

Nama : Mochamad Phillia Wibowo

NIM : 1103204191


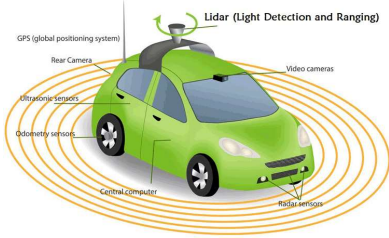
Kelas : Robotika dan Sistem Cerdas (TK-44-G7)

W7: Robotics Sensors and Introduction to Computer Vision



1. *Sensors for Mobile Robots*

Bagian sensor untuk robot bergerak bertujuan untuk mengetahui tentang berbagai karakteristik kinerja utama sensor robot dan spektrum penuh sensor, termasuk sensor proprioseptif/eksteroseptif, dan sensor pasif/aktif.

Tabel 1 Sensor Berdasarkan Karakteristik

Sensor Proprioseptif	Mengukur nilai internal robot, seperti kecepatan motor, sudut sendi lengan robot, dan tegangan baterai.
Salah satu contoh :	<div>Sensor Posisi Artikulasi</div> 
Sensor Eksteroseptif	Memperoleh informasi dari lingkungan robot, seperti pengukuran jarak dan intensitas cahaya.
Salah satu contoh :	<div>Sensor Penginderaan Jarak</div> 

Tabel 2 Sensor Berdasarkan Kategori

Sensor Pasif	Mengukur energi lingkungan sekitar yang masuk ke sensor, seperti probe suhu dan kamera.
Salah satu contoh :	<p>Sensor Kamera</p> 
Sensor Aktif	Memancarkan energi ke lingkungan dan mengukur reaksinya, seperti sensor ultrasonik dan pengintai laser.
Salah satu contoh :	<p>Sensor Ultrasonik</p> 

2. *Classification of Sensors*

Sensor sangat memiliki peran yang sangat penting dalam ilmu robotika. Sensor dapat dikategorikan berdasarkan fungsinya:

a. **Sensor Propioseptif**

Fungsi utamanya adalah memungkinkan robot untuk memantau dan mengendalikan kondisi fisiknya sendiri. Sensor ini digunakan untuk memantau posisi dan kecepatan sendi robot, sehingga robot tahu letak setiap sendi dalam ruang tiga dimensi dan dapat memantau perubahan posisi selama operasi. Selain itu, sensor propioseptif juga mampu mendeteksi torsi dan gaya yang bekerja pada sendi robot, yang sangat berguna dalam menghindari kerusakan sendi dan mengontrol interaksi robot dengan lingkungan sekitarnya.

b. **Sensor Eksteroseptif**

Fungsi utama sensor ini adalah mengumpulkan data tentang objek dan perubahan di sekitar robot. Sensor ini mencakup berbagai jenis, seperti sensor penginderaan jarak, sensor penglihatan, sensor suara, sensor kelembaban, dan lainnya. Sensor penginderaan jarak, misalnya, memungkinkan robot untuk mengukur jarak antara dirinya dan objek di sekitarnya, yang sangat penting untuk menghindari tabrakan dan navigasi yang aman.

c. Sensor Pasif

Fungsi utama sensor pasif adalah mendeteksi sinyal atau energi yang ada dalam lingkungan dan mengubahnya menjadi informasi yang bermanfaat. Contoh sensor pasif meliputi kamera, sensor inframerah, mikrofon, sensor kelembaban, sensor suhu, dan sensor radiasi. Kamera, sebagai salah satu contoh utama, memungkinkan robot untuk merekam gambar dan video lingkungan, yang kemudian digunakan dalam visi komputer, pemetaan lingkungan, dan pengenalan objek.

d. Sensor Aktif

Fungsi utama sensor aktif adalah memancarkan sinyal aktif atau energi ke lingkungan, dan kemudian mendeteksi bagaimana sinyal tersebut berinteraksi dengan objek atau lingkungan. Beberapa contoh sensor aktif termasuk sensor ultrasonik, lidar, radar, dan sensor inframerah terpancar. Sensor ultrasonik, misalnya, memancarkan gelombang suara ultrasonik dan mengukur waktu pantulan gelombang tersebut untuk mengukur jarak dan mendeteksi hambatan.

3. Sensor Performance

Performa sensor sangat penting dalam menentukan sejauh mana sensor dapat memberikan informasi yang akurat dan dapat diandalkan dalam berbagai aplikasi.

a. Design specs

Rentang dinamis mengacu pada rentang nilai yang dapat diukur oleh sensor, mulai dari nilai terkecil hingga yang terbesar. Ini penting karena rentang dinamis yang luas memungkinkan sensor untuk mendeteksi variasi yang besar dalam data input tanpa kehilangan akurasi.

Linearitas adalah sejauh mana respons sensor konsisten dengan perubahan input. Sensor yang memiliki linearitas yang tinggi akan memberikan keluaran yang sangat akurat yang berbanding lurus dengan perubahan input, sementara sensor yang tidak linear mungkin memiliki kesalahan dalam respons mereka.

Bandwidth atau frekuensi adalah rentang frekuensi atau kecepatan dengan mana sensor dapat merespons perubahan input. Frekuensi tinggi penting dalam aplikasi di mana perubahan cepat perlu dideteksi, seperti pada sensor akselerometer untuk mengukur getaran.

b. In situ specs with analysis error

Sensitivity mengacu pada sejauh mana sensor mampu mendeteksi perubahan dalam input yang diukur. Ini adalah parameter kunci yang mengindikasikan sejauh mana sensor dapat merespons terhadap variasi dalam lingkungan sekitarnya.

Cross sensitivity adalah kemampuan sensor untuk merespons terhadap pengaruh dari parameter yang tidak seharusnya diukur. Error adalah perbedaan antara

nilai yang diukur oleh sensor dengan nilai yang sebenarnya, dan akurasi adalah tingkat kesesuaian antara nilai yang diukur dengan nilai sebenarnya.

Dalam analisis kesalahan sensor, sistematis adalah jenis kesalahan yang dapat dijelaskan secara teoritis dan dapat dimodelkan. Contoh kesalahan sistematis adalah kesalahan kalibrasi yang bisa diprediksi.

Sementara itu, kesalahan acak tidak dapat diprediksi dengan model yang canggih dan bersifat stokastik, misalnya, kesalahan acak dalam pengukuran jarak.

Analisis kesalahan sensor melibatkan analisis probabilitas, dan sering kali asumsi umum adalah distribusi kesalahan yang simetris, unimodal, dan sering kali mengikuti distribusi Gaussian.

4. *An Ecosystem of Sensors*

Ekosistem sensor adalah kumpulan beragam sensor yang bekerja sama untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang lingkungan sekitar robot.

a. *Encoders*

Merupakan perangkat elektromekanis yang mengubah gerakan menjadi urutan pulsa digital, yang dapat diubah menjadi pengukuran posisi relatif atau absolut. Ini adalah sensor proprioceptif yang dapat digunakan untuk lokalitas robot. Prinsip dasar dari encoder optik adalah menggunakan cahaya yang memancar ke fotodiode melalui celah-celah di piringan logam atau kaca.

b. *Heading Sensors*

Merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur arah atau orientasi robot. Mereka dapat memanfaatkan teknologi seperti magnetometer untuk mendeteksi medan magnetik Bumi dan menentukan arah utara. Sensor ini penting dalam navigasi dan penentuan posisi robot.

c. *Accelerometers dan IMU (Inertial Measurement Unit)*

Merupakan sensor yang digunakan untuk mengukur percepatan linear dan kecepatan sudut robot. Mereka memungkinkan robot untuk mendeteksi perubahan posisi dan orientasi dalam ruang tiga dimensi. *IMU* biasanya terdiri dari akselerometer, giroskop, dan seringkali magnetometer.

d. *Beacons*

Merupakan perangkat pemberi sinyal dengan posisi yang diketahui secara tepat, dan jangkauan aktif memberikan pengukuran jarak langsung ke objek di sekitarnya. Contohnya sistem *GPS* yang ada pada era saat ini.

e. *Active Ranging*

Merupakan sensor seperti lidar yang memancarkan sinyal aktif dan mendeteksi pantulan untuk mengukur jarak dan pemetaan lingkungan.

5. *Introduction to Computer Vision*

Merupakan tahap awal dalam memahami konsep visi komputer yang penting dalam ilmu robotika. Bagian ini bertujuan untuk memberikan dasar pemahaman tentang kamera dan model kamera yang digunakan dalam analisis visual. Model kamera dapat mencakup model lubang jarum yang menggambarkan prinsip dasar bagaimana cahaya melewati lubang kamera untuk membentuk gambar, serta model lensa tipis yang mempertimbangkan peran lensa dalam pembentukan gambar.

Dengan memahami model kamera ini, para peneliti dan pengembang dalam ilmu robotika dapat menganalisis dan memproses data gambar yang diperoleh dari berbagai jenis kamera dengan lebih efisien. Ini adalah dasar yang penting untuk aplikasi visi komputer dalam robotika, termasuk pengenalan objek, navigasi berbasis gambar, dan pemetaan lingkungan. Dengan demikian, pemahaman konsep dasar ini menjadi kunci untuk memahami cara robot melihat dan berinteraksi dengan dunia sekitarnya melalui visi komputer.

6. *Vision*

Merupakan kemampuan untuk menginterpretasikan lingkungan sekitar menggunakan cahaya dalam spektrum yang terlihat yang dipantulkan oleh objek-objek di lingkungan tersebut. Dalam hal ini, mata manusia berperan sebagai sensor utama yang memberikan jumlah informasi yang sangat besar, mencapai jutaan bit per detik melalui cahaya yang diterima dan diproses oleh otak kita. Berdasarkan perkembangan teknologi, kamera dibagi menjadi 2 jenis yaitu; *CCD (Charge-Coupled Device)* dan *CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor)*.

a. *CCD (Charge-Coupled Device)*

Merupakan teknologi sensor gambar yang menggunakan larutan muatan listrik untuk menangkap cahaya. CCD memiliki tingkat noise yang rendah dan cenderung menghasilkan gambar dengan kualitas yang sangat baik, terutama dalam kondisi cahaya rendah. Biasanya digunakan dalam kamera yang memerlukan kualitas gambar yang sangat tinggi, seperti kamera profesional dan teleskop ruang angkasa. Namun, CCD cenderung lebih mahal dan boros daya daripada teknologi CMOS.

b. *CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor)*

Merupakan teknologi sensor gambar yang menggunakan transistor MOS (Metal-Oxide-Semiconductor) untuk mengkonversi cahaya menjadi sinyal digital. Keuntungan utama CMOS adalah konsumsi daya yang lebih rendah dan kemampuan untuk merekam video dengan baik. CMOS juga lebih murah untuk diproduksi daripada CCD dan lebih tahan terhadap kerusakan akibat paparan cahaya yang kuat. Sensor CMOS telah menjadi pilihan populer dalam kamera digital konsumen, ponsel cerdas, dan berbagai aplikasi penginderaan.

Proses gambar digital melibatkan transformasi dari informasi visual ke berbagai tingkatan, mulai dari informasi geometris hingga informasi semantik. Pilihan antara CCD dan CMOS tergantung pada aplikasi dan kebutuhan spesifik. CCD lebih cocok untuk aplikasi di mana kualitas gambar yang tinggi adalah prioritas, sementara CMOS lebih sering digunakan dalam perangkat konsumen yang membutuhkan efisiensi daya dan kecepatan pemrosesan yang lebih baik, seperti kamera ponsel cerdas.

7. *Perspective Projection*

Tujuan dari proyeksi perspektif adalah untuk memahami bagaimana titik-titik dalam dunia fisik dipetakan ke dalam gambar yang diambil oleh kamera. Proyeksi perspektif ini didasarkan pada asumsi bahwa model kamera dapat dijelaskan menggunakan model kamera lubang jarum, yang menggambarkan bagaimana cahaya melewati lubang kamera untuk membentuk gambar.

Homogeneous coordinates (koordinat homogen) adalah konsep yang digunakan dalam proyeksi perspektif untuk merepresentasikan transformasi sebagai pemetaan linier. Ide kunci di balik penggunaan koordinat homogen adalah memperkenalkan dimensi tambahan ke dalam koordinat, yang memungkinkan representasi transformasi yang kompleks menjadi lebih sederhana, terutama dalam hal pemetaan proyeksi perspektif.

Proyeksi perspektif dalam koordinat homogen melibatkan penggunaan koordinat homogen untuk merepresentasikan objek dan titik-titik dalam ruang tiga dimensi sehingga transformasi proyeksi perspektif dapat diwakili sebagai pemetaan linier dalam ruang homogen.

Kemudian ada, *skewness* (kemiringan) adalah konsep yang muncul dalam konteks proyeksi perspektif ketika kamera tidak sejajar dengan objek yang difoto. Ini dapat menghasilkan distorsi perspektif yang perlu dipahami dan dikoreksi dalam analisis gambar. Kemiringan dapat memengaruhi tampilan relatif objek dalam gambar dan memerlukan penanganan khusus dalam proyeksi perspektif.