Videosicherheitstechnik

Videosensorik - Videoanalyse

Mit Hilfe der Videosensorik bzw. der Videoanalyse werden Videobilder nach voreingestellten Parametern ausgewertet. Bildveränderungen werden auf diese Weise automatisch erkannt. Diese Aufgabe wird heutzutage vollständig von einer Software übernommen, die in intelligenten Kameras oder auf Servern laufen kann.

Entsprechende Produkte sind inzwischen sehr flexibel und können individuell auf die zu überwachende Szene eingestellt werden. Sie sind in der Lage, Objekte vom Hintergrund zu unterscheiden und können aus mehreren Auswertungsoptionen wählen. Obwohl die Detektion generell als zuverlässig gilt, arbeiten die Videosensoren infolge von technischen und umweltbedingten Einflüssen nicht fehlerfrei. Solche Faktoren sind deshalb zwingend bei der Planung zu berücksichtigen.

Grundsätzlich ist zu beachten, dass die Videoanalyse zu den „Assistenzsystemen" gehört, die quasi im Hintergrund automatisch eine Auswertung der Bilder durchführen soll. Werden dabei Veränderungen festgestellt, werden diese zur finalen Beurteilung in visualisierter Form an das Sicherheitsfachpersonal (Alarmverifikation) übertragen.

In einfacheren Anwendungen wird Videoanalyse aber auch zur Auslösung (Triggerung) erhöhter Aufzeichnungsraten und Bildqualität von Aufzeichnungsgeräten (DVR, NVR, VMS) genutzt. In dieser Funktionalität ist eine höhere Anzahl an „Falschalarmen" eher unkritisch.

Außerhalb der Sicherheitstechnik wird Videoanalyse zum „maschinellen Sehen" in Produktionsprozessen eingesetzt - dort sind Kamera, Licht und Analyse zu 100 Prozent auf eine jeweils ganz bestimmte Aufgabe abgestimmt. Hingegen muss die sicherheitstechnische Analyse tolerant für die Umweltbedingungen sein und findet dort ihre physikalischen Grenzen.

„Intelligente Videoanalyse" oder auch „Intelligent Video Content Analysis" sind gängige Bezeichnungen für die Assistenz-Systeme.
Ihre Algorithmen können den Bildhintergrund von Objekten, die in Form, Größe, Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit variieren, unterscheiden. Sowohl bei Objekten, die sehr lange im Bild sind und dann verschwinden oder die plötzlich im Bild erscheinen.

Typische Auswertungen sind:

- Objekt bewegt sich in eine Richtung (Fahrzeug, Fußgänger)
- Objekt bewegt sich in eine Alarmzone (Zaun, Grundstück, Einfahrt)
- Objekt hat bestimmte geometrische Dimensionen (Person, Auto)
- Objekt verschwindet aus dem Bild (Ausstellungsstück im Museum)
- Objekt verbleibt im Bild (Parkplatz besetzt, Karton im Rettungsweg)

© BHE/VÜT 3.2 01/2007 - überarbeitet 10/2017

Funktionsweise

Videosensoren vergleichen mehrere Videobilder innerhalb eines zu definierenden zeitlichen Rahmens. Dabei wirkt sich die Größe der Bilder auch auf die benötigte Rechenleistung bzw. die für die Auswertung benötigte Zeit aus. Die Maschine „sieht" anders als der Mensch und kommt mit geringen Bildauflösungen besser zurecht. Gegenüber anderen Sensoren haben Videosensoren drei Vorteile:

- Der Grund für die Auslösung ist in der Szene mittels Markierungen hervorgehoben und die Meldungsursache kann visuell verifiziert werden.
- Der Überwachungsbereich der Videosensoren lässt sich sehr fein einstellen.
- Die Videoanalyse kann auch in intelligenten Kameras integriert werden und ist dadurch sehr gut für verteilte Anwendungen (Aufzeichnung auf NVR und Analyse auf der Kameras) geeignet.

Allerdings haben die Videosensoren auch Grenzen. Licht und Schatten, Reflexionen und schlechtes Wetter sind hierbei die größten Herausforderungen. Denn was die Videokamera aufgrund umweltbedingter Einflüsse nicht sehen kann, kann der Sensor nicht verarbeiten. Mit Infrarot- oder LED-Weißlicht-Beleuchtung ist auch bei Nacht eine Nutzung möglich. Auch Wärmebildkameras sind eine Alternative, weil hier die Ausleuchtung keine Rolle spielt.
Unabhängig von der eingesetzten Kameratechnologie begrenzen Nebel und Niederschlag die Sichtweite der Videoanalyse. Ab einer bestimmten Niederschlagsmenge und der so eingeschränkten Sichtweite wird der Videosensor blind.

Qualität und Eigenschaften von Videosensoren

Zur Ermittlung einer Bewegung werden zwei direkt aufeinander folgende oder in einer definierten Zeitfolge aufgenommene Bilder einer Szene verglichen. Da die Bilder Metadaten (zusätzliche Informationen über das Bild) enthalten, kann mittels der Analyseregeln definiert werden, welche Änderungen in den Metadaten ein Ereignis beschreiben, das gemeldet werden soll.

Die Anwendung dieses Prinzips im Außenbereich stellt eine Herausforderung an die Technik dar. Denn der Einfluss von Wolken, Regen oder flackernden Leuchtstofflampen auf die Änderung eines Videobildes ist beträchtlich. Um möglichst wenig unerwünschte Auslösungen zu erreichen, gilt es, eine globale (das ganze Bild oder größere Flächen des Bildes betreffende) Änderung, von lokalen Änderungen zu unterscheiden. Außerdem ist es wichtig, dass einzelne Objekte entsprechend ihrer Größe oder Form verifiziert werden können. Auch die perspektivische Abbildung der Szene, die ein kleines Objekt im Vordergrund (z.B. Pferd) gleich groß wie ein wesentlich größeres (z.B. LKW) im Hintergrund erscheinen lässt, muss berücksichtigt werden.

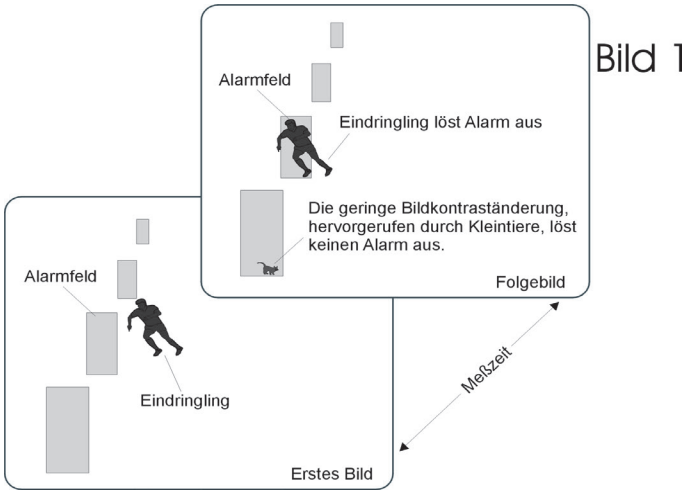
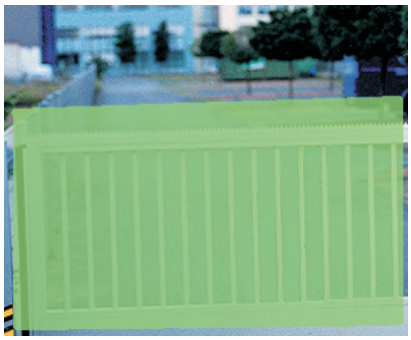


Bild 1

Bild 2

Algorithmus Schritt für Schritt

Die Bildfolge zeigt einen Einbrecher beim Überklettern eines Zaunes. Die Bildverarbeitung erkennt zunächst die Änderungen im Bild (2), filtert Störgrößen heraus (3), verfolgt die Bewegung des erkannten Objektes (4) und leitet nach einer Klassifikation (5) eine Reaktion des Systems ab, den Alarm (6).



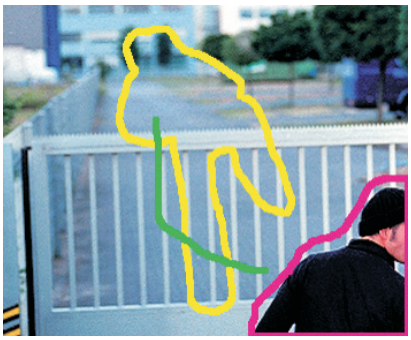
(1) SETUP: Überwachungszone sowie erlaubte und kritische Bewegungsrichtungen können definiert werden.

(2) CHANGE DETECTION: Die Bildsequenz (typisch 25 Bilder pro sec.) wird auf Pixelebene auf Veränderungen von Bild zu Bild überprüft. Relevante Bildbereiche werden dadurch identifiziert.

(3) TEXTURE ANALYSIS: Durch statistische Analyse werden nicht relevante Veränderungen, wie sie z.B. durch Niederschlag oder veränderte Beleuchtungsverhältnisse entstehen, herausgefiltert.

(4) MOTION ANALYSIS: Die Bewegungen der Objekte werden errechnet, indem Umrisse der Objekte in aufeinander folgenden Bildern verfolgt werden. Laufen sie in eine kritische Richtung?

(5) OBJECT CLASSIFICATION: Die Objektdaten (Ort, Größe, Bewegungsrichtung und -geschwindigkeit) werden verknüpft: Das Objekt (eine Person) überschreitet einen kritischen Punkt.

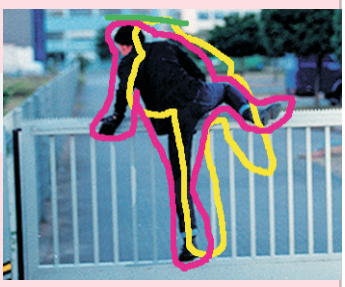


(6) ALARM: Das Beobachtungssystem hat die Bilder auf die Bildschirme des Wachpersonals geschaltet und schwenkt mit der Videokamera der Bewegung der Person nach.

Verfahren und Algorithmen

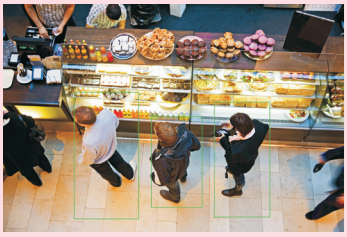
Die Videoanalyse umfasst mehrere Teilbereiche, die sich in der Anwendung und im Auswerteverfahren wesentlich voneinander unterscheiden. Die nachfolgende Zusammenfassung gibt einen Überblick über die wichtigsten Videoanalysefunktionen:

Sensorik	
Anwendung:	Aktivitätserkennung zur optimalen Ausnutzung der Speicherkapazität im Bereich der Bildaufzeichnung und Alarmierung bei vom Nutzer als kritisch definierten Ereignissen
Typische Produktbezeichnung:	Activity Detection, Motion Detection, Bewegungsdetektion, Bewegungsmelder, Videosensor
Verfahren:	Bestimmung von Kontraständerungen in definierten Bildbereichen (pixelbasiert), ggf. unter Berücksichtigung einfacher objektspezifischer Merkmale wie Größe und Geschwindigkeit; im Außenbereich werden deutlich höhere Anforderungen an das Auswerteverfahren gestellt, da globale (z.B. wetterbedingte) von lokalen Kontraständerungen unterschieden werden müssen

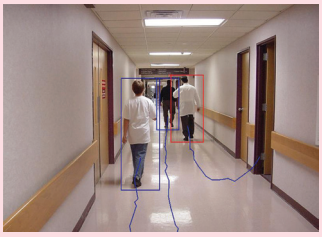


Objekterkennung

Anwendung: Personen-/Objektverfolgung, -erkennung, -zählung, Nummernschilderkennung, Branddetektion im Tunnel, Erkennen unbeaufsichtigter Gepäckstücke, Melden von Nichtbewegung (z.B. bei Stau)



Personen-zählung



Bewegungs-/Rich-tungserkennung

Typische Produkt-bezeichnung: Object Classification oder Recognition, Loitering, Tripwire, Leave Behind oder Left Item Detection, Video-sensor

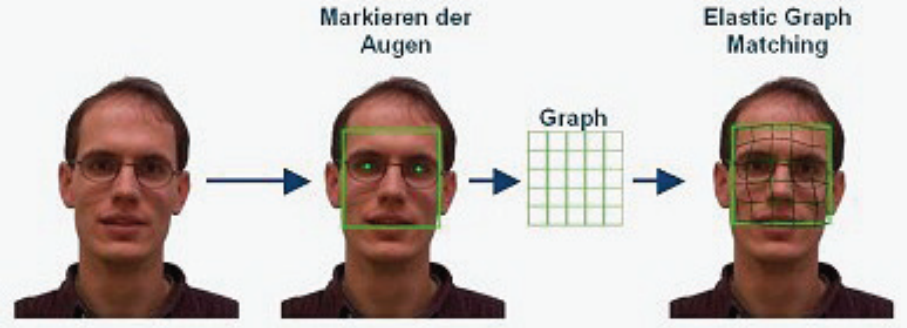
Verfahren: Anlernen des statischen Bildhintergrunds und anschließend Auffinden von vorgegebenen Objekten in definierten Bildbereichen unter Einbeziehung objektspezifischer Merkmale wie Form, Größe, Geschwin-digkeit, Bewegungsablauf

Biometrie

Anwendung: Gesichtserkennung in Verbindung mit Zutrittssteuerung (Hochsicherheitstrakt) oder Zugangskontrolle (Login im IT-Bereich)

Typische Produkt-bezeichnung: Gesichtsfelderkennung, Gesichtserkennung, Face Recognition

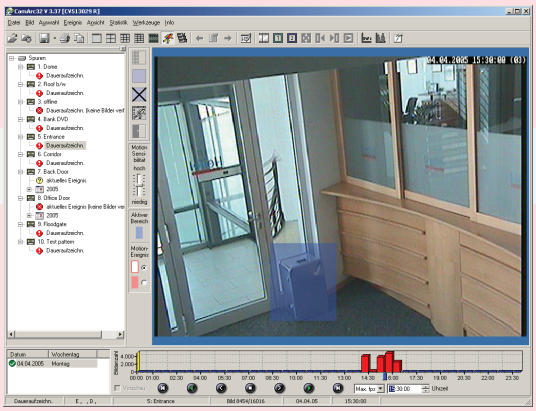
Verfahren: Allgemein: Auswertung physiologischer Merkmale
Im Sinne der Gesichtserkennung: Bestimmung charakteristischer Kennzeichen des Gesichts



Quelle: Björn Heumann - www.biometrie-online.de

Suche in aufgezeichneten Bildern

Anwendung: Automatische Suche nach definierten Bild-änderungen in Bilddatenbanken/Aufzeich-nungen und Verkürzung der Auswertezeit

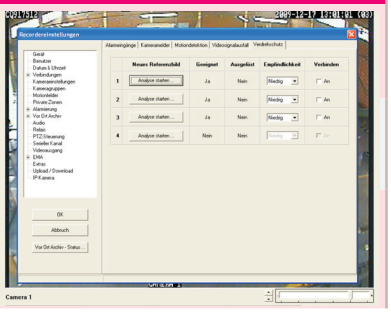


Typische Produkt-bezeichnung: Smart Search, Post Search, Motion Search

Verfahren: Prinzipiell können alle Verfahren der Video-analyse zur Anwendung kommen, im Regel-fall ist aber die Sensorik die Basis für das au-tomatische Suchen in Aufzeichnungen

Sabotageüberwachung

Anwendung:	Detektion von Bildausfall, Bildunschärfe, Bildrauschen, Veränderung des Bildausschnitts (Verdrehschutz), Bildmanipulation
Typische Produktbezeichnung:	Beispiele: Synchronsignal-, Videosignal-, Bildinhaltsüberwachung, Kameraverdrehschutz, Camera Position Authentication
Verfahren:	Bewertung videosignaltypischer Eigenschaften und je nach Anforderung auch gezielte Analyse des Bildinhalts mit Alarmierung bei kritischen Abweichungen



Fehlerquellen

Die Videoanalyse ist im Idealfall fehlerfrei, doch in der Praxis wird die Detektionsgenauigkeit und die Rate der unerwünschten Meldungen (RuM) maßgeblich durch die folgenden Faktoren beeinflusst:

- Mangelhafte Bildqualität durch Bildunschärfe, Bildrauschen oder zu geringe Bildauflösung, Umwelteinflüsse im Außenbereich wie wechselnde Lichtverhältnisse durch Schatten, Wolken, Tag-, Nachtbetrieb, wechselnde Jahreszeiten, Vibrieren der Kamera (u.a. durch Wind), Bewegungen von Büschen und Bäumen, Reflexionen (z.B. durch Glasflächen oder Pfützen) und Witterungseinflüsse wie Regen, Schnee oder fallende Blätter
- Mangelnde Kenntnis über die Funktionsweise des angewandten Verfahrens und dadurch unvorteilhafte Kamerapositionierung und Bildausschnitte sowie unsachgemäße Parametrierung
- Technologische Grenzen, weil die Videoanalyse in der Regel auf zweidimensionalem Bildmaterial basiert; eine dem menschlichen Sehen entsprechende dreidimensionale Abbildung der Szene würde die Fehlerrate deutlich senken, jedoch die Kosten für Zweiaugenkamera-Analysesysteme deutlich in die Höhe treiben
- Ungenaue Anforderungsprofile, die keine klare Unterscheidung einer „Normalsituation“ und eines kritischen Ereignisses erlauben

Welcher Algorithmus ist der Beste?

Generell ist darauf zu achten, dass die Detektionszuverlässigkeit und die Rate unerwünschter Meldungen miteinander zusammenhängen. D.h. je sensibler auf kritische Ereignisse reagiert werden soll, um Sicherheitsrisiken zu vermeiden, desto öfter ist mit einer unerwünschten Meldung zu rechnen. Soll hingegen die Falschalarm-Quote relativ niedrig gehalten werden, muss man eine geringere Detektionsrate in Kauf nehmen.
Eine scharfe Abgrenzung zwischen kritischem Ereignis (Alarm) und unkritischem Ereignis, das dennoch eine unerwünschte Alarmierung durch den Algorithmus auslöst, ist selten möglich. Je nach Auswerteverfahren führen also verschiedene „Normalsituationen“ zu unerwünschten Meldungen.

Es ist zwar möglich, mithilfe einer optimierten Parametrierung, einer Veränderung des Bildausschnitts bzw. der Beleuchtungssituation oder durch organisatorische Maßnahmen usw. die RuM zu senken. Aber bei erhöhter Unterdrückung von unerwünschten Meldungen ist davon auszugehen, dass auch die Wahrscheinlichkeit steigt, dass eine echte Meldung „unterdrückt“ wird.

Das Verhältnis zwischen geforderter Detektionszuverlässigkeit und akzeptabler Rate unerwünschter Meldungen ist daher vom Nutzer individuell für seine Anwendung zu definieren. Nach Klärung der Anforderungen sollten die verschiedenen Verfahren der unterschiedlichen Hersteller mit Hilfe eines Feldtests miteinander verglichen werden, um das für die spezielle Situation optimale Produkt auswählen zu können.

Zu beachten ist, dass die von den Herstellern von Videoanalyse-Systemen getätigten Funktionalitätsaussagen nur Schätzungen sein können und jeweils individuell ermittelt werden müssen bzw. sollten.

Bei der Detektion von zurückgelassenen Gepäckstücken ist z.B. der zu erwartende Publikumsverkehr von entscheidender Bedeutung. Ein Algorithmus eines Videoanalyse-Systems, der in der einen Anwendung evtl. zufriedenstellende Ergebnisse erbringt, kann bereits bei einer anderen Kameraposition evtl. überhaupt nicht mehr funktionieren.

Auswahlkriterien/Funktionalitäten für Videosensoren

- Innen- oder Außenanwendungen (Auswerteverfahren entscheidet über Falschalarmrate/Detektionssicherheit) (s. Papier „Freigeländeüberwachung - Fehlalarm oder Falschmeldung“)
- Kamera-basierte Videoanalyse oder Server-basierte Videoanalyse
- Usability: Wieviel Know-how ist nötig, um eine Analyse einzurichten?
- Art der Verfahren, z.B. Echtzeit-Tracking, Klassifizierung
- Kompatibilität zu Videomanagement-Systemen
- Detektionsgeschwindigkeit (geringer bei multiplexender Auswertung)
- Detektions-, Einstellmöglichkeiten (Vor-, Hauptalarme, Sperrfelder/-zonen, Unterdrückung)
- Richtungs-, Objektgrößenerkennung
- Automatische 3D-Perspektivenberechnung
- Selbstlernfunktion(en) (z.B. automatische Empfindlichkeitsanpassung)
- Bildspeicher (integriert, pro Kanal bzw. Kamera, Vorgeschichte inklusive Alarmsequenz)
- Alarmreaktionen (Zoneneinblendung, Bildaufschaltung ...)
- Anzahl und Funktion der Steuereingänge und -ausgänge (z.B. automatische Umschaltung Bilddarstellung)
- Texteinblendung (Kamerastandort, Anweisungstexte, Statusmeldungen ...)
- Funktionalität und Anzahl der Betriebsmodi (Tag/Nacht, Wochenende ...)
- Scharf, unscharf schalten (manuell, per Kontakt, Timer)
- Ansteuerung analoger, digitaler Bildaufzeichnungssysteme
- Objektverfolgung mit zusätzlichen fernsteuerbaren Kameras
- Art der Einstellung (lokal direkt am Gerät, über zusätzlichen PC oder z.B. über Browser)
- Ferneinstellung und Fernwartung (über lokale oder öffentliche Netze)
- Logbuch (Alarmhistorie)
- Maximale Anzahl von Kanälen (Kameras)
- Art und Anzahl der Videoeingänge und -ausgänge (F-BAS, IP Kameras)
- Erweiterbarkeit (Schrittweite) und automatische Erkennung der Kameraeingänge
- Funktionen der Videoausgänge (Live-, Speicherbild, Bildaufzeichnung, Alarmbild)
- Systemfähigkeit (z.B. Integration in Videozentrale über Schnittstelle, API's oder Kontakte)

Quellenangabe:
„Lexikon der Videoüberwachungstechnik“, ISBN 3-87081-356-3 erschienen im Economia-Verlag, Autor M. Gwozdek

Der Inhalt wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt und beruht auf Informationen, die als verlässlich gelten. Eine Haftung für die Richtigkeit kann jedoch nicht übernommen werden.

BHE e.V. **Feldstr. 28** **66904 Brücken** **Telefon: 06386 9214-0** **Telefax: 06386 9214-99** **Internet: www.bhe.de** **E-Mail: info@bhe.de**