# **Expertgroep: Sensoren**

Veel robots moeten informatie kunnen verzamelen over hun omgeving. Neem bijvoorbeeld een stofzuigrobot die moet kunnen inschatten hoever de muren en het meubilair van hem af staat, zodat die er niet tegenaan botst. Of neem een landbouwrobot die de bodemvochtigheid meet en op basis daarvan gewassen besproeit die water nodig hebben.

Afbeelding met buitenshuis, hemel, landbouw, tractor

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met overdekt, Kleine tot middelgrote katten, Katachtigen, huiskat

Automatisch gegenereerde beschrijving

Figuur 2: landbouwrobot

Figuur 1: stofzuigrobot

*Sensoren* zijn de onderdelen die dit soort informatie uit de omgeving op kunnen pikken.

1. *Met welke organen van het menselijk lichaam kunnen sensoren het best vergeleken worden? Wat is de verzamelnaam van deze organen?*

Er bestaan ontzettend veel sensoren, die elk weer iets anders kunnen meten. Niet alleen zijn ze handig voor robots; je vindt ze ook in verschillende toepassingen om je heen.

1. *Link in onderstaande opdracht te juiste sensoren aan de juiste toepassing.*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| afstandssensor |  |  | brandmelder |
| druksensor |  |  | waterkoker |
| bewegingssensor |  |  | draaideurbeveiligingssysteem |
| lichtsensor |  |  | auto a.d.h.v. piepjes inparkeren |
| temperatuursensor |  |  | QR-codes scannen |
| rooksensor |  |  | automatische waterkraan |
| beeldsensor |  |  | straatverlichting |

In de rest van dit werkblad bekijken we verschillende typen afstandssensoren meer in detail.

## Afstandssensoren

Vaak cruciaal voor veel robots is dat ze *afstand* kunnen meten. Het kunnen meten van afstanden tot bepaalde voorwerpen stelt robots in staat om obstakels te vermijden en objecten te lokaliseren, waarna ze bijvoorbeeld opgepakt kunnen worden. Er bestaan verschillende sensoren die afstand kunnen meten. Elk maken ze gebruik van een ander principe.

**Ultrasone sensoren**

Afbeelding met schermopname, diagram, cirkel, ontwerp

Automatisch gegenereerde beschrijvingAfbeelding met tekst, Auto-onderdeel, auto

Automatisch gegenereerde beschrijvingUltrasone sensoren gebruiken geluidsgolven van zo’n hoge frequentie dat ze niet hoorbaar zijn voor mensen. Ze zender zendt geluidspulsen uit, deze worden teruggekaatst door objecten en vervolgens weer gedetecteerd door de ontvanger. Door de tijd te meten die nodig is voor de geluidspulsen om terug te keren, kan de sensor de afstand tot het object berekenen.

Figuur 4: zenden en ontvangen van geluidspulsen

Figuur 3: ultrasone sensor

*3a. Welk dier gebruikt ook geluidsgolven om objecten te lokaliseren? Eén antwoord is goed.*

Mol Specht Kreeft Vleermuis

*3b. Een transportrobot in een magazijn zendt een geluidspuls uit. Deze reist met een snelheid van 343 m/s door lucht. Na 0,1 seconde ontvangt de robot een echo van een kist die recht voor hem staat. Hoeveel meter is de kist van de robot verwijderd? (Let op: het is niet 34,3 meter)*

*3c. Vul de juiste termen in in de onderstaande tekst over voor- en nadelen van ultrasone sensoren.*

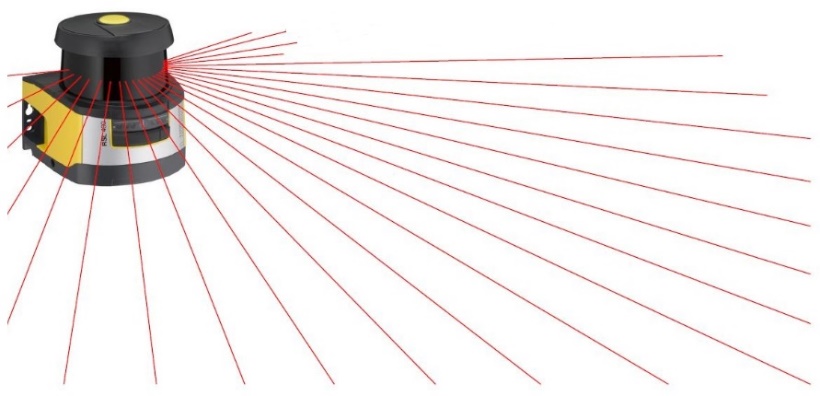
**1. absorberen 2. eenvoudig 3. hoek 4. donkere**

**5. grote 6. reflecteren 7. ver weg 8. licht**

“Het meten van afstand met ultrasone sensoren heeft voor- en nadelen. Een voordeel van ultrasone sensoren is dat ze geen \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ nodig hebben. Daardoor kunnen ze in \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ omgevingen nog steeds gebruikt worden. Daarnaast zijn ze goedkoop in vergelijking met andere afstandssensoren en \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ in gebruik. Ultrasone sensoren zijn echter minder geschikt voor afstandsmetingen van objecten die \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ staan. Dit komt omdat geluidssignalen zwakker worden en dus moeilijker te detecteren zijn wanneer ze een \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ afstand afleggen. Ook zijn zachte oppervlakken zoals wol en schuim lastiger te detecteren, omdat ze geluidsgolven \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ in plaats van \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Als laatste kunnen ultrasone sensoren doorgaans alleen de afstand tot een object bepalen, maar niet onder welke \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ dat object zich bevindt. Dit komt omdat ze geluidsgolven meestal alleen recht vooruit zenden. ”

**Lasersensoren**

Afbeelding met schets, diagram, lijn, cirkel

Automatisch gegenereerde beschrijvingDe werking van een lasersensor is vergelijkbaar met een ultrasone sensor. Er wordt hierbij geen *geluidspuls* uitgezonden, maar een *laserstraal*. De tijd die het duurt voordat de gereflecteerde laserstraal weer terug is gekeerd, wordt gebruikt voor de afstandsberekening.

Figuur 6: plaatje bij opdracht 4a

Figuur 5: lasersensor

Lasersensoren kunnen onder verschillende hoeken laserstralen uitzenden en ontvangen. Dit betekent dat ze niet alleen kunnen meten óf er objecten in de buurt zijn, maar ook onder welke hoek die objecten zich bevinden.

*4a. Zie figuur 6. Een lasersensor stelt vast dat er zich op 50 cm afstand een lantaarnpaal bevindt. De lantaarnpaal bevind zich dus ergens op de cirkelboog. Verder is bekend dat de lantaarnpaal een hoek maakt van 40° met de sensor. Geef in de figuur met een kruisje aan waar op de cirkelboog de lantaarnpaal zich precies bevindt. Opmerking: de hoek wordt gemeten vanaf de stippellijn met de klok mee. Dat betekent dat een object recht voor de sensor (op de stippellijn) dus een hoek van 0° maakt met de sensor. Een object direct rechts naast de sensor staat dan onder een hoek van 90° graden.*

*4b. Vul de juiste termen in in de onderstaande tekst over voor- en nadelen van lasersensoren.*

**1. reflecterende 2. snelle 3. loodrecht 4. hoge 5. verblinden 6. moeilijk**

“Een voordeel van lasersensoren is de \_\_\_\_\_\_\_\_\_ nauwkeurigheid, ook wanneer objecten zich op grote afstand bevinden. Daarnaast bieden ze \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ metingen, wat vooral belangrijk is in omgevingen met bewegende objecten. Een nadeel is de kosten die hoger liggen dan bij ultrasone sensoren. Ook kan sterk omgevingslicht de sensor ‘\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_’, waardoor het \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ wordt de teruggekaatste laserstraal te detecteren. Verder zijn sterk \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ oppervlakken zoals spiegels of gepolijste metalen lastig te detecteren wanneer ze niet \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ op de laserstraal staan. De laserstraal wordt dan volledig in een andere richting weerkaatst.”

**Stereovisie**

Met onze ogen kunnen we zien en een inschatting maken hoe ver objecten van ons af staan. Onze twee ogen werken hiervoor samen. Laten we een experiment doen om dit te illustreren.

*5a. Hou je wijsvinger recht voor je gezicht op ongeveer een armlengte afstand. Sluit één oog en kijk naar je vinger met het andere oog. Open vervolgens je andere oog terwijl je je eerste oog sluit. Merk op hoe de positie van je vinger verschuift als je van het ene oog naar het andere schakelt.*

Onze ogen hebben elk een iets andere kijk op de wereld, omdat ze vanuit een iets andere positie kijken. Per oog krijgen we dan ook een iets ander beeld van onze omgeving. Onze hersenen combineren de twee beelden tot één beeld, en gebruiken de verschillen om diepte te berekenen. Dit is precies wat een zogenaamd stereovisie-systeem ook doet. Alleen zijn de ogen vervangen door camera’s en onze hersenen door een geavanceerd computerprogramma, zie figuur 7.

*Afbeelding met statief, elektronica, machine

Automatisch gegenereerde beschrijving*

Als de afstand tussen de twee camera’s en de brandpuntsafstand *f* (een eigenschap van de camera’s) bekend zijn, kan met de twee beelden van de camera’s de diepte van een bepaald object worden berekend volgens de formule:

Hierbij is de brandpuntsafstand f *in pixels*, de afstand tussen de camera’s *in cm*, en het verschil in horizontale positie van het object *in pixels*.

Figuur 7: stereovisie-systeem

Afbeelding met muur, overdekt, vloer, lade

Automatisch gegenereerde beschrijving*Afbeelding met muur, overdekt, kamerplant, lade

Automatisch gegenereerde beschrijving5b. Stel er bestaat een robot die voor jou de afstandsbediening zoekt en pakt. Deze robot maakt gebruik van een stereovisie-systeem. De foto in figuur 8 op de bijlage is genomen door de linker camera van dit systeem, de foto in figuur 9 door de rechter camera. De camera’s kijken recht vooruit en hebben een brandpuntsafstand van 1604 pixels. De camera’s staan 20 cm van elkaar af. Op welke diepte bevindt de afstandsbediening zich van de robot? Hint: bepaal eerst de horizontale verschuiving van de afstandsbediening in cm en reken dit daarna om naar pixels.*

Figuur 9: beeld rechter camera ↑

**1536 pixels**

Figuur 8: beeld linker camera ↓

**2048 pixels**

**2048 pixels**

**1536 pixels**

Het computerprogramma van een stereovisie-systeem legt de twee beelden naast elkaar en zoekt naar overeenkomstige punten of objecten in deze beelden. Hiermee kan van het gehele beeld een dieptekaart worden gemaakt. Maar om bijvoorbeeld een afstandsbediening in het beeld te herkennen als een afstandsbediening, heeft de robot kunstmatige intelligentie nodig. Deze kunstmatige intelligentie is iets dat bij het onderdeel controlesystemen hoort.

*5c. Vul de juiste termen in in de onderstaande tekst over voor- en nadelen van stereovisie.*

**1. oppervlakken 2. objectherkenning 3. bewegende 4. nauwkeurigheid 5. kosten**

“Stereovisie biedt een hoge \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, vergelijkbaar met lasersensoren. Daarnaast is afstandsmeting met stereovisie geschikt voor vrijwel alle \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ of materialen. Ook is stereovisie ideaal in combinatie met toepassingen zoals 3D-beeldvorming en \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_. Nadelen zijn de hoge \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_, zeker als er hoge eisen zijn wat betreft de camera’s en beeldverwerking. Bovendien presteert stereovisie over het algemeen minder bij \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ objecten, vanwege de bewegingsonscherpte in de beelden, en bij objecten die ver weg staan.”

*6. Je hebt kennis gemaakt met drie soorten afstandssensoren, namelijk ultrasone sensoren, lasersensoren en stereovisie. Geef bij elk van de volgende situaties aan welke sensor jij denkt dat het meest en minst geschikt is, en waarom. (Let op: er is niet altijd een goed of fout antwoord, het gaat om je onderbouwing).*

1. *Een robot die in een restaurant werkt en het vieze servies van tafels haalt.*
2. *Een ‘vogelverschrikker-robot’ die gaat bewegen wanneer dieren te dicht in de buurt komen.*
3. *Een robot die door een druk kantoor moet navigeren.*

EINDE