**Literatuur onderzoek**

PROJECT 5-6 IP-CAR

Donny Vo 1054626 |

Long Vo 1055067 |

Jarno van Daalen 1078241 |

Hafsa Reda 1074523 |

Jason Le 1053516 |

Onderzoeksvraag

* Hoe kan multithreading worden toegepast in het sensorensysteem van de ip-car om real-time obstakeldetectie en gegevensverwerking te optimaliseren?

Deelvragen

1. Hoe kunnen de TOF (Time Of Flight) sensor (VL53L8CX) en de ultrasoon optimaal worden geïntegreerd voor een betrouwbare obstakeldetectie?
2. Wat is het ideale aantal en de meest effectieve plaatsing van de sensoren om minimaal een zicht van 160 graden te garanderen? //datasheet
3. Hoe beïnvloeden verschillende omstandigheden en obstakels de prestaties de ultrasoon sensor?
4. Hoe kan de sensoren het beste worden gefilterd of verwerkt zodat het ruis voorkomt?

Resultaten

*Hoe kunnen de TOF (Time Of Flight) sensor (VL53L8CX) en de ultrasoon optimaal worden geïntegreerd voor een betrouwbare obstakeldetectie?*

* De Time of Flight- en de ultrasoon sensor kunnen optimaal worden geïntegreerd door hun data te combineren met behulp van multithreading. De Time of Flight levert nauwkeurige metingen en wordt als de primaire sensor gebruikt voor de meeste afstandsbepalingen, zoals beschreven in de datasheet VL53L8CX (bron: [STMmicroelectronics](https://www.st.com/resource/en/datasheet/vl53l8cx.pdf)). De ultrasone sensor gaat als secondaire sensor werken en vult de Time of Flight sensor aan door obstakels te detecteren wat de Time Of Flight sensor niet kan waarnemen, zoals reflecterende- en transparante objecten. Multithreading maakt het mogelijk om de gegevens van beide sensoren in real-time te verwerken, wat resulteert in een betrouwbaarder obstakeldetectiesysteem (bron: [ieeexplore.org](https://ieeexplore.ieee.org/document/6375030)).

*Wat is het ideale aantal en de meest effectieve plaatsing van de sensoren om minimaal een zicht van 160 graden te garanderen?*

* Om een gezichtsveld van 160 graden aan de voorkant te bereiken met de rcwl-1670 (wat vergelijkbaar is met de HC-SR04) is de beste plaatsing hiervoor 3 sensoren die strategisch in een boogvorm aan de voorkant van de IP-car worden geplaatst. Omdat per sensor een hoek van 16 graden detecteerbaar is gaan de sensoren met een tussenafstand naast elkaar geplaatst worden waarbij de sensoren met een hoek van ongeveer 50 graden met elkaar verschillen om ervoor te zorgen een vlak van 160 graden te krijgen. (Bron: [cdn.sparkfun.com](https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf)).

*Hoe beïnvloeden verschillende omstandigheden en obstakels de prestaties de ultrasoon sensor?*

* De prestaties van de ultrasoon sensor (rcwl-1670) kunnen beïnvloed worden door verschillende omstandigheden zoals luchtvochtigheid, temperatuur en luchtstromen. Dit heeft aanzienlijk invloed op de nauwkeurigheid van de metingen. De snelheid van het geluid is afhankelijk van de temperatuur wat kan leiden tot meetfouten. Daarnaast worden geluidsweerkaatsing verstoord door weersomstandigheden zoals regen of stof. (Bron: [thinkrobotics.com](https://thinkrobotics.com/blogs/learn/ultrasonic-sensors-a-comprehensive-guide-to-working-principles-and-applications))
* Verder heeft het type oppervlak dat de geluidsgolven reflecteert invloed op de detectie. Oneven en zachte oppervlakken reflecteren geluidgolven minder efficiënt wat de betrouwbaarheid vermindert van de ultrasoon. (Bron: [Digikey.com](https://www.digikey.com/en/articles/understanding-ultrasonic-sensors)).

*Hoe kan de sensoren het beste worden gefilterd of verwerkt zodat het ruis voorkomt?*

* Om ruis te voorkomen bij de sensoren kunnen verschillende technieken toegepast worden. Het makkelijkst wordt de sensoren kalibreren zodat systematische fouten door omgevingsfactoren zoals temperatuur worden gecompenseerd. Dit wordt gedaan door sensoren nauwkeurig af te stemmen op de omgeving en hierom worden de sensoren met de juiste waarde gemeten wat helpt om interventie te minimaliseren. Dit verbetert de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van de sensor. (Bron: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4169>)

**Bronnen**

*Deelvraag 2*

* *STMicroelectronics. (2024). VL53L8CX datasheet. In STMicroelectronics [Report]. https://www.st.com/resource/en/datasheet/vl53l8cx.pdf*
* *Sensor Fusion for Depth Estimation, including TOF and Thermal Sensors. (2012, 1 oktober). IEEE Conference Publication | IEEE Xplore. https://ieeexplore.ieee.org/document/6375030*

*Deelvraag 3*

* *Tech Support. (z.d.). Ultrasonic Ranging Module HC - SR04. https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Proximity/HCSR04.pdf*

*Deelvraag 4*

* *Singh, N. (2024, 23 oktober). Ultrasonic Sensors: A Comprehensive Guide to Working Principles and Applications. ThinkRobotics.com. https://thinkrobotics.com/blogs/learn/ultrasonic-sensors-a-comprehensive-guide-to-working-principles-and-applications*
* *By Jeff Smoot (2021-05-20). Understanding Ultrasonic Sensors. https://www.digikey.com/en/articles/understanding-ultrasonic-sensors*

*Deelvraag 5*

* *Application of time-delay spectrometry for calibration of ultrasonic transducers. (1988, 1 maart). IEEE Journals & Magazine | IEEE Xplore. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4169*

Conclusie (hoofdvraag)

Hoe kan multithreading worden toegepast in het sensorensysteem van de ip-car om real-time obstakeldetectie en gegevensverwerking te optimaliseren?

* Multithreading optimaliseert de IP-Car door de gegevens van de Time of Flight- (VL53L8CX) en de ultrasoon sensor (RCWL-1670) gelijktijdig te laten werken. De Time of Flight sensor wordt de primaire sensor die voor de meeste afstandsbepalingen wordt gebruikt, terwijl de ultrasoon sensor de aanvullende objecten detecteert die de time of flight sensor niet waarneemt. Door het gebruik te maken van multithreading kunnen beide sensoren onafhankelijk van elkaar gegevens in real-time doorgeven en verwerken. Dit versnelt de reactietijd in een effectievere manier. Dit resulteert in een efficiënter obstakeldetectiesysteem dat accuraat en snel reageert op de verschillende obstakels.