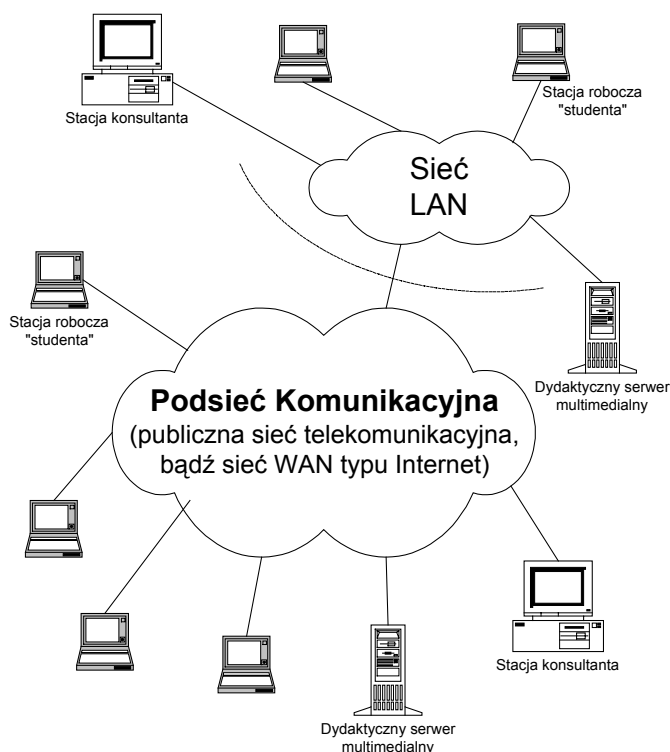


2. Sieci komputerowe w kształceniu na odległość

Przystępując do projektowania systemu kształcenia należy w pierwszej kolejności precyzyjnie określić zarówno wymagania stawiane systemowi, jak też jego podstawowe cechy funkcjonalne. Jednymi z podstawowych warunków prawidłowego funkcjonowania systemu kształcenia na odległość są: zagwarantowanie uczestnikom procesu kształcenia dostępu do właściwych materiałów dydaktycznych i zapewnienie opieki instruktora. Mając na uwadze głównie wymagania techniczne, warunki te można spełnić na różne sposoby, łącząc np. telewizję edukacyjną z bezpośrednim kontaktem konsultacyjnym, względnie tradycyjne materiały drukowane z korespondencją listową bądź komunikacją telefoniczną.

Dynamiczny rozwój różnorodnych systemów telekomunikacyjnych oraz tworzenie centrów edukacji niestacjonarnej, korzystających w swej pracy z usług zarówno publicznych systemów telekomunikacyjnych jak i sieci komputerowych, zarówno rozległych (WAN – Wide Area Network) jak i lokalnych (LAN – Local Area Network) wyznacza nową jakość w realizacji kształcenia na odległość. Przykładową ilustrację ogólnej koncepcji takiego systemu pokazano na rys. 2.1.



Rys.2.1. Przykładowa konfiguracja sieci LAN/WAN wykorzystywanych w procesie kształcenia na odległość

Aby skutecznie wykorzystywać sieci komputerowe do kształcenia na odległość, należy zidentyfikować typy aplikacji (a co za tym idzie rodzaje przesyłanych danych i rodzaje usług), jakie mogą być wykorzystywane przy tego typu metodach kształcenia. Dzięki temu będzie można zdefiniować wymagania jakościowe nakładane na sieci i protokoły transmisji oraz przeprowadzić dyskusję na temat zastosowania i przydatności istniejących technologii sieciowych (protokołów i konfiguracji) w nauczaniu na odległość.

Zagadnienia związane z liczbą użytkowników, intensywnością wykorzystania i obciążeniem sieci (związane z tzw. inżynierią ruchu), można w tym przypadku pominąć, ponieważ mieszczą się one w ramach typowych problemów użytkownika i konfiguracji sieci.

2.1 Wymagania jakościowe na sieci i protokoły transmisji ze względu na poszczególne typy danych i usług.

Poszczególne typy usług mają swoją specyfikę oraz charakterystyczne wymagania jakościowe dotyczące szybkości transmisji, synchronizacji, dopuszczalnych strat, opóźnień i wahań tych opóźnień. Wymagania te są oczywiście związane z rodzajem przekazywanych danych (np. tekst, obraz) oraz sposobem udostępniania (przesyłanie gotowej animacji np. w postaci pliku, bądź przesyłanie obrazu na bieżąco np. w przypadku wideokonferencji).

Tekst

Dane tekstowe to naturalny, najbardziej podstawowy i najprostszy sposób udostępniania informacji poprzez sieć. Wśród znanych metod prezentacji informacji, dane tekstowe nakładają na sieć najmniejsze wymagania: mają małą objętość, a co za tym idzie generują stosunkowo niewielki ruch w sieci. Poczta elektroniczna, WWW, listy dyskusyjne, chat'y, czyli aplikacje i usługi często wykorzystywane w kształceniu na odległość, oparte są na takiej właśnie reprezentacji danych (choć nie tylko). W przypadku danych tekstowych interakcyjność (czy też brak interakcyjności) związana z charakterem usług wnosi tylko niewielkie różnice w wymaganiach jakościowych względem sieci i protokołów: o ile opóźnienia transmisyjne w przypadku poczty elektronicznej praktycznie nie mają znaczenia, o tyle w przypadku stron WWW czy chat'ów wpływają bardziej na komfort użytkowania - co można tutaj zinterpretować jako jakość usługi. I tak transmisję danych tekstowych charakteryzuje brak konieczności synchronizacji usługi, brak konieczności buforowania, możliwość powtórzenia sekwencji informacji, stosunkowo niskie wymagania względem szybkości transmisji (szerokości pasma) a jednocześnie praktycznie zerowa bitowa i pakietowa stopa błędów – niedopuszczalne są bowiem jakiegokolwiek straty i przekłamania w transmisji (w przeciwieństwie np. do obrazu czy dźwięku). Typowa, wymagana szybkość transmisji (z uwzględnieniem interakcyjności danych) to ok. 0.0005 Mbit/s,

Grafika

Łatwiejsza przyswajalność przez człowieka, poczucie estetyki oraz atrakcyjność tego typu przekazu spowodowała dużą popularność prezentacji informacji w formie wizualnej. Najprostszym sposobem jej realizacji jest obraz nieruchomy, który stał się praktycznie nieodłącznym elementem zarówno stron WWW jak i szkoleń na odległość. Typowe rozmiary informacji graficznej wielokrotnie przekraczają rozmiary danych tekstowych (mając na uwadze nie tylko subiektywne odczucia odnośnie ilości niesionej informacji) – nawet uwzględniając zastosowanie odpowiednich metod kompresji. Transmisję danych w postaci statycznej grafiki charakteryzuje stosunkowo duża tolerancja na opóźnienia i fluktuację opóźnień, brak konieczności synchronizacji, możliwość powtórzenia sekwencji informacji. Bitowa stopa błędów jest na poziomie 10^{-4} natomiast pakietowa na poziomie 10^{-9} .

Odrębne zagadnienie stanowi obraz statyczny mogący do pewnego stopnia zastąpić wideokonferencje w przypadku wolnych łączy: co kilka / kilkanaście sekund transmitowany jest obraz (pojedyncza klatka) z odległej kamery (np. umieszczonej w mieszkaniu czy biurze nauczyciela). W stosunku do „zwykłej” grafiki, przesyłanie tego typu obrazu wymaga szerszego pasma (rzędu 0.064Mbit/s), niższe jest dopuszczalne prawdopodobieństwo utraty pakietu i dopuszczalna fluktuacja opóźnienia pakietu. Tego typu statyczne obrazy spotyka się nawet na stronach WWW.

Należy tutaj zaznaczyć, że wymagania nakładane na sieci mogą być w tym przypadku silnie związane z kontekstem w jakim przesyłane są obrazy. Np. w przypadku zdjęć medycznych wymagana jest większa dokładność obrazu, a co za tym idzie dopuszczalne przekłamanie są niższe przy dużym rozmiarze przesyłanych danych.

Dźwięk

Możliwość przesyłania dźwięku i prowadzenia rozmów przez sieć jest ogromnym udogodnieniem w kursach niestacjonarnych. Metody kompresji (np. MPEG-audio) elastyczne pod względem stopnia kompresji i jakości dźwięku wynikowego, umożliwiają znalezienie kompromisu pomiędzy rozmiarem a jakością, w odniesieniu do przepustowości łączy jakimi się dysponuje. Dopuszczalny (w sensie akceptowalnej jakości) stopień kompresji różni się w zależności od rodzaju dźwięku (muzyka, głos itd.). W przypadku głosu (np. rozmowa telefoniczna przez sieć) typowe parametry są znane, jednak mają one głównie wpływ na wymagania względem przepustowości. Wspólne dla dźwięku wymagania jakościowe to: konieczność synchronizacji i buforowania, dopuszczalne opóźnienie - 0.25 s, dopuszczalne zmiany opóźnień - 10 ms. Nie ma możliwości powtórzenia sekwencji informacji – pojawia się istotny wymóg działania w czasie rzeczywistym. Bitowa i pakietowa stopa błędów powinna być mniejsza niż 10^{-1} (dla głosu) – niewielkie zmiany w dźwięku są dla ucha ludzkiego niezauważalne. W przypadku, gdy chcemy zapewnić jakość dźwięku zbliżoną do stosowanej w telefonii, wymagana szybkość transmisji to 0.064 Mbit/s. Ponieważ jednak nie zawsze transmitowanym dźwiękiem jest głos, pożądana jest skalowalność przepustowości kanałów – tak aby parametry kanału (szybkość transmisji, liczba kanałów podstawowych) można było dopasować do jakości „rozmiarów” próbkowanych przebiegów przesyłanego dźwięku.

Obraz ruchomy, wideokonferencje

Wideokonferencje są wielką szansą dla edukacji niestacjonarnej (np. wykłady wideokonferencyjne). Mimo zaawansowanych i coraz lepszych metod kompresji, transmisja strumienia reprezentującego ruchomy obraz (w szczególności w połączeniu z dźwiękiem) nie jest zadaniem prostym – głównie ze względu na wymóg działania w czasie rzeczywistym (maksymalne opóźnienie: 0.25 s; maksymalna fluktuacje opóźnień: 10 ms) i stosunkowo duże rozmiary danych. Podobnie jak w przypadku aplikacji do przeprowadzania „rozmów telefonicznych” przez sieć, aplikacje wideokonferencyjne są niezwykle wrażliwe na zmiany opóźnienia w napływie pakietów (*jitter*) oraz szczególnie narażone na utratę informacji wskutek gubienia ramek.

Strumienie wideo narzucają zatem największe wymagania na jakość oferowanych usług sieciowych. Występuje tutaj konieczność synchronizacji np. obrazu z tekstem czy też obrazu z dźwiękiem. Wideokonferencja o typowych (i stosunkowo niskich) parametrach (określonych rozdzielczością i liczbą klatek na sekundę) wymaga pasma o przepustowości rzędu 0.4 Mbit/s.

Ponadto należy zwrócić uwagę, iż poprawne działanie wideokonferencyjnej aplikacji klienckiej wymaga stosunkowo dużych ilości pamięci i dużej mocy obliczeniowej komputera odbiorcy tej usługi.

Parametry i wymagania nakładane na wideokonferencje edukacyjne, w zależności od konfiguracji pracy, rodzaju usługi edukacyjnej itp. zawarto w Tabeli 2.1.

Kierunek	Tryb	Jakość	Szybkość transmisji [Mbit/s]	Usługa
Wykładowca => uczniowie	Punkt-wielopunkt	Wideotelefony	0.064 ÷ 2	Wykład
		TV	2 ÷ 140	Wykład Film edukacyjny
		HDTV		Film edukacyjny
Uczniowie => wykładowca	Punkt-punkt	Wideotelefony	0.064 ÷ 2	Obraz zwrotny

Tabela 2.1. Jakość wybranych usług wideokonferencyjnych, a wymagane szybkości transmisji

Oczywiście można rozpatrzeć przypadek kiedy dźwięk, obraz czy animacje są przesyłane do odbiorcy (studenta) w postaci zbiorów danych, a nie strumieni danych (czyli np. w postaci plików w odpowiednim formacie; pliki te nie muszą być otwierane w trakcie transmisji - student gromadzi materiał dydaktyczny na swoim komputerze). W takiej sytuacji przesyłane dane można traktować jako zwykłe dane (brak konieczności synchronizacji, z możliwością powtórzenia sekwencji informacji), z tą różnicą, że ze względu na swoje rozmiary, powodują one stosunkowo duże obciążenie sieci.

W podanych niżej tabelach i na zamieszczonych rysunkach znajdują się zestawienia wymagań nakładanych na sieci - w zależności od typów przesyłanych danych i rodzajów oferowanych usług.

Usługa	Średnia szybkość transmisji [Mbit/s]
Interakcyjne dane	0.0005
Interakcyjne obrazy	0.064
Dźwięk (jakość telefoniczna)	0.064
Wideokonferencja	0.4
Dane (transfer plików)	1

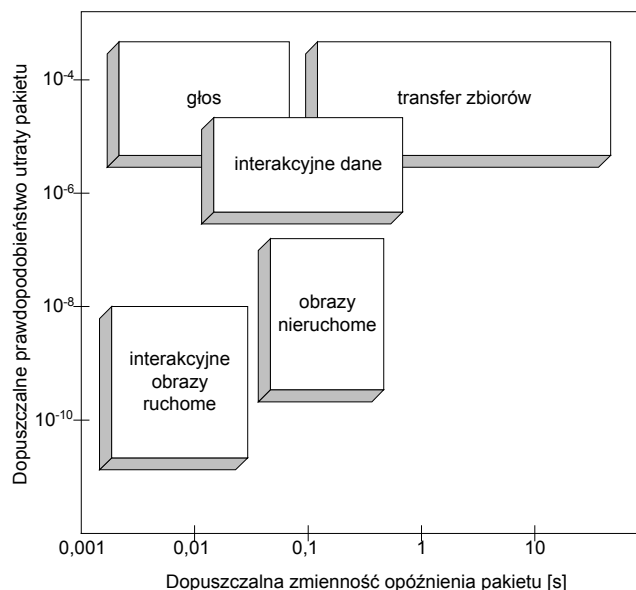
Tabela 2.2. Średnie szybkości transmisji wybranych usług multimedialnych

Rodzaj usługi multimedialnej	Jakość	Wymagana szybkość transmisji
Dźwięk	Akceptowalna (min.)	8 kbit/s
Dźwięk	Pożądana (wysoka)	128 kbit/s
Video	Pożądana typu Wideokonferencji	2 Mbit/s
Video	Pożądana typu TV	34 Mbit/s

Tabela 2.3. Orientacyjne wymagania dla wybranych zastosowań multimedialnych

Usługa	Maksymalne opóźnienie [s]	Maksymalna fluktuacja fazy sygnału	Bitowa stopa błędów	Pakietowa stopa błędów
Głos	0.25	10	$<10^{-1}$	$<10^{-1}$
Wideo (kompr.)	0.25	10	10^{-2}	10^{-3}
Dane (transfer plików)	0.25	1	10^{-6}	10^{-9}
Dane czasu rzeczywistego	1	-	0	0
Grafika	0.001÷1	-	0	0

Tabela 2.4. Parametry charakteryzujące odpowiednią jakość poszczególnych usług multimedialnych



Rys.2.2. Wymagania jakościowe na realizację wybranych aplikacji multimedialnych

2.2 Sieci LAN – technologie sieciowe i ich dopasowanie do świadczenia usług związanych kształceniem na odległość

Poniżej scharakteryzowano podstawowe technologie stosowane w sieciach LAN – z uwzględnieniem ich dopasowania do wymagań związanych z kształceniem na odległość. Charakterystyka ta jest przeprowadzona głównie pod kątem komunikacji multimedialnej, stawiającej największe wymagania. Należy przy tym podkreślić iż typowe dla sieci komputerowych metody przekazu oparte na komutacji pakietów nie sprzyjają komunikacji multimedialnej.

Każda z niżej omawianych technologii spełnia wymagania narzucone na transmisję danych tekstowych i danych w postaci statycznych obrazów – odrębne zagadnienie stanowi tutaj typowe obciążenie sieci, generowane przez transmisję tego typu danych.

Ethernet

Najpopularniejsze rozwiązanie sieci LAN, jakim jest Ethernet jest definiowane normą IEEE 802.3. Standard ten obejmuje też opis elementów sprzętowych i programowych, a także funkcji realizowanych przez warstwę fizyczną oraz podwarstwę dostępu do medium – MAC (ang. Medium Access Control) – warstwy łącza danych. Zastosowany w nim protokół CSMA/CD (ang. Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection) umożliwia stacjom dostęp do wspólnego medium na zasadzie rywalizacji, z wykorzystaniem się mechanizmów śledzenia zajętości kanału i wczesnego wykrywania kolizji. Klasyczne rozwiązania sieci Ethernet (np. 10Base5 lub 10BaseT) umożliwiają transmisję informacji z szybkością 10 Mbit/s, która teoretycznie wystarcza do obsługi np. czterech równoległych strumieni skompresowanych danych wideo. W zaleceniu IEEE 802.3 przewidziano realizację funkcji *multicast* (praca w trybie wielozadaniowym, konferencyjnym), jednak brak mechanizmu priorytetów uniemożliwia obsługę uprzywilejowanych klas ruchu (np. tak istotnych dla audio/wideokonferencji aplikacji czasu rzeczywistego). Brak możliwości zagwarantowania wymaganej wielkości opóźnienia, brak skalowalności oraz brak możliwości sprostania wymogowi działania w czasie rzeczywistym sprawiają, że sieć Ethernet nie jest dobrym rozwiązaniem dla rozproszonych systemów multimedialnych, na których mogłyby bazować np. wideokonferencje.

Zakładając małe obciążenia sieci LAN sieć Ethernet może być używana do prowadzenia telekonferencji o niskiej jakości. W praktyce można osiągnąć przepustowość ok. 6 Mbit/s (z użyciem protokołu TCP) przy transmisji między 2 stacjami.

Mimo tego rodzaju ograniczeń i niedogodności należy pamiętać, że Ethernet jest najbardziej popularnym standardem sieci LAN. Większość lokalnych sieci akademickich jest zbudowana w tej technologii. Projektując sieciowe systemy edukacyjne należy więc brać pod uwagę fakt, że najprawdopodobniej większość użytkowników indywidualnych będzie korzystała z takiej właśnie sieci.

Token Ring 4Mb/s i 16Mb/s

Standard Token Ring jest definiowany normą IEEE 802.5. Sieć Token Ring ma strukturę pętlową, dostęp, do której realizowany jest z użyciem tokena (specjalnej ramki sterującej dostępem do medium transmisyjnego) – informacje przekazywane są kolejno od stacji do stacji. Prawo do nadawania ma jedynie ta stacja, która „przechwyciła” tzw. wolny token. Stacja ta, po wysłaniu pakietu jest też zobowiązana do jego usunięcia z pętli. Token Ring dopuszcza stosowanie wielopoziomowego systemu priorytetów, z możliwością rezerwacji tokena (o odpowiednim priorytecie), umożliwiając tym samym obsługę ruchu synchronicznego.

Technologia IEEE 802.5 zapewnia odpowiednią szerokość pasma do obsługi ograniczonej liczby strumieni informacji multimedialnych oraz umożliwia realizację funkcji *multicast*. Jeśli jednocześnie systemu priorytetów używa się jako mechanizmu sterowania dostępem i zarządzania przepustowością sieci, to Token Ring można traktować jako „wstępne” rozwiązanie systemu komunikacji multimedialnej.

FDDI

Protokół FDDI (ang. Fiber Distributed Data Interface) opracowano dla potrzeb lokalnych bądź kampusowych sieci teleinformatycznych o topologii podwójnej pętli światłowodowej. Jedna z tych pętli wykorzystywana jest jako podstawowa, druga natomiast jako zapasowa. W każdej z pętli szybkość transmisji może osiągać 100 Mbit/s.

Podobnie jak w sieci Token Ring protokół komunikacji w sieci FDDI opiera się na mechanizmie tokenowym - przechwycenie tokena, uprawnia stację do nadawania jej pakietów. Jeśli stacja chce nadawać informacje, to usuwa z pętli token i następnie wysyła ramki informacyjne, a po zakończeniu transmisji generuje nowy token. Analogicznie jak w rozwiązaniu Token Ring zawartość pakietu odczytuje stacja, do której zaadresowano przesyłane informacje; pozostałe stacje odczytują jedynie adres docelowy ramki przemieszczającej się w pętli i retransmitują ją dalej.

W sieci FDDI stosuje się system priorytetów, a w przypadku potrzeby wymiany dużych ilości danych istnieje możliwość rezerwacji tokena.

Protokół FDDI nie dopuszcza do zablokowania sieci, ani do bezprawnego „zawłaszczenia” pasma transmisyjnego medium.

Szerokość dostępnego pasma oraz możliwość obsługi ruchu synchronicznego, a także realizacji funkcji *multicast*, tworzą podstawę niezbędną do obsługi audio i wideokonferencji, chociaż wymagany jest dodatkowy mechanizm zarządzania pasmem transmisyjnym gwarantujący uzyskanie połączenia o stałej przepływności.

Do zastosowań multimedialnych, wymagających stałego opóźnienia w dostępie do medium transmisyjnego, można wykorzystać zmodyfikowaną wersję protokołu FDDI, tzn. protokół FDDI-II. Umożliwia on, oprócz transmisji danych w trybie komutacji pakietów (jak w FDDI) także komutację kanałów. Jest to możliwe dzięki czasowemu podziałowi wspólnego kanału na szczeliny czasowe. Szczeliny te (podkanały logiczne) przydziela się stacjom w sposób dynamiczny. Wprowadzenie komutacji kanałów pozwala przysyłać dane w trybie izochronicznym - co gwarantuje pożądaną i skalowalną przepustowość medium.

Protokół FDDI-II zapewnia logiczny podział 100 Mbitowego pasma na 16 logicznych kanałów o przepływności 6.144 Mbit/s każdy, które można łączyć lub dzielić na podkanały o przepływności będącej wielokrotnością 64kbit/s. Pozostałą przepustowość (928 kbit/s) wykorzystuje się jak w FDDI, tj. w trybie asynchronicznym. FDDI-II zapewnia wystarczającą szerokość oraz skalowalność pasma w połączeniu z udostępnianiem kanałów izochronicznych oraz funkcją *multicast*. Właściwości te sprawiają, że FDDI-II jest technologią w pełni nadającą się do realizacji aplikacji multimedialnych.

Fast Ethernet

Fast Ethernet jest standardem opartym na technologii Ethernetu, zwiększającym szybkość przesyłu danych do 100 Mb/s. Podobnie jak Ethernet, również i Fast Ethernet wykorzystuje metodę zarządzania dostępem – CSMA/CD, co przy 10-cio krotnym zwiększeniu szybkości transmisji spowoduje dość znaczne ograniczenie dopuszczalnej rozpiętości sieci. Nie uległ jednakże zmianie format ramek, ich długość oraz metoda kontroli błędów.

Od momentu wprowadzenia standardu Fast Ethernet, a także upowszechnienia się technologii przełączania, Ethernet traktuje się jako technologię skalowalną. Skalowalność, dostępność funkcji *multicast* i 10-krotnie większa przepustowość powoduje, że sieci Fast Ethernetowe mogą być wykorzystywane w komunikacji multimedialnej – mimo braku mechanizmu priorytetów. Fast Ethernet okazuje się nie być jednakże zbyt dobrym rozwiązaniem w przypadku transportu informacji bardzo wrażliwych na opóźnienia.

100VG-AnyLAN

Zastosowany w sieciach Ethernet protokół CSMA/CD nie jest w stanie sprostać wszystkim wymagom transmisji multimedialnych. Dlatego też opracowany został bezkolizyjny protokół „Demand Priority Protocol” - DPP (stosowany w 100VG-AnyLAN) - wprowadzający dwa poziomy priorytetów i gwarantujący transmisję z szybkością 100 Mbit/s. W protokole tym nie ma potrzeby prowadzenia „nasłuchu” medium w celu wykrycia kolizji i retransmisji błędnych pakietów. Te ewidentne mankamenty Ethernetu wyeliminowano poprzez zastosowanie inteligentnych hub’ów przepytujących stacje podłączone do poszczególnych ich portów. Protokół DPP zapewnia poprawne działanie aplikacji multimedialnych – system nadawania priorytetów przesłanym informacjom (dźwięk, obraz wideo) umożliwia w ograniczonym zakresie transmisję w trybie izochronicznym. Wadą tej technologii jest natomiast ograniczona możliwość rozbudowy - dwa segmenty 100VG-AnyLAN można obecnie połączyć za pomocą sieci Ethernet, co znacznie jednak ogranicza szybkość przekazu.

Gigabitowy Ethernet

Kolejnym rozwinięciem standardów sieciowych opartych na technologii Ethernetu jest Gigabitowy Ethernet (GE). Oferuje on przekaz danych z szybkością 1 Gbit/s (i większymi), a jednocześnie zapewnia możliwość wykorzystania istniejącej infrastruktury sieciowej, zainstalowanej z myślą o zwykłym Ethernetie bądź Fast Ethernetie.

GE łączy i rozszerza zalety technologii Ethernetowej: łatwość przejścia do GE np. z klasycznego Ethernetu typu 10BaseT, skalowalność, niskie koszty sprzętu, instalacji i utrzymania – co może ułatwić dotarcie do przyszłych uczniów kształcących się na odległość. Dzięki szerokiemu pasmu oferowanemu przez GE oraz wprowadzeniu:

- nowych protokołów, np. RSVP (ang. Resource Reservation Protocol), zapewniających rezerwację pasma,
- standardów 802.1Q i 802.1p, umożliwiających tworzenie wirtualnych sieci lokalnych VLAN oraz definiujących jawne priorytety dla pakietów w sieci,
- algorytmów kompresji obrazu i dźwięku

możliwe jest skuteczne wykorzystywanie technologii GE w transmisjach multimedialnych (audio i wideokonferencje).

HSTR – High Speed Token Ring

Standard HSTR stanowi rozwinięcie technologii Token Ring. W miejsce tradycyjnej pętli zastosowano w nim jednak przełącznik, eliminujący potrzebę stosowania tokena. HSTR definiuje dwie szybkości transmisji. Pierwsza z nich, 100Mbit/s, została wybrana spośród wielu rozważanych propozycji ze względu na najkorzystniejszy współczynnik wydajności do ceny. Szybkość ta jest wystarczająca do realizacji połączeń pojedynczych stacji, czy też ich komunikacji z serwerami. Druga proponowana szybkość transmisji, 1Gbit/s, jest obecnie w fazie negocjacji i dalszych badań. Planuje się wykorzystanie tego rozwiązania w sieciach szkieletowych.

Głównym powodem, dla którego rozpoczęto prace nad usprawnieniem sieci Token Ring (IEEE 802.5), były rosnące wymagania aplikacji odnośnie niezbędnej szybkości transmisji. Aplikacje multimedialne, wymagają, by usługi oferowane przez sieć spełniały ściśle określone wymagania zarówno co do szybkości transmisji, jak i opóźnień w przepływie informacji. Aby sprostać tym wymaganiom zaproponowano, podobnie jak w oryginalnym rozwiązaniu IEEE 802.5, siedem poziomów priorytetów. Pozwala to na realizację różnych usług - począwszy od transmisji wideo (realizowanej w czasie rzeczywistym) - o najwyższym priorytecie, po transfer plików z najniższym priorytetem.

W tradycyjnej sieci Token Ring istniał opisany wcześniej problem *jittera*, czyli wahań opóźnienia w dostępie do medium, uniemożliwiający bądź poważnie utrudniający implementację aplikacji czasu rzeczywistego. Było to spowodowane współdzieleniem zegara przez wszystkie stacje w pierścieniu. W szybkim Token Ringu każdy port przełącznika lub huba dokonuje aktywnego pomiaru czasu. Oznacza to, że chociaż istnieje pierścień logiczny to nie jest on tworzony fizycznie. Każdy port aktywnie monitoruje upływ czasu, dokonując uaktualnienia stanu zegara, eliminując w ten sposób problem *jittera*.

IsoEthernet IEEE 802.9 - multimedialny LAN

Opracowany w połowie lat dziewięćdziesiątych standard IsoEthernet (IEEE 802.9) pozwala na stosunkowo proste pogodzenie wymagań przesyłania informacji synchronicznych i asynchronicznych (IsoEthernet umożliwia transmisję ze stałą szybkością), przez co nadaje się do zastosowań w transmisjach multimedialnych i do obsługi aplikacji, w których decydującym parametrem jest opóźnienie. W IsoEthernetcie zintegrowano rozwiązanie Ethernetu 10BaseT z usługami izochronicznymi, oferowanymi przez ISDN. Sama technika ISDN nie jest wystarczającym rozwiązaniem komunikacyjnym, gdyż pojedynczy kanał ISDN ma przepustowość jedynie 64 kbit/s, i nawet zastosowanie szerokopasmowych usług ISDN w kanałach pierwotnogrupowych daje szybkość transmisji nie większą niż 2 Mbit/s. Dla większości typowych zastosowań sieci LAN jest to szybkość zbyt mała. Z kolei Ethernet – 10BaseT nie pozwala na transmisję synchroniczną. W przeciwieństwie do IEEE 802.3, sieci standardu IEEE 802.9 pozwalają realizować w jednym medium oba typy połączeń - z komutacją pakietów (Ethernet) i komutacją kanałów (ISDN) – oferując wówczas przepustowość rzędu 16Mbit/s. Dwoistość ta powoduje, że sieć IsoEthernet jest siecią hybrydową, a nie jak typowy Ethernet - siecią homogeniczną.

ATM – Asynchronous Transfer Mode

ATM jest propozycją sieci uniwersalnej o architekturze warstwowej. Transmisja danych w ATMie polega na przekazie pakietów o stałej długości 53 bajtów – nazywanych komórkami. Poprzez ustalenie stałego rozmiaru pakietów uproszczone zostały procedury sterowania ruchem i zarządzania zasobami sieciowymi.

Technika ATM jest zorientowana połączeniowo. Jednokierunkowe połączenie logiczne pomiędzy dwoma węzłami sieci ATM nazywane jest kanałem wirtualnym (ang. Virtual Channel). Kanały wirtualne grupowane są w ścieżki wirtualne (ang. Virtual Path).

Wprowadzenie ścieżek wirtualnych ma tę zaletę, że połączenia realizowane równoległe na tej samej trasie można obsługiwać wspólnie, co znacznie upraszcza procedury sterowania siecią. W technice ATM wyróżnia się następujące kategorie usług:

- CBR (Constant Bit Rate) – usługi wymagające przydziału stałego pasma i stałej szybkości przekazu,
- VBR (Variable Bit Rate) – usługi realizowane w oparciu o statystyczny (tj. zmienny w czasie) przydział pasma,
- ABR (Available Bit Rate) – usługi wymagające “elastycznego” przydziału pasma, dla których wielkość przydzielonego pasma zmienia się w czasie w zależności od dostępności sieci,
- UBR (Unspecified Bit Rate) – usługi o nie sprecyzowanej zasadzie przydziału pasma i wymaganej jakości obsługi.

Jedną z największych zalet sieci ATM jest możliwość i negocjowania wymaganych przez użytkownika parametrów transmisji w czasie ustanawiania połączenia.

Użytkownik określa parametry przewidywanego ruchu oraz wymagany poziom jakości obsługi (*QoS – Quality of Service*) podczas żądania połączenia. Po analizie dostępnych zasobów sieci moduł zarządzający zasobami podejmuje decyzję o przyjęciu lub odrzuceniu nowego zgłoszenia z parametrami zadeklarowanymi przez użytkownika – następuje zatem uzgodnienie „kontraktu na obsługę ruchu”. Możliwość zestawienia trasy odpowiadającej wymaganiom użytkownika pozwala na przyjęcie żądania. Jeśli sieć nie jest w stanie spełnić wymagań to żądanie jest odrzucane. Metoda ta umożliwi zarówno uniknięcie przeciążenia sieci (ważne dla jakości działania całej sieci) jak i zapewnienie stałej jakości obsługi połączenia przez cały okres jego trwania (użytkownik ma pewność, że jego połączenie będzie miało żądane parametry przez cały czas jego trwania lub też jego zgłoszenie nie zostanie przyjęte).

Typowe przepustowości sieci ATM to 155 Mbit/s lub 622 Mbit/s. Szerokie pasmo, możliwość jego częściowej rezerwacji oraz określenia jakości obsługi (QoS) sprawia, że ATM może obsługiwać różnorodne aplikacje multimedialne, a w szczególności aplikacje multimedialne działające w czasie rzeczywistym.

ISDN

ISDN jest usługą oferowaną w sieciach WAN. Usługa ISDN jest udostępniana przez operatorów telefonii publicznej na zasadach analogicznych do tradycyjnej usługi telefonicznej.

W podstawowej formie standard ISDN udostępnia użytkownikowi dwa kanały o przepustowości 64 kbit/s, zwane kanałami B, oraz kanał D o przepustowości 16 kbit/s - przeznaczony do przesyłania informacji sygnalizacyjnych w formie pakietów.

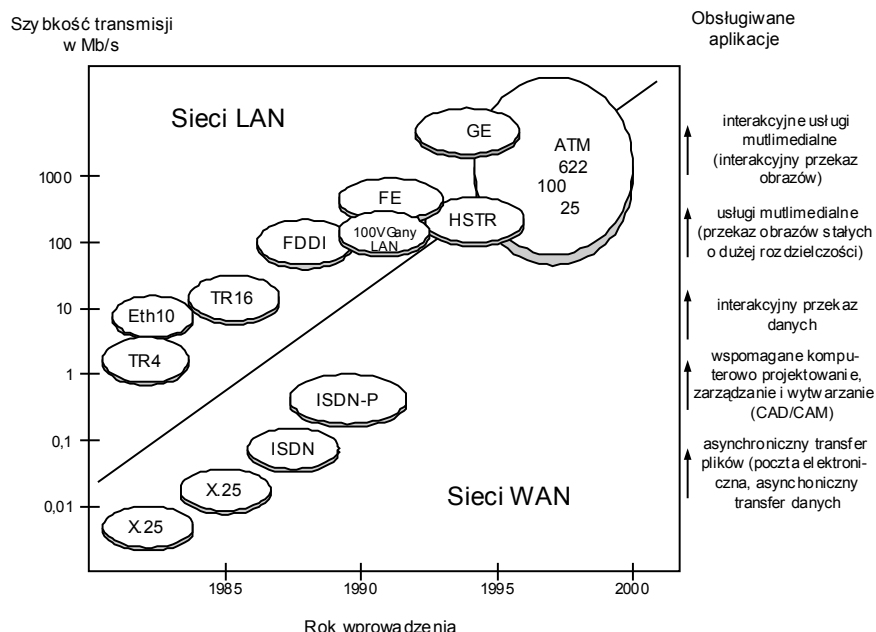
Oprócz dostępu podstawowego (2B+D) możliwe jest grupowanie kanałów:

- H0 : 6B (384 kbit/s),
- H11 : 24B (1.536 Mbit/s),
- H12 : 30B (1.92 Mbit/s).

Dowolność sposobu wykorzystania dostępnego pasma w sieci ISDN umożliwia obsługę cyfrowych sygnałów wizji, wideotelefonii, faksu, telefonii rozmównej, transmisji plików itd. W praktyce wykorzystuje się na przykład dwie linie ISDN (4 kanały B) do realizacji wideokonferencji o satysfakcjonującej jakości.

Standardowa przepustowość (2B+D) nie wystarcza jednak do zastosowań multimedialnych – uzyskiwana wówczas jakość transmisji wideo jest niewystarczająca.

Ewolucję technologii sieciowych i ich dopasowanie do świadczenia usług multimedialnych ilustruje Rys. 2.3, natomiast porównanie wybranych parametrów opisanych powyżej technologii zawiera Tabela 2.5.



Rys.2.3. Ewolucja technologii sieciowych

Ozn.: Eth10: Ethernet 10Mb/s, TR4(16): Token Ring 4Mb/s (16 Mb/s), FE: Fast Ethernet (100 Mb/s), GE: Gigabit Ethernet (1000 Mb/s), HSTR: High Speed Token Ring (100 Mb/s - 1000 Mb/s), FDDI: Fiber Distributed Data Interface (100 Mb/s)

Technologia	Ethernet 10BaseT	IsoEthernet	Fast Ethernet (FE)	100 VGAny LAN	FDDI (FDDI II)	ATM
Parametr						
Szybkość transmisji [Mb/s]	10	16.144	100	100	100	od 25 do 622
Metoda dostępu	CSMA/CD	CSMA/CD ISLAN-16	CSMA/CD	Z żądaniem priorytetu	Z przekazywaniem znacznika	Komutacja komórek
Typ (miejsce) zastosowania	sieć lokalna	sieć lokalna	sieć lokalna	sieć lokalna	sieć lokalna/ sieć szkieletowa (MAN)	sieć lokalna/sieć szkieletowa (MAN)/ sieć WAN
Rozmiar pakietu (maksymalny)	1500 bajtów	1500 bajtów	1500 bajtów	1500 lub 4500 bajtów	4500 bajtów	pakiet (komórka) 48 bajtów / 53 bajty
Podstawowe usługi	asynchroniczna transmisja (pakietów) danych i w bardzo ograniczonym zakresie przekaz wideo	asynchroniczna transmisja (pakietów) danych, przekaz izochroniczny, obsługa multimediiów	asynchroniczna transmisja (pakietów) danych i w ograniczonym zakresie przekaz wideo	asynchroniczna transmisja (pakietów) danych, synchroniczne przekazy multimedialne	asynchroniczna transmisja (pakietów) danych, przekaz izochroniczny, obsługa multimediiów	transmisja (pakietów) danych, izochroniczny transfer dźwięku i sygnałów wideo, obsługa multimediiów

Tabela 2.1. Porównanie wybranych charakterystyk sieci

Odrębną sferę zagadnień w stosunku do stosowanych w kształceniu na odległość technologii sieciowych, stanowią kwestie metodologiczne, związane z formą prezentacji materiału multimedialnego, zasadami wspomagania procesu kształcenia i oddziaływania na słuchaczy w celu osiągnięcia zamierzonego celu, tak poprzez odpowiednio rozbudowane systemy konsultacji, jak też „wbudowane” w proces kształcenia elementy wzmacniające pozytywne reakcje słuchaczy. Przedmiotem wnikliwej analizy winny też stać się zasady oceny postępów słuchaczy pozyskujących wiedzę za pośrednictwem nowoczesnych systemów teleinformatycznych oraz metody oceny jakości i efektywności kursów dokonywane przez samych słuchaczy. Projektowany i analizowany przez autorkę model systemu kształcenia na odległość, powinien wykorzystywać realne możliwości istniejących sieci telekomunikacyjnych. Ponadto powinien zagwarantować efektywny dostęp do multimedialnych zasobów edukacyjnych oraz serwisów wspomagających proces nauczania.