

# CamInSens: Rechtzeitig reagieren durch intelligente Videosysteme

WIE KAMERAS FRÜHZEITIG GEFAHRENSITUATIONEN ERKENNEN KÖNNEN

Die Installation von Videokameras, etwa in Bahnhöfen oder Stadien, soll der Sicherheit der Bürgerinnen und Bürger dienen. Die dadurch gespeicherten Daten ermöglichen jedoch nur eine Beweisführung für die nachträgliche Aufklärung eines sicherheitskritischen Vorfalls. Zwei Wissenschaftler vom Institut für Systems Engineering zeigen auf, wie an intelligenten Videosystemen geforscht wird, die bedrohliche Situationen präventiv im Moment ihrer Entstehung erkennen und damit verhindern sollen.

Abbildung 1  
Hannover Hauptbahnhof  
Quelle: IVE mbH

Im Verbundprojekt CamInSens (gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Forschungsprogramm für die zivile Sicherheit) wird seit April 2010 mit zehn Mitarbeitern verschiedener Institutionen an der Verbesserung datenschutzkonformer intelligenter Videosysteme geforscht. Der Leitgedanke ist die Erkennung sicherheitskritischer Situationen in ihrer Entstehung. Aktuelle Vorfälle, beispielsweise an Bahnhöfen, haben gezeigt, dass es mit konventionellen Ansätzen nur selten möglich ist, akute Bedrohungssituationen im Moment ihrer Entstehung zu erfassen. Häufig dienen die gespeicherten Videodaten lediglich der Beweissicherung etwa nach einem tätlichen Übergriff.

Insgesamt wird das Projekt von zehn Mitarbeitern bearbeitet. Neben dem Institut für Systems Engineering sind von der Leibniz Universität das Fachgebiet Simulation aus der Informatik und die Institute für Photogrammetrie und GeoInformation sowie für Kartographie und Geoinformatik beteiligt. Hinzu kommen weitere Partner aus Forschung und Industrie: Juristen von der Universität Kassel, die Fraunhofer-Institute IAIS in Sankt Augustin und IOSB in Karlsruhe, sowie die Firmen Vitracom AG (Karlsruhe) und IVE mbH (Hannover). Beraten werden die Forscher von Mitarbeitern der Landeskriminalämter in Stuttgart und Hannover.

Einhergehend mit der sich wandelnden weltpolitischen Sicherheitslage steigt in vielen Bereichen des öffentlichen Lebens das Bedürfnis der Bürgerinnen und Bürger nach Sicherheit. Diese Bereiche können auf der einen Seite Personenverkehrsanlagen wie zum Beispiel Bahnhöfe (Abbildung 1) und Flughäfen sein oder auf der anderen Seite Einrichtungen des öffentlichen Lebens wie etwa Supermärkte, Kaufhäuser oder Sport-Stadien. Großräumige Flächen werden häufig mit Kamerasystemen überwacht. Die aufgenom-

es nur selten möglich, akute Bedrohungssituationen im Moment ihrer Entstehung zu erfassen. Häufig dienen die (gespeicherten) Videodaten lediglich den Ermittlungen nach einem sicherheitskritischen Vorfall.

Gefahrensituationen sind häufig auf gewolltes oder ungewolltes menschliches Fehlverhalten zurückzuführen. Eine Analyse der Bewegungstrajektorien, das heißt der Aufenthaltsorte der jeweiligen Person als Funktion der Zeit, kann somit zur Erkennung



menen Videodatenströme werden zusammengeführt und dem Sicherheitspersonal in einer Sicherheitszentrale auf Überwachungswänden zur Verfügung gestellt. Mit diesen konventionellen Ansätzen ist

einer Gefahrensituation beitragen. Durch die unmittelbare rechnergestützte Analyse des Bewegungsverhaltens erfasster Zielpersonen ist es in vielen Fällen möglich, potenzielle Gefährdungssituationen

automatisch zu erkennen. Außerdem werden so die Kosten für die manuelle Bildauswertung reduziert. Intelligente Videosysteme können durch Spezi­alsensorik (zum Beispiel Zugangskontrollsysteme, drahtlose Kleinstsensoren für beispielsweise Licht, Temperatur oder Erschütterung) ergänzt werden, um die gezielte Steuerung und Koordination der visuellen Überwachung zu verbessern.

**Ziel des Projekts**

Ziel des Projektes CamInSens ist die Erforschung eines praxistauglichen und rechtskonformen Überwachungssystems basierend auf einem intelligenten Videosystem (Abbildung 2). Hierdurch soll unter Wahrung datenschutzrechtlicher Anforderungen die Sicherheit der Bürgerinnen und Bürger erhöht werden, und Betreibern und Sondereinsatzkräften soll die Möglichkeit gegeben werden, kritische Situationen rechtzeitig zu erkennen und darauf zu reagieren. Für die Realisierung dieses Ziels müssen Mechanismen entwickelt werden, die Kameraknoten kooperativ visuelle Daten erheben und verarbeiten lassen, um hieraus in Bildsequenzen des gesamten Kameranetzwerks Personen zu detektieren und zu verfolgen.

Zur Verfolgung der Personen sollen insbesondere automatische Mustererkennungsverfahren erprobt werden, um den Aufwand der manuellen Analyse von Bildmaterial zu minimieren. Es erfolgt eine Selbstkonfiguration des Kameranetzes zur automatischen Detektion und zum Verfolgen einzelner Personen. Die Kopp­lung von Wegaufzeichnungen, genannt Track Logs oder Tracks, über einzelne Kamerastandpunkte hinweg ermöglicht die Bildung langer Trajektorien. Die Interpretation der Trajektorien dient zum einen

der Erkennung auffälliger Bewegungsmuster und zum anderen als Rückkopplung für die Kamerasteuerung. Verdächtige Hinweise werden an die Endnutzer des Systems (in der Regel an das Sicherheitspersonal) unter Angabe von Qualitätsparametern übergeben. Die aktuelle Situation wird dem Endanwender dabei sowohl in der Sicherheitszentrale als auch auf dem mobilen Endgerät des Endanwenders ständig aktualisiert und situationsgemäß visualisiert (zentrale Präsentation der Gesamtlage und Ausschnittspräsentation für den mobilen Endanwender), die dieser als Basis für weitere Entscheidungen (zum Beispiel das Auslösen von Alarm) nutzt.

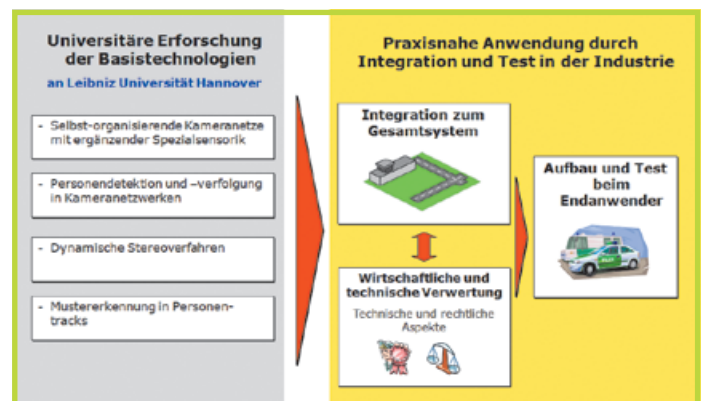
**Wissenschaftliche Arbeitsziele**

Die in diesem Projekt angestrebten wissenschaftlichen Arbeitsziele – das Verfolgen von Personen in einem Netz aus einer Vielzahl von Kameras und das Entdecken auffälliger visueller Ereignisse – sollen mit Hilfe der Erforschung der nachfolgenden Themengebiete erreicht werden:

- **Selbst-organisierende Kameranetze mit ergänzender Spezi­alsensorik:** Selbst-organisierende Vernetzung und Kooperation zwischen Kameraknoten und ergänzender Sensorik durch die Nutzung fehler­toleranter, dezentraler Koordinierungsalgorithmen. Die Kombination der Bildsequenzanalyse mit diesen Verfahren ermöglicht es, das Kameranetz automatisch auf den aktuellen Bedarf der Bildverarbeitungsverfahren anzupassen. Hinzu kommen Verfahren für ein einfaches Systemmanagement (Planung, Erweiterung, Fehlerdiagnose).

- **Personendetektion und -verfolgung in einzelnen Videosequenzen:** Algorithmen, die unter einer Vielzahl von Bedingungen in realen, gegebenenfalls hoch dynamischen Szenarien (zum Beispiel unterschiedliche Perspektive, Beleuchtung und Sichtverdeckung) einzelne Personen und Personengruppen robust verfolgen.
- **Dynamische Stereoverfahren:** Analyse komplexer Szenen mit großer Tiefenausdehnung unter Verwendung stereoskopischer Bildsequenzen und zugehöriger Stereoverfahren inklusive Aussagen zur Qualität der erzielten Ergebnisse. Dabei werden insbesondere solche Szenen betrachtet, bei denen immer wieder Verdeckungen vorkommen können und in denen viele Menschen auftreten.
- **Mustererkennung in Personentracks:** Analyse von Personentracks, das heißt des Bewegungsmusters einer erfassten Person, mit dem Ziel, untypisches beziehungsweise auffälliges Verhalten zu erkennen.

Abbildung 2  
Das CamInSens System im Überblick  
Quelle: Institut für Systems Engineering



Dabei wird untersucht, ob das Verhalten einer einzelnen Person signifikant von vorherigen Beobachtungen anderer Personen abweicht. Wichtig ist hierbei, dass die ermittelten Muster mit



#### Prof. Dr. Jörg Hähner

Jahrgang 1974, ist seit 2006 als Juniorprofessor am Institut für Systems Engineering im Fachgebiet System- und Rechnerarchitektur tätig. Dort arbeitet er im Forschungsbereich Organic Computing an Konzepten, um große komplexe Systeme, beispielsweise durch Ansätze der Selbstorganisation, beherrschbarer zu machen. Ein Beispiel hierfür sind große Sensornetze. Kontakt: [haehner@sra.uni-hannover.de](mailto:haehner@sra.uni-hannover.de)



#### Dipl.-Ing. M.Sc. Michael Wittke

Jahrgang 1980, ist seit 2007 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Systems Engineering im Fachgebiet System- und Rechnerarchitektur und beschäftigt sich mit aktiven Kamerasystemen. Kontakt: [wittke@sra.uni-hannover.de](mailto:wittke@sra.uni-hannover.de)

Aussagen zur Qualität und Zuverlässigkeit versehen werden, um bewerten zu können, ob die erkannte Abweichung sicherheitskritisch ist.

- **Interaktive Visualisierung großer raumbezogener Datensätze:** Übersichtliche Darstellung von komplexen Datenmengen in Echtzeit und im dreidimensionalen Raum, um Sicherheitspersonal eine schnelle Interaktion mit diesen Datenmengen zu ermöglichen. Um einen unmittelbaren Bezug zu den örtlichen Gegebenheiten herzustellen, müssen die Daten auch situationsbezogen aufbereitet werden und sowohl in der Sicherheitszentrale als auch auf mobilen Endgeräten des Sicherheitspersonals konsistent und klar dargestellt werden.

- **Verfassungs- und datenschutzrechtliche Vorgaben:** Analyse der rechtlichen Vorgaben für die Personenverfolgung und Mustererkennung sowie Entwicklung konkreter technischer Gestaltungsvorschläge für entsprechende Systeme. Begleitend wird eine kontinuierliche Überprüfung der Bestimmungen durchgeführt.

Die Integration der einzelnen Komponenten zu einem Gesamtsystem wird von den Firmen vitracom und IVE durchgeführt, um die Praxistauglichkeit und Relevanz sicherzustellen. Die entwi-

ckelten technologischen Ansätze sowie die exemplarisch zugrunde gelegten Szenarien werden während der gesamten Projektlaufzeit kontinuierlich in Zusammenarbeit mit professionellen Anwendern von Sicherheitstechnik erprobt und aus Nutzersicht evaluiert. Als Endanwender konnte das Landeskriminalamt Baden-Württemberg gewonnen werden, das tagtäglich Sicherheitslösungen einsetzt. Aktuell ist zusätzlich die Unterstützung durch das LKA Niedersachsen hinzugekommen.

#### Zusammenfassung

Zusammenfassend kann man feststellen, dass die Komplexität des Forschungsumfelds »Intelligente Kameranetze« es erforderlich macht, mit einer Vielzahl heterogener Partner in diesem Umfeld zu agieren, um der Aufgabe der Erforschung zukünftiger Technologien nachzukommen. Ein Großteil dieser Partner im CamInSens-Projekt stammt aus der Forschungsinitiative Sicherheit der Leibniz Universität Hannover. Institute der Leibniz Universität Hannover übernehmen im Konsortium die Aufgabe der Erforschung der nötigen Basistechnologien und sind damit federführend vertreten.