

Photogrammetrische Verfahren zum Perimeterschutz gegen UAVs

Sebastian Geisler

TU Dresden

August 13, 2019

Was sind UAVs?

Was sind UAVs?



public domain [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MQ-9_Reaper_in_flight_\(2007\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MQ-9_Reaper_in_flight_(2007).jpg)

Was sind UAVs?



public domain [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MQ-9_Reaper_in_flight_\(2007\).jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MQ-9_Reaper_in_flight_(2007).jpg)



CC BY 2.0

<https://www.flickr.com/photos/149561324@N03/43558041115>

Neue Bedrohungslagen

- ▶ Störung des Flugverkehrs

Neue Bedrohungslagen

- ▶ Störung des Flugverkehrs
- ▶ Spionage

Neue Bedrohungslagen

- ▶ Störung des Flugverkehrs
- ▶ Spionage
- ▶ Terrorismus

Neue Bedrohungslagen

- ▶ Störung des Flugverkehrs
- ▶ Spionage
- ▶ Terrorismus

Neue Bedrohungslagen

- ▶ Störung des Flugverkehrs
- ▶ Spionage
- ▶ Terrorismus

Schutzziel: erkennen und lokalisieren kleiner bis mittelgroßer UAVs innerhalb des Perimeters

Photogrammetrische Verfahren

Passive Verfahren:

- ▶ Herkömmliche Stereophotogrammetrie
- ▶ Infrarot-Stereophotogrammetrie

Photogrammetrische Verfahren

Passive Verfahren:

- ▶ Herkömmliche Stereophotogrammetrie
- ▶ Infrarot-Stereophotogrammetrie

Aktive Verfahren:

- ▶ Gated Viewing
- ▶ Laserscanning

Photogrammetrische Verfahren

Passive Verfahren:

- ▶ Herkömmliche Stereophotogrammetrie
- ▶ Infrarot-Stereophotogrammetrie

Aktive Verfahren:

- ▶ Gated Viewing
- ▶ Laserscanning

“Potential of lidar sensors for the detection of UAVs”
(2018 Hammer et.al. [1])

Stereophotogrammetrie

Vorteile:

- ▶ Schwer detektierbar
- ▶ Videokameras oft bereits vorhanden (2017 Studivant et.al. [4])

Stereophotogrammetrie

Vorteile:

- ▶ Schwer detektierbar
- ▶ Videokameras oft bereits vorhanden (2017 Studivant et.al. [4])

Nachteile:

- ▶ Objekterkennung schwierig
- ▶ Genauigkeit der Entfernungsmessung
- ▶ Abhängigkeit von Lichtquelle

Infrarot-Stereophotogrammetrie

Vorteile:

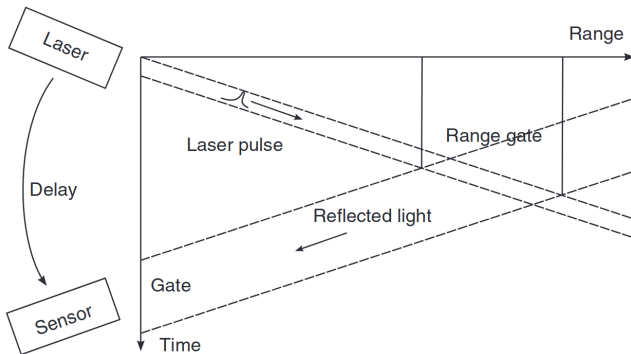
- ▶ Schwer detektierbar
- ▶ Videokameras oft bereits vorhanden (2017 Studivant et.al. [4])

Nachteile:

- ▶ Objekterkennung schwierig
- ▶ Genauigkeit der Entfernungsmessung
- ▶ Abhängigkeit von Lichtquelle (2011 Schwartz [3])

Gated Viewing

Gated Viewing



“Laser gated viewing at ISL for vision through smoke, active polarimetry, and 3D imaging in NIR and SWIR wavelength bands” 2013 Laurenzis et.al. [2]

Gated Viewing

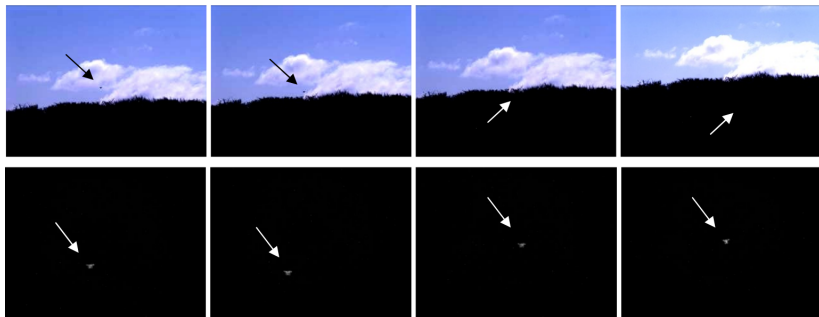
Vorteile:

- ▶ Hintergrund ausblendbar

Gated Viewing

Vorteile:

- ▶ Hintergrund ausblendbar



“Optical and acoustical UAV detection” 2016 Christnacher et.al.

Gated Viewing

Vorteile:

- ▶ Hintergrund ausblendbar

Nachteile:

- ▶ Geringe Flächenabdeckung pro Bild
- ▶ Shuttergeschwindigkeit im ns-Bereich nötig

Gated Viewing

Vorteile:

- ▶ Hintergrund ausblendbar

Nachteile:

- ▶ Geringe Flächenabdeckung pro Bild
- ▶ Shuttergeschwindigkeit im ns-Bereich nötig
- ▶ Liefert keine genaue Tiefeninformation

Laserscanning

Vorteile:

- ▶ Liefert exakte Position
- ▶ Einfache Trennung von UAV und Hintergrund

Laserscanning

Vorteile:

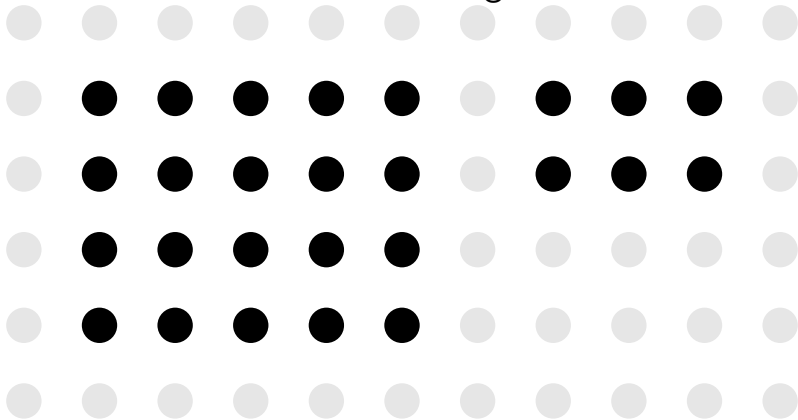
- ▶ Liefert exakte Position
- ▶ Einfache Trennung von UAV und Hintergrund

Nachteile:

- ▶ Hohe Punktdichte nötig
- ▶ Bisher nur auf kurze Distanz erfolgreich getestet

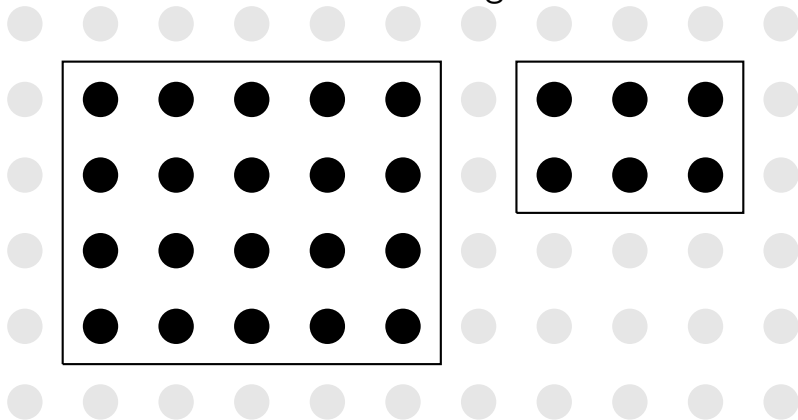
Punktwolkenverarbeitung

1. Clustering



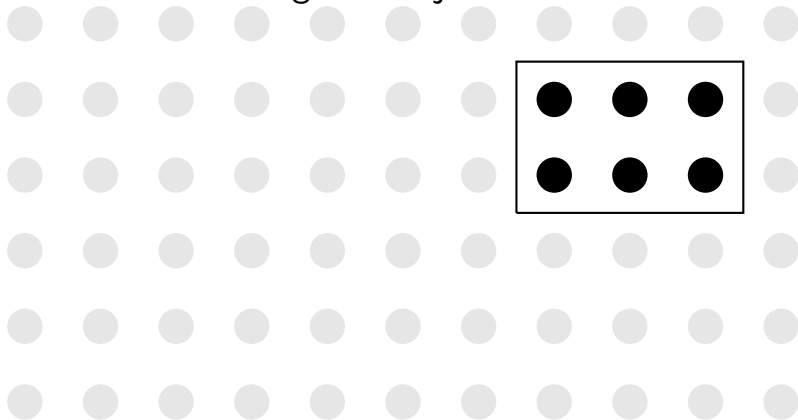
Punktwolkenverarbeitung

1. Clustering



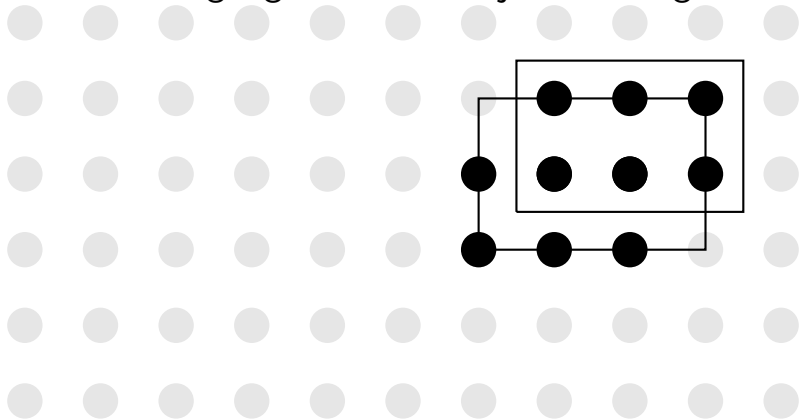
Punktwolkenverarbeitung

2. Zu große Objekte filtern



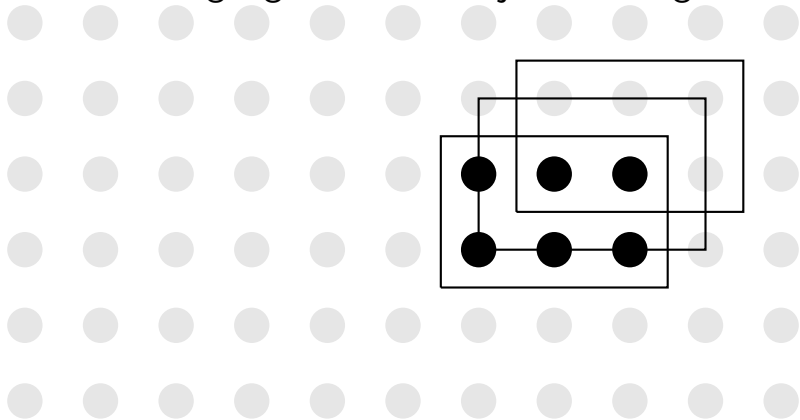
Punktwolkenverarbeitung

3. Bewegung erkannter Objekte verfolgen



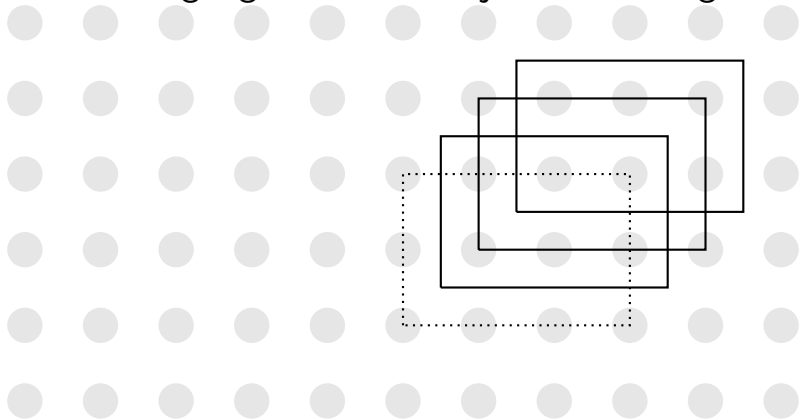
Punktwolkenverarbeitung

3. Bewegung erkannter Objekte verfolgen



Punktwolkenverarbeitung

4. Bewegung bekannter Objekte vorhersagen



Sensor-System-of-Systems

Sensor-System-of-Systems

Akustische Sensoren oder Radar:
bestimmen grobe Richtung eventueller UAVs

Sensor-System-of-Systems

Akustische Sensoren oder Radar:

bestimmen grobe Richtung eventueller UAVs

Gated Viewing:

sucht in erkannter Richtung nach UAVs

Sensor-System-of-Systems

Akustische Sensoren oder Radar:

bestimmen grobe Richtung eventueller UAVs

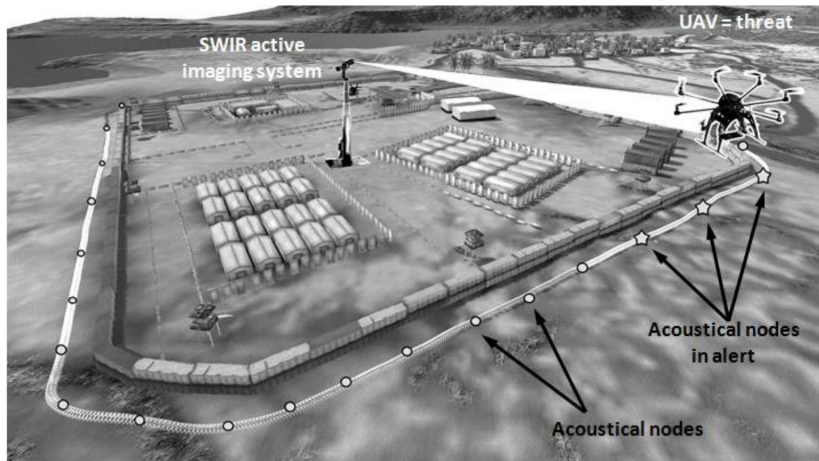
Gated Viewing:

sucht in erkannter Richtung nach UAVs

Laser Scanner:

erfasst exakte Position für Gegenmaßnahmen

Sensor-System-of-Systems



“Optical and acoustical UAV detection” 2016 Christnacher et.al.

Aktuelle Kommerzielle Systeme

- ▶ Radar-, Funk- und CCTV-basiert

Aktuelle Kommerzielle Systeme

- ▶ Radar-, Funk- und CCTV-basiert
- ▶ Nur teilweise automatisiert

Aktuelle Kommerzielle Systeme

- ▶ Radar-, Funk- und CCTV-basiert
- ▶ Nur teilweise automatisiert
- ▶ Besprochene Technologien noch nicht in Verwendung

- [1] Marcus Hammer, Marcus Hebel, Björn Borgmann, Martin Laurenzis, and Michael Arens. Potential of lidar sensors for the detection of UAVs. In Monte D. Turner and Gary W. Kamerman, editors, Laser Radar Technology and Applications XXIII. SPIE, May 2018.
- [2] Martin Laurenzis and Frank Christnacher. Laser gated viewing at ISL for vision through smoke, active polarimetry, and 3d imaging in NIR and SWIR wavelength bands. Advanced Optical Technologies, 2(5-6), January 2013.
- [3] Jason M. Schwartz. Precise positioning surveillance in 3-d using night-vision stereoscopic photogrammetry. In John Tudor Thomas, Daniel D. Desjardins, Jeff J. Güell, and Kenneth L. Bernier, editors, Display Technologies and Applications for Defense, Security, and Avionics V; and Enhanced and Synthetic Vision 2011. SPIE, May 2011.
- [4] Rick L. Sturdivant and Edwin K. P. Chong. Systems engineering baseline concept of a multispectral drone detection solution for airports. IEEE Access, 5:7123–7138, 2017.