

Überwachungssystem mit integrierter Visualisierung

Verteiltes, auf intelligente Kameras basiertes Überwachungssystem erfasst Ereignisse in ein integriertes, georeferenziertes 3D-Modell, alles in Echtzeit.

Überwachungssysteme, welche auf verteilte Netzwerkkameras basieren, sind im Kommen, vor allem durch die steigende Nachfrage nach verbesserter Sicherheit. Eine Vielzahl von Bereichen wie Überwachung von Kernkraftwerken, Einkaufszentren, Hotels, Museen, Grenzen, Flughäfen, Bahnhöfen und Parkhäuser werden durch solche Systeme abgedeckt. Diese Installationen haben meist mehrere Kameras, welche verstreut und schwer zu kontrollieren sind. Herkömmliche CCTV-Überwachungssysteme speichern Live-Videodaten von bis zu hunderten Kameras zentral ab und zeigen diese auf einer riesigen Monitorwand an. Das Sicherheitspersonal muss dann die Videos analysieren, Situationen erkennen und gegebenenfalls reagieren. Beispielsweise sind in einem typischen Casino in

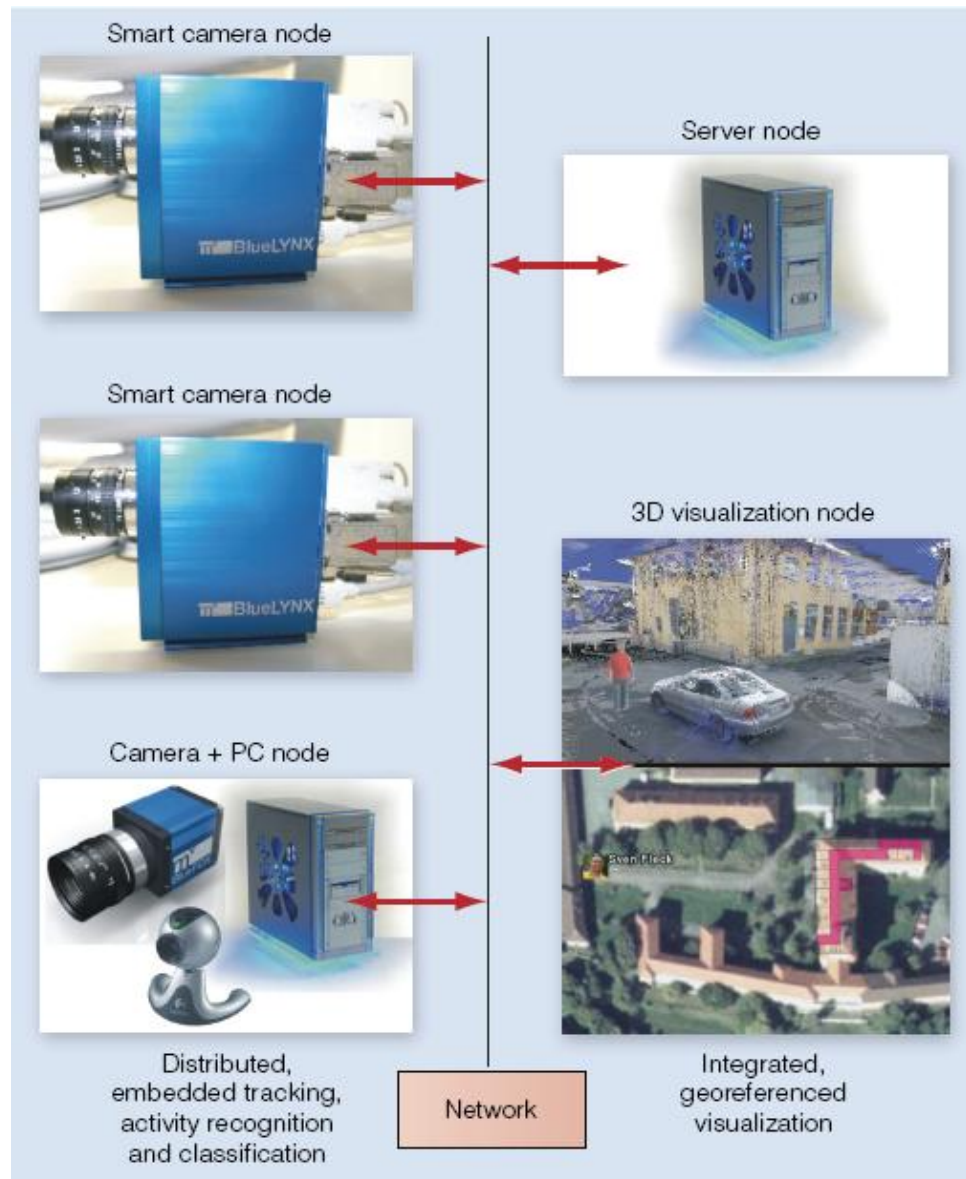


Abbildung 1: Die SmartSurv-Architektur besteht aus SmartTrack-Kamera-Knoten (links) und einem SmartViz-Visualisierungsknoten mit zwei Visualisierungsoptionen (unten rechts).

Sven Fleck gründete SmartSurv Vision Systems und war vorher in der Abteilung der Interaktiven Grafiksysteme der Universität Tübingen.
<http://www.smartsurv.de>

Las Vegas ca. 2000 Kameras installiert. Um eine verdächtige Person zu verfolgen, muss diese mit einer zielgerichteten Kamera verfolgt werden. Wenn diese Person das Sichtfeld einer Kamera verlässt, muss die nächste passende Kamera die Verfolgung übernehmen. Darüber hinaus müssen verdächtige Aktionen vom Sicherheitspersonal visuell erkannt werden. Aufgrund der großen Menge an Videodaten und der kontinuierlichen Visualisierung müssen diese Systeme auch die Müdigkeit des Personals beachten, damit das Verfolgen und die Aktivitäten-Erkennung verlässlich bleibt. Militärische Studien zufolge übersieht eine Bedienungsperson nach durchschnittlich 22 Minuten 95% der Aktionen in einer Szene.

Datenschutz und Personalkosten sind weitere wichtige Sachverhalte. Eine automatische Lösung, welche sieben Tage in der Woche Videos analysieren kann, ist daher grundlegend. Ferner ist auch eine intuitive und integrierte Anzeige notwendig, welche nur die relevanten Informationen darstellt.

SmartSurv System

Meine Kollegen und ich haben bei SmartSurv, einem Spinoff der Universität Tübingen das SmartSurv System entwickelt – ein verteiltes, auf intelligenten Kameras basierendes Überwachungssystem, welches Ereignisse in Echtzeit in einem integriertem, georeferenziertem 3D-Modell unabhängig der Kameraansichten wiedergibt. Es beinhaltet das Hinzufügen

von Kameraknoten per Plug&Play, verteiltes Verfolgen, Personenübergabe, Aktionserkennung und Einbindung der Ergebnisse in ein Modell.

Das System schließt das SmartTrack Kamera Netzwerk – ein verteiltes Netzwerk an intelligenten Kameras, welche in Echtzeit Personen verfolgt; das SmartViz Visualisierungssystem – ein System, welches in ein konsistentes, integriertes und georeferenziertes Modell visualisiert; und ein Server-Knoten, welcher alle Daten des Kameranetzwerks sammelt und die Schnittstelle jedes Visualisierungsknotens bereitstellt, ein.

Die Ergebnisse der Überwachung werden ständig auf einem passwortgeschützten Webserver, welcher von



Abbildung 2: SmartSurv System mit fünf Kameras, welches drei Autos und zwei Personen verfolgt, dargestellt als stilisierte Icons (rechts). Die SmartViz Frontend ist das, was der Benutzer sieht: das Live-Video der intelligenten Kamera mit dem Overlay des Ergebnisses auf der linken Seite. Dieses Feature kann zwecks Datenschutz und Einsparung von Bandbreite ausgeschaltet werden.



Abbildung 3: Ein Kamera-Knoten kann gleichzeitig fünf Objekte verfolgen (links). Im finalen SmartViz-Knoten sind die verfolgten Objekte als Live-Texturen in Google Earth eingebettet (rechts unten).

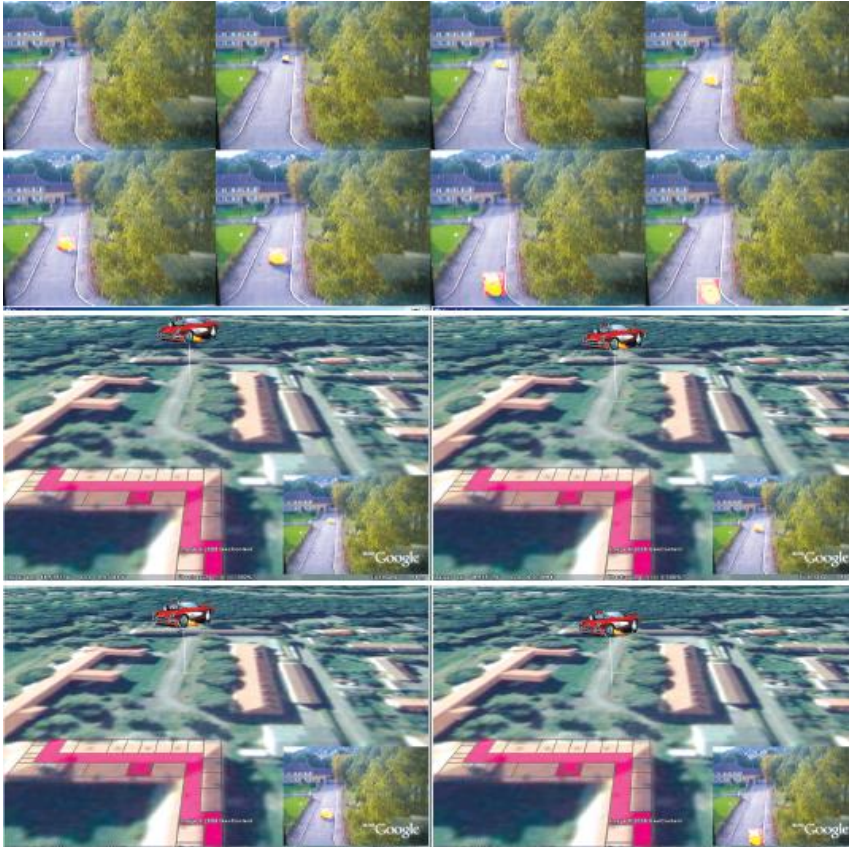


Abbildung 4: Die Bilder zeigen das Ergebnis-Overlay eines Kamera-Knoten (oben) und das finale Live-Verfolgungsbild eingebettet in Google Earth (unten). Das herannahende Auto wird erkannt als „object3“, visualisiert als Auto-Icon. Ein zusätzliches Live-Bild eines Kamera-Knotens wird unten rechts angezeigt.



Abbildung 5: Eine Rohkamera mit dem Overlay des Ergebnisses der Verfolgung (linke Spalte). SmartViz Visualisierung zeigt die verfolgte Person als Live-Textur in einem gerenderten 3D-Modell (rechte Spalte).

unterschiedlichen Benutzern aufgerufen werden kann, aktualisiert. Zur gleichen Zeit schließt der Server-Knoten eine datenbankbasierte Archivierungslösung mit ein (siehe Abb. 1).

Das SmartTrack-Netzwerk aus intelligenten Kamera-Knoten kann Videos in Echtzeit analysieren; nur Ergebnisse werden übermittelt (höhere Abstraktionsebene). Jeder Kameraknoten besteht aus einer intelligenten Kamera mvBlueCOUGAR oder mvBlueLYNX von MATRIX VISION. Videodaten von bestehenden Installationen ohne intelligente Kameras wie IP-Kamera, Industriekamera, Webcam oder analoge Kamera mit einem Frame Grabber am PC kann ebenso als Kamera-Knoten verwendet werden.

Der Ansatz mit intelligenten Kameras

Jede Kamera von MATRIX VISION besteht aus CCD- oder CMOS-Sensoren, einem Xilinx-FPGA für Low-Level-Berechnungen, ein PowerPC-Prozessor für Haupt-Berechnungen und einer Ethernet Netzwerkschnittstelle. Beide Kameras – die mvBlueCOUGAR und die mvBlueLYNX 600-Serie besitzen für die Haupt-Berechnungen einen 400 MHz Motorola MPC 8245 PowerPC mit MMU und FPU inklusive einem eingebetteten Linux Betriebssystem.

Ferner besitzt die Kamera 64 MB SDRAM (64Bit, 133 MHz), 32 MB NAND-Flash (4 MB für Linux-Systemdateien, komprimiert stehen ca. 40 MB für das Filesystem zur Verfügung) und 4 MB NOR-Flash (Bootloader, Kernel, Safeboot-System, Systemkonfigurations-Parameter). Die intelligente Kamera kommuniziert über 100 MBit/s Ethernet-Schnittstelle (Gigabit Ethernet im Falle der mvBlueCOUGAR), welche für Updates über Netzwerk, Einstellen der Parameter, Selbstdiagnose des Systems und für die Videoergebnisdaten (Positionen der verfolgten Ziele) während der Laufzeit verwendet wird.

SmartSurvs Philosophie „was algorithmisch zur Kamera gehört, sollte auch physisch in der Kamera verarbeitet werden“ wurde hier verwirklicht. Mehrere Vorteile hat diese Philosophie. Da die gesamte Videoanalyse im Kamera-Knoten stattfindet, kann die Analyse auf unkomprimierten und artefaktfreien Rohdaten des Sensors durchgeführt werden. Nur die Ergebnisse werden übermittelt, was Bandbreite einspart und der Einsatz von Ethernet ausreichend macht. Die mögliche Anzahl verwendeter Kameras kann so in die Tausende gehen.

Zentralisierte Lösungen mit IP-Kameras dagegen müssen mit schlechter Komprimierung auskommen, damit preiswerte Ethernet-Netzwerke verwendet werden können. Unglücklicherweise verschlechtert dieser Umstand die Anwendbarkeit von automatisierter Videoanalyse, die von einem zentralen Server auf einmal erledigt werden muss. Dies begrenzt auch die Möglichkeit der Skalierung des Systems, da zum einen die Bandbreite zur Videoübertragung, zum anderen die Server-Installation sehr schnell zu Engstelle werden kann.

Dagegen ist bei SmartSurv keine zentrale Low-Level-Berechnung für die Daten jeder Kamera notwendig. Ein Zentral-Server kann sich auf die High-Level-Berechnung der Ergebnisse der intelligenten Kameras konzentrieren. Ferner können Kameras mit höherer Auflösung und Frameraten verwendet werden.

Eingebettete Videoanalyse

Die SmartTrack-Videoanalyse besteht aus mehreren Komponenten: eine in einer intelligenten Kamera eingebettete robuste Hintergrund-Modellierung, welche einen verlässlichen Betrieb in wechselnder natürlicher Umgebung sichert. Sobald eine markante Bewegung entdeckt wurde, wird eine Verfolgungsklasse und der aktuellen Erscheinung mit mehr als 20 Bildern/Sekunde instanziiert.

Jede Verfolgungsklasse kann mehrere Hypothesen (multimodale Wahrscheinlichkeitsdichte) und non-lineare Systeme bearbeiten. Dabei können mehrere Personen unabhängig voneinander verfolgt werden.

Eine Übergabekomponente sichert das Verfolgen über Kameragrenzen hinweg. Die Verfolgung ist mithilfe einer Konvertierung der 2D Verfolgungsergebnisse in ein Bild der betreffenden Kamera in ein 3D-Koordinatensystem mit dem betreffenden georeferenzierten 3D-Modell implementiert. Neben der Verfolgung ist eine Aktionserkennung und -klassifizierung, welche auf die neuesten Maschinenlertechnologien basieren, in die intelligente Kamera eingebaut.

Visualisierungssystem

SmartSurv stellt mit SmartViz ein intuitives Visualisierungssystem bereit, welches die Ergebnisse aller Kameras in ein konsistentes und georeferenziertes Modell integriert. Alle Videoanalyse-Ergebnisse aller Objekte in einer SmartSurv Kamera-Netzwerkumgebung können in Echtzeit entweder als Live-Textur oder als stilisiertes Icon (für den verbesserten Datenschutz) angezeigt werden (Abb. 3, 4).

Die Ansicht bei Google Earth kann zufällig während der Laufzeit gewählt werden, unabhängig der verfolgten Objekte und Kamera-knoten.

Zusätzlich können sowohl Außen- als auch Innenüberwachung in ein und dasselbe Modell behandelt werden. Während der Überwachung von Personen, muss das Sicherheitspersonal nicht mehr darauf achten, welche Kamera gerade involviert ist. Folglich muss sich das Sicherheitspersonal nicht mehr auf eine Kameraebene beschränken. Wenn die Perimetergröße und die Kamerabdeckung vergrößert werden soll, reicht das Hinzufügen von intelligente Kamera-knoten hierfür aus. Weder technische Beschränkungen wie überladenen Netzwerkbandbreite noch funktionale Beschränkungen führen zu Problemen.

Eine zweite Visualisierung basiert auf 3D-Modellen, welche von einer mobilen Plattform mit Laser-Scanner und einer Panorama-Kamera erfasst worden sind (aktuelles Forschungsprojekt der Universität Tübingen, Abb. 5). Neben der Übergabe an die SmartViz Schnittstelle, können die Ergebnisse des SmartTrack-Netzwerkes auch in Aktionsketten wie

Alarmierung über Handy, von Sicherheitsfirmen oder der Polizei integriert werden.

The SmartSurv-Gruppe sucht nach vielen Anwendungen, für welche das System kommerzialisiert werden kann, wie zum Beispiel Verfolgung von Einkaufsware, Überwachung von Eigentum und Überwachung in Altersheimen. Unser Spinoff wurde in Verbindung mit MATRIX VISION und der Universität Tübingen gegründet, um die Kommerzialisierung dieses Überwachungssystems fortzusetzen.

Firmeninformationen

MATRIX VISION

Oppenweiler
www.matrix-vision.de

SmartSurv Vision Systems

Tübingen
www.smartsurv.de

Universität Tübingen

www.gris.uni-tuebingen.de