



Faculteit Bedrijf en Organisatie

Een Pocket Drone voor schepen

Daan Verhelst

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van
professionele bachelor in de toegepaste informatica

Promotor:
Jens Buysse
Co-promotor:
Pieter Verhelst

Instelling: —

Academiejaar: 2019-2020

Derde examenperiode

Faculteit Bedrijf en Organisatie

Een Pocket Drone voor schepen

Daan Verhelst

Scriptie voorgedragen tot het bekomen van de graad van
professionele bachelor in de toegepaste informatica

Promotor:
Jens Buysse
Co-promotor:
Pieter Verhelst

Instelling: —

Academiejaar: 2019-2020

Derde examenperiode

Woord vooraf

Waarom koos ik voor dit onderwerp? Drones zijn de dag van vandaag niet meer uit het straatbeeld weg te denken. Hoewel je ze niet overal waar je kijkt ziet rondvliegen, worden ze al jaren op verschillende vlakken ingezet.

Zoals vele nieuwe technologische ontwikkelingen vindt ook deze zijn oorsprong in een militaire toepassing. Je hebt waarschijnlijk al een aantal beelden gezien van Amerikaanse "precisie-bombardementen" in films worden dit soort beelden ook heel graag gebruikt.

Het is maar al te vaak zo dat dergelijke uitvindingen pas daarna hun weg vinden naar het commerciële circuit. Denken we hierbij maar aan luchtfotografie tot koerierdiensten zoals Amazon. Wat echter nooit uit het oog mag verloren worden is het humane aspect. Hoe kunnen we drones gebruiken in het voordeel van de mens. Ook hier zijn gelukkig al tal van toepassingsgebieden zoals tijdens acties van politie en brandweer waar het van belang is om een algemeen overzichtsbeeld te krijgen van de situatie.

Door met verschillende mensen te praten over het onderwerp van mijn bachelorproef, vernam ik ook dat de eerste stappen al gezet zijn op het vlak van inzetten van drones tijdens reddingsoperaties rond en op zee. Zowel voor drenkelingen als bootvluchtelingen is het van levensbelang dat zij zo snel mogelijk gevonden en gered worden.

Tijdens deze gesprekken kwam ook naar voor dat, naast de kinderziektes van de technologie, rond deze problematiek nog tal van keuzes moeten gemaakt worden betreffende hard- en software, alsook beslissingen omtrent éénduidige wetgeving eens men zich in internationale wateren bevindt. Dit leek mij dan ook een heel interessant deelaspect van de toepassing van drones, de moeite waard om verder uit te diepen.

Ten eerste zijn er tal van vragen betreffende de drones die beantwoord moeten worden.

Hoe kunnen ze ingezet worden voor het redden van mensenlevens op zee? Welke drones zijn er vandaag op de markt beschikbaar? Hoe zijn ze gemaakt en wat kosten ze? Welke zijn het meest geschikt in deze specifieke toepassing? Met welke opties kunnen ze verder uitgerust worden teneinde de efficiëntie te verhogen? Welke software is al ontwikkeld en waar kan deze nog verbeterd worden?

Ten tweede stelt zich de vraag welke instanties zijn er nu al actief op het vlak van reddingsoperaties en hoe gaan zij te werk. In welke mate kunnen drones een meerwaarde betekenen in dergelijke situaties? Hoe kan er samengewerkt worden tussen deze instanties? En tot slot, minstens even belangrijk, welke wetgeving bestaat er en in welke mate kan hiervoor een internationaal draagvlak gecreëerd worden?

Vooraleer hierop verder in te gaan, wil ik een aantal mensen bedanken. Zij hebben cruciale informatie bijgedragen over verscheidene onderdelen van het concept of mij geholpen met de proof-of-concept.

Allereerst zou ik graag Mr. Dirk Vanbeylen willen bedanken. Hij heeft mij geholpen met het opstellen van het proof-of-concept door mij een drone ter beschikking te stellen alsook mij te helpen met de besturing ervan. Ook gaf hij mij allerhande tips en advies hieromtrent.

Ten tweede wil ik Mevr. An Beun bedanken. Zij is een werknemer bij het IKWV, kort voor de Intercommunale Kustreddingsdienst West-Vlaanderen. Al was zij niet in staat om zelf de nodige informatie te verschaffen, heeft ze me toch zo goed mogelijk geholpen. Zij heeft mij doorverwezen naar het MRCC waar ik wel de nodige informatie kon verzamelen.

Mr. Dries Boodts is werkzaam bij het MRCC, kort voor het Maritiem Reddings- en coördinatiecentrum, en heeft heel wat bijgedragen aan het uiteindelijke resultaat van deze paper. In het bijzonder kon hij mij veel vertellen rond de wetgevingen van toepassing op het gebruik van drones op zee alsook de procedures die zowel bedrijven als reddingsdiensten moeten/kunnen volgen.

Mr. Pieter Verhelst was mijn copromotor voor deze paper. Hij zou me bijstaan gedurende de proof-of-concept fase van de bachelorproef maar helaas stak het coronavirus daar een stokje voor. Toch wil ik hem bedanken omdat hij ertoe bereid was in de eerste plaats.

Tenslotte wil ik Mr. Jens Buysse bedanken. Hij heeft me gedurende het uitschrijven van deze paper, als promotor, ondersteund door het delen van een aantal van zijn ideeën rond het onderwerp alsook door het geven van feedback op verscheidene elementen zoals opmaak, spelling en veel meer.

Samenvatting

Jaarlijks sterven er wereldwijd gemiddeld 320.000 mensen de verdrinkingsdood. Ongeveer 75% van die 320.000 sterfgevallen komen voort uit rampen zoals overstromingen, tsunami's, e.d. Ook vissers hebben een verhoogd risico om te sterven door verdrinking. Daarom is het van cruciaal belang dat er een manier is die ten allen tijde beschikbaar is en helpt bij het zo snel mogelijk opsporen van drenkelingen. Een oplossing zou kunnen zijn dat we een drone op elk schip plaatsen die dan meteen ingezet kan worden voor het zoeken en volgen van de drenkeling alsook het doorsturen van zijn locatie. In deze paper bespreken we de verschillende camera- en dronetechnologieën die beschikbaar zijn om zo de ideale hardware uit te kiezen. Ook zullen we gaan kijken naar de software die nodig is om dit concept te kunnen realiseren. Daarna komen de belangrijkste factoren waarmee rekening gehouden moet worden voor de software. Tenslotte bestuderen we het bestaande systeem waarin we ons concept willen implementeren om op die manier een zo goed mogelijk actieplan op te stellen. Daarvoor gaan we kijken naar procedures en wetgevingen die bedrijven en reddingsdiensten moeten/kunnen volgen. Om dit concept effectief te gaan realiseren zullen er op Europees en/of wereldwijd vlak een aantal wetten of overeenkomsten gerealiseerd moeten worden omtrent het gebruik van drones voor reddingsoperaties. Indien deze wetgevingen en/of overeenkomsten tot stand gebracht kunnen worden, is er niets dat het implementeren van dit concept kan belemmeren. De nodige technologieën zijn beschikbaar en blijven nog steeds evolueren om nog betere prestaties te kunnen leveren. Het is dus zeker mogelijk dat de onderdelen die in deze paper besproken werden, vervangen kunnen worden door betere onderdelen in de toekomst. Er zijn ook extra zaken die we in de toekomst zouden kunnen onderzoeken zoals o.a. de werking van het softwarepakket dat de communicatie tussen het moederschip en de reddingsdiensten zal verzorgen. Ook zouden we in de toekomst onderzoek kunnen doen naar een systeem waarbij schepen, die in de buurt van het incident aanwezig zijn en over een drone beschikken, deze kunnen inzetten om een nog groter zoekgebied te kunnen doorzoeken.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	13
1.1	Probleemstelling	13
1.2	Onderzoeksvragen	13
1.3	Onderzoeksdoelstelling	14
1.4	Opzet van deze bachelorproef	14
2	Stand van zaken	15
2.1	Hardware	15
2.1.1	Inleiding	15
2.1.2	Optimale optische technologie voor het detecteren van drenkelingen	16
2.1.3	Optimale drone voor reddingsacties op zee	18
2.1.4	Extra opties	19

2.2 Software	20
2.2.1 Besturing van de drone	20
2.2.2 Herkenningssoftware	21
2.2.3 Hoe kan een drone geprogrammeerd worden?	22
3 Implementatie	25
3.1 Bestaande procedures, wetten en verwerking	25
3.2 Opstijgen en landen op zee	28
3.3 Acties bij detectie van een drenkeling	28
4 Proof of concept	31
4.1 Inleiding	31
4.2 Situering van de test	31
4.3 Voorbereiding van de software	33
4.4 Tijdens de vlucht	33
4.5 Gevonden!	34
4.6 Bevindingen	37
5 Conclusie	39
A Onderzoeksvoorstel	41
A.1 Introductie	41
A.2 State-of-the-art	42
A.3 Methodologie	42
A.4 Verwachte resultaten	43

A.5 Verwachte conclusies	43
Bibliografie	45

Lijst van figuren

4.1	DJI Mavic Pro (Reichelt, g.d.)	32
4.2	Een kaart van de locatie met de waypoints erop aangeduid	33
4.3	De drenkeling wanneer hij van ver gezien wordt.	35
4.4	De drenkeling nadat de drone correct geïnformeerd is.	35
4.5	Het functionaliteitenmenu van de Litchi app. Bevat o.a. waypoint en tracking	36
4.6	De app tijdens active tracking	36

1. Inleiding

1.1 Probleemstelling

Op jaarbasis sterven er gemiddeld 320.000 mensen de verdrinkingsdood. Het is echter wel zo dat ongeveer 75% van deze sterfgevallen, ramp zoals overstromingen als oorzaak hebben, maar dan nog is het zo dat ongeveer 80.000 mensen buiten een ramp overlijden aan verdrinking. (World Health Organisation, 2020) Eén van de hoofdoorzaken van de verdrinkingsdood is uiteraard het niet op tijd terug vinden van de drenkelingen. Daarom zou het gebruik van een drone een groot verschil kunnen maken. Drones zijn sneller, efficiënter in objectherkenning dankzij de computer die het bestuurt en ze kunnen van bovenaf veel meer zien dan de reddingsdiensten zelf. Daarom kan de aanwezigheid van een drone op elk schip een goede oplossing zijn om mensen sneller op te sporen en zo het aantal sterfgevallen door verdrinking nog meer te beperken.

1.2 Onderzoeksvragen

Welke hardware is het beste om te gebruiken bij reddingsacties op zee?

- Welke camera's dient men te gebruiken?
- Welke drone(s) dient men te gebruiken?
- Welke extra opties kunnen de efficiëntie van reddingsacties nog verhogen?

Hoe kunnen we de drone het beste besturen?

- Is een automatisch pilootsysteem voldoende? Moeten we combineren met handma-

tige besturing?

Wat is de beste manier om drones te implementeren in de bestaande situatie van de zeevaartsector?

1.3 Onderzoeksdoelstelling

Op het einde van dit onderzoek moeten we in staat zijn om een aanbeveling te geven voor zowel de hardware als de software die gebruikt kunnen worden voor het inzetten van drones bij reddingsacties. Ook moeten we concreet kunnen aantonen hoe het gebruik van drones binnen het huidige systeem van de zeevaartsector kan verwerkt worden.

1.4 Opzet van deze bachelorproef

De rest van deze bachelorproef is als volgt opgebouwd:

In Hoofdstuk 2 wordt een overzicht gegeven van de stand van zaken binnen het onderzoeksgebied, op basis van een literatuurstudie.

In Hoofdstuk 3 wordt de mogelijkheid voor de implementatie van dit concept toegelicht.

In Hoofdstuk 4 wordt beschreven hoe we een deel van ons concept uitgetest hebben.

In Hoofdstuk 5, tenslotte, wordt de conclusie gegeven en een antwoord geformuleerd op de onderzoeks vragen. Daarbij wordt ook een aanzet gegeven voor toekomstig onderzoek binnen dit domein.

2. Stand van zaken

2.1 Hardware

2.1.1 Inleiding

In dit deel zullen we de noodzakelijke en optionele hardware bespreken die gebruikt kunnen/moeten worden voor het optimaliseren van de efficiëntie van drones bij het detecteren van drenkelingen op (diep)zee. We nemen even de tijd om de verschillende beschikbare types van camera's te bestuderen. We zullen proberen om de meest geschikte camera('s) te vinden voor het assisteren bij reddingsoperaties. Bij het vinden van deze optimale camera('s) moet er uiteraard rekening gehouden worden met verscheidene factoren zoals de kledij van de drenkeling (kleur, reflectiviteit), de snelheid waarmee drenkelingen gedetecteerd kunnen worden, etc. Ook zullen we een vergelijking maken tussen verschillende drones die momenteel beschikbaar zijn. Factoren zoals snelheid, stabiliteit, robuustheid, kostprijs, etc zullen hier van groot belang zijn. Ook gaan we de voor- en nadelen bespreken van het inzetten van zowel één als meerdere drones. Ten slotte bespreken we nog enkele optionele onderdelen die eventueel ook gebruikt kunnen worden voor het optimaliseren van de overlevingskans van de drenkeling. Hier denken we aan een mogelijkheid tot communicatie tussen de boot en de drenkeling, het brengen van een reddingsboei naar de drenkeling, etc.

2.1.2 Optimale optische technologie voor het detecteren van drenkelingen

Standaard camera

De standaard camera, die we gebruiken voor het maken van mooie foto's, is ons allemaal bekend. Elke smartphone is tegenwoordig uitgerust met camera's die heel gedetailleerde foto's kunnen maken. De ontwikkeling van deze technologie staat ook niet stil. Maar wat is zo'n camera nu eigenlijk? Hoe werkt het en hoe kunnen wij het gaan gebruiken voor de uitwerking van ons idee? (nl. het gebruik van camera's voor persoons detectie op zee)

Wat is een camera? Een camera is een toestel dat in staat is om een beeld dat zich voor de lens bevindt vast te leggen. Eens de persoon, die de foto wil trekken, op de knop drukt om het beeld vast te leggen, opent een shutter die tot dan het licht tegenhield. De lens zal dan het binnenvkomende licht focussen zodat het op een fotografische film of digitale sensor terecht komt. Aan de hand van deze fotografische film of digitale sensor, kan dan een digitale representatie van de personen, het object of landschap samengesteld worden. Als we nu dit proces telkens weer herhalen en alle foto's op een snel tempo na elkaar tonen, krijg je een videofragment in plaats van één enkele foto. Om dit te kunnen doen moet men natuurlijk aan een zeer hoog tempo foto's kunnen trekken zodat verandering in de getrokken omgeving geleidelijk aan weergegeven kan worden en niet in sprongen. De snelheid waarmee de foto's genomen worden, wordt uitgedrukt in frames per seconde waarbij een frame een synoniem is voor een foto. Een veel voorkomend frame-rate bij videocamera's is 24 frames per seconde wat dus wil zeggen dat er per seconde 24 foto's genomen worden. Om deze video nu aan een correcte snelheid af te spelen moeten de afbeeldingen ook aan een snelheid van 24 frames per seconde weergegeven worden. De resolutie van een foto is ook een belangrijke factor bij fotografie. Deze wordt uitgedrukt in pixels en hangt af van het aantal fotodiodes op de digitale sensor. Deze fotodiodes zijn de componenten die de lichtinval opvangen en omzetten naar digitale data van de foto. Een pixel is een, meestal heel klein, stukje van de afbeelding die een bepaalde kleur aanneemt. (Jon Tarrant, 2007)

Hoe kunnen wij zo'n camera nu gaan toepassen op de detectie van drenkelingen op diepzee? Zoals eerder vermeld werd, kunnen we aan een heel hoog tempo foto's nemen met een welbepaalde resolutie om zo een videofragment vast te leggen. Indien we nu elk van deze frames zouden laten analyseren aan de hand van een algoritme, dat in staat is om mensen te herkennen/classificeren, zouden we op die manier aan persoonsherkenning kunnen doen. Het is van cruciaal belang dat we het frame-rate alsook de resolutie van de beelden niet te hoog maken zodat het algoritme niet overladen wordt bij het analyseren van alle frames. Een probleem met deze camera is de afhankelijkheid van voldoende lichtinval. In zeer donkere omstandigheden zoals bij nacht op zee, zou dit dus geen goede oplossing zijn.

IR-Camera

Zoals we in de vorige paragraaf besproken hebben, is het zo dat normale camera's in donkere omstandigheden, niet voldoende zouden zijn voor het detecteren van drenkelingen op zee. Het is namelijk zo dat er gedurende de helft van de dag cyclus niet voldoende

lichtinval zal zijn om duidelijke afbeeldingen te maken waaruit een algoritme dan een drenkeling kan herkennen. Daarom zijn er andere technologieën die op een zeer gelijkaardige manier beelden kunnen vastleggen maar toch met een ander resultaat. Een van deze alternatieve technologieën is de infrarood camera.

Wat is nu het verschil tussen een gewone camera en een infrarood camera? Zoals eerder vermeld is het eigenlijk een zeer klein verschil tussen de twee camera's. Ook nu wordt er gewerkt met een lens, een shutter en sensoren. Het verschil is dat, bij een infrarood camera, een infrarood sensor array gebruikt wordt in plaats van een gewone digitale sensor. Deze sensoren zijn in staat om infrarood energie te detecteren en deze informatie om te zetten naar een afbeelding. Het menselijk lichaam geeft veel verschillende stralingen af maar infrarood licht is een van de meest aanwezige vormen van straling.

Om deze technologie nu te gaan toepassen op het detecteren van drenkelingen op zee, kunnen we zeer gelijkaardig te werk gaan. Een infrarood camera kan namelijk, op een gelijkaardige manier als de normale camera, heel snel foto's nemen. Op die manier kunnen we videomateriaal maken door ze opnieuw op eenzelfde framerate af te spelen. Ook kunnen we frame per frame gaan analyseren om na te gaan of een drenkeling op dat frame te zien is. Het voordeel aan infrarood camera's is dat het menselijk lichaam, die veel infraroodstralingen uitstraalt, sterk oplicht op een frame of foto dat genomen werd door zo'n camera. Hierdoor is een infrarood camera een zeer goede optische technologie in donkere omgevingen.

Warmtecamera

Zoals vermeld in de bovenstaande paragraaf, zijn er betere alternatieven voor het detecteren van drenkelingen dan een gewone camera. De warmtecamera is hier nog een voorbeeld van. Deze camera is ook weer heel gelijkaardig aan de gewone camera met opnieuw als grootste verschil de soort straling die gedetecteerd wordt. Bij warmtecameras wordt er ook licht uit het infra-rode spectrum opgevangen maar deze keer in het lange infrarood bereik waar men bij infrarood camera's eerder het licht uit de near-infrarode regio gaat opvangen. Het licht binnen de near-infra-rode regio is net niet zichtbaar met het blote oog. Het grote nadeel van infrarood camera's is dat er toch nog een heel kleine hoeveelheid licht nodig is om de camera naar behoren te laten werken. Dit is waar warmtecamera's beter scoren ten opzichte van infrarood camera's. Omdat warmtecamera's gebruik maken van licht uit het lange infrarood bereik, zijn deze camera's niet afhankelijk van ander licht. Dit type van camera registreert enkel de warmte die een menselichaam uitstraalt. Daarom is dit een betere optie ten opzichte van de andere camera's. Deze kan zowel 's nachts als overdag gebruikt worden. Een probleem is echter wel dat de lichaamstemperatuur van de drenkeling zal zakken in het koude zeewater. Een combinatie van infrarood met warmtecamera is dus aangeraden voor een maximale efficiëntie.

Deze camera kunnen we opnieuw op een gelijkaardige manier gebruiken. We laten foto's of frames nemen die we dan analyseren aan de hand van een algoritme. Op basis daarvan kunnen we bepalen of er een drenkeling in beeld is of niet.

Conclusie

Het is duidelijk dat de gewone camera niet voldoende zal zijn voor het efficiënt detecteren van drenkelingen. De beste opties zijn infrarood- en warmtecamera's. Aangezien elk van deze camera's ook nadelen hebben, is het beter om beide te combineren voor maximum efficiëntie.

2.1.3 Optimale drone voor reddingsacties op zee

Er zijn verschillende zaken die in rekening gebracht moeten worden wanneer we een drone kiezen. Zo moeten we bijvoorbeeld nagaan wat de kwaliteit is van de materialen die gebruikt werden bij de productie van de drone, de mate waarin het geprogrammeerd kan worden om autonoom op pad te gaan, de kostprijs en de beschikbaarheid van de drone en zijn bijbehorende vervangstukken, de reikwijdte van het toestel, de hefkracht van het toestel en hoelang de drone in de lucht kan blijven zonder opgeladen te moeten worden. Eerst zullen we een goedkopere consumer-grade drone bespreken. We kijken of het voordeliger is om goedkope toestellen te gebruiken en ze simpelweg te vervangen bij schade of dat we een duurdere drone nemen met vervangstukken.

Consumer-grade drone

Het eerste toestel dat we gaan bekijken is een drone van het bedrijf Ryze Robotics. (Ryze Robotics, g.d.) Het kost iets minder dan 110 euro wanneer we het aankopen via het officiële verkooppunt (DJI Store, g.d.).

We weten niet uit welk materiaal deze drone opgebouwd is wat wil zeggen dat we ook niet weten hoe resistent deze drone is tegen heftigere weersomstandigheden. De drone is niet programmeerbaar en er is geen mogelijkheid om een reddingsband naar de drenkeling te transporteren door een gebrek aan opties voor een robotische arm alsook een lage draagkracht van de drone. Ook herstelling van een drone is niet mogelijk door het gebrek aan vervangstukken dus moeten we bij schade een nieuwe drone aanschaffen. De reikwijdte van de drone is slechts 100 meter. Indien de drenkeling pas na een paar minuten als vermist opgegeven wordt, is het mogelijk dat de drone niet ver genoeg kan vliegen om de drenkeling te detecteren. De vliegtijd is slechts 13 minuten dus indien de drenkeling niet binnen die 13 minuten terug gevonden en gered wordt, verliest de drone zijn waarde aangezien de drone in staat moet zijn om zijn locatie te versturen naar de reddingstroepen. Ook de snelheid van 8 meter / seconde is eerder aan de lage kant. Over het algemeen kunnen we stellen dat deze drone niet geschikt is voor deze toepassing.

Drone uit de middelste prijsklasse

De Mavic Pro (DJI, g.d.-b), van het merk DJI, is een toestel met een prijs van 1000 euro. Dit is op zich niet goedkoop maar als je kijkt naar de prijzen die drones kunnen aannemen dan valt dit best nog mee. Dit is de drone waar we ook effectief onze proof-of-concept mee zullen uitvoeren. Deze drone kan tot 13km ver vliegen in optimale omstandigheden

(weinig of geen wind). Het kan vliegen aan een maximale snelheid van 65 km per uur (opnieuw indien er weinig of geen wind is) en heeft een gewone camera die 4K beelden vast kan leggen. De drone kan tot 21 minuten vliegwaardig blijven. Daarna moet de batterij vervangen worden maar dit kan vrij snel en efficiënt gebeuren. Deze drone kan geautomatiseerd worden maar met een aantal beperkingen. We zullen dit later verder in detail bespreken.

Een duurdere drone

Nu gaan we een voorbeeld van een duurdere drone bekijken die specifiek ontworpen is voor het gebruik in search and rescue missies. Deze drone is duurder dan de drone die wij gaan gebruiken maar zou heel wat voordelen hebben. (DSLRPros, g.d.)

Deze drone is bijvoorbeeld gemaakt met materialen die water- en stofwerend zijn zodat het in verscheidene weersomstandigheden kan vliegen. De drone kan geprogrammeerd worden om een bepaald pad te volgen en er is standaard een systeem geïmplementeerd dat de drone in staat stelt om pakketjes van 1.4kg te transporteren en te laten vallen. De drone heeft een vliegbereik van 8000 meter en er is een warmtecamera en infrarood camera (die ook als normale camera kan functioneren) inbegrepen in het pakket (wat ideaal is gezien we deze twee camera's wensen te combineren). De drone kan 38 minuten vliegwaardig blijven vooraleer het opgeladen moet worden, heeft een maximum snelheid van 82 kilometer per uur en er is een handige kist waar de drone en alle bijbehorende onderdelen in opgeborgen kunnen worden. Tot slot is er een monitor inbegrepen in het pakket.

Dit is duidelijk een betere optie voor deze use case.

Een versus meerdere drones

Het snel vinden van drenkelingen op zee is cruciaal voor de overlevingskansen van deze persoon. Dit roept de volgende vraag op. Is één drone voldoende of hebben we er meerdere nodig om de efficiëntie van het zoeken te optimaliseren? Om dit te bepalen moeten we nagaan hoeveel oppervlakte één drone kan doorzoeken binnen een bepaald tijdsbestek. Neem nu dat de drone de maximum hoogte van 120 meter aanhoudt en dat de drone een oppervlakte van 6400 vierkante meter (80m x 80m) "ziet". Uitgaande van het feit dat het laatst besproken model een snelheid haalt van 23m/s, betekent dat de drone, iedere 4 seconden, 64 vierkante meter kan inspecteren met als gevolg dat we in 1 minuut, een gebied van 96 vierkante kilometer kunnen doorzoeken. We moeten er uiteraard rekening mee houden dat de drone deze snelheid niet continue aanhoudt maar zelfs al is het maar 80 vierkante kilometer dan nog is dit meer dan voldoende. Het is dus wel duidelijk dat één drone voldoende zal zijn voor het vinden van één drenkeling.

2.1.4 Extra opties

De drone zelf is op zich reeds een grote aanwinst bij reddingsoperaties maar het kan nog beter. Door de drone uit te rusten met een aantal extra opties, kunnen we de efficiëntie

van een drone bij reddingsoperaties nog verhogen. Daarom zullen we in dit onderdeel een aantal optionele uitbreidingen bespreken waarmee de drone ook uitgerust kan worden.

Luidsprekers en een microfoon voor communicatie

Stel, iemand valt overboord in het water. De drone wordt geactiveerd en vindt na een bepaalde tijd de drenkeling terug. Wat kan de drone doen terwijl de reddingsdiensten onderweg zijn? Een optie zou kunnen zijn om een luidspreker en microfoon in de drone te verwerken om communicatie op afstand mogelijk te maken. Op deze manier kan er extra informatie ingewonnen worden. Bijvoorbeeld: is de drenkeling bij bewustzijn, is hij gewond, is hij alleen, ... Deze vorm van communicatie kan ook kalmerend werken doordat het slachtoffer nu weet dat hulp onderweg is. De microfoon kan ook dienen als geluidsdetector. Als de drenkeling luid roept naar de drone die hij/zij ziet passeren, dan zou dit ook als middel voor lokalisatie kunnen dienen. Dit is echter enkel mogelijk in rustige en stille omstandigheden. Het geluid van wind en water kunnen hierbij een storende factor zijn.

Vuurfakkel voor signalisatie

Een andere mogelijkheid zou kunnen zijn dat we aan de hand van het transportsysteem een vuurfakkel naar de drenkeling brengen zodat de reddingsoperatoren sneller zien waar de drenkeling zich bevindt. Dit zou tijd uitsparen in donkere omstandigheden. Hoewel de warmtecamera dan de exacte locatie uit het oog zal verliezen, door de grote hoeveelheid hitte die de vuurfakkel veroorzaakt, kan een inschatting van de locatie nog steeds behouden blijven en voor de exacte locatie dient uiteraard de vuurfakkel.

2.2 Software

Inleiding

In het vorige onderdeel hebben we de noodzakelijke en optionele hardware, zoals drones en camera's, besproken. Uiteraard is hardware op zichzelf niet voldoende. Deze hardware moet door een of ander software systeem bestuurd en ondersteund worden en dat is precies wat we in dit onderdeel gaan bespreken. We zullen onderzoek doen naar het al dan niet handmatig of geautomatiseerd besturen van de drone. Een combinatie is uiteraard ook mogelijk. Daarna zullen we het herkenningsalgoritme gaan bespreken zodat we een beter begrip krijgen van hoe het werkt en hoe we het kunnen toepassen op deze toepassing.

2.2.1 Besturing van de drone

Handmatig

Het handmatig besturen van de drone heeft zowel voor- en nadelen.

De voordelen zijn dat je meer controle hebt over de drone waardoor je gerichter kan werken. Als je weet waar de drenkeling ongeveer zou kunnen zijn zou je de drone zelf in die richting kunnen sturen om zo sneller de drenkeling te vinden.

De nadelen zijn dat mensen niet altijd even accuraat tewerk kunnen gaan als we dit vergelijken met een computer. Human error vergroot de kans dat de drenkeling niet tijdig gevonden wordt. Een andere vereiste van het handmatig besturen van de drone is dat men mensen zal moeten opleiden voor het besturen van die drone.

Autonom

De drone laten besturen door een computer systeem heeft ook zijn consequenties. Een pluspunt is dat de computer, op basis van coördinaten, een veel accurater rasterpatroon kan volgen waardoor de foutenmarge tot een minimum herleid wordt. Op die manier kan de drone grotere oppervlakten scannen zonder iets te missen wat de efficiëntie van de zoekactie verhoogt. Een nadeel is dan weer dat een computer systeem niet over intuïtie of buikgevoel beschikt. Het zal het voorgeprogrammeerde pad afleggen en niets meer of minder.

Combinatie

Gezien beide zowel pro's als contra's hebben, is het beter om de twee opties te combineren om op die manier zoveel mogelijk voordelen te behouden. We zouden bijvoorbeeld handmatig kunnen zoeken in de algemene richting waar men vermoed de drenkeling terug te vinden en na het vinden van de drenkeling kan de computer dan overnemen voor het volgen van de drenkeling tot hij of zij uiteindelijk gered wordt. Ook is het soms wettelijk verplicht om de drone door een gecertificeerde piloot te laten besturen. In dat geval kunnen we niet anders.

2.2.2 Herkenningssoftware

Wat is het?

Hierboven hebben we al verschillende keren aangehaald dat we een algoritme zullen gebruiken voor het analyseren van de frames die we binnen krijgen. Dit algoritme heet een klassificatie neuraal netwerk of CNN en is een onderdeel van Aritficiële Intelligentie. Voordat we het algoritme in gebruik kunnen nemen, moeten we het gaan trainen aan de hand van een grote set voorbeeldafbeeldingen. Het algoritme zal proberen te "redeneren" tot welke klasse elke voorbeeld toebehoort en op basis van de fouten die het maakt zal een aanpassing in "de denkwijze" aangebracht worden. Deze "redeneringen" gebeuren aan de hand van een wiskundige functie en het "aanpassen van de denkwijze" is niets meer dan het veranderen van de variabelen van die functie. Nadat het algoritme voldoende getraind is, zou het dan in staat moeten zijn om afbeeldingen, die niet in de set voorbeelden zaten, juist te klassificeren. Het grootste nadeel van dit soort algoritmes is dat we een groot aantal foto's ter beschikking moeten hebben van de zee, zowel met als zonder drenkeling.

Hoe passen we dit toe?

Zoals hierboven vermeld werd, moeten we dus een grote set voorbeeldfoto's gaan gebruiken om het algoritme op te leren in het herkennen van drenkelingen op een afbeelding. We hebben al gezegd dat we een warmtecamera en een infrarood camera gaan gebruiken dus we kunnen ervoor zorgen dat de personen op de afbeelding sterk verschillen in kleur ten opzichte van de rest van de afbeelding. De set voorbeeldfoto's zal evenveel afbeeldingen met als zonder drenkeling moeten bevatten en dan zullen we nog een kleinere set voorbeeldfoto's moeten voorzien om het algoritme te gaan testen op het accuraat klassificeren. Eens de training voltooid is, kan het algoritme ingezet worden om aan persoonsherkenning te doen.

2.2.3 Hoe kan een drone geprogrammeerd worden?

Drones van het merk DJI

DJI is een heel bekend merk van drones. Ze hebben drones van alle prijsklassen alsook software die ermee gepaard gaat. Om deze nu te gaan programmeren zijn er enkele opties beschikbaar. Men moet wel rekening houden met de hardware van de drone bij het kiezen van één van deze opties. Sommige drones zullen namelijk niet voldoende uitgerust zijn met bepaalde hardware om een optie te gebruiken.

De eerste optie, dewelke wij verder zullen onderzoeken, is het gebruik maken van de mobile SDK van DJI (DJI, g.d.-c). Deze SDK stelt de gebruiker in staat om een iOS of android app te creëren op voorwaarde dat hij of zij voldoende voorkennis heeft van programmeren en de documentatie van de SDK grondig doorneemt. Indien deze app correct geprogrammeerd is, kan de gebruiker, de drone gaan besturen aan de hand van deze app. Het grootste nadeel is dat men heel voorzichtig moet zijn bij het gebruiken dergelijke apps wanneer de drone maar een beperkt aantal sensoren heeft. Indien de app de drone opdraagt om ergens naartoe te vliegen zal deze, zonder dit in vraag te stellen, de opdracht uitvoeren. Dit kan gevaarlijk zijn omdat, wanneer de drone een obstakel niet "ziet", het ertegen kan vliegen. Dit kan voor ernstige schade of zelfs verwondingen zorgen. In onze toepassing zouden deze obstakels apparatuur van het schip kunnen zijn. Er zijn reeds een groot aantal android apps alsook iOS apps beschikbaar op de respectievelijke app stores en deze apps bevatten een reeks van heel handige features. De app van DJI (DJI, g.d.-a) heeft bijvoorbeeld een "Active Tracking"feature die de drone in staat stelt om een object, dier of persoon de volgen ongeacht van waar het object, dier of de persoon naartoe beweegt. Ook is er een app genaamd Litchi (VC Technology Ltd, g.d.) die in staat is om de drone een voorgedefinieerd pad te laten volgen. Dit pad is gebaseerd op coördinaten en de drone zal van coördinaat naar coördinaat vliegen in een rechte lijn. We zullen deze apps later verder bespreken.

De tweede optie is het gebruiken van de Onboard SDK (DJI, g.d.-d). Hiermee kan de gebruiker, de drone rechtstreeks gaan programmeren indien deze een computer aan boord heeft. Hier is echter nog een extra hardware requirement waaraan voldaan moet worden. Naast de Onboard computer moeten er namelijk voldoende sensoren aanwezig zijn zodat

de drone autonoom kan bepalen waar het veilig is om te vliegen. Dit is bij de nieuwere en dus duurdere modellen standaard het geval.

De derde en laatste optie is de Windows SDK (DJI, g.d.-e). Deze SDK kan ingezet worden bij het ontwikkelen van een Windows App. Hiervoor heb je opnieuw een recenter model nodig aangezien hier opnieuw de vereiste van voldoende sensoren van kracht is.

Andere drones

Wat de andere drones betreft zullen deze, op het vlak van automatisatiemogelijkheden, variëren van model tot model alsook van merk tot merk. De duurdere drone die speciaal voor reddingsacties ontwikkeld werd, is gebouwd met een aantal componenten van DJI en kan dus ook gebruik maken van hun SDK's. De drones die dat niet kunnen, hebben misschien hun eigen SDK's, kunnen via software geprogrammeerd worden of zijn ongeschikt voor deze toepassing.

3. Implementatie

Inleiding

Nu we voldoende voorkennis hebben omtrent zowel hardware als software en zo de meest efficiënte hardware en software bepaald hebben voor deze toepassing (nl. reddingsacties op diepzee) kunnen we dieper ingaan op de implementatiefase van dit concept. Vooraleer we een goed voorstel kunnen formuleren voor de implementatie van drones bij reddingsacties is het van belang dat we ook rekening houden met de reeds bestaande wetgeving omtrent het gebruik van drones binnen de zeevaartsector. Daarom zullen we ons in dit onderdeel gaan verdiepen in de bestaande procedures die bedrijven en reddingsdiensten moeten volgen alsook de wetten rond het gebruik van drones op zee. Daarna kunnen we, op basis van al deze informatie, de effectieve acties en implementatie van de drone gaan vastleggen. Aansluitend daarop bespreken we alle stappen van opstijgen en landen tot het vastleggen van acties die de drone zou ondernemen in het geval van het detecteren van een drenkeling.

3.1 Bestaande procedures, wetten en verwerking

Wetten rond dronegebruik op zee

Op dit moment is het bijzonder moeilijk om dit concept in België te gaan implementeren. Door het koninklijk besluit RPAS (sinds 2016) zijn de enige instanties die onmiddellijk een drone mogen inzetten indien zij het nodig achten de politie, de brandweer en de civiele bescherming van België. Alle andere instanties moeten eerst een administratieve weg doorlopen alvorens zij een aanvraag kunnen indienen, laat staan enige actie ondernemen.

Op 1 januari 2021 zal er echter een wetgeving bekraftigd worden op Europees vlak

waardoor, indien er een gecertificeerd piloot aanwezig is, een drone ingezet mag worden zonder verdere administratie. Vanaf die datum kunnen we dit concept wel implementeren, althans in België.

Alle oceanen en zeeën zijn opgedeeld in SRRs of Search and Rescue Regions. Voor België is dit de Maritieme Search and Rescue Region (MSRR). Het luchtruim is ook opgedeeld in FIRs of Flight Information Regions. Voor het implementeren van dit concept moeten we dus rekening houden met de van kracht zijnde wetgeving op beide zones. Dit wil dus zeggen dat de drone enkel kan ingezet worden indien deze zich in wateren bevindt die dit, volgens de wetgeving van het respectievelijke land, toestaan. Voor het implementeren van dit concept zal dus een Europese of wereldwijde overeenkomst tot stand gebracht moeten worden met meerdere landen die ook interesse hebben in dit concept.

Procedures van reddingsdiensten

Van zodra de reddingsdiensten een oproep binnenkrijgen in verband met een drenkeling en voldoende informatie verzameld hebben kunnen zij vertrekken naar de plaats van het incident. Eenmaal aangekomen zullen zij, indien het slachtoffer nog niet gevonden is, een zoekactie uitvoeren met behulp van boten en/of helikopters aan de hand van een drift- of zoekplan. Ook staan zij in voor het coördineren en synchroniseren van andere reddingseenheden die eventueel ook ingezet werden. Eens de drenkeling gevonden is en vervolgens in veiligheid gebracht, moeten de reddingsdiensten deze informatie doorgeven aan de juiste instantie. Voor België is dit het Maritieme Reddings- en Coördinatiecentrum (MRCC).

Procedures van bedrijven in de scheepvaartsector

Bij een man-over-boord incident mag het personeel van het vaartuig zelf onmiddellijk ingrijpen. Zij moeten niet wachten op de reddingsdiensten om zelf een poging te ondernehmen om de drenkeling te redden. Het kan wel zijn dat de SAR mission coördinatoren (SAR staat voor Search And Rescue), de poging van het moederschip stop zetten indien het verderzettten ervan inefficiënt geacht wordt.

Verwerking van drones in het bestaande systeem

De eerste stap van de implementatie van dit concept zal inhouden dat, op Europees of wereldwijd vlak, zoveel mogelijk landen een overeenkomst afsluiten die dit concept toelaten. Indien een Belgisch schip zich bijvoorbeeld in Spaanse wateren begeeft, dan moet Spanje het inzetten van de drone toelaten zonder dat er om gevraagd moet worden om zo snel mogelijk de drenkeling te vinden en te volgen. Anders verliest de drone opnieuw zijn nut.

Eens dit gerealiseerd is, moeten we een gemeenschappelijk netwerk opstellen dat alle betrokken partijen in staat stelt om vlot met elkaar te communiceren. Eens de drone opstijgt, moet automatisch een signaal gegeven worden aan de reddingsdienst in kwestie, waarna deze meteen contact kan opnemen met het moederschip waartoe de drone behoort,

om verder te kunnen communiceren. Eens de reddingsdiensten bijna op de plaats van het incident aangekomen zijn, kan de gecertificeerde piloot, de drone ver genoeg verwijderen van de drenkeling zodat deze niet in de weg van de reddingsdiensten vliegt. Dit kan ook verwerkt worden in de software van de drone zodat deze zich automatisch op een veilige afstand positioneert. Indien de drenkeling nog niet gevonden werd, kunnen de reddingsdiensten advies geven in verband met zoekpatronen die de crew kan volgen of vragen de drone terug te trekken zodat zij zelf de zoektocht kunnen verderzetten.

3.2 Opstijgen en landen op zee

In normale omstandigheden zou het landen en opstijgen met een drone geen overdreven moeilijke onderneming mogen zijn. Je plaatst de drone op een vlak oppervlak en de drone kan verticaal opstijgen. Gelijkwaardig voor het landen kan je simpelweg de drone naar de landingsbaan of het landingsplatform sturen en dan de hoogte van de drone geleidelijk aan verlagen. Opstijgen en landen op een schip is echter niet zo gemakkelijk. Terwijl je op land een stilstaand platform hebt, is een schip constant in beweging. We willen uiteraard niet dat de drone tegen het schip of het materiaal op het schip botst.

Vertrek

Voor het vertrek moeten we dus rekening houden met de snelheid van het schip alsook de koers die het schip volgt want als we verticaal zouden opstijgen, is het niet onmogelijk dat de nog steeds verder varende boot, de stationaire drone onderschept. Hoewel het schip waarschijnlijk wel gestopt zal worden bij een man-over-boord incident, staat een groot schip niet meteen stil. We willen echter wel zo snel mogelijk de drone inzetten zodat de drenkeling zo vlug mogelijk gevonden en gevuld kan worden. Daarom moet de drone ergens kunnen opstijgen waar geen obstakels zijn waartegen het zou kunnen vliegen. Voorbeelden hiervan zijn aan de rand van het schip, op een verhoogd punt zoals een balkon of helemaal achteraan het schip. Deze locaties zijn uiteraard verschillend voor elk schip aangezien schepen veel verschillende vormen aan kunnen nemen.

Recovery

Eens de drone zijn opdracht voltooid heeft, kunnen we de drone uiteraard niet gewoon achterlaten. We willen deze terug zien te krijgen zodat deze bij het volgende incident opnieuw gebruikt kan worden. We kunnen enerzijds een "return to home"zender implementeren zodat de drone ten allen tijde weet waar het terecht kan na de reddingsactie of een gecertificeerd piloot kan het manueel terug vliegen. Deze zender geeft zijn locatie door aan de drone zodat deze steeds de weg naar het schip terug kan vinden. We zitten echter wel opnieuw met het probleem dat een schip nooit volledig stil staat. Dit kan landen moeilijker maken, zeker als het schip nog aan vaarsnelheid voortbeweegt maar dit is vrij onwaarschijnlijk. Het schip moet zo weinig mogelijk bewegen tijdens de landing om ongevallen te voorkomen.

3.3 Acties bij detectie van een drenkeling

Wat moet de drone nu doen wanneer het de locatie van de drenkeling ontdekt heeft. Er zijn verscheidene zaken die de drone kan en/of moet doen. De drone moet aangeven dat het iets of iemand gedetecteerd heeft. Er kan geopteerd worden voor het landen van de drone, met opblaasbare voetstukken, om de batterij van de drone te sparen tot de reddingsdiensten ter plaatse zijn of de drone kan in de lucht blijven. Tot slot kan de drone gebruikt worden om de kalmte van de drenkeling te bewaren zodat hij of zij niet te veel energie verspilt en

het zo langer kan uithouden tot de reddingsdiensten aankomen. Deze zaken zullen we nu bespreken.

Signalisatie van locatie

Het is belangrijk dat, wanneer de drenkeling gevonden is, de drone zijn locatie doorgeeft aan zowel de crew van het schip als de reddingsdiensten. De crew van het schip zal ook al kunnen zien op de monitor wanneer de drone tot stilstand komt. Dat zou één methode kunnen zijn voor het bepalen van de locatie van de drenkeling maar dit is natuurlijk niet de beste oplossing die we met deze technologie kunnen bereiken. Het automatisch signaleren en locatie delen zou een veel effectievere oplossing zijn. Zo kunnen de reddingsdiensten meteen naar de locatie van het signaal navigeren met een hoge waarschijnlijkheid, de drenkeling daar terug te vinden.

Landen versus vliegen

Eens de drone de locatie van de drenkeling ontdekt heeft en het signaal gegeven heeft zodat de reddingsdiensten ook op de hoogte gebracht zijn, kan de drone 2 zaken doen: landen op zee of in de lucht blijven. Beide opties hebben pro's en contra's waar rekening mee gehouden moet worden.

In de lucht blijven heeft als voordeel dat het veel makkelijker is om de drenkeling te blijven volgen om zo een accurate locatie door te kunnen blijven geven. Een groot nadeel is dan weer dat het batterijverbruik aanzienlijk stijgt waardoor de drone genoodzaakt kan zijn om vroegtijdig terug te keren en de reddingsdiensten mogelijks te laat komen. Ook moeten we rekening houden met het feit dat reddingsacties dikwijls ondernomen worden aan de hand van een helikopter. Dit wil zeggen dat er een systeem ontwikkeld en geïmplementeerd zal moeten worden zodat de drone weet wanneer het uit de weg moet gaan voor de helikopter of dat een gecertificeerd piloot de drone uit de weg navigeert. De drone in de lucht houden heeft dus duidelijk heel wat nadelen. Als alle stroom gebruikt kan worden voor signalisatie, dan is er veel minder risico dat de drone moet terugkeren vooraleer de drenkeling gered wordt door reddingsdiensten. Een nadeel is echter wel dat het voor de drone veel moeilijker is om de drenkeling in de gaten te houden. Er moet ook gezorgd worden dat de drone geen obstakel vormt voor de reddingsactie indien men boten gebruikt. Een goede oplossing zou kunnen zijn dat de drone uitgerust is met een soort van airbag zodat deze een reddingsboei kan vormen. De drone kan op een veilige afstand landen en de drenkeling kan er dan naartoe zwemmen. Dit maakt het ook makkelijker om via een microfoon te communiceren met mensen op het schip.

Kalmte van de drenkeling bewaren

Paniek is een grote risicofactor in elke mogelijke situatie die je kan bedenken. Het is al vaak gebleken dat mensen, die in paniek slaan, het vermogen om rationeel na te denken verliezen. Dit feit leidt dikwijls tot ongelukkige en soms zelfs dodelijke ongevallen. Op zee kan paniek echter nog andere gevolgen teweeg brengen. Indien een drenkeling in

paniek raakt, zal hij of zij meer energie gaan verbruiken door hyperventilatie, overbodige bewegingen en eventueel door huilen of roepen om hulp. We moeten ervoor zorgen dat de drenkeling deze extra energie spaart zodat hij of zij niet bezwijkt door vermoeidheid.

4. Proof of concept

4.1 Inleiding

Nu we een duidelijker beeld hebben van de hard- en software die op dit moment op de markt beschikbaar is alsook hoe we dit concept zouden kunnen implementeren, kunnen we dit deels uitwerken in de vorm van een scenario. Het scenario begint op het moment waar een bemanningslid (of klant in het geval van cruiseschepen) overboord gevallen is. De eerste reactie van het bevoegd personeel is om de drone uit te halen en volledig voor te bereiden voor vertrek alsook de reddingsdiensten te contacteren en over het incident in te lichten. Op die manier kunnen de reddingsdiensten zo snel mogelijk vertrekken. Na het inlichten van de reddingsdiensten begint onze test.

Beeldmateriaal van het experiment kan bekijken worden via volgende link:
<https://youtu.be/jnHxVoWearw>

4.2 Situering van de test

Zoals hierboven vermeld werd, zitten we dus volgens ons scenario op een groot schip zoals bijvoorbeeld een vracht- of cruiseschip. Door één of ander ongelukkig ongeval is er een werknemer of klant van het dek afgevallen en ligt nu in het water. De werknemers of passagiers hebben dit doorgegeven aan de kapitein en deze is nu bezig met het stil leggen van het schip. Ondertussen is een werknemer die hiervoor getraind werd en dus de nodige kennis heeft, de drone aan het voorbereiden voor vertrek. In onze test maken we gebruik van de DJI Mavic Pro (figuur 4.1). Deze drone kan bestuurd worden aan de hand van zowel iOS als android apps. Voor onze test gebruiken we de DJI GO 4 app en de Litchi app die

beide over een aantal handige functionaliteiten beschikken.



Figuur 4.1: DJI Mavic Pro (Reichelt, g.d.)

4.3 Voorbereiding van de software

Na het klaar zetten van de drone, neemt de piloot de afstandsbediening en tablet bij zich en opent hij de reeds geïnstalleerde app Litchi. Nadat de app geopend is, navigeert hij naar de "Waypoint"modus waarin hij, manueel of bij voorkeur aan de hand van een template omdat dat sneller is, de verschillende navigatiepunten instelt (figuur 4.2). Indien men een goed idee heeft van waar de drenkeling zich bevindt, kan men deze waypoints aanpassen zodat de drone meteen in de juiste richting vliegt. Een alternatief zou kunnen zijn om in alsmaar verder uitdeinende concentrische cirkels rond het schip te circuleren met de drone. Wanneer het pad ingesteld is, drukt men op de "play"toets waarna de drone automatisch dit pad zal volgen. In onze test wordt geopteerd voor een eenvoudige lus vanwege plaatsgebrek maar dit zal in het midden van de oceaan uiteraard niet het geval zijn.



Figuur 4.2: Een kaart van de locatie met de waypoints erop aangeduid

4.4 Tijdens de vlucht

De drone is nu vertrokken en volgt autonoom het ingestelde pad dankzij de Litchi app. Hoewel het detecteren van een drenkeling via de SDK (gemaakt en ter beschikking gesteld door DJI) wel geautomatiseerd zou kunnen worden, gaan wij gedurende de test op het zicht kijken wanneer de drenkeling op het scherm in beeld komt. In onze test is dit met een gewone camera wat op zich niet altijd de optimale oplossing is in donkere omstandigheden of in klaarlichte dag maar als we gebruik zouden maken van infra-rood en/of warmte camera's, zoals eerder besproken werd in hoofdstuk 2 en 3, dan zou het verschil tussen de drenkeling en de omgeving (oceaan) duidelijk genoeg zijn zodat dit geen probleem meer vormt.

4.5 Gevonden!

We hebben de drenkeling gevonden zoals je kan zien op figuur 4.3! Op dit moment moet de verantwoordelijke, de besturing van de drone even overnemen om hem correct te positioneren (figuur 4.4) waarna hij de "Active Tracking"functie kan activeren (figuur 4.5). Het exact positioneren van de drone zou opnieuw geautomatiseerd kunnen worden maar dit doen we in onze test niet. De "Active Tracking"functie is in staat om een object, dat aangeduid werd door de gebruiker, te volgen en in het midden van het beeld te houden (figuur 4.6). Dan moet de crew van het schip slechts de coördinaten, die ze op het scherm waarop de app draait kunnen aflezen, door te geven aan de reddingsdiensten zodat zij een exacte locatie hebben om naartoe te navigeren. Van zodra de reddingsdiensten ter plaatse zijn, is het de taak van de bestuurder van de drone om deze op tijd weg te navigeren van de drenkeling zodat de reddingsoperatie niet bemoeilijkt wordt.



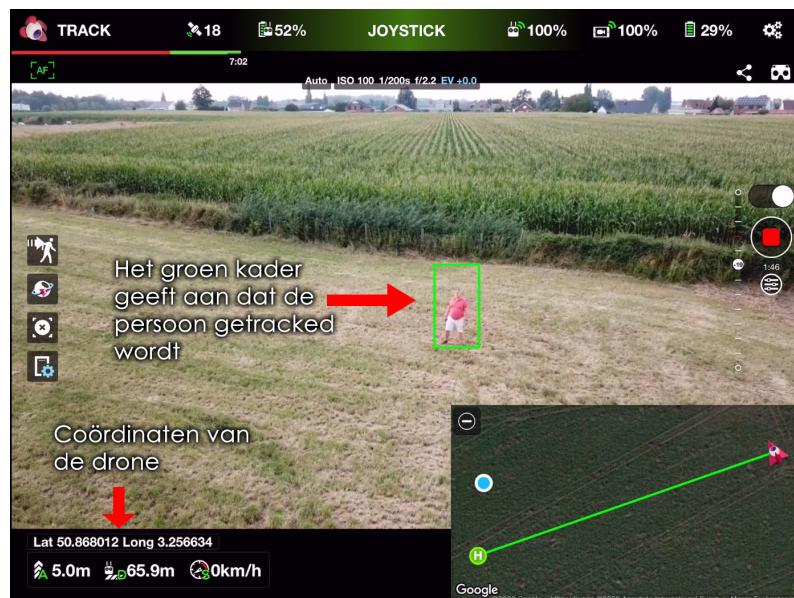
Figuur 4.3: De drenkeling wanneer hij van ver gezien wordt.



Figuur 4.4: De drenkeling nadat de drone correct gepositioneerd is.



Figuur 4.5: Het functionaliteitenmenu van de Litchi app. Bevat o.a. waypoint en tracking



Figuur 4.6: De app tijdens active tracking

4.6 Bevindingen

Tijdens het uitvoeren van ons scenario hebben we het volgende vastgesteld:

- De "Waypoint" functionaliteit van de Litchi app werkte heel erg goed. De drone was in staat om het vooraf ingestelde pad zonder problemen te volgen.
- De "Active Tracking" functionaliteit van de Litchi app werkte niet zo goed. Het verloor zijn "zicht" op de drenkeling na enkele seconden waardoor we het kader rond de "drenkeling" ook dikwijls moesten hertekenen.

Wil dit dan zeggen dat "Active Tracking" een technologie is die nog niet op punt staat? Nee, het werkt namelijk perfect op de app die door DJI zelf ontwikkeld is. Zelfs op een hoogte van 10-15 meter, wanneer het lichaam van een persoon veel kleiner is, kon de drone onze drenkeling nog steeds volgen en in beeld houden. Het is dus vooral de Litchi Active Tracking die nog geoptimaliseerd moet worden. Ondanks het feit dat de technologie nog niet helemaal op punt staat, zijn er duidelijk mogelijkheden genoeg die voldoen aan de vereisten van onze toepassing.

5. Conclusie

We hebben de hardware, de software en de implementatie van een on-board drone besproken en kunnen besluiten dat dit de beste manier van aanpak is.

Van cruciaal belang is het feit dat op Europees en/of globaal vlak een éénduidige wetgeving tot stand komt zodat dit concept kan geïmplementeerd worden.

Eens dat er is, kunnen we de duurdere drone gebruiken die standaard uitgerust is met een warmtecamera en een infrarood camera alsook een systeem dat ons in staat stelt om zaken te transporteren.

Vervolgens zullen we een groot volume voorbeeldfoto's moeten maken om deze onder te verdelen tussen training- en testdataset. Pas daarna kunnen we het klassificatie-algoritme trainen en aan de hand van de testdataset, de accuraatheid gaan testen. Eens de accuraatheid van het algoritme op punt staat, kunnen we het algoritme in gebruik gaan nemen.

Verder kunnen we de drone verder gaan uitrusten met een extra microfoon, luidspreker, een reddingsboei of module die de drone omvormt tot een reddingsband en het belangrijkste onderdeel, een lokalisatiezender zodat de locatie doorgegeven kan worden aan zowel de bemanning van het schip als de reddingsdiensten.

Tot slot kunnen we nog het softwarepakket gaan maken dat de drone in staat stelt om de kustwacht, verantwoordelijk voor de wateren waarin het schip zich bevindt, te verwittigen van het incident alsook andere gegevens zoals de locatie van het incident door te geven. Ook zal het softwarepakket instaan voor de verdere communicatie tussen de crew van het schip en diezelfde kustwacht.

De stappen die men moet ondernemen in het geval van een man-over-boord situatie zijn de

volgende:

De eerste stap is het lanceren van de drone zodat deze een signaal geeft aan de respectieve-lijke reddingsdiensten. Vervolgens wordt er gewacht op het contact met de reddingsdiensten. Deze hebben ondertussen de locatie reeds doorgegeven aan de reddingsoperatoren. Verder advies kan gegeven worden door de reddingsdiensten aan de crew. Tenslotte kan de drone, éénmaal de drenkeling gevonden is, de locatie doorgeven zodat de reddingsdiensten (of de crew indien de reddingsdiensten nog niet aangekomen zijn) kunnen overgaan tot de effectieve reddingsoperatie.

Na het uitvoeren van de proof-of-concept, kunnen we nu met zekerheid zeggen dat de technologieën, die op dit moment op de markt beschikbaar zijn, zeker volstaan om dit concept volledig uit te werken. Het is zelfs mogelijk om de drone alles op een volledig autonome manier te laten uitvoeren. Zeker met de duurdere drones die veel flexibeler geprogrammeerd kunnen worden dankzij de extra sensoren, betere vliegperformantie en andere optionele uitbreidingen moet dit concept zonder twijfel gerealiseerd kunnen worden. Het is echter wel zo dat dit een omvangrijk project zal zijn aangezien, zoals eerder al vermeld, er heel wat invalshoeken zijn waarmee rekening moet gehouden worden. Voor dergelijk project kunnen de kosten hoog oplopen en zal de tijd die dit in beslag kan nemen aanzienlijk zijn. Kosten noch moeite mogen echter gespaard blijven wanneer we het hebben over het redden van een mensenleven.

A. Onderzoeksvoorstel

Het onderwerp van deze bachelorproef is gebaseerd op een onderzoeksvoorstel dat vooraf werd beoordeeld door de promotor. Dit voorstel is opgenomen in deze bijlage.

A.1 Introductie

Het probleem

Jaarlijks sterven gemiddeld 320.000 mensen door verdrinken. Het grootste deel in overspoelingsrampen maar ook vissers lopen een verhoogd risico. Stel dat een visser per ongeluk in de oceaan valt tijdens het doorvaren van een omgeving met sterk beperkt zicht, dan is het cruciaal om de drenkeling zo spoedig mogelijk op te sporen. Hoe langer de drenkeling vermist blijft, hoe verder hij/zij afgevoerd kan worden door de stromingen van de oceaan en dus hoe kleiner de kans dat de drenkeling terug gevonden wordt voordat onderkoeling of vermoeidheid optreedt. Eens vermoeidheid of onderkoeling optreedt is de kans op overlijden des te groter.

De oplossing

De dag van vandaag zijn er al heel wat optische technologieën beschikbaar die, in combinatie met de juiste software, in staat zijn om mensen te detecteren. Er zijn ook drones die door relatief barre weersomstandigheden kunnen navigeren zonder veel problemen en nog belangrijker, aan hoge snelheid. Daarom zou de combinatie van deze twee technologieën, een zeer effectieve manier kunnen zijn om drenkelingen snel op te sporen.

Doelstelling & onderzoeks vragen

Het doel van deze bachelorproef is het vinden van de beste optische technologie(ën) voor het opsporen van drenkelingen bij bepaalde weersomstandigheden.

onderzoeks vragen:

Is er een optische technologie superieur ten opzichte van alle andere technologieën?

Zoniet, welke technologie is de beste en onder welke omstandigheden?

A.2 State-of-the-art

Drones worden reeds gebruikt voor het assisteren van reddingsoperaties in verscheidene andere omgevingen zoals bijvoorbeeld rampgebieden (aardbevingen, tornado's, overstromingen, ...)(Câmara, 2015), bergketens of gebieden met heuvelachtige eigenschappen (Muhammed e.a., 2017) en oorlogsgebieden. Het is dus zonder twijfel mogelijk om drones in barre weersomstandigheden in te zetten.

Er is reeds onderzoek gedaan naar het detecteren van personen aan de hand van infra-rood camera's zoals beschreven in (Michael, Thomas, Marco & Juergen, 2014). Gezien er weinig andere organismen met eenzelfde grote infra-roodsignatuur zullen zijn, is het niet onwaarschijnlijk dat dit een goede oplossing zou kunnen zijn voor ons probleem.

Voor het gebruiken van warmtecamera's is er ook al heel wat onderzoek gedaan. (Leira, Johansen & Fossen, 2015) beschrijft een onderzoek waarbij men personen of objecten detecteert aan de hand van een klassificatiealgoritme (onderdeel van machineleren) op zee en ze daarna ook te volgen.

Ten slotte zijn er nog nachtzicht camera's. Dit is nog een andere soort camera die ook organismen met een lichaamswarmte via kleuren aanduidt. Ook bij dit type camera is er reeds onderzoek uitgevoerd voor het detecteren van mensen. In dit onderzoek werden 2 soorten algoritmen onderzocht met als doel, het vinden van het algoritme met de beste nauwkeurigheid. (Sharma, Agrawal, Srivastava & Singh, 2017)

Voor het herkennen van mensen op basis van verkregen beelden kan, zoals hierboven vermeld werd, een klassificatiealgoritme gebruikt worden. Dit is een algoritme die toebehoort tot het domein van artificiële intelligentie. Zo kan men tegenwoordig reeds aan veel gecompliceerdere objectherkenning doen dan wij in ons geval nodig zullen hebben. Meer over klassificatiealgotirmen wordt besproken in (Priyadarshiny, 2019).

A.3 Methodologie

Tijdens dit onderzoek zal er aan de hand van verscheidene soorten camera's en een klassificatiealgoritme nagegaan worden welke camera's het beste presteren bij welke weersomstandigheden. We zullen bij verschillende weersomstandigheden en op verschil-

lende afstanden nagaan of een persoon gedetecteerd wordt. Zoals eerder vermeld gaan we gebruik maken van klassificatiealgoritmes die de pixels met een persoon in een aparte klasse onderbrengt om zo de drenkeling te vinden. Dit algoritme zal wel eerst getraind moeten worden vooraleer aan herkenning gedaan kan worden.

A.4 Verwachte resultaten

Als resultaat verwachten we dat elke camera zijn sterktes en zwaktes zal hebben. Bij de ene set weersomstandigheden zal camera A misschien superieur zijn terwijl bij andere weersomstandigheden camera B dan weer meer voordelen biedt.

A.5 Verwachte conclusies

Ik verwacht dat camera's zoals warmtecamera's en infraroodcamera's met de hoogste efficiëntie te werk zullen gaan. Een gewone camera maakt te weinig onderscheid tussen organismen en de omgeving. Daarboven ben ik van mening dat warmtecamera's nog efficiënter zullen zijn dan infra-roodcamera's. Indien mensen in een reddingsboot erin slagen om een noodfakkel aan te steken bij het passeren van een drone, dan zullen ze zeker opgemerkt worden door een warmtecamera.

Bibliografie

- Câmara, D. (2015). Cavalry to the rescue: drones fleet to help rescuers operations over disaster scenarios. Verkregen van <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7003421>
- DJI. (g.d.-a). *DJI Go 4 - App*. Verkregen van <https://www.dji.com/be/downloads/djiapp/dji-go-4>
- DJI. (g.d.-b). *Mavic Pro*. Verkregen van <https://www.dji.com/be/mavic>
- DJI. (g.d.-c). *Mobile SDK DJI*. Verkregen van <https://developer.dji.com/mobile-sdk/>
- DJI. (g.d.-d). *Onboard SDK DJI*. Verkregen van <https://developer.dji.com/onboard-sdk/>
- DJI. (g.d.-e). *Windows SDK DJI*. Verkregen van <https://developer.dji.com/windows-sdk/>
- DJI Store. (g.d.). *Tello*. Verkregen van https://store.dji.com/product/tello?from=menu_products&vid=38421
- DSLRPros. (g.d.). *DSLRPros Matrice 210 + XT2 First Responder Thermal Kit*. Verkregen van <https://www.dslrpros.com/matrice-210-first-responder-thermal-kit.html>
- Jon Tarrant. (2007). *Understanding Digital Cameras*. Elsevier. Verkregen van openlibrary.org/works/OL2174798W/Understanding_Digital_Cameras
- Leira, F. S., Johansen, T. A. & Fossen, T. I. (2015). Automatic detection, classification and tracking of objects in the ocean surface from UAVs using a thermal camera. Verkregen van <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7119238>
- Michael, T., Thomas, M., Marco, H. & Juergen, B. (2014). Low Resolution Person Detection with a Moving Thermal Infrared Camera by Hot Spot Classification. Verkregen van <https://ieeexplore.ieee.org/document/6909985>
- Muhammed, F. B., Suleyman, T., Aynur, S., Ozgur, T., Mustafa, C. & Yunus, K. (2017). The potential use of unmanned aircraft systems (drones) in mountain search and rescue operations. Verkregen van <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0735675717307507>

- Priyadarshiny, U. (2019). Introduction to Classification Algorithms. Verkregen van <https://dzone.com/articles/introduction-to-classification-algorithms>
- Reichelt. (g.d.). *Mavic Pro Image*. Verkregen van <https://www.reichelt.com/magazin/nl/ademenemende-opnamen-dji-mavic-pro-cameradrone/>
- Ryze Robotics. (g.d.). *TELLO*. Verkregen van <https://www.ryzerobotics.com/tello/specs>
- Sharma, S. K., Agrawal, R., Srivastava, S. & Singh, D. K. (2017). Review of human detection techniques in night vision. Verkregen van https://www.researchgate.net/publication/323349108_Review_of_human_detection_techniques_in_night_vision
- VC Technology Ltd. (g.d.). *Litchi - App*. Verkregen van <https://flylitchi.com>
- World Health Organisation. (2020). Drowning. Verkregen van <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drowning>