Lập kế hoạch chuyển động (lộ trình) phân cấp:

* Tìm đường global coverage paths hiệu quả (bao phủ bản đồ)
* Tinh chỉnh góc nhìn (viewpoints) -> viewpoint đi từ tầng 2 của phân tầng 3 lớp, sau đó tác động tới quỹ đạo tối thiểu tím là quan trọng nhất
* Tạo ra quỹ đạo tối thiểu sử dụng thời gian tối thiểu

Introduction:

Cải tiến trong bài báo:

* FUEL, công nghệ phân tầng hỗ trợ Fast UAV ExpLoration trong đa môi trường.
* Cấu trúc rìa (FIS) sử dụng ba tầng phương pháp lập kế hoạch (phân cấp)

+ tìm đường global

+ sau đó tinh chỉnh góc nhìn

+ cuối cùng là tạo ra quỹ đạo tối thiểu

* Planner không chỉ tập trung vào planner mà còn tập trung vào cả local, bộ lập kế hoạch được kích hoạt mỗi khi các khu vực chưa được khám phá được khám phá ra, đảm bảo uav 4 cánh (quadrotor) luôn phản ứng nhanh chóng trong bất kỳ trường hợp nào, có sự thay đối của môi trường, giúp quá trình khám phá nhanh chóng và nhất quán

Contribute:

* Sử dụng FIS để cập nhật dần, ghi lại thông tin quan trọng của toàn bộ không gian (global path) và hỗ trợ lập kế hoạch khám phá với tuần suất cao -> cập nhật thông tin cho global (khả năng cải tiến viewpoint đang ở đoạn này)
* Một phương pháp lập kế hoạch phân cấp (ảnh hưởng trực tiếp đến viewpoints), tạo ra các đường global hiệu quả và triển khai các phương pháp khám phá -> sử dụng phương pháp lập kế hoạch lộ trình phân cấp
* Triển khai được trong mô phỏng và thực tế

Related work:

Exploration Path Planning:

Frontier (Biên giới): là ranh giới giữa vùng được khám phá và chưa được khám phá -> khai thác việc khám phá nhanh hơn bằng việc nâng cao phương pháp truyền thông (sử dụng biên giới làm thước đo) -> sử dụng viewpoint là 1 phần của frontier

Cấu trúc FIS cấu trúc rìa đường biên là cấu trúc chính để khai thác và phát triển việc lập kế hoạch đa tầng

FOV: tối thiểu việc thay đổi góc để duy trì tốc độ, tối ưu việc di chuyển

NBV: quét tổng quan nhiều lần để xây dựng map

RRTs: mở rộng môi trường khám phá với những vùng đi vào được, thực hiện các cạnh có nhiều thông tin nhất, tránh xóa bỏ những vùng cây được mở rộng trực tiếp. Để tăng tốc độ bay, sử dụng phương pháp lấy mẫu và các nguyên lý chuyển động có thể sử dụng động học trực tiếp

Phương pháp sử dụng gradient để tối ưu local path

Qũy đạo của UAV 4 cánh: tối ưu phương pháp B-splines

Phương pháp tiếp khám phá môi trường kết hợp giữa tiếp cận vùng rìa với cấu trúc lên kế hoạch (planning) phân đa tầng:

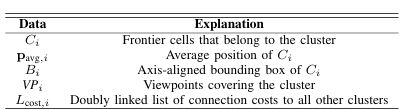
A diagram of a flowchart

AI-generated content may be incorrect.

Viewpoint generation to local viewpoint refinement

Tính toán từ những giá trị như:

* Ci: tế bào biên giới thuộc về cụm
* pavg,i: vị trí trung bình của Ci lý giải của điểm mẫu p



* Hộp bao quanh theo trục (AABB) Bi là hộp bao quanh trục Ci
* VPi: điểm nhìn bao trùm cụm
* Lcost,i: chi phí kết nối giữa Fi và tất cả các cụm khác cũng được tính toán

Hướng đi của cải tiến viewpoint: (theo chat GPT tóm tắt):

- Mỗi cụm biên giới (frontier cluster) được xác định, và các điểm nhìn (viewpoints) được tạo ra xung quanh cụm này. Những điểm nhìn này được gọi là candidate viewpoints và được sử dụng để hỗ trợ việc lập kế hoạch khám phá sau này.

- Các điểm nhìn này được tạo ra bằng cách lấy mẫu đồng đều trong hệ tọa độ hình trụ, với tâm là vị trí trung bình của cụm biên giới. Mục tiêu là tìm ra các điểm nhìn có khả năng bao phủ tối đa các khu vực chưa được khám phá (frontier cells) và không bị che khuất.

Tạo điểm nhìn (viewpoints):

* Mỗi cụm biên giới Fi sẽ tạo ra một tập hợp các điểm nhìn (viewpoints) từ VPi xung quanh nó
* Đối với mỗi điểm mẫu p, góc yaw (ξ) được xác định sao cho tối đa hóa phạm vi cảm biến (sensor coverage) của nó đối với cụm biên giới. Phạm vi cảm biến này được đánh giá bằng số lượng các tế bào biên giới (frontier cells) có thể được bao phủ mà không bị che khuất bởi các voxel đã chiếm lĩnh.

Cập nhật chi phí kết nối (tính toán giá trị từ viewpoint):

* Để thực hiện việc lập kế hoạch khám phá toàn cầu, chi phí kết nối giữa các cụm biên giới Fi và các cụm khác được tính toán.
* Chi phí kết nối giữa mỗi cặp cụm biên giới (Fk1 và Fk2) được tính bằng cách xác định thời gian thấp nhất (lower bound time) khi di chuyển giữa các điểm nhìn của chúng. Thời gian này được tính toán dựa trên khoảng cách giữa các điểm nhìn và giới hạn vận tốc và góc quay của UAV.
* Chi phí kết nối này được lưu trong một danh sách liên kết đôi Lcost,i cho mỗi cụm biên giới và giúp xác định những con đường tối ưu cho quá trình khám phá.