



**Fraunhofer-Institut für  
Produktionsanlagen und  
Konstruktionstechnik IPK**

Pascalstr. 8–9  
10587 Berlin

**Ansprechpartner**

Dipl.-Ing. Matthias Blankenburg  
Leiter der Abteilung Sicherheitstechnik  
Telefon +49 30 39006-183  
matthias.blankenburg@ipk.fraunhofer.de

Dipl.-Ing. Mohamad Ajami  
Projektleiter  
Telefon +49 30 39006-197  
mohamad.ajami@ipk.fraunhofer.de

**[www.ipk.fraunhofer.de](http://www.ipk.fraunhofer.de)**

## INREAKT: HILFE-REAKTIONSKETTEN ZUR ERHÖ- HUNG DER SICHERHEIT IM ÖPNV

### InREAKT Allgemein

Der öffentliche Personennahverkehr ist zentraler Bestandteil der städtischen Infrastruktur. Gewalt und Vandalismus in Bussen und Bahnen sowie an Haltestellen können dazu führen, dass sich Fahrgäste – vor allem nachts und bei geringer Frequentierung – unwohl fühlen oder öffentliche Verkehrsmittel ganz meiden. Auch Fahrer, Fahrscheinkontrolleure oder Sicherheitskräfte von Verkehrsunternehmen können in kritische Situationen involviert sein.

Da die Strukturen und Belange des ÖPNV in jeder Stadt oder Kommune anders gelagert sind, kann eine allgemeingültige funktionsfähige Lösung nur abstrakt beschrieben werden. Das Projekt hat deshalb zum Ziel, aus einer allgemeinen Sicht der Gefahrenanalyse generische Methoden zu konzipieren, von denen sich weitere bedarfsgerechte Lösungen ableiten lassen. Beispielhaft werden im Projekt aus den generischen Methoden konkrete, auf

die Belange des im Projekt kooperierenden Anwenders (Karlsruher Verkehrsbetriebe) zugeschnittene und spezialisierte Versionen abgeleitet und eine realitätsnahe Systemkonfiguration entwickelt und erprobt. Zunächst wurde eine von der technologischen Realisierung entkoppelte, umfassende Untersuchung möglicher Gefahrensituationen durchgeführt sowie eine Zusammenstellung der Wünsche von Fahrgästen und für die Sicherheit zuständigen ÖPNV-Mitarbeitern erstellt. Parallel wurde eine generische Architektur konzipiert, die auf Detektionslösungen mit optischen, akustischen und mechanischen Sensoren aufbauend die allgemeinen Bedenken der vorangegangenen Untersuchung berücksichtigt.

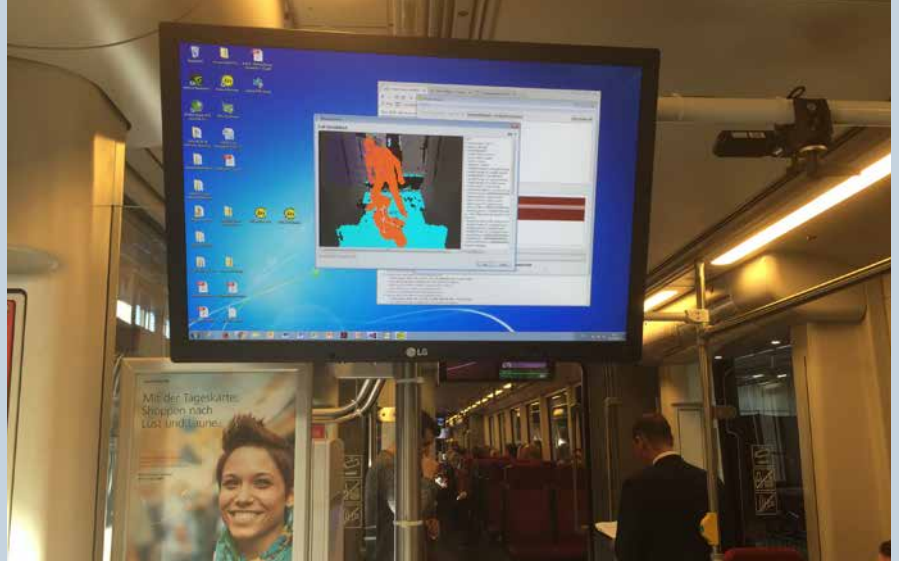
Die Detektions- und Meldeprozesse haben nach der Konkretisierung folgenden Ablauf:

- Die Methoden für die optische und akustische Detektion in der Sensorebene reagieren unabhängig voneinander auf bestimmte Muster und setzen die Interpretationen als Sensormeldungen ab;

GEFÖRDERT VOM



**Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung**



- Die Sensormeldungen vor Ort (am Fahrzeug oder an der Haltestelle) werden in einem Konzentrador zu einer gewichteten Meldung zusammengefasst;
- Anschließend werden diese Meldungen im Szenen-Interpretationssystem, wie vom Regeleditor vorgeschrieben, nach Berücksichtigung aller möglichen Randbedingungen in der Leitstelle zu einem meldewürdigen »Ereignis« geformt;
- Das Ereignis wird in der Leitstelle in die Oberfläche integriert, visuell und akustisch präsentiert und als Trigger-Ereignis im Ereignismanagementsystem zur Einleitung von Maßnahmen benutzt;
- Im Szenen-Interpretationssystem können weitere bedarfsgerechte Offline-Anpassungen erfolgen, die eventuelle Sensitivitätsanpassungen erfordernde Randbedingungen berücksichtigen;
- Das Detektionslernsystem in der Leitstelle bietet ebenfalls Möglichkeiten zur Offline-Anpassung und -Optimierung von Zustandsinterpretationen, die anschließend zu den Detektionsmodulen hochgeladen werden können.

### Beiträge des Fraunhofer IPK

Das Fraunhofer IPK setzt Tiefen- sowie RGB-Sensoren zur optischen Erfassung, Selektion und Klassifizierung von Szenen in einem festgelegten Segment eines Fahrzeugs oder einer Haltestelle ein. Dabei erfolgt eine Online-Zustandserfassung der Aufnahme (ein sog. Bildframe) sowie eine Zustandsanalyse von Folgeframes, bei der nach Ähnlichkeiten mit offline festgelegten Posenfolgen, Bewegungsmustern bzw. Szenen gesucht wird.

Die Tiefensensoranordnung umfasst einen Infrarotstrahler und einen Infrarot CMOS-Sensor. Die Tiefenberechnungen erfolgen auf dem Chip (system-on-a-chip), wodurch der Hauptrechner entlastet wird. Die Sensoren liefern mit dem Tiefenbild ideale Rohdaten für die geplanten Detektionsverfahren. Das Tiefenbild wird mit den quelloffenen Bibliotheken OpenNI (Open Natural Interaction) und der Middleware NiTE verarbeitet und eignet sich für zahlreiche Anwendungen zur Bewegungsanalyse und Posenerkennung.

Aus den Tiefenbild-Daten werden insbesondere folgende Informationen gewonnen:

- Trennung der beweglichen Objekte vom statischen Vordergrund (z.B. zurückgelassene Objekte);
- Klassifikation von unauffälligen sowie als Aggression/Rangelei aufzufassenden Posen;
- Feststellung der Anzahl von Personen durch Separation (z.B. Menschenansammlungen);
- Berechnung der Geschwindigkeit mit Hilfe der Bewegungsverfolgung (z.B. Unruhe);
- Klassifikation einer liegenden Person;
- Detektion von abrupten Änderungen der Körperpose und Stürzen (z.B. beim Ein- und Ausstiegsbereich).

Die RGB-Daten sind farbige Bilder, die die Erkennung von Texturen und Gestalten gestatten. Dadurch lassen sich charakteristische Merkmale (Featurepoints) bestimmen. Mittels der freien OpenCV SURF-Methode (Speeded-Up Robust Features) wird nach markanten Hell-Dunkel Übergängen im Bild gesucht und diese nach ihrer Intensität und Ausrichtung

bewertet. Die Methode eignet sich dazu, Objekten effektiv Merkmale zu verleihen, mit deren Hilfe man sie wiedererkennen kann.

Die festgelegten detektierbaren Ereignisse für die optische Detektion sind:

- Zurückgelassenes Objekt
- Aggression/Rangelei
- Menschenansammlung
- Rennende Personen/Unruhe
- Stürzende und liegende Person

Die Empfindlichkeitsanpassung der Detektion sorgt dafür, dass einerseits meldewürdige Fälle identifiziert werden, andererseits jedoch irrelevante Fälle, die ähnliche optische Merkmale aufweisen, erkannt und ausgefiltert werden. Beeinflussende Offline-Verfahren für die optische Detektion in der Sensorebene bestehen aus Methoden, die Anpassungen des Detektionsalgorithmus außerhalb des laufenden Detektionsbetriebs vornehmen.

### Kontinuierliche Verbesserung

Die Architektur des InREAKT-Systems sieht für die kontinuierliche Verbesserung der Gefahrendetektion und des Ereignismanagements verschiedene Lern- bzw. Optimierungsprinzipien vor, die während der Phase der aktiven Detektion (Online-Phase) wie auch außerhalb dieser Betriebsphase (Offline-Phase) angewandt werden.

- 2 *Eine detektierbare Gefahrensituation*
- 3 *Installation und Erprobung des InREAKT-Detektionssystems in realer Umgebung*