

Nama : Ketut Satria Wibisana

NIM : 1103213148

Kelas : TK-45-G09

## Analisis Parametric filtering dengan numpy dan matplotlib

### 1. Extended Kalman Filter (EKF): Robot Navigasi dengan GPS dan IMU

Simulasi ini menunjukkan bahwa Extended Kalman Filter (EKF) berhasil memperbaiki estimasi posisi yang terganggu oleh noise dalam pengukuran GPS. Garis hijau pada grafik mewakili jalur sebenarnya yang dilalui oleh objek, yang digunakan sebagai acuan untuk mengevaluasi kualitas pengukuran dan estimasi. Titik-titik merah menggambarkan posisi GPS yang diukur dengan noise, yang menunjukkan ketidakakuratan akibat gangguan atau ketidakpastian sensor GPS. Garis biru menggambarkan hasil estimasi EKF, yang terlihat jauh lebih halus dan mendekati jalur sebenarnya dibandingkan dengan data GPS mentah.

Hal ini menunjukkan bahwa EKF secara efektif menggabungkan data pengukuran GPS dengan prediksi dari model gerak untuk mengurangi dampak noise dan menghasilkan estimasi posisi yang lebih akurat. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa EKF adalah metode yang sangat andal dalam meningkatkan akurasi estimasi posisi pada sistem yang terpengaruh oleh ketidakpastian pengukuran.

### 2. Unscented Kalman Filter (UKF) untuk Estimasi Navigasi Robot Menggunakan Data GPS dan IMU

Simulasi ini menunjukkan bahwa Unscented Kalman Filter (UKF) berhasil memperbaiki estimasi posisi yang terganggu oleh noise dalam pengukuran. Garis hijau pada grafik menggambarkan jalur sebenarnya dari objek, yang digunakan sebagai referensi untuk mengevaluasi kualitas pengukuran dan estimasi. Titik-titik merah menunjukkan data GPS yang diukur dengan noise, mencerminkan ketidakakuratan pengukuran akibat gangguan atau ketidakpastian sensor GPS.

Setelah diterapkan UKF, hasil estimasi (digambarkan dengan garis ungu) terlihat jauh lebih halus dan mendekati jalur sebenarnya dibandingkan dengan data GPS langsung. Ini menunjukkan bahwa UKF secara efektif menggabungkan data pengukuran dari GPS dengan prediksi dari model gerak untuk mengurangi dampak noise.

Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa UKF adalah alat yang sangat andal dalam meningkatkan akurasi estimasi posisi pada sistem yang terpengaruh oleh ketidakpastian pengukuran, terutama dalam skenario yang melibatkan data GPS dan IMU.

### 3. Tracking Objek Bergerak dengan Kalman Filter

Simulasi ini menunjukkan bahwa Kalman Filter berhasil mengurangi dampak noise pada estimasi posisi objek yang bergerak. Jalur sebenarnya dari objek, yang digambarkan

oleh garis hijau, merepresentasikan lintasan yang ideal tanpa gangguan. Sebagai perbandingan, data sensor yang mengandung noise ditampilkan dalam bentuk titik merah, yang menunjukkan ketidakakuratan posisi akibat gangguan sensor.

Setelah proses estimasi menggunakan Kalman Filter, hasil estimasi ditampilkan dengan garis biru putus-putus. Garis ini terlihat lebih halus dan lebih mendekati jalur sebenarnya dibandingkan dengan pengukuran langsung dari sensor. Hal ini menunjukkan bahwa Kalman Filter berhasil mengkombinasikan prediksi dari model gerak dengan data pengukuran untuk menghasilkan estimasi yang lebih akurat.

Secara keseluruhan, hasil simulasi ini menegaskan bahwa Kalman Filter adalah alat yang sangat efektif untuk memperbaiki estimasi posisi dalam sistem yang dipengaruhi oleh ketidakpastian pengukuran. Filter ini mampu mengintegrasikan data pengukuran dan prediksi secara optimal untuk mengurangi dampak noise dan meningkatkan keakuratan estimasi.

#### **4. Tracking Drone dengan Gerakan Parabola**

Simulasi ini menunjukkan bahwa Kalman Filter berhasil memperbaiki estimasi posisi drone yang terganggu oleh noise dalam pengukuran. Jalur hijau solid pada grafik merepresentasikan lintasan sebenarnya dari drone yang bergerak mengikuti pola parabola akibat pengaruh gravitasi. Garis merah titik-titik menunjukkan hasil pengukuran dari sensor posisi, yang mengandung noise. Ketidakakuratan data sensor ini disebabkan oleh gangguan atau ketidakpastian pengukuran.

Setelah diterapkan Kalman Filter, hasil estimasi (ditandai dengan garis biru putus-putus) terlihat jauh lebih halus dan lebih mendekati lintasan sebenarnya dibandingkan dengan pengukuran langsung. Ini menunjukkan bahwa Kalman Filter secara efektif menggabungkan informasi pengukuran yang noisy dengan model sistem gerak untuk menghasilkan estimasi posisi yang lebih akurat.

Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa Kalman Filter adalah alat yang sangat efektif dalam meningkatkan akurasi estimasi posisi di sistem yang terpengaruh oleh ketidakpastian pengukuran, terutama dalam skenario dengan noise signifikan pada data sensor.

### **Analisis Parametric Filtering di Webots**

#### **1. Robot Positioning Estimation using ML Techniques**

Proyek ini memanfaatkan Webots, Python, dan pustaka pembelajaran mesin seperti TensorFlow dan Keras untuk estimasi posisi lokal robot. Jaringan saraf digunakan untuk memodelkan dinamika sistem dan mendukung proses estimasi, sedangkan Particle Filter digunakan untuk pengukuran posisi berbasis probabilitas. Pendekatan ini menunjukkan metode berbasis data untuk navigasi robot dalam lingkungan yang kompleks.

## **2. Four-Wheeled Robot Localization with Kalman Filter**

Simulasi menggunakan Webots memperlihatkan bagaimana Kalman Filter meningkatkan akurasi estimasi posisi robot beroda empat dengan mekanisme kemudi Ackerman. Data yang digunakan meliputi odometri roda dan pengukuran inersia. Kalman Filter terbukti efektif dalam mengurangi noise dari sensor dan mengatasi ketidakpastian yang timbul akibat kondisi lingkungan simulasi yang tidak merata.