

1. Simulasi Filtering Theory di Google Colab

Simulasi yang Dilakukan:

- **Kalman Filter:** Ini adalah algoritma yang digunakan untuk estimasi posisi robot dengan memprediksi pergerakan robot dan mengoreksi estimasi berdasarkan pengukuran sensor. Dalam simulasi, data sensor seperti IMU dan LiDAR akan digunakan untuk memvalidasi estimasi posisi robot.
- **Particle Filter:** Berbeda dengan Kalman Filter, Particle Filter digunakan untuk sistem yang lebih kompleks dan non-linear. Algoritma ini menggunakan sejumlah besar partikel untuk memperkirakan posisi dan orientasi robot dalam suatu area, dengan menggabungkan informasi sensor secara probabilistik.
- **IMU dan LiDAR Localization:** Lokalisasi robot dengan menggunakan sensor IMU (Inertial Measurement Unit) untuk memperoleh informasi orientasi robot dan sensor LiDAR untuk mendapatkan pengukuran jarak atau peta lingkungan sekitar. Data dari kedua sensor ini digabungkan untuk memperbaiki estimasi posisi robot, menghasilkan hasil yang lebih akurat.
- **Extended Kalman Filter (EKF):** Versi modifikasi dari Kalman Filter yang digunakan untuk sistem non-linear. Pada simulasi ini, EKF dapat digunakan untuk navigasi yang lebih kompleks, misalnya pada robot yang bergerak di medan yang tidak rata atau berkelok.
- **Particle Filter for Navigation:** Pada bagian ini, Particle Filter digunakan untuk navigasi robot dalam lingkungan yang lebih dinamis dan kompleks, di mana model sistemnya sulit untuk dijelaskan dengan persamaan linear. Particle Filter memberikan solusi dengan menyebarkan partikel di seluruh ruang dan memperbarui posisi berdasarkan sensor.

Kelebihan:

- **Kalman Filter:** Dikenal dengan efisiensinya pada sistem linear. Mudah diimplementasikan dan sangat cepat.
- **Particle Filter:** Lebih fleksibel, dapat menangani noise non-Gaussian dan sistem non-linear.
- **IMU + LiDAR Localization:** Menggunakan dua sensor ini dapat mengurangi kelemahan masing-masing sensor, seperti IMU yang rentan terhadap drift dan LiDAR yang tidak selalu akurat pada jarak dekat.

Kekurangan:

- **Kalman Filter:** Tidak cocok untuk sistem non-linear dan membutuhkan model noise yang akurat.

- **Particle Filter:** Memiliki komputasi yang lebih berat dan memerlukan banyak partikel untuk mencapai akurasi tinggi.
 - **IMU + LiDAR:** Integrasi keduanya bisa rumit dan sensor dapat saling mempengaruhi jika tidak diatur dengan benar.
-

2. Implementasi Kalman Filter di Webots

Deskripsi Implementasi:

- Di Webots, Kalman Filter digunakan untuk memperkirakan posisi robot berdasarkan data dari sensor encoder roda dan sensor jarak.
- **Proses:**
 - **Prediksi:** Kalman Filter memprediksi posisi robot dengan menggunakan input dari kecepatan roda (diperoleh dari encoder).
 - **Koreksi:** Ketika sensor jarak memberikan pengukuran, Kalman Filter memperbaiki estimasi posisi robot, meminimalkan error yang disebabkan oleh noise atau ketidakpastian.

Kelebihan:

- **Pengolahan Noise:** Kalman Filter sangat efektif dalam mengurangi noise dan ketidakpastian dalam pengukuran sensor, menghasilkan estimasi yang lebih stabil.
- **Implementasi Sederhana:** Webots menyediakan lingkungan virtual yang sangat cocok untuk menguji algoritma kontrol dan filter seperti Kalman Filter.
- **Penggunaan Sensor:** Sensor encoder dan jarak yang ada di Webots memungkinkan simulasi robot secara realistis, memberikan data yang relevan untuk filter.

Kekurangan:

- **Terbatas pada Sistem Linear:** Kalman Filter hanya bekerja dengan baik pada sistem linear, jika sistem robot atau modelnya terlalu kompleks atau non-linear, filter ini tidak akan memberikan hasil yang optimal.
 - **Kalibrasi yang Tepat:** Parameter seperti noise proses dan noise sensor harus dikalibrasi dengan hati-hati agar filter bekerja dengan baik. Jika tidak, estimasi posisi bisa jauh dari kenyataan.
-

Perbandingan Antara Google Colab dan Webots

Aspek	Google Colab	Webots
Tujuan	Eksplorasi teori dan simulasi filter dalam konteks robot.	Implementasi real-time di lingkungan virtual untuk robot.
Algoritma	Kalman Filter, Particle Filter, EKF.	Implementasi Kalman Filter untuk estimasi posisi robot.
Sensor yang Digunakan	IMU, LiDAR (sensor simulasi).	Encoder roda, sensor jarak.
Output yang Diharapkan	Visualisasi grafik, estimasi numerik posisi robot.	Estimasi posisi robot ditampilkan di konsol Webots.
Kompleksitas	Lebih fokus pada teori dan eksperimen matematis.	Lebih pada pengujian praktis di dunia maya dengan simulasi robot nyata.

Rekomendasi:

- **Untuk Google Colab:** Fokus pada simulasi dan eksperimen teori dengan berbagai filter seperti Kalman dan Particle Filter. Dapat digunakan untuk memahami konsep-konsep dasar dan melihat bagaimana filter ini bekerja dalam simulasi matematis.
- **Untuk Webots:** Lebih fokus pada implementasi praktis dan pengujian algoritma filter dalam lingkungan robot virtual. Webots lebih cocok digunakan untuk simulasi dunia nyata di mana sensor-sensor fisik digunakan untuk mendapatkan data yang realistis dan diterapkan pada robot.

Kesimpulan:

- **Google Colab** memberikan Anda fleksibilitas untuk mengeksplorasi dan memahami algoritma filter secara matematis dan visual. Anda bisa membandingkan berbagai teknik filter seperti Kalman Filter, Particle Filter, dan Extended Kalman Filter (EKF) dalam lingkungan simulasi.
- **Webots** lebih cocok untuk menguji algoritma kontrol dan sensor dalam konteks robot yang lebih realistis. Dengan Webots, Anda dapat menguji Kalman Filter dalam simulasi dunia nyata yang melibatkan penggerak fisik dan sensor.

Kedua platform ini dapat digunakan secara bersamaan untuk memahami teori di Google Colab dan kemudian mengimplementasikannya di Webots untuk pengujian dunia nyata.