

Analisis Implementasi dan Simulasi Algoritma Probabilistic Roadmap (PRM) dan Rapidly-Expanding Random Trees (RRT)

Algoritma perencanaan jalur, seperti *Probabilistic Roadmap* (PRM) dan *Rapidly-Expanding Random Trees* (RRT), merupakan metode yang umum digunakan dalam perencanaan pergerakan robot untuk menemukan jalur optimal dari titik awal ke titik tujuan. Pada analisis ini, kedua algoritma ini diterapkan dalam dua jenis visualisasi, yaitu *Matplotlib* dan *Rviz*. Berikut adalah hasil analisis dari implementasi dan simulasi kedua algoritma ini.

1. Implementasi dan Simulasi PRM dengan Visualisasi Matplotlib

Algoritma PRM bekerja dengan membentuk graf yang terdiri dari titik-titik acak (node) yang ditempatkan di ruang bebas. Algoritma ini menggunakan proses acak untuk memilih titik dan menghubungkan node yang saling berdekatan untuk membentuk graf yang bisa digunakan untuk mencari jalur dari titik awal menuju tujuan.

Tahapan utama dalam PRM antara lain:

- **Sampling:** Tahap ini menghasilkan sejumlah titik acak yang terletak di area bebas dari rintangan. Titik-titik ini menjadi simpul dari graf yang akan terbentuk.
- **Konektivitas:** Setiap node kemudian dihubungkan dengan node lain di sekitarnya yang berada dalam jarak tertentu. Jika dua node bisa terhubung tanpa melewati rintangan, maka mereka akan dihubungkan dengan garis.
- **Pencarian Jalur:** Setelah graf terbentuk, algoritma pencarian jalur seperti *Dijkstra* atau *A* digunakan untuk menemukan jalur yang bisa ditempuh robot dari titik awal ke titik tujuan.

Dalam visualisasi menggunakan *Matplotlib*, PRM dapat divisualisasikan dalam bentuk titik dan garis yang menghubungkan node-node, yang memperlihatkan jalur yang bisa diambil oleh robot. *Matplotlib* memberikan kelebihan karena mudah digunakan dan cukup efisien untuk visualisasi dua dimensi yang sederhana. Namun, *Matplotlib* kurang cocok untuk visualisasi tiga dimensi atau aplikasi yang memerlukan interaksi *real-time*, karena alat ini lebih cocok untuk visualisasi statis.

2. Implementasi dan Simulasi PRM dengan Visualisasi Rviz

Implementasi PRM di ROS dengan *Rviz* menawarkan kemampuan visualisasi yang lebih kompleks dan interaktif dibandingkan *Matplotlib*. *Rviz* adalah alat visualisasi tiga dimensi yang umum digunakan dalam pengembangan aplikasi robotik. Pada PRM di *Rviz*, node dan koneksi dapat divisualisasikan dalam bentuk tiga dimensi secara *real-time*, sehingga pengguna bisa melihat proses pencarian jalur robot secara langsung.

Beberapa keunggulan implementasi PRM di *Rviz* antara lain:

- Visualisasi Interaktif: *Rviz* memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan simulasi, misalnya dengan mengubah jumlah node atau jarak koneksi dan melihat bagaimana perubahan tersebut mempengaruhi hasil pencarian jalur.
- Lingkungan 3D yang Realistik: *Rviz* dapat menampilkan lingkungan tiga dimensi yang lebih realistis. Hal ini memudahkan pengujian jalur robot di ruang yang kompleks dan mendekati kondisi nyata.

Namun, implementasi PRM di *Rviz* membutuhkan konfigurasi dan pemrosesan yang lebih kompleks. Dibandingkan dengan *Matplotlib*, simulasi di *Rviz* memerlukan sumber daya komputasi yang lebih tinggi dan memerlukan pemahaman tentang ROS untuk pengaturan awal.

3. Implementasi Algoritma RRT di ROS dengan Visualisasi Rviz

Berbeda dengan PRM, algoritma RRT bekerja dengan memperluas jalur secara bertahap dari titik awal menuju titik tujuan. Setiap iterasi, algoritma memilih titik acak dalam ruang bebas, dan jika memungkinkan, algoritma akan menambah cabang baru menuju titik acak tersebut. Proses ini akan terus berlangsung hingga pohon RRT mencapai titik tujuan atau batas waktu tertentu.

Dalam implementasinya di *Rviz*, RRT memperlihatkan beberapa kelebihan, seperti:

- Visualisasi Dinamis: *Rviz* memungkinkan pengguna melihat bagaimana RRT memperluas pohon dari titik awal menuju titik tujuan. Proses ini dapat divisualisasikan dalam waktu nyata, sehingga pengguna bisa melihat bagaimana robot mengeksplorasi ruang bebas.
- Parameter yang Dapat Disesuaikan: Pengguna dapat mengubah parameter seperti panjang langkah dan batas iterasi, yang mempengaruhi kecepatan dan arah pertumbuhan pohon.

RRT lebih cocok untuk lingkungan besar karena tidak perlu membentuk seluruh graf, melainkan cukup memperluas jalur hingga mencapai tujuan. Namun, jalur yang dihasilkan oleh RRT sering kali tidak optimal karena mengikuti proses acak. Untuk mengatasi ini, terdapat varian RRT*, yang dirancang untuk menghasilkan jalur yang lebih efisien.

Kesimpulan

Setelah menganalisis implementasi algoritma PRM dan RRT dengan visualisasi *Matplotlib* dan *Rviz*, dapat disimpulkan bahwa kedua algoritma dan metode visualisasi ini memiliki keunggulan yang spesifik untuk kebutuhan yang berbeda. PRM di *Matplotlib* merupakan pilihan yang praktis dan sederhana untuk mempelajari dasar perencanaan jalur pada ruang dua dimensi, dengan kelebihan pada kemudahan implementasi dan efisiensi sumber daya. Namun, untuk aplikasi robotika yang lebih kompleks dan

memerlukan visualisasi tiga dimensi atau interaksi secara *real-time*, implementasi di *Rviz* melalui *ROS* jauh lebih sesuai. PRM di *Rviz* memungkinkan pemetaan graf pada lingkungan kompleks dengan visualisasi interaktif, sementara RRT di *Rviz* lebih efisien dalam menjelajahi ruang besar dan dinamis. Oleh karena itu, pemilihan antara *Matplotlib* dan *Rviz* perlu disesuaikan dengan kebutuhan aplikasi dan kompleksitas lingkungan yang ingin disimulasikan.