Fraunhofer IVI

Herausforderungen, Umsetzung und Nutzen von UWB-Ranging zur relativen Positionsbestimmung für Drohnenschwärme

Dr. Christoph Steup

Fraunhofer Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme

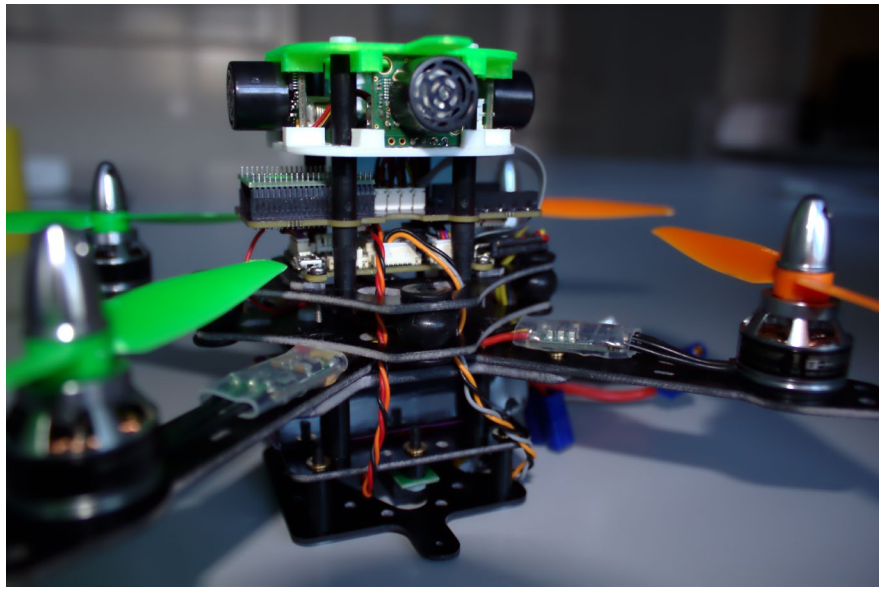
© Georgy – stock.adobe.com

FINken

Indoor Quadkopterschwarm

- Otto-von-Guericke Universität Magdeburg: SwarmLab
- Prof. Sanaz Mostaghim

SwarmLab



- Selbstentwickelte Quadkopterplattform
- Ca 500g inklusive Batterie
- 5-10 min Flugzeit
- Cortex M4F Mikrokontroller
- Variable Sensoraustattung:
  - Höhensensor (Infrarotdistanz)
  - Ultraschall
  - IMU / INS
  - Barometer
  - Kompass
- Software: Paparazzi / Ardupilot

 © Fraunhofer IVI

Fraunhofer IVI

FINken Ranging

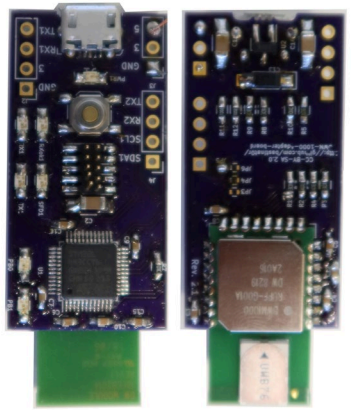
UWB Hardware und Messmethode

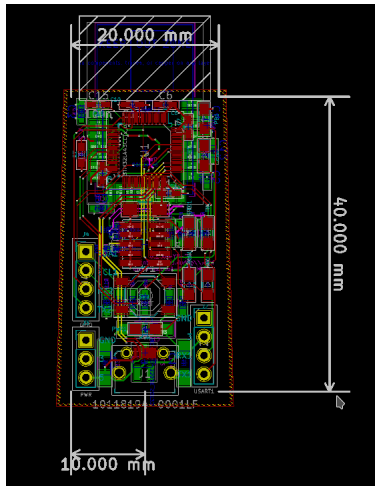
- Custom-PCB
- DWM1000 Modul
- ARM Cortex M3 Mikrokontroller

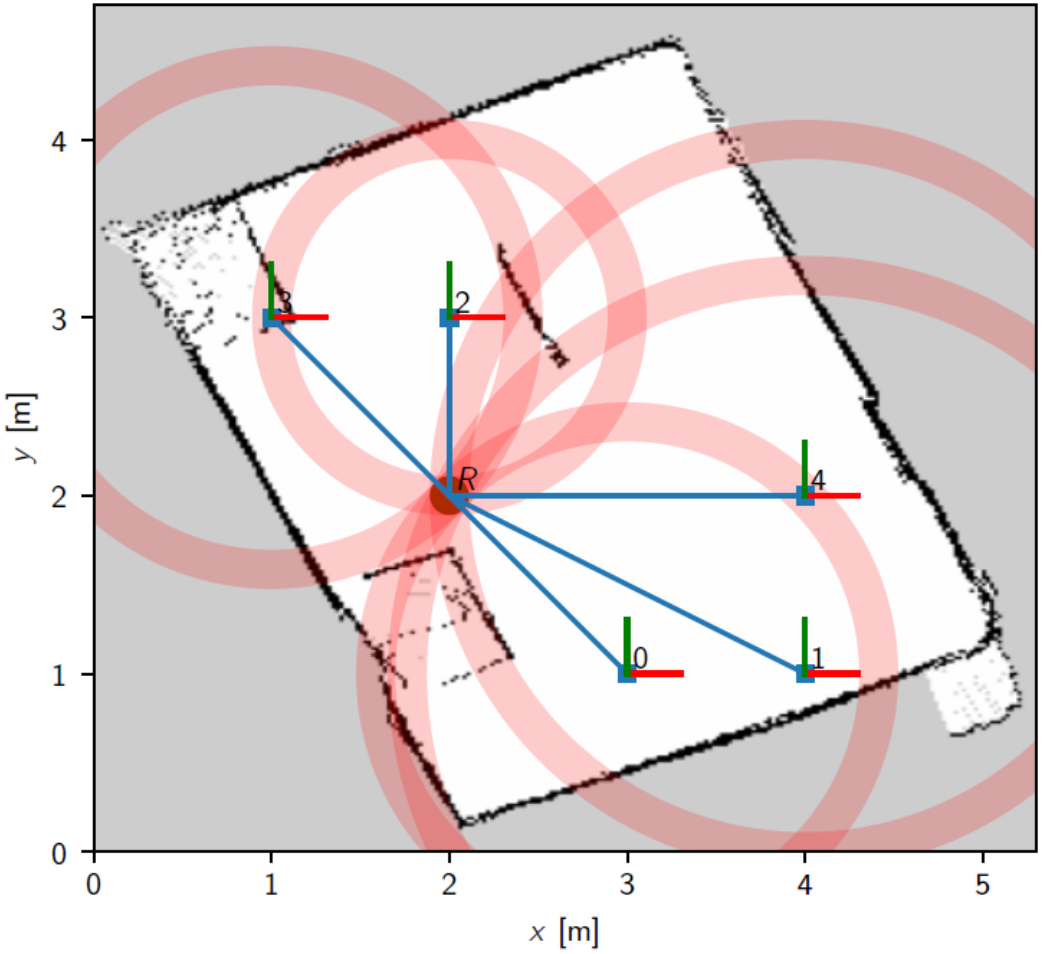
- Kommunikation zwischen Quadkoptern und Bodenstation

- 1 Mbit/s
- Reichweite ca. 150m
- Größe 2cm x 4cm,
- Gewicht 15g

- Positionsbestimmung = Lösen eines Gleichungssystems





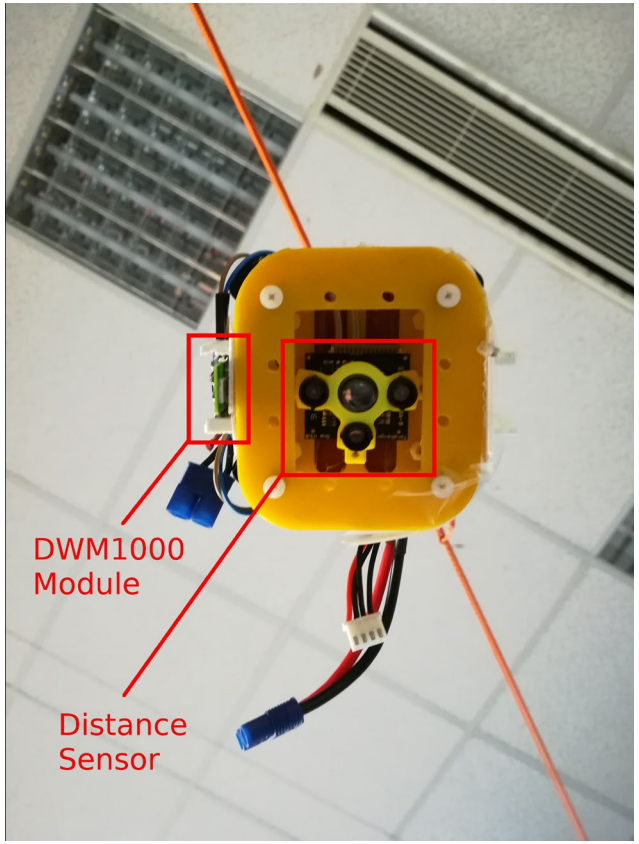


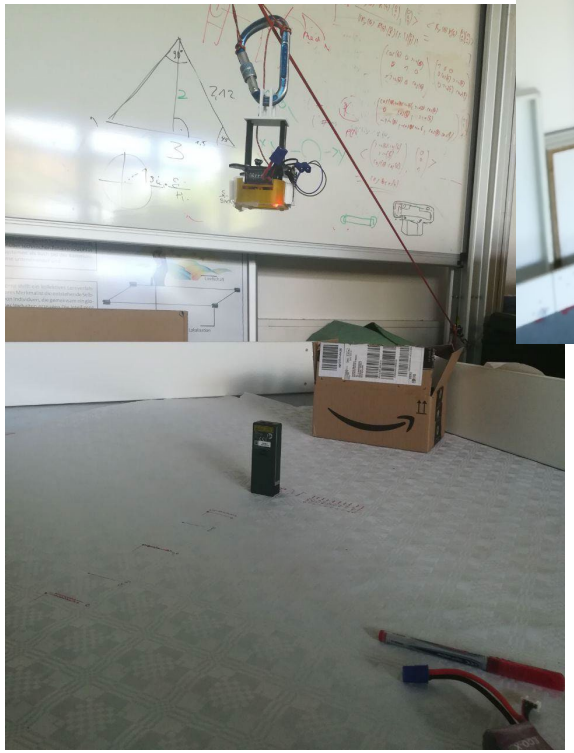
 © Fraunhofer IVI

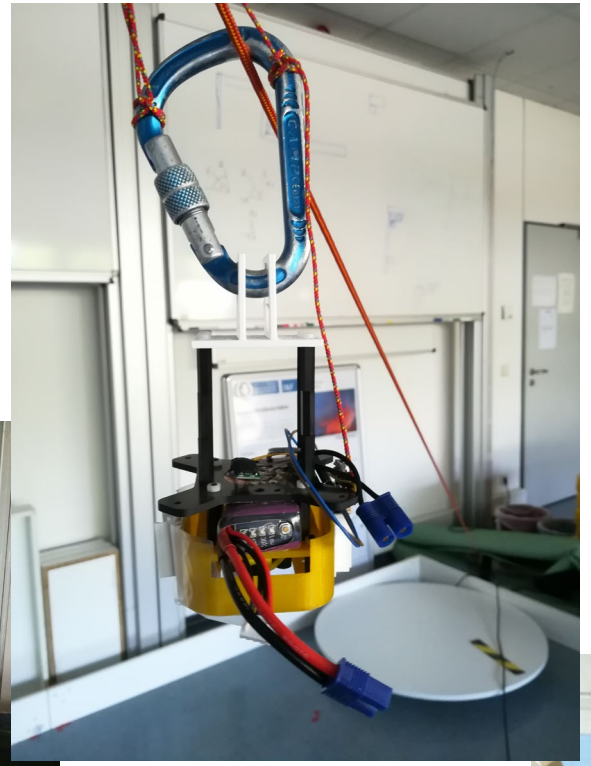
Fraunhofer IVI

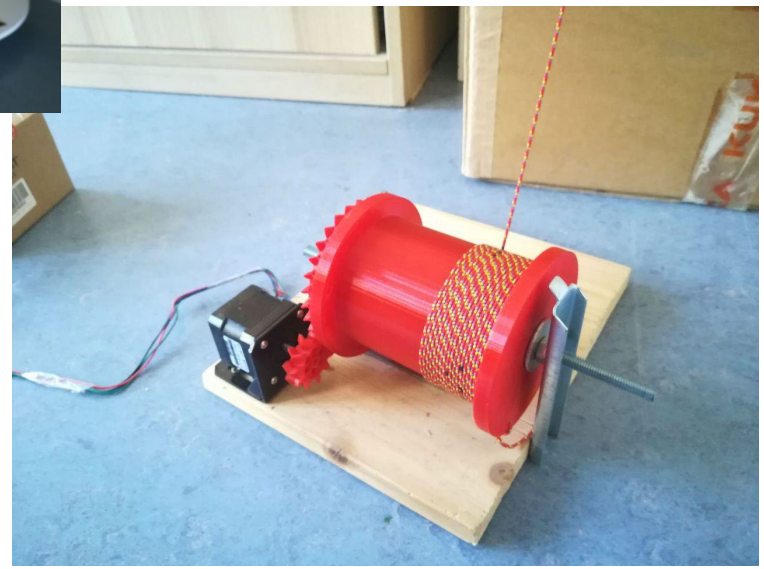
Test und Kalibrierung

Indoortest ohne GPS









 © Fraunhofer IVI

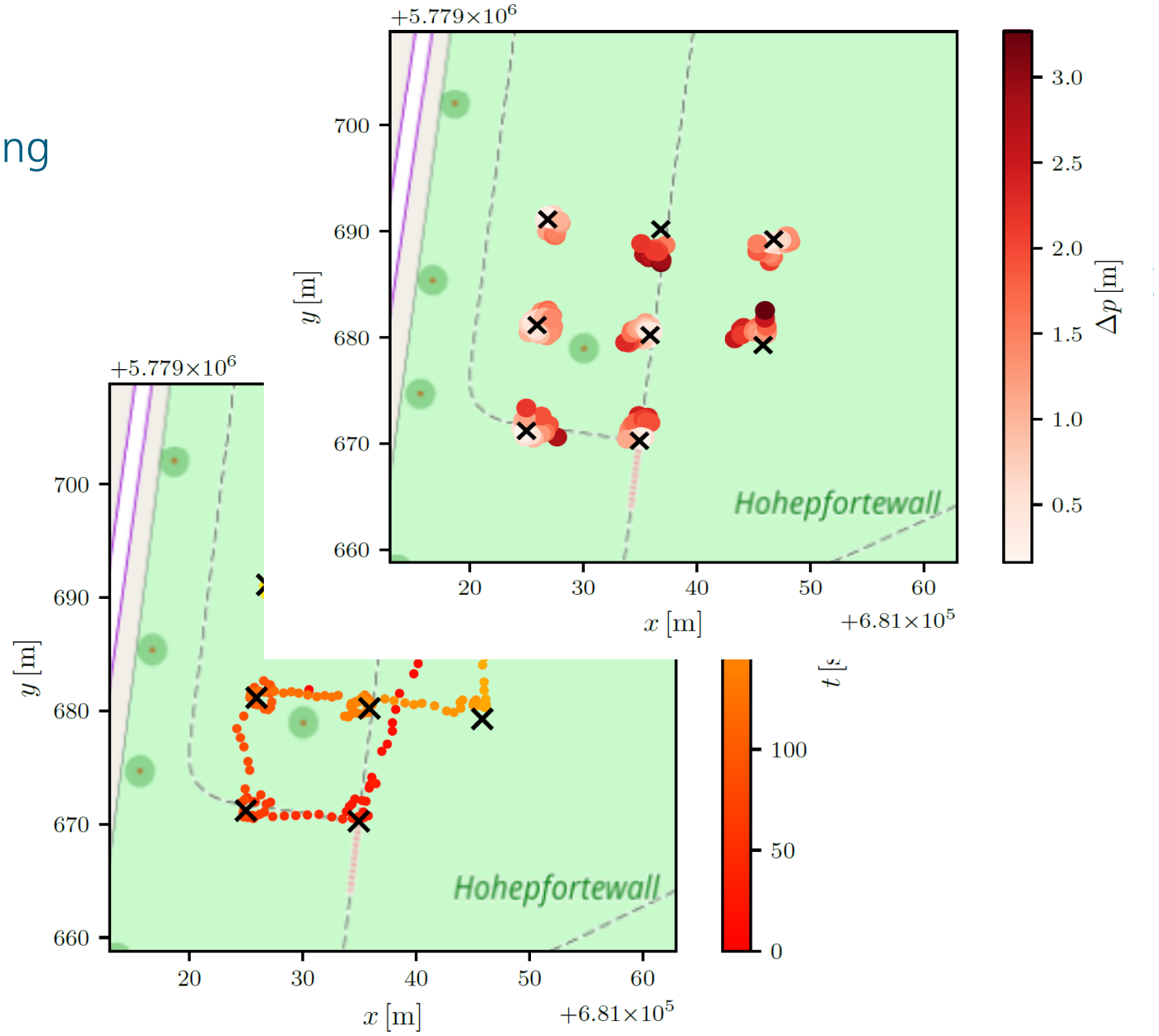
Fraunhofer IVI

Realweltexperimente

Systemevaluation und Einzelkopterlokalisierung

- Systemevaluation mit einem Vicon Präzisionslokalisierungssystem
  - Manuelle Bewegung des Sensors an Verlängerung
  - Durchschnittlich 0,2m Präzision
  - Starker Einfluss der Höhe auf Sensorpräzision
  - Hoher Paketverlust

- Outdoorflug:
  - Ankerknoten leicht erhöht
  - Manueller Flug mit Quadkopter über Ankerknoten
  - Manchmal starke Ausreißer durch Drehung und Verschattung der Sensoren



 © Fraunhofer IVI

Fraunhofer IVI

Schwarmlokalisierung

Lokalisierungs- und Zeitpropagation

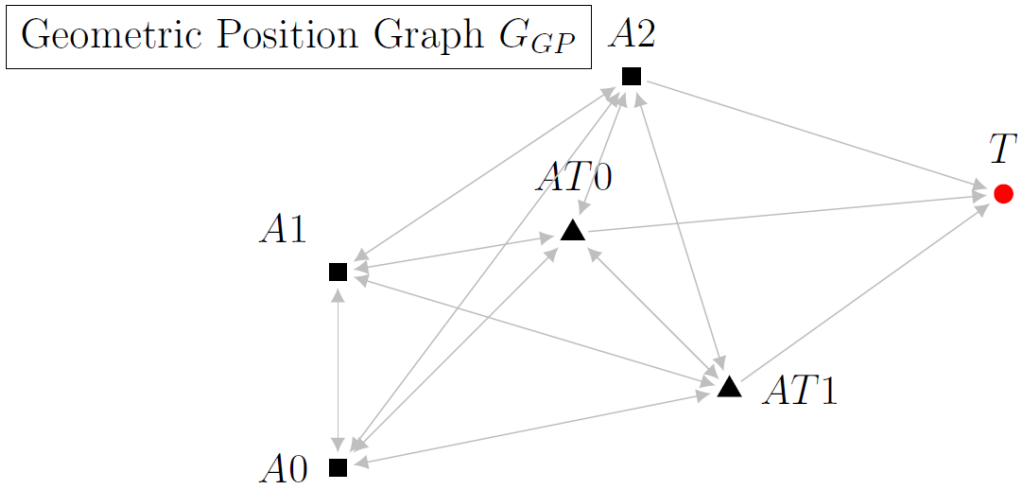
- Bisheriges System bestimmt Distanz zwischen 2 Knoten.
- Schlechte Skalierung bei Schwärmen von vielen Quadkoptern
- Time-Difference of Arrival TDOA
- Benötigt Zeitsynchronisation

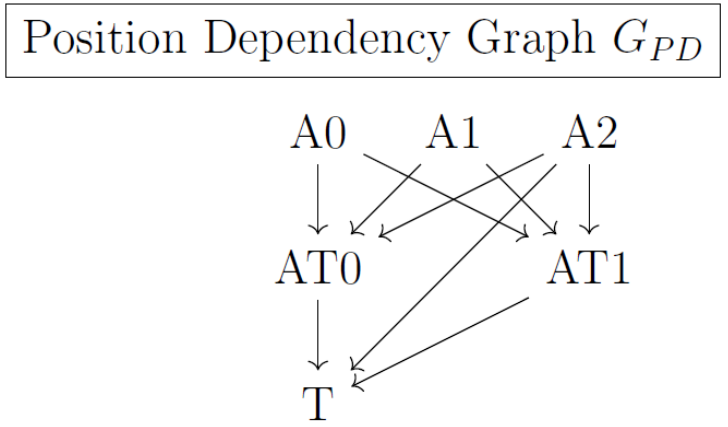
- Zeitplan für Sendevorgänge reduziert Paketverlust

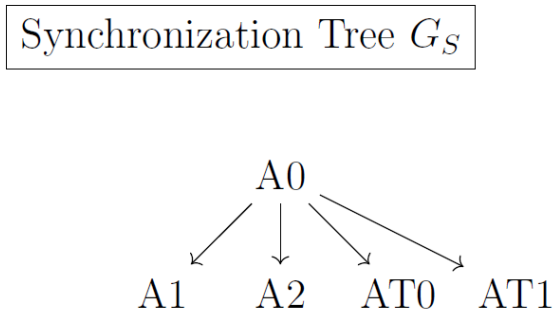
- Einige Roboter (AT) sind gleichzeitig Positionierknoten und Anker (A)

- Ausbildung von drei Graphenstrukturen

- Auswahl von AT-Knoten kritisch







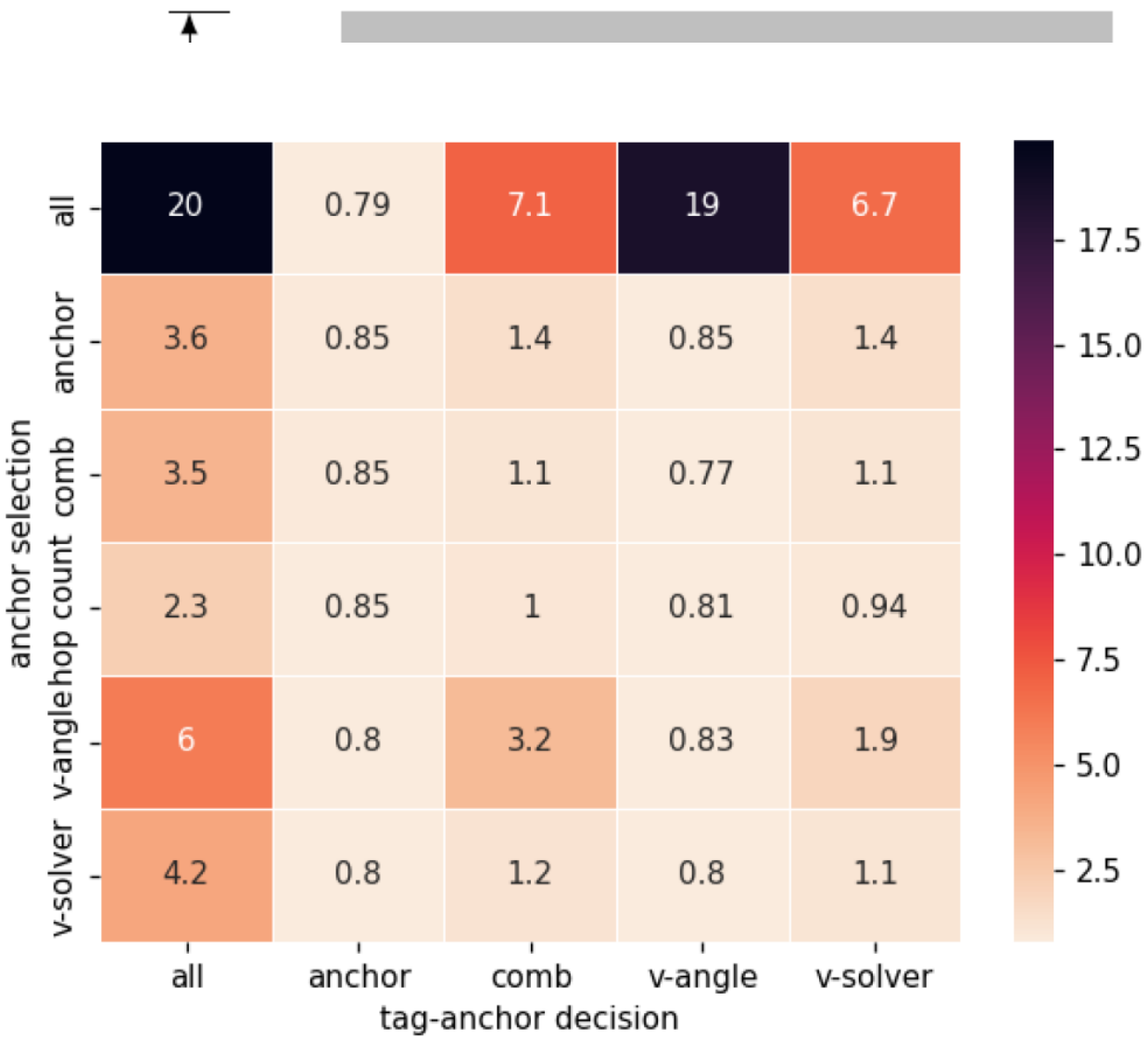
 © Fraunhofer IVI

Fraunhofer IVI

Simulationen

Lokalisierungs- und Zeitpropagation

- Simulation von Multi-Hop Lokalisierung
- Simuliert Uhrendrift und Paketverlust
- 8 Anker im Gebiet A_A, Größe 10m x 10m
- 100 Knoten im Gebiet A_N , Größe 20m x 20m
- 4 Strategien zur Auswahl der AT-Knoten
- 4 Strategien zur Auswahl der Anker pro Knoten
- All: Viele Knoten haben Position, aber mit schlechter Qualität
- Anker: nur wenige Koten erhalten Position, aber mit hoher Qualität
- Anderen: Trade-off zwischen Genauigkeit der Position und deren Verfügbarkeit



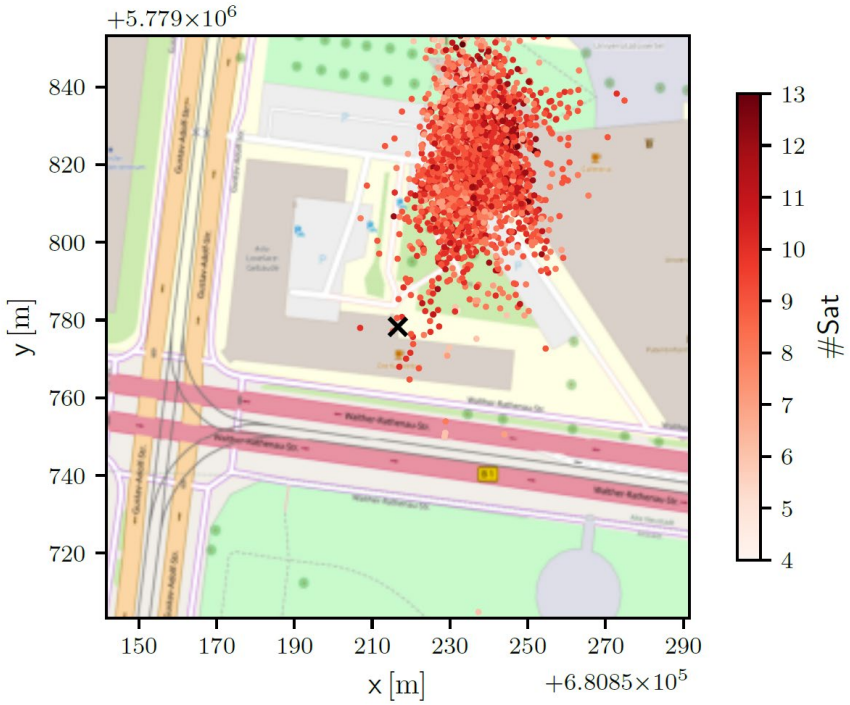
 © Fraunhofer IVI

Fraunhofer IVI

•DOI: 10.1109/LRA.2019.2901683

Anwendungen und Produkte

Brückeninspektion, Innenstädte und UVdar



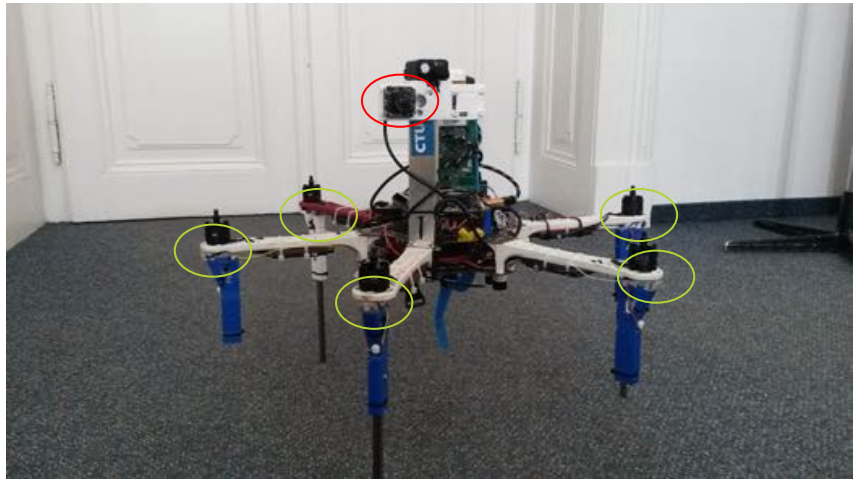
- Kamerabasierte Detektion von LED-Markern + UWB Entfernungsbestimmung
- Winkelbestimmung zu anderen Koptern
- Winkel + Entfernungsbestimmung = Polarkoordinaten
- Kommerziell Verfügbar

Herausforderungen bei Brückeninspektionen:

- Schlechter Zugang
- Schlechter bzw. Kein GNSS Empfang
- Teilweise große Flächen

Vorteile von relativer Positionierung im Schwarm:

- Höhere Lokalisierungsgenauigkeit
- Hohe Flächenleistung
- Höhere Zuverlässigkeit



UVDAR System for Visual Relative Localization With Application to Leader–Follower Formations of Multirotor UAVs, *V. Walter, Nicolas Staub, A. Franchi, M. Saska*, **DOI:10.1109/LRA.2019.2901683**

 © Fraunhofer IVI

Fraunhofer IVI

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

Fraunhofer IVI