



# Drone mesh netwerk simulatie

Onderzoeksrapport

HAN Arnhem

561399

MWJ.Berentsen@student.han.nl

Versie 1

Alten Nederland B.V.

Docent: J. Visch, MSc

Assessor: ir. C.G.R. van Uffelen

M.W.J. Berentsen

22 februari 2019

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Hoofd- en deelvragen</b>	<b>4</b>
2.1	Hoofdvraag . . . . .	4
2.2	Deelvragen . . . . .	4
2.3	Onderzoeksmethode . . . . .	4
2.3.1	De gekozen onderzoeksmethodes . . . . .	5
2.4	Invloed op het project . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Criteria</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Literatuur</b>	<b>9</b>
4.1	Welke simulatie software is geschikt om een drone in na te bootsen? . . . . .	9
4.1.1	Gazebo of Webots? . . . . .	10
4.1.2	Conclusie . . . . .	10
4.2	Welke gesimuleerde drone is geschikt voor de simulatie software? . . . . .	11
<b>5</b>	<b>Oplossingsrichtingen</b>	<b>12</b>
<b>6</b>	<b>Experimenten</b>	<b>13</b>
<b>7</b>	<b>Conclusie</b>	<b>14</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>15</b>

## Samenvatting

Optioneel een samenvatting van het onderzoek. Hier kunnen anderen snel inzicht krijgen in wat jij hebt onderzocht en wat je conclusie is.

- Kunnen derden snel inzicht krijgen in jouw onderzoek?
  - Staat de conclusie erin vermeld?
-

# 1 — Inleiding

De inleiding beschrijft:

- Waarvoor het onderzoek gedaan wordt;
- Beschrijf waarom het onderzoek nu wordt uitgevoerd;
- Het doel van het onderzoek.

---

Het volgende onderzoek rapport wordt uitgevoerd ten behoeve van de het afstudeerproject van Maurice Berentsen, Hogeschool van Arnhem en Nijmegen

## 2 — Hoofd- en deelvragen

In dit hoofdstuk worden de hoofd- en deelvragen genoemd en onderbouwd. Er wordt een scope bepaalt met wat er onderzocht wordt en dus ook wat niet. Vervolgens wordt de onderzoeksmethode toegelicht en beargumenteerd. Tenslotte wordt de invloed van het onderzoek op het afstudeerproject beschreven.

### 2.1 Hoofdvraag

Het doel van dit onderzoeksrapport is het beantwoorden van de volgende opgesteld hoofdvraag:

*Is het mogelijk om meerdere drones, verbonden in een onderling mesh netwerk, in zetten voor het monitoren van gebieden?*

Doordat de uitvoerende student van dit onderzoek niet beschikt over een certificaat om met drones te mogen vliegen behoudt dit onderzoek zich tot een simulatie. Het mesh netwerk wordt wel voorzien van een fysiek prototype.

### 2.2 Deelvragen

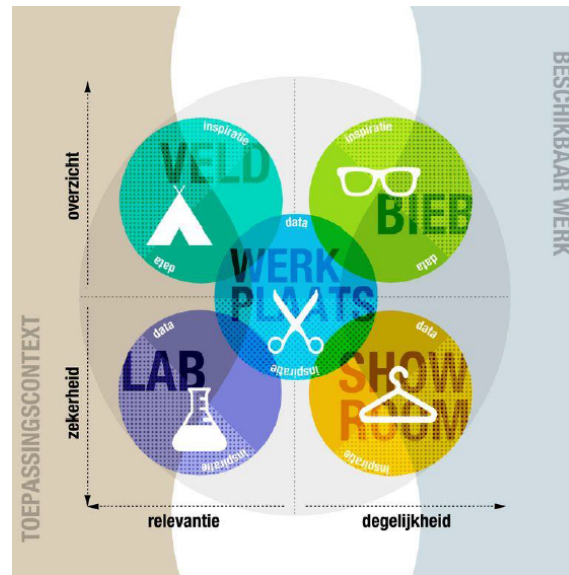
Om de hoofdvraag te kunnen beantwoorden zijn er de volgende deelvragen opgesteld:

- Welke simulatie software is geschikt om een drone in na te bootsen?
- Welke gesimuleerde drone is geschikt voor de simulatie software?
- Welke mesh netwerk hardware is geschikt voor het onderling verbinden van drones?
- Welke mesh netwerk library is geschikt voor de te gebruiken hardware?
- Hoe gedraagt een node uit het mesh netwerk zich bij slecht of geen bereik?

### 2.3 Onderzoeksmethode

De onderzoeksmethodes volgen de structuur van de *ICA methodenkaart* (Van Turnhout et al., 2014). De methodenkaart is een onderzoek framework voor professionals in ICT en media. Het ontwerp van het framework gaat uit van het idee van triangulatie. Triangulatie is het combineren van verschillende theorieën, methoden of databronnen om zo tot betere antwoorden te komen op je onderzoeksvragen.(Oates, 2005). Door het definiëren van zo

geheten werkplaatsen en hun samenhang geeft het de onderzoeker een set van methoden en technieken. De vijf verschillende werkplaatsen binnen het framework zijn: *lab*, *veld*, *showroom*, *bieb* en *werkplaats*.



Figuur 2.1: De vijf werkplaatsen binnen het framework en hun systematiek. Overgenomen uit *De informatieprofessional 3.0* van Van Turnhout et al. (2014)

### 2.3.1 De gekozen onderzoeksmethodes

De deelvragen gaan gedeeltelijk over keuzes van gebruik. Welke software en hardware is geschikt, is een vraag die veel naar voren komt. Hieruit valt te concluderen dat de onderzoeker zich nog aan het oriënteren is. "De onderzoeksruimte bieb bevat een verzameling methoden en technieken die dienen tot oriëntatie op beschikbaar werk." (Van Turnhout et al., 2014) Daarom wordt er gekozen om een bieb onderzoek uit te voeren naar de deelvragen die gaan over geschiktheid. Dit zodat de onderzoeker zich nog kan oriënteren naar het beschikbare aanbod en nog op nieuwe deelvragen kan komen.

Lab onderzoek wordt pas later uitgevoerd omdat niet alle hardware voor handen is, maar ook omdat er niet genoeg tijd beschikbaar voor is. Van Turnhout et al. zegt het volgende over lab onderzoek: De onderzoeksruimte lab bevat methoden die geschikt zijn om de oplossing te toetsen aan een aspect van de toepassingscontext. Daarom is het lab onderzoek geschikt voor het moment waarop de hardware beschikbaar is en de onderzoeker het gedrag hiervan exact in kaart wil brengen en wil bewijzen dat de gestelde eisen behaald worden.

Oates (2005) stelt dat een systeem bouwen 'bewijs' is dat een nieuw soort toepassing gebouwd kan worden. Als dit het doel is heeft het onderzoek waarschijnlijk hoofdzakelijk een werkplaats karakter, maar alle andere onderzoeksruimtes kunnen een rol spelen. Gedurende het huidige onderzoek zal er door de onderzoeker software geschreven worden om bewijs te leveren dat een nieuw drone systeem een toepasbaar alternatief is. Daarom past de werkplaats onderzoeksruimte goed bij dit onderzoek.

## 2.4 Invloed op het project

### 3 — Criteria

Maak hier een lijst met criteria aan de hand van de hoofd- en deelvragen.

- Zijn de criteria duidelijk opgesteld?
- Waar moet de oplossing aan voldoen, staat dit erin?

In [Tabel 3.1](#) worden codes gebruikt als naam voor de criteria, wat deze betekenen wordt eerst toegelicht:

- ALG: Een algemene eis die in elke onderzoek meegenomen moet worden.
- SK: Een eis die gesteld worden in de keuze naar simulatie software.
- DR: Een eis voor de te gebruiken drone in de simulatie.
- PH: Eisen opgesteld aan het hardware prototype.

Naam	Beschrijving
ALG1	Is voorzien van API documentatie.
ALG2	Ondersteunt aansturing vanuit C++ .
ALG3	Heeft ondersteuning voor het Linux platform Ubuntu 18.04
ALG4	Software is gratis in gebruik voor studenten
SK1	Heeft ondersteuning voor UAV (unmanned air vehicle) ook wel drone genoemd
SK2	Ondersteunt de simulatie van locatie bepaling sensoren zoals GPS.
SK3	Heeft een kant en klare oplossing voor simulatie van externe krachten zoals wind.
SK4	Heeft een ingebouwde pathfinding oplossing.
SK5	Ondersteunt ROS als middleware.
SK6	Ondersteunt de detectie van botsingen.
SK7	Ondersteunt de simulatie 100 drones tegelijk.
DR1	De drone is een quadcopter.
DR2	De drone is is voorzien van een API voor aansturing op basis van coördinaten.
DR3	De API sluit aan op de middleware ROS melodic.
DR4	De drone is bruikbaar binnen de gekozen simulatie software.
DR5	De drone moet een kleine goedkope drone representeren.
PH1	Ondersteunt een bereik van minimaal 100 meter tot 1000 meter.
PH2	Ondersteunt het gebruik van grid networking om tot een mesh te kunnen komen.
PH3	Maakt gebruik van een openbare bandbreedte.
PH4	De antenne mag niet meer dan 10 euro kosten.
PH5	Moet zuinig in gebruik van stroom zijn. TODO beter definiëren
PS1	Ondersteund een mesh netwerk van minimaal 100 nodes.



Naam	Beschrijving
PS2	Het netwerk is zelf herstellend.
PS3	Ondersteunt het draaien op een raspberry pi of een arduino (UNO of NANO).
PS4	Ondersteunt het versturen van zelfgemaakte berichten.

Tabel 3.1: Opgestelde criteria

## 4 — Literatuur

### 4.1 Welke simulatie software is geschikt om een drone in na te bootsen?

Voor het onderzoek wordt gebruik gemaakt van een simulatie omgeving. Welke software wordt gebruik staat vastgesteld in deze paragraaf. De keuze van software wordt bepaald door het uitvoeren van de bieb onderzoeksmethode. In de [Tabel 3.1](#) staan de criteria toegelicht waar de simulatie software aan moet voldoen. Als hoofdcriteria wordt een lijst opgesteld met simulatoren die ondersteuning hebben voor ROS. Vervolgens worden deze aan de hand van een kruistabel onderworpen aan de andere criteria. Deze techniek is gebaseerd op de "Comparison Chart" van (Van Turnhout et al., z. j.) uit de "*CMD Methods Pack*"

De kandidaten zijn:

- **Actin** is een simulatie framework van het bedrijf Energid. Het is in staat om de beweging van verschillende robots gelijktijdig aan te sturen.
- **Gazebo** is een opensource robot simulatie framework bijzonder geschikt voor het simuleren van robotica in outdoor omgevingen door de uitgebreide Physics Engine Support.
- **V-REP (Virtual Robot Experimentation Platform)** is een platform geschikt voor het snel bouwen van robot prototypes.
- **Webots** is een open source-ontwikkelomgeving die wordt gebruikt voor het modelleren, programmeren en simuleren van mobiele robots.
- **OpenRAVE** biedt een ontwikkelomgeving voor het testen van motion planning algoritmes aan de hand van simulaties.

Simulator \ Eis	ALG1	ALG2	ALG3	ALG4	SK1	SK2	SK3	SK4	SK5	SK6
Actin	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓
Gazebo	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
V-REP	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x
Webots	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
OpenRAVE	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x

Tabel 4.1: Kruistabel simulatiekeuze

In de [Tabel 4.1](#) komt de simulatie software van Gazebo en Webots naar voren als enige simulatoren die voldoen aan de gestelde eisen. Het nu zaak om te uit te zoeken welke van de twee het meest geschikt is voor het uitvoeren van dit onderzoek.

#### 4.1.1 Gazebo of Webots?

In januari 2018 hebben Pitonakova, Giuliani, Pipe en Winfield een publicatie geschreven waarin zij drie simulatoren vergelijken in het aanbod van features en performance. Zij hebben een vergelijking gedaan tussen V-REP, Gazebo en ARGoS. ARGoS is niet meegenomen in de overweging omdat het geen ondersteuning heeft voor ROS.

In de conclusie van de publicatie komt Webots als het meest gebruiksvriendelijk naar voren in het gebruik en is in het bezit van de meeste features. Het grote nadeel van Webots is dat het veel kracht vraagt van de computer waardoor het niet geschikt is voor de simulatie van veel drones tegelijk.

Daarmee komt de keuze uit op Gazebo. De resultaten van in de publicatie van Pitonakova et al. (2018) tonen aan dat de software in staat is om veel drones tegelijk aan te kunnen sturen. Pitonakova et al. (2018) geeft als nadeel aan Gazebo dat de software niet in staat is om 3d meshes te manipuleren, de user interface niet innovatief is en Gazebo soms problemen met dependencies door de verschillende versies van ROS. Dit laatste brengt een risico met zich mee voor het onderzoek daarom is het ook zaak dat dit als criteria meegenomen word in de deelvraag van [Paragraaf 4.2 Welke gesimuleerde drone is geschikt voor de simulatie software?](#).

#### 4.1.2 Conclusie

Voor het onderzoek wordt Gazebo gebruikt omdat het voldoet aan de gestelde [Criteria](#). De meest recente versie van Gazebo, die niet meer beta is op 19 februari 2019, is Gazebo 9. Deze versie vereist het gebruik van ROS Melodic volgens haar eigen website ([zie link](#)).

## 4.2 Welke gesimuleerde drone is geschikt voor de simulatie software?

In [Paragraaf 4.1](#) is geconcludeerd dat als simulatie software ROS melodic met Gazebo9 wordt gebruikt. Hierin kwam naar voren dat niet elke drone package gebruikt kan worden doordat ze specifiek gemaakt zijn voor de versie van ROS.

Door gebruik te maken van de bieb onderzoeksmethode moet er een uitkomst komen welke drone package gebruikt kan worden. Eerst wordt er gekeken welke er compatibel zijn met ROS melodic. Zodra daar meerdere kandidaten voor gevonden zijn worden deze gefilterd door ze te toetsen aan de gestelde [Criteria](#).

## 5 — Oplossingsrichtingen

- Beschrijf je hoe jouw oplossingsrichting de hoofdvraag beantwoord?
  - Beschrijft de oplossingsrichting de mogelijkheden?
  - Staat hier "Veld" vermeldt van de methodekaart van de HAN?
-

## 6 — Experimenten

- Beschrijft waarom dit experiment van belang is.
  - Voldoet de code van het experiment aan de opgestelde eisen?
  - Voldoet het programma aan de opgestelde QoS?
  - Is gedocumenteerd waarom het programma voldoet aan de opgestelde eisen?
  - Is gedocumenteerd waarom het programma voldoet aan de opgestelde QoS?
-

## 7 — Conclusie

Conclusie uit resultaten. Herhaal en beantwoord de hoofdvraag.

- Trek een conclusie uit de resultaten van de deelvragen.
  - Wordt de hoofdvraag beantwoord?
  - Wat beveel je aan?
-

## Literatuur

- Oates, B. J. (2005, november). Researching information systems and computing. Sage Publications Inc.
- Pitonakova, L., Giuliani, M., Pipe, A. & Winfield, A. (2018, januari). Feature and performance comparison of the v-rep, gazebo and argos robot simulators. *Proceedings of the 19th Towards Autonomous Robotic Systems Conference (TAROS 2018)*. Op 19 februari 2019 verkregen van <http://lenkaspaces.net/tutorials/programming/robotSimulatorsComparison>
- Van Turnhout, K., Craenmehr, S., Holwerda, R., Menijn, M., Zwart, J. & Bakker, R. (2014, september). De informatieprofessional 3.0. In (p. 163-174). Den Haag, Nederland: Academic Service BV. Op 11 februari 2019 verkregen van [https://www.researchgate.net/publication/272421605\\_De\\_methodenkaart\\_praktijkonderzoek](https://www.researchgate.net/publication/272421605_De_methodenkaart_praktijkonderzoek)
- Van Turnhout, K., Mulholland, C., Kamp, I., Jacobs, M., Neumann, A., Rouwhorst, S. & Van der Vlies, L. (z. j.). Cmd methods pack: Find a combination of research methods that suit your needs. Nederland: HAN University of Applied Sciences - Amsterdam University of Applied Sciences. Verkregen van <http://cmdmethods.nl>