

# Auftragsorientierte Videoauswertung zur sensorübergreifenden Objektverfolgung in großen verteilten Kamerasystemen

Eduardo Monari

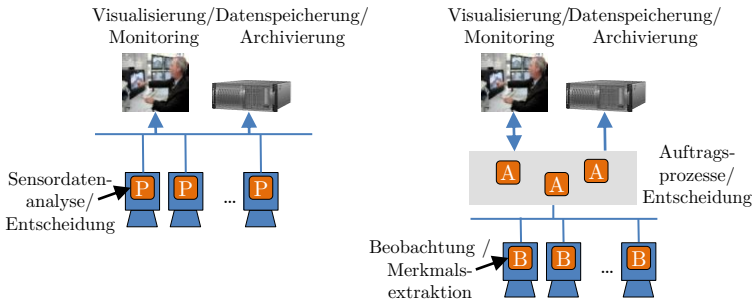
Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB,  
Fraunhoferstr. 1, D-76131 Karlsruhe

**Zusammenfassung** In diesem Beitrag soll ein Kameranetzwerk anstatt aus der klassischen Sicht der zentralen/dezentralen sensororientierten Informationsauswertung, aus einem alternativen Blickwinkel betrachtet werden: aus der Sicht des Analyseauftrages. Hierbei wird ein sogenanntes auftragsorientiertes Videoauswertungskonzept vorgestellt, welches durch eine hybride logische Netzwerktopologie die Vorteile zentraler bzw. dezentraler Grundsysteme für eine konkrete Analyseaufgabe kombiniert. Exemplarisch, wird der Grundgedanke der auftragsorientierten Videoauswertung am konkreten Beispiel einer videobasierten Multi-Kamera-Personenverfolgungsaufgabe verdeutlicht.

## 1 Einleitung

In modernen Videoüberwachungssystemen findet man immer mehr automatische Videoanalyse zur optimierten Datenaufzeichnung und Aufmerksamkeitssteuerung des Personals. Dadurch wird das Personal entlastet und die Speicherressourcen geschont, da nur bei Detektion bzw. Erkennung von Objekten auch die zugehörigen Bilddaten archiviert werden.

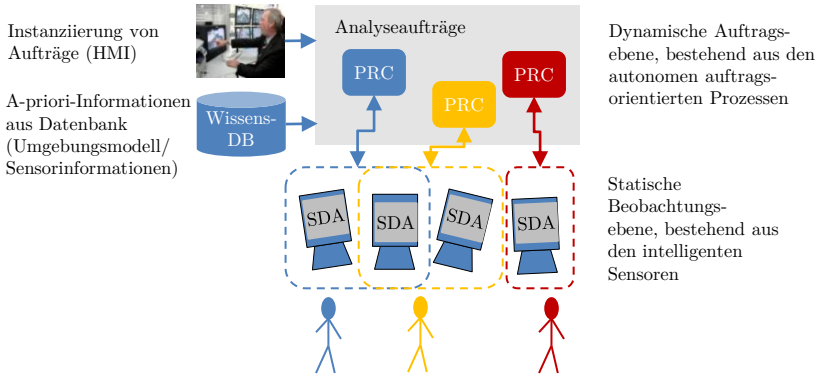
Die Prozessstrukturen für eine automatisierte Videoanalyse unterscheiden sich je nach Größe des Kameranetzwerkes und nach eingesetzten Kommunikationstechnologien bzw. sonstigen Komponenten. Grundsätzlich findet man bei den heutigen automatisierten Kamerasystemen zwei Typen von Prozessstrukturen vor: die sogenannte „zentrale Auswertung“ und „dezentrale Auswertung“ – je nach Lage der Videoanalyseprozesse im System.



**Abbildung 8.1:** Klassisches dezentrales sensororientiertes System (links) und der auftragsorientierte Ansatz (rechts) für Videoüberwachungssysteme.

Unabhängig von der Art der Prozessstruktur (zentral oder dezentral) haben all diese Systeme und Verfahren Eines gemeinsam: Sie sind werten die Informationen *sensororientiert* aus. Alle Systeme sind so konzipiert, dass möglichst alle Informationen aus allen verfügbaren Kameras extrahiert und gesammelt werden können. In der Videoüberwachung geht es insbesondere darum alle Objekte (Personen, Fahrzeuge, etc.), die sich in einem beobachteten Bereich aufhalten, zu erfassen und zu analysieren. Diese Anforderung, alle Objekte im Überwachungsbereich zu detektieren und zu verfolgen, führt unweigerlich dazu, dass auch alle verfügbaren Sensoren kontinuierlich Informationsgewinnung betreiben müssen. Der hier vorgestellte Ansatz zur auftragsorientierten Multi-Kamera-Videoauswertung verfolgt hingegen das Ziel, ausschließlich auftragsbezogene Videodaten auszuwerten und extrahierte Informationen weiter zu verarbeiten. Es wird gezeigt, dass obwohl die Prozessstruktur mit bereits bekannten Topologien und Systemen vergleichbar ist, sich die auftragsorientierte Informationsgewinnung und -verarbeitung allerdings signifikant vom Informationsfluss in bekannten sensororientierten Systemen unterscheidet.

Für diese Forschungsarbeit wurde ein Verfahren zur kameraübergreifenden Verfolgung einer Person in einem Kameranetzwerk mit überlappenden und nicht-überlappenden Erfassungsbereichen entwickelt, welches für den Funktionsnachweis („Proof of Concept“) für die erarbeitete auftragsorientierte Systemarchitektur eingesetzt wurde.



**Abbildung 8.2:** Die entworfene Prozessarchitektur, bestehend aus den Auftragsprozessen (PRCs) und den intelligenten Kameras mit integrierter Agentenplattform (SDAs).

## 2 Auftragsorientierte Prozessstruktur

Die objekt- und auftragsorientierte Organisation stellt ein neues logisches Paradigma basierend auf physikalisch bewährten Netzwerktopologien dar. Die Idee hierbei ist, für jedes relevante Objekt bzw. für jeden Analyseauftrag einen autonomen Prozess mit einer dedizierten Auswertungsaufgabe zu versehen und diesen dann als neuen Verarbeitungsknoten in die Netzwerkstruktur einzufügen. Daraus ergibt sich auf logischer Ebene eine dynamische Netzwerkstruktur, in welcher Objekte oder Aufträge als autonome Verarbeitungsknoten auftreten.

Jeder auftragsorientierte Verarbeitungsknoten verfolgt hierbei das Ziel, die aufgetragene Aufgabe bestmöglich zu erfüllen. Um dieses Ziel zu erreichen, agiert er komplett autonom und strebt durch Auswertung von vorhandenem A-priori-Wissen und dynamisch gewonnener lokaler Informationen nach einer zielgerichteten lokalen Organisation zur Informationsgewinnung. D. h. der auftragsorientierte Verarbeitungsknoten versucht selbstständig die Sensoren zu ermitteln, die für die Erfüllung der aufgetragenen Aufgabe entweder notwendig sind, oder, im Falle einer Redundanz, sich am besten hierfür eignen.

Bei der Prozessstruktur unterscheidet man zwischen einer (statischen) sensororientierten Prozessebene, bestehend aus intelligenten Sensorkno-

ten (sogenannten *Specialized Detection Agencies* oder *SDAs*), und einer (dynamischen) auftragsorientierten Ebene, bestehend aus autonomen auftragsorientierten Prozessen (*Processing Clusters* oder *PRCs*) (Abb. 8.2).

Die SDAs sind jeweils einem Sensor direkt zugeordnet und sind deshalb auf die Verarbeitung dieser Sensordaten spezialisiert. Um die Anforderung nach einer generischen Systemarchitektur zu erfüllen, insbesondere bzgl. der Anwendbarkeit des Systems für unterschiedliche Auswerteaufgaben, sind die SDAs als Agentenplattformen konzipiert. Diese ermöglichen eine dynamische Aktivierung vielfältiger Analyseagenten, die für eine spezielle temporäre, Informationsgewinnung eingesetzt werden können (z. B. Gesichtsdetektion, Bewegungsdetektion, Objektklassifikation, usw.). Zur Gewährleistung der Skalierbarkeit des Systems sind die SDAs physikalisch als „intelligente Sensoren“ konzipiert.

Im Gegensatz zu den SDAs sind die PRCs nicht an spezielle Sensoren gebunden, sondern sind prinzipiell in der Lage, multi-sensorielle Datenauswertung mit beliebigen Untermengen der vorhandenen Sensoren durchzuführen. Da sich die Anzahl der Aufträge über die Zeit ändern kann (z. B. wenn der Benutzer neue Analyseaufträge startet) und des Weiteren die Analyseaufträge in der Regel keine Daueraufträge sind, sondern eine endliche Lebenszeit aufweisen, ist auch die Lebenszeit solcher PRCs begrenzt. Dies führt zu einer dynamischen Struktur der Auftragsprozessebene und Kommunikationstopologie, d. h. der Sensor-Auftrag-Zuordnung (Sensor-Task-Assignment).

Die vorgestellte Architektur ist insbesondere durch die fehlende hierarchische Verwaltung der Auftragsprozesse gekennzeichnet. Während klassische Architekturen eine „oberste“ Instanz sowohl zur Initialisierung und Steuerung der Auswerteprozesse als auch zur Sensor-Auftrag-Zuordnung vorsehen, ist in diesem Konzept lediglich eine Auftragsinitialisierung erforderlich. Nach der Instanziierung und Initialisierung des Auftragsprozesses (in Form eines PRCs) agiert dieser völlig selbstständig und übernimmt somit die komplette Kontrolle über die Abwicklung des aufgetragenen Auftrags und selektiert selbstständig die als auftragsrelevant ermittelten Sensoren. Eine Kommunikation zwischen Auftragsprozessen ist prinzipiell möglich, aber nicht zwingend notwendig, da diese komplett autonom handeln.

Im nächsten Abschnitt werden zunächst die einzelnen Systemkomponenten (SDAs und PRCs) für den Einsatz im Bereich der Multi-Kamera-

Videoüberwachung erläutert. Weiter wird der Informationsfluss zwischen diesen Komponenten vorgestellt.

## 2.1 Specialized Detection Agency

Die *Specialized Detection Agencies* sind verteilte Software-Plattformen für rekonfigurierbare, intelligente Sensoren. Diese ermöglichen, unterschiedliche Agenten zur Sensordatenauswertung dynamisch zu starten und zu konfigurieren. Die Agenten werden hierbei als reine sensororientierte (d. h. jeweils direkt einem Sensor zugeordnete) Informationslieferanten eingesetzt, die selbst keine Interpretation der Beobachtungen vornehmen. Sie generieren aus den Sensorrohdaten eine abstrakte Beschreibung der Szene (Merkmalsextraktion) und können diese dann in Form von Metadaten bereitstellen. Aus den Informationen eine Interpretation abzuleiten und Entscheidungen zu treffen, ist allein dem auftragsorientierten Prozess (PRC) vorbehalten.

Eine *Specialized Detection Agency* ist aus drei logischen Einheiten aufgebaut:

- ein Sensor-Interface (zur Datenakquise der Sensorrohdaten, z. B. Videostrom für eine intelligente Kamera),
- das PRC-Interface (zur Kommunikation und Metadatenaustausch mit den abonnierten Auftragsprozessen),
- die Agenten Plattform (AP)

Abhängig von der verfügbaren Rechenkapazität des intelligenten Sensors und der speziellen Informationsanfrage durch einen PRC aktiviert die Agentenplattform einen oder mehrere Analyseagenten zur Sensordatenauswertung und Informationsextraktion. Alle aktivierten Agenten führen individuell eine Verarbeitung der Sensorrohdaten durch (z. B. Objektdetektion und -lokalisierung, Merkmalsextraktion zur Beschreibung des Objektes, Objektklassifikation). Wurden erst einmal Informationen aus den Sensordaten extrahiert, stehen diese allen PRCs zur Verfügung, die Informationen bei dieser SDA abonniert haben. Durch die Verfügbarmachung der Beobachtungsinformationen auf Merkmalebene, und zusätzlich auch nur auf Anfrage, wird die Netzwerklast sehr stark reduziert und die Kommunikationsinfrastruktur dementsprechend entlastet.

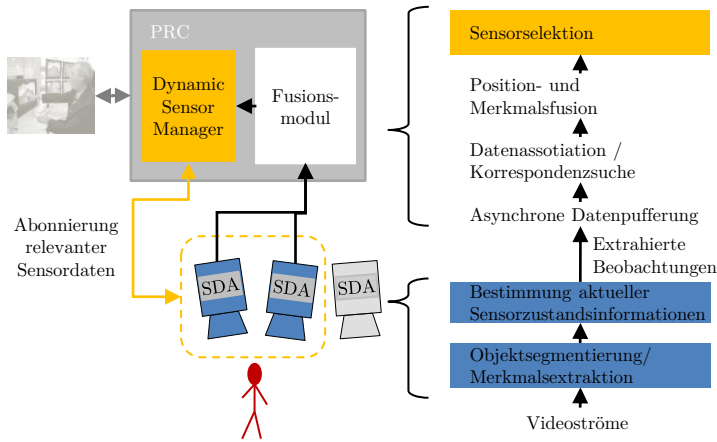
## 2.2 Processing Cluster

Die auftragsorientierten Prozesse (Processing Clusters oder PRCs) sind die komplexesten Komponenten des Systems. PRCs sind verantwortlich für die (multi-sensorielle) auftragsbezogene Informationsverarbeitung. Während die SDAs als reine Informationslieferanten zur Beschreibung der Beobachtungen auf Merkmalebene dienen, sind die PRCs, neben der evtl. Fusion multi-sensorischer Daten, primär für die auftragsbezogene Interpretation der Informationen verantwortlich. Die PRCs bestehen, neben einer einfachen Initialisierungsschnittstelle (zur Auftragsinitialisierung), hauptsächlich aus zwei Teilmodulen – dem sogenannten *dynamischen Sensor Manager* und dem *Fusionsmodul* (Abb. 8.3).

Der *dynamische Sensor Manager* ist ein unabhängiges Teilmodul zur dynamischen Selektion der auftragsrelevanten Sensoren (SDAs) für einen gegebenen Auftragszustand. Hiermit wird gewährleistet, dass ein PRC nicht alle Sensoren im Netzwerk abonnieren und dem zufolge auch alle Beobachtungsinformationen auswerten muss, sondern sich ausschließlich auf die auftragsrelevanten Sensoren beschränken kann. Die Untermenge an Sensorknoten des Sensornetzwerkes wird als *Sensoren-Cluster* bezeichnet. Als Eingangsgröße für den *dynamischen Sensor Manager* dient der aktuelle Auftragszustand (z. B. Objektpositin / Trajektorie). Als direktes Ergebnis des integrierten Sensorselektionsalgorithmus werden die Cluster-Sensoren bzw. SDAs aufgefordert Beobachtungsinformationen zu übermitteln.

Die Beobachtungsinformationen der Cluster-Sensoren werden von den *Fusionsmodul* des PRCs verarbeitet und ggf. interpretiert. Dieser ist somit in der Lage, durch die Interpretation aktueller Beobachtungen den Auftragszustand zu aktualisieren und den Kreis zur Sensorselektion zu schließen.

Die Autonomie und Selbstorganisation eines PRCs ist somit in der Fähigkeit begründet, aus aktuellen Beobachtungen, Beobachtungshistorie und Zuhilfenahme von A-priori-Wissen die auftragsrelevanten Informationsquellen zu ermitteln und neue Beobachtungen abrufen zu können. Der Informationskreislauf, bestehend aus Beobachtungen der Cluster-Sensoren, Datenfusion und Interpretation, Aktualisierung des Zustandes und schließlich die Selektion neuer Cluster-Sensoren ermöglicht eine fortlaufende und inkrementelle Informationssammlung und -auswertung.



**Abbildung 8.3:** Informationsfluss zwischen PRC und SDAs, für das Multi-Kamera Personentracking.

### 3 Realisierung eines auftragsorientierten Multi-Kamera-Tracking-Systems

Nach Einführung des Konzeptes für die auftragsorientierte Prozessarchitektur wird nun eine spezielle Ausprägung dieser zur Realisierung eines Videoüberwachungssystems zur Multi-Kamera-Personenverfolgung vorgestellt. Hierbei wird das Multi-Kamera-Personentracking als ein spezieller Auftrag (somit als PRC) abgebildet. Die Durchführung der Sensordatenanalyse (Personendetektion, Segmentierung, Lokalisierung) und die Bereitstellung der benötigten Beobachtungsinformationen (Objektposition und Merkmalsextraktion zur Objektbeschreibung), obliegen wie spezifiziert den SDAs als dezentrale intelligente Kameras.

Die Systemkomponenten müssen somit, obwohl sie in ihrer Grundstruktur identisch mit der des vorgestellten generischen Ansatzes sind, mit speziell ausgeprägten Teilmodulen bestückt werden. Für die SDAs werden Analyseagenten bereitgestellt, die auf die Detektion von Personen in Videoströmen und die Extraktion von Wiedererkennungsmerkmalen spezialisiert sind.

Der *Tracking*-PRC wurde mit einem *Trackingmodul* als spezielle Aus-

prägung des *Fusionsmoduls* realisiert. Weiter wurde ein neuartiges wissensbasiertes Kameraselektionsverfahren in den *dynamischen Sensor Manager* integriert [1], welcher in der Lage ist, anhand des aktuellen Trackingzustands, die für die Objektverfolgung relevanten Kameras zu bestimmen.

Der Informationsfluss bei der Multi-Kamera-Personenverfolgung wird „bottom-up“ oder gemäß dem Ausführungsprozess beschrieben: Zunächst besteht das System aus einer beliebigen Menge an intelligenten Kameras mit integrierten SDAs. Im Grundzustand sind diese alle in Betrieb und bei dem auftragsorientierten System registriert. Die jeweilige initiale Registrierung einer Kamera ist notwendig, um deren Zugriffsparameter den Auftragsprozessen (PRCs) bei der Auftragsinitialisierung zur Verfügung zu stellen, damit diese mit den intelligenten Sensoren kommunizieren können (u. a. um Beobachtungsinformationen zu abonnieren).

Die Verarbeitungskette des Personendetektionsagenten besteht aus einer klassischen Hintergrundschätzung und Bewegungsdetektion, gefolgt von einer Klassifikation von bewegten Objekten (formbasiert), Klassifizierungen von Objekten als Person/nicht Person, Positionsschätzung im globalen Koordinatensystem und Extraktion von Geometrie- und Erscheinungsmerkmalen (Objektgröße, Kleidungsfarbe).

Zusätzlich stellen die SDAs Zustandsparameter des Sensors bzw. der Sensorplattform zur Verfügung. Im Falle der intelligenten Kameras sind das die Kamera-ID, die Systemzeit, den aktuellen Erfassungsbereich der Kamera (Field-of-View) und die Verfügbarkeit/Qualität des Sensors. Diese Informationen beschreiben somit sowohl die beobachteten Objekte in der Szene auf Merkmalebene als auch den aktuellen Kamerazustand.

Ein Trackingauftrag kann prinzipiell auf zwei Wegen gestartet werden: manuell oder automatisch. Bei der manuellen Auftragsinitialisierung startet der Benutzer, mithilfe einer grafischen Schnittstelle (GUI), einen neuen Überwachungsauftrag (hier zur Verfolgung einer Person). Im automatischen Fall wird dieser von einem bereits laufenden Auftrag (z. B. Event-Detektionsauftrag) gestartet. Das auftragsorientierte System erzeugt darauf hin einen neuen Auftragsprozess (PRC). Mit der Instanziierung bekommt dieser PRC a priori Information und -Parameter übergeben. Darunter die Auftrags-ID, die Kommunikationsparameter zur Übermittlung von Trackingergebnissen (z. B. an der grafischen Benutzerschnittstelle), die Kommunikationsparameter der Kameras im Sensornetzwerk und ein Gebäude- oder Liegenschaftsmodell zur Ermittlung



der relevanten Sensoren.

Als nächster Schritt wird eine Auftragsinitialisierung durchgeführt, die ebenfalls manuell oder automatisch durchgeführt werden kann. Hierbei geht es um die Definition bzw. Selektion des zu überwachenden Objekts. In der manuellen Variante erfolgt dies über einen Mausklick in einem Bildstrom auf die Person die man verfolgen möchte. Im automatischen Fall wird die Positionsangabe zum Objekt von einem anderen Detektionsauftrag bestimmt. Der zugehörige PRC erhält in beiden Fällen von der Benutzerschnittstelle die Kamera-ID und die Objektposition als Initialisierungsparameter.

Diese Informationen dienen nun im PRC zur Initialisierung des Trackingmoduls.

Wurde eine Initialisierung erfolgreich durchgeführt, so kann der Kreislauf zur autonomen Auftragsabwicklung, bestehend aus dynamischer Selektion von Beobachtungsdaten, Datenfusion und Tracking, beginnen. Die initiale Objektposition wird als „Initialbeobachtung“ interpretiert. Das Trackingmodul stellt diese somit als aktuellen Trackingzustand direkt dem *dynamischen Sensor Manager* bereit. Der DSM ermittelt dann anhand der Positionsinformation die auftragsrelevanten Kameras und abonniert weitere Beobachtungsinformationen. Hierbei gelten alle Kameras als auftragsrelevant, die zur zukünftigen Beobachtung des Objekts beitragen können. Insbesondere müssen auch kurz- oder längerfristige Verdeckung des Objekts sowie Lücken in der Kameraabdeckung berücksichtigt werden. Eine detaillierte Beschreibung des eingesetzten Verfahrens ist in [1] zu finden. Die auftragsrelevanten Kameras (Cluster-Sensoren) versorgen das Trackingmodul mit neuen Objektbeobachtungen. Erst dadurch ist der Kreis geschlossen. D. h., es ist essenziell, dass das zu verfolgende Objekt (auch nach einer Verdeckung) in einer der Kameras des Clusters beobachtet werden kann. Der Sensorselektionsalgorithmus muss deshalb garantieren, stets alle für die Wiedererkennung notwendigen Kameras in die Auswertung mit einzubeziehen.

Sind die Cluster-Sensoren erst einmal bestimmt, so übermitteln diese kontinuierlich (bis zu einer Abbestellung durch den DSM) alle durchgeführten Beobachtungen (detektierte Objekte in der Szene). Das Trackingmodul puffert die eintreffenden Nachrichten und arbeitet diese unabhängig von der eigentlichen Informationsquelle sequenziell ab. Für jede einzelne Beobachtung, die abhängig von der Anzahl an Personen/-Objekten im Sichtfeld der Kamera einen oder mehrere Objektkandida-

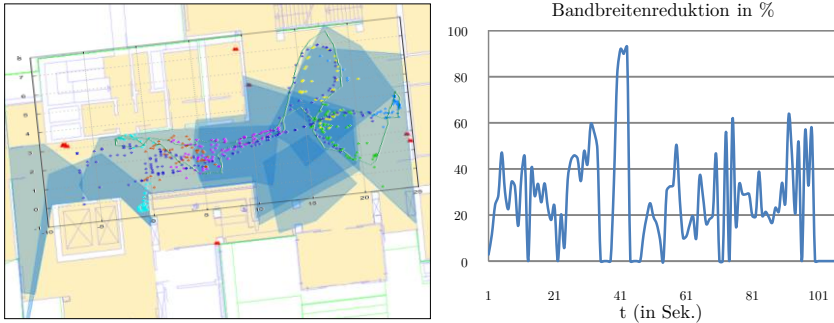
ten beinhalten kann, wird nach der besten Übereinstimmung mit dem *Objekt des Interesses* gesucht. Das eingesetzte Verfahren Datenassotiation wurde in [2] beschrieben. Gibt es eine Übereinstimmung zwischen Objektkandidat und dem zu überwachenden Objekt, so wird eine Datenfusion und eine Aktualisierung des Zustandsschätzers durchgeführt. Der aktuelle Zustand wird u.a. dem DSM für eine Aktualisierung des Kamera-Clusters zur Verfügung gestellt.

### 3.1 Exemplarische Realisierung / „Proof of Concept“

Im Rahmen des Forschungsprojektes NEST des Fraunhofer-Instituts für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB wurde in den vergangenen Jahren ein Experimentalsystem für automatisierte auftragsorientierte Sensorauswertung und Situationsanalyse entwickelt. Das NEST-System besteht aus einer service-orientierten Softwarearchitektur (SOA), bei der Teilaufgaben modular als einzelne spezialisierte Software-Dienste integriert werden können. Ein solches spezialisiertes Teilmodul des NEST-Demonstrationssystems ist das *Person Tracking Service* (PTS). Dieser Service ist zuständig für die Verfolgung einer vordefinierten Person in einem Kameranetzwerk. Nach einer Initialisierung der zu verfolgende Person, übernimmt der PTS die komplette Überwachungsaufgabe und liefert als Ergebnis die Trajektorie des Objektes zurück. Die Analyse der Situation, anhand der beobachteten Trajektorie, obliegt in NEST den sogenannten Situationsanalyse-Diensten. Für die Funktionalität der restlichen NEST-Dienste sei an dieser Stellen auf die Arbeiten von Bauer et Al. [3, 4] verwiesen.

Als Sensornetzwerk stehen dem NEST-System 20 kommerziell erhältliche IP-Kameras zur Verfügung. Diese sind fest installiert und verteilt auf 3 Etagen des IOSB.

Als „Proof of Concept“ zeigt Abbildung 8.3 eine vom Person-Tracking-Service generierte Trajektorie. Hierbei wurde eine Person über sieben Kameras mit teilweise nicht-überlappenden Sichtbereichen verfolgt. Der zuständige PRC erhielt hierbei nicht die Beobachtungsdaten aller verfügbaren 20 NEST-Kameras, sondern lediglich einer kleinen Untermenge die temporär als relevant eingestuft wurden. Das Diagramm in Abbildung 8.3 zeigt hierzu die erreichte Bandbreitenreduktion durch Einsatz einer auftragsorientierten Sensorselektion. Die Schwankungen der Bandbreitenreduktion sind durch die unregelmäßige Anordnung der Ka-



**Abbildung 8.4:** Kameraübergreifendes Tracking einer Person durch einen autonomen Auftragsprozess (links) und die daraus entstandene Bandbreitenreduktion (rechts).

meras gegeben, sowie durch die schwankende Anzahl an Personen im Überwachungsbereich.

Im Durchschnitt wurden beim obigen Beispiel Beobachtungsinformationen von drei Kameras zeitgleich abonniert. D. h. das Fusionsmodul wurde mit der Filterung und Datenanalyse von Beobachtungen aus durchschnittlich drei Kameras belastet. Es hat sich gezeigt, dass diese Auswertung und Datenfusion in Videoechtzeit durchgeführt werden konnte. Eine sensororientierte Lösung, die eine Auswertung aller im Netz verfügbaren Kameras zur Folge hat, führte hingegen zur Überlastung des „zentralen“ auftragsorientierten Prozesses und somit zu Performanceverlusten. Die exemplarische Realisierung des auftragsorientierten Ansatzes konnte somit das Konzept bestätigen.

## 4 Zusammenfassung

In diesem Artikel wurde eine Prozessarchitektur zur multi-sensoriellen Daten- und Informationsauswertung vorgestellt, die alle Anforderungen für ein auftragsorientiertes System erfüllt. Insbesondere in Hinblick auf ihre Anwendbarkeit in einem Videoüberwachungssystem, wurden Systemkomponenten konzipiert und die hierfür benötigten Teilmodule vorgestellt.

Weiter wurde die vorgestellte Architektur für die Anwendung der

Multi-Kamera-Objektverfolgung untersucht. Dabei ist die nahtlose Verfolgung eines Individuums als Überwachungsauftrag konzipiert worden. Für diese Anwendung wurden die SDAs mit Bildanalyse-Agenten zur Personendetektion, Objektsegmentierung und Merkmalsextraktion eingesetzt. Die Processing Clusters werden wiederum mit einem Trackingverfahren als *Fusion Module* und einem speziellen Kameraselektionsverfahren als *dynamischen Sensor Manager* betrieben. Es wurde insbesondere der Informationsfluss zwischen diesen Komponenten und Teilmodulen skizziert, welcher ermöglicht, dass das Tracking-PRC mit Zuhilfenahme von a priori Informationen und nach einer einmaligen Objektinitialisierung (Auftragsinitialisierung) die Überwachungsaufgabe komplett autonom durchführen kann.

Dieses Trackingsystem wurde am Fraunhofer IOSB im Rahmen des Forschungsprojektes NEST exemplarisch realisiert und verifiziert. Es hat sich gezeigt, dass der auftragsorientierte Ansatz zu einer signifikanten Bandbreitenreduktion und gleichzeitig zu einer Entlastung zentraler Prozesse führt. Dadurch können „zentrale“ Prozesse zur Multi-Kamera-Auswertung auch in großen verteilten Kameranetzwerken eingesetzt werden.

## Literatur

1. E. Monari und K. Kroschel, „A knowledge-based camera selection approach for object tracking in large sensor networks“, in *Proc. ACM/IEEE International Conference on Distributed Smart Cameras ICDSC*, 30 Aug.-2 Sept. 2009.
2. E. Monari, J. Maerker und K. Kroschel, „A robust and efficient approach for human tracking in multi-camera systems“, in *Proc. IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance AVSS*, 2–4 Sept. 2009.
3. A. Bauer, S. Eckel, T. Emter, A. Laubenheimer, E. Monari, J. Moßgraber und F. Reinert, „N.E.S.T. - Network Enabled Surveillance and Tracking“, in *Proc. Future security: 3rd Security Research Conference*, K. Thoma, Hrsg. Fraunhofer IRB Verlag, 10–11 Sept. 2008, S. 349–353.
4. J. Moßgraber, F. Reinert und H. Vagts, „An architecture for a task-oriented surveillance system – a service and event based approach“, in *Proc. Fifth International Conference on Systems ICONS*, 11–16 April 2010.