

Oleg ANTEMIJCZUK, Jarosław PADUCH, Sławomir CICHONSKI
Politechnika Śląska, Instytut Informatyki

SIECIOWE SYSTEMY NADZORU OBIEKTÓW CHRONIONYCH

Streszczenie. Obecnie obserwuje w wielu dziedzinach coraz silniejszą tendencję do wypierania tradycyjnych rozwiązań technicznych przez systemy cyfrowe oparte na mikrokomputerach. Niniejszy artykuł opisuje system cyfrowej akwizycji obrazu video, składowania i transmisji tego obrazu w sieciach komputerowych. Artykuł opisuje wymagania stawiane takim systemom, prezentuje gotowe rozwiązanie techniczne oraz omawia jego pracę.

NETWORKING SYSTEMS OF SURVEILLANCE

Summary. Today we can notice in almost every domain of life stronger and stronger tendency to replace traditional technical solutions with digital ones based on computers. This article describes digital system of video acquisition. The system acquires the video stores shots on network server and broadcasts video to the clients over computer network. One can find here the requirements such a system must meet system presentation and discussion.

1. Wprowadzenie

Systemy multimedialne to systemy umożliwiające integrację danych, tekstu, obrazów i dźwięku w środowisku informatycznym. Różne rodzaje tych usług stawiają różne wymagania w odniesieniu do zdolności transmisyjnych sieci, mocy procesorów przetwarzających sygnały, architektur sieci i architektur systemów operacyjnych.

W systemach multimedialnych można wyróżnić następujące podstawowe wymagania:

- wymagają one ogromnych pamięci wielkości setek megabajtów;

- wymagają specjalizowanych procesorów o dużej mocy obliczeniowej do przetwarzania i wizualizacji danych;
- wymagają specjalizowanej architektury by oprócz danych i tekstu można było przesyłać obraz i dźwięk w odpowiednim standardzie;
- wymagają odpowiednio łatwego sposobu wyszukiwania informacji oraz specjalnych programów realizujących dodatkowe usługi (np. Dekodowanie i kodowanie);
- wymagają odpowiedniego systemu zapewniającego dostęp do usług z odpowiednimi poziomami zabezpieczeń oraz dla wielu odbiorców jednocześnie.

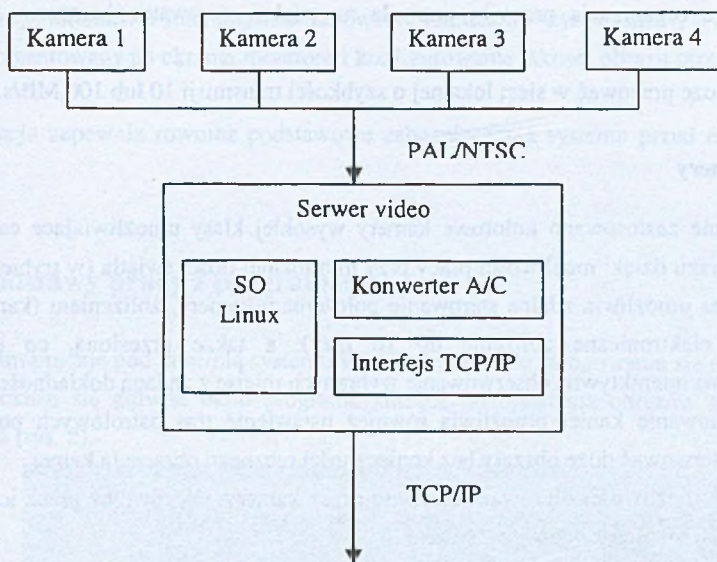
Wszystkie systemy multimedialne powinny służyć do świadczenia wielu różnorodnych usług. ETSI (European Telecommunication Standards Institute) opracował podstawowy zestaw tego typu usług. Należą do nich:

- transmisja interaktywna dźwięku,
- transfer obrazów w czasie rzeczywistym,
- poczta elektroniczna,
- dostęp do dokumentów multimedialnych,
- video na życzenie,
- interakcyjne usługi video,
- usługi przetwarzania danych
- systemy rozsiwczcze telewizyjne, radiowe i danych,
- procesy rozproszone.

W ramach pracy badawczej rozpatrzono nowe możliwości transmisji danych video w sieciach rozległych (WAN) z wykorzystaniem nowej rodziny urządzeń – serwerów video. Urządzenia te pojawiły się niedawno, w odpowiedzi na rosnące zapotrzebowanie rynku na niezawodne, bezobsługowe urządzenia akwizycji obrazów z kamer video rozmieszczonych w dużych odległościach od central dyspozytorskich. Sygnał video z kamer telewizyjnych (format: PAL, NTSC) konwertowany jest na postać cyfrową, następnie po poddaniu go kompresji, przesyłany jest za pomocą protokołu TCP/IP do odbiorcy.

Mikrokomputer serwera video pracuje pod kontrolą systemu operacyjnego LINUX i umożliwia podłączanie się klientów za pomocą przeglądarek internetowych do wewnętrznej strony WWW. Na stronie możliwe jest oglądanie cyfrowych obrazów video z kamer oraz sterowanie ich ruchem.

Na bazie tego urządzenia autorzy pracy stworzyli aplikację do wizualizacji i archiwizacji informacji video w centrum dozoru.



Rys. 1. Schemat logiczny systemu transmisji
Fig. 1. Transmission scheme

2. Zastosowane rozwiązanie sprzętowe

2.1. Serwery video

Zastosowane przez nas serwery video pozwalają na przyłączenie do 4 kamer w systemie PAL lub NTSC. Serwery video kompresują obraz otrzymany z kamery według standardu JPEG i wysyłają go klientom korzystając z protokołu TCP/IP w sieci Ethernet w postaci strumienia MJPEG lub pojedynczych zdjęć.

Użytkownik może wybrać pięć stopni kompresji obrazu, trzy rozdzielczości oraz tryb kolorowy lub czarno-biały. Istnieje też możliwość wybrania protokołu, za pomocą którego pobierany będzie obraz. Można wybierać pomiędzy HTTP i FTP.

Serwer pozwala również na sterowanie podłączonymi do niego kamerami przez wbudowane porty szeregowo. Komendy sterujące kamerami wysyłane są z aplikacji do serwera video protokołem TCP/IP, przesyłane są one do kamer z wykorzystaniem protokołu

RS-485. Taka organizacja przesyłu pozwala na zdalne sterowanie kamerami z dużych odległości.

Serwer może pracować w sieci lokalnej o szybkości transmisji 10 lub 100 MB/s.

2.2. Kamery

W systemie zastosowano kolorowe kamery wysokiej klasy umożliwiające całodobową akwizycję obrazu dzięki możliwości pracy przy minimalnej ilości światła (w trybie nocnym). Osprzęt kamer umożliwia zdalne sterowanie położeniem kamery, zbliżeniem (kamery mają wbudowane elektroniczne zbliżenie do 16 razy), a także przesłoną, co umożliwia użytkownikowi interaktywne obserwowanie wybranych miejsc z żądaną dokładnością.

Oprogramowanie kamer umożliwia również ustawienie tras patrolowych pozwalające wygodnie obserwować duże obszary bez konieczności ręcznego obracania kamer.

Wszystkie możliwości oferowane zarówno przez kamery, jak również przez ich osprzęt, są wykorzystywane przez omawiany system.

2.3. Główny serwer systemu

Jako główny serwer systemu pracuje komputer zbudowany na procesorze Pentium III taktowanym częstotliwością 500 MHz. Składowanie danych zapewniają szybkie dyski SCSI, a transmisję sieciową 2 karty sieciowe przeznaczone do pracy z prędkością 100 MB/s.

Serwer pracuje pod kontrolą systemu operacyjnego Windows 2000, który organizuje przepływ danych w sieci i zabezpiecza system przed niepożądanym dostępem. Warstwę logiczną składowania danych organizuje MS SQL Serwer 2000.

3. Opis systemu

System „Bezpieczne miasto” służy do akwizycji obrazów z kamer, składowania obrazów na nośnikach trwałych (dyskach twardych i taśmach streamera) i oglądania obrazów na bieżąco na ekranie monitora.

Aplikacja została zaprojektowana w dwóch wariantach użytkowych:

- jako samodzielna aplikacja służąca do pobierania obrazów, oglądania ich na ekranie i zapisu lokalnego;
- jako aplikacja przeznaczona do współpracy z serwerem, który składa obraz w serwerze SQL i pośredniczy w wymianie obrazu między kamerami a aplikacją klienta.

Aplikacja umożliwia interaktywne sterowanie kamerami, wybór kamer, z których obraz ma być prezentowany na ekranie monitora i konfigurowanie jakości obrazu otrzymywanego z kamer.

Aplikacja zapewnia również podstawowe zabezpieczenia systemu przed niepożądanym dostępem.

4. Podstawy pracy z programem

Program pracuje pod kontrolą systemu Windows 2000. Po zalogowaniu się do systemu na ekranie pokaże się główne okno programu służące do oglądania obrazów z kamer i do sterowania (rys. 2).



Rys. 2. Przykład rozmieszczenia 9 kamer

Fig. 2. Exemplary screenshot

Wyboru odpowiedniego ułożenia obrazów dokonujemy w pasku narzędzi. Wyboru kamer do każdego z ułożeń dokonuje się w ustawieniach aplikacji. Parametry obrazu ustala się w ustawieniach aplikacji (aplikacja samodzielna) lub w ustawieniach serwera (system w wersji klient-serwer). Do poprawnej pracy programu w systemie klient-serwer niezbędne jest uruchomienie na serwerze serwisu programowego. Serwis programowy zapewnia ciągłą

archiwizację obrazów otrzymywanych z kamer na serwerze MS-SQL. Do jego poprawnego działania potrzebna jest poprawnie skonfigurowana baza danych.

5. Akwizycja obrazu

Akwizycja obrazów w omawianym systemie odbywa się za pomocą serwerów video, które konwertują obraz na postać cyfrową, kompresują go do formatu JPEG. Tak przygotowany obraz w postaci strumienia obrazów (MJPEG) pobierany jest przez serwer główny (nazywany dalej po prostu serwerem), który zapewnia składowanie obrazów z określoną częstotliwością, a także rozsyła obrazy do aplikacji klientów uruchomionych na stacjach roboczych. Ruch w sieci odbywa się za pomocą protokołu IP.

Ruch w sieci odbywa się w dwóch kierunkach:

- większość pasma wykorzystywana jest do przesyłu obrazu z serwerów video do komputerów klientów. Komunikacja w tym kierunku odbywa się dwustopniowo: od serwera video do serwera za pomocą protokołu HTTP, serwera do stacji roboczej za pomocą kolejki nazwanej systemem Windows NT (ang. named pipe);
- drobna część pasma (ok. 4800 bodów) wykorzystywana jest do sterowania kamerami. Dane od stacji roboczej do serwera video są, podobnie jak poprzednio, przesyłane w dwóch etapach: od stacji roboczej do serwera za pomocą kolejek systemu Windows NT, od serwera do serwera video za pomocą portu IP.

Serwer video zapewnia kilka formatów obrazu, który przesyła swojemu klientowi. Formaty te różnią się między sobą jakością obrazu (stopniem kompresji JPEG), jego rozdzielczością i kolorystyką (obraz czarno-biały albo kolorowy).

Możliwe formaty obrazu przedstawia poniższe zestawienie:

Tabela 1

Format obrazu odbieranego przez serwer video










Rozmiar obrazu	Wielkość w KB	Max częstotliwość (klatek/s)
704*576	8,5-380	8
352*288	1,7-50	25
176*144	0,4-12	25

Podane w tabeli dane pochodzą z dokumentacji producenta serwera video. Maksymalna częstotliwość (ilość klatek otrzymywanych z serwera na sekundę) podana jest przy założeniu, że z serwera pobiera się tylko jeden obraz (czyli praktycznie nigdy). Rozmiar obrazu w KB jest silnie uzależniony od stopnia kompresji i zawartości obrazu (im więcej szczegółów, tym

większy obraz). Poniższa tabela przedstawia obraz otrzymany z serwera video przy różnych ustawieniach kompresji i rozdzielczości.

Tabela 2

Przykład kompresji obrazu

Kompresja	704*576	352*288	176*144
Najmniejsza			
	380 kB	87kB	20 kB
Średnia			
	30 kB	11kB	4kB
Najwyższa			
	15 kB	5kB	2 kB

Powyższe zestawienie wyraźnie pokazuje, jak duży jest rozrzut wielkości obrazu (380 kB–2 kB) i jego jakości. Najlepszym kompromisem między jakością obrazu i jego wielkością wydaje się obraz w centrum tabeli. Rozdzielczość 352*288 jest wystarczająco dokładna w większości zastosowań (w rozdzielczość 704*576 wykorzystuje się przeplot, który widać przy obserwacji ruchu). Najwyższa rozdzielczość jest nieużyteczna zarówno z powodu wielkości obrazów, jak i wydajności serwera video. 8 obrazów na sekundę przy odczytywaniu jednego obrazku zmienia się w 2 obrazki na sekundę przy odczytywaniu czterech. Z drugiej strony obraz małej rozdzielczości przy dużej kompresji staje się praktycznie nieczytelny.

6. Badania laboratoryjne

W warunkach laboratoryjnych serwer video połączony był w autonomicznej sieci z jednym komputerem. Przepustowość sieci według specyfikacji wynosiła 10 Mbit/s. Praktyczna przepustowość mierzona przy przesyłaniu dużych plików wynosiła 1 130 000 bajtów na sekundę. (Przesyłanie dużych plików odpowiada transferowi strumienia obrazów z serwera video).

Jak nietrudno policzyć, przy zmierzonej przepustowości sieci i średniej wielkości obrazu 10 kB, w ciągu sekundy można odebrać 113 obrazków. Tak więc opisane w dokumentacji ograniczenie do 25 klatek na sekundę wynika z budowy wewnętrznej serwera video. Wydaje się, że ograniczenie to powinno gwarantować otrzymywanie co drugiej klatki przy zastosowaniu kamer w standardzie PAL, ponieważ dla standardu NTSC największa częstotliwość transmisji wynosi 30 klatek na sekundę (przy 60 półobrazach na sekundę zakładanych w standardzie).

Oglądany strumień danych jest płynny, a więc otrzymuje się ponad 12 klatek na sekundę, ale nie wydaje się, aby było to 25 klatek.

Po podłączeniu 4 źródeł danych częstotliwość transmisji obrazów gwałtownie spada i wynosi około 5 klatek na sekundę. Tak więc widać wyraźnie, że liczba obrazków otrzymywanych w ciągu sekundy ograniczona jest konstrukcją i oprogramowaniem serwera video.

7. Praca systemu w warunkach rzeczywistych

W warunkach naturalnych do serwera podłączonych zostało 5 serwerów video, do których było podłączonych łącznie 14 kamer. Transfer danych w sieci odbywał się z prędkością (znamionową) 100 Mbit/s. Można założyć, że w takiej sieci efektywna prędkość transmisji danych wynosi co najwyżej 6 MB/s. Sieci serwerów video i aplikacji klientów zostały fizycznie oddzielone. Routnig między nimi zapewniał serwer. Miało to na celu ograniczyć wpływ sieci na siebie, tak aby klatki jednej sieci nie zajmowały pasma drugiej. Podstawowy format obrazów odbieranych przez aplikację to: rozdzielczość 352*288 i średni stopień kompresji. Obrazy tej jakości zapisywane są na serwer. Średnia wielkość obrazów tej jakości wynosi ok. 30 kB.

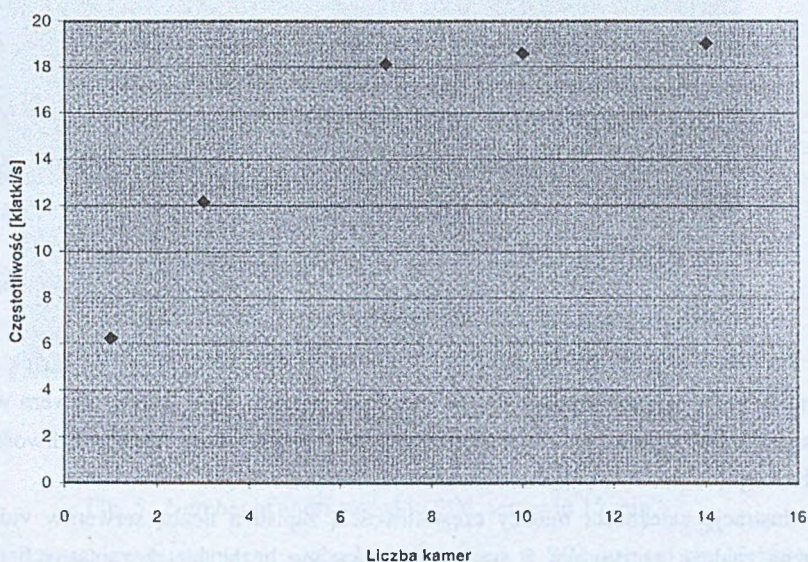
Oprócz obrazów opisanej wyżej jakości z każdej kamery pobiera się obraz dobrej jakości służący do obserwacji szczegółów. Obrazów tych nie zapisuje się na serwerze, są one tylko rozsyłane na żądanie klientów. Obrazy te mają średnio po 120 kB.

Należy podkreślić, że wielkość obrazu w bajtach jest uśredniona i silnie zależy od ilości szczegółów na obrazie (im więcej szczegółów tym kompresja jest mniej wydajna).

W celu określenia wydajności systemu serwer został skonfigurowany tak, żeby obrazy o podstawowej jakości były zapisywane z jak największą częstotliwością na serwerze. Następnie do systemu dodawano po jednym serwerze video i obserwowano wydajność zapisu do SQL. Należy zaznaczyć, że serwery video miały podłączoną różną liczbę kamer i tak: pierwszy serwer – jedna kamera, drugi – dwie, trzeci – cztery, czwarty – trzy i piąty – cztery.

Testy w każdej konfiguracji były uruchamiane po kilka godzin, a wyniki uśrednione w przedziale 15 min. System w pełnej konfiguracji obserwowany był przez 12 godzin.

Wyniki przeprowadzonych obserwacji zestawiono na poniższych wykresach.

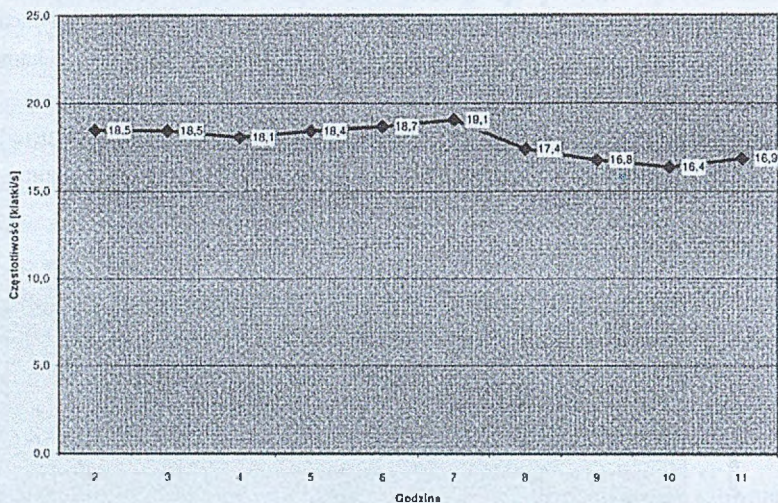


Rys. 3. Zależność częstotliwości zapisu obrazów od ilość kamer

Fig. 3. Influence of the number of cameras on frequency of images saving

Rysunek trzeci pokazuje zależność między liczbą kamer w systemie a częstotliwością zapisu obrazu na serwerze (liczbą obrazów zapisanych w ciągu sekundy). Biorąc pod uwagę, że każdy punkt na wykresie odpowiada innej liczbie serwerów, i że liczba ta rośnie wraz z liczbą kamer, widać, że częstotliwość początkowo zależy liniowo od liczby serwerów, a nie od liczby kamer (wynosi ona ok. 6 klatek/s na serwer). Z drugiej zaś strony widać, że serwer nasycy się dla 3 serwerów video i dalsze dokładanie serwerów video nie wpływa znacząco na częstotliwość zapisu. Powolny wzrost (od 18 do 19 klatek/s dla 5 serwerów) można pominąć, bo może wynikać z chwilowej zmiany obciążenia serwera innymi zadaniami. Zmiany średniej

częstotliwości zapisu w czasie ilustruje rysunek 4, pokazujący zmiany częstotliwości zapisu w czasie przy systemie obciążonym 5 serwerami video.



Rys. 4. Zmiany częstotliwości zapisu do SQL w czasie przy 14 kamerach
Fig. 4. Shots saving frequency for 14 video sources

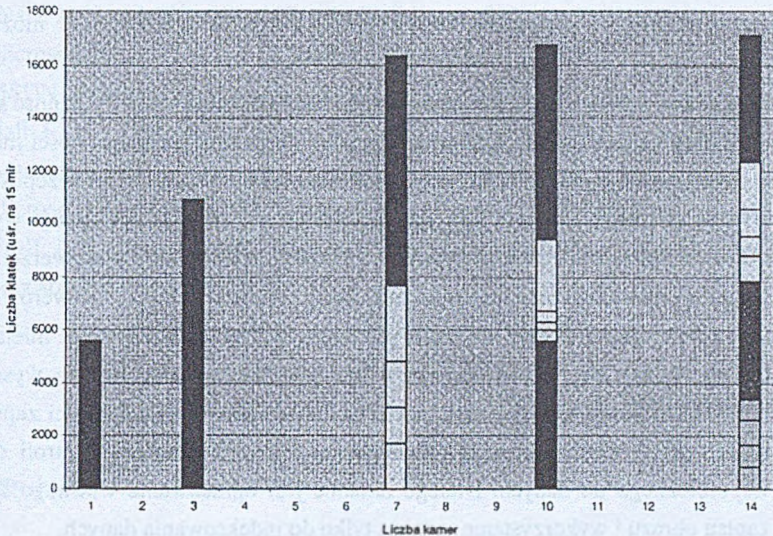
Jak widać na rysunku 4, częstotliwość zapisu zmienia się od 16 do 19 klatek na sekundę. Zmiany te są najprawdopodobniej powodowane różnym obciążeniem serwera w czasie. W czasie testów system pracował normalnie, tzn. użytkownicy mieli możliwość oglądania pobieranych obrazów i oglądania obrazów zapisanych w SQL.

Ilustrację zależności między częstotliwością zapisu a liczbą serwerów video i kamer można znaleźć na rysunku 5, na którym pokazano liczbę klatek zapisanych na serwerze (uśrednionych w okresie 15 min) a liczbą kamer i serwerów. Na wykresie kamery przyłączone do jednego serwera zaznaczono tym samym kolorem.

Jak widać, do nasycenia serwera liczba obrazków ogółem z serwera jest taka sama dla wszystkich serwerów, po nasyceniu zaś z niektórych serwerów jest większa, z innych mniejsza. Jednak jeszcze przed nasyceniem liczba obrazków z kamer różni się między serwerami, ale jest mniej więcej taka sama w obrębie jednego serwera video.

Wróćmy jeszcze raz do wykresu z rysunku 3. Widać na nim, że serwer SQL nasyci się (tj. zapisuje tyle obrazów w ciągu sekundy, ile pozwala mu jego konfiguracja sprzętowa i logiczna) dla 3 serwerów video. Można więc przypuszczać, że dla 1, 2 (i być może 3) serwerów zapisuje dokładnie tyle obrazów, ile otrzymuje z serwerów video. Jeżeli

uwzględnimy, że oprócz zapisywanych do SQL obrazów pobieramy jeszcze z serwera obrazy duże, które nie są składowane, a jedynie pokazywane użytkownikowi, to otrzymamy wniosek, że serwer video jest w stanie przetworzyć i wysłać nie więcej niż ok. 12 klatek na sekundę, co nie jest liczbą oszałamiającą, jeżeli uwzględnimy, że do serwera można podłączyć 4 kamery. Ograniczenie to jest spowodowane tylko konstrukcją i wydajnością serwera video, ponieważ jak napisano wcześniej, obraz zapisywany ma 30 kB, niezapisywany 120 kB, co razem wynosi ok. 900 kB na sekundę, zaś przepustowość sieci wynosi ok. 6 MB/s.



Rys. 5. Liczba klatek zapisana w SQL (15 min)

Fig. 5. Number of shots stored in SQL server in 15 min

Jak widać na wykresie, graniczna liczba klatek zapisana w SQL wynosi ok. 18 klatek/s, co oznacza przepustowość ok. 540 kB/s. Jest to ograniczenie wnoszone przez SQL, bo przepustowość zastosowanych dysków SCSI wynosi ok. 20 MB/s, zaś test samego składowania 30 kB rekordów w SQL pokazał, że można ich zapisać co najwyżej 20 na sekundę.

W omawianym tutaj zastosowaniu przepustowość rzędu 18 klatek na sekundę nie jest krytyczna biorąc pod uwagę, że żądana częstość zapisu w SQL wynosi 1 klatkę/s z każdej z kamer (co daje 14 klatek w ciągu każdej sekundy), zaś zastosowana konfiguracja sieciowa pozawala na transfer danych z serwerów video z całą osiąganą przez nie wydajnością przetwarzania obrazu (900 kB/s razy 5 serwerów daje ok. 4,5 MB/s, co mieści się w przepustowości sieci).

8. Wnioski

Przedstawiony w niniejszej pracy system jest propozycją działającego cyfrowego systemu akwizycji obrazu. Jak jednak pokazały rezultaty badań uruchomionego systemu, w opisanej konfiguracji działa on z maksymalną wydajnością, jaką można osiągnąć z jego konfiguracji i chociaż teoretycznie istnieje możliwość jego rozbudowywania (o dalsze kamery i serwery video), nie wydaje się to celowe bez rozbudowy infrastruktury sprzętowej (sieci i głównego serwera, zwłaszcza serwera SQL).

Niepokojące wydają się zwłaszcza dwa czynniki znacznie ograniczające możliwości systemu.

- Wydajność serwera SQL. Przeprowadzone testy pokazują małą wydajność serwera SQL przy zapisie klatek. Mimo teoretycznie olbrzymiej przepustowości magistral zastosowanych dysków SCSI (ok. 20 MB/s) osiągnięta przez serwer przepustowość wynosi zaledwie 18 klatek na sekundę. Wydaje się, że niska wydajność wynika z narzutów, jakie powoduje mechanizm transakcji zastosowany w serwerze SQL, a także z narzutów na indeksowanie bazy danych. Dzięki serwerowi SQL uzyskujemy łatwy dostęp do żądanych obrazów (np. z określonego miejsca czy czasu), wydaje się jednak, że narzut ten w tym przypadku jest za wysoki. W naszym rozwiązaniu nie istnieje potrzeba zachowania transakcyjności zapisów w bazie (zapisy nigdy nie będą odwoływane) ani rozbudowanej kontroli dostępu współbieżnego do danych. Dlatego zasadne jest opracowanie własnego systemu zapisu obrazu i wykorzystanie serwera tylko do indeksowania danych.
- Skromna wydajność serwera video. Jest to ograniczenie, na które twórcy systemu nie mają wpływu. Jak pokazano, wydajność serwera wynika z jego konstrukcji, a nie uwarunkowań zewnętrznych (np. przepustowości sieci komputerowej). Należy zaznaczyć, że dokumentacja serwera zakłada znacznie większą wydajność (do 25 klatek na sekundę).

LITERATURA

1. Smith G. S.: Simply Client-Server Applications Using the DDE Management Library. Microsoft System Journal, Dec. 1992, pp. 61-76.
2. Baker S.: An Overview of Network Programming Interfaces for Windows and Windows NT. Microsoft System Journal, Nov. 1993, pp. 61-76.

3. Sinha A., Path R.: An Introduction to Network Programming Using the NetBIOS Interface. Microsoft System Journal, Mar.-Apr. 1992, pp. 61-86.
4. Dixon B. W.: Creating a Client-Server Applications with LAN Manager 2.0 and Named Pipes. Microsoft System Journal, Mar. 1991, pp. 93-106.
5. Finnegan J.: Building Windows NT -Based Client-Server Applications Using Remote Procedure Call. Microsoft System Journal, Oct. 1994, pp. 65-79.
6. Finnegan J.: Developing a Client-Server Multimedia App Using RPCs and Video for Windows 1.1. Microsoft System Journal, Sep. 1995, pp. 53-79.
7. Custer H.: Inside Windows NT. Microsoft Press 1993.
8. Microsoft Visual C++ v. 1.52 books online 1994.
9. MSDN for Microsoft Visual C++1999.
10. Hall E. A., Cerf V. G.: Internet Core Protocols: the Definitive Guide. O'Reilly & Associates 2000.
11. Microsoft SQL Server 2000 Resource Kit. Microsoft Press 2001.
12. Groff J. R., Weinberg P. N.: SQL: The Complete Reference. McGraw-Hill Higher Education 1999.

Recenzent: Dr inż. Arkadiusz Sochan

Wpłynęło do Redakcji 15 marca 2001r.

Abstract

This article describes system of video acquisition and transmission over computer networks. The system described here captures video from standard PAL cameras converts it into digital data, compress it stores in mass memory and displays to the end user.

Capturing the video and its conversion to digital data is being performed by specialised hardware called video servers. Video servers used here are capable to connect up to 4 analogue cameras. Pictures acquired from cameras are then converted to digital data and compressed using JPEG standard. Video server transmits pictures to main server over standard computer network (Ethernet) using TCP/IP.

The system allows "active surveillance" i.e. user is able to control movement of the cameras. Data acquired from video sources is stored in databases for further processing.

The system is described in chapters 1 to 4. Chapter 1 describes requirements such a system must meet, chapter 2 describes hardware used to build the system and chapters 3 and 4 discuss shortly the application.

Chapter 5 focuses on video acquisition system. One can find there a detailed description of the manner the data generated by video servers and manner the data are transmitted over the network. In table 2 one can see pictures generated by the video server using different resolutions and compression levels. The performance based on documentation of the video servers is also discussed

Chapters 6 and 7 describe tests of the system in laboratory and real environment.

Chapter 6 describes laboratory testing and focuses on video server performance and network bandwidth needed to transmit data generated by the video server.

Chapter 7 shows system in real application. The charts presented there show the real performance of the video server and the main server. Chapter includes also discussion about size of data being transmitted in the system and shows the bottle necks of the system.

Last, 8th chapter consists of final conclusions about further extensions of the system.