

Literatuur OnderzoekSensoren

City of Things Prototyping kit



Naam: Bradley Spee (1029339), Giovanny Marchena (1021941), Tom de Jong (1037555), Rowan van der Zanden (1027332)

Docent: Sandra Hekkelman, Alexander Slaa

Cursus code: TINPRJO456

Document versie: 1.7

Inoudsopgave

1.SAMENVATTING.....	3
2. INTRODUCTIE	4
3.THEORETISCH KADER	5
4.METHODE.....	6
5.RESEARCH.....	7
5.1 Hoe werken de sensoren?.....	7
5.1.1 IR sensor	7
5.1.2 Ultrasoon Pro	8
5.1.3 TOF.....	8
5.1.4 3D camera Zed 2	9
5.2 Wat zijn de positieve en negatieve eigenschappen van de sensoren.....	9
5.2.1 IR sensor	9
5.2.2 Ultrasoon	10
5.2.3 TOF.....	11
5.2.4 Zed 2.....	12
5.3 Welke sensor is het best voor dit project?.....	13
6. Conclusie	14
Verwijzingen	15

1.SAMENVATTING

Onze opdrachtgever, City of Things hebben als doel om de stad Rotterdam 'Slimmer' te maken met nieuwe technologieën. Voorbeelden hiervan zijn zelfrijdende robots die goederen kunnen vervoeren. Het is bedoeld dat niet technische mensen deze robots kunnen gebruiken om hun leven te verbeteren.

Ons project is een zelfrijdend bord dat van plek A naar B moet kunnen rijden in een markt.

Een van de belangrijkste features is het autonoom rijden, hiervoor zijn sensoren nodig die mensen en obstakels kunnen detecteren voor de veiligheid. Welke sensor hiervoor het geschikt zijn gaan we onderzoeken.

Om dit mogelijk te maken moet de HoverB weten waar obstakels zijn en hoe hij naar punt B moet komen. Voor het autonoom rijden gaan we onderzoek doen naar welke sensoren hier het best geschikt voor zijn. Om te weten naar welk punt de HoverB moet rijden gaan we een beacon maken die zijn locatie doorstuurt. Omdat de HoverB gebruikt gaat worden door niet technische mensen, gaan we hiervoor een interface maken met duidelijke knoppen om de HoverB te stoppen of naar bepaalde locaties te sturen.

De grootste features die dit mogelijk gaat maken zijn de sensoren, hiervoor hebben we de volgende hoofdvraag voor gemaakt:

Hoe kan de HoverB semiautonoom goederen verplaatsten op een markt?

Deze hoofdvraag hebben we opgesplitst in verschillende deelvragen.

Hoe werken de sensoren?

Wat zijn de positieve en negatieve eigenschappen van de sensoren

Welke sensor is het best voor dit project?

Deze deelvragen zijn gekozen omdat ze een goede structuur geven om te onderzoeken wat het antwoord is op de hoofvraag. Zo moet er eerst begrepen hoe onze sensoren werken voordat er de positieve en negatieve eigenschappen van de sensoren kunnen onderzoeken. Als we eenmaal weten welke sensor de meeste positieve eigenschappen heeft kunnen we gaan kijken hoe we ze het best op de HoverB kunnen plaatsen.

De sensoren die gekozen zijn om te onderzoeken zijn: IR, Ultrasoon Pro, Zed2 en TOF sensoren.

IR en TOF sensoren werken met licht. Zed2 is een 3d camera en Ultrasoon sensor werkt met geluid.

Alle sensoren hebben hun voor- en nadelen en zijn voor specifieke situaties een goede optie, alleen zoeken we naar een sensor die snel accuraat buiten kan werken zonder dat het te veel geld gaat kosten. Dit wordt de Ultrasoon Pro sensor

2. INTRODUCTIE

Onze opdrachtgever, City of Things heeft als doel om de stad Rotterdam 'Slimmer' te maken met nieuwe technologieën. Voorbeelden hiervan zijn zelfrijdende robots die goederen kunnen vervoeren. Het is bedoeld dat niet technische mensen deze robots kunnen gebruiken om hun leven te verbeteren.

Een van hun ideeën zijn autonoom rijdende hoverboard die modulair zijn. Hiermee wordt bedoeld dat ze makkelijk voor andere projecten aangepast kunnen worden. Dit project maakt ook gebruik van z'n modulair hoverboard en heeft als doel om in een markt rond te kunnen rijden van punt A naar B op een veilige manier.

De reden voor dit project is dat de mensen in de Afrikaander wijk een gemakkelijker manier willen hebben om producten te kunnen verzamelen. Zo is er een idee om fruit wat over is aan het einde van de dag te verzamelen en smoothies ermee te maken. De HoverB hoort het verzamel punt te zijn wat door de markt rijdt zodat iedereen zijn producten kwijt kan en er uiteindelijk iets mee gedaan kan worden.

Om dit mogelijk te maken moet de HoverB weten waar obstakels zijn en hoe hij naar punt B moet komen. Voor het autonoom rijden gaan we onderzoek doen naar welke sensoren hier het best geschikt voor zijn. Om te weten naar welk punt de HoverB moet rijden gaan we een beacon maken die zijn locatie doorstuurt. Omdat de HoverB gebruikt gaat worden door niet technische mensen, gaan we hiervoor een interface maken met duidelijke knoppen om de HoverB te stoppen of naar bepaalde locaties te sturen.

De grootste features die dit mogelijk gaat maken zijn de sensoren, hiervoor hebben we de volgende hoofdvraag voor gemaakt:

Hoe kan de HoverB semiautonoom goederen verplaatsten op een markt?

3.THEORETISCH KADER

Het antwoord op de vraag welke sensor het beste gaat werken kunnen we het best onderzoeken door een aantal deelvragen eerst te beantwoorden en te kijken welke sensoren we gaan onderzoeken.

Soorten sensoren:

De sensoren waar we naar gaan kijken zijn Ultrasoon, IR, TOF en 3D camera's

Deelvragen:

Hoe werken de sensoren?

Wat zijn de positieve en negatieve eigenschappen van de sensoren

Welke sensor is het best voor dit project?

Deze deelvragen zijn gekozen omdat ze een goede structuur geven om te onderzoeken wat het antwoord is op de hoofvraag. Zo moet er eerst begrepen hoe onze sensoren werken voordat er de positieve en negatieve eigenschappen van de sensoren kunnen onderzoeken. Als we eenmaal weten welke sensor de meeste positieve eigenschappen heeft kunnen we gaan kijken hoe we ze het best op de HoverB kunnen plaatsen.

4.METHODE

In dit rapport staat hoe er onderzoek is gedaan naar de sensoren die de hoverB gebruikt tijdens het rijden. Zo wordt er gekeken naar hoe de sensoren werken, welke positieve en negatieve eigenschappen de sensoren hebben en als laatst hoe we de uitgekozen sensor voor het beste resultaat op de Hoverb moeten plaatsten.

De onderzoeksmethodes zijn met behulp van het internet, zo is google scholar gebruikt om onderzoeken van specifieke sensoren op te zoeken voor betrouwbare informatie. Ook is er zelf met de sensoren gewerkt om de resultaten te vergelijken met wat er online staat. Wat er getest en onderzocht is staat in het bestand OnderzoekSensoren voor autonoom rijden.

De structuur van het bestand is zo gemaakt zodat de lezer alle benodigde informatie al weet over de sensoren zo is er niet veel voorkennis nodig. Zo wordt er als eerst onderzocht hoe de sensoren werken voor dat de voor-en nadelen bekeken worden en als laatst wordt er gekeken hoe de sensoren op de HoverB geplaatst gaan worden.

5.RESEARCH

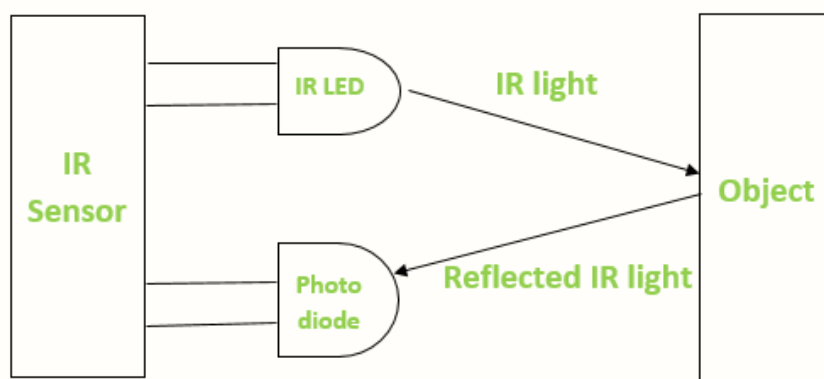
5.1 Hoe werken de sensoren?

5.1.1 IR sensor

IR sensoren werken door infrarood licht te versturen, dit licht wordt terug weerkaats en gedetecteerd door de IR sensor. De infrarood sensor berekent niet hoever het object staat vergeleken met zichzelf maar kan wel gekalibreerd worden op een bepaalde afstand. Het licht wat de sensor gebruikt is niet te zien met een menselijk ook. (IR Sensor Working and Applications, 2020)

De afstand van de sensor is 20 cm.

Uit testen blijkt dat IR sensoren zwartgeverfde objecten vaak niet of moeilijk kunnen detecteren.



5.1.2 Ultrasoon Pro

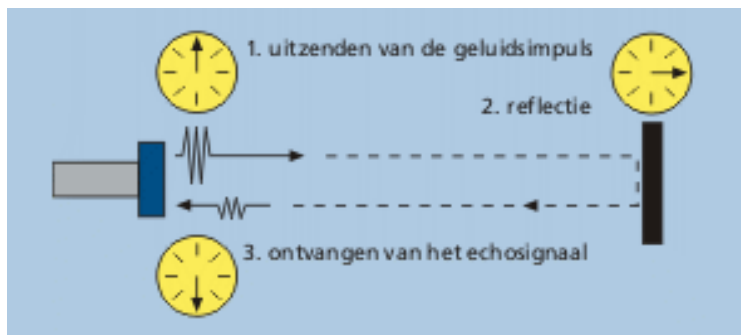
De ultrasoon stuurt de geluidsimpuls, de weerkaast van een object of en wordt ontvangen door de sensor. De tijd dat het duurt voor de geluidsgolf om heen en weer te gaan wordt vastgelegd. Met behulp van een berekening kan de afstand worden berekend. (Ultrasonic Sensor Module HC-SR04 Datasheet | How it Works, 2020)

De berekening voor de afstand: $s = (v * t) / 2$

Waar s voor de afstand staat, v voor de snelheid van geluid en t voor de gemeten tijd. Er wordt door 2 gedeeld omdat de geluidsgolf 2 keer de afstand heeft afgelegd. De snelheid van geluid in de lucht is ongeveer 340 m/s.

De hoek waar er gemeten wordt is 50° en gaat tot 4,5 meter ver. Ook is de ultrasoon pro waterdicht wat handig voor wanneer het regent.

De geluidsgolven zijn niet hoorbaar voor mensen



5.1.3 TOF

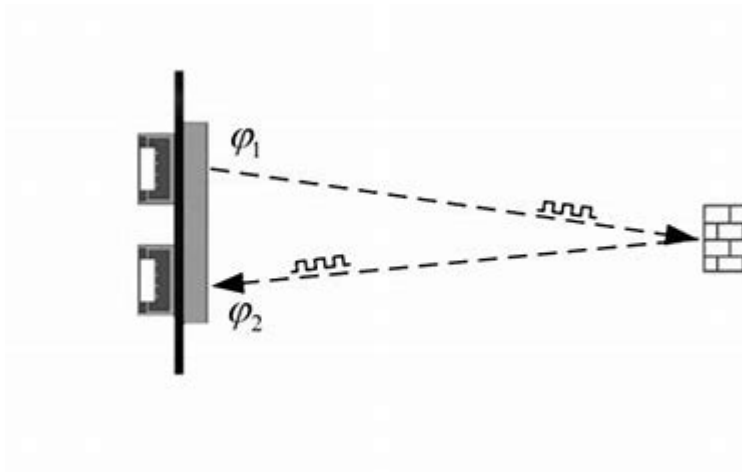
Een Time of flight sensor werkt ongeveer hetzelfde als een ultrasoon maar gebruikt dan licht om de afstand te meten. (yida, 2020)

De berekening om de afstand te berekenen: $s = (c * t) / 2$

Waar s de afstand is, c de snelheid van licht en t de tijd. Ook hier wordt erdoor twee gedeeld omdat het licht tweekeer de afstand aflegt.

Omdat tof licht gevoelig is werkt het slecht onder de hoge intensiteit van zonlicht.

De afstand tot waar het kan meten is 3 meter met een hoek van 25°.



5.1.4 3D camera Zed 2

De Zed 2 wordt gebruikt voor 3d mapping, het kan gerunnen worden op windows en heeft 4G RAM nodig om te kunnen werken. Het heeft een kijk hoek van 110 of 72 graden en een meet afstand van 1,5 tot 35 meter.

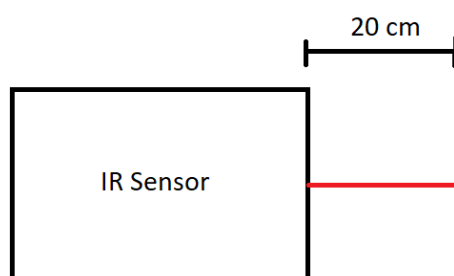


5.2 Wat zijn de positieve en negatieve eigenschappen van de sensoren

5.2.1 IR sensor

-5 voltage -prijs: ~ € 1,30 per stuk - meetafstand: 20 cm

-20 mA - size: 50 x 20 x 10 mm



Positieve eigenschappen:

IR sensoren hebben een klein energieverbruik vergeleken met andere sensoren. Zo gebruikt een sensor gemiddeld 5 volt en 20 mA. Dit zorgt ervoor dat de HoverB langer gebruikt kan worden zonder opladen.

Negatieve eigenschappen:

IR sensoren kunnen niet vergoeg kijken en hebben een kleine kijk hoek. Dit gaat ervoor zorgen dat de HoverB te dichtbij stopt wat voor gevaarlijke situaties gaat zorgen. Ook kan er makkelijk een object langslippen waardoor hij ergens tegen aan rijdt. Ook kunnen IR sensoren zwarte objecten niet/slecht detecteren waardoor er ongelukken kunnen ontstaan.

(IR Proximity Sensor)

5.2.2 Ultrasoon

- 3 - 5.5 Voltage
- prijs € 8,00 per stuk
- meetafstand: 20 cm – 4,5 meter
- 8 mA
- size: 42 x 29 x 12 mm

(Ultrasonic Pro, sd)

Positieve eigenschappen:

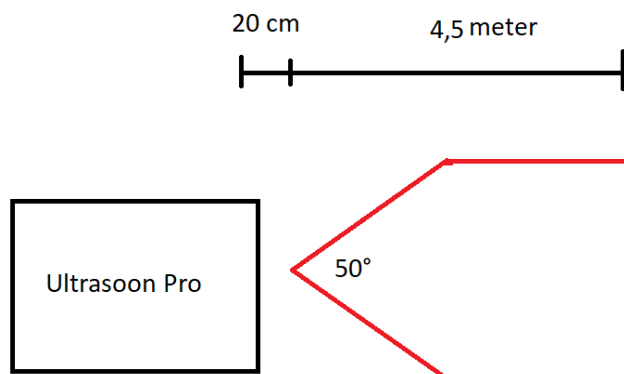
Ultrasoon sensoren gebruiken geluid om objecten te detecteren, hierdoor hebben ze geen last van zonlicht zoals TOF sensoren. Ook hebben ze geen last doorzichtige voorwerpen zoals glas. (JSN-SR04T-2.0)

Door de grotere kijkhoek van de sensoren kan 1 sensor meer zien dan bijvoorbeeld een IR sensor. Er kan dus gebruikt gemaakt worden van minder ultrasoon sensoren vergeleken met IR sensoren.

De Ultrasoon pro is waterbestendig. De pro kan dus gebruikt worden in vochtige of natte omgevingen.

Negatieve eigenschappen:

Aangezien de ultrasoon, geluid gebruikt om objecten te detecteren zijn geluid absorberende voorwerpen een probleem omdat ze niet of slecht gedetecteerd worden. Ook is geluid aanpasbaar door temperatuur. De snelheid van geluid is ongeveer 331 m/s bij een temperatuur van 0° en ongeveer 343 bij een temperatuur van 20°. (Speed of Sound Calculator)



5.2.3 TOF

-2,6 – 5,5 Voltage - size: 4,4 x 2,4 x 1 mm

- prijs €10,35 per stuk - meetafstand: 3 meter

(VL53L3CX Time-of-Flight Multi-Target Distance Sensor Carrier met spanningsregelaar, 500 cm Max, sd)

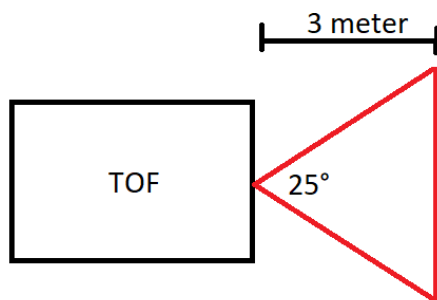
Positieve eigenschappen:

De TOF sensoren zijn relatief klein en dus makkelijk te plaatsen op de HoverB zonder al te veel ruimte in te nemen. Ook hebben ze een snellere en vertrouwbare detectie zone. (Time-of-Flight ranging sensor with multitarget detection)

Uit testen van het testrapport blijkt dat ze glas of doorzichtige objecten kunnen detecteren.

Negatieve eigenschappen:

Omdat TOF sensoren licht gebruiken worden ze door zonlicht aangepast. Dit maakt te ze buiten erg onbetrouwbaar. Tijdens het testen met de TOF sensoren bleek ook dat er veel geheugen werd gebruikt door de sensor. Hierdoor konden er maximaal 3 sensoren op 1 arduino.



5.2.4 Zed 2

- 12 - 48 voltage -size: 175.25x 30.25x 43.1 mm
- prijs: € 499 per stuk -meetafstand: 1,5 tot 35 m

(ZED 2i)

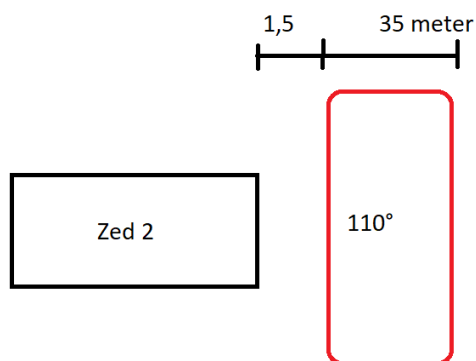
Positieve eigenschappen:

Omdat de ZED 2 gebruik maakt van 3d mapping kan hij de kleinste obstakels detecteren en ontwijken. (Is waterproofing necessary for ZED2 and ZED mini for outdoor use? Would I need to have a housing case for the products?, sd)

Negatieve eigenschappen:

De ZED 2 is een krachtige tool die een sterke computer nodig heeft om te kunnen werken. Zo heeft het minimaal 4 GB RAM nodig en een OS zoals windows. De ZED 2 is complexer om mee te werken en is niet volledig waterdicht. Ook kan de ZED 2 geen glas of doorzichtige objecten detecteren. (Can the ZED stereocameras detect glass doors or glass walls?, sd)

Aangezien de ZED 2 erg duur is kan er ook moeilijk mee getest worden en om de hoverb later meer te produceren kan dit ook probleem zijn.



5.3 Welke sensor is het best voor dit project?

Om overzichtelijk te zien welk sensor voor dit project het best is wordt er gebruik gemaakt van een schema. Hieruit kunnen we een conclusie schrijven. Het schema wordt met behulp van het testonderzoek gemaakt. Er wordt gekeken naar de nauwkeurigheid, afstand, geschikt met meerdere sensoren, omstandigheden en of het complex is.

IR: Ir sensoren zijn als het gaat om nauwkeurigheid het slechts, samen met de afstand. Dit zorgt ervoor dat de Hoverb op te dichtbij afstanden zou stoppen wat voor mensen gevaarlijke of enge situaties gaat zorgen. De kijkhoek van de sensoren zou er ook voorzorgen dat er meer sensoren op het bord moet komen om alle mogelijke plekken te kunnen detecteren. Hierdoor is het uiteindelijke product niet zo energiezuinig. Door al deze redenen is ervoor besloten om geen IR sensoren te gaan gebruiken.

TOF: ToF sensoren zijn de verbeterde versie van de IR sensoren maar hebben een aantal unieke problemen, zo zijn de sensoren erg gevoelig voor zonlicht en gebruiken de sensoren extreem veel geheugen van de microcontoller. Dit zorgt ervoor dat we niet genoeg tof sensoren kunnen gebruiken om alles te kunnen detecteren.

ZED 2: De ZED 2 heeft de grootste radius van alle sensoren en zou dus alles het beste detecteren, Alleen is de Zed 2 erg duur om mee te testen en de complexiteit van het systeem zou voor tijdverlies zorden.

ULTRASOON: De Ultrasoon pro verbeterd alle negatieve eigenschappen van de IR sensor en gebruikt geluid in plaats van licht. Hierdoor is het betrouwbaarder om buiten te gebruiken. De ultrasoon pro werkt hetzelfde als een normale ultrasoon en is dus makkelijk te gebruiken. Ook is deze waterdicht. Er is alleen een gevaar als er geluidsabsorberend materiaal wordt gebruikt wat erg onwaarschijnlijk is op een markt.

	Nauwkeurig -heid	Afstand	Geschikt Meerdere sensoren	Omstandi g heden	Complexitei t
IR	--	-	+	-	++
Ultrasoon Pro	++	++	+	++	++
TOF VL53	++	+	-	-	++
Zed 2	+++	+++	-	-	-

6. Conclusie

Alle sensoren hebben hun voor- en nadelen en zijn voor specifieke situaties een goede optie, alleen zoeken we naar een sensor die snel accuraat buiten kan werken zonder dat het te veel geld gaat kosten.

Uit eerder onderzoek is gebleken dat de ultrasoon pro een goede optie is voor ons doel. Het heeft zijn nadelen zoals geluidsabsorberende objecten maar heeft vergeleken met TOF sensoren beter voordelen voor buiten rijden. De ultrasoon pro is een goedkope optie om buiten objecten te kunnen detecteren.

Verwijzingen

Can the ZED stereocameras detect glass doors or glass walls? (sd). Opgehaald van stereolabs.com: <https://support.stereolabs.com/hc/en-us/articles/4402086483735-Can-the-ZED-stereocameras-detect-glass-doors-or-glass-walls->

IR Proximity Sensor. (sd). Opgehaald van components101.com: https://components101.com/sites/default/files/component_datasheet/Datasheet%20of%20IR%20%20Sensor.pdf

IR Sensor Working and Applications. (2020, mei 19). Opgehaald van robu.io: <https://robu.in/ir-sensor-working/#:~:text=IR%20sensor%20is%20an%20electronic%20device%2C%20that%20emits,the%20objects%20radiate%20some%20form%20of%20thermal%20radiation.>

Is waterproofing necessary for ZED2 and ZED mini for outdoor use? Would I need to have a housing case for the products? (sd). Opgehaald van stereolabs.com: <https://support.stereolabs.com/hc/en-us/articles/1500008528241--Is-waterproofing-necessary-for-ZED2-and-ZED-mini-for-outdoor-use-Would-I-need-to-have-a-housing-case-for-the-products->

JSN-SR04T-2.0 . (sd). Opgehaald van makerguides.com: <https://www.makerguides.com/wp-content/uploads/2019/02/JSN-SR04T-Datasheet.pdf>

Speed of Sound Calculator. (sd). Opgehaald van weather.gov: https://www.weather.gov/epz/wxcalc_speedofsound

Time-of-Flight ranging sensor with multitarget detection. (sd). Opgehaald van st.com: <https://www.st.com/resource/en/datasheet/vl53l3cx.pdf>

Ultrasonic Pro. (sd). Opgehaald van hackerstore.nl: <https://www.hackerstore.nl/Artikel/1006>

Ultrasonic Sensor Module HC-SR04 Datasheet | How it Works. (2020, juni 16). Opgehaald van electroduino.com: <https://www.electroduino.com/ultrasonic-sensor-how-ultrasonic-sensor-works/#:~:text=Ultrasonic%20sensors%20work%20by%20emitting%20high-frequency%20sound%20waves%2C,object%20surface.%20This%20way%20the%20sensors%20detect%20objects.>

VL53L3CX Time-of-Flight Multi-Target Distance Sensor Carrier met spanningsregelaar, 500 cm Max. (sd). Opgehaald van opencircuit.nl: <https://opencircuit.nl/product/vl53l3cx-time-flight-multi-target-distance>

yida. (2020). *What is a Time of Flight Sensor and How does a ToF Sensor work?* Opgehaald van seeedstudio.com: <https://www.seeedstudio.com/blog/2020/01/08/what-is-a-time-of-flight-sensor-and-how-does-a-tof-sensor-work/>

ZED 2i. (sd). Opgehaald van stereolabs.com: <https://cdn.stereolabs.com/assets/datasheets/zed-2i-datasheet-feb2022.pdf>

Date	Version	Description
3-okt	1.0	Structuur aanmaken, introductie en methode schrijven.
7-okt	1.1	Theoretisch kader schrijven.
12-okt	1.2	Deelvraag hoe werken de sensoren? uitschrijven
8-nov	1.3	Deelvraag positieve en negatieve eigenschappen uitschrijven.
15-nov	1.4	5.3 uitschrijven.
21-nov	1.5	Conclusie uitschrijven.
27-nov	1.6	Samenvatting uitschrijven.
9-dec	1.7	Grammatica verbeteren