

Tugas 12

Nama : muhammad makhlufi makbullah

Kelas : TK 45 01

NIM : 1103210171

Penjelasan Program: Simulasi Localization dan Filtering Theory

Tujuan Program

Program ini bertujuan untuk menunjukkan cara kerja beberapa metode filtering yang digunakan dalam estimasi posisi robot dan navigasi, yaitu:

1. Kalman Filter (KF).
2. Particle Filter (PF).
3. Data Fusion dengan IMU dan Lidar.
4. Extended Kalman Filter (EKF).

1. Kalman Filter untuk Estimasi Posisi

Deskripsi: Kalman Filter adalah algoritma yang digunakan untuk memperkirakan nilai keadaan (state) sistem yang diobservasi dengan data yang bising. Ini dilakukan dengan dua langkah utama:

1. Prediction (Prediksi): Memperbarui estimasi posisi berdasarkan model sistem.
2. Update (Pembaharuan): Menyesuaikan estimasi dengan data sensor yang masuk.

Implementasi dalam Program:

- Input: Posisi sebenarnya (`true_position`_positiontrue_positions) dengan data pengukuran sensor yang bising (`measurementsmeasurementsmeasurements`).
- Proses: Setiap iterasi memperbarui posisi estimasi menggunakan persamaan Kalman Gain.
- Output: Plot perbandingan posisi sebenarnya, data sensor, dan estimasi dari Kalman Filter.

2. Particle Filter untuk Estimasi Posisi

Deskripsi: Particle Filter adalah metode berbasis sampling untuk memperkirakan nilai posisi berdasarkan distribusi probabilitas partikel. Setiap partikel adalah kemungkinan posisi robot.

Langkah Utama:

1. Update: Memperbarui bobot partikel berdasarkan kesesuaiannya dengan pengukuran sensor.
2. Resampling: Menarik kembali partikel dengan probabilitas sesuai bobot untuk mencegah degenerasi.
3. Estimasi: Menghitung rata-rata posisi partikel sebagai estimasi posisi robot.

Implementasi dalam Program:

- Partikel diinisialisasi secara acak dalam ruang posisi awal.
- Bobot partikel dihitung berdasarkan fungsi Gaussian dari jarak antara partikel dan data sensor.
- Partikel yang dipilih ulang menghasilkan estimasi posisi baru di setiap iterasi.

Masalah & Solusi:

- Masalah terjadi ketika semua bobot partikel menjadi nol. Solusinya adalah menormalkan ulang bobot secara merata jika total bobot nol.

3. Localization dengan IMU dan Lidar

Deskripsi: Localization dengan data sensor gabungan (data fusion) menggunakan dua sumber data berbeda:

1. IMU (Inertial Measurement Unit): Mengukur posisi dengan kebisingan tinggi.
2. Lidar (Light Detection and Ranging): Mengukur posisi dengan kebisingan lebih rendah.

Proses:

- Data sensor digabungkan menggunakan rata-rata tertimbang (weighted average) berdasarkan kebisingan masing-masing sensor:
$$\text{Fusion} = \frac{\text{textIMU} / \sigma_{\text{IMU}}^2 + \text{textLidar} / \sigma_{\text{Lidar}}^2}{\frac{1}{\sigma_{\text{IMU}}^2} + \frac{1}{\sigma_{\text{Lidar}}^2}}$$
$$\text{Fusion} = \frac{\text{textIMU} / \sigma_{\text{IMU}}^2 + \text{textLidar} / \sigma_{\text{Lidar}}^2}{\frac{1}{\sigma_{\text{IMU}}^2} + \frac{1}{\sigma_{\text{Lidar}}^2}}$$

Implementasi dalam Program:

- Data bising dihasilkan secara simulasi untuk IMU dan Lidar.
- Plot menunjukkan hasil dari masing-masing sensor dan posisi gabungan (fused position).

4. Extended Kalman Filter untuk Navigasi

Deskripsi: Extended Kalman Filter (EKF) adalah versi non-linear dari Kalman Filter yang digunakan untuk model navigasi yang lebih kompleks. EKF menggunakan aproksimasi linier untuk memodelkan sistem non-linear.

Langkah Utama:

1. Prediction: Memperbarui posisi dan kecepatan berdasarkan model dinamis.
2. Update: Memperbaiki estimasi menggunakan data sensor.

Implementasi dalam Program:

- Sistem menggunakan vektor keadaan ([position,velocity][position,velocity][position,velocity]) dan matriks transisi keadaan (FFF).
 - Plot menunjukkan hasil estimasi posisi dibandingkan dengan posisi sebenarnya dan data pengukuran.
-

5. Particle Filter untuk Navigasi

Deskripsi: Metode ini mirip dengan Particle Filter untuk posisi, tetapi digunakan untuk skenario navigasi. Partikel memperkirakan posisi dalam waktu dan ruang.

Implementasi dalam Program:

- Filter menggunakan data pengukuran untuk memperbarui posisi dan memprediksi navigasi robot.
 - Plot menunjukkan hasil estimasi posisi selama waktu.
-

Visualisasi

Program menghasilkan plot untuk setiap metode, memperlihatkan:

1. Posisi sebenarnya (true_positiontrue_positiontrue_positions).
2. Data pengukuran sensor (measurementsmeasurementsmeasurements).
3. Hasil estimasi untuk setiap metode filtering.