

Nama : Daffa Asyqar Ahmad Khalisheka  
NIM : 1103200034

### Rangkuman Computer Vision

Robot mobile memiliki sensor yang sangat penting untuk menjalankan fungsinya. Faktor penting yang perlu dipahami adalah karakteristik kinerja sensor, yang termasuk dalam kategori proprioceptive dan exteroceptive, serta pasif dan aktif. Sensor proprioceptive memberikan informasi tentang keadaan internal robot, seperti posisi dan orientasi sendiri, sementara sensor exteroceptive memberikan pemahaman tentang lingkungan sekitar, seperti persepsi objek dan kondisi luar. Selain itu, cara sensor pasif dan aktif mendapatkan informasi tentang apa yang terjadi di sekitarnya. Untuk membuat robot mobile otonom yang efektif, sangat penting untuk memahami fitur-fitur ini dengan baik.

Sensor robot terbagi menjadi tiga jenis utama: proprioceptive, eksterioceptive, dan pasif/aktif. Sensor proprioceptive mengamati nilai internal robot, seperti kecepatan motor, sudut lengan, dan tegangan baterai. Sensor eksterioceptive mengamati informasi dari lingkungan, seperti intensitas cahaya dan jarak. Sensor pasif mengukur energi lingkungan, seperti kamera dan probe suhu, tetapi sangat tidak efisien.

Rentang dinamis adalah rasio antara nilai input maksimum dan minimum yang dapat dioperasikan oleh sensor secara konsisten. Perbedaan minimal antara dua nilai yang dapat ditemukan oleh sensor disebut resolusi. Kelinearan menunjukkan seberapa bergantung input sensor pada outputnya secara linear. Namun, bandwidth atau frekuensi, yang diukur dalam Hertz, adalah ukuran kecepatan di mana sensor memberikan pembacaan. Spesifikasi desain ini sangat penting, dan memengaruhi bagaimana sensor berfungsi dalam berbagai aplikasi.

Dua kategori utama kesalahan sensor adalah kesalahan sistematis dan kesalahan acak. Kesalahan sistematis berasal dari faktor-faktor yang dapat dimodelkan dan bersifat deterministik, seperti kesalahan kalibrasi. Sebaliknya, kesalahan acak, yang tidak dapat diprediksi dengan model yang canggih, bersifat stokastik. Analisis probabilitas digunakan untuk melakukan analisis kesalahan, dengan asumsi umum bahwa distribusi kesalahan simetris, unimodal, dan seringkali berbentuk Gaussian. Asumsi ini seringkali digunakan untuk mempersederhanakan analisis propagasi kesalahan menggunakan hukum propagasi kesalahan.

Ekosistem sensor sangat penting untuk mengumpulkan data untuk berbagai aplikasi karena terdiri dari berbagai komponen seperti encoder, sensor arah, accelerometer, Inertial Measurement Unit (IMU), beacon, ranging aktif, dan kamera. Sementara encoder mengukur perubahan posisi, sensor arah memberikan informasi orientasi, sementara accelerometer dan IMU mengukur percepatan dan gerakan. Beacon memberikan informasi lokasi, sementara ranging aktif memungkinkan pengukuran jarak yang akurat. Sebagai sensor visual, kamera mengirimkan gambar dan video untuk analisis. Berbagai jenis sensor ini bekerja sama untuk membuat sistem yang dapat mengumpulkan data yang beragam dan kaya. Sistem ini dapat digunakan untuk berbagai aplikasi, seperti navigasi, pemetaan, dan pemantauan lingkungan.

Encoder adalah alat elektro-mekanis yang dapat mengubah gerakan menjadi kumpulan pulsa digital yang dapat dikonversi menjadi pengukuran posisi relatif atau absolut. Encoder dapat membantu robot lokalisasi dengan berfungsi sebagai sensor proprioceptive. Prinsip dasar encoder optik adalah menggunakan cahaya untuk menyinari fotodioda melalui celah pada cakram logam atau kaca. Sinyal yang diterima fotodioda sesuai dengan pola celah pada cakram, memungkinkan pengukuran posisi yang akurat. Teknologi ini digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti dalam konteks pemosisian dan navigasi robot.

Sensor kepala robot adalah proprioceptive dan eksterioceptive. Sensor kepala proprioceptive adalah gyroscope, yang merupakan sensor orientasi yang mempertahankan posisinya relatif terhadap suatu bingkai referensi tetap; sensor eksterioceptive adalah kompas, yang menunjukkan arah relatif terhadap arah mata angin geografis. Melalui proses integrasi yang dikenal sebagai dead reckoning, estimasi posisi dapat diperoleh dengan menggabungkan pengukuran arah sensor dengan informasi kecepatan. Prinsip dasar gyroscope mekanik adalah momentum sudut yang terkait dengan roda yang berputar, yang menjaga sumbu rotasinya tetap stabil secara inersial.

Dengan menggunakan gyroscopes dan accelerometers, suatu unit pengukuran inertial (IMU) dapat menghitung posisi relatif, orientasi, kecepatan, dan percepatan dari suatu kendaraan yang bergerak terhadap suatu kerangka inersia. Untuk mengatasi drift, IMU memerlukan referensi teratur terhadap pengukuran eksternal agar hasil estimasi tetap akurat dan konsisten seiring waktu.

Beacon, juga dikenal sebagai alat penanda, adalah alat yang digunakan untuk mengirimkan sinyal ke tempat yang tepat. Contoh awal termasuk mercusuar dan bintang yang digunakan sebagai penanda lokasi. Teknologi seperti GPS dan sistem penangkapan gerak saat ini juga berfungsi sebagai beacon dengan posisi yang diketahui. Perangkat ini memberikan informasi lokasi yang akurat untuk membantu navigasi dan pelacakan, memungkinkan pengguna menemukan dan memahami posisinya relatif terhadap beacon.

Aktif ranging adalah cara untuk mengukur jarak langsung ke objek di sekitarnya. Ini sangat penting untuk lokalitas dan rekonstruksi lingkungan. Dua jenis utama sensor aktif ini adalah time-of-flight (seperti ultrasonik dan laser rangefinder) yang mengukur waktu tempuh sinyal dari pemancar ke objek dan kembali, dan geometric active ranging (seperti triangulasi optik dan structured light) yang mengukur jarak dengan menggunakan pola cahaya atau perubahan sudut yang dipantulkan dari objek. Aplikasi seperti pemetaan lingkungan dan penentuan posisi dengan presisi tinggi didukung oleh penggunaan kombinasi sensor-sensor ini.

Prinsip dasar yang dikenal sebagai Geometric Active Ranging adalah teknik pengukuran jarak yang menggunakan sifat geometris. Sensor memproyeksikan pola cahaya yang diketahui, seperti titik, garis, atau tekstur. Penerima mengambil pantulan cahaya tersebut dan menggunakan triangulasi untuk menghitung jarak dengan nilai geometris yang diketahui. Untuk sensor 1D, triangulasi optik dan lampu struktur untuk sensor 2D dan 3D adalah contoh metode ini.

Penggunaan cahaya dalam spektrum terlihat yang dipantulkan oleh objek di sekitar dikenal sebagai pandangan. Sekitar jutaan bit per detik adalah jumlah besar data yang diberikan oleh mata manusia. Kamera seperti CCD dan CMOS menangkap cahaya, mengubahnya menjadi gambar digital, dan kemudian memprosesnya untuk mengumpulkan informasi semantik dan geometris.

Ketika menggunakan kamera pinhole, terdapat beberapa masalah yang perlu diatasi. Pertama, dengan bukaan yang lebih besar, jumlah sinar cahaya yang melewati bukaan menjadi lebih banyak, yang dapat menyebabkan gambar menjadi buram. Sebaliknya, bukaan yang lebih kecil dapat menghasilkan jumlah sinar cahaya yang lebih sedikit, menyebabkan gambar menjadi gelap dan menderita difraksi. Solusinya adalah menambahkan lensa untuk menggantikan bukaan, sehingga dapat mengontrol sejumlah besar sinar cahaya yang masuk dan meningkatkan ketajaman gambar tanpa mengorbankan kualitas.

Model lensa tipis menunjukkan perilaku optik lensa secara matematis. Model lensa tipis ini memberikan gambaran yang mudah dipahami tentang cara lensa memfokuskan cahaya dan memberikan dasar untuk analisis optik lebih lanjut. Selain itu, hukum Snell mengatakan bahwa sinar yang sejajar dengan sumbu optik lensa difokuskan pada titik fokus  $F$ , sementara seluruh sinar yang melewati titik  $P$  pada lensa tipis difokuskan pada titik  $P$ .

Dengan mengabaikan ketebalan fisik lensa, model lensa tipis menggambarkan pembentukan gambar oleh lensa tipis. Karena  $P$  dan  $p$  terletak pada suatu garis yang melalui pusat lensa, persamaan yang menghubungkan posisi titik  $P$  dan  $p$  pada model ini sama dengan perspektif lubang jarum jika kita mempertimbangkan  $z$  sebagai panjang fokus ( $f$ ). Hanya jika bidang gambar terletak di sisi lain lensa yang memenuhi persamaan lensa tipis, titik-titik yang berjarak  $-Z$  dari  $O$  akan memiliki fokus tajam. Dalam praktik, objek akan fokus dengan baik dalam suatu jarak tertentu, yang disebut kedalaman bidang atau kedalaman fokus. Jika  $z$  didekati tak terhingga,  $f$  adalah jarak antara pusat lensa dan bidang di mana objek yang jauh fokus. Namun, lensa sebenarnya mengalami beberapa deviasi.