

Abstract

The potential application of coordinated multi-agent system is largely increasing. The rising number of illegal cases caused by the lack of care in Indonesian territory, such as illegal logging also influent this. 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 an arrival time field based path planning and formation control algorithm for quadrotor UAV. The arrival time field is used to create an optimal path for robot to follow. We use fast marching method as a solver for obtaining the arrival time field of a configuration space. The optimal path is backtracked by following the maximum gradient direction using gradient descent method. The path planning algorithm was then combined with leader follower approach for formation control. The leader determine a formation, and 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.

All of these proposed methods were verified by numerical experiment and simulation. Based on the simulation results, it had already been verified that quadrotors could avoid obstacle while maintaining the formation. It implied that the proposed methods succesfully implemented and able to overcome the path planning and formation problem.

Keywords : Arrival Time Field, Quadrotor UAV, Path Planning, Formation Control, Fast Marching Method

Intisari

Potensi aplikasi sistem multi-agen yang mampu saling berkoordinasi bertambah dengan pesat. Bertambahnya kasus ilegal yang diakibatkan kurangnya pengawasan di wilayah Indonesia, seperti penebangan ilegal, juga mempengaruhi hal ini. 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 jalur setiap agen dan kendali formasi sistem multi-agen.

Pada penelitian ini, dikembangkan sebuah algoritma perencanaan jalur dan kendali formasi berbasis arrival time field untuk UAV quadrotor. Arrival time field digunakan untuk membuat jalur yang optimal untuk dilalui oleh robot. Kami menggunakan fast marching method untuk mendapatkan arrival time field dari sebuah configuration space. Jalur yang optimal kemudian didapatkan dengan menelusuri arah gradien maksimum menggunakan metode gradient descent. Kemudian, algoritma perencanaan jalur ini dikombinasikan dengan metode leader-follower untuk kendali formasi. Pemimpin menentukan formasi, 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.

Semua algorithm yang diusulkan telah diverifikasi dengan eksperimen numerik dan simulasi. Berdasarkan hasil simulasi, dapat diverifikasi bahwa formasi quadrotor bisa menghindari rintangan sambil 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 : *Arrival Time Field, Quadrotor UAV, Perencanaan Jalur, Kendali Formasi, Fast Marching Method.*