



## Stichting NIOC en de NIOC kennisbank

Stichting NIOC ([www.nioc.nl](http://www.nioc.nl)) stelt zich conform zijn statuten tot doel: het realiseren van congressen over informatica onderwijs en voorts al hetgeen met een en ander rechtstreeks of zijdelings verband houdt of daartoe bevorderlijk kan zijn, alles in de ruimste zin des woords.

De stichting NIOC neemt de archivering van de resultaten van de congressen voor zijn rekening. De website [www.nioc.nl](http://www.nioc.nl) ontsluit onder "Eerdere congressen" de gearchiveerde websites van eerdere congressen. De vele afzonderlijke congresbijdragen zijn opgenomen in een kennisbank die via dezelfde website onder "NIOC kennisbank" ontsloten wordt.

Op dit moment bevat de NIOC kennisbank alle bijdragen, incl. die van het laatste congres (NIOC2025, gehouden op donderdag 27 maart 2025 jl. en georganiseerd door Hogeschool Windesheim). Bij elkaar zo'n 1500 bijdragen!

We roepen je op, na het lezen van het document dat door jou is gedownload, de auteur(s) feedback te geven. Dit kan door je te registreren als gebruiker van de NIOC kennisbank. Na registratie krijg je bericht hoe in te loggen op de NIOC kennisbank.

Het eerstvolgende NIOC vindt plaats op 18 maart 2027 in Arnhem en wordt georganiseerd door HAN University of Applied Sciences.

Reacties over de NIOC kennisbank en de inhoud daarvan kun je richten aan de beheerder:

R. Smedinga [kennisbank@nioc.nl](mailto:kennisbank@nioc.nl).

Vermeld bij reacties jouw naam en telefoonnummer voor nader contact.

# Smart Vision for UAVs

**NIOC 2018**

**Jaap van de Loosdrecht**

**Lector Computer Vision**

**NHL Stenden Hogeschool**



## Overzicht

- Kenniscentrum Computer Vision & Data Science
- Commodity drones
- Smart Vision for UAVs
- Toepassingen
- Autonoom vliegen
- Regelgeving
- Toekomst

# Kenniscentrum Computer Vision & Data Science NHL Stenden Hogeschool

**Gestart in 1996**

**Staf 6.8 fte**

**Studenten (stage, afstuderen, minor)**

**Meer dan 250 haalbaarheidsstudies uitgevoerd**

**Breed assortiment industriële inspectiecamera's**

**Gecertificeerd drone operator (ROC en ROC-light)**

**NHL  
STENDEN**

computer vision  
& data science

# Kenniscentrum Computer Vision & Data Science NHL Stenden Hogeschool

**2 Lectoren, 1 senior onderzoeker, 1 project coordinator en  
4 project engineers**



NHL  
STENDEN

computer vision  
& data science

# Kenniscentrum Computer Vision & Data Science



NHL  
STENDEN

computer vision  
& data science

# Kenniscentrum Computer Vision & Data Science

## Vak Computer Vision



NHL  
STENDEN

computer vision  
& data science

# Kenniscentrum Computer Vision & Data Science

## Minor Computer Vision & Data Science

(2x per jaar, een semester, landelijk via KiesOpMaat)



### Deep Learning



## GPUs, NHL Stenden Deep Frisian

**44 Xeon cores, 512GB RAM, 98TB hard disk,**

**4 x NVIDIA Tesla P100s with NVLINK**

**14.000 cores, 64 GB**

**Up to 400 Teraflops of computing power**



NHL  
STENDEN

computer vision  
& data science

## Drones in civiele toepassingen met camera's

- Commerciële operators die diensten aanbieden met drones bestuurt door grondpiloten mbv GPS-waypoints
- Commodity producten, bijvoorbeeld: DJI Phantom

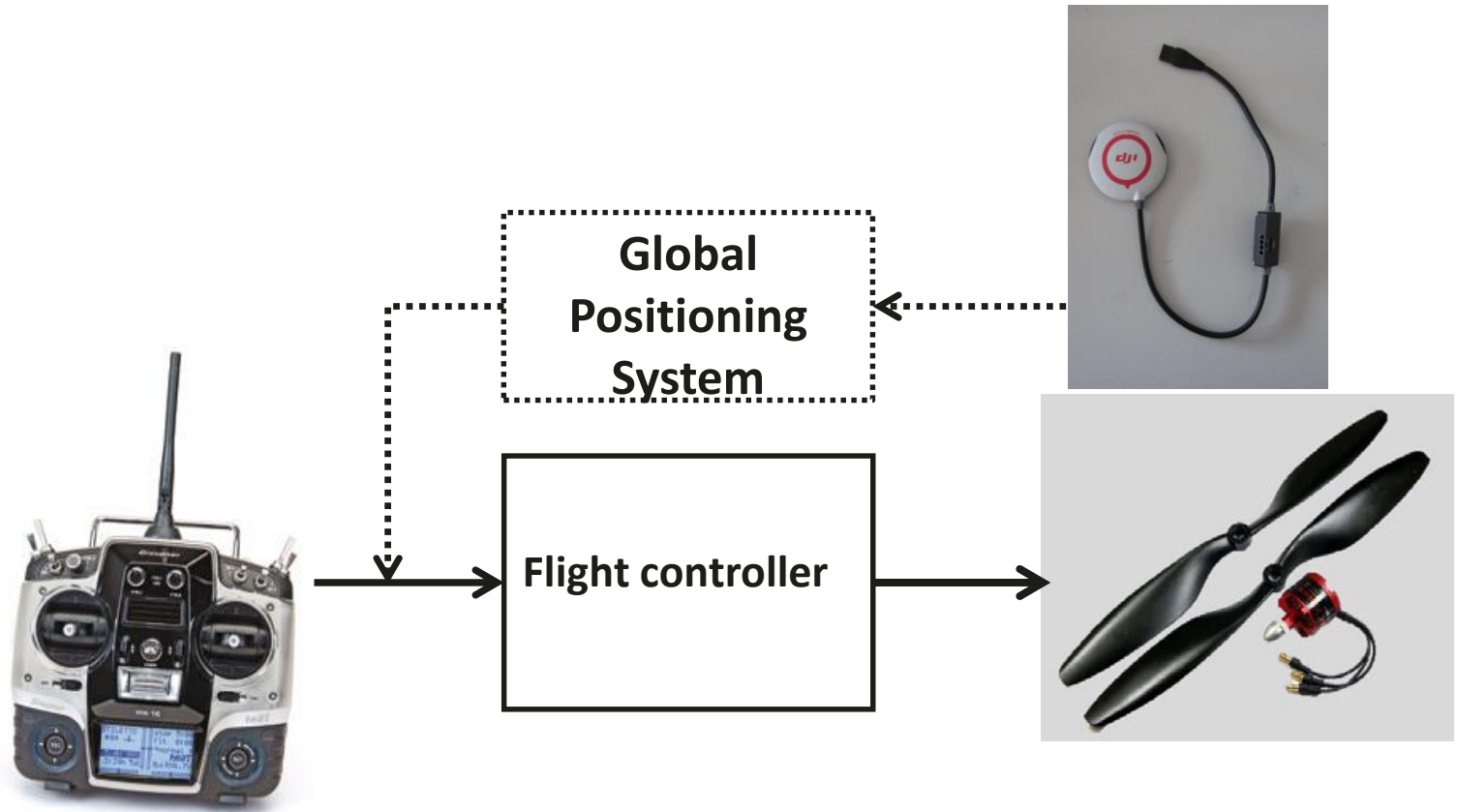


## Geautomatiseerd vliegen mbv GPS way-points

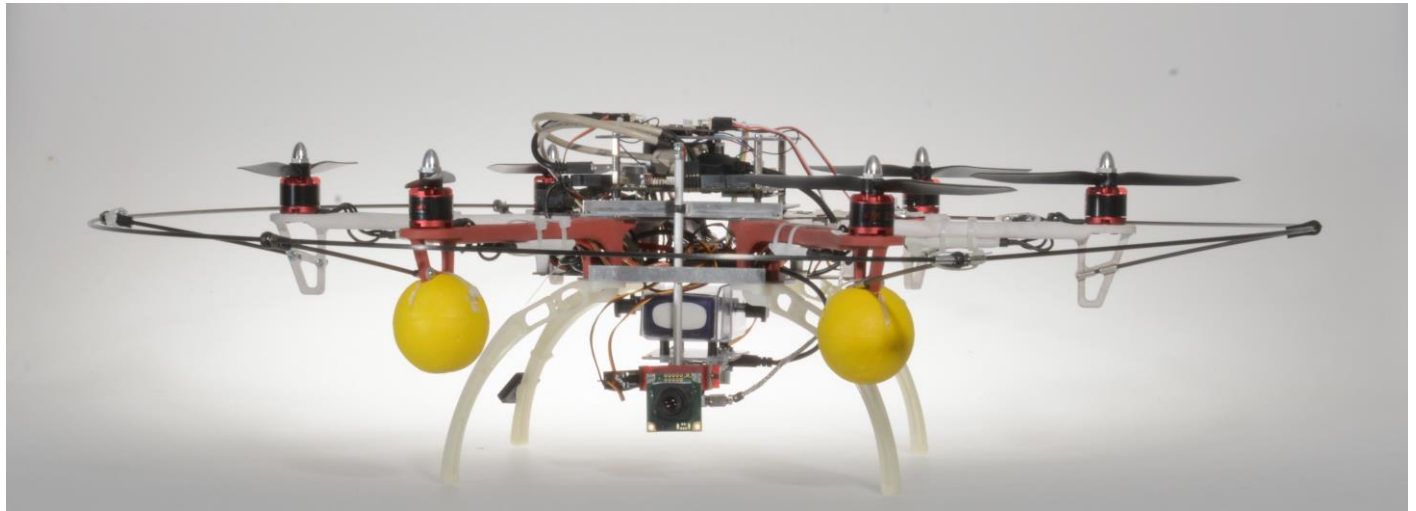
Van GPS positie naar GPS positie  
met gespecificeerde hoogte en snelheid



# Geautomatiseerd vliegen mbv GPS way-points



## RAAK SiA MKB Smart Vision for UAVs



- RAAK award 2016
- 15 bedrijven en instellingen
- Marktfragen:
  - Wind turbine inspectie
  - Detectie en inspectie van vuurhaarden
  - Inspectie van landbouwgronden
  - Schouwen van sloten



# RAAK SiA MKB Smart Vision for UAVs

# Windturbine inspectie

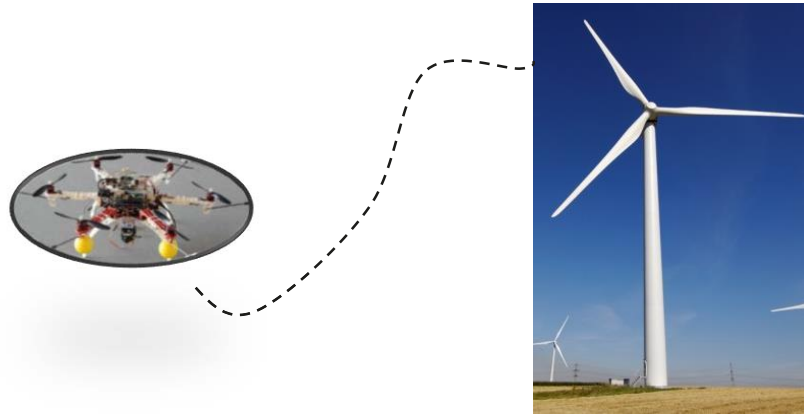


NHL  
STENDEN

computer vision  
& data science

# IWAUC Geautomatiseerd windturbine inspectie

## 1) Fly to windturbine with GPS



## 2) Find blade and approach



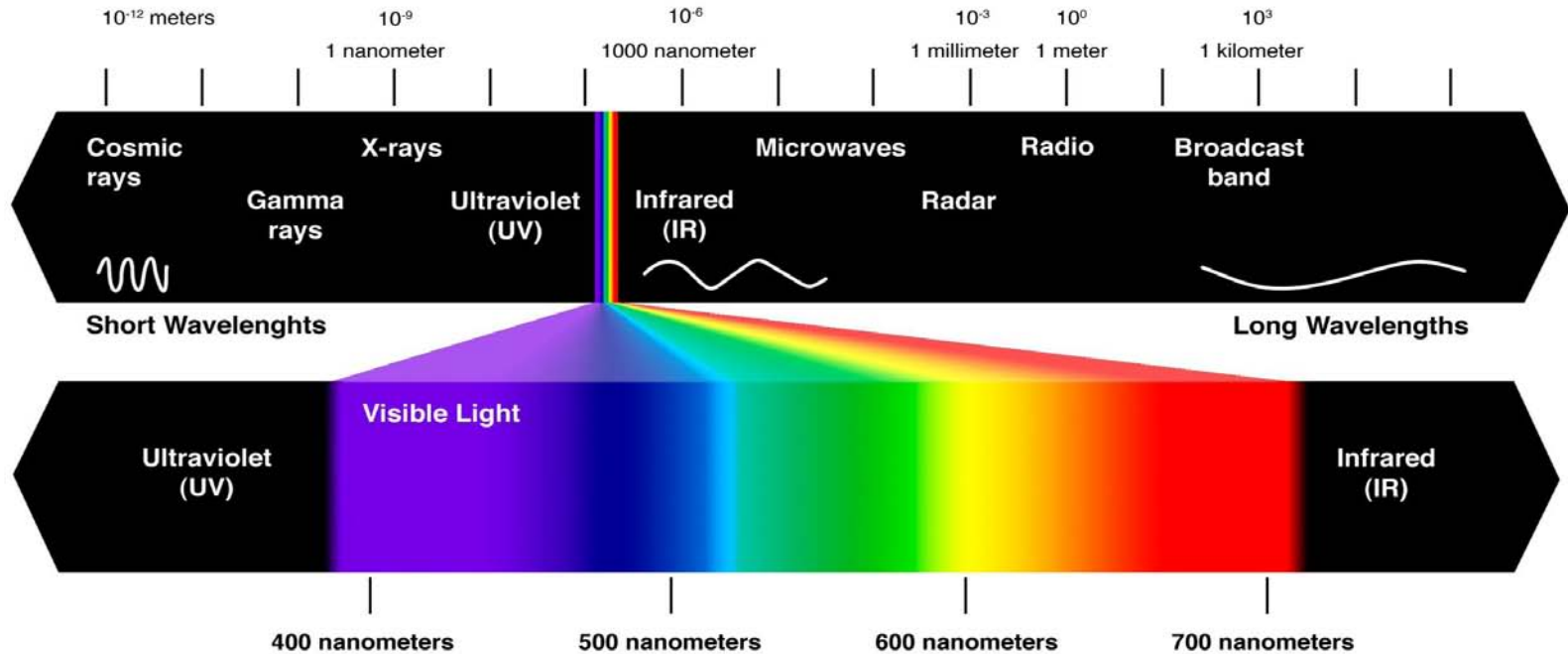
## 3) Scan blade at fixed distance



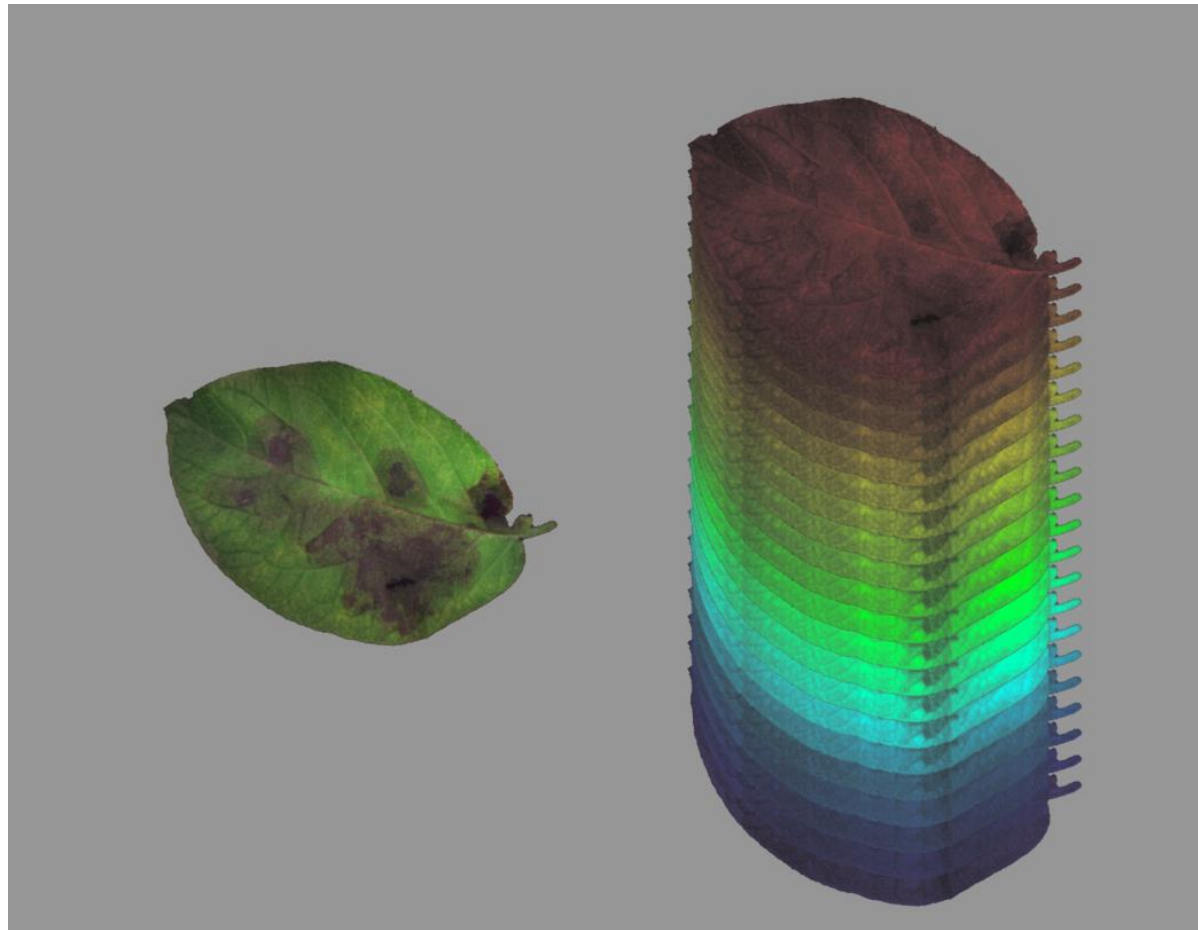
## Ozonschade of Alternaria?



# Elektromagnetisch spectrum



## Hyper-spectral imaging



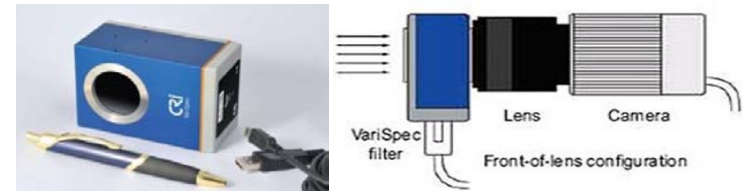
## Voorbeeld camerasysteem nu in gebruik bij drone operators en boeren



- 5 banden  
B G R RedEdge NIR  
450- 850nm
- Vegetatie indexen
  - NDVI
  - NDRE
  - Etc

## Hyper-spectral imaging

- Perkin Elmer Varispec  
Liquid crystal tunable filter  
28 banden 400-720 nm
- XIMEA VIS area scan camera  
16 banden 470-630 nm
- XIMEA NIR area scan camera  
25 banden 600-975 nm
- SILIOS CMS-V area scan camera  
9 banden 550-830 nm
- Specim FX17E SWIR line scan camera  
224 banden 900-1700 nm
- Specim FX10E SWIR line scan camera  
224 banden 400-1000 nm



## Chemical finger printing



NHL  
STENDEN

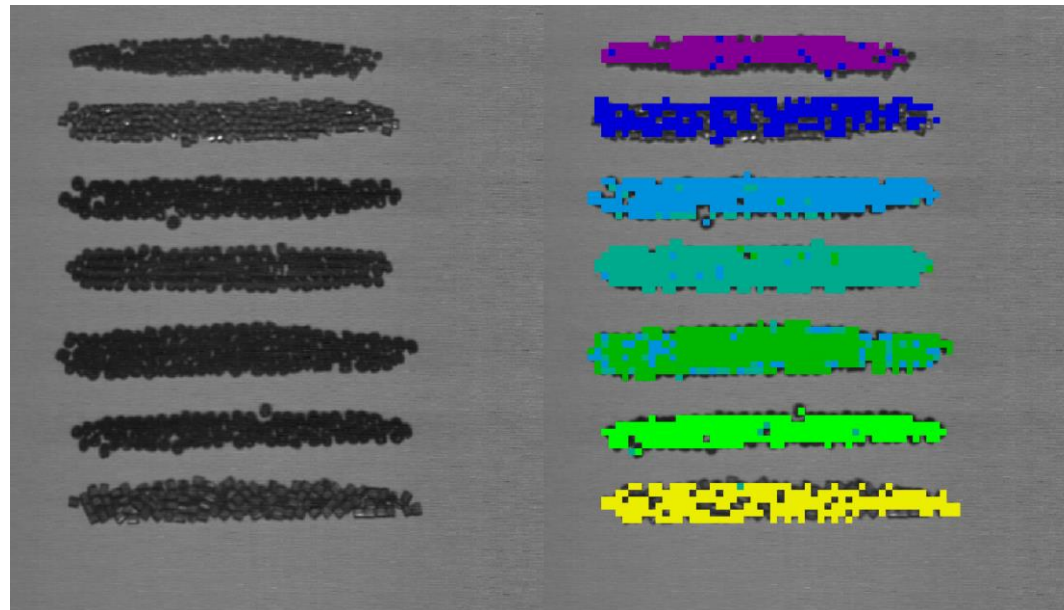
computer vision  
& data science

## Doorzichtige plastic afval sorteren



### Hyper-spectrale cameras:

- Specim FX17E line scan camera  
224 banden 900-1700 nm
- Specim FX10E line scan camera  
224 banden 400-1000 nm



## DJI S1000+, RTK GPS, MTOW 11 kg, Payload 5 kg



NHL  
STENDEN

computer vision  
& data science

## Universal Camera Payload Module

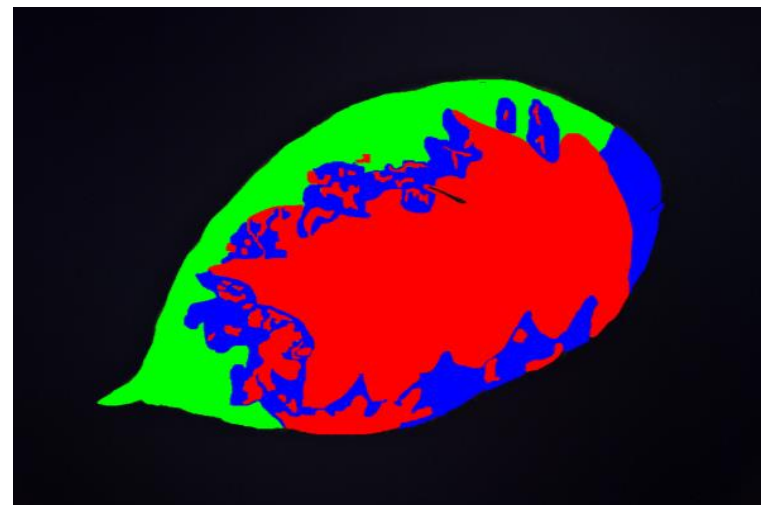
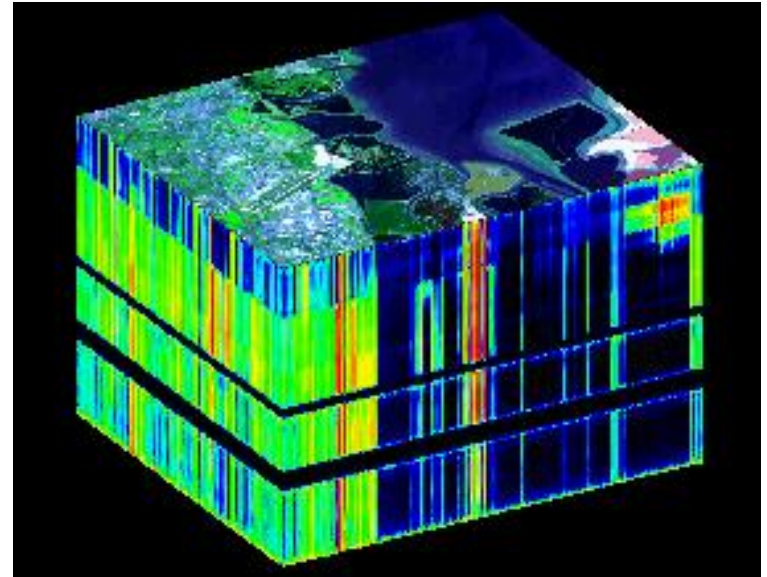
RGB, VIS 16 bands, NIR 25 bands, Greyscale with filter



NHL  
STENDEN

computer vision  
& data science

# Altenaria vs Ozonschade Hyper-spectral imaging



NHL  
STENDEN

computer vision  
& data science

# European Symposium on Artificial Neural Networks, Computational Intelligence and Machine Learning 2017

## Hyper-spectral frequency selection for the classification of vegetation diseases

K. Dijkstra<sup>1,2</sup>, J. van de Loosdrecht<sup>1</sup>, L.R.B. Schomaker<sup>2</sup> and M.A. Wiering<sup>2</sup>

1- NHL University of Applied Sciences  
Centre of Expertise in Computer Vision  
P.O. Box 1080, 8900 CB, Leeuwarden. Netherlands.

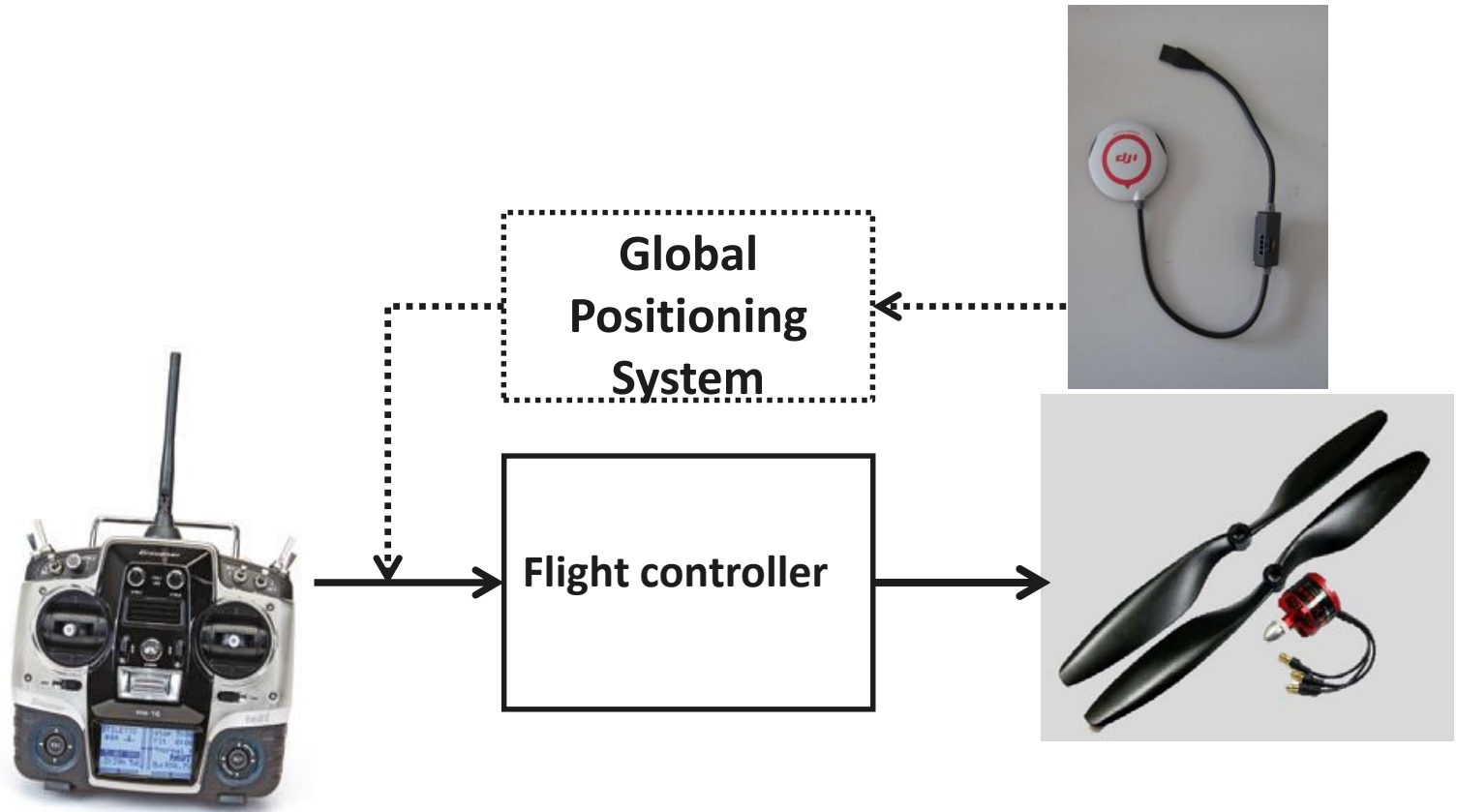
2- University of Groningen  
Institute for Artificial Intelligence and Cognitive Engineering  
PO Box 407, 9700 AK, Groningen. Netherlands.

**Abstract.** Reducing the use of pesticides by early visual detection of diseases in precision agriculture is important. Because of the color similarity between potato-plant diseases, narrow band hyper-spectral imaging is required. Payload restraints on unmanned aerial vehicles require reduction of spectral bands. Therefore, we present a methodology for per-pixel classification combined with hyper-spectral band selection. In experiments performed on a set of individual leaves, we measure the performance of five classifiers and three dimensionality-reduction methods with three patch

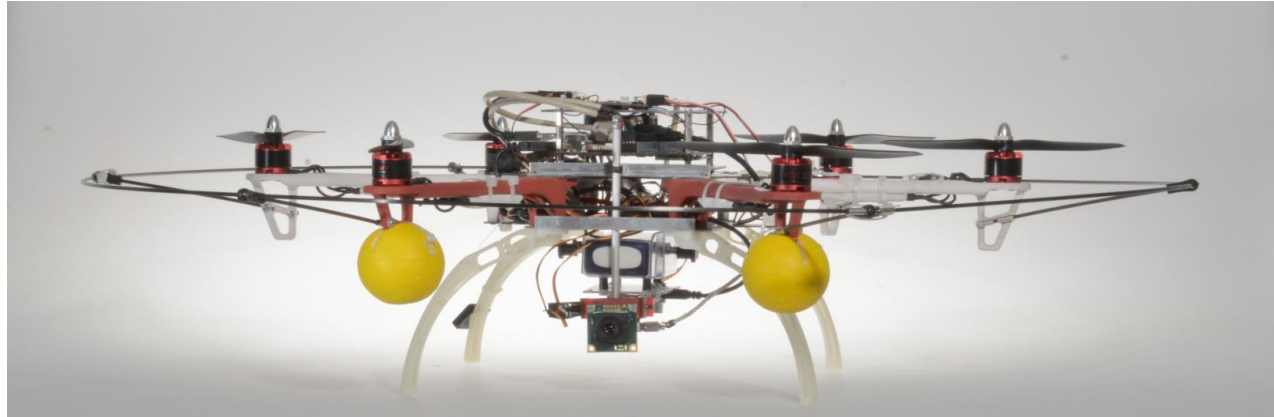
NHL  
STENDEN

computer vision  
& data science

# Geautomatiseerd vliegen mbv GPS way-points



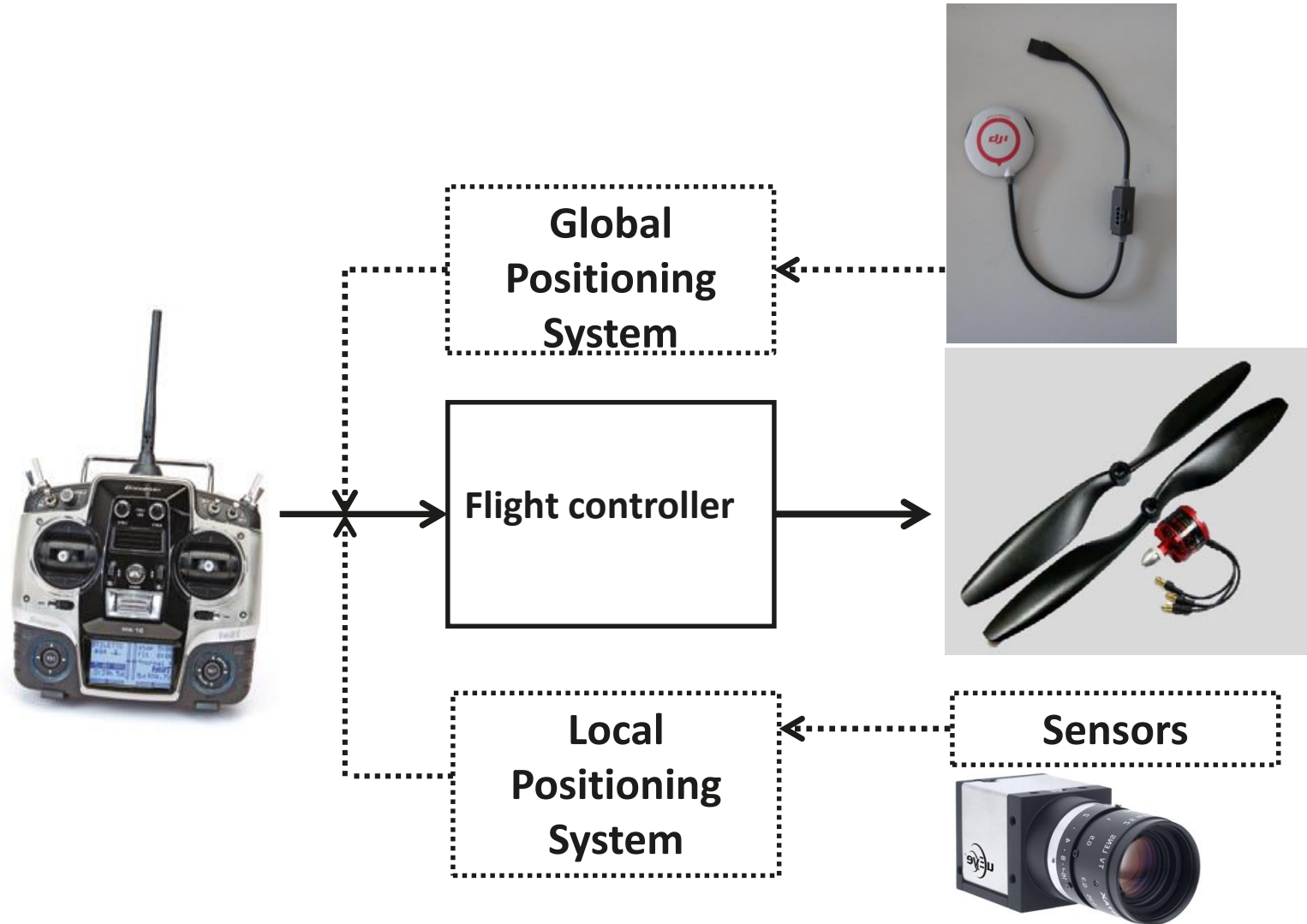
## NHL Stenden Twirre architecture for automated UAVs using interchangeable commodity components



### Uitgangspunten

- Alle intelligentie on-board
- Geen ontwikkeling hardware, UAVs en flight controllers
- Geen ontwikkeling software flight controllers
- Standaard componenten
  - Goedkoop
  - Uitwisselbaar
  - Uitbreidbaar
- Betrouwbare interventie manuele besturing

## Twirre architectuur



# Twirre architectuur

## Twirre

### Architecture for autonomous mini-UAVs using interchangeable commodity components

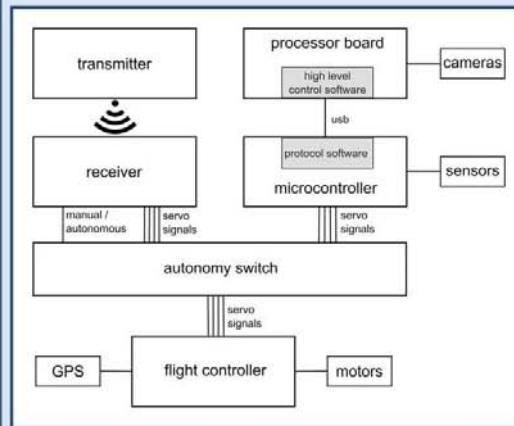
J. van de Loosdrecht, K. Dijkstra, J.H. Postma, W. Keuning and D. Bruin  
 NHL University of Applied Sciences, Centre of Expertise Computer Vision ([www.nhlcomputervision.nl](http://www.nhlcomputervision.nl))



#### Objectives

- All sensors and processing on-board
- Low-cost components
- Upgradable and extendable
- Useful in multiple applications
- Instantly and reliably switch between manual and autonomous control

#### Architecture



#### Cascade control system

- High level: simulation of human stick inputs
- Low level: exchangeable flight controller

#### Autonomy switch

- In hardware only, no software involved

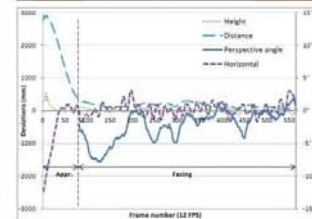
#### Software

- Mission and high level control system
- Portable C(++)

#### Example implementation

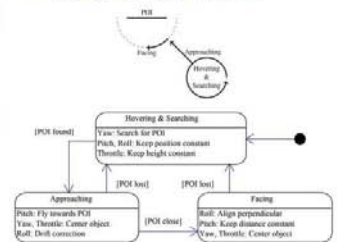


#### Result of experiments



#### State machine

- Hovering & Searching
- Approaching Point of Interest
- Facing Point of Interest



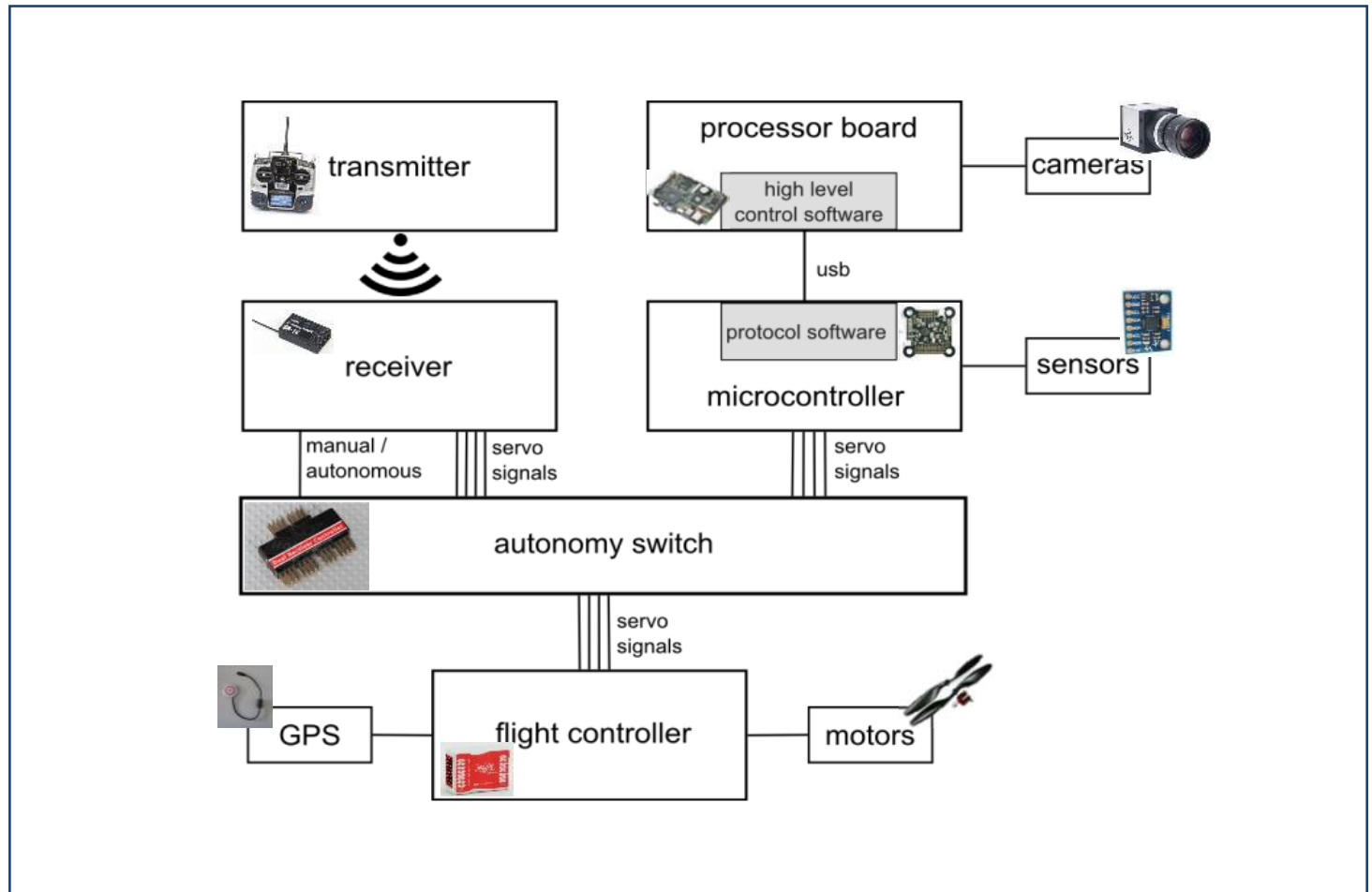
#### Conclusions

- Twirre architecture has been derived from objectives
- Low-cost multi-copters are implemented
- Successfully tested in GPS-deprived environment
- Autonomy switch is safe and reliable

#### Future work

- Extract reusable software components
- Add extra sensors for increased robustness
- Extend state machine
- Release system software to public domain

# Twirre architecture



# Twirre architecture



Landing



Follow pointer



Inspection



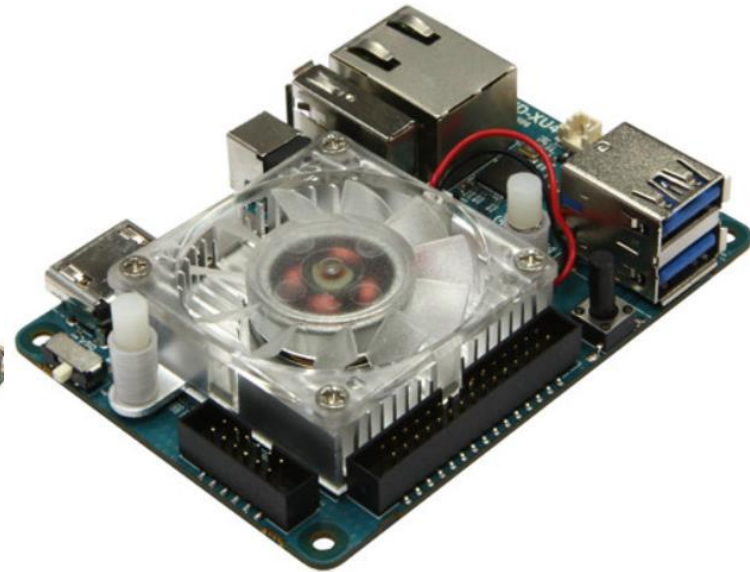
Look around

## Twirre architecture

### Main processor board



**Core i7-3820QM**



**Quad-core ARM**

# Twirre architecture

## Sensors



**Camera**  
IDS uEye



**IMU**  
myAHRs+



**RTK GPS**  
Piksi



**Ultrasonic sonar**  
SRF08

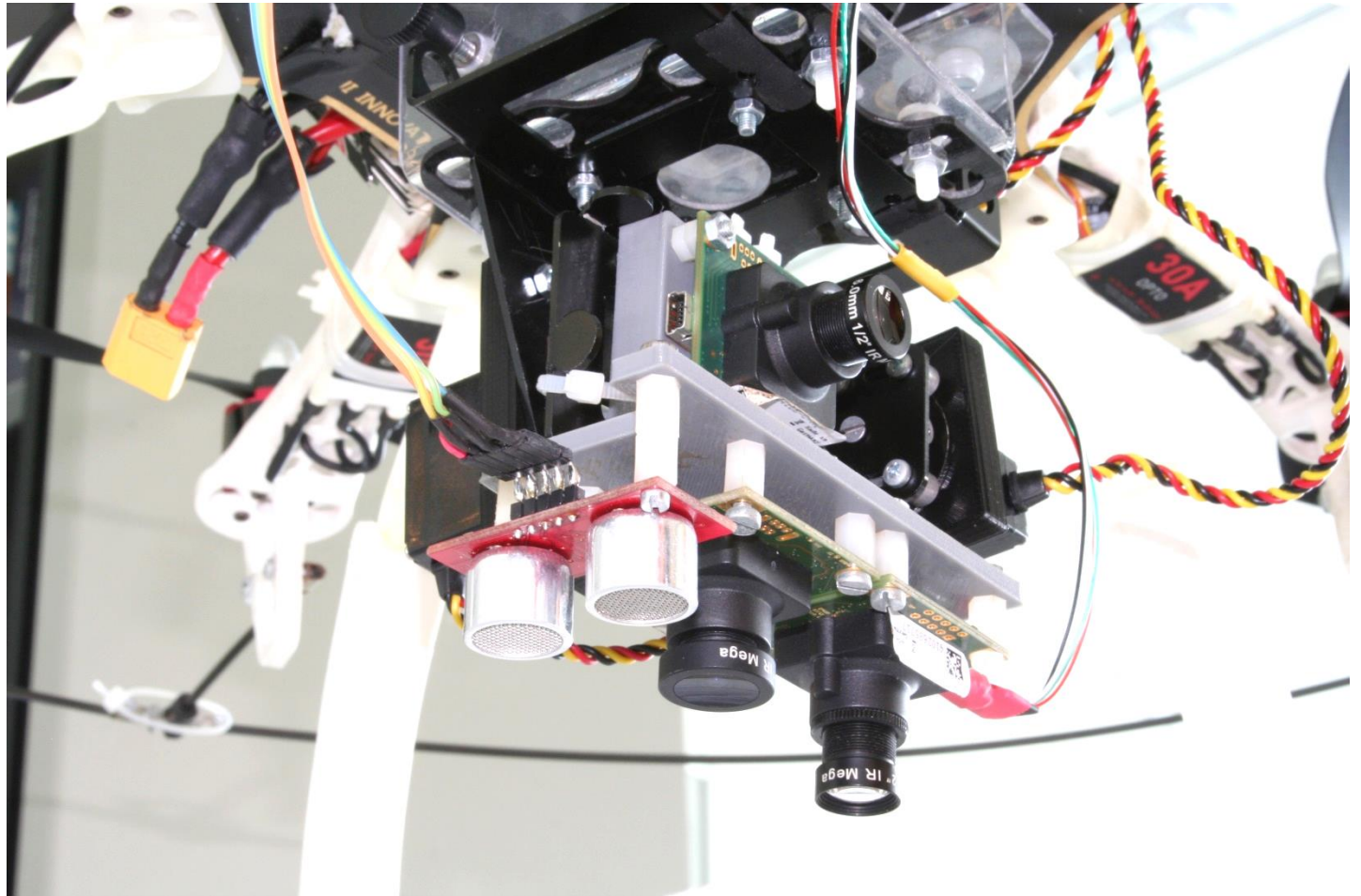


**LIDAR**  
RP-Lidar      UTM-30LX

## Twirre V1



## Gimbal met 3 camera's en ultrasoon hoogte sensor



## Twirre Roadmap

### – Twirre V1

In elkaar verweven software voor sensor, besturing, vision en missie-logica

### – Twirre V2 (in test fase):

- Scheiding high-level control van missie-logica
- TwirreLink, een generieke sensor interface
- Herbruikbare mission building blocks
- Geen gimbal, image correctie mbv IMU

### – Twirre V3 (toekomst):

- Miniaturisering
- Single line receivers
- NVIDIA Jetson TK2 (Deep Learning)

## Twirre V2

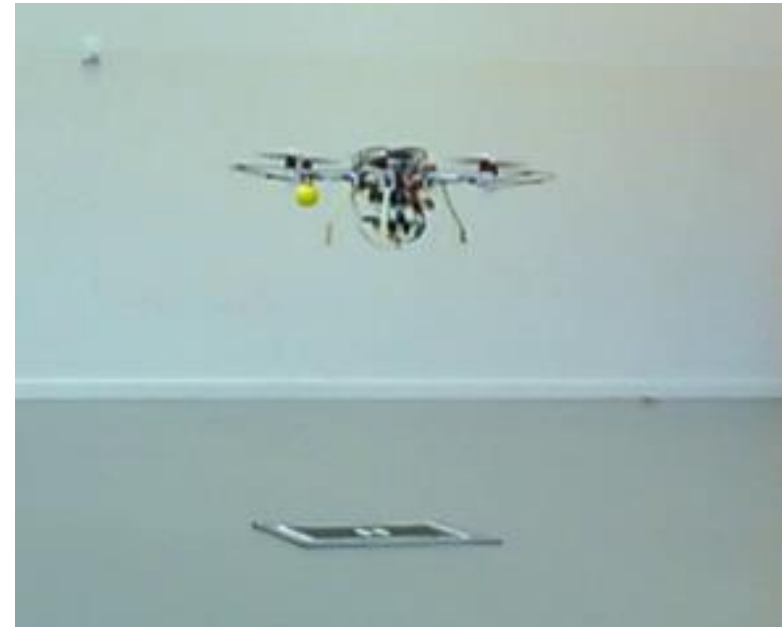


NHL  
STENDEN

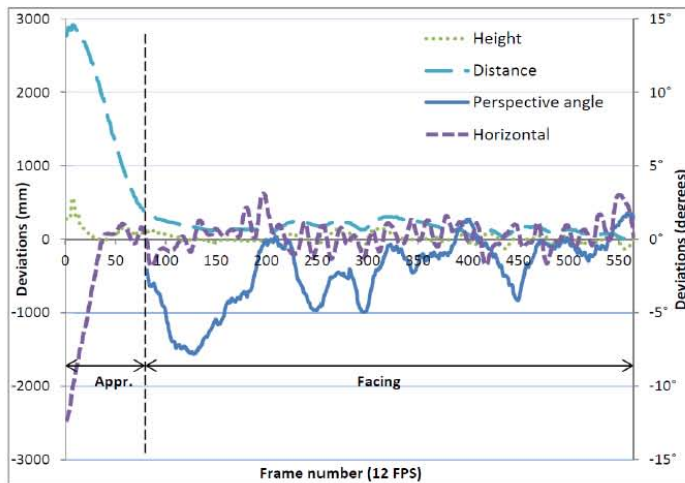
computer vision  
& data science

## Twirre mission building blocks

- **Bibliotheek met mission states**
- **Configureerbaar met parameters en 'providers'**  
Voorbeeld provider: vision code om landingsplatform te vinden
- **States**
  - **Start**
  - **Hover & Searching**
  - **Approaching**
  - **Facing**
  - **Landing**
  - **Follow line structure**
  - **Etc.**

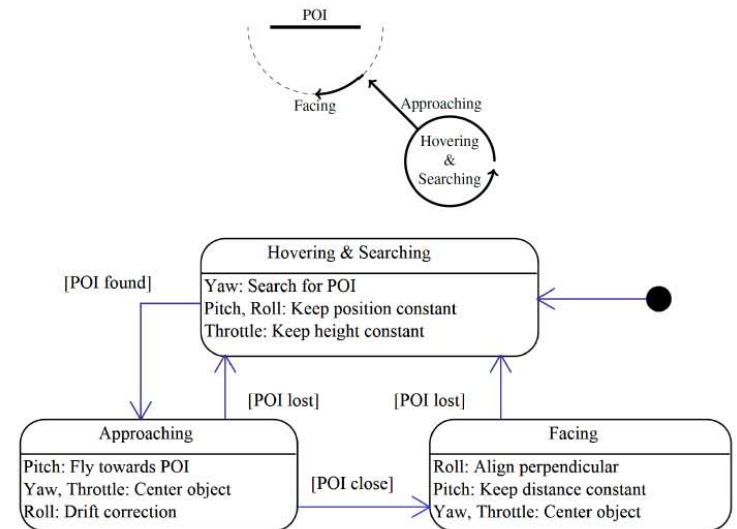


# Voorbeeld mission building blocks



## State machine

- Hovering & Searching
- Approaching Point of Interest
- Facing Point of Interest



## Future work Twirre V2

- Intensief testen Twirre V2
  - Mission building blocks
  - Waypoint flying mbv LPS
  - Toevoegen nieuwe sensoren
  - Testen in real life toepassingen
  - Onboard GPU voor Deep Learning
- 
- Twirre architectuur en system software -> public domain
  - Najaar 2018: Open source platform online
- 
- Plannen voor Twirre V3: kleiner, lichter, Jetson TX2 en/of Movidius

# Video pointer demo 2017

## Regelgeving

- **Hobbymatig**
- **Beroepsmatig**

## Regelgeving

### Hobymatig

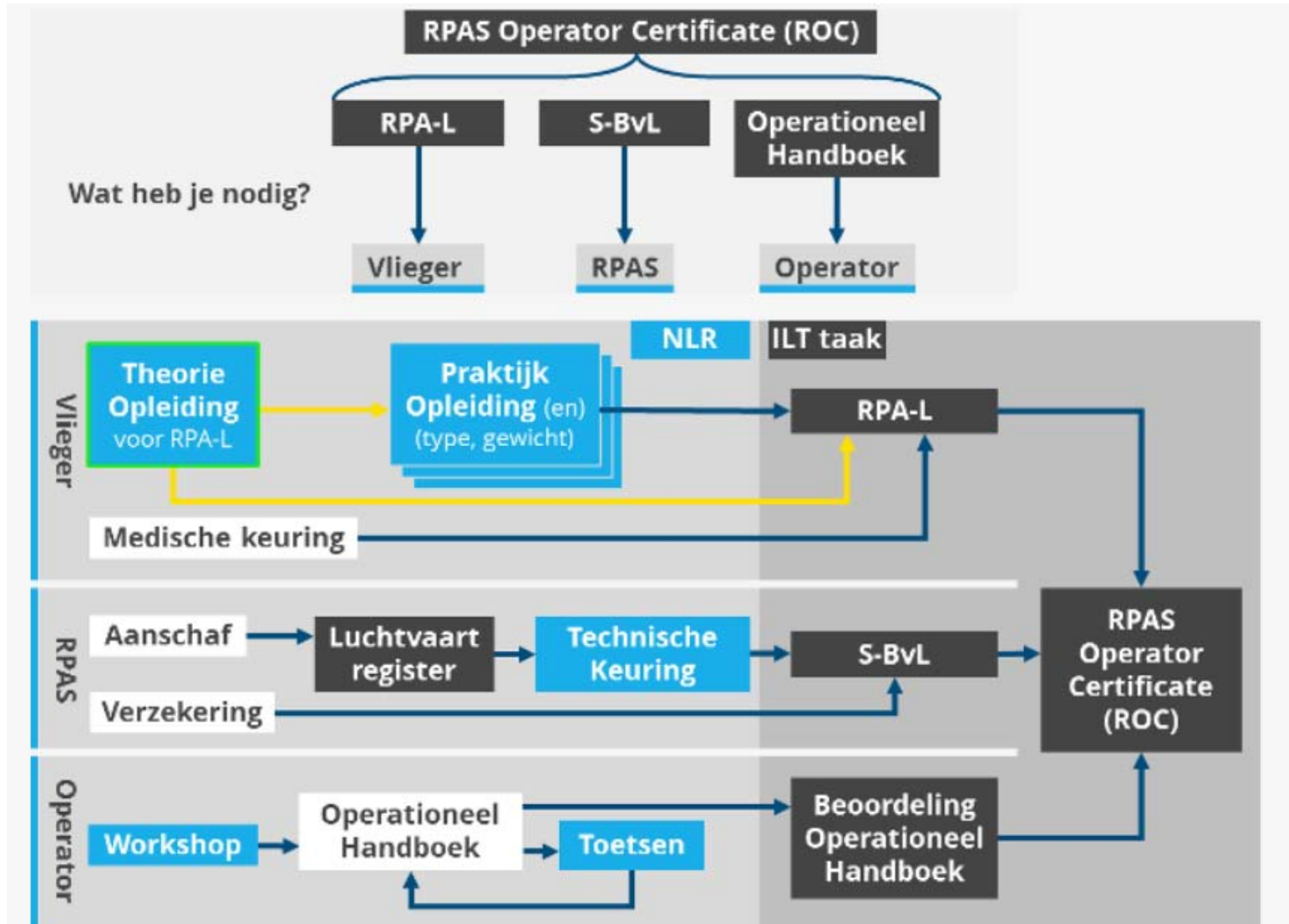
- < 120 m hoog (KNVvL veld < 300 m)
- < 25 kg (wordt mogelijk 4 kg)
- Visual Flight Rules (in zicht)
- Bij daglicht
- Niet in (tijdelijk) verboden gebieden
- Geen registratie
- Verzekering aanbevolen

## Regelgeving

### **Beroepsmatig ROC light (< 4 kg)**

- **Visual Flight Rules (in zicht)**
- **Niet in (tijdelijk) verboden gebieden**
- **< 50 m hoog en < 100 m van piloot**
- **Niet boven mensen, bebouwing, wegen, etc**
- **Registratie (niet < 1 kg)**
- **Theorie examen (niet < 1 kg)**
- **WA verzekering**
- **Geen toestelkeuring**
- **Kosten indicatie 1 toestel en 1 piloot ca 400 euro (excl toestel en verzekering)**

## Beroepsmatig vliegen met een ROC (> 4 kg)



## Regelgeving

### **Beroepsmatig ROC (< 150 kg)**

- **Visual Flight Rules (in zicht)**
- **Niet in (tijdelijk) verboden gebieden**
- **< 120 m hoog en < 500 m van piloot**
- **Niet boven mensen, bebouwing, wegen, etc**
- **Piloot**
  - **Theorie en praktijk examen (tot 25 kg en tot 150kg)**
  - **Medische keuring (LAP-L)**
- **Drone: registratie, toestel keuring, WA Verzekering**
- **Organisatie: Operationeel handboek**
- **Kosten indicatie 1 toestel en 1 piloot ca 10.000 euro (excl toestel en verzekering)**

# Beyond Visual Line of Sight (BVLOS)

**Drone levert noodmedicatie aan Schiermonnikoog.mp4**

# Toekomst

**The Sky is NOT the limit!**

NHL  
STENDEN

computer vision  
& data science

**Bedankt voor jullie aandacht**

**Vragen?**

**Jaap van de Loosdrecht**

**Lector Computer Vision  
Kenniscentrum Computer Vision & Data Science  
NHL Stenden Hogeschool Leeuwarden  
[j.van.de.loosdrecht@nhl.nl](mailto:j.van.de.loosdrecht@nhl.nl)  
[www.nhlcomputervision.nl](http://www.nhlcomputervision.nl)  
[www.nhl.nl/computervision](http://www.nhl.nl/computervision)  
NL (0)6 – 1394 9207**

**NHL  
STENDEN**

computer vision  
& data science