

Rejestracja to za mało

Inteligentna analiza obrazu

Krzysztof Zych
Volta

Dawno już minęły czasy, gdy system rejestracji wideo służył tylko i wyłącznie do nagrywania obrazu. Już pierwsze rejestratory cyfrowe były wyposażone w funkcję detekcji ruchu oraz obsługę wejść i wyjść alarmowych. Obecnie systemy rejestracji wideo są integrowane z systemami alarmowymi, kontrolą dostępu, systemami fiskalnymi, pozwalają na zdalne połączenia z komputera i telefonu. Więcej – oczekiwania wobec nich stale rosną. Funkcje zaawansowanej analizy wideo pozwalają jeszcze bardziej rozszerzyć zastosowanie systemów nadzoru wizyjnego, dodając im funkcjonalność do niedawna kojarzoną jedynie z filmami o agencie 007.

Nowoczesny system nadzoru wizyjnego może w dużym stopniu wspomóc operatora w zakresie analizy danych wideo, dostarczając mu wielu informacji istotnych z punktu widzenia bezpieczeństwa obiektu. Sprzyjają temu wzrost mocy obliczeniowych układów elektronicznych oraz specjalizacja podzespołów w kierunku obróbki multimediów, co umożliwia implementację coraz bardziej wyrafinowanych algorytmów inteligentnej analizy obrazu. Grupą urządzeń predestynowaną do tego typu funkcji wydają się systemy bazujące na podzespołach PC (karty wizyjne DVR, systemy IP). Co więcej, rozwój najpopularniejszych obecnie formatów kompresji wideo (MPEG-4, H.264) opiera się na

podobnych technikach, pozwalających zwiększyć efektywność kompresji (analiza tła, analiza kierunku poruszających się obiektów itp.), co w przyszłości może przyczynić się do powstawania nowszych, bardziej zoptymalizowanych i niezawodnych algorytmów analizy wideo.

W wielu przypadkach zastosowanie najprostszej i najpowszechniej wykorzystywanej obecnie analizy zawartości wideo – detekcji ruchu – nie wystarcza. Problemem jest ograniczona wielkość i kształt maski, brak filtracji wielkości obiektów, brak rozróżnienia zdarzeń nieistotnych (małe zwierzęta, ruchy powietrza itp.) oraz brak dokładniejszych informacji o zdarzeniu (kieru-

Przeгляд funkcji analizy wideo dostępnych w rejestratorach serii LTR 4000

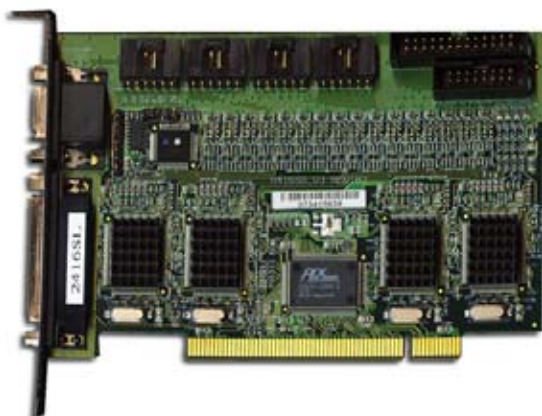
Funkcja	Płyty główne zintegrowane z kartami DVR DSS-43316/DSS-46316	Karty analogowe LTR44xxS, LTR44xxQ	Karty hybrydowe LTR44xxQIP	Karty IP LTR44xxIP
Detekcja ruchu z filtrowaniem wielkości obiektów	tak	tak	tak	tak
Wirtualna bariera	tak	tak	tak	tak
Wirtualne strefy ochrony	tak	tak	tak	tak
Detekcja pozostawionych/brakujących obiektów	tak	tak	tak	tak
Detekcja pożaru (płomienia)	opcja			
Zliczanie obiektów	tak	tak	tak	tak
Zliczanie ludzi	opcja			
Autotracking PTZ	tak	tak	tak	tak
Detekcja twarzy	w przygotowaniu			
Zmiana sceny, antymasking, utrata ostrości	w przygotowaniu			

nek ruchu, pomiar czasu naruszenia strefy). Wprowadzono więc zestaw funkcji, które w zasadniczej części bazują na detekcji ruchu, jednak znacznie rozszerzają jej możliwości.

Jednym z przykładów udanej implementacji algorytmów analizy wideo, łączących użyteczne funkcje z niewygórowaną ceną, jest wprowadzona przez firmę Optiva seria rejestratorów LTR 4000, bazująca na wykorzystaniu komputerów klasy PC. Oprócz rejestratorów w postaci kart PCI/PCI-E, obejmuje ona również unikatowe na rynku zintegrowane płyty główne DSS (specjalnie zaprojektowane komputerowe płyty główne z wbudowanym rejestratorem – kartą DVR). Rejestratory serii LTR 4000 pozwalają budować systemy hybrydowe, obsługujące zarówno kamery analogowe, jak i sieciowe kamery IP. Seria LTR 4000 została wyposażona w oprogramowanie pozwalające na wykorzystanie całego pakietu wbudowanych i opcjonalnych algorytmów inteligentnej analizy wideo.



Zintegrowana płyta główna DSS-43316



Rejestrator LTR-4416FLEX

Na początek warto wspomnieć o kilku ciekawych rozwiązaniach poszerzających możliwości standardowej funkcji detekcji ruchu. Pierwszą z nich jest unikatowy sposób zaznaczania stref detekcji – oprócz standardowej maski prostokątnej możliwe jest

wykorzystanie maski eliptycznej (w tym kołowej) oraz dodatkowo dowolnego zaznaczenia maski za pomocą piorunka z dokładnością do pojedynczych pikseli. Interfejs zaznaczenia maski detekcji jest bardzo intuicyjny i przypomina narzędzia wykorzystywane w programach graficznych np. Microsoft Paint.

Kolejnym ciekawym uzupełnieniem klasycznej funkcji detekcji ruchu jest możliwość filtrowania obiektów wywołujących detekcję ruchu według kryterium ich rozmiaru. Pozwala to niezależnie od czułości detekcji zdefiniować obiekty, które są zbyt małe, aby wywołać detekcję ruchu (małe zwierzęta, ptaki itp.) lub zbyt duże (przechodzący bezpośrednio przed obiektywem kamery ludzie). Funkcjonalnie pozwala to usprawnić funkcję detekcji ruchu o niemal dowolne zaznaczenie obszaru detekcji, jak również zmniejszyć poziom generowania fałszywych alarmów.

Zapobieganie aktom sabotażu leżało u źródeł opracowania funkcji analizy zmian obserwowanej sceny. W konsekwencji możliwa stała się implementacja funkcji antymaskingu (wykrycie zasłonięcia lub zamalowania obiektywu kamery) i zmiany widoku kamery (wykrycie obrócenia kamery). W obu przypadkach algorytmy analizujące dane wideo muszą rozróżnić tło sceny (niezmiennie elementy – wzniesienia terenu, budynki, drzewa) od elementów ruchomych (ludzie, samochody itp.). W tym szczególnym przypadku nie interesują nas zmiany obiektów ruchomych (co zazwyczaj jest obiektem analizy detekcji ruchu), lecz elementów stałych. W zależności od charakteru tej zmiany system sygnalizuje wykrycie odpowiedniego typu zdarzenia – zasłonięcia, zaciemnienia lub odwrócenia kamery. Do tej samej grupy inteligentnych funkcji analizy obrazu należy detekcja utraty ostrości obserwowanej sceny na skutek sabotażu, przypadkowego rozregulowania lub awarii obiektywu.



Detekcja utraty ostrości

Wirtualna bariera

Bardzo często istotna jest nie tylko informacja o przekroczeniu strefy chronionej, ale także o miejscu, w jakim to przekroczenie nastąpiło, oraz o kierunku, w jakim poruszał się obiekt. Często zdarza się, że ruch w jednym kierunku jest dozwolony, natomiast w innym stanowi zagrożenie. Przykładem może być monitoring tras komunikacyjnych (wykrycie ruchu „pod prąd”), ale również detekcja niewłaściwego kierunku ruchu w przypadku procesów przemysłowych czy zautomatyzowanych procesów transportowych.

Bardzo często ruch w niewłaściwym kierunku stanowi informację o wtargnięciu intruza do np. hali przeładunku bagażu, gdzie ruch w odpowiednim kierunku (zgodnym z ruchem taśm transmisyjnych) jest dozwolony, natomiast w każdym innym stanowi sygnał ostrzegawczy. W przypadku monitoringu szlaków komunikacyjnych czy trakcji kolejowych ruch w kierunku torowiska czy jezdni jest sygnałem alarmowym, natomiast ruch pociągu po torowisku czy pojazdów po trasie jest zjawiskiem normalnym i nie stanowi zagrożenia. Wygodnym sposobem detekcji wszystkich tego typu zjawisk jest wykorzystanie wirtualnej ba-

riery, która może stanowić dodatkową ochronną (przekroczenie fizycznego ogrodzenia, wejście na teren posesji). Odpowiednio rozmieszczona pozwala śledzić przemieszczanie się obiektu (wejście lub wyjście ze strefy chronionej, śledzenie trasy obiektu) albo sygnalizować przypadki ruchu obiektu w niedozwolonym kierunku.



Wirtualna bariera

Wirtualne strefy ochrony

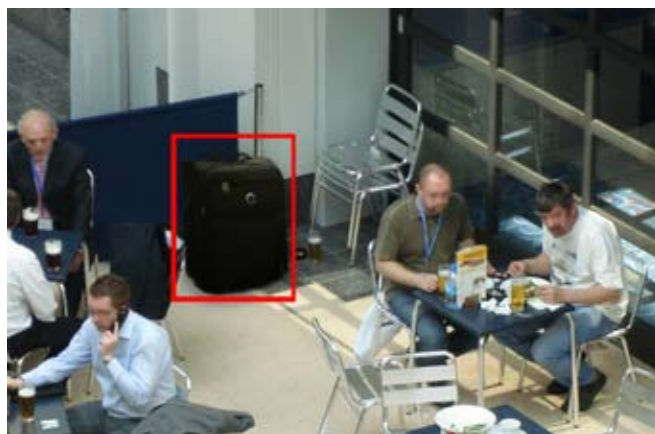
Z kolei funkcja wirtualnych stref ochrony pozwala zdefiniować obszary zabronione, w których żaden obiekt nie powinien się znajdować (strefy wyłączone z ruchu pieszego, strefy ograniczonego parkowania, bramy wjazdowe, wyjścia ewakuacyjne). Sygnalizacja naruszenia strefy ochrony w połączeniu z szybką reakcją służb porządkowych gwarantuje przeciwdziałanie blokowaniu dróg dojazdowych, wyjść ewakuacyjnych czy stref ograniczonego ruchu.

W tym miejscu warto chociaż krótko wspomnieć o silnej zależności skuteczności i efektywności analizy zawartości obrazu z wartością źródłowego materiału wideo. Oprócz oczywistej w tym przypadku kwestii jakości wideo (większa dokładność i rozpoznawalność szczegółów) i liczby klatek (więcej materiału do analizy = większa skuteczność metody), bardzo istotne jest właściwe umiejscowienie kamery. Zapewnienie odpowiedniego planu obserwacji jest warunkiem koniecznym zadziałania systemu opartego na analizie wideo. Na nic zda się wyszukany algorytm, jeśli z nagrania wideo trudno określić kierunek ruchu obiektu, a zaznaczona strefa ochrony nijak się ma do rzeczywistego obszaru. Dlatego w większości przypadków najkorzystniejszy jest widok z góry, który pozwala stosunkowo łatwo rozpoznać przekroczenie granicy chronionego obszaru, jak również rozmieścić strefy detekcji w odpowiedniej płaszczyźnie. Znacznie trudniejsze jest dokonanie tego typu analizy, jeśli kamera jest umiejscowiona z boku, widząc obszar chroniony pod kątem, a strefy chronione w niewłaściwej płaszczyźnie. W przypadku funkcji zliczających obiekty lub ludzi widok z góry jest niezbędny – w przeciwnym wypadku poziom błędnych zliczeń znacznie wzrośnie. Z kolei w przypadku funkcji detekcji lub rozpoznawania twarzy jest wskazany widok z boku, pozwalający jak najdokładniej uchwycić kamerze szczegóły anatomiczne przechodzących osób.

Detekcja pozostawionych i brakujących obiektów

Analiza zmian w treści obrazu w powiązaniu z pomiarem czasu zmiany pozwala na wykrycie zdarzeń związanych nie tyle z ruchem, co raczej z trwałą zmianą części sceny. Na implementacji tego typu algorytmów opierają się funkcje detekcji pozostawionych lub brakujących obiektów. Detekcja pozostawionych obiektów jest wykorzystywana powszechnie do analizy zagrożenia terrorystycznego (pozostawione pakunki, bagaże na dworcach, lotniskach, w przejściach itp.). Niemniej jednak może ona także być wykorzystywana do monitoringu szlaków komunikacyjnych, parkingów, stref ograniczonego czasowo parkowania itp. Jeśli obiekt przebywa w strefie detekcji przez czas dłuższy niż zdefiniowany czas graniczny, sygnalizowane jest zdarzenie alarmowe. Natomiast przebywanie w strefie przez czas krótszy niż zdefiniowany nie wywołuje alarmu. Również obiekty przemieszczające się przez strefę detekcji nie powodują sygnalizacji alarmu, jednakże pozostawienie np. samochodu w miejscu niedozwolonym powoduje sygnalizację zagrożenia. Innym sposobem wykorzystania tego typu analizy jest np. zapobieganie uszkodzeniu elewacji budynków (graffiti) czy procesów przemysłowych (zastój taśm produkcyjnych lub transportowych).

Detekcja brakujących obiektów może być użyteczna w systemach zapobiegania kradzieży, np. monitoringu wystaw i galerii (eksponaty, dzieła sztuki), a także wartościowych elementów wyposażenia (sale hotelowe i muzealne, obiekty konferencyjne). Innym sposobem wykorzystania tego typu analiz jest np. monitoring powierzchni reklamowych (usunięcie lub zaklejenie plakatów, reklam itp.) lub ekspozycji handlowych (wystawy, gabloty itp.). Zastosowanie analizy brakujących obiektów obejmuje również monitoring miejsc parkingowych i płatnego postoju (wspomaga zarządzanie wolnymi miejscami).



Detekcja pozostawionego obiektu

Detekcja płomienia

Dzięki analizie wideo możliwe jest wykrycie pożaru (detekcja płomienia) w oparciu o analizę koloru oraz ruchu rozprzestrzeniającego się ognia. Funkcja ta może okazać się bezcenna w przypadku, gdy nie jest możliwe wykorzystanie czujek dymu, np. w monitoringu rozległych obszarów roślinności, lasów, zabytkowej drewnianej zabudowy czy składów materiałów łatwopalnych. ►

**„NAJBEZPIECZNIEJSZE SĄ DRZWI,
KTÓRE MOŻNA ZOSTAWIĆ OTWARTE”**

REJESTRATORY CYFROWE NOWEJ GENERACJI



Seria VTDVR5100

*** pełna prędkość rejestracji - 25kl/sek na każdy kanał z maksymalną rozdzielczością 704x576**

*** 4 niezależnie konfigurowalne wyjścia monitorowe (funkcjonalność krosownicy wizyjnej)**

*** współpraca z macierzami dyskowymi do 32TB (kilka miesięcy ciągłej rejestracji)**

Volta, ul. Jutrzenki 94, 02 - 230 Warszawa, tel. 022 572 90 20, 022 331 33 00, volta@volta.com.pl

Oddział w Bydgoszczy, ul. Łęczycka 49, 85-737 Bydgoszcz, tel. 052 515 60 31, bydgoszcz@volta.com.pl, **Oddział w Gdańsku**, ul. Piastowska 89, 80 - 363 Gdańsk, tel. 058 511 02 91, gdansk@volta.com.pl, **Oddział w Katowicach**, ul. Karłowicza 11-13, 40 - 145 Katowice, tel. 032 730 22 03, katowice@volta.com.pl, **Oddział w Krakowie**, ul. Myślenicka 40, 30 - 610 Kraków, tel. 012 650 20 01, krakow@volta.com.pl, **Oddział w Lublinie**, ul. Towarowa 5, 20-205 Lublin, tel. 081 747 98 70, lublin@volta.com.pl, **Oddział w Łodzi**, ul. Niciarniana 2/6, 90-208 Łódź, tel. 042 678 12 41, lodz@volta.com.pl, **Oddział w Poznaniu**, ul. Głuchowska 1, 60 - 101 Poznań, tel. 061 830 64 14, poznan@volta.com.pl, **Oddział w Szczecinie**, ul. Madalińskiego 8, 70 - 101 Szczecin, tel. 091 482 08 30, szczecin@volta.com.pl, **Oddział we Wrocławiu**, ul. Długa 68D, 53 - 633 Wrocław, tel. 071 349 24 89, wroclaw@volta.com.pl

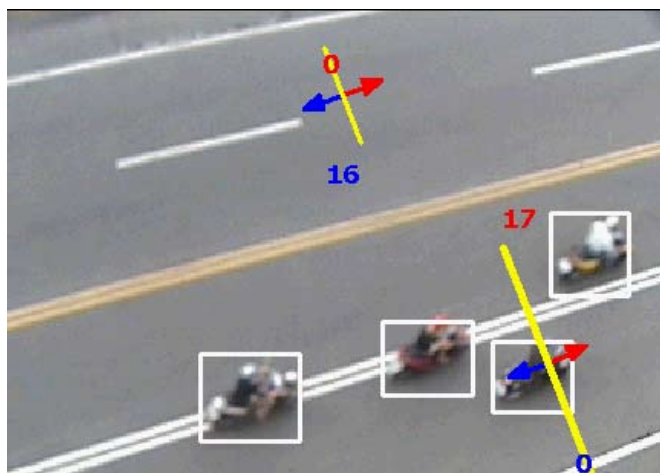


Detekcja pożaru (płomienia)

Zliczanie osób i obiektów

Osobną kategorię stanowią funkcje zliczające obiekty i ludzi, które mogą dostarczyć dodatkowe informacje np. o natężeniu ruchu (monitoring autostrad, dróg, ruchu miejskiego), jak również liczby wejść lub wyjść do chronionego obiektu czy strefy. Zastosowaniem tego typu funkcji może być także monitoring procesów przemysłowych (taśmy produkcyjne i transportowe), ale także szacowanie liczby obiektów przebywających w zamkniętej strefie chronionej.

Zliczanie osób ze względu na specyficzne zachowanie ludzi (chodzenie w grupach, niejednostajny ruch, zmiany kierunku ruchu, przestoje itp.) wymaga analizy powiązanej z wielkością i kształtem zliczanego obiektu. Niemniej jednak funkcja ta świetnie nadaje się do monitoringu liczby ludzi pozostających w chronionej strefie, pozwala także wykorzystać istniejący system dozoru do zbierania danych statystycznych dla np. celów marketingowych (monitoring oglądalności reklam, liczby klientów odwiedzających sklep, rozkład natężenia ruchu w centrach handlowych itp.).



Zliczanie obiektów



Zliczanie osób

Detekcja kierunku ruchu

Funkcja detekcji kierunku ruchu w powiązaniu z automatycznym sterowaniem ruchem kamery szybkoobrotowej umożliwia śledzenie PTZ (autotracking). Kamera rozpoczyna analizę od ustalonego punktu (presetu), którym może być np. wejście do pomieszczenia lub miejsce o największym natężeniu ruchu.

W przypadku wykrycia ruchu analizowany jest kierunek poruszającego się obiektu i w momencie zbliżenia się obiektu do krawędzi obrazu wysyłane są komendy sterujące ruchem kamery. Są one tak dobierane, aby śledzony obiekt stał w polu widzenia kamery. Dodatkowo wykorzystywane jest zbliżenie (zoom) kamery, tak aby uzyskać lepszy obraz śledzonego obiektu. Po określonym z góry czasie w przypadku niewykrycia ruchu kamera wraca do położenia początkowego gotowa do podjęcia kolejnego śledzenia.

W przypadku analizy wideo tylko z kamery śledzącej możliwa jest realizacja funkcji śledzenia jednego obiektu – inne obiekty będą ignorowane. Jest to podstawowa implementacja tego rodzaju funkcji, która jednak dobrze sprawdza się w przypadku monitoringu zamkniętych pomieszczeń (hał, magazynów), gdzie można z dużą dozą pewności określić miejsce pojawienia się obiektu śledzonego (wejścia, korytarze), a natężenie ruchu nie jest zbyt duże. Funkcja śledzenia PTZ nie zastępuje kilku kamer niezbędnych do monitoringu zamkniętego pomieszczenia, niemniej jednak może stanowić uzupełnienie systemu o pełną informację na temat przemieszczania się obiektów (intruzów) wewnątrz pomieszczenia.

Rozpoznawanie twarzy

Funkcje umożliwiające detekcję i rozpoznanie twarzy opierają się z kolei na analizie materiału wideo pod kątem charakterystycznych cech ludzkiej twarzy. W przypadku detekcji twarzy istotne jest wykrycie fragmentu obrazu, którego zawartość została oceniona przez algorytm analizujący jako ludzka twarz. Odpowiednie sygnalizowanie tego zdarzenia lub oznaczenie fragmentu nagrania powoduje, że przeszukiwanie nagrań wideo pod kątem zarejestrowanych osób staje się znacząco łatwiejsze. Wystarczy stworzyć listę wszystkich zdarzeń, które zostały zakwalifikowane jako obraz zawierający ludzkie twarze.

Kwestia rozpoznawania osób spoczywa na przeglądającym materiał wideo, funkcja analizy zapewnia jedynie dostarczenie wyselekcjonowanych fragmentów nagrania, które

mogą, aczkolwiek nie muszą zawierać portretu interesującej nas osoby.

Funkcja rozpoznawania twarzy, oprócz etapu jej detekcji, została wyposażona w algorytmy analizujące rozpoznaną twarz pod kątem jedynych w swoim rodzaju cech jednostkowych (tzn. siatka punktów charakterystycznych twarzy). Dodatkowo została połączona z bazą danych obrazów służącą do porównań wykrytych obrazów twarzy. W przypadku znalezienia zgodnego wzorca sygnalizowana jest zgodność, bardzo często z podaniem informacji na temat dokładności rozpoznania, i wyświetlane są dane rozpoznanej osoby.

W przypadku osoby, która nie została zarejestrowana w bazie danych, nie ma możliwości jej rozpoznania, jednak system może dodać nową osobę do bazy i rejestrować kolejne wykrycia tego samego wzorca. W związku z tym funkcja rozpoznawania twarzy najlepiej sprawdza się w przypadku znanej liczby osób i możliwości opracowania bazy wzorców ludzi, np. pracowników w wydzielonych, chronionych sektorach przedsiębiorstw. Z drugiej strony, baza wzorców nie może być bardzo duża, tak aby proces porównywania nie zajmował zbyt wiele czasu, stawiając pod znakiem zapytania skuteczność systemu. W przypadku, gdy te warunki nie są spełnione, użyteczność funkcji rozpoznawania twarzy jest znacznie ograniczona.



Detekcja twarzy

★ Oczywiście, to opracowanie nie wyczerpuje całości zagadnienia analizy zawartości wideo – w dostępnych na rynku rozwiązaniach pojawiają się kolejne funkcje, jak stabilizacja obrazu, analiza zachowań niebezpiecznych, analiza zachowania tłumu, rozpoznawanie tablic rejestracyjnych i wiele, wiele innych. Wraz z doskonaleniem algorytmów, dostępnością coraz lepszej jakości obrazu oraz możliwością przeznaczenia coraz większych mocy obliczeniowych do wykonywania analiz wideo, z całą pewnością pojawią się kolejne metody wspomaganie ludzkiej percepcji. Pozwolą one w pełni zautomatyzować proces nadzoru wizyjnego, rozróżnić wiele pobocznych zdarzeń, wciąż jednak wykrywając te najbardziej istotne z punktu widzenia bezpieczeństwa obiektu. Podsumowując, warto wspomnieć, że w artykule przedstawiono już zaimplementowane lub obecnie testowane funkcje rejestratorów Optiva serii LTR 4000. Funkcjonalność systemu jest ciągle rozszerzana, zapowiadane są zarówno optymalizacje już zaimplementowanych algorytmów, jak również dodawanie nowych funkcji z pakietu analizy zawartości wideo. ■