

Nama : Faiz Hibatullah
NIM : 1103210172
Kelas : TK-45-G09

Analisis Simulasi

1. Simulasi Python

Pada simulasi Kalman Filter untuk estimasi posisi robot, algoritma ini digunakan untuk memprediksi dan memperbarui estimasi posisi robot berdasarkan data kontrol gerakan dan pengukuran dari sensor. Kalman Filter beroperasi secara rekursif dalam dua tahap: prediksi posisi menggunakan model gerakan linier, lalu memperbarui posisi dengan data pengukuran yang mengandung noise. Proses ini memungkinkan algoritma untuk memberikan estimasi posisi yang lebih akurat meskipun pengukuran tidak sempurna.

Selanjutnya, simulasi Particle Filter menangani distribusi non-Gaussian dengan pendekatan berbasis partikel. Sejumlah partikel dipilih secara acak untuk mewakili estimasi awal posisi robot. Setiap langkah waktu, prediksi dilakukan untuk semua partikel dengan memperhitungkan noise, sementara pembaruan bobot partikel didasarkan pada kesesuaian dengan pengukuran terkini. Partikel yang lebih sesuai akan dipilih kembali melalui proses resampling. Simulasi ini menunjukkan fleksibilitas Particle Filter dalam memberikan estimasi posisi yang stabil, bahkan ketika pengukuran penuh dengan noise.

Simulasi localization dengan penggabungan sensor IMU dan Lidar memperlihatkan bagaimana Kalman Filter digunakan untuk memadukan data dari kedua sensor tersebut. IMU digunakan untuk memprediksi pergerakan robot, tetapi hasilnya sering terpengaruh oleh drift akibat integrasi noise. Sebaliknya, Lidar menghasilkan pengukuran posisi dengan akurasi tinggi namun rentan terhadap noise pada data aktual. Kalman Filter digunakan untuk mengintegrasikan kelebihan kedua sensor ini, menghasilkan estimasi yang jauh lebih akurat daripada mengandalkan salah satu sensor saja.

Pada simulasi Extended Kalman Filter (EKF), algoritma ini dikembangkan untuk menangani masalah navigasi pada sistem non-linier. EKF menggunakan model gerakan dan pengukuran yang non-linier untuk memprediksi posisi dan orientasi robot. Model ini dilinearisasi menggunakan matriks Jacobian agar dapat diolah dalam framework Kalman Filter. EKF secara konsisten menghasilkan estimasi posisi yang akurat meskipun menghadapi noise proses dan pengukuran yang signifikan, menunjukkan keandalannya dalam sistem navigasi robot.

Terakhir, simulasi Particle Filter untuk navigasi dilakukan untuk memperkirakan posisi robot dalam lingkungan dinamis. Partikel diinisialisasi untuk mewakili kemungkinan posisi robot dalam ruang, dan prediksi dilakukan menggunakan model gerakan non-linier. Pengukuran sensor digunakan untuk memperbarui bobot partikel, dan resampling memastikan bahwa partikel yang lebih relevan tetap dipertahankan. Simulasi ini menunjukkan kekuatan Particle Filter dalam mengatasi ketidakpastian tinggi, bahkan dalam situasi yang kompleks.

2. Simulasi Webots

Pada simulasi di Webots, algoritma Kalman Filter diterapkan untuk melakukan lokalisasi robot menggunakan data dari encoder roda dan sensor jarak. Simulasi dimulai dengan inisialisasi kontroler robot menggunakan API Webots, di mana motor roda dikonfigurasi dalam mode

kecepatan untuk memastikan pergerakan yang kontinu. Encoder roda digunakan untuk mengukur jarak tempuh setiap roda, dan nilai ini dihitung sebagai rata-rata untuk menentukan input kontrol yang dipakai dalam prediksi posisi robot.

Data dari sensor jarak digunakan sebagai pengukuran posisi aktual, yang kemudian dimanfaatkan untuk memperbarui estimasi posisi menggunakan algoritma Kalman Filter. Proses ini dilakukan dengan membagi perhitungan menjadi dua tahap, yaitu prediksi posisi berdasarkan data encoder dan koreksi posisi menggunakan pengukuran sensor. Ketidakpastian posisi diperhitungkan melalui nilai gain Kalman, yang menentukan kontribusi relatif dari prediksi dan pengukuran dalam menghasilkan estimasi posisi akhir.

Kalman Filter diimplementasikan untuk mengurangi dampak noise dari data encoder dan sensor jarak, memungkinkan robot untuk memprediksi posisinya dengan akurasi lebih tinggi. Data estimasi dapat dioutput dalam setiap iterasi simulasi, dan perbandingan terhadap posisi ground truth dapat dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas algoritma. Hasil simulasi menunjukkan bahwa Kalman Filter sangat andal dalam mengurangi ketidakpastian, bahkan dalam kondisi pengukuran sensor yang noisy. Penggunaan Kalman Filter pada Webots ini merupakan aplikasi nyata dari konsep dasar localization dan filtering theory yang dipelajari di simulasi Python.