

Softwaremodul zur Objektdetektion in Videosequenzen

Bildfolgenanalyse

Hintergrundmodellierung

Bewegungsdetektion

Outdoorüberwachung

Zentrum für Bild- und Signalverarbeitung e.V.

Werner - von - Siemens - Straße 10
D-98693 Ilmenau
Telefon +49 (0) 3677 689768 0
Fax +49 (0) 3677 689768 2
Email info@zbs-ilmenau.de
Web <http://www.zbs-ilmenau.de>

Vorstandsvorsitzender:
PD Dr.-Ing. habil. K.-H. Franke

Ansprechpartner:
Dr.-Ing. Rico Nestler
Telefon +49 (0) 3677 689768 5
Email rico.nestler@zbs-ilmenau.de

Einsatzgebiet

Bildbasierte Auswertesysteme für Überwachungs- und Analysezwecke in Echtzeit erfordern ganz allgemein das automatische Identifizieren von interessierenden Ereignissen in unterschiedlichen Situationen.



Bilder 1 und 2: Straßenverkehrsszene mit unterschiedlichen Beleuchtungsverhältnissen zu verschiedenen Tageszeiten

Wesentliche Einsatzgebiete sind Schutz- und Überwachungssysteme, die Sammlung von Informationen für eine spätere Offline-Auswertung, die Gewinnung von Daten für Steuerungszwecke etc.. Konkrete Anwendungsbeispiele sind die Bewegungsdetektion in Räumen und Grundstücken mit besonderem Sicherheitsstatus, die Ermittlung von Objekt- und Ereignisstatistiken sowohl im industriellen als auch im wissenschaftlichen Bereich oder auch die Detektion von Fahrzeugen und Fußgängern in Verkehrsszenen mit dem Ziel einer intelligenten Steuerung von Signalanlagen.

Entwicklungstendenzen

Die Entwicklung von Beobachtungs- und Überwachungssystemen in den letzten Jahren ist im wesentlichen durch Innovationen und Weiterentwicklungen der Kamera- und Videotechnologie selbst sowie durch die aus

hohen Stückzahlen resultierenden niedrigen Hardwarekosten gekennzeichnet. Insbesondere die deutliche Kostenreduktion bewirkt, dass die visuelle Beobachtung mittels Video in zunehmendem Maße ein wichtiges Segment in modernen Volkswirtschaften einnimmt.

Hinsichtlich der Auswertung der Videosequenzen zeichnet sich eine Tendenz weg von der manuellen Auswertung ab. Die Auswertung durch einen Beobachter bindet einen wesentlichen Anteil an Arbeitskraft und ist zudem subjektiv und damit fehleranfällig. Seit einigen Jahren ermöglicht die stetig steigende Rechenleistung im lowcost-PC-Bereich die automatische und kostengünstige Auswertung von Bildfolgen. Damit sind auch anspruchsvolle und komplexe Aufgabenstellungen in Echtzeit realisierbar.

Automatische Objektdetektion

Besonders schwierig ist die automatische Auswertung von Videosequenzen bei Outdoorszenen. Die Aufnahmebedingungen sind extrem vielgestaltig und wechselhaft.

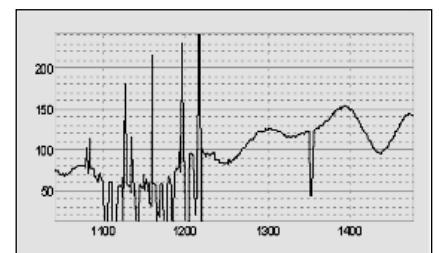
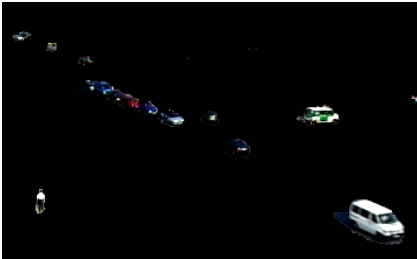


Bild 3: zeitlicher Intensitätsverlauf eines Bildpunktes im Fahrbahnbereich einer Verkehrsszene, Größe der Bildserie: 500 Bilder (5 Bilder/s), Intensitätsspitzen: passierende Fahrzeuge

Kritisch sind hier insbesondere plötzliche globale Änderungen von Szenenbeleuchtung und z.T. auch Szeneninhalt (Wechsel von Sonne / Wolken, Regen, Schneefall, etc.). Intensität und Geschwindigkeit der wetterbedingten Veränderungen sind i.d.R. nicht vorhersagbar.

Ein zusätzliches Problem bei der automatischen Auswertung von Freiluftszenen stellen Fehldetektionen, welche

durch die Windbewegung von Bäumen, Sträuchern, Gras, Wasser, E-Leitungen etc. verursacht werden, dar.



Bilder 4 und 5: Multiple-Gauß-Verfahren: Quellbild und Detektionsergebnis

Hintergrundmodellierung

Das Softwaremodul realisiert eine Reihe unterschiedlicher Detektionsverfahren. Die Grundlage aller Verfahren ist eine statistische Modellierung des Bildhintergrunds. Die Segmentierungsqualität hängt damit entgegen objektmodellgestützten Verfahren nicht vom Erscheinungsbild und der Mannigfaltigkeit der zu detektierenden Objekte ab. Das jeweilige Hintergrundmodell wird fortlaufend anhand der aktuellen Videodaten und des Detektionsergebnisses aktualisiert. Die eigentliche Bewegungs- bzw. Objektdetektion erfolgt durch einen Vergleich des momentanen Videobildes mit der aktuellen Hintergrundmodellierung. Die Initialisierung der Hintergrundmodelle wird manuell anhand eines objektfreien Einzelbildes oder automatisch im Rahmen einer kurzen Anlernphase vor Ort vorgenommen.

Verfahren zur Objektdetektion

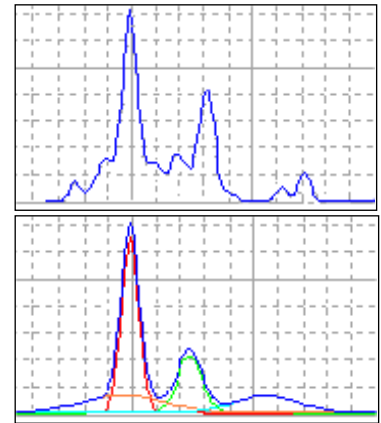
Die Softwarebibliothek stellt folgende Verfahrensvarianten zur Verfügung: Differenzakkumulator, Kalman-Schätzer, Single-Gauß und Multiple-Gauß. Die Verfahren unterscheiden sich hinsichtlich Modellierungsqualität und Laufzeit.

Beim Differenzbildakkumulator werden Bildunterschiede von Folgebildern als Objekt interpretiert. Kalman-Schätzer und Single-Gauß-Verfahren bilden die Statistik jedes Einzelpixels durch eine Normalverteilung nach. Hier dienen Abweichungen von der aktuellen Verteilung als Objektindikator.

Die drei erstgenannten Verfahren arbeiten sehr schnell, sind jedoch für die komplexen Anforderungen in Outdoorszenen ungeeignet. Einfache Beleuchtungsschwankungen werden bei allen drei Verfahren toleriert bzw. adaptiert.

Multiple-Gauß-Verfahren

Das Multiple-Gauß-Verfahren wurde im Rahmen eines Projektes zur Verkehrsflussanalyse entwickelt. Im Gegensatz zu den einfachen Segmentierungsverfahren ist nur dieses Verfahren in der Lage, unter den schwierigen Bedingungen von Freiluftszenen zu arbeiten. Ein besonderes Problem im Bereich Fahrzeugdetektion ist die Diskrepanz zwischen schnellen globalen Änderungen der Hintergrundhelligkeit und den Stillstandszeiten von Fahrzeugen an Signalanlagen. Durch ein spezielles Update-Verfahren wird vermieden, dass Beleuchtungsschwankungen in Bildbereichen ruhender Objekte bei einer Weiterbewegung zu Fehldetektionen führen.



Bilder 6 und 7: zeitliches Histogramm und Multiple-Gauß-Approximation eines Einzelpixels

Veränderungen des Bildhintergrunds werden über eine einstellbare Zeitkonstante adaptiert. Aufgrund der Modellierung des Hintergrunds durch mehrere überlagerte Gaußverteilungen werden unterschiedliche Hintergrundzustände gespeichert. Dadurch ist es z.B. möglich, periodische Änderungen von Hintergrundbildbereichen zu erfassen.



Bilder 8 und 9: Ausgangsbild und Ergebnis einer Objektdetektion mit dem Multiple-Gauß-Verfahren bei starkem Regen

Bewegungsdetektion in Videosequenzen durch Hintergrundmodellierung

Bibliotheksmodul:	Dynamic Link Library (DLL)
Betriebssystem:	alle Windows-Versionen auf PC
Laufzeit (AMD Athlon™ 2700 XP, Bildgröße 256x256):	
- einfache Verfahren:	<Videoechtzeit
- Multi-Gauß-Verfahren:	0.07 s

Detektionsverfahren:
- Differenzakkumulator
- Kalman-Schätzer
- Single-Gauß
- Multiple-Gauß