

Surveillance 5.0: Kontextintelligenz für kritische Infrastrukturen

Warum Schleusen, Leitstellen und andere KRITIS-Anlagen neue Wege in der visuellen Sicherheitswahrnehmung gehen müssen

Von Benjamin Lilienthal, Technical Manager, Accellence Technologies GmbH



Das 3D-Lagebild von Surveillance 5.0 ersetzt klassische Kamerakacheln durch eine semantische Darstellung. Bewegungen, Objekte und Ereignisse erscheinen als neutrale Symbole in einer räumlichen Karte, deren Bedeutung sich aus ihrem Kontext ergibt.

Grafik: Accellence Technologies GmbH

Einleitung

Schleusen, Wehre und andere wasserbauliche Anlagen wie Staudämme gehören zweifelsfrei zu den kritischen Infrastrukturen. Ihre Steuerung und Überwachung ist sicherheitsrelevant, hochreguliert und zunehmend digital vernetzt. Mit der Umsetzung der NIS2-Richtlinie und den Anforderungen des KRITIS-Dachgesetzes, durch das Betreiber auch zu Investitionen in physische Sicherheitstechnik verpflichtet werden, entstehen neue Anforderungen an Lageerkennung, Reaktionsfähigkeit und dokumentierbare Entscheidungsprozesse. Gleichzeitig steigt die Zahl an Kameras, Sensoren und Systemzuständen in den Leitständen – oft schneller, als Personalressourcen aufgebaut werden können. In diesem Spannungsfeld gewinnt ein neuer Ansatz an Bedeutung: Surveillance 5.0, ein Konzept, das die rein bildbasierte Überwachung hinter sich lässt und stattdessen ein kontextbasiertes Verständnis sicherheitsrelevanter Situationen ermöglicht.

Warum bestehende Systeme an Grenzen stoßen

Aktuelle Videosicherheitslösungen, die in Anlehnung an die Evolutionsstufen in der Industrie als „Surveillance 4.0“ bezeichnet werden können, konzentrieren sich auf die automatische Erkennung einzelner Objekte oder Bewegungen. Diese Informationen sind jedoch meist isoliert. Operatoren müssen weiterhin selbst prüfen, ob eine

erkannte Bewegung relevant ist oder nicht. Eine eindeutige Lageeinschätzung entsteht dadurch selten.

In der Praxis führt dies zu einer hohen kognitiven Belastung. Obwohl moderne Objekterkennung die Anzahl der Falschalarme reduzieren kann, bleibt sie oft oberflächlich, weil der inhaltliche Zusammenhang fehlt. Ein Mensch, der nachts auf einem Werksgelände erkannt wird, kann ein Mitarbeiter in Bereitschaft, ein Anwohner oder ein Einbrecher sein. Das reine Videobild liefert darüber selten eine eindeutige Aussage.

Gleichzeitig sind viele Systeme historisch gewachsen und bestehen aus Komponenten unterschiedlicher Hersteller. Video, Zutritt, IoT-Sensorik oder Brandschutzmeldungen laufen nebeneinander, ohne zueinander in Bezug gesetzt zu werden und in einem einheitlichen Lagebild zusammenzufinden.

Vom Erkennen zur Kontextbildung

Surveillance 5.0 setzt dort an, wo klassische Überwachungssysteme an ihre Grenzen kommen. Statt einzelne Ereignisse isoliert zu betrachten, werden mehrere Datenquellen miteinander verknüpft. Erst die Kombination von Video, Bewegungsdaten, Zugangsinformationen oder zeitlichen Mustern ermöglicht eine belastbare Einschätzung, ob eine Situation unkritisch oder sicherheitsrelevant ist.

Damit verlagert sich der Schwerpunkt von der Beobachtung einzelner Bilder hin zum Verständnis einer Gesamtlage. Dieser Schritt ist notwendig, um Operatoren zu entlasten und Abläufe zu beschleunigen. Surveillance 5.0 zielt darauf ab, Bilder nur dann in den Vordergrund zu rücken, wenn der Operator sie tatsächlich benötigt. Im Normalbetrieb steht zukünftig das 3D-Lagebild im Fokus, und nicht mehr die Videowand.

Grundprinzipien von Surveillance 5.0

Der Kern des Ansatzes liegt in vier miteinander verbundenen Prinzipien. Zunächst werden Ereignisse nicht mehr isoliert, sondern im räumlichen und zeitlichen Zusammenhang bewertet. Die Datenfusion aus unterschiedlichen Informationsquellen (u.a. Videodetektion, LIDAR-Sensoren & HF-Detektoren) rückt ins Zentrum der Systeme, wodurch diese entsprechende Hinweise geben können, ob ein Ereignis im Kontext ungewöhnlich ist.

Als zweiter Schritt tritt die symbolische Darstellung in den Vordergrund. Operatoren sehen keine Vielzahl paralleler Kamerabilder, sondern eine abstrahierte Darstellung des überwachten Bereichs. Bewegungen und Ereignisse erscheinen als Symbole auf 3D-Visualisierungen, die auf den relevanten Sachverhalt hinweisen. Das Videobild bleibt verfügbar, wird jedoch nur bei Bedarf durch den Operator aufgerufen und dies dann nachvollziehbar dokumentiert.

Drittens werden Hinweise nicht mehr durch starre Alarmketten erzeugt. Stattdessen bereitet das System Situationen vor, indem es mehrere Informationen zusammenführt und bewertet. Die Entscheidungshoheit bleibt beim Menschen, doch er muss weniger Einzelmeldungen prüfen.

Viertens ist die Nachvollziehbarkeit entscheidend. Jede durch KI oder Analyse generierte Information muss einer Quelle zugeordnet werden können. Verfahren wie das Model Context Protocol (MCP) ermöglichen es den nackten Daten einen Kontext zu geben sowie Modellversionen, Trainingsgrundlagen oder Vertrauensgrade zu dokumentieren. Auf diese Weise bleibt das System transparent und revisionsfähig.

Architektur und Systembausteine

Surveillance 5.0 basiert auf einer modularen, datenzentrierten Architektur, die das Erfassen, Verarbeiten und Darstellen klar voneinander trennt. Sensoren liefern zunächst Rohdaten und einfache Ereignisse. Eine nachgelagerte Ebene verknüpft diese Informationen, ordnet sie ein und bildet daraus Situationen ab.

Eine zentrale Rolle spielt ein digitaler Abbildraum, d.h. ein virtuelles Modell des überwachten Bereichs, in dem Ereignisse räumlich und semantisch verortet werden. Die Visualisierung basiert auf Lagekarten, die Bewegungen, Zonen und Ereignisse abstrahiert darstellen. Das Videobild bleibt eine Ergänzung, die nur bei Bedarf aufgerufen wird. Jede Interaktion wie das Öffnen eines Kamerastreams wird protokolliert, sodass sowohl technische als auch datenschutzrechtliche Anforderungen erfüllt werden können.

Für Betreiber kritischer Infrastrukturen ist insbesondere die Qualitätssicherung maschinell erzeugter Daten relevant. Durch dokumentierte Metadaten wie Herkunft, Modellversion oder Vertrauensgrad bleibt nachvollziehbar, wie eine Bewertung zustande kam. Das erhöht die Sicherheit und schafft Vertrauen gegenüber Aufsichtsbehörden und Betreibern.

Anwendungsfall Schleusenbetrieb

In Leitstellen des Wasserstraßen- und Schleusenbetriebs entstehen täglich Situationen, die mehrere Informationsquellen gleichzeitig betreffen: eine Person im Maschinenhaus ohne Zutrittsberechtigung, ein manövrierunfähiges Wasserfahrzeug in der Schleusenkammer, ein ungewöhnlicher Stillstand eines Tores oder unklare Bewegungen im Bereich der Leitern und Nischen. Surveillance 5.0 verknüpft solche Einzelereignisse zu einem semantischen Gesamtbild. Statt in einer Vielzahl von Kamerabildern nach Zusammenhängen zu suchen, erhält der Operator eine kontextualisierte Darstellung.

Gerade in KRITIS-Anlagen wie Schleusen, in denen Verfügbarkeit, Reaktionsgeschwindigkeit und Transparenz entscheidend sind, kann die semantische Bündelung von Videodaten, Prozessinformationen und Zutrittsereignissen die operative Sicherheit spürbar erhöhen.

Herausforderungen bei der Einführung

Für Betreiber kritischer Infrastrukturen spielt Surveillance 5.0 auch im regulatorischen Kontext eine zunehmende Rolle. Die NIS2-Richtlinie verlangt belastbare Lageerkennung, nachweisbare Ereignisreaktion und eine revisionssichere Dokumentation. Kontextbasierte Überwachungssysteme unterstützen diese

Anforderungen strukturell, weil sie Entscheidungen nachvollziehbar machen und technische Ereignisse sauber semantisch aufbereiten.

Die Einführung semantischer Systeme erfordert dabei allerdings technisches und organisatorisches Umdenken. Informationsmodelle müssen entwickelt und gepflegt werden und die verschiedenen Sensoren benötigen gemeinsame Schnittstellen. Auch die Bedienung verändert sich deutlich. So wird der Operator stärker zum Analytiker, der anhand eines Lagebilds Zusammenhänge erkennt, statt eine Vielzahl einzelner Bilder zu prüfen.

Der Datenschutz spielt dabei eine zentrale Rolle. Systeme müssen so gestaltet sein, dass Zugriffe auf Videobilder oder Detailansichten nachvollziehbar dokumentiert werden. Nur wenn diese Transparenz gegeben ist, lassen sich die Interessen von Personen- und Objektschutz angemessen berücksichtigen.

Auch wirtschaftliche Hürden bestehen, insbesondere weil Investitionen in kontextbasierte Systeme nicht nur Hardware betreffen, sondern auch Modellierungs- und Integrationsaufwände. Der langfristige Nutzen entsteht jedoch durch verbesserte Falschalarmquoten, präzisere Entscheidungen und entlastete Bediener.

Beitrag von Forschung und Industrie

Die Weiterentwicklung hin zu kontextorientierten Überwachungssystemen ist ein interdisziplinärer Prozess. Unternehmen wie Accellence Technologies arbeiten an offenen Architekturansätzen, die bestehende Systeme um semantische Ebenen erweitern können. Dabei stehen sichere Datenübertragung, revisionsfähige Ereignisverarbeitung und die Integration moderner Analyseverfahren im Vordergrund. Ziel ist es, vorhandene Video-Sicherheits-Lösungen schrittweise durch produktive Einzelergänzungen langfristig zu Surveillance 5.0 Systemen zu entwickeln - statt sie disruptiv zu ersetzen.

Stufe	Industrie	Surveillance
1.0	Mechanisierung durch Dampfmaschinen	Mechanische Kameras / CCTV (analog, verkabelt): einfache Videoaufzeichnung ohne Analyse oder Interaktion
2.0	Fließband + Elektrifizierung	Digitale Videoübertragung (IP-Kameras): Video über Netzwerke, DVRs/NVRs, aber kaum smarte Funktionen
3.0	Automatisierung durch IT + Elektronik	VMS + Bewegungserkennung / einfache Analyse: zentrale Software, Ereignisse auswertbar, manuelle Eingriffe
4.0	Vernetzung + Datenautonomie (IoT, Smart Factory)	Smart Video + AI (Object Detection, Cloud, Edge-AI): Kameras erkennen Objekte, Szenen, kommunizieren mit anderen Systemen
5.0	Human-zentrierte Kooperation mit KI (Co-Bots)	Situationsintelligenz + Kontextverständnis: Lagebilddarstellung in Echtzeit mit

		Symbolik, Heatmaps, automatisierte Handlungsoptionen (Alarm, Ticket, Verfolgung)
--	--	--

Zusammenfassung

Surveillance 5.0 markiert eine Weiterentwicklung klassischer Überwachungskonzepte. Der Fokus verschiebt sich vom reinen Anzeigen von Bildern hin zum Verstehen von Situationen. Die semantische Verknüpfung mehrerer Informationsquellen, die klare Trennung zwischen Lagebild und Videobild sowie die Nachvollziehbarkeit aller relevanten Schritte erleichtern die Arbeit in Leitstellen und erhöhen die Sicherheit.

Der Paradigmenwechsel ist bereits sichtbar. Surveillance 5.0 ist keine Vision der fernen Zukunft – sondern ein konzeptionelles Fundament, auf dessen Basis sich die Sicherheitsarchitekturen der kommenden Jahre entwickeln werden.

Zum Autor

Benjamin Lilienthal ist Technischer Leiter und Produktmanager VMS bei Accellence Technologies. Mit über 20 Jahren Branchenerfahrung betreut er fachlich und beratend die Integration von Videosicherheitslösungen sowie die entsprechende Umsetzung von Automatisierungsprojekten weltweit.