

# 격자구조 및 그래프 모델 기반 무인이동체 자율주행 시스템 연구

한현준 · 강주성 · Rohit Thakur · 이흥노<sup>†</sup>

광주과학기술원 전기전자컴퓨터공학부

## Research on Grid Structure and Graph Model Based UAV Autonomous Flight System

Hyunjun Han, Jusung Kang, Rohit Thakur and Heung-No Lee<sup>†</sup>

*School of Electrical Engineering and Computer Science, Gwangju Institute of Science and Technology*

**Abstract** : 본 논문에서는 센서 탐지 영역에 대한 격자구조 표현 및 그래프 모델을 기반으로 주행 경로를 탐색하는 무인이동체 자율주행 시스템을 제안한다. 탐지 영역 내 센서 정보를 기반으로 위치별 충돌 확률을 계산하여 노드(node) 선택 비용으로 사용하고, 주행 거리를 간선(edge) 선택 비용으로 고려한 그래프 모델을 정의하였으며, Dijkstra 알고리즘을 통해 출발점에서 단기 도착점까지의 최단경로를 계산하였다. 이러한 단기 경로 결정 과정을 반복 수행하여 최종 도착점까지 찾아가는 실험을 하였으며, 그 결과 임의의 환경 내 장애물을 피해 최종 도착점까지 잘 찾아가는 것을 확인하였다. 이를 통해 격자구조 및 그래프 모델 기반 표현법에 대한 자율주행 시스템에의 적용 가능성을 확인하였다.

**Key Words** : Autonomous Flight, Drone, Graph, Grid based, UAV

### 1. 서 론

무인이동체에 있어서 자율주행 기술은 사용자의 조종을 받지 않더라도 스스로 주어진 목적을 수행할 수 있게 해주는 핵심 기술이다. 이를 이루기 위해 유전알고리즘[1-3], 인공신경망[2, 3], Rapidly exploring Random Tree (RRT)[4] 등 다양한 연구가 진행되고 있다. 이 연구들은 공통적으로 환경을 격자구조로 표현하여 접근하고 있으며, 이 구조를 기반으로 각자의 알고리즘을 통해 최적 경로를 탐색하고 있다.

본 논문에서는 격자구조 및 그래프 모델 기반의 환경표현을 토대로 동작하는 무인이동체 자율주행 시스템을 제안한다. 그래프 노드의 선택 비용(cost) 및 간선 가중치(weight)를 고려한 최단경로알고리즘을 적용하였으며, 시뮬레이션 결과를 통해 격자구조 및 그래프 모델 기반 표현법이 자율주행 시스템이 충분히 적용 가능함을 확인하였다.

### 2. 본 론

#### 2.1 환경 모델링

무인이동체 자율주행 기술은 올바른 주변 환경 인식을 위한 환경 모델링이 선행되어야 한다. 본 논문에서는 격자구조를 통해 환경을 모델링함으로써 장애물의 위치를 파악하고, 이를 방향성 비사이클 그래프의 형태로 정의하였다. 한 격자는 하나의 노드로 표현되고 노드 값은 장애물의 유·무 및 높이에 따라 0 에서 1 사이의 충돌 확률값을 가진다. 노드간의 이동 거리는 간선 가중치로 표현되며, 직진상의 간선 가중치는 1, 대각선의 간선 가중치는  $\sqrt{2} \approx 1.4$ 로 설정하였다. Fig.1은 무인이동체 환경의 격자구조 및 이에 상응하는 그래프 모델을 보여준다.

#### 2.2 경로 탐색 알고리즘

최종 도착점까지의 경로 탐색을 위해 무인이동체는 센서 탐지 영역 내에서, 최종 도착점과 가장 가까운 거리를 갖는 단기 도착점을 계산한다. 이 지점을 무인

<sup>†</sup> 교신저자 (Corresponding Author)

E-mail: heungno@gist.ac.kr

Copyright © The Society for Aerospace System

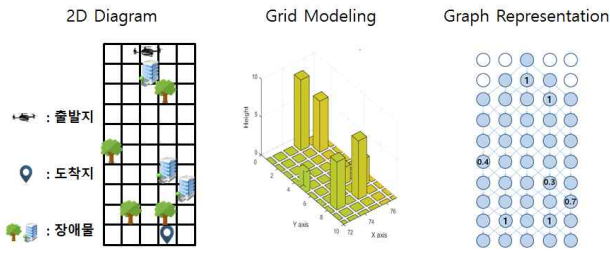


Fig. 1 Different representations of UAV flight environment

이동체의 현 위치를 루트노드로 삼는 탐지 영역 그래프의 단기 도착점으로 설정하고, 간선 가중치에 노드 값을 더하여 구한 그래프에 Dijkstra 알고리즘을 적용 시킴으로써 루트노드부터 단기 도착점까지의 최단 경로를 구하였다. 무인이동체 탐지 영역에 대한 단기 경로 결정을 최종 도착점에 도달할 때까지 매 프레임마다 반복 수행함으로써 출발점에서 최종 도착점까지의 최단 경로를 계산하였다.

### 3. 시뮬레이션 및 결과

#### 3.1 시뮬레이션 환경 설정

본 논문에서 사용된 환경 설정은 다음과 같다. 무인이동체가 주행할 전체 환경의 크기는 100m x 100m x 10m로 설정 하였으며, 1m x 1m 크기에 10m까지의 높이를 가지는 1000개의 장애물을 가정하였다. 무인이동체의 출발점은 임의의 x축 값을 갖는 y축 첫 행으로 정의하였으며, 최종 도착점은 임의의 x축 값을 갖는 y축 마지막 행으로 정의하였다.

무인이동체의 주행 높이는 2m로 설정 하였으며, 이를 기반으로 위치별 충돌 확률을 0에서 1까지 계산하였다. 무인이동체의 탐지 영역은 전방 30m, 좌·우측 각각 5m로 총 30m x 10m의 영역을 갖도록 하였으며, x,y축 이동, 즉 2차원 평면 이동에 대하여 좌·우측 대각선 그리고 직진의 세 방향에 대한 진행만 가능하도록 정의하였다.

#### 3.2 시뮬레이션 결과

시뮬레이션 결과 무인이동체가 출발지로부터 최종 도착점까지 경로를 잘 계산함을 확인하였으며, 한 프레임당 단기 도착점 및 경로 계산에 소요한 시간은 0.259초이다. Fig. 2는 시뮬레이션 결과를 보여주고 있다.

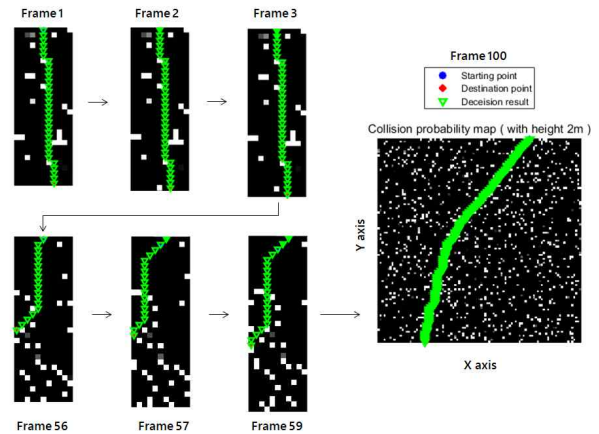


Fig. 2 Short term path planning processes and the final traveled path to reach the goal point.

## 4. 결 론

본 논문에서는 격자구조 및 그래프 모델 표현법을 이용한 무인이동체 자율주행 시스템에 대해 알아보았다. 실험 결과를 통해 제안하는 시스템이 출발지로부터 최종 도착점까지 최단 경로를 탐색하고 있음을 확인하였으며, 향후 제안하는 방식을 확장시켜 노드 값을 적극 활용한 머신러닝 기반 무인이동체 자율 주행 시스템 개발이 가능할 것으로 생각한다.

## 참고 문헌

- [1] Si-Yao Fu, "Path Planning for Unmanned Aerial Vehicle Based on Genetic Algorithm," IEEE Cognitive Informatics & Cognitive Computing, 2012.
- [2] S Aditya Gautam, "Path planning for Unmanned Aerial Vehicle Based on Genetic Algorithm & Artificial Neural Network in 3D," Int. Conference on Data Mining and Intelligent Computing, 2014.
- [3] Timothy A. Zimmerman, "Neural Network Based Obstacle Avoidance Using Simulated Sensor Data," ASEE 2014 Zone I Conference, April, 2014.
- [4] Qirui Zhang, "Small UAVs with Autonomous Avoidance Using Humanlike Thoughts," IEEE Chinese, Navigation, and Control Conference, 2016.