ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1998
Seria: INFORMATYKA z. 34 Nr kol. 1381

Stefan WĘGRZYN
Instytut Informatyki Teoretycznej i Stosowanej, PAN

ŚRODOWISKOWE AKADEMICKIE SIECI KOMPUTEROWE

Streszczenie. Omówiono cele, struktury i organizację Środowiskowych Akademickich Sieci Komputerowych. Przedstawiono specyfikę Śląskiej Akademickiej Sieci Komputerowej i podstawowy projekt jej struktury.

REGIONAL SCIENTIFIC COMPUTER NETWORKS

Summary. The goals, structures and organization of Regional Scientific Computer Networks are presented. Specific features and the basic proposed structure of Silesian Regional Scientific Computer Network are then discussed.

1. Wprowadzenie

Informatyka jest dyscypliną naukową zajmującą się badaniem dla potrzeb poznawczych całej nauki praw rządzących kodowaniem, zapisywaniem, przetwarzaniem i przesyłaniem informacji i wykorzystywaniem tych praw dla tworzenia z tego zakresu dla potrzeb ludzi urządzeń, metod i systemów.

W dotychczasowym rozwoju informatyki koncentrowano się na pojedyńczych, indywidualnych komputerowych stanowiskach pracy i na informacji reprezentowanej przez liczby, funkcje czy ich uporządkowane zbiory. Przetwarzanie oparte było przede wszystkiem na kolejno wykonywanych operacjach matematycznych, a wytwarzane urządzenia informatyki wywodziły się z technologii elektrycznych i elektronicznych.

Obecnie za dominujący kierunek rozwojowy informatyki obok równoległości (komputery równoległe dużej mocy obliczeniowej), multimedialności i inżynierii oprogramowania można uznać sieci komputerowe.

Wyróżniającą się grupą sieci komputerowych są środowiskowe akademickie sieci komputerowe. Umożliwiają one ich użytkownikom dostęp do dużej mocy obliczeniowej reprezentowanej przez odpowiednio rozmieszczone w sieci komputery dużej mocy obliczeniowej KDM'y, jak również naukową wizualizację wyników obliczeń, archiwizację tworzonego oprogramowania i usługi w zakresie różnego rodzaju komunikacji cyfrowej, w tym także dostęp do INTERNETU.

Niektórym problemom tej grupy sieci komputerowych, ze szczególnym uwzględnieniem problemów Śląskiej Akademickiej Sieci Komputerowej (SASK), na tle współczesnych kierunków rozwojowych informatyki i wysoko wydajnych sieci komputerowych poświęcona jest ta praca.

2. Współczesne kierunki rozwojowe informatyki

Współczesne kierunki rozwojowe informatyki charakteryzują się tym, że:

- w zakresie algorytmów i architektury komputerów w coraz większym stopniu zwraca się uwagę na równoległość wykonywanych operacji; znajduje to swój wyraz w oprogramowaniu (równoległe procesy realizacji algorytmów) i w architekturze komputerów (komputery równoległe),
- w zakresie indywidualnych komputerowych stanowisk pracy nie zaniedbuje się doskonalenia istniejących rozwiązań, ale w coraz większym stopniu zwraca się uwagę na łączenie tych stanowisk w zbiory komputerów połączonych odpowiednimi liniami komunikacyjnymi, czyli na sieci komputerowe,
- w zakresie wykorzystywanych postaci przedstawiania informacji, to oprócz tradycyjnej reprezentacji tekstowo-liczbowej, w coraz większym stopniu zwraca się uwagę na również możliwą reprezentację obrazową i dźwiękową (głos), czyli na multimedialność postaci informacji, a w zakresie ich przetwarzania stosuje się, oprócz operacji matematycznych, również takie operacj, jak np. identyfikacja obrazów, wydzielanie konturów, filtracja, kompresja binarnych zapisów obrazów i głosu,
- w zakresie technologicznych podstaw konstrukcji urządzeń informatyki, nie zaniedbując doskonalenia technologii wywodzących się z elektrotechniki i elektroniki, rozszerza się tę tradycyjną bazę technologiczną; w zakresie linii komunikacyjnych o technologie optyczne, w zakresie pamięci zewnętrznych o takie rozwiązania, jak np. dyski laserowe, a w zakresie komputerów pracuje się nad projektami komputerów multimedialnych i optycznych; można więc również mówić o multimedialności technologii,
- w zakresie programowania z indywidualnego, często amatorskiego i heurystycznego opracowywania programów przez poszczególnych ludzi w coraz większym stopniu

przechodzi się na pracę wieloosobowych profesjonalnych zespołów nad złożonymi programami i zbiorami programów, w oparciu o profesjonalne technologie inżynierii programowania (specyfikacja, segmentacja, scalenie, testowanie i kontrola),

- w zakresie algorytmów, stanowiących podstawy programów, odnotować można wciąż podejmowane prace nad osłabieniem założeń o konieczności absolutnego determinizmu danych.

Trendy tych współczesnych kierunków rozwojowych informatyki można by tak określić: *równoległość, usieciowienie, multimedialność, inżynieria oprogramowania.*

Równoległość znajduje swój wyraz w coraz powszechniejszym jej eksponowaniu w opracowywanych algorytmach i architekturach projektowanych komputerów.

Usieciowienie znajduje swój wyraz w przechodzeniu, w coraz większym stopniu, z uk z układów reprezentowanych przez pojedyńcze komputery na wysoko wydajne sieci komputerowe szkieletowe, federacyjne, hierachiczne, multimedialne o różnorodnych topologiach, mediach komunikacyjnych, regułach dostępu i rozproszonych bazach danych.

Multimedialność znajduje swój wyraz w coraz większej różnorodności form, w których zawarta jest i przesyłana informacja (tekst alfanumeryczny, obraz, dźwięk) i w coraz większej różnorodności branych pod uwagę technologii sprzętowych (elektronika, optyka, bionika).

Inżynieria programowania i programowanie znajduje swój wyraz w coraz bardziej rozwijającej się technologii profesjonalnej inżynierii programowania i w pracach badawczych nad możliwością wykorzystywania w procesie inicjalizacji i realizacji algorytmów, danych niedeterministycznych.

Organizując i rozwijając środowiskowe akademickie sieci komputerowe, trzeba wszystkie te trendy współczesnego rozwoju informatyki mieć na uwadze.

3. Wysoko wydajne sieci komputerowe

W dotychczasowym historycznym rozwoju informatyki jako samodzielnej dyscypliny naukowej można wyróżnić kolejne, czasowe okresy charakteryzujące się następującymi, dominującymi w nich kierunkami:

- synteza układów logicznych oparta na algebrze Boole'a,
- programowanie, języki formalne i lingwistyka matematyczna,
- architektura komputerów, bazy danych,
- równoległość,
- a obecnie - sieci komputerowe.

Każdy z tych dominujących kierunków w rozwoju informatyki stanowił nie tylko rozwinięcie, ale i pogłębienie i syntezę kierunków poprzednich.

Obecny kierunek dominujący, za który można uznać sieci komputerowe, również wnosi do dyscypliny naukowej *informatyka* nie tylko nowe wartości naukowe, ale dokonuje też syntezy dorobków uzyskanych w ramach dominujących kierunków poprzednich okresów.

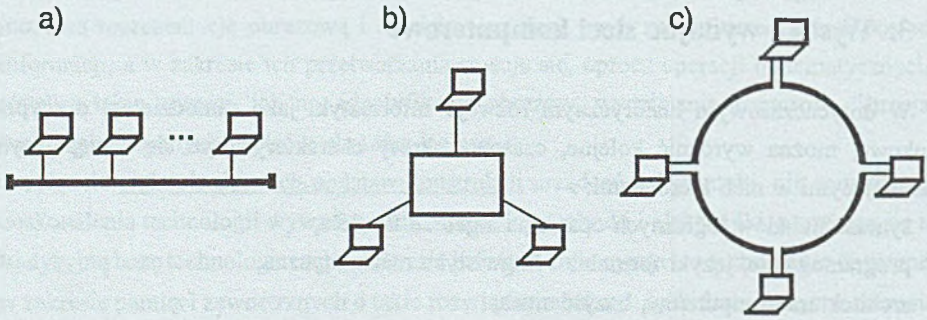
Charakteryzując ten aktualny, dominujący kierunek rozwoju informatyki - sieci komputerowe dobrze jest podać jego niektóre pojęcia podstawowe.

Sieci komputerowe to struktury składające się z komputerów i z łączących je linii komunikacyjnych (mediów komunikacyjnych). Specjalne oprogramowanie komputerów, tak zwane oprogramowanie sieciowe, umożliwia uzyskiwanie w sieciach komputerowych celów globalnych niemożliwych do osiągnięcia w pojedynczym komputerze lub zbiorze pojedynczych komputerów nie połączonych w sieć. Komputery wchodzące w skład sieci zachowują wszystkie możliwości pojedynczych komputerów autonomicznych, ale dzięki połączeniu ich w sieć uzyskuje się znacznie więcej niż prostą sumę ich możliwości autonomicznych.

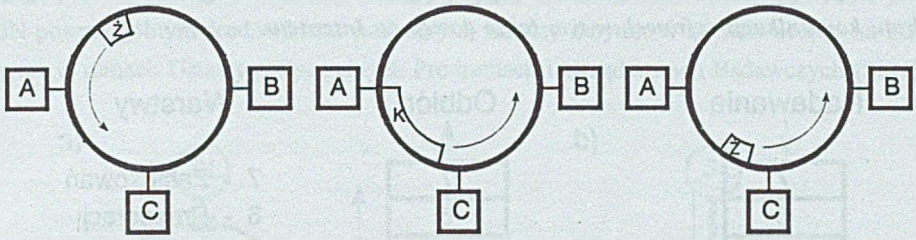
Wyróżnia się następujące parametry sieci:

- *topologia sieci*
  trzy podstawowe - prosta magistrala, gwiazda, pierścień (rys. 1),
- *media komunikacyjne* (przewody elektryczne, światłowody optyczne i media bezprzewodowe) i różne metody dostępu do medium komunikacyjnego, zwłaszcza pierścieniowe z żetonem (rys. 2),
- *protokoły komunikacyjne, połaczenia międzysieciowe i realizujące je urządzenia* (powtarzacze, huby, mosty, przełączniki, routery) - rys. 3.

Powstawanie **sieci lokalnych** odbywa się zwykle w sposób naturalny. Poszczególne stanowiska komputerowe znajdujące się na terenie danego laboratorium czy instytutu łączy się segmenty sieci lokalnych typu *magistrala, gwiazda, pierścień*, a te z kolei za pomocą sieci szkieletowych o strukturach, takich jak np. pokazane na rys. 4. w sieci środowiskowe.



Rys. 1. Podstawowe topologie sieci: (a) magistrala, (b) gwiazda, (c) pierścień
Fig. 1. Basic network topologies: (a) bus, (b) star, (c) ring



Rys. 2. Dostęp do medium komunikacyjnego przez żeton
Fig. 2. Acces to communication line with the use of a token

Na rys. 5. przedstawiona jest sieć środowiskowa, w której segmenty sieci i zasilające je w moc obliczeniową KDM połączone są za pomocą szkieletowej sieci pierścieniowej (FDDJ).

Jako przykład konkretnej realizacji przedstawiona jest na rys. 6. struktura Trójmiejskiej Akademickiej Sieci Komputerowej (TASK) według danych z roku 1995 [1].

Zagadnieniem odrębnym jest realizacja komunikacji między sieciami środowiskowymi (SŚ). Konieczne w tym przypadku jest wykorzystanie krajowych systemów komunikacji cyfrowej, tak jak to ilustruje rys. 7.

Usługi, które mogą w tym zakresie realizować ogólnokrajowe systemy komunikacji cyfrowej, zależą od ich aktualnego stanu i stopnia rozwoju. Usługi mogą być realizowane bezpośrednio przez własne służby techniczne krajowych systemów komunikacji cyfrowej lub przez pomocnicze agencje usługowe.

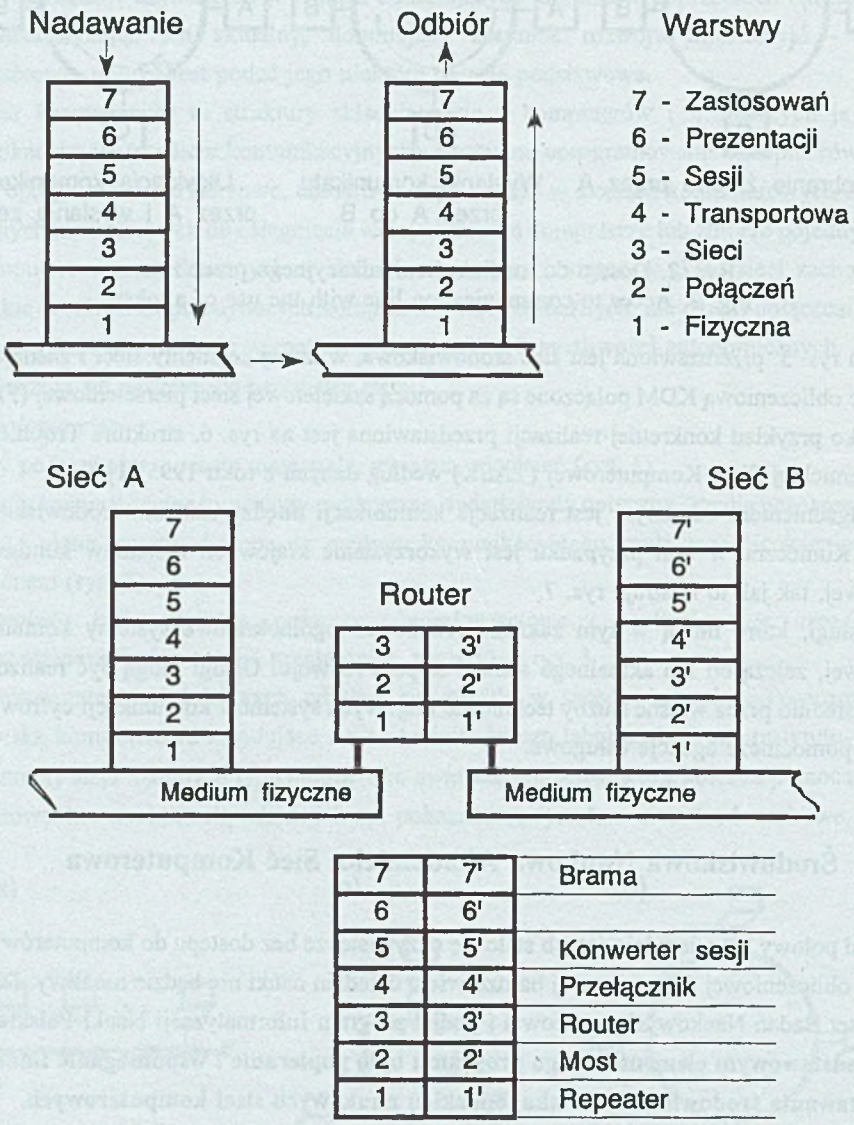
4. Środowiskowa Naukowa Akademicka Sieć Komputerowa

Od połowy lat osiemdziesiątych stało się oczywiste, że bez dostępu do komputerów dużej mocy obliczeniowej dalszy rozwój bardzo wielu dziedzin nauki nie będzie możliwy. Dlatego Komitet Badań Naukowych opracował i podjął program Informatyzacji Nauki Polskiej.

Podstawowym elementem tego programu było popieranie i wspomaganie finansowe powstawania środowiskowych, akademickich naukowych sieci komputerowych.

Przez środowiskową, akademicką naukową sieć komputerową rozumiemy sieć komputerową umożliwiającą jej użytkownikom dostęp do dużej mocy obliczeniowej reprezentowanej przez odpowiednio rozmieszczone w sieci komputery dużej mocy obliczeniowej wraz z bibliotekami oprogramowania użytkowego, jak również naukową

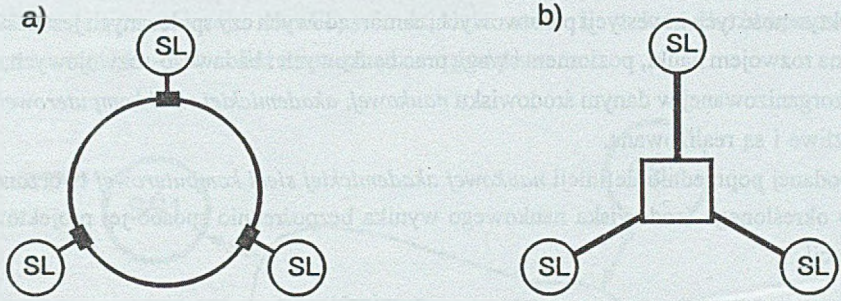
wizualizację wyników obliczeń, archiwizację oprogramowania i usługi w zakresie różnego rodzaju komunikacji cyfrowej, w tym także dostęp do Internetu.



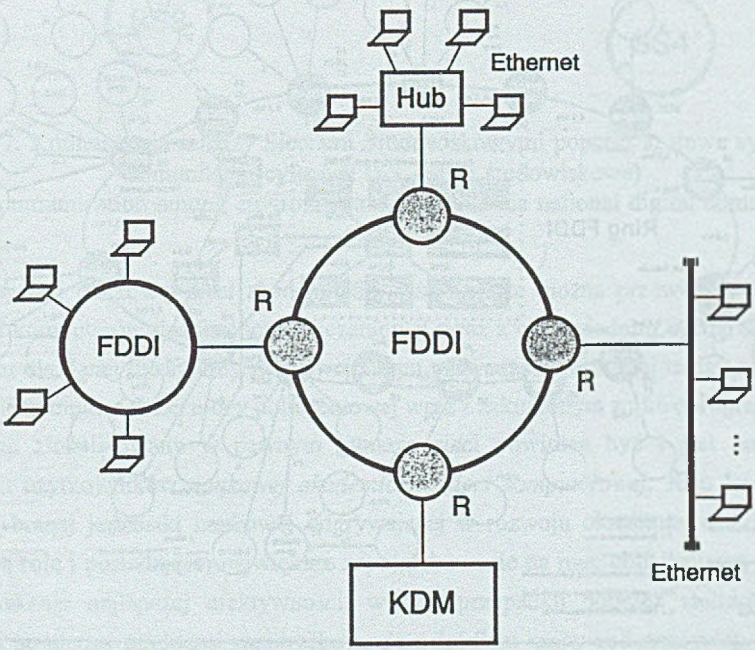
Rys. 3. Protokoły komunikacyjne i realizacja połączeń między sieciami
Fig. 3. Communication protocols and realisation of internetwork connection

Celem Akademickiej Sieci Komputerowej jest stworzenie w danym środowisku naukowym warunków niezbędnych dziś do prowadzenia prac naukowych i rozwoju wielu dyscyplin

naukowych. Budowa ich jest finansowana z pieniędzy budżetu państwa przekazywanych przez KBN poszczególnym środowiskom naukowym, między innymi: w ramach dotacji na MAN czy też w ramach Ustawy o Specjalnych Programach i Urządzeniach Badawczych (SPUB).



Rys. 4. Topologia sieci szkieletowych: a) pierścieniowa, b) skupiona, SL - sieć lokalna
Fig. 4. Topologies of backbone networks: a) ring, b) condensed, SL - local network

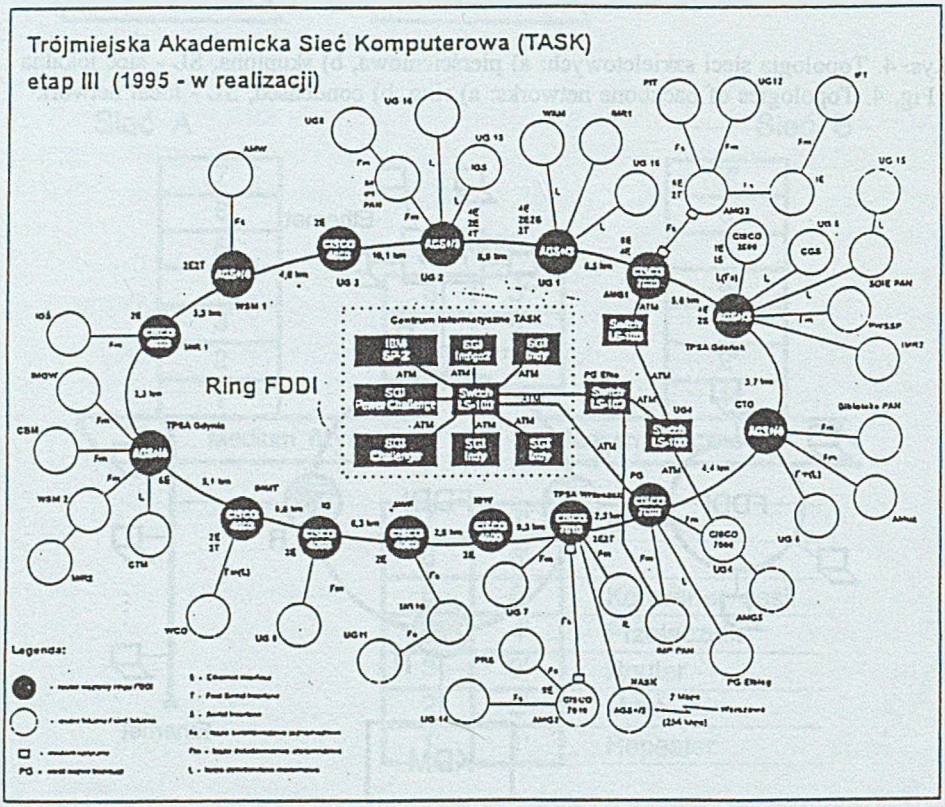


Rys. 5. Sieć środowiskowa oparta na szkieletowej sieci pierścieniowej FDDI
Fig. 5. Environmental network based on a ring backbone FDDI network

Do tych dotacji budżetowych z funduszy centralnych dołączają się również dotacje z funduszy samorządowych, jak np. w przypadku Śląskiej Akademickiej Sieci Komputerowej - dotacja w roku 1997 Rady Miejskiej w Katowicach w wysokości 500.000,00 zł na "rozbudowę infrastruktury sieciowej oraz zakup i instalację komputera dużej mocy".

Efektywność tych inwestycji państwowych, samorządowych czy społecznych jest następnie mierzona rozwojem nauki, poziomem i wagą prac naukowych i badawczo-rozwojowych, które dzięki zorganizowanej w danym środowisku *naukowej, akademickiej sieci komputerowej* stają się możliwe i są realizowane.

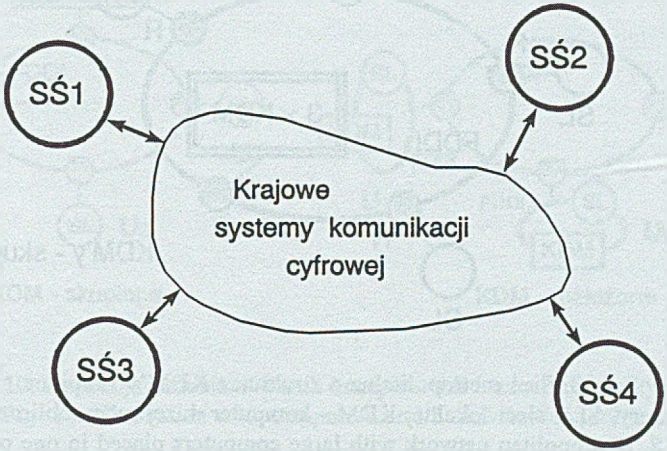
Z podanej poprzednio definicji *naukowej akademickiej sieci komputerowej* tworzonej dla potrzeb określonego środowiska naukowego wynika bezpośrednio sposób jej projektowania i realizacji.



Rys. 6. Struktura Trójmiejskiej Akademickiej Sieci Komputerowej (TASK) etap III (1995 - w realizacji)

Fig. 6. Structure of Scientific Computer Network (TASK) connecting theree towns; III step (1995 still being developped)

Niech w danym środowisku naukowym działa rozmieszczony na pewnym terenie zbiór instytucji, takich jak: akademickie szkoły wyższe, instytuty i zakłady naukowe Polskiej Akademii Nauk oraz instytuty badawczo-rozwojowe prowadzące badania i prace naukowe determinujące rozwój nauki. Wśród nich nietrudno jest wskazać na te, które odgrywają największą rolę w rozwoju określonych dziedzin nauki i, w których związane z tym zapotrzebowanie na moc obliczeniową będzie największe.



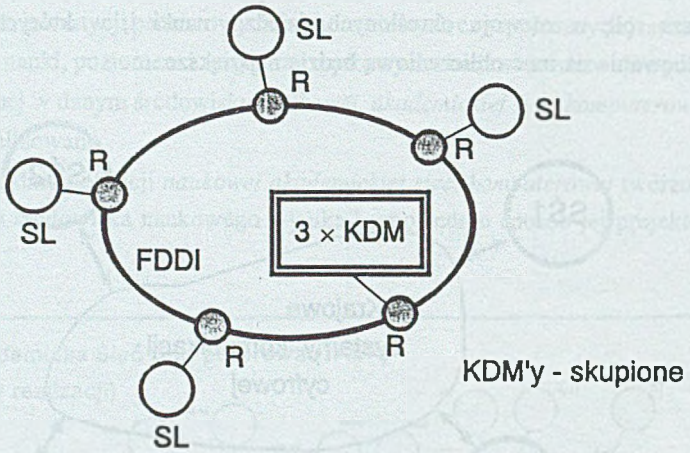
Rys. 7. Komunikacja między Sieciami Środowiskowymi poprzez krajowe systemy komunikacji cyfrowej (SŚ - sieci środowiskowe)
Fig. 7. Communication among environmental networks via national digital communication systems

W przyszłej naukowej sieci akademickiej instytucje te można przewidzieć jako węzły lokalizacji komputerów dużej mocy obliczeniowej wraz z odpowiednim oprogramowaniem, właściwym dla danej dyscypliny naukowej i typu prowadzonych w niej badań naukowych. Oczywiście komputer dużej mocy obliczeniowej wraz z zakupionym z nim oprogramowaniem użytkowym zlokalizowany w pewnym punkcie sieci powinien być i jest dostępny dla wszystkich użytkowników *naukowej akademickiej sieci komputerowej*. Jego lokalizacja na terenie wybranej jednostki naukowej odgrywającej w rozwoju określonej dziedziny nauki największą rolę i posiadającej największe zapotrzebowanie na moc obliczeniową ma na celu tylko uzyskanie najlepszej efektywności, w tym przypadku poprzez zminimalizowanie odległości pomiędzy punktami zapotrzebowania a źródłem mocy obliczeniowej.

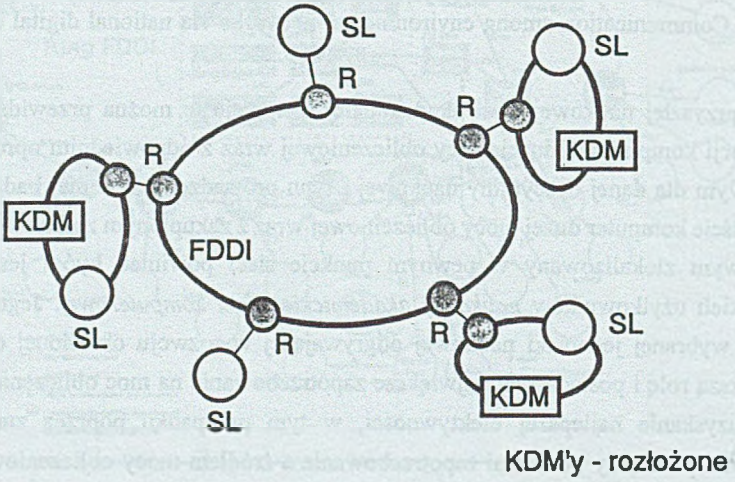
Można to zilustrować takim przykładem.

Niech w danym ośrodku, np. w mieście znajduje się kilka lub kilkanaście instytucji posiadających sieci lokalne. Ich integracja prowadzi do tak zwanych sieci miejskich (środowiskowych) najczęściej o strukturach pokazanych na rys. 8. i na rys. 9. Strukturę

przedstawioną na rys. 8. można by nazwać strukturą o skupionych komputerach dużej mocy (KDM), zaś strukturę przedstawioną na rys. 9. - strukturą w rozproszonych komputerach dużej mocy.

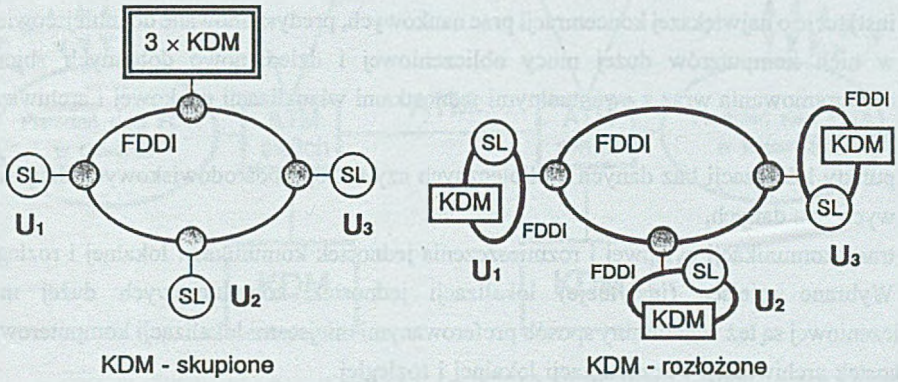


Rys. 8. Sieć metropolitalna o strukturze KDM'y skupione
R - routery, SL - sieci lokalne; KDM - komputer dużej mocy obliczeniowej
Fig. 8. Metropolitan network with large computers placed in one center
R - routers, SL - local networks, KDM - large computers (maintrames)



Rys. 9. Sieć miejska o strukturze KDM'y rozłożone
R - routery, SL - sieci lokalne, KDM - komputer dużej mocy obliczeniowej
Fig. 9. Metropolitan network with dispersed large computers
R - routers, SL - local networks, KDM - large computers (mainframes)

Struktury przedstawione na rysunkach 8 i 9 rodzą pytanie, która z nich zapewnia lepsze parametry obsługi użytkowników sieci, np. krótszy czas oczekiwania R na obsługę. Prowadzi to do tak zwanego zadania o trzech uniwersytetach i trzech komputerach zilustrowanego na rys. 10. Rozwiązanie tego zagadnienia podano w [1].



Rys. 10. Ilustracja zadania o trzech komputerach i trzech uniwersytetach
Fig. 10. Illustration of 3 computers and 3 universities problem

Jeżeli przyjąć następujące założenia:

- uniwersytety generują zadania średnio co 1 jednostkę czasu, a czas wykonania wynosi średnio 0,2 jednostki czasu,
- rozkład zadań: 80% własny komputer danego uniiwersytetu, a po 10% komputery pozostałych uiwersytetów,
- dodatkowe obciążenie linii 50%

to jako czas oczekiwania w tych samych jednostkach czasu otrzymujemy w przypadku KDM'ów rozłożonych

$$R = R_{\text{własny}} + 0{,}2 \times 2R_{\text{własny}} = 0{,}249 + 0 \times 0{,}104 = 0{,}291$$

a w przypadku KDM'ów skupionych

$$R = R_{\text{własny}} + 2 \times R_{\text{własny}} = 0{,}249 + 2 \times 0{,}125 = 0{,}499$$

a więc, co zresztą było łatwe do przewidzenia, lepsze parametry obsługi w przypadku struktury sieci o KDM'ach rozłożonych niż w przypadku struktury o KDM'ach skupionych, ale nie muszą to być jedyne racje przyjęcia takiej czy innej struktury. Ważne są tu również kwestie organizacyjne kontroli i zarządzania.

5. Projektowanie Naukowej Akademickiej Sieci Komputerowej

Podstawą projektu naukowej, akademickiej sieci komputerowej dla danego środowiska naukowego powinna być topografia terenu danego środowiska naukowego, na której podano rozmieszczenie wszystkich instytucji naukowych, oznaczając:

- instytucje o największej koncentracji prac naukowych, predysponowane do umiejscowienia w nich komputerów dużej mocy obliczeniowej i dziedzinowo dobranych zbiorów oprogramowania wraz z ewentualnymi jednostkami wizualizacji naukowej i archiwizacji wyników,
- punkty lokalizacji baz danych bibliotecznych czy też ogólnośrodowiskowych dziedzinowych baz danych,
- trasy komunikacji cyfrowej i rozmieszczenia jednostek komunikacji lokalnej i rozleglej.

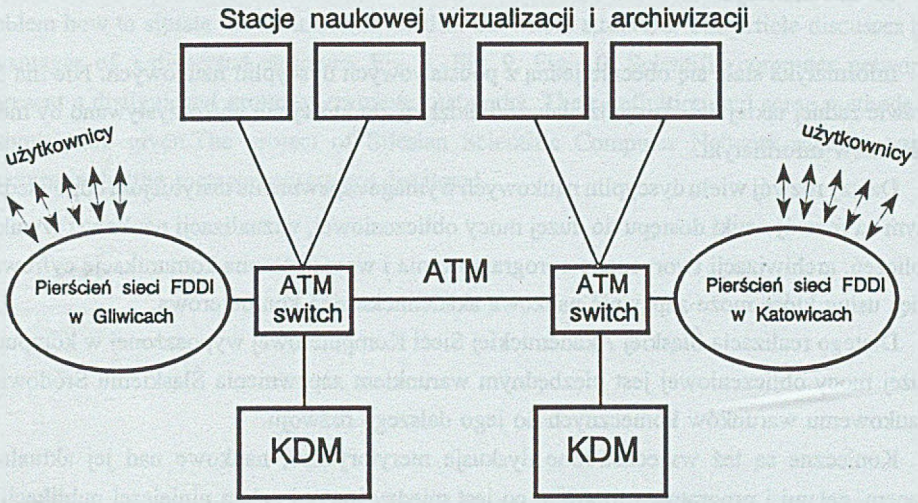
Wybrane miejsca (instytucje) lokalizacji jednostek komputerowych dużej mocy obliczeniowej są też w naturalny sposób preferowanymi miejscami lokalizacji komputerowych jednostek archiwizacji i komunikacji lokalnej i rozleglej.

Niezależne od tego powinny być przewidywane i przygotowane miejsca powstawania i lokalizacji bibliotecznych i dyscyplinowych baz danych, w tym i multimedialnych.

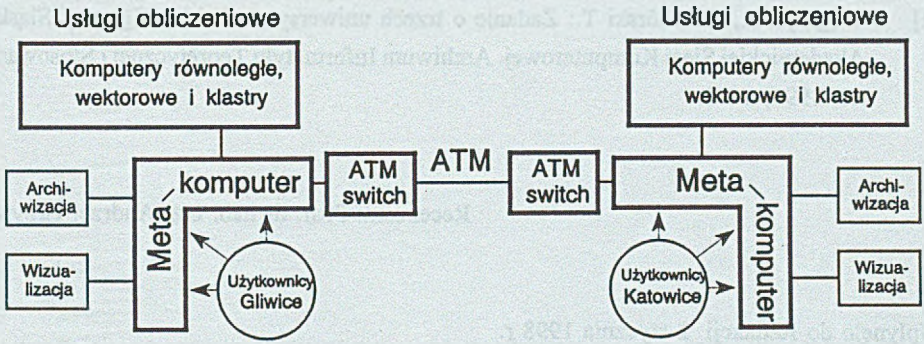
Projektując strukturę Śląskiej Akademickiej Sieci Komputerowej braliśmy pod uwagę wnioski, jakie można wyciągnąć z wyniku rozwiązania zadania o trzech uniwersytetach i trzech komputerach oraz to, że w woj. katowickim występują dwa wyraźne punkty skupienia jednostek naukowych, a mianowicie - w Katowicach i w Gliwicach. Dlatego przewidziano strukturę sieci opartą na dwóch pierścieniach FDDI - katowickim i gliwickim przy czym każdy z nich zasilany z komputerów dużej mocy obliczeniowej, a oba pierścienie połączone systemem federacyjnym ATM Katowice-Gliwice, tak jak to ilustruje rys. 11.

Docelowo projekt przewiduje metakomputerową strukturę Śląskiej Akademickiej Sieci Komputerowej opartą na dwóch metakomputerach - katowickim i gliwickim - sprzężonych łączem federacyjnym, tak jak to ilustruje rys. 12.

Przyjęta struktura metakomputerowa Śląskiej Akademickiej Sieci Komputerowej ma zapewnić akademickim szkołom wyższym, placówkom naukowym PAN oraz instytutom badawczo-rozwojowym dostęp do dużej mocy obliczeniowej reprezentowanej przez odpowiednio rozmieszczone w sieci komputery dużej mocy obliczeniowej, jak również naukową reprezentację wyników obliczeń, archiwizację tworzonego oprogramowania i usługi w zakresie różnego rodzaju komunikacji cyfrowej, w tym także dostęp do Internetu.



Rys. 11. Pierwszy etap realizacji Śląskiej Akademickiej Sieci Komputerowej (SASK) opartej na dwóch pierścieniach FDDI (katowicki i gliwicki)
Fig. 11. The first phase of Silesion Scientific Computer Network SASK construction based on two FDDI rings (in Katowice and Gliwice)



Rys. 12. Docelowa struktura Śląskiej Akademickiej Sieci Komputerowej SASK opartej na dwóch sprzężonych metakomputerach - katowicki i gliwicki
Fig. 12. The target structure of Silesian Scientific Computer Network SASK based on two metacomputers in Katowice and Gliwice

6. Konkluzje

Informatyka stała się obecnie jedną z podstawowych dyscyplin naukowych. Nie ma dziś prawie żadnej takiej dziedziny działalności ludzkiej, do której nie wykorzystywano by metod i środków informatyki.

Dalszy rozwój wielu dyscyplin naukowych wymaga zapewnienia instytucjom odpowiedzialnym za rozwój nauki dostępu do dużej mocy obliczeniowej, wizualizacji naukowej wyników obliczeń, archiwizacji tworzonego oprogramowania i wszechstronną komunikację cyfrową, a więc usług które może zapewnić naukowa akademicka sieć komputerowa.

Dlatego realizacja Śląskiej Akademickiej Sieci Komputerowej wyposażonej w komputery dużej mocy obliczeniowej jest niezbędnym warunkiem zapewnienia Śląskiemu Środowisku Naukowemu warunków koniecznych do jego dalszego rozwoju.

Konieczne są też wszechstronne dyskusje merytoryczne, naukowe nad jej aktualnym stanem, celami i programem rozwoju, co jest między innymi celem niniejszej publikacji.

LITERATURA

[1] Biuletyn Informacyjny nr 2 Centrum Informatycznego Trójmiejskiej Akademickiej Sieci Komputerowej, Gdańsk, listopad 1995.

[2] Węgrzyn S., Czachórski T.: Zadanie o trzech uniwersytetach i konfiguracji Śląskiej Akademickiej Sieci Komputerowej. Archiwum Informatyki Teoretycznej i Stosowanej, t.8, 1996, z.1-2.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Andrzej Grzywak

Wpłynęło do Redakcji 2 stycznia 1998 r.

Abstract

Computer networks have usually hierarchical structures. Analysing their topology we can distinguish three main elements:a bus, a star and a ring, Fig. 1. With the use of them one can composesimple network structures which are then assembled by so called backbone networks into more and more complex topologies, see Fig. 5.

The introduction of powerful computers (mainframes) into these networks imposes the problem how to situate the mainframes within the whole structure. The article discusses the advantages of a dispersed structure, Fig. 8, Fig. 9, Fig. 10. Scientific computer networks represent a distiguished group of computer networks. Their definition and some methods of designing are given.The project of Silesian Scientific Computer Network and its target structure including metacomputers are discussed.