

System informacji drogowej w Sztokholmie

Monitoring oparty na przesyłaniu sygnału wideo przez sieci komputerowe

Bolesław Sieka S-Link A.B.
Daniel Lesisz System Services

fot. Hans Ekstrand



Centrala monitoringu Szwedzkiej Dyrekcji Dróg Krajowych w Sztokholmie

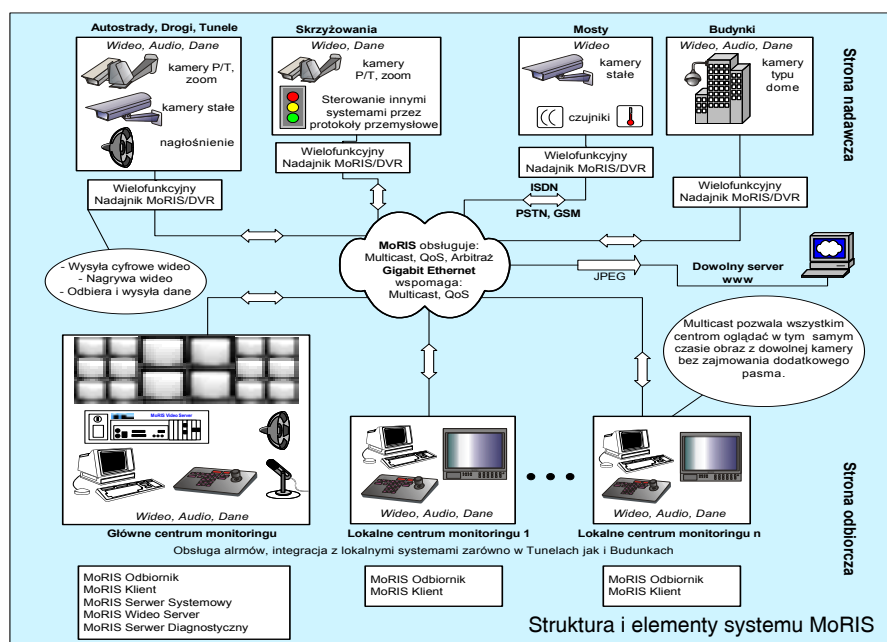
Zastosowany w Sztokholmie, oparty na cyfrowej transmisji i nagrywaniu obrazu wideo system monitorowania ruchu drogowego należy do czołowych światowych osiągnięć w CCTV. Warto się z nim zapoznać, jest bowiem uniwersalny – przedstawiona technologia znajduje zastosowanie w monitoringu lotnisk, przemysłowym, miejskim itp.

SNRA (Swedish National Road Administration – Szwedzka Dyrekcja Dróg Krajowych) i władze Sztokholmu prowadzą budowę pierścienia dróg wokół miasta w celu zredukowania korków na ulicach. System będzie obejmował drogi, autostrady i długie tunele. Specyfika projektu i jego rozległość spowodowały konieczność spełnienia bardzo ścisłych wyma-

gań co do bezpieczeństwa, ochrony i niezawodności. SNRA poszukiwało nowoczesnego i przyszłościowego rozwiązania, które spełniłoby wszystkie wymagania, a przy tym szybko się nie zestarzało. Przed ogłoszeniem oficjalnego przetargu trzeba było zdecydować, jaki rodzaj technologii wybrać. W tym celu uruchomiono testowe instalacje, w których w rzeczywistych warunkach weryfikowano poszczególne technologie i rozwiązania. SNRA zakontraktowało renomowane firmy konsultingowe (Reilers, ComIT), aby uczestniczyły w stworzeniu specyfikacji technicznej do dokumentacji przetargowej dla GCP (General Communication Platform - Głównej Platformy Komunikacyjnej *). W przetargu na GCP brały udział czołowe firmy europejskie. Zamówienie otrzymała firma Telia (największy szwedzki operator telekomunikacyjny) z S-Link AB jako poddostawcą, które miały dostarczyć całe rozwiązanie. Polska firma System Services sp. z o.o. jako poddostawca S-Link AB brała udział w wszystkich fazach projektu. Projekt został oddany do użytku na początku 2001 roku.

Trudny problem

Zanim SNRA zabrało się za porządki, system monitoringu ruchu w Sztokholmie składał się z 15 rozwiązań obsługiwanych przez 5 sieci. Struktura była bardzo skomplikowana w każdej części – od projektu, przez obsługę, do serwisowania. Związane z tym koszty były bardzo wysokie. Z tego powodu SNRA postanowiło oprzeć swoje rozwiązanie na systemie ustandaryzowanym i zunifikowanym. Oczekiwano, że wdrożenie nowego projektu zwiększy przepustowość, poziom bezpieczeństwa oraz zmniejszy liczbę incydentów drogowych, a



dzięki temu zmniejszy straty spowodowane przez zakłócenia ruchu. Nie bez znaczenia jest redukcja poziomu spalin samochodowych.

Oczekiwania co do charakterystyki sieci:

- jedna sieć z elementami redundantnymi do wszystkich zadań;
- wysoka przepustowość wynikająca z wymagań strumieni wideo, które będą zajmować większość pojemności sieci;
- automatyczne ustalanie priorytetów ruchu w sieci;
- automatyczne zabezpieczenie przed przeładowaniem sieci;
- objęcie dużego obszaru i zaspokojenie szeregu poszczególnych potrzeb:
- małe opóźnienie transmisji, bez buforowania, niewiele błędów przesyłu,
- zapewnienie jednoczesnego działania kilku centrów monitoringu (wideo z jednego źródła ma docierać jednocześnie do kilku odbiorców),
- automatyczne eliminowanie konfliktów operatorskich (arbitraż).

Strumień wideo:

- wymagana wysoka jakość obrazu;
- jednoczesne: wysyłanie sygnału wideo, ciągłe zapisywanie w modułach nagrywających bez obciążania sieci, generowanie stopklatek z każdej podłączonej kamery;
- kontrola pozycji kamery przed zezwoleniem wysłania zdjęcia (tworzenie stopklatek tylko z określonych wcześniej pozycji kamery);
- duża liczba kamer (n x1000).

Inne wymagania:

- system musi zapewniać: PA (Public Announcement) - komunikaty głosowe przez systemy nagłośnienia, zbieranie danych o alarmach,
- zdalną kontrolę innych urządzeń;
- rozwiązanie musi być w pełni skalowalne;
- zastosowanie technologii przyszłościowych, które nie będą przestarzałe za parę lat;
- zdalne monitorowane całą dobę;
- maksimum 15 minut wyłączenia systemu na rok przy ciągłej eksploatacji;
- system musi zapewniać możliwości zdalnego diagnozowania i uaktualniania;
- należy stosować uznane standardy techniczne w celu umożliwienia integracji z innymi systemami.

Projekt

GCP zawiera szereg nowych technologii, po raz pierwszy zastosowanych na tak dużą skalę. Trzeba było zrobić wiele testów i wdrożeń, aby znaleźć takie, które zapewnią pełną funkcjonalność i zaspokoją wymagania jakościowe. Zleceniodawca, jako jeden z największych inwestorów na rynku, ma spore doświadczenie we wdrażaniu dużych i skomplikowanych rozwiązań. Projekt ten był realizowany według międzynarodowych standardów obejmujących organiza-

cję projektu, przetarg, przygotowanie dokumentacji, wdrożenie i testy. Przed dostawą każdego z elementów systemu przechodzi on kontrolę FAT (Factory Acceptance Test – Fabryczny Test Akceptujący), której wyniki muszą zostać zatwierdzone zarówno przez menadżerów SNRA, jak i firm konsultingowych.

Rozwiązania

Wybór standardu sieciowego i kompresji wideo: w szybko zmieniającym się świecie technologii wybór odpowiedniego standardu jest kluczowy z punktu widzenia technicznej i ekonomicznej długości życia poniesionych inwestycji.

Standard sieciowy

Pod koniec 1990 roku najczęściej stosowaną technologią do przesyłania strumieni wideo była sieć ATM (Asynchronous Transfer Mode*). Cechy ATM:

- deterministyczny typ sieci;
- QoS (Quality of Service*), co jest kluczową cechą gwarantującą pasmo i transmisję wideo bez załamań i chroniącą przed przeładowaniem;
- przepustowość 155/622 Mbit/s (w tamtym czasie nie oferowana w TCP/IP*)

W roku 2000 GE (Gigabit Ethernet*) zaczęła wchodzić szeroko na rynek. Wspieranie technologią QoS, szerszy niż w ofercie ATM wybór dostawców i produktów zrobiło z GE atrakcyjną propozycję dla rozwiązań zawierających transmisję wideo.

W projekcie GCP podczas testów ATM ujawniło się kilka zaskakujących faktów. Rzeczywiste możliwości testowanego sprzętu sieciowego różniły się od opisywanych w dokumentacji technicznej, nie spełniając wymagań postawionych w projekcie. Dlatego dostawca sprzętu sieciowego zaproponował, aby GE zastąpiło ATM. Była to rozstrzygająca decyzja dla całego projektu. Zebrane później doświadczenia z pracy systemu działającego na sprzęcie GE wykazały, że podjęto właściwą decyzję.

Standard kompresji wideo

Rozpatrując standard kompresji i przesyłu wideo przez sieci należy zwrócić uwagę na kilka parametrów:

- wartość/użyteczność odebranego dokumentu wideo;
- jakość wideo;
- zużycie pasma sieci i przestrzeni na dyskach;
- ergonomia.

Wartość/użyteczność odebranego dokumentu wideo

O tym, czy nakłady poniesione na system monitoringowy są celowe decyduje jego skuteczność. System jest skuteczny, jeżeli nagrania dokumentujące przebieg zdarzeń zawierają kluczowe detale i nie są odrzucane jako materiał dowodowy.

Przykład. W zastosowaniach ochrony mienia i ludności policja często spotyka się z sytuacją, że nagrane wideo nie może być użyte jako materiał dowodowy z powodu jego złej jakości oraz/lub braku ważnych szczegółów ułatwiających identyfikację. Często jest to spowodowane tym, że używa się niższej jakości komponentów CCTV oraz systemów rejestrujących pojedyncze obrazy w za dużych odstępach czasu, więc zdarza się, że nagranie nie zawiera najbardziej istotnych detali. Wypadek zarejestrowany na serii nieruchomości obrazów może pokazać sytuację przed i po incydencie, nie pokazując samego incydentu i przebiegu zdarzeń, może zostać uchwycony pod złym kątem lub ze złej strony, obraz poszukiwanej osoby lub osób może nie być wystarczający do umożliwienia jednoznacznej identyfikacji, jak również słaba jakość nagranych materiałów może spowodować całkowitą utratę jego wartości dowodowej.

Jakość zdjęć/nagrań wideo zależy m.in. od wybranej rozdzielczości i kompresji. Zużycie pasma sieci oraz przestrzeni na dysku zależy od rozdzielczości, kompresji i częstości odświeżania. Ergonomia z kolei zależy od jakości zdjęć/nagrań wideo oraz częstości odświeżania.

Rozwiązania opierające się na transmisji pojedynczych ramek (JPEG lub kompresja Wavelet) wymagają dużo większej przepustowości sieci przy tej samej jakości wideo niż systemy wykorzystujące metody kompresji wideo MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4. Przykładowo tam, gdzie z powodu ograniczenia dostępnego pasma

sieciowego jest możliwe przesłanie trzech obrazów JPEG na sekundę, przy zastosowaniu metody MPEG-4 możliwe jest przetwarzanie z dokładnością 25 ramek/s. Dzięki temu dokumentacja wideo jest wyższej jakości, gdyż można uchwycić szybko zmieniające się szczegóły. Należy też wziąć pod uwagę to, że oglądanie materiałów o dużej częstotliwości obrazów jest mniej męczące dla obserwatora niż przy paru klatkach na sekundę.

System

Zakontraktowane rozwiązanie oparte było na systemie MoRIS (Modular Road Information System) firmy S-Link AB z siedzibą w Szwecji. Po zmianie technologii sieciowej została dostarczona zmodyfikowana wersja systemu. W skład systemu wchodziły nadajniki, odbiorniki, oprogramowanie interfejsu użytkownika, serwery systemowe, serwery wideo i serwery diagnostyczne. Każda kamera dostarcza obraz, który może służyć do wielu celów:

- dokumentowanie wypadków i zdarzeń w celu ich późniejszej analizy;
- dostarczanie informacji na żywo do operatorów w centrach monitoringu;
- dostarczanie użytkownikom dróg informacji, na podstawie której podejmują decyzje o trasie i czasie rozpoczęcia podróży.

Optymalnym rozwiązaniem spełniającym powyższe wymagania był wie-

lofunkcyjny, wielokanałowy **nadajnik**, który:

- nagrywa wysokiej jakości wideo, zapisując obraz w sposób ciągły w bibliotekach FIFO; po wypełnieniu dysku najstarszy materiał jest zastępowany przez najnowszy, tak że w każdej chwili jest dostępny materiał z ostatnich minut/godzin/dni - nagrywanie nie obciąża sieci;
- wysyła wideo na żywo i nagrania (równocześnie);
- generuje wysokiej jakości obrazy JPEG przeznaczone do aplikacji internetowej;
- obsługuje dźwięk, alarmy, transmisję danych, zdalną kontrolę i sterowanie.

Równie wiele funkcji mają **odbiorniki wideo**, które oprócz odbierania sygnału mogą również równocześnie go nagrywać oraz przysyłać, jak i odbierać dźwięk oraz dane przez porty RS. Współpracują one z monitorami i zewnętrznymi urządzeniami CCTV.

Zadaniem serwerów systemowych jest sterowanie komunikacją pomiędzy wszystkimi urządzeniami systemu. Odbierają one komendy przekazywane przez użytkownika i wykonują jego polecenia. Ponieważ jest on sercem systemu, aby zapewnić bezpieczeństwo i niezawodność jego działania, zastosowano dublujące się serwery. W przypadku uszkodzenia jednego z nich drugi przejmuje wszystkie funkcje, zapewniając stabilną pracę.

Interfejs operatora

Oprogramowanie daje operatorowi możliwość sterowania systemem poprzez jeden z dwóch graficznych interfejsów użytkownika:

1. pokazujący dostępne źródła (nadajniki) i odbiorniki, obsługiwany metodą przeciągnij i upuść.

2. oparty o technologię GIS (Geographical Information System *), wykorzystujący mapy dla przedstawienia lokalizacji wszystkich kamer. Arbitraż umożliwia kilku operatorom równoczesne bezkonfliktowe korzystanie z tej samej ruchomej kamery, regulując prawo jej kontroli zgodnie z ustalonymi regułami.

Wideoserwer

Ważnym elementem systemu jest możliwość archiwizowania materiałów, których nagranie zostało spowodowane włączeniem alarmu albo poleceniem operatora. Zadaniem videoserwera jest sprawdzanie, czy nie pojawiły się w sieci nowe nagrania i ściąganie ich w celu zachowania ich kopii nie tylko w nadajniku, ale też lokalnie (w składnicy nagrań). Zabezpiecza to przed utratą krytycznych danych. Materiały te są przechowywane przez określony przez operatora czas, a później automatycznie kasowane.

System zaprojektowany na tysiące kamer obejmuje duże obszary, co wymaga efektywnych metod organizacji, diagnozowania, obsługi i utrzymania całości.

Aby rozwiązać ten problem, stworzono oprogramowanie diagnostyczne (serwer diagnostyczny), monitorujące wszystkie zdarzenia w sieci. Centrum Kontroli Sieci monitoruje ją całą dobę i raportuje wszystkie ważne komunikaty do organizacji zajmującej się utrzymaniem systemu. Oprogramowanie diagnostyczne wskazuje, gdzie i jaki problem się pojawił oraz jaki element systemu może wymagać zastąpienia, aby usunąć awarię. Zamienne moduły są magazynowane w pobliżu najbardziej wrażliwych części systemu, np. tuneli. Po wymianie uszkodzonego modułu na sprawny wysyła się go do dostawcy, który diagnozuje i wymienia uszkodzone elementy oraz odsyła urządzenia do magazynów.



fol. Hans Ekstrand

Centrum w Sztokholmie

Technologia

Wybrana sieć Gigabit Ethernet i aplikacja MoRIS zapewniają:

- multicast – równoczesne wysyłanie wideo z jednego źródła do wielu odbiorników bez niepotrzebnego dodatkowego obciążenia sieci;
- automatyczne ustalanie priorytetów ruchu wideo - przy ograniczonej przepustowości sieci dane ważniejsze (np. strumień wideo przesyłający obraz z miejsca, gdzie włączył się alarm) mają wyższy priorytet niż inne, co gwarantuje dostarczenie ich do punktu docelowego w całości i bez opóźnień;
- automatyczną ochronę przed przeładowaniem sieci, które mogłoby spowodować całkowite załamanie transmisji wideo;
- redundancję wybranych segmentów – w przypadku pożaru w tunelu z każdym segmentem systemu można się połączyć na dwa sposoby;
- zdalne sterowanie, diagnozowanie i wsparcie techniczne zarówno z wnętrza samej sieci, jak i spoza niej poprzez łącza telefoniczne, tak aby można było określić, co się stało, gdzie i co trzeba wymienić, zanim wyśle się ekipę serwisową z właściwymi modułami zastępczymi;
- arbitraż dostępu do ruchomych kamer według priorytetów operatora.

Zarówno sieć, jak i system wideo łatwo można rozbudować. Szeroko używany w przemyśle telewizyjnym standard MPEG-2 zapewnia nie tylko wysokiej jakości wideo, ale również jako nowa, szeroko rozpowszechniona technologia zapewnia długą żywotność całego projektu.

Oprogramowanie użyte do zarządzania systemem pozwala użytkownikowi przełączać się pomiędzy strumieniami wideo (tzn. między obrazami na żywo i odtwarzanymi z archiwów) za pomocą techniki przeciągnij i upuść. Na ekranie widoczna jest lista źródeł wideo (nadajniki, wideoserwery) i odbiorników (monitory). Po przeciągnięciu ikony obrazującej nadajnik na ikonę odbiornika następuje zestawienie połączenia, a dodatkowo, dla zapewnienia wygody obsłu-

gi, operator jest wyposażony w oprogramowanie oparte na GIS (mapa z naniesionymi obiektami), co pozwala na intuicyjną pracę.

Pełen zakres działań, jakie należało podjąć przy tym projekcie, obejmował między innymi:

- instalację sprzętu tam, gdzie został przewidziany i doprowadzenie wideo do istniejących centrów monitoringu;
- równoległą pracę starych i wdrażanych rozwiązań;
- wyłączenie wszystkich starych systemów;
- stworzenie od podstaw i wykonanie wszystkich instalacji w całym nowym centrum monitoringu;
- przełączenie całej infrastruktury ze starych centrów monitoringu do nowo wybudowanego przy jak najkrótszej przerwie w działaniu;
- rozszerzenie nowego systemu o dodatkowe moduły i punkty obserwacyjne.

Po oddaniu systemu do eksploatacji i około 18 miesiącach pracy nie pojawiły się żadne poważne problemy, które wpłynęłyby na stabilność pracy wdrożonego rozwiązania. Dostarczono system o pełnej funkcjonalności i wydajności. Zebrane doświadczenia służą do wprowadzania ulepszeń podczas pracy nad kolejnymi etapami projektu. W porównaniu z poprzednio stosowanym rozwiązaniem, klient otrzymał bardziej efektywny i przyjazny dla użytkownika system.

Wnioski

Produkty oparte na transmisji wideo jakości DVD przez szerokopasmowe sieci komputerowe i telekomunikacyjne są względną nowością na rynku i niosą ze sobą wiele komplikacji ze strony technologicznej. Wymagają bowiem sieci o większej przepustowości - w zależności od technologii kompresji i jakości sygnału generowane są strumienie o wielkości od 0.5 do 15 Mbit/s na każdy kanał/strumień wideo. Transmisja wideo nie toleruje nadmiernych opóźnień oraz zakłóceń przy przesyłaniu, które w irytujący sposób są widoczne na ekranie podczas wyświetlania obrazu. Każda ciekawa funkcja systemu wymaga dodatkowych obliczeń na przekazywanych danych. Nie jest powiedziane, że prze-

łącznik sieci, który dobrze radzi sobie z obsługą jednego lub dwóch strumieni, równie dobrze poradzi sobie z obsługą 10 czy 100 strumieni wideo równocześnie.

Na sukces tego projektu złożyło się wiele czynników m. in.: doświadczony i wymagający zleceniodawca, wysoko kwalifikowani konsultanci, dostawca, który miał pełną kontrolę nad swoim własnym rozwiązaniem i nie poddawał się ciągle pojawiającym się problemom. Eksploatacja systemu bezwzględnie weryfikuje czy dostawca wywiązał się ze swoich zadań. Szwedzka Dyrekcja Dróg Krajowych wysoko oceniła dostawcę, doświadczenia z eksploatacji są wykorzystywane do wprowadzania ulepszeń w systemie.

*) QoS to technologia, która automatycznie zapewnia: nadawanie priorytetów strumieniom danych w sieci, tzn. gwarantuje, że ważna transmisja danych otrzyma pasmo; ochronę przed przepelnieniem sieci.

*) MoRIS – Modular Road Information System – Modułowy System Informacji Drogowej. Dostępny w wersjach: MPEG1, MPEG2 i MPEG4.

*) GCP (General Communication Platform) – Główna Platforma Komunikacyjna – Nazwa projektu realizowanego na zlecenie Szwedzkiej Dyrekcji Dróg Krajowych.

*) ATM (Asynchronous Transfer Mode) – międzynarodowy standard sieciowy oferujący transfer 155 i 622 Mbit/sek

*) GE Gigabit Ethernet – międzynarodowy standard sieciowy oferujący transfer 1000 Mbit/sek

*) GIS (GIS Geographical Information System) – technologia pozwalająca nanieść lokalizację kamer na mapie oraz pokazać ich pozycję i obszar który mogą obserwować

*) TCP/IP - zbiór protokołów obsługujących transmisję danych w sieci

System Services sp. z o.o. od 1993 roku specjalizuje się w rozwiązaniach opartych na cyfrowym zapisie i transmisji wideo przez sieci. Rozwiązania charakteryzuje modułowy i otwarty projekt oparty na standardach przemysłowych. Firma oferuje rozwiązania oszczędzające przepustowość sieci:

- MoRIS™ (Modular Road Information System) - Modułowy System Informacji Drogowej dla potrzeb ITS (Intelligent Traffic System - inteligentnych systemów drogowych)
- TeleGuard™ dla potrzeb zdalnego monitoringu i branży security.

Zarówno MoRIS™, jak i TeleGuard™ są od lat eksploatowane w Szwecji i w kilku innych krajach. System Services sp. z o.o. rozpoczęła obecnie sprzedaż rozwiązań na rynku polskim w nowo otwartym biurze w Krakowie. Więcej informacji na stronie domowej www.s-serv.pl