

Nama : Rhonni Irama Noorhuda

NIM : 1103210176

Kelas : TK – 45 – G09

LAPORAN HASIL ANALISIS SIMULASI

- **Extended Kalman Filter (EKF): Robot Navigasi dengan GPS dan IMU**

Extended Kalman Filter (EKF) adalah teknik filter nonlinear yang sering digunakan untuk navigasi robot. EKF menggabungkan data GPS (untuk posisi) dan IMU (untuk percepatan dan orientasi). Dalam implementasi ini, NumPy digunakan untuk manipulasi array dan operasi linear seperti matriks Jacobian, sedangkan Matplotlib digunakan untuk memvisualisasikan lintasan robot. Langkah-langkah utama dalam simulasi ini meliputi prediksi posisi dan kecepatan menggunakan model dinamika, koreksi dengan data GPS menggunakan pengukuran nonlinear, dan pembaruan matriks kovarians. Hasil simulasi menunjukkan lintasan robot dibandingkan dengan data GPS serta error estimasi yang ditampilkan secara grafis. Metode ini cocok untuk lingkungan dengan data pengukuran terbatas dan memanfaatkan nonlinearity model secara efisien.

- **Unscented Kalman Filter (UKF) untuk Estimasi Navigasi Robot Menggunakan Data GPS dan IMU**

Unscented Kalman Filter (UKF) adalah alternatif EKF untuk menangani nonlinearitas secara lebih akurat tanpa menghitung Jacobian secara eksplisit. Dalam simulasi ini, NumPy digunakan untuk membuat titik sigma dan menghitung mean serta kovarians, sementara Matplotlib memvisualisasikan lintasan navigasi. Langkah-langkah utama meliputi pembuatan titik sigma berdasarkan mean dan kovarians, transformasi nonlinear titik sigma, serta rekonstruksi mean dan kovarians. Hasil simulasi menunjukkan estimasi lebih halus dibandingkan EKF, dengan visualisasi yang menampilkan bagaimana titik sigma melacak distribusi posterior. Keunggulan metode ini adalah kemampuannya untuk menangani nonlinearitas lebih baik dibandingkan EKF dengan implementasi yang relatif sederhana.

- **Tracking Objek Bergerak dengan Kalman Filter**

Dalam simulasi ini, NumPy digunakan untuk memprediksi posisi objek dengan persamaan linear, dan Matplotlib memplot posisi sebenarnya, posisi estimasi, serta pengukuran sensor. Langkah-langkah utama meliputi model dinamika linear untuk memprediksi posisi, koreksi menggunakan pengukuran sensor, serta evaluasi error estimasi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa estimasi posisi mendekati lintasan sebenarnya meskipun ada noise, dengan error yang menurun seiring waktu. Metode ini sangat efisien untuk objek dengan pola pergerakan linear dan memberikan estimasi real-time yang stabil.

- **Tracking Drone dengan Gerakan Parabola**

Simulasi terakhir melibatkan pelacakan drone yang bergerak dalam lintasan parabola, mencakup akselerasi dan perubahan posisi secara dinamis. Dalam simulasi ini, NumPy digunakan untuk mendefinisikan model gerakan parabola, sedangkan Matplotlib digunakan untuk memplot lintasan drone dan estimasi filter. Langkah-

langkah utama meliputi model dinamika yang melibatkan posisi, kecepatan, dan percepatan, koreksi menggunakan data pengukuran dengan noise, serta estimasi error posisi dan kecepatan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa filter berhasil melacak lintasan parabola meskipun terdapat noise, dengan grafik lintasan estimasi mendekati lintasan sebenarnya. Metode ini mampu menangani dinamika non-linear yang kompleks dengan tingkat akurasi yang tinggi.

- **Robot Positioning Estimation using ML Techniques**

Proyek ini memanfaatkan simulator robot Webots versi 2020a dan Python 3.7, bersama dengan pustaka Machine Learning seperti TensorFlow, untuk meningkatkan akurasi estimasi posisi robot. Dalam implementasinya, filter partikel digunakan untuk membuat estimasi awal berdasarkan model probabilistik, sedangkan jaringan saraf tiruan dilatih untuk memperbaiki estimasi tersebut menggunakan data sensor yang tersedia. Repositori proyek ini mencakup beberapa komponen utama, yaitu folder documents yang menyimpan dokumentasi proyek, folder experiments yang berisi data eksperimen dan skrip terkait, serta folder webots-project yang berisi proyek Webots lengkap dengan kode simulasi. Proyek ini bertujuan untuk menggabungkan keandalan filter partikel dengan fleksibilitas jaringan saraf tiruan dalam meningkatkan akurasi estimasi posisi robot.

Kode Python dalam repositori memainkan peran penting dalam berbagai aspek. Pada bagian simulasi, API Webots digunakan untuk mengontrol robot virtual, mengumpulkan data sensor, dan mengatur lingkungan simulasi. Dalam implementasi filter partikel, NumPy dimanfaatkan untuk melakukan operasi numerik seperti inisialisasi partikel, pembaruan bobot berdasarkan pengukuran sensor, serta resampling partikel untuk memperkirakan posisi robot. Selain itu, pelatihan jaringan saraf tiruan dilakukan menggunakan TensorFlow dan Keras, yang memungkinkan model dilatih untuk memperbaiki estimasi posisi berdasarkan data sensor. Skrip Python juga digunakan untuk menjalankan eksperimen dan menganalisis hasil melalui visualisasi dan evaluasi kinerja sistem. Secara keseluruhan, proyek ini menggambarkan integrasi yang sukses antara simulasi robotika dan teknik Machine Learning.

- **Four-Wheeled Robot Localization with Kalman Filter**

Proyek "Four-wheeled-robot-localization-with-Kalman-Filter" yang dikembangkan oleh GogiPuttar bertujuan untuk meningkatkan estimasi posisi robot beroda empat non-holonomik menggunakan Kalman Filter dalam simulasi Webots. Robot ini dilengkapi dengan empat roda penggerak dan dua motor kemudi independen, yang memerlukan mekanisme kemudi Ackerman untuk navigasi yang akurat. Lokalisasi dilakukan melalui odometri roda dan pengukuran inersia, dengan Kalman Filter digunakan untuk memperkuat estimasi posisi dalam kondisi permukaan simulasi yang memiliki gesekan variabel dan ketidak rataan. Repositori ini mencakup beberapa komponen utama yaitu Dokumentasi: File PDF yang menjelaskan detail proyek dan implementasinya, dan Kode Sumber: Folder "kf_1" yang berisi dunia simulasi dan pengendali robot yang dapat dijalankan dalam lingkungan Webots. Proyek ini menunjukkan bagaimana Kalman Filter dapat diterapkan untuk meningkatkan akurasi lokalisasi robot dalam simulasi, dengan integrasi yang efektif antara kontrol robot, pengolahan data sensor, dan algoritma estimasi posisi.