable goal position.

All of these proposed methods were applied to the Parrot AR Drone 2.0's model in Gazebo simulator connected to Robot Operating System. The quadrotors' leader detected obstacle in front of it using LRF and inform obstacle's location to the followers. Based on the simulation results, it had already been verified that quadrotors could avoid obstacle while maintaining the formation using detected obstacle's position. It implied that the proposed methods successfully implemented and able to overcome the mapless path planning and formation problem.

Keywords : Obstacle Detection, Hough Transformation, Artificial Potential Field, Leader Follower, Mapless Formation Control

Intisari

Pada saat ini, sistem multi-agen yang mampu saling berkoordinasi semakin diperlukan seiring bertambahnya kasus ilegal yang diakibatkan kurangnya pengawasan di wilayah Indonesia. Untuk mengurangi penggunaan banyak tentara yang tentu menambah biaya dalam pengawasan wilayah, pada penelitian ini, dikembangkan sistem multi-agen yang terkoordinasi. Ada beberapa langkah yang harus dilakukan, yaitu deteksi rintangan, perencanaan rute setiap agen dan kendali formasi sistem multi-agen.

Pada penelitian ini, metode kendali berbasis potential field dikembangkan untuk mengatasi masalah perencanaan rute dan kendali formasi tanpa informasi peta wilayah. Sehingga, dirancang metode deteksi rintangan menggunakan transformasi Hough untuk mendapatkan ciri garis suatu rintangan dari data laser range finder (LRF). Data posisi rintangan selanjutnya digunakan oleh metode perencanaan rute, artificial potential field, untuk menghasilkan potensial repulsif antara quadrotor dengan rintangan. Fungsi potensial ini mencegah quadrotor menabrak rintangan saat menuju titik tujuan tertentu yang dipengaruhi oleh gaya potensial atraktif. Kemudian, fungsi potensial yang digunakan untuk perencanaan rute dikombinasikan dengan metode leader-follower untuk kendali formasi dengan meletakkan LRF pada pemimpin, sedangkan semua pengikut menaati perintah yang diberikan pemimpin. Untuk membentuk pola formasi tertentu, setiap pengikut menggunakan potensial atraktif untuk mencapai posisi tujuan yang relatif terhadap pemimpin. Setiap quadrotor dianggap sebagai rintangan yang bergerak, sehingga terdapat gaya potensial repulsif antar quadrotor untuk menghindari tabrakan antar quadrotor. Performansi kendali formasi ini juga ditingkatkan dengan mengaplikasikan Algoritma Hungarian untuk menentukan titik tujuan yang paling tepat untuk tiap quadrotor.

Sistem kendali yang dirancang telah diterapkan pada model Parrot AR Drone 2.0 di Gazebo simulator dan Robot Operating System. Quadrotor yang bertugas sebagai pemimpin dapat mendeteksi rintangan di depannya dan menginformasikan posisi rintangan ke quadrotor lainnya. Berdasarkan hasil simulasi, dapat diverifikasi bahwa formasi quadrotor bisa menghindari rintangan ketika mempertahankan formasinya. Hal ini mengimplikasikan bahwa metode yang diusulkan berhasil secara efektif digunakan untuk mengatasi masalah perencanaan rute dan kendali formasi pada lingkungan yang belum diketahui atau tanpa peta lingkungan.

Kata kunci : *Deteksi rintangan, Transformasi Hough, Artificial Potential Field, Leader-Follower, Mapless Formation Control.*