



FORSCHUNGSINITIATIVE
K O - F A S

Ko-TAG

VRU-Schutz auf Basis von Winkelmesssystemen und Bewegungsklassifikation

Marc Faßbinder
Fraunhofer IIS

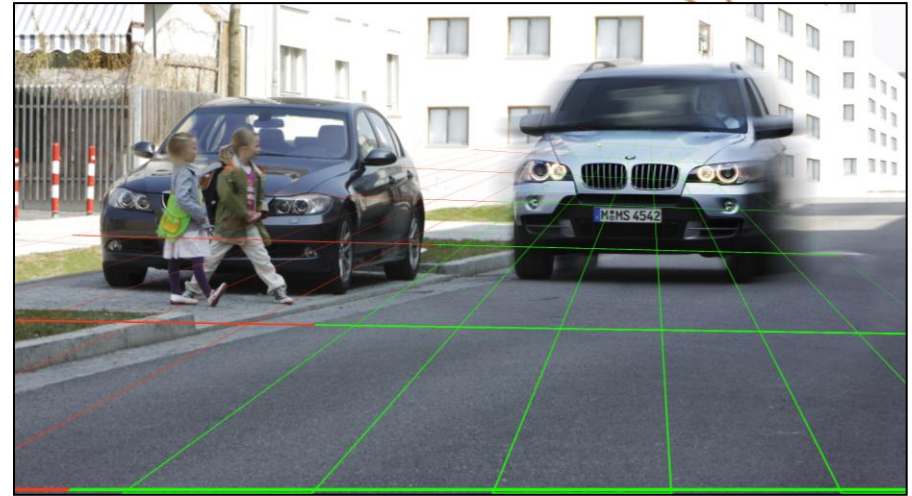
Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

- Motivation und Systemanforderungen
- Funktionsprinzip der Ortung
- Hardwarerealisierung des Winkelschätzers
- Messprinzip der Winkelmessung
- Inertialsensorik im SafeTAG

- Reduzierung schwerer Unfälle im Straßenverkehr durch eine sichere Erkennung von Verkehrsteilnehmern auch in Verdeckungs-fällen
- Erhöhung der Fahrzeug-Fahrzeug-Sicherheit vor allem in Kreuzungssituationen
- Erkennung und Ausschluss von Gefahren-situationen durch Einsatz von Inertialsensorik und zweidimensionaler Winkelschätzung (Elevation und Azimut)
- Integration der Komponenten in ein Gesamtkonzept für kooperative Sensortechnologie



Hohe Genauigkeit



Präzise Ortung der Verkehrsteilnehmer im Straßenverkehr

Ortung auch ohne Sichtverbindung



Sichere Erkennung von Verkehrsteilnehmern auch in Verdeckungsfällen

Reichtweite ca. 400m



Frühzeitige Einschätzung der Verkehrslage

Hohe Messrate



Schnelles, permanentes Aktualisieren der Verkehrslage

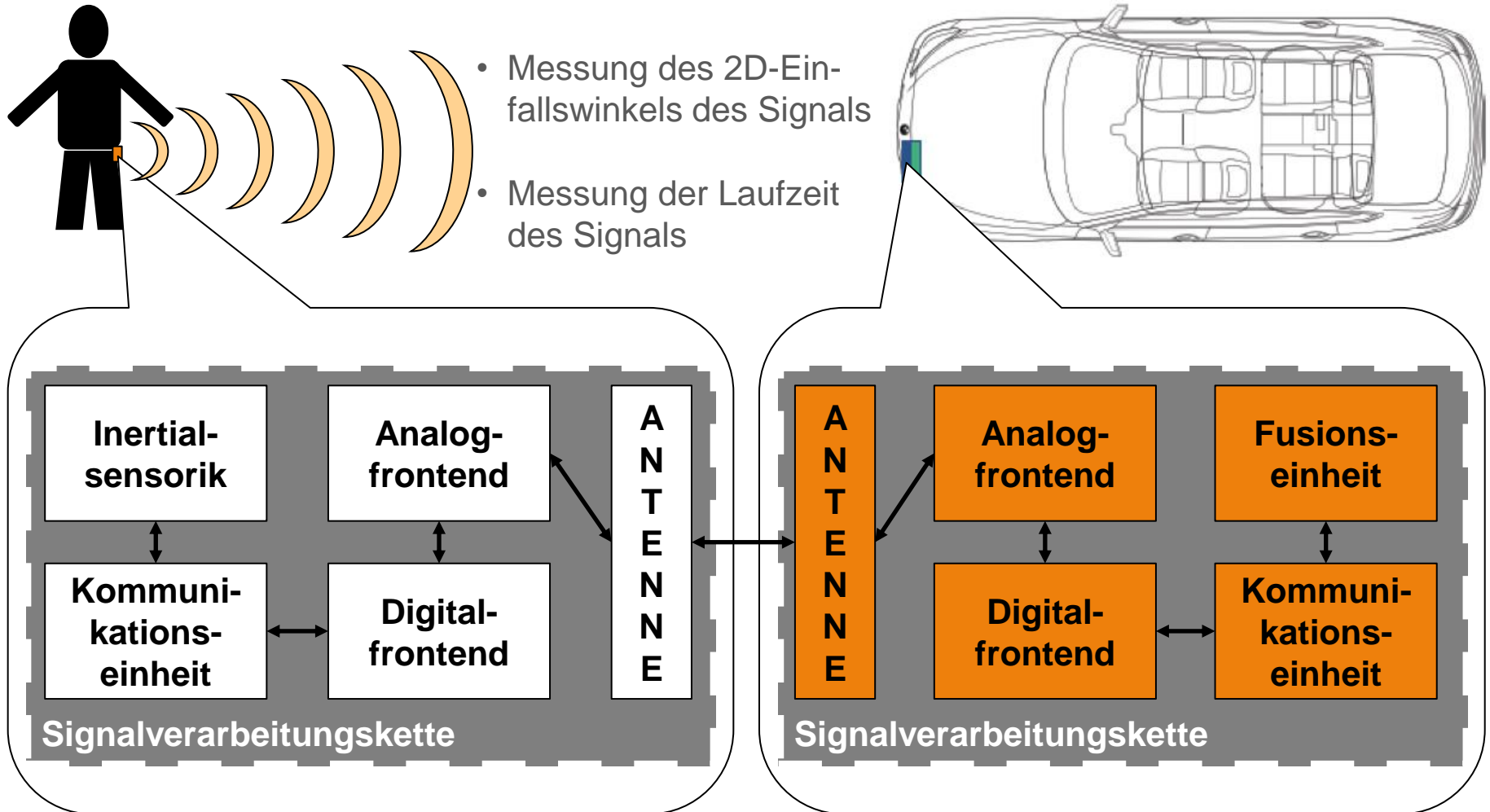
Eindeutige Klassifikation



Berechnung von Verhaltenswahrscheinlichkeiten für Verkehrsteilnehmer

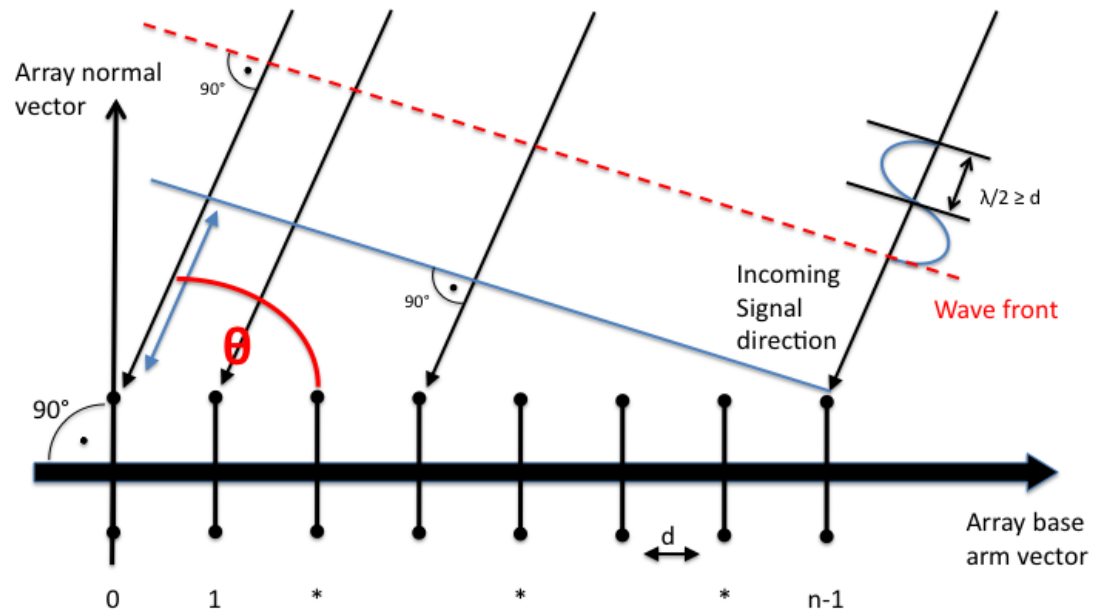


Funktionsprinzip der Ortung



Messprinzip Winkelmessung I

- Ausbreitung des Funksignals im Fernfeld als ebene Welle
- Laufzeitunterschiede als Phasenverschiebung des Signals zwischen den Antennenelementen messbar
- Schmalbandbedingung muss erfüllt sein (Bandbreite \ll Träger)
- Abstand $d \leq \lambda/2$ zwischen den Antennenelementen



Messprinzip Winkelmessung II



FORSCHUNGSINITIATIVE
K O - F A S

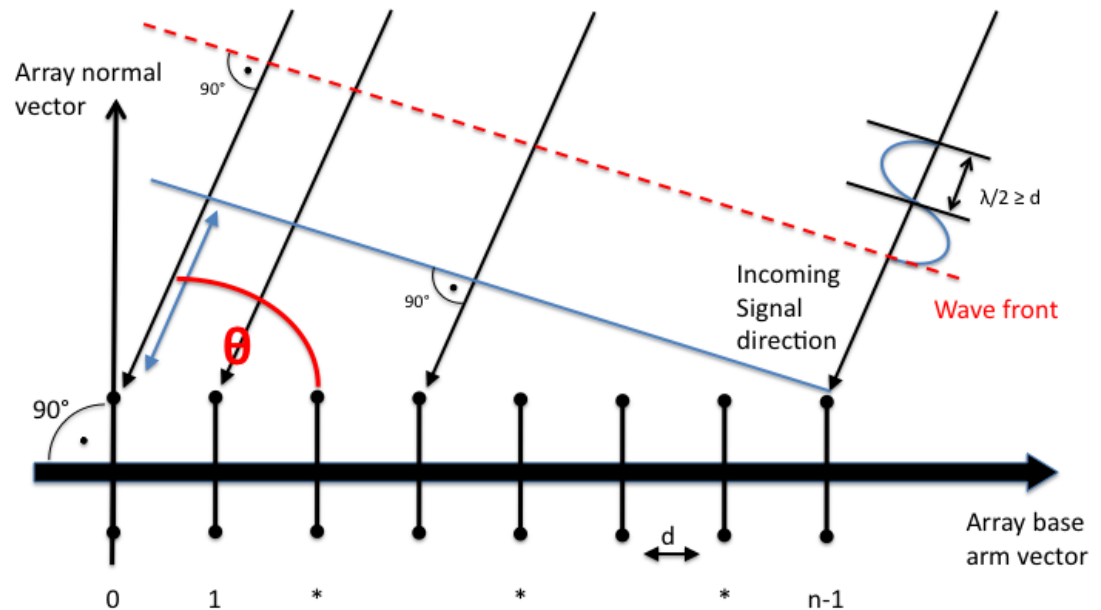
- Antennenarray und Sender befinden sich auf gleicher Höhe

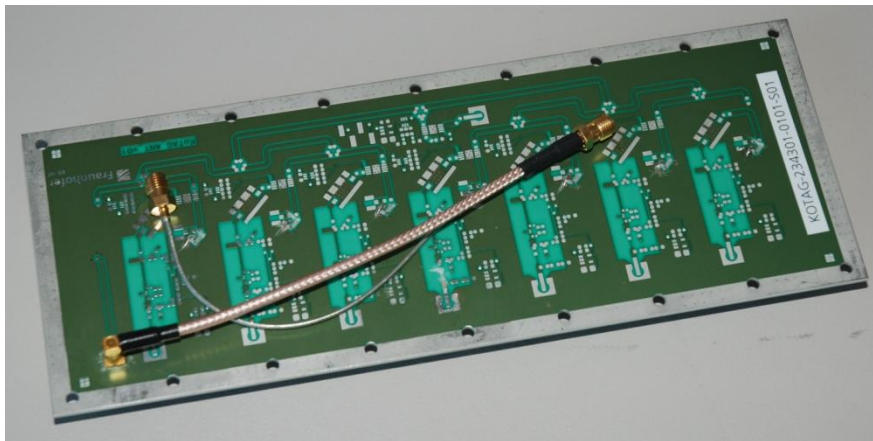
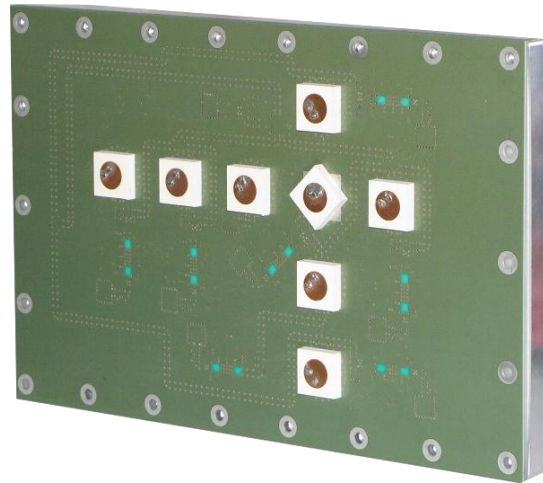
- Phasenunterschied Ψ zwischen Element 1 und Element m :

$$\Delta\psi_m = \frac{2\pi f(m-1)d \cos\theta}{c}$$

- mit f : Trägerfrequenz und c : Lichtgeschwindigkeit

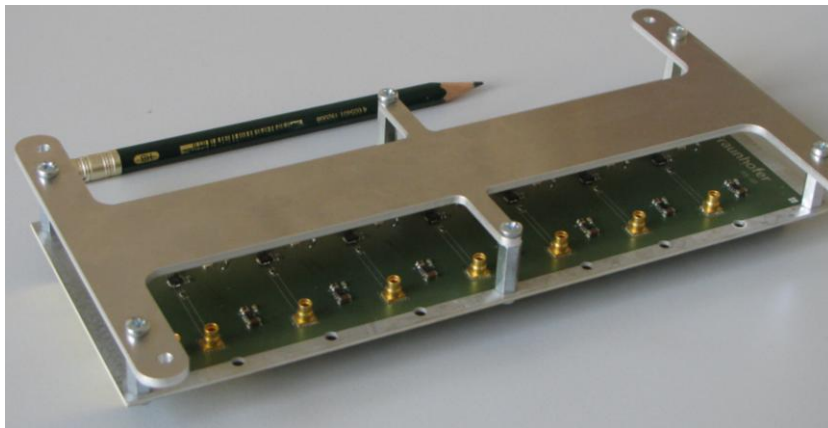
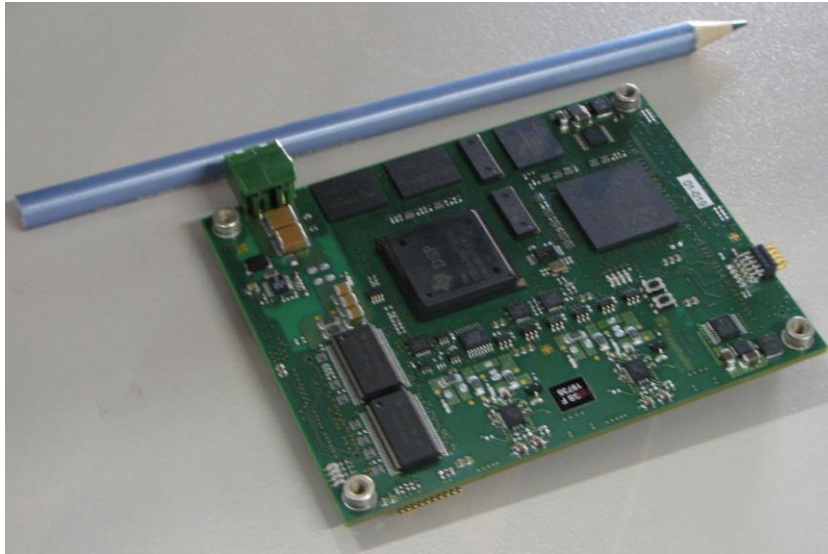
- Signalauswertung erfolgt per kovarianzbasiertem MUSIC-Algorithmus





- Das Antennenarray wird in Ko-TAG für die Bestimmung von Time-of-Flight und Angle-of-Arrival genutzt
- Das Antennenarray besteht aus 7 Elementen (1x4 und 1x3 kombiniert), so dass die Elevation von Straßenverkehrsteilnehmern bestimmt werden kann (z.B. Person auf Brücke)
- Ziel ist eine möglichst genaue und zuverlässige Erfassung verletzlicher Straßenverkehrsteilnehmer

Analoge und digitale Signalverarbeitung (On-Board-Unit)



- Die On-Board-Unit dient der Auswertung der analogen Eingangssignale aus dem Antennenarray
- Innerhalb der On-Board-Unit wird hierzu zunächst der Winkel zum verletzlichen Straßenverkehrsteilnehmer geschätzt
- Kern der On-Board-Unit sind:
 - Sechs-Kanal-Hochfrequenzempfänger
 - Digitale Signalverarbeitungskette
 - Algorithmik/Firmware
- In Kooperation mit den Projektpartnern kann dann aus der Datenfusion die exakte Position des Verkehrsteilnehmers bestimmt werden

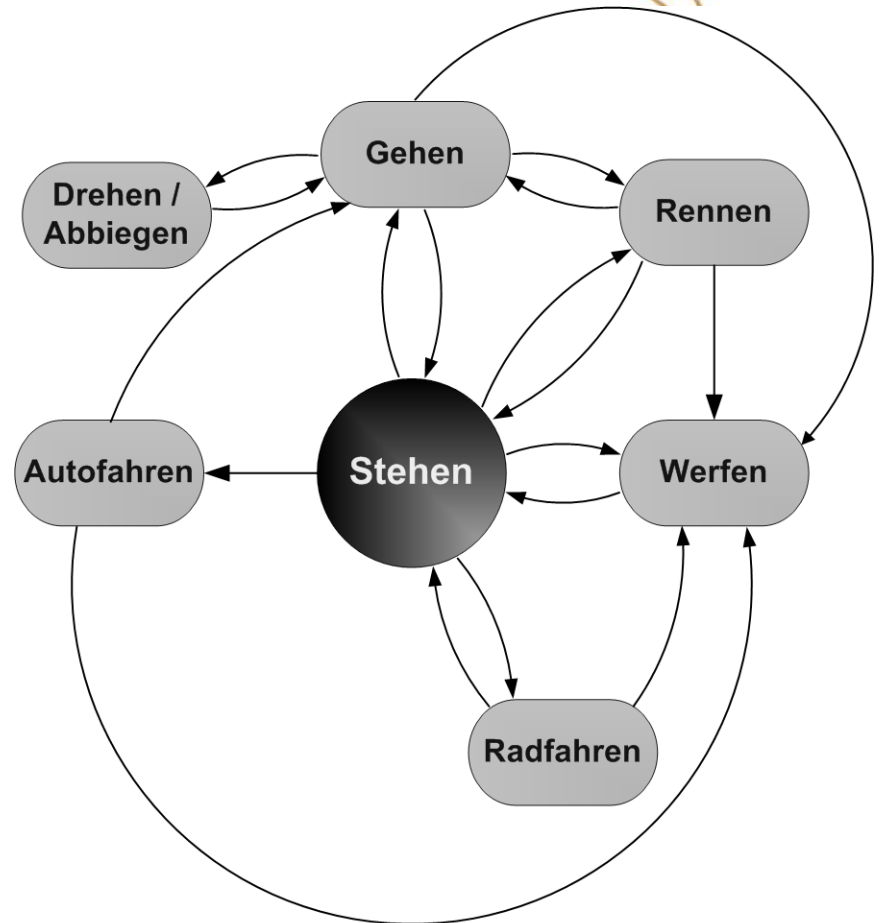
Inertialsensorik als zusätzlicher Informationslieferant

- Über die reine Positionsbestimmung des Verkehrsteilnehmers (VRU) hinaus liefert das Inertialsensorik-Modul wertvolle Informationen
- Das Inertialsensorik-Modul kann, ...
 - die Geschwindigkeit des VRU übermitteln,
 - die Bewegungsrichtung des VRU übermitteln,
 - Bewegungsarten unterscheiden,
 - Sonderfälle (z.B. im Auto sitzen) erkennen und
 - einen Energiespar-Modus aktivieren
- Das Bewegungsmodell kann erstellt werden für, ...
 - eine Abschätzung des jeweiligen Situationsrisikos und
 - die Einleitung von Gegenmaßnahmen

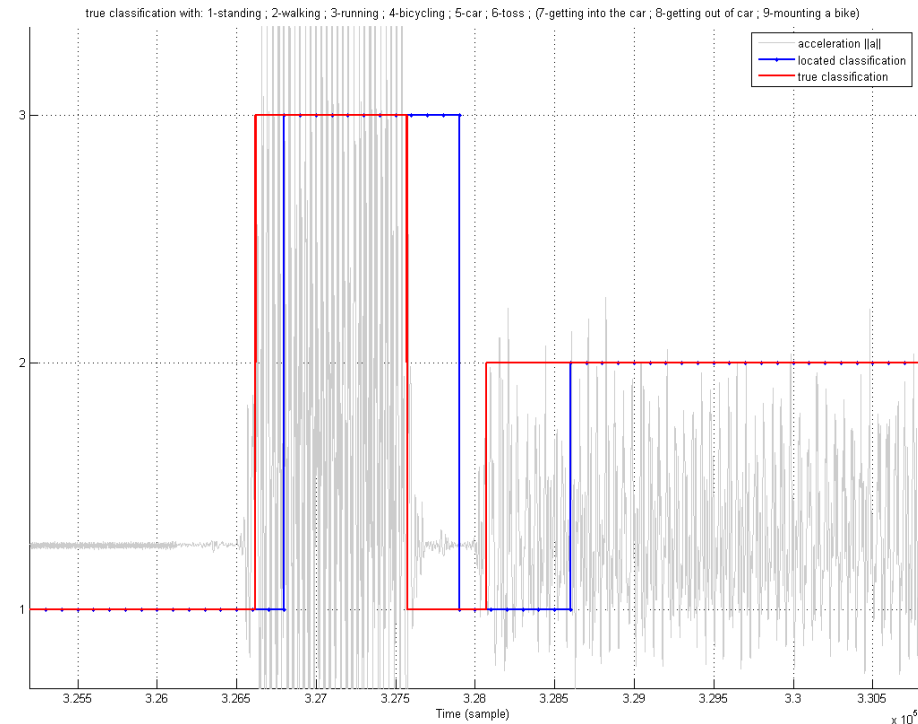


- Das Inertialsensorik-Modul umfasst:
 - Beschleunigungssensoren
 - Magnetfeldsensoren
 - Gyroskope
- Das Modul kann Bewegungen auf der X-, Y- und Z-Achse detektieren
- Die Einführung der Inertialsensorik ist die wichtigste Innovation im Safe-TAG

- Sieben Zustände sind definiert (erweiterbar)
- Die Übergänge zwischen den Zuständen haben die gleichen Wahrscheinlichkeiten
- Die Übergangsmöglichkeiten sind jedoch eingeschränkt
- Durch die Analyse der Sensor-Daten werden Zustände und Übergänge erkannt



- Die Zustände lassen sich anhand der Messdaten erkennen (Analyse)
- Es besteht ein zeitlicher Versatz zwischen Ist-Daten (rot) und klassifiziertem Zustand (blau)
- Die Erkennung ist robust gegenüber von Messrauschen
- Die Sensorposition ist beliebig



Stehen-Rennen-Stehen-Gehen

Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit!