

Sieci komputerowe
Usługi, protokoły, modele
część 1

Mery

Wrocław 1985

A 4947 I/3

PRACE NAUKOWE POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

No 3	Scientific Papers of the Computer Centre of the Technical University of Wrocław	No 3
Conference	No 1	1985

Computer networks

Services, protocols, models
vol. 1



Sieci komputerowe

**Usługi, protokoły, modele
część 1**

Wrocław, 22 – 23 października 1985



Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej · Wrocław 1985

Redaktor naczelny Prac Naukowych

Jerzy CIEKOT

Komitety naukowe konferencji

**Jerzy BATTEK, Eugeniusz BILSKI, Jerzy BROMIRSKI (przewodniczący),
Czesław DANIŁOWICZ, Zbigniew HUZAR, Piotr KOCIATKIEWICZ,
Witold KOMOROWSKI (redaktor naukowy), Jerzy MARSZAŁEK**

Referaty zakwalifikował do druku Komitet naukowy konferencji

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1985

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ

Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

ISSN 0860-1615

Nakład 275 + 75 egz. Ark. wyd. 9. Ark. druk. 7%. Papier offset. kl. V, 70 g, B1.

Oddano do druku w sierpniu 1985 r. Druk ukończono w październiku 1985 r.

Zakład Graficzny Politechniki Wrocławskiej. Zam. nr 1315/85 - R-5 - Cena zł 180,-



Celem informatyki jest udostępnienie najszerszemu kręgowi użytkowników zbiorów informacji, umożliwienie ich przetwarzania i wykorzystania. Jednym ze środków umożliwiających realizację tego celu jest budowa i właściwe wykorzystanie sieci komputerowych, istotą których jest wspólne użytkowanie zasobów wielu systemów komputerowych, takich jak: zbiory, programy, sprzęt specjalizowany. Użytkownika nie interesuje w jaki sposób spełnione są jego wymagania, a problemów wymagających rozwiązania na poziomie zarówno abstrakcyjnym, jak i realizacji technicznej jest sporo. Niektóre z nich przedstawimy do dyskusji na naszej konferencji "Sieci komputerowe - usługi, protokoły, modele".

Przekazywany do rąk uczestników pierwszy tom materiałów zawiera referaty przedstawiające stan obecny i perspektywy rozwoju poszczególnych zagadnień, tj.:

- modeli rozległych i lokalnych sieci komputerowych,
- funkcji, usług i protokołów poszczególnych warstw modelu odniesienia ISO/OSI,
- problemów zarządzania w sieci komputerowej,
- baz danych w sieciach komputerowych,
- jednorodnych sieci komputerowych minimaszyn.

Drugi tom, przewidziany do opublikowania po konferencji, będzie zawierał materiały przedstawione przez uczestników w trakcie konferencji.

Oba tomy są wydawane przy dotacjach J.M. Rektora Politechniki Wrocławskiej i Polskiego Towarzystwa Informatycznego.

Prace nad sieciami komputerowymi w Polsce, aczkolwiek z wieloletnim opóźnieniem, zostały podjęte w szeregu ośrodków uczelnianych i przemysłowych, między innymi w ramach problemów resortowych Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, Ministerstwa Hutnictwa i Przemysłu Maszynowego, Ministerstwa Łączności. Fakt ten nasuwa potrzebę stworzenia różnych platform dla wymiany informacji na temat dotychczasowych osiągnięć, doświadczeń i zamierzeń w tym zakresie. Wyrażamy przekonanie, że nasza konferencja, ułatwiając wymianę doświadczeń i informacji o dotychczas opracowanych produktach, przybliży moment ustalenia krajowych standardów w dziedzinie sieci komputerowych.

Mamy również nadzieję, że konferencje o tej tematyce - przy rozszerzonym udziale zainteresowanych ich organizacją instytucji - będą kontynuowane jako trwała forma okresowej wymiany myśli naukowej.

Komitet Programowy i Organizacyjny
Konferencji
Sieci komputerowe - usługi, protokoły, modele

sieci komputerowe,
modele, protokoły

Eugeniusz BILSKI*, Piotr KOCIATKIEWICZ**

MODELE ROZLEGŁYCH SIECI KOMPUTEROWYCH

Rozległe sieci komputerowe są systemami o wysokim stopniu złożoności. Dla celów projektowania i przyszłego rozwoju przyjmuje się dla nich modele warstwowe. W referacie przedstawiono istotę budowy modeli warstwowych, podano przykłady modeli wybranych sieci komputerowych. Szczegółowo opisano Model Odniesienia OSI/ISO specyfikując funkcje i usługi zgrupowane w warstwach oraz protokoły wymiany informacji. W końcu określono kierunki rozwoju architektur sieciowych.

1. WPROWADZENIE

Dominującym współcześnie kierunkiem rozwoju informatyki jest dążenie do zapewnienia bezpośredniego kontaktu użytkowników z zasobami systemów komputerowych. Jednym ze sposobów spełnienia tego wymagania jest budowa sieci komputerowych, czyli systemów, w których użytkownicy mają bezpośredni dostęp do zasobów wielu systemów komputerowych połączonych ze sobą środkami transmisji danych.

Ze względu na odległości pomiędzy systemami komputerowymi tworzącymi sieć komputerową, a także ze względu na środki transmisji danych łączące te systemy, sieci komputerowe są klasyfikowane w następujący sposób:

- a) rozległe sieci komputerowe - WAN (wide area network),
- b) regionalne sieci komputerowe - MAN (metropolitan area network),
- c) lokalne sieci komputerowe - LAN (local area network).

W referacie będziemy się zajmować klasą rozległych sieci komputerowych. Systemy komputerowe w sieciach WAN dysponują dużymi lub bardzo dużymi mocami obliczeniowymi (komputery typu mainframe) są rozmieszczone na znacznych obszarach geograficznych (region, państwo, obszary wielu państw) oraz wykorzystują środki transmisji danych udostępniane przez resorty łączności lub towarzystwa telekomunikacyjne.

Zapewnienie dostępu do zasobów wielu systemów komputerowych wymaga realizacji złożonych procesów wzajemnego komunikowania się elementów

* Instytut Cybernetyki Technicznej Politechniki Wrocławskiej

** Instytut Komputerowych Systemów Automatyki i Pomiarów

sieci. Elementy te różnią się budową, realizowanymi funkcjami, zasadami działania, reprezentacją fizyczną i logiczną danych itp. Przed projektantami sieci komputerowej stoi zawsze trudne do ogarnięcia przez jeden zespół zadanie zaprojektowania jednolitej infrastruktury komunikacyjnej sieci. Jednym z podejść projektowych jest dekompozycja projektowanej sieci, według pierwotnie przyjętego modelu, na elementy spełniające określone funkcje i powiązane ze sobą w taki sposób, aby realizować założone globalne funkcje sieci.

W celu wyjaśnienia istoty budowy modelu komunikacyjnego sieci komputerowych trzeba poznać funkcje, które umożliwiają komunikację pomiędzy dwoma użytkownikami końcowymi. Do funkcji tych między innymi należą [1]:

- a) ustalenie drogi przesyłania informacji,
- b) kodowanie informacji w postać cyfrową dla modemów,
- c) zapewnienie niezawodnego przekazywania kolejnych grup bitów (ramek, pakietów itp.) do miejsc przeznaczenia,
- d) przesyłanie komunikatu do odpowiedniego węzła w sieci i skierowanie pod odpowiedni adres w sieci,
- e) stosowanie technik multipleksacji, szybkiego przełączania obwodów itp. w celu zapewnienia lepszego wykorzystania środków transmisji,
- f) omijanie uszkodzonych linii i węzłów sieci, automatyczna rekonfiguracja sieci i alarmowanie operatorów o sytuacjach awaryjnych,
- g) dokonywanie konwersji formatów, kodów języków i protokołów użytkowników końcowych,
- h) automatyczna regeneracja połączeń przerwanych na skutek uszkodzeń przemiających.

Ogólnie przyjętym modelem sieci komputerowych jest komunikacyjny model warstwowy. Wymienione wyżej funkcje komunikacyjne dzieli się na rozłączne podzbiory i powierza się ich wykonanie warstwom. Najwyższa warstwa jest odpowiedzialna za konwersję protokołów użytkownika lub funkcje zarządzania urządzeniami, najniższa warstwa za sterowanie fizycznymi środkami transmisji danych.

Dla potrzeb referatu model komunikacyjny jest zdefiniowany jako zbiór protokołów, sekwencji sterujących i usług potrzebnych dla zapewnienia szeroko pojętej komunikacji pomiędzy urządzeniami tworzącymi sieć komputerową. Środki transmisji mogą wykorzystywać różne nośniki informacji. Nie są one uważane za część modelu.

Wymiennie z modelem komunikacyjnym używane będą określenia: model odniesienia, architektura komunikacyjna sieci komputerowej lub wprost architektura sieci.

W dalszym ciągu zostaną omówione ogólne zasady budowy warstwowych modeli sieci komputerowych i podane przykłady modeli istniejących sieci komputerowych. Ze względu na ogromny wpływ na prace w dziedzinie projektowania sieci komputerowych, sprzętu dla sieci oraz usług transmisji danych, szczegółowo omówiono opracowany w ISO Model Odniesienia OSI.

2. OGÓLNE ZASADY BUDOWY WARSTWOWYCH MODELI SIECI KOMPUTEROWYCH

W modelu warstwowym pełny zbiór funkcji przetwarzania sieciowego zostaje podzielony na podzbiory, w taki sposób by możliwe było traktowanie każdego podzbioru jako pewnej całości wykonującej autonomiczne zadanie. Wyodrębnione podzbiory funkcji są powiązane ze sobą tak, że tworzą strukturę hierarchiczną w postaci uporządkowanych warstw.

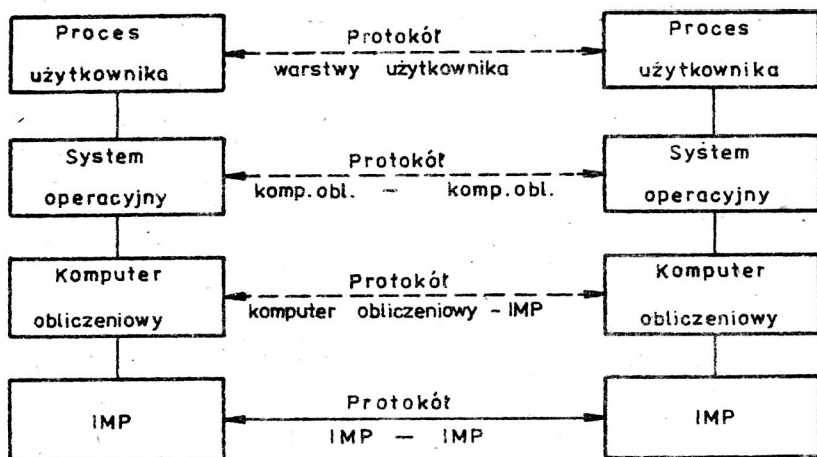
Każda warstwa składa się z obiektów rozproszonych w różnych urządzeniach sieci komputerowej. Podstawową zasadą jest to, że komunikują się ze sobą tylko równorzędne pary obiektów jednej warstwy, jedynie korzystając z usług transmisji danych oferowanych przez warstwy niższe. Każda warstwa modelu jest opisana przez protokół wymiany informacji pomiędzy równorzędnymi obiektami warstwy oraz przez zbiór usług komunikacyjnych pełnionych dla warstwy znajdującej się bezpośrednio nad nią.

Przyjęcie modelu warstwowego ma ogromne znaczenie dla organizacji prac projektowych, umożliwia bowiem podział zadania pomiędzy niezależnie pracujące zespoły projektantów. Zaletą takiego modelu jest też łatwość wprowadzania zmian we fragmentach sieci bez wpływu na pozostałe.

Modele konkretnych sieci komputerowych rozważa się z punktu widzenia przydziału funkcji do poszczególnych warstw, opisu zbioru protokołów wymiany informacji pomiędzy obiektami sieci oraz opisu usług. Mimo że wszystkie spośród rozważanych dalej modeli mają strukturę warstwową i niekiedy funkcje warstw w tych modelach są takie same lub podobne, to ze względu na przyjęcie różnych protokołów jest niemożliwa komunikacja pomiędzy obiektami różnych modeli.

3. PRZYKŁADY MODELI SIECI KOMPUTEROWYCH

Sieci komputerowe są budowane albo specjalnie dla dużych organizacji w celu zaspokojenia potrzeb w zakresie przetwarzania informacji, albo jako produkty firmowe producentów sprzętu komputerowego. Przykładem pierwszego rodzaju sieci jest zaprojektowana, zbudowana i wdrożona do eksploatacji na zamówienie Departamentu Obrony USA sieć komputerowa ARPA [2].



Rys. 1. Model warstwowy sieci ARPA.

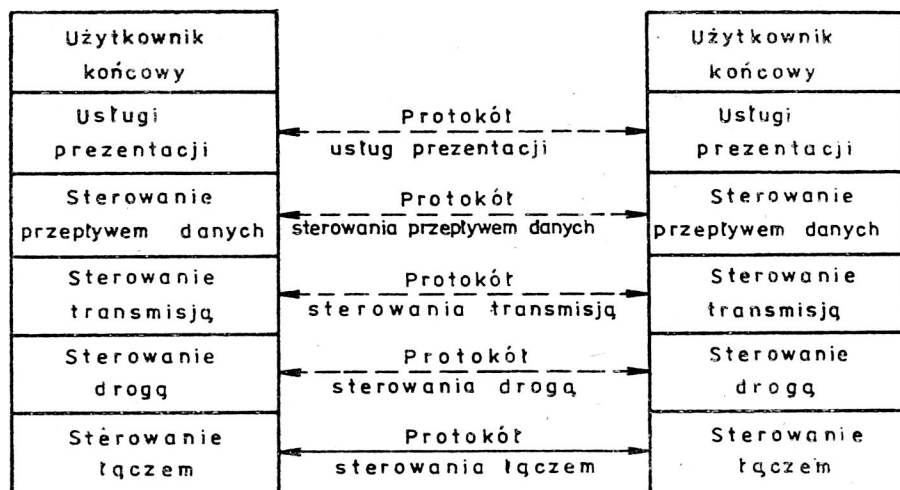
Fig. 1. Layer model of ARPA.

Warstwowy model tej sieci przedstawiono na rys. 1. Protokoły poszczególnych warstw zapewniają komunikację pomiędzy obiektami, które odpowiadają urządzeniom fizycznym sieci. Funkcje protokołów są następujące:

- Protokół IMP - IMP^{*/}: steruje transmisją pomiędzy komputerami IMP, zapewniając detekcję i korekcję błędów transmisji, marszrutyzację itp.
- Protokół komputer obliczeniowy - IMP: umożliwia przesyłanie komunikatów między komputerami obliczeniowymi bez wnikania w problemy transmisji (np. wybór trasy), ale z potwierdzaniem wykonania i sygnalizacją stanów operacji.
- Protokół komputer obliczeniowy - komputer obliczeniowy: jest zbiorem reguł łączących systemy operacyjne dla inicjacji zadania użytkownika w zdalnym komputerze oraz ustalenia komunikacji między zadaniami w dwu komputerach obliczeniowych.
- Protokół proces użytkownika - proces użytkownika: realizuje funkcje przetwarzania sieciowego na poziomie aplikacji. Należy do nich korzystanie ze zdalnych terminali, transfer zbiorów i zdalne wprowadzanie zadań.

^{*/} IMP - Interface Message Processor - komputer węzła pakietowej sieci transmisji.

Przykładem firmowej sieci komputerowej o modelu warstwowym jest sieć SNA (Systems Network Architecture) firmy IBM [1]. W sieci SNA wyróżniono 5 warstw (rys. 2). Funkcje protokołów poszczególnych warstw

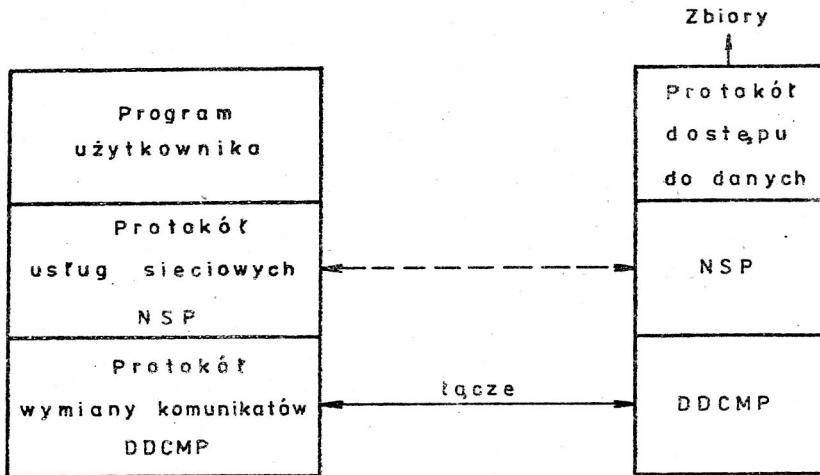


Rys. 2. Model warstwowy sieci SNA.

Fig. 2. Layer model of SNA.

są następujące:

- a) Protokół sterowania łączem DLC (data link control) - przenosi informację przez łącze zabezpieczając przed przekłamaniami.
 - b) Protokół sterowania drogą PC (path control) - odbiera pakiety ze źródeł i przekazuje je do miejsc przeznaczenia. Wykonuje również funkcje podziału wysyłanych komunikatów na pakiety i łączenia przychodzących pakietów w komunikaty.
 - c) Protokół sterowania transmisją, TC (transmission control) - zarządza przesyłaniem informacji, pomaga ustalać i odwoływać sesje oraz wykonuje inne funkcje w imieniu jednego z użytkowników końcowych.
 - d) Protokół sterowania przepływem danych, DFC (data flow control) - realizuje funkcje dopasowania transmisji danych do potrzeb użytkowników (rodzaj transmisji, długość komunikatów itp.).
 - e) Protokół usług prezentacji, PS (presentation services) - definiuje port użytkownika końcowego w sieci przez określenie kodu, formatu i innych atrybutów oraz dokonuje transformacji danych, adresów i informacji sterujących na postać odpowiednią dla danej aplikacji.
- Innym przykładem warstwowego modelu sieci komputerowej jest sieć DNA (DEC Network Architecture) firmy DEC (rys. 3). Funkcje przetwarza-



Rys. 3. Model warstwowy sieci DNA.

Fig. 3. Layer model of DNA.

nia sieciowego są zgrupowane w trzech warstwach. Pierwsze dwie mają dokładnie określone protokoły, w trzeciej implementację protokołów powierza się użytkownikom lub w przypadku zarządzania zbiorami danych są dostarczane przez producenta.

Protokół warstwy pierwszej - DDCMP (digital data communication message protocol) jest protokołem znakowym, ale posiada wiele cech charakterystycznych dla protokołów bitowych.

Protokół warstwy drugiej - NSP (network services protocol) jest odpowiedzialny za wyznaczanie dróg przesyłania informacji (pakietów), zarządzanie transmisją i organizację sesji użytkowników.

Przykłady firmowych sieci komputerowych o architekturze opartej o model warstwowy można mnożyć [3]. Spośród nich wymienia się następujące: Borroughs - BNA, Data General - XODIAC, Hewlett-Packard - DSN, Honeywell - DSA, Modular Computer - MAXNET, NCT/Comten - CAN, Prime Computer - PRIMNET, Sperry-DCA i Tandem Computer - EXPAND.

Wymienione sieci różnią się stopniem scentralizowania, zakresem spełniania funkcji przetwarzania sieciowego, możliwościami współpracy ze standardowymi systemami transmisji danych. Wspólną cechą jest przyjęty model. Funkcje warstw w poszczególnych sieciach są podobne. Natomiast protokoły wymiany informacji między obiektami poszczególnych warstw są różne. Dlatego nie ma możliwości bezpośredniej komunikacji pomiędzy sieciami różnych producentów. Sytuacja taka jest korzystna dla

producentów kompletnych instalacji sieciowych, natomiast jest trudna do przyjęcia dla producentów elementów wyposażenia sieci komputerowych.

W celu stworzenia możliwości łączenia komputerów różnych producentów w heterogeniczne sieci komputerowe podjęto prace nad architekturą systemów otwartych. Są one prowadzone pod auspicjami ISO i CCITT. Podstawowe znaczenie ma opisany w następnym punkcie Model Odniesienia OSI/ISO.

4. MODEL ODNIESIENIA OSI/ISO

Rozdział ten opracowany został w oparciu o dokument [5], ostatni z ciągu dokumentów ISO dotyczących Modelu, do którego autorzy artykułu mieli dostęp; jest to dokument poprzedzający standard IS 7498, ustanowiony w 1983 r. Celem ustanowienia standardu Modelu Odniesienia jest stworzenie bazy dla koordynacji prac rozwojowych nad standardami dla potrzeb łączenia systemów komputerowych w heterogenicznych sieciach komputerowych. Standardy te dotyczą przy tym problemów wymiany informacji pomiędzy systemami komputerowymi, nie wnikają natomiast w strukturę tych systemów, czy ich realizację techniczną, ani nie odnoszą się do żadnej rzeczywistej sieci komputerowej. Tak rozumiane standardy dotyczą zatem własności zewnętrznych systemu, a ich spełnianie czyni system "otwartym" dla połączeń z dowolnymi innymi systemami komputerowymi spełniającymi te standardy.

4.1. Elementy Modelu Odniesienia

Zgodnie z [5] przyjmuje się następujące definicje podstawowe:

System rzeczywisty: zbiór jednego lub więcej komputerów z ich oprogramowaniem, urządzeniami peryferyjnymi, terminalami, operatorami, procesami fizycznymi, środkami przesyłania informacji itd., ukształtowany jako autonomiczna całość, posiadająca zdolność do przetwarzania i/lub przesyłania informacji.

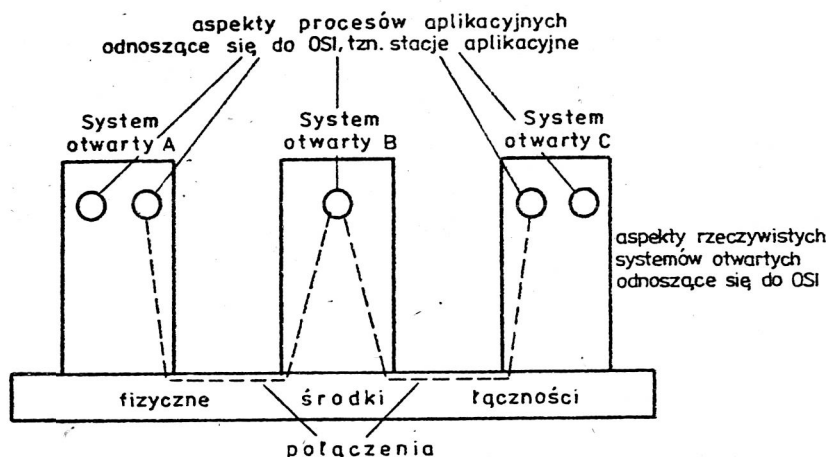
System rzeczywisty otwarty: system rzeczywisty, który z innym systemem rzeczywistym komunikuje się zgodnie z wymaganiami standardów OSI.

System otwarty: reprezentacja w Modelu Odniesienia tych aspektów rzeczywistego systemu otwartego, które odnoszą się do OSI.

Proces aplikacyjny: element w rzeczywistym systemie otwartym, który wykonuje przetwarzanie informacji dla konkretnego zastosowania.

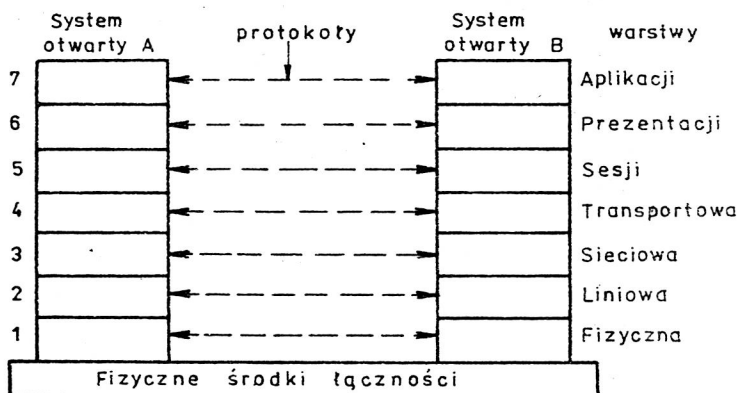
Przykładami procesów aplikacyjnych mogą być: użytkownik obsługujący terminal, program w języku FORTRAN, baza danych, program sterujący za pomocą komputera procesem technologicznym. Przez połączenia rozumie się szeroko pojętą wymianę informacji pomiędzy procesami aplikacyjnymi - kooperację pomiędzy systemami. Fizyczne środki łączności ograniczone są

obecnie tylko do środków stosowanych w telekomunikacji; nie wchodzi one jednak w skład Modelu Odniesienia.



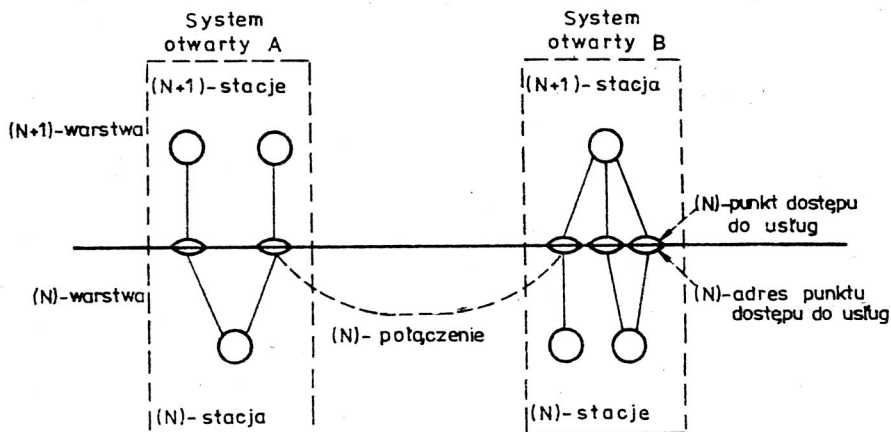
Rys. 4. Elementy Modelu Odniesienia - systemy, stacje aplikacyjne.
Fig. 4. Elements of the Reference Model - systems, application entities.

Techniką strukturalizacji przyjętą w Modelu Odniesienia jest warstwowość. Przyjęto koncepcję siedmiu warstw (rys. 5); w załączniku dokumentu [5] podane jest uzasadnienie wyboru liczby warstw.



Rys. 5. Siedmiowarstwowy Model Odniesienia OSI
Fig. 5. Seven layers Reference Model ISO/OSI

Warstwa najwyższa zawiera kooperujące ze sobą procesy aplikacyjne; warstwy niższe spełniają usługi, dzięki którym odbywa się powyższa kooperacja. Każda warstwa z wyjątkiem 7 dostarcza usług warstwie sąsiedniej wyższej. Usługi w każdej warstwie realizowane są przez obiekty, które dalej nazywać będziemy stacjami (entities); w każdej warstwie może być ich kilka dla jednego systemu otwartego (rys. 6).

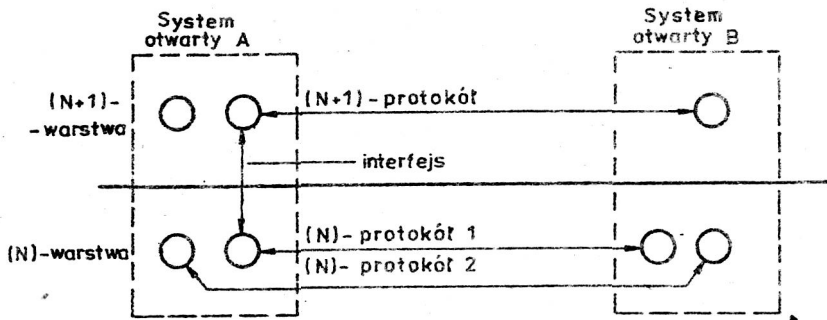


Rys. 6. Elementy Modelu Odniesienia - stacje, punkty dostępu do usług, połączenia.

Fig. 6. Elements of the Reference Model - entities, services access points, connections.

Usługi realizowane są przez stacje w oparciu o usługi warstwy sąsiedniej niższej oraz funkcje własne warstwy. Określanie usług realizowanych przez każdą warstwę z wyjątkiem warstwy 7 jest przedmiotem standaryzacji. Stacja korzysta z usług warstwy sąsiedniej niższej poprzez punkty dostępu do usług, rozróżniane poprzez swój adres. Stacje są rozróżniane w warstwie poprzez identyfikatory. Do wymiany informacji pomiędzy (N+1)-stacjami różnych systemów otwartych musi być ustanowione (N)-połączenie pomiędzy dwoma lub więcej (N)-punktami dostępu do usług (rys. 6). Połączenie takie jest ustanawiane zgodnie z regułami protokołu stosowanego w (N)-warstwie; zgodnie z tymi regułami następuje również rozłączanie (N)-połączenia. Aby funkcjonowało (N)-połączenie, muszą funkcjonować analogiczne połączenia na wszystkich niższych warstwach od N-1 do 1. Wymianę informacji między stacjami odbywa się przy pomocy standardowych jednostek informacji charakterystycznych dla każdej warstwy. Prace rozwojowe nad Modelem Odniesienia przewidują stosowanie bezpołączeniowej wymiany informacji pomiędzy stacjami tej samej warstwy; problemy te nie będą jednak przedmiotem dalszych rozważań.

Współdziałanie pomiędzy stacjami tej samej warstwy, zlokalizowanymi w różnych systemach otwartych odbywa się za pomocą protokołów (rys. 7).



Rys. 7. Elementy Modelu Odniesienia - protokoły, interfejsy.
Fig. 7. Elements of the Reference Model - protocols, interfaces.

Protokoły określają zbiory reguł i formatów wymiany informacji pomiędzy stacjami i stanowią przedmiot standaryzacji. Jak już wspomniano w ramach jednej warstwy może funkcjonować kilka stacji w jednym systemie otwartym. Oznacza to, że w ramach jednej warstwy może być stosowanych kilka protokołów. Współdziałanie pomiędzy stacjami sąsiednich warstw tego samego systemu otwartego odbywa się zgodnie z regułami interfejsów; nie podlegają one standaryzacji, ponieważ dotyczą komunikacji wewnątrz systemów.

4.2. Charakterystyka warstw

4.2.1. Warstwa fizyczna

Warstwa ta z jednej strony zapewnia możliwość korzystania z rzeczywistych fizycznych środków łączności, a z drugiej realizuje usługi dla warstwy liniowej. Jednostką informacji przesyłanych w połączeniach tej warstwy jest bit. Usługi polegają na przeźroczystej transmisji strumienia bitów pomiędzy dwoma stacjami warstwy liniowej (sąsiedniej wyższej) z zachowaniem ich kolejności. Protokoły określają własności mechaniczne, elektryczne i funkcjonalne warstwy, niezbędne dla aktywacji, utrzymywania i deaktywacji połączenia pomiędzy dwoma stacjami warstwy liniowej. W warstwie stosowane są dwa standardy protokołów: CCITT X.21 bis i CCITT X.21; opis ich można znaleźć w [6].

4.2.2. Warstwa liniowa

Warstwa dostarcza środków proceduralnych i funkcjonalnych dla ustanawiania, utrzymywania i zwalniania połączenia pomiędzy stacjami warstwy sieciowej. Jednostką informacji przesyłanych w połączeniach tej warstwy jest ramka. W warstwie realizowane są funkcje wykrywania i korekty błędów, które mogą powstać w warstwie fizycznej. Następną ważną funkcją jest sterowanie przepływem danych, to znaczy dostosowywanie tempa przesyłania ramek do możliwości odbiorczych stacji w warstwie sieciowej. Jeżeli warstwa nie może skorygować błędu, to fakt ten zgłasza do stacji warstwy sesji. W warstwie stosowane są dwa standardy protokołów warstwy liniowej: CCITT X.25.2 i ISO HDLC. Protokoły te stanowią rozwinięcie firmowego protokołu IBM SDLC. Obecnie dominuje w zastosowaniach X.25.2, który posiada dwie wersje LAP i LAP B. W sieciach komputerowych najczęściej stosowana jest wersja LAP B, w której wszystkie stacje warstwy łączy się równoprawne, tzn. że każda może inicjować i kończyć transmisję, w odróżnieniu od wersji LAP, w której wyróżnia się stacje pierwotne i wtórne. Opis standardów X.25.2 znajduje się w [6].

4.2.3. Warstwa sieciowa

Warstwa zapewnia środki proceduralne i funkcjonalne dla ustanawiania, utrzymywania i zwalniania połączeń sieciowych pomiędzy stacjami transportowymi. Jednostką informacji przesyłanych w połączeniach tej warstwy jest pakiet. W warstwie realizowane są funkcje niezbędne do maskowania różnic w charakterystykach różnych rodzajów transmisji. Usługi realizowane na każdym końcu połączenia sieciowego są takie same nawet wtedy, gdy połączenie sieciowe rozciąga się na kilka podsieci, w których każda posiada różne charakterystyki. Zakres usług jest uzgadniany pomiędzy stacjami transportowymi a warstwą siecią w trakcie ustanawiania połączenia sieciowego. Zakres usług obejmuje: zawiadamianie o błędach, zachowanie kolejności przesyłanych jednostek danych, zerowanie (usuwanie wszystkich jednostek danych z połączenia sieciowego). W warstwie realizowane są również funkcje wykrywania i korekty błędów; przy wykrywaniu błędów wykorzystywane są zgłoszenia z warstwy liniowej, a o nieskorygowanych błędach zawiadamiana jest warstwa transportowa. W warstwie stosowane są następujące protokoły:

- CCITT X.25.3,
- ISO/DIS 8208.

Istotnym uzupełnieniem Modelu Odniesienia jest wydany w 1984 r. dokument ISO [7] definiujący usługi tej warstwy świadczone na rzecz warstwy transportowej.

4.2.4. Warstwa transportowa

Warstwa zapewnia przeźroczysty transfer danych pomiędzy stacjami sesji, uwalniając je od wszystkiego, co wiąże się ze szczegółami niezawodnego i skutecznego transferu danych. Jednostki informacji przesyłane w warstwie nazwane zostały komunikatami. Podstawową usługą jest zapewnienie środków do ustanawiania, utrzymywania i rozłączania połączeń transportowych. Jakość usług dostarczanych przez połączenie transportowe zależy od klasy usługi, która jest wybierana przez stacje sesji podczas ustanawiania połączenia transportowego; każda klasa usług charakteryzuje się określonym podzbiorem funkcji realizowanych w warstwie. Funkcje realizowane w warstwie mogą być następujące:

- a) odwzorowanie adresów transportowych na adresy sieciowe,
- b) rozgałęzianie lub przełączanie połączeń transportowych,
- c) podział przesyłanych komunikatów na bloki,
- d) transfer przyspieszonych jednostek danych,
- e) wykrywanie i korekcja błędów w relacji end-to-end,
- f) sterowanie przepływem.

W celu optymalnego wykorzystania podsieci komunikacyjnej, odwzorowanie połączeń transportowych na połączenia sieciowe nie powinno być 1:1, dlatego może być stosowana multipleksacja kilku połączeń transportowych na jednym połączeniu sieciowym. Możliwe jest również funkcjonowanie jednego połączenia transportowego na kilku połączeniach sieciowych. Ważnym elementem usług transportowych jest możliwość utrzymania połączenia transportowego przy przerwaniu połączenia sieciowego; po stwierdzeniu takiej sytuacji warstwa podejmuje próby nawiązania nowego połączenia sieciowego.

Protokołem stosowanym w tej warstwie jest protokół transportowy ISO/DIS. 8073, zawierający specyfikację pięciu klas (0-4) [9]; standardem jest również zbiór usług określony w dokumencie IS/DIS8072 [8].

4.2.5. Warstwa sesji

Warstwa zapewnia środki niezbędne do kooperacji stacji prezentacji, synchronizacji ich dialogu i zarządzania wymianą danych pomiędzy nimi. Dla realizacji tego, warstwa sesji dostarcza usług ustanawiania, utrzymywania i rozłączania połączeń sesji pomiędzy dwoma stacjami prezentacji. Ponadto warstwa może dostarczać następujących usług:

- a) usługa kwarantanny,
- b) przyspieszona wymiana danych,
- c) zarządzanie interakcją,
- d) synchronizacja połączeń sesji,
- e) zgłaszanie stanów wyjątkowych.

W trakcie ustanawiania połączenia sesji negocjowany jest zakres usług. Usługa zarządzania interakcją pozwala ustanawiać typ interakcji wymiany danych; typy te mogą być następujące:

- a) dwustronna jednoczesna,
- b) dwustronna naprzemienna,
- c) jednostronna.

Funkcje warstwy sesji realizują potrzebne usługi oraz dodatkowo mogą obejmować:

- a) odwzorowanie połączeń sesji na połączenia transportowe,
- b) sterowanie przepływem,
- c) odtwarzanie połączenia sesji.

W ramach odwzorowania połączeń może być wybrana jedna z dwu możliwości:

- a) jedno połączenie transportowe może podtrzymywać kilka szeregowych połączeń sesji,
- b) kilka szeregowych połączeń transportowych podtrzymywanych jest przez jedno połączenie sesji.

W warstwie sesji stosowane są dwa standardy ISO, jeden określający usługi, a drugi protokół; usługi określone są w dokumencie ISO/DIS8326, a protokół w dokumencie ISO/DIS8327. W protokole przedstawione są trzy podzbiory różniące się zakresem realizowanych funkcji; kolejny podzbiór stanowi rozszerzenie poprzedniego.

4.2.6. Warstwa prezentacji

Warstwa zapewnia prezentację informacji w formie odpowiedniej dla stacji w warstwie aplikacji, zarówno w aspekcie postaci danych, jak i ich struktury. Odnosi się to tylko do syntaktyki, a nie do semantyki przesyłanych informacji. Stacje aplikacji mogą stosować różne syntaktyki; warstwa prezentacji zapewnia transformację tych syntaktyk na wspólną syntaktykę stosowaną w komunikacji pomiędzy stacjami aplikacji. Tak więc usługi realizowane na rzecz warstwy aplikacji obejmują:

- a) wybór syntaktyki,
- b) transformację syntaktyki.

Warstwa prezentacji posiada środki umożliwiające początkowy wybór syntaktyki odpowiedniej dla danej stacji aplikacji oraz, w razie potrzeby, jej modyfikację w trakcie przesyłania danych. Transformacja natomiast dotyczy konwersji kodów, znaków oraz struktur przesyłanych danych. Dla spełnienia tych usług w warstwie prezentacji realizowane są następujące funkcje:

- a) żądanie ustanowienia sesji,
- b) transfer danych,
- c) negocjacje i renegocjacje syntaktyki,

- d) transformacja syntaktyki, obejmująca transformację danych i formatów oraz transformacje specjalne np. kompresja danych,
- e) żądanie rozłączenia sesji.

Występują trzy wersje syntaktyki danych: syntaktyka stosowana przez nadającą stację aplikacji, stosowana przez odbierającą stację aplikacji i syntaktyka stosowana pomiędzy stacjami prezentacji (syntaktyka transferu). Warstwa prezentacji zawiera funkcje niezbędne do ich transformacji. Nie ma jednej z góry określonej syntaktyki transferu, która ma być stosowana na danym połączeniu stacji prezentacji, jest ona negocjowana pomiędzy tymi stacjami. Tak więc stacje prezentacji muszą znać syntaktyki stacji aplikacji i uzgadniać syntaktykę transferu. Protokoły warstwy prezentacji obejmują tylko syntaktyki transferu. Usługi i funkcje warstwy prezentacji ulegały w ostatnich latach głębokim zmianom przedstawianym w dokumentach roboczych ISO. Do chwili obecnej nie opracowano jeszcze standardów dla tej warstwy; przewiduje się, że do końca br. ukazać się dokumenty ze statusem DIS. Ostatnie dokumenty na ten temat mają status DP (Draft Proposal); dla usług - ISO/TC97/SC16/N1828 i dla protokołu - ISO/TC97/SC16/N1829.

4.2.7. Warstwa aplikacji

Warstwa zapewnia środki dostępu procesów aplikacyjnych do środowiska OSI. Procesy aplikacyjne wymieniają między sobą informacje za pomocą stacji aplikacyjnych, protokołów aplikacyjnych oraz usług warstwy prezentacji. Każdy proces aplikacyjny posiada stację aplikacji, która stanowi część Modelu Odniesienia OSI. Warstwa aplikacji jest jedyną, która dostarcza usług bezpośrednio procesom aplikacyjnym. Usługi te mogą być następujące:

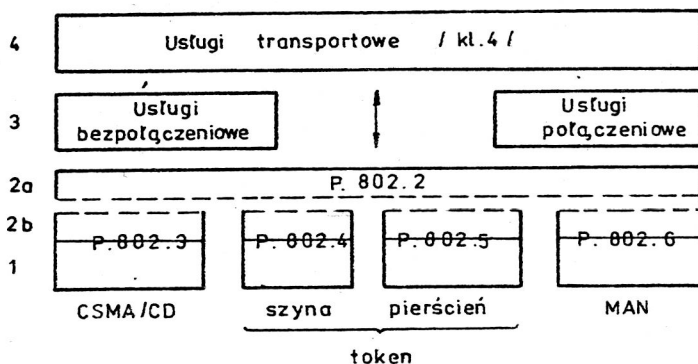
- a) identyfikacja partnerów, którzy zamierzają się komunikować,
- b) określanie bieżącej możliwości realizacji połączenia partnerów,
- c) ustalenie dopuszczalności ustanowienia połączenia,
- d) zgoda na stosowanie własnych mechanizmów,
- e) sprawdzenie autentyczności partnerów, którzy zamierzają się łączyć,
- f) określenie kosztów przydzielonego sposobu łączenia,
- g) określenie adekwatności zasobów,
- h) określenie możliwych jakości usług (czas odpowiedzi, dopuszczalna stopa błędów, koszt w porównaniu z f);
- i) synchronizacja kooperujących zastosowań,
- j) wybranie formy dialogu, włączając procedury inicjacji i rozłączania,
- k) uzgodnienie odpowiedzialności za wydobywanie się z błędów,
- l) uzgodnienie procedur sterowania i zachowania kompletności danych,
- m) sprawdzenie poprawności wybranej syntaktyki danych (zbiory znaków, struktura danych).

Warstwa realizuje wszystkie funkcje, które wynikają z komunikacji pomiędzy systemami otwartymi, a nie są spełniane przez warstwy niższe; funkcje te mogą być spełniane przez programy albo przez obsługę. Stacje aplikacji mogą mieć strukturę wewnętrzną grupującą funkcje; technika stosowana do wyrażania tej struktury nie jest przedmiotem rozważań w Modelu Odniesienia OSI. Osobne grupy funkcji stanowią: zarządzanie systemem, zarządzanie aplikacją oraz zarządzanie warstwą. Standaryzacja protokołów w tej warstwie jest najmniej zaawansowana. W 1984 r. miały się ukazać dokumenty definiujące usługi i protokół ze statusem WD Working Document, status IS planowany jest na lata 1987/88.

4.3. Przewidywany rozwój Modelu Odniesienia

Od czasu opracowania dokumentu [5] do chwili obecnej ukazało się wiele dokumentów roboczych ISO i CCITT oraz publikacji dotyczących rozwoju Modelu; na ich podstawie można wyróżnić następujące kierunki rozwoju Modelu:

1. Umieszczenie stosowanych już obecnie w sieciach komputerowych Usług: Wirtualnego Terminala, Transferu Zbiorów, Transferu Zadań w warstwie aplikacji; pierwotne propozycje lokalizowały te usługi w warstwie prezentacji lub w warstwach prezentacji i aplikacji. W warstwie aplikacji będą zatem funkcjonowały protokoły związane z realizacją powyższych Usług.
2. Rozszerzenie Modelu Odniesienia o usługi bezpołączeniowego przesyłania informacji. Zapoczątkowanie tej koncepcji nastąpiło w momencie włączenia do protokołu X.25.3 usługi przesyłania datagramów (1979 r.). Obecnie rozszerzono już bezpołączeniowe przesyłanie informacji na warstwy 4 i 5; odpowiednie dokumenty mają już status DIS.
3. Włączenie do Modelu Odniesienia Lokalnych Sieci Komputerowych (LAN). Przewiduje się, że sieci LAN będą również posiadały architekturę siedmiowarstwową; przy czym warstwy od sieciowej (włącznie) do aplikacyjnej powinny być identyczne jak dla rozległych sieci komputerowych; tylko dwie pierwsze warstwy będą posiadały inny zakres usług i inne protokoły (rys. 8).
4. Rozszerzenie Modelu Odniesienia o protokoły typu TELEMATIC opracowywane przez CCITT dla potrzeb TELETEX'u i FACSIMILE (rys. 9).
5. Rozszerzenie standaryzacji; dotychczas zostały opracowane lub są opracowywane standardy obejmujące usługi oraz protokoły poszczególnych warstw. Obecnie opracowywane są dokumenty robocze zmierzające do standaryzacji:
 - a) zarządzania warstwą,
 - b) opisów formalnych protokołów,
 - c) zarządzania siecią.

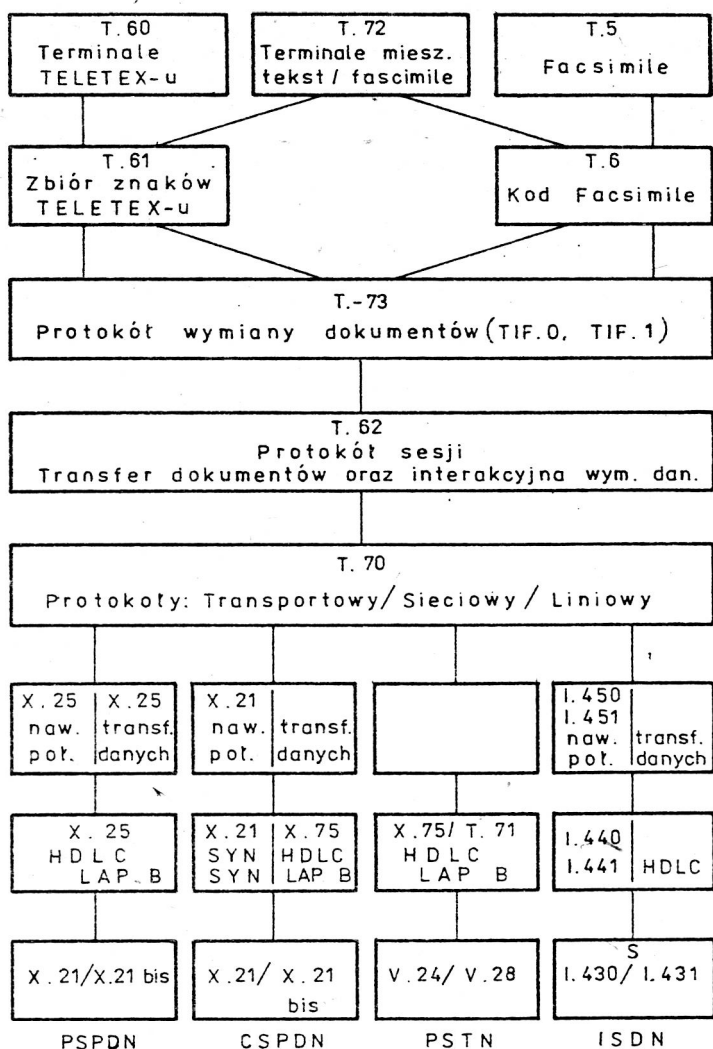


Rys. 8. Lokalne sieci komputerowe na tle Modelu Odniesienia
Fig. 8. Local Area Network in the Reference Model

Tabela 1 przedstawia plan prac ISO w zakresie standaryzacji usług i protokołów. Została ona opracowana na podstawie dokumentu ISO/TC97/SC16/N1723 z listopada 1983 r.

Tabela 1

Nazwa standardu	Faza			
	WD	DP	DIS	IS
Usługi i protokół transportowy zorientowany				
- usługi połączeniowe			11.83	7.84
- usługi bezpołączeniowe			11.83	7.84
Usługi i protokół sesji			11.83	9.84
Usługi i protokół prezentacji	11.83	7.84	7.85	7.86
Usługi i protokół transferu zbiorów	11.83	1.84	9.84	9.85
Usługi i protokół transferu i manipulacji zadaniami	11.83	7.84	7.85	7.86
Usługi i protokół wirtualnego terminala				
- klasa bazowa	11.83	2.85	2.86	2.87
- klasa generyczna	6.84	6.86	9.87	6.88
Usługi i protokół warstwy aplikacji	7.84	2.85	2.86	2.87



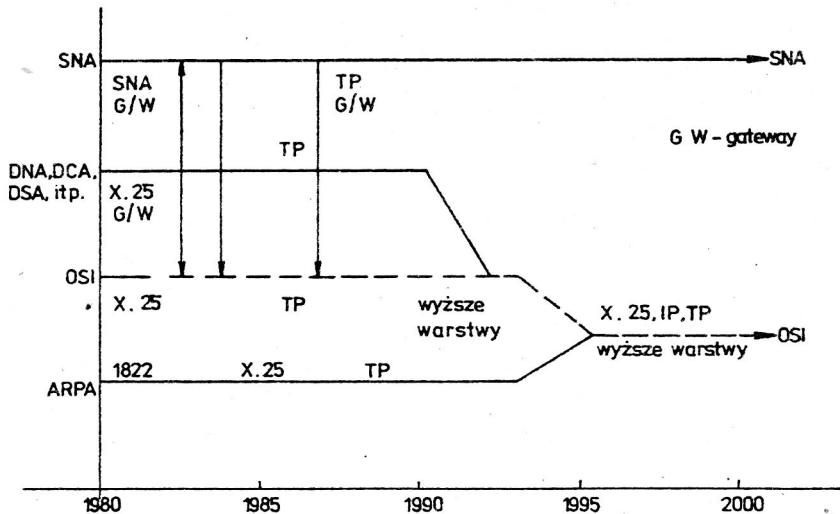
PSPDN - Publiczna sieć transmisji danych z komutacją pakietów
 CSPDN - Publiczna sieć transmisji danych z komutacją obwodów
 PSTN - Publiczna sieć telefoniczna
 ISDN - Sieć zintegrowana

Rys. 9. Protokoły TELEMATIC na tle Modelu Odniesienia wg [8]
 Fig. 9. TELEMATIC protocols in the Reference Model

Niezależnie od podanych wyżej kierunków rozwoju Modelu, rozwijane będą protokoły poszczególnych warstw. Każdy dokument dotyczący standardu protokołu zawiera wyrażne zapowiedzi rozwoju określonych fragmentów protokołu; na cele rozwojowe zarezerwowane są pojedyncze oktety i całe pola w komunikatach sterujących, do wykorzystania pozostają wolne kombinacje bitów w oktetach sterujących.

5. UWAGI KOŃCOWE

Producenci sieci komputerowych z jednej strony i organizacje standaryzacyjne z drugiej próbują osiągnąć ogólną akceptację swoich architektur sieciowych. Rywalizujące architektury zyskują w różnym stopniu akceptację użytkowników, przedsiębiorstw produkujących sprzęt komputerowy i organizacji lub resortów państwowych.



Rys. 10. Ewolucja architektur sieciowych.

Fig. 10. Migration of network architectures.

Przyjmując kryterium popularności, sieć SNA zajmuje wśród producentów sieci komputerowych miejsce czołowe. Dzięki temu architektura SNA stała się faktycznym standardem światowym. Wiodąca rola tej architektury jest umacniana przez stałe doskonalenie. Rozszerzane są usługi przetwarzania sieciowego (np. warstwy aplikacji - DIA/DCA itp.), są tworzone warunki przetwarzania międzysieciowego, przy jednoczesnym utrzymywaniu tożsamości tej sieci.

Architektury firmowe innych producentów ewoluują w kierunku Modelu Odniesienia OSI, stopniowo obejmując standardy OSI.

Przewiduje się, że z początkiem lat 90-tych protokoły dla Modelu OSI zostaną zdefiniowane. Pozwoli to wielu dostawcom na oferowanie produktów sieciowych kompatybilnych z Modelem OSI. Równolegle firma IBM będzie trwać przy architekturze SNA.

Kierunki rozwoju architektur sieciowych przedstawiono na rys. 10 [4]. W połowie lat 90-tych będą dominowały tylko dwie: SNA i zgodna z Modelem Odniesienia OSI. Prawdopodobnie żadna z nich nie uzyska przewagi: będziemy świadkami ich koegzystencji.

Spis literatury

1. Green B.E.: An introduction to network architectures and protocols, IBM Systems Journal, vol. 18, No 2, 1979, str. 202-221.
2. Cypser R.J.: Communications Architecture for Distributed Systems, Addison - Wesley Publishing Company, 1978, str. 201-203.
3. Bartik J.: OSI: From model to prototype as commerce tries to keep pace, Data Communications, Vol. 13, No 3, 1984, str. 307-319.
4. Passmore L.D.: The networking standards collision, Datamation, Vol. 31, No 3, 1985, str. 98-108.
5. Information processing systems - Open systems interconnection - Basic reference model. ISO/DIS7498, 1982-10-22. ISO/TC97/SC16/M1562.
6. CCITT Yellow Book. Vol. VIII. Recommendations X-1 - X.29. Geneva, Nov. 1980.
7. Information processing systems - Data communications - Network service definition. ISO/DIS8348. 1984-10-05.
8. Information Processing Systems - Open System Interconnection - Transport Service Definition. ISO/DIS8072 rev. 1984-06-27.
9. Information Processing Systems - Open System Interconnection - Connection oriented transport protocol specification. ISO/DIS8073 rev. 1984-06-27.
10. Karlo Nemeth - Stand und entwicklungstendenzen der Telematic - Protokolle. Tagung "Kommunikation in Verteilten Systemen" Karlsruhe, RFN, 1985.

MODELS OF WIDE AREA NETWORK

Wide Area Network are the systems, which have very complicated structures. In order to projecting and future development layers - models are assumed. In the paper structures of that models are described, also examples of computer networks are shown. More detail, Reference Model of ISO/OSI is described, including functions, services in each layer and protocols used for exchange of informations. Next, general directions of development of computer network are presented.

Модели Глобальных Вычислительных Сетей.

Глобальные Вычислительные Сети это системы большой сложности. К целям проектирования и развития принимается слоевые модели. В статье представлена идея построения слоевых моделей представлены примеры некоторых вычислительных сетей. Подробно описана Эталонная Модель МОС, с перечислением функций и услуг, сгруппированных в слои а также протоколы обмена информации. На конец определены направления развития архитектуры вычислительных сетей.

lokalne sieci komputerowe,
usługi sieciowe,
modele sieci lokalnych

Marian BUDKA *

MODELE I USŁUGI SIECI LOKALNYCH (LAN)

W pracy przedstawiono podstawowe usługi lokalnych sieci komputerowych na tle warstwowego modelu architektury LAN, w tym m.in. transfer zbiorów, wirtualny terminal i pocztę elektroniczną. Dla analizy gotowości lokalnej sieci komputerowej zaproponowano model sieci w postaci grafu ze zbiorami zadań zleczanych przez użytkowników oraz zbiorami zasobów. Przedstawiono również miarę gotowości sieci do realizacji usług.

1. WPROWADZENIE

Rozwój usług informatycznych w ostatnich kilku latach, obok masowego wprowadzenia komputerów osobistych różnych klas, charakteryzuje się powszechną tendencją do integracji rozproszonych systemów i urządzeń informatyki. Pod pojęciem "integracji" rozumie się tutaj integrację komunikacyjną zapewniającą szybki i niezawodny transfer danych pomiędzy rozproszonymi systemami, przy czym problem fizycznej odległości tych systemów jest zagadnieniem drugorzędym. Oznacza to, że w pewnych dziedzinach wynikających z zastosowanej techniki transmisji danych, problem odległości nie istnieje.

Tendencja do integracji rozproszonych systemów informatycznych prowadzi do tworzenia sieci komputerowych różnego typu, w tym głównie otwartych sieci komputerowych (WAN), lokalnych sieci komputerowych (LAN), firmowych sieci komputerowych, sieci terminali, itp. Podstawowym zadaniem sieci jest zapewnienie szybkiego i niezawodnego dostępu do zasobów użytkownikom sieci, niezależnie od geograficznego i logicznego usytuowania żadanego zasobu i użytkownika. Spełnianie tego zadania przez sieć zapewnia zwiększenie efektywności wykorzystania zasobów wprowadzonych do sieci i zwiększa komfort pracy użytkownika.

W ciągu ostatnich kilku lat szczególny rozwój obserwuje się w dziedzinie lokalnych sieci komputerowych (LAN). Obejmuje on zarówno podstawy teoretyczne, standaryzację protokołów komunikacyjnych, jak i rozwój środków technicznych umożliwiających tworzenie (LAN), czy też

* Instytut Informatyki Politechniki Śląskiej, ul. Petrowskiego 16, 44-100 Gliwice

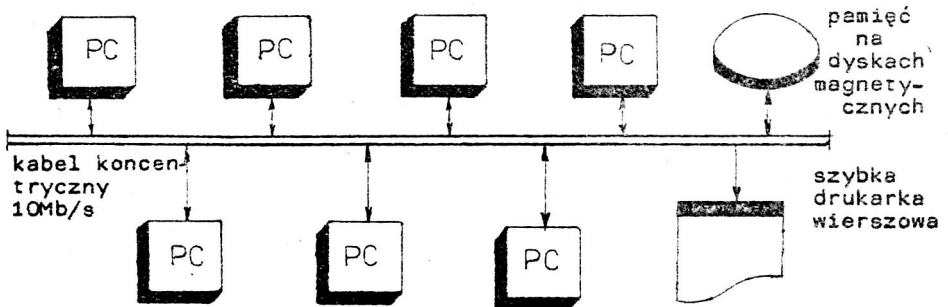
w końcu szereg konkretnych aplikacji użytkowych.

Zastosowania lokalnych sieci komputerowych obejmują systemy automatyzacji prac biurowych, zarówno administracyjnych, jak i komputerowego wspomaganie projektowania, w bankach, centralach handlowych, instytutach badawczych i biurach projektowo-konstrukcyjnych, systemy rozszerzonego wielodostępu w centrach obliczeniowych wyposażonych w duży system komputerowy, systemy zbierania i przetwarzania danych w czasie rzeczywistym i w końcu systemy sterowania procesami przemysłowymi, transportem, itp.

Mimo różnych zastosowań, pewne typy usług w lokalnych sieciach komputerowych są charakterystyczne dla wszystkich LAN. Są to przede wszystkim:

- transfer zbiorów,
- transfer zadań,
- wirtualny terminal,
- teleks: terminal-terminal, indywidualny i grupowy,
- poczta elektroniczna z buforowaniem wiadomości.

Typowym przykładem lokalnej sieci komputerowej lat osiemdziesiątych jest sieć profesjonalnych komputerów osobistych, ze wspólną pamięcią masową na dyskach magnetycznych i np. szybką drukarką wierszową dostępną dla każdego użytkownika. Może to być sieć instytutu badawczego pracującego nad rozwiązywaniem zagadnień z dość wąskiej dziedziny wiedzy, gdzie występują bazy danych przydatne wielu użytkownikom LAN.



Rys.1. Sieć komputerów osobistych PC

Fig.1. Personal computer network

Wobec realizacji usług lokalnych sieci komputerowych w systemach o ograniczonym oddaleniu fizycznym, tzn. zlokalizowanych w jednym laboratorium, jednym budynku lub w kilku budynkach oddalonych od siebie o 500m - kilku kilometrów, istnieje potrzeba integracji komunikacyjnej całych LAN. Stąd też jedną z podstawowych funkcji komunikacyjnych lokalnych sieci komputerowych jest umożliwienie łączenia ich z innymi sieciami lokalnymi, otwartymi czy firmowymi.

2. FUNKCJE KOMUNIKACYJNE I USŁUGI LOKALNYCH SIECI KOMPUTEROWYCH

2.1. Funkcje komunikacyjne

Cele i zadania lokalnych sieci komputerowych sprawiają, że są one systemami zorientowanymi na użytkownika poprzez zapewnienie szerokiego wachlarza usług sieciowych. Usługi te decydują o jakości sieci, a dobierane są w zależności od typu i przeznaczenia LAN.

Obok wykonywania usług sieciowych poszczególne minihosty, np. komputery osobiste (PC), realizują szereg funkcji komunikacyjnych niezbędnych do zapewnienia niezawodnego transferu danych w sieci. Z uwagi na stosunkowo niewielką moc obliczeniową minihostów przyjęto zasadę ich minimalnego obciążenia funkcjami komunikacyjnymi odpowiadającymi za transfer wiadomości (komunikatu) pomiędzy minihostem źródłowym i docelowym, tzn. warstw od fizycznej do transportu włącznie. Uzyskuje się to co najmniej dwoma sposobami, a mianowicie poprzez:

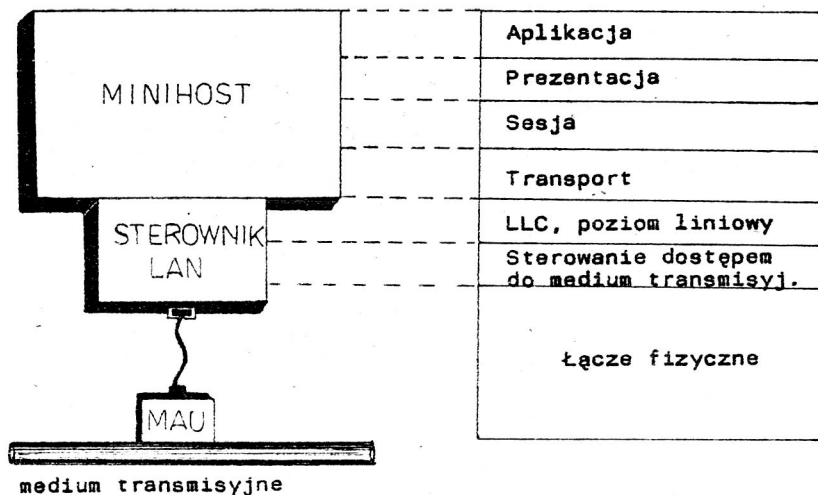
- uproszczenie protokołów komunikacyjnych
- wyposażenie minihostów w sterowniki umożliwiające podłączenie do medium transmisyjnego, np. kabla koncentrycznego lub łącza światłowodowego oraz realizację funkcji komunikacyjnych niższych warstw poza minihostem.

Przykładowy podział funkcji komunikacyjnych pomiędzy minihost i sterownik lokalnej sieci komputerowej dla LAN wg standardu P.802/IEEE przedstawiono na rys.2.

W rozwiązaniu przedstawionym na rys.2 przyjęto uproszczenie, że na każdym połączeniu liniowym (LLC) może być założony tylko jeden kanał logiczny, co pozwoliło pominąć warstwę sieciową i przez to odciążyć znacznie minihosty od realizacji funkcji komunikacyjnych tej warstwy.

Przy założeniu, że implementowany poza minihostem protokół warstwy LLC jest zorientowany połączeniowo, np. w P.802.2 - tryb 2, znacznemu ograniczeniu mogą ulec funkcje komunikacyjne warstwy transportowej.

Minimalny zestaw funkcji komunikacyjnych tej warstwy, zapewniający niezawodny transfer wiadomości pomiędzy dwoma stacjami LAN może być określony następująco:



Rys.2. Przykładowy podział funkcji komunikacyjnych pomiędzy minihost i sterownik LAN; MAU-układ nadawczo-odbiorczy z fizycznym połączeniem do medium transmisyjnego; LLC - Logical Link Control

Fig.2. The sample division of communication functions between minihost and LAN controller; MAU - media access unit, LLC - logical link control

- segmentacja i składanie wiadomości,
- numeracja bloków i adresowanie,
- przechowywanie duplikatu wiadomości,
- sygnalizacja przesyłania ostatniego bloku wiadomości,
- potwierdzanie wiadomości,
- retransmisja wiadomości przy braku potwierdzenia w określonym przedziale czasu (TIME OUT).

Z uwagi na niewielką moc obliczeniową minihostów oraz na fakt, że zazwyczaj ich systemy operacyjne są systemami jednozadaniowymi, możliwe są również uproszczenia protokołów wyższych warstw, w tym warstwy aplikacji, mimo szerokiego wachlarza usług sieciowych.

2.2. USŁUGI LOKALNYCH SIECI KOMPUTEROWYCH

Lokalne sieci komputerowe zwiększają komfort obliczeniowy użytkowników oraz umożliwiają efektywne wykorzystanie zasobów sieci, które z natury są przeznaczone dla wielu użytkowników. Zatem sieci takie powinny oferować użytkownikom zestaw usług sieciowych dla realizacji tych celów.

Dla danej konfiguracji lokalnej sieci komputerowej, danej liczby użytkowników, średnich strumieni zadań poszczególnych typów i danych protokołów komunikacyjnych istnieje OPTIMALNY ZESTAW USŁUG SIECIOWYCH dla zadanego kryterium jakości pracy sieci, związanego z wykonywaniem zadań użytkownika.

Zwiększenie zestawu usług prowadzi do podniesienia efektywności obsługi użytkowników z jednej strony oraz do większego obciążenia minihostów, co może wydłużyć czas obsługi użytkowników, z drugiej strony. Jeżeli oznaczyć przez $U = \{u_1, u_2, \dots, u_r\}$ zbiór (zestaw) usług sieciowych u_i , a przez $E(T)$ wartość średnią czasu wykonania zadania użytkownika w sieci, to optymalny zestaw usług U_{opt} dobierany może być z zależności (1).

$$[E(T)]_{\min} = \min_U \{E(T)\} \quad (1)$$

Oznacza to, że zbiór usług U , dla którego wartość średnia czasu wykonania zadania użytkownika w sieci przyjmuje minimum, jest optymalnym zbiorem usług dla danej sieci - U_{opt} .

Wyznaczenie U_{opt} jest możliwe jedynie drogą symulacji lub poprzez doświadczalną eksploatację rzeczywistej sieci lokalnej. To ostatnie jest ułatwione przez modułową strukturę oprogramowania warstwy aplikacji zawierającą m.in. moduł transferu zbiorów, moduł wirtualnego terminala itd.

2.2.1. Transfer zbiorów

Jest to podstawowa usługa lokalnych sieci komputerowych zapewniająca możliwość przekazywania zbioru jednego minihosta do innego, do pamięci masowej wspólnej dla systemów mikrokomputerowych włączonych do LAN, lub do szybkiego urządzenia wyjściowego, np. szybkiej drukarki wierszowej (por. rys.1.).

Transfer zbiorów jest związany z następującymi funkcjami:

- transformację zbioru do postaci standardowej dla danej sieci lub przynajmniej kompatybilnej do reprezentacji standardowej,
- właściwym transferem zbioru zapewniającym przenoszenie całych zbiorów lub ich części pomiędzy adresowanymi stacjami LAN, zakładanie zbiorów, adresację bloków wewnątrz zbiorów oraz transfer danych do i ze zbiorów,
- modyfikacjami zbioru polegającymi na uaktualnianiu informacji, zmianach nazw i innych operacjach na informacji o zbiorach.

Zatem funkcje transferu zbioru są realizowane w dwóch najwyższych warstwach architektury sieci lokalnych, tzn. w warstwie aplikacji i prezentacji jak to pokazano na rys. 3.

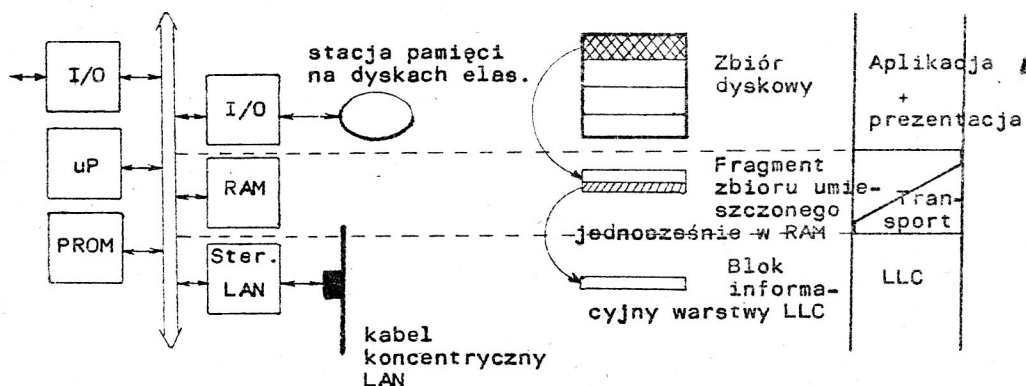
APLIKACJE	- transfer właściwy zbioru - modyfikacje zbioru
PREZENTACJA	- transformacja zbioru

Rys.3. Funkcje transferu zbiorów
Fig.3. File transfer functions

Rozważając szczegółowo usługi transferu zbiorów w lokalnych sieciach komputerowych, należy rozważyć dwa przypadki przenoszenia zbiorów pomiędzy stacjami LAN, a mianowicie:

- przenoszenie zbioru umieszczonego w całości w pamięci operacyjnej minihosta nadawczego
- przenoszenie zbioru umieszczonego w lokalnej pamięci masowej minihosta np. na dyskach elastycznych, który to zbiór ze względu na rozmiar nie może być w całości umieszczony w pamięci operacyjnej minihosta.

Przypadek drugi, jako szerszy zostanie rozważony pokrótce dla przedstawionej na rys.4 konfiguracji przykładowego minihosta.



Rys.4. Fazy przenoszenia zbioru dyskowego minihosta
Fig.4. Phases of file transfer

222. Wirtualny terminal, terminal-terminal i poczta elektroniczna

Ta usługa sieciowa polega na umożliwieniu pracy terminala dowolnego minihosta lokalnej sieci komputerowej.

O ile usługa ta jest podstawową dla sieci dalekiego zasięgu (WAN), o tyle w lokalnych sieciach komputerowych jej znaczenie zmalało. Z jednej strony wynika to z porównywalnych mocy obliczeniowych minihostów włączonych do LAN, z drugiej zaś z dostępności wspólnych zasobów, np. baz danych umieszczonych we wspólnej pamięci masowej, dla wszystkich użytkowników

sieci bez konieczności ingerencji innych minihostów poza minihostem, do którego włączony jest użytkownik - terminal.

W lokalnych sieciach komputerowych z uwagi na ich typowe zastosowania, usługi wirtualnego terminala zostały zamienione na prostsze usługi typu teleks (terminal-terminal) czy poczta elektroniczna, służące do sprawnego przekazywania informacji, zazwyczaj tekstów, pomiędzy użytkownikami LAN.

Różnica pomiędzy usługą typu teleks i pocztą elektroniczną wynika ze sposobu przekazywania wiadomości pomiędzy dwoma lub wieloma użytkownikami. W pierwszym przypadku odbywa się to bezpośrednio w czasie rzeczywistym, np. przekazanie tekstu ekranu monitora minihosta A na ekran monitora minihosta B. W drugim zaś przypadku przekazanie informacji związane jest z jej buforowaniem i przekazywaniem adresatowi na jego żądanie.

2.2.3. Transfer zadań

Jest to najwyższa forma usług sieciowych zapewniająca przeźroczystość urządzeniowo-systemową sieci, umożliwiającą zlecenie zadań użytkownika do sieci bez wykonywania czynności organizacyjnych związanych z realizacją tego zadania.

Podobnie jak w przypadku wirtualnego terminala, w przypadku typowej lokalnej sieci komputerów osobistych znaczenie usługi transferu zadań znacznie straciło na znaczeniu. Wynika to z porównywalnych mocy obliczeniowych poszczególnych minihostów oraz braku systemu nadzorczego w lokalnej sieci.

Jedną z uproszczonych wersji transferu zadań spotykana w LAN jest dynamiczny rozdział zasobów pomiędzy minihosty dla zapewnienia dużej efektywności obsługi użytkowników. Dotyczy to rozdziału bez danych, translatorów, bibliotek programów standardowych itp. pomiędzy pamięci zewnętrzne minihostów o stosunkowo małej pojemności. Zasady rozdziału zasobów wynikają z procedur optymalizacji $E(T)$ dla zadanej konfiguracji sieci, protokołów komunikacyjnych i strumieni poszczególnych typów.

3. MODEL LOKALNEJ SIECI KOMPUTEROWEJ DLA OCENY JEJ GOTOWOŚCI

Realizacja usług lokalnych sieci komputerowych jest uwarunkowana sprawnością poszczególnych komponentów sieci oraz dostępnością zasobów. Zasoby sieci są z natury przeznaczone dla wielu użytkowników, zaś możliwość jednoczesnego korzystania z nich przez maksimum kilku czy kilkunastu użytkowników powoduje, że są momenty czasu, w których określone zasoby stają się niedostępne dla użytkowników.

Lokalna sieć komputerowa, podobnie jak każdy system komputerowy, jest systemem naprawialnym. Oznacza to, że w przypadku uszkodzenia dowolnego komponentu LAN w wyniku naprawy (odnowy) może nastąpić przywrócenie jego właściwości funkcjonalnych.

Z punktu widzenia użytkownika LAN istotną jest możliwość wykonania jego zadań w sieci poprzez realizację usług sieciowych. Poza ograniczonym zestawem zadań zwykle nieistotne jest miejsce wykonania zadania.

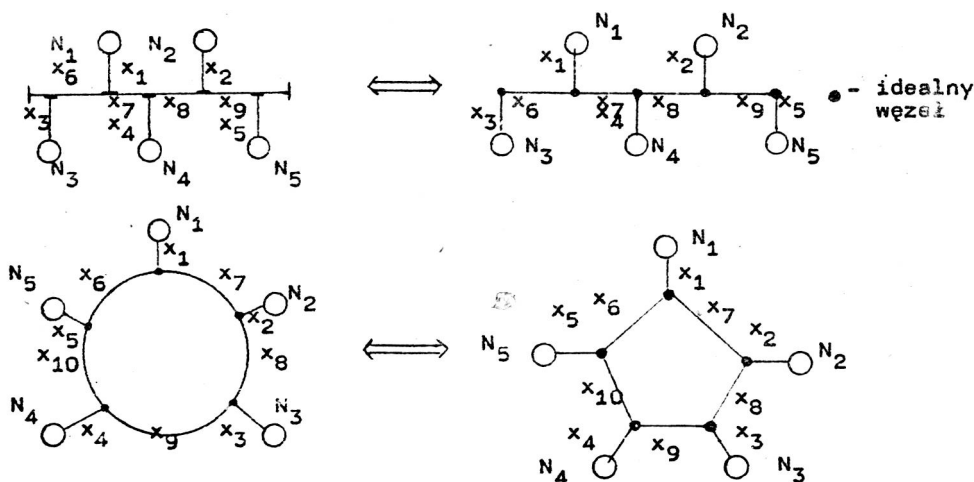
Rozważmy model lokalnej sieci komputerowej adekwatny dla oceny gotowości LAN do wykonywania zadań zlecanych przez użytkowników.

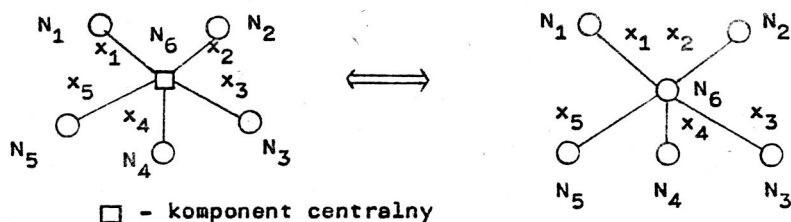
Niech dany będzie graf $G(N, X)$ określony topologią sieci, gdzie $N = \{N_1, N_2, \dots, N_n\}$ jest zbiorem wierzchołków odpowiadających węzłom sieci, tj. minihostom, zasobom i terminalom, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_m\}$ jest zbiorem gałęzi odpowiadających fizycznym połączeniom pomiędzy komponentami sieci.

Poszczególnym wierzchołkom grafu $G(N, X)$ przyporządkowane są zbiory zasobów oraz zbiory zadań zlecanych przez dany węzeł do wykonania w LAN. Do oznaczenia zasobów i zadań zastosowano wspólną konwencję, tzn. również zasoby definiowane są możliwością pokrycia określonych zadań użytkownika sieciowego, tj. wykonania zadań $J \in J$, gdzie $J = \{J_1, J_2, \dots, J_l\}$ jest zbiorem zadań, jakie mogą być wykonane w sieci.

Przez J^i oznaczono zbiór zadań zlecanych przez węzeł i -ty - N_i do wykonania w sieci, a przez J^{*j} zbiór zasobów j -tego węzła. Zarówno $J^i \subseteq J$ jak i $J^{*j} \subseteq J$.

Rozważmy przykładowe konfiguracje lokalnych sieci komputerowych typu "szyna" - BUS, "pierścienia" - RING oraz "gwiazda" - STAR, przy założeniu, że zasoby sieci są dostępne w poszczególnych minihostach (rys.5). Grafy $G(N, X)$ będące modelami LAN są w takim przypadku zdefiniowane przez topologię sieci.



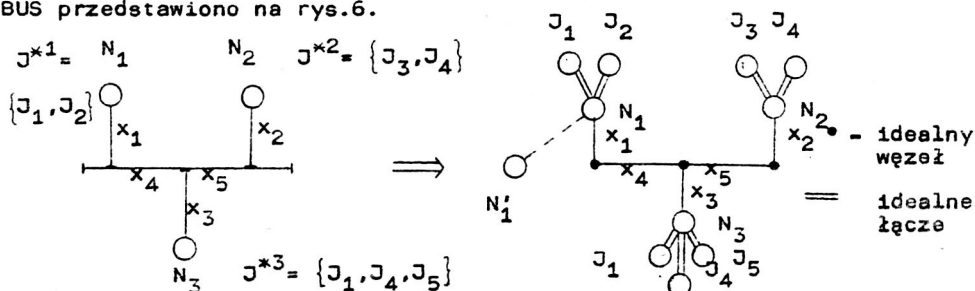


□ - komponent centralny

Rys. 5. Przykładowe topologie LAN i ich modele $G(N,X)$

Fig. 5. The sample LAN topologies and their models $G(N,X)$

Przedstawione na rys.5 modele lokalnych sieci komputerowych odnoszą się do przypadków, gdy dostęp do zasobów jest równoważny z dostępem do poszczególnych minihostów N_i . Zazwyczaj zasoby zlokalizowane w danym minihoście są dostępne niezależnie, np. translatory różnych języków programowania, szybka drukarka i baza danych umieszczona na dyskach magnetycznych itp. Zatem dla oceny gotowości LAN do wykonywania zadań zleczanych przez użytkowników sieciowych bardziej adekwatny jest model traktujący zasoby jako oddzielne węzły lokalnej sieci. Taki model dla sieci typu BUS przedstawiono na rys.6.



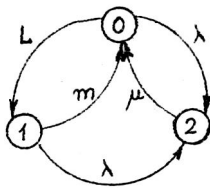
Rys. 6. Model lokalnej sieci komputerowej z uwzględnieniem niezależnego dostępu do zasobów

Fig. 6. Local Area Network model taking into account an independent access to resources

Modyfikację modelu LAN dla przypadku, gdy użytkownik i -tego minihosta chce korzystać z zasobów J^{x1} , tzn. własnego minihosta (np. zdalny użytkownik) przedstawiono linią przerywaną na rys.6, gdzie wierzchołek N_1' odpowiada np. terminalowi tego użytkownika.

Z kolei model każdego z węzłów lokalnej sieci komputerowej, tzn. minihosta, zasobu czy inteligentnego terminala, musi uwzględniać jego stany - sprawności, uszkodzenia i chwilowego braku gotowości, np. na skutek zajętości buforów.

Graf stanów tak rozumianego węzła LAN przedstawiono na rys.7.



- "0" - stan sprawności węzła
- "1" - stan chwilowego braku gotowości
- "2" - stan uszkodzenia węzła
- λ - intensywność uszkodzeń
- μ - intensywność napraw
- L - intensywność osiągnięcia stanu chwilowego braku gotowości
- m - intensywność odzyskiwania stanu gotowości

Rys.7. Graf stanów węzła lokalnej sieci komputerowej
Fig.7. The state graph of a LAN node

Przyjęcie do analizy lokalnej sieci komputerowej modelu w postaci grafu $G(N, X)$ przy założeniu, że model węzłów $N_i \in N$ ujmuje stany chwilowego braku gotowości i uszkodzenia, pozwala na określenie gotowości LAN z uwzględnieniem obciążeń poszczególnych komponentów sieci.

4. MIARY GOTOWOŚCI LAN DO WYKONANIA USŁUG SIECIOWYCH

W dalszej części pracy zostaną rozważone miary gotowości lokalnej sieci komputerowej do wykonywania usług typu transfer zbioru i realizacji połączenia "terminal-terminal". Analogicznie rozważyć można pozostałe usługi sieciowe.

4.1. Gotowość do transferu zbiorów

Rozważony zostanie przypadek transferu zbioru do węzła N_1 np. zbioru dyskowego stanowiącego fragment bazy danych, która stanowi zasoby J_r węzłów N_j , tzn. $J_r \in J^*J$. Oznacza to, że J_r jest zadaniem zlecanym przez i -ty węzeł czyli $J_r \in J^i$.

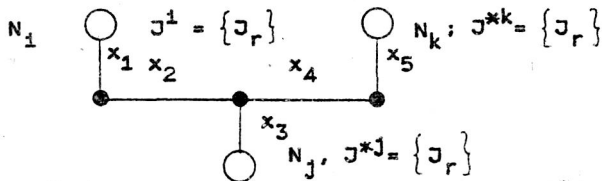
Zatem zdarzenie E_1^r zdefiniowane jako możliwość wykonania r -tego zadania (J_r) na ządanie i -tego węzła, jest zdeterminowane istnieniem ścieżek Pt_{ij} od N_1 do N_j oraz N_k , których komponenty są sprawne, oraz dostępnością zasobów J_r w tych węzłach, czyli:

$$(E_1^r = 1) \Leftrightarrow [(\exists N_j \in N, J_r \in J^*J, N_j = 1) \cap (\exists Pt_{ij}, Pt_{ij} = 1)]$$

zaś miarę gotowości $A_1^r(t)$ sieci do wykonania usługi transferu zbioru do węzła N_1 z dowolnego węzła N_j definiuje się jako prawdopodobieństwo zdarzenia E_1^r analogicznie jak w pracach [4], [2].

$$A_1^r(t) = P \{ E_1^r = 1 \}$$

Poszczególne ścieżki Pt_{ij} stanowią łańcuchy węzłów i łączy rozpoczynające się od N_1 i kończące się w N_j . Interpretacja poszczególnych oznaczeń jest przedstawiona na rys.8.



Rys. 8. Model lokalnej sieci komputerowej do transferu zbioru z węzła N_j i N_k do węzła N_1

Fig. 8. Model of local area network for file transfer from N_j and N_k - node to N_1 -node

Zatem $E_1^r = N_1 x_1 x_2 x_4 x_5 N_k \cup N_1 x_1 x_2 x_3 N_j$,

a w przypadku większej liczby węzłów posiadających w zbiorze swoich zasobów J_r , w wyrażeniu określającym E_1^r występowałoby odpowiednio więcej składników.

Z kolei miarą gotowości sieci lokalnej do wykonania tej usługi jest prawdopodobieństwo zdarzenia E_1^r , tzn.

$$\begin{aligned} A_1^r(t) &= P\{E_1^r = 1\} = P\{N_1 x_1 x_2 x_4 x_5 N_k \cup N_1 x_1 x_2 x_3 N_j\} = \\ &= P\{N_1 x_1 x_2 x_4 x_5 N_k\} + P\{N_1 x_1 x_2 x_3 N_j\} - P\{N_1 x_1 x_2 x_3 x_4 x_5 N_k N_j\} = \\ &= p_{N_1} p_1 p_2 p_4 p_5 p_{N_k} + p_{N_1} p_1 p_2 p_3 p_{N_j} - p_{N_1} p_1 p_2 p_3 p_4 p_5 p_{N_k} p_{N_j}, \end{aligned}$$

gdzie $p_{N_1} = P\{N_1=1\}$
 $p_i = P\{x_i=1\}$

Zarówno p_{N_1} , jak i p_i są funkcjami czasu, przy czym $p_1(t)$ jest funkcją niezawodności i-tego odcinka medium transmisyjnego lub kabla łączącego rozgałęźnik medium z minihostem. Może on być zatem obliczony z zależności:

$$p_1(t) = e^{-\lambda_1 t}$$

przy założeniu wykładniczego rozkładu czasów do uszkodzeń, gdzie λ_1 jest intensywnością uszkodzeń tego odcinka.

Obliczenie prawdopodobieństwa poprawnej pracy węzła N_1 i jego gotowości do wykonywania zadań jest możliwe przy wykorzystaniu modelu węzła sieci LAN z rys. 7.

Układ równań różniczkowych odpowiadający temu modelowi [2] jest następujący:

$$\begin{aligned} \frac{dP_0(t)}{dt} &= -(\lambda + L)P_0(t) + \mu P_1(t) + \mu P_2(t) \\ \frac{dP_1(t)}{dt} &= LP_0(t) - (\lambda + \mu)P_1(t) \end{aligned}$$

$$\frac{dP_2(t)}{dt} = \lambda P_0(t) + \lambda P_1(t) - \mu P_2(t)$$

gdzie $P_0(t)$, $P_1(t)$ i $P_2(t)$ są to odpowiednio prawdopodobieństwa przebywania węzła w stanie 0, 1 i 2.

Zaś dla i-tego węzła:

$$p_{N_i}(t) = P_0(t)$$

Parametry L i m są szacowane jako:

$$\begin{cases} L = \alpha L_{\max} & ; \alpha \in [0,1] \\ m = \gamma m_{\max} & ; \gamma \in [0,1] \end{cases}$$

gdzie

$$L_{\max} = \frac{3600 \beta n_b f}{C}$$

β - współczynnik wypełnienia (obciążenia) kanału komunikacyjnego (S/S)

n - liczba kanałów komunikacyjnych i-tego węzła LAN

f - szybkość transmisji w kanale komunikacyjnym (b/s)

C - minimalna pojemność pamięci buforowej w węzłach LAN (minihostach) niezbędna do dokonania transferu zbioru lub jego fragmentu (b)

oraz

$$m_{\max} = \frac{3600f}{C + t_0 f}, \text{ gdzie}$$

t_0 - średni czas opóźnienia transferu zbioru lub jego fragmentu wynikający z przetwarzania w węzle LAN, tzn. programowej obsługi transferu.

Szczegółowe metody wyznaczania gotowości $A_1^r(t)$ przedstawione są w pracach [4],[2].

4.2. Gotowość do połączenia "terminal-terminal"

Gotowość do wykonania usługi typu teleks, tzn. zestawienie połączenia "terminal-terminal", odpowiada tzw. "terminal reliability", tzn. prawdopodobieństwu uzyskania połączenia pomiędzy określoną parą węzłów sieci LAN.

Oznaczmy przez E_{ij} zdarzenie polegające na możliwości zestawienia połączenia pomiędzy i-tym i j-tym węzłem sieci LAN, odpowiadającym odpowiednio terminalom N_i i N_j .

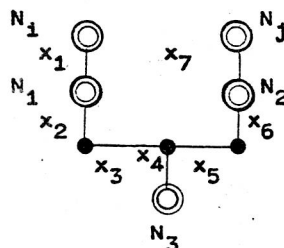
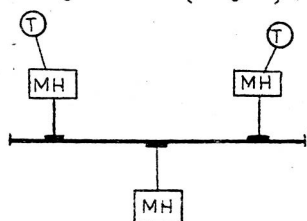
Zatem zdarzenie E_{ij} może być określone następującą zależnością:

$$(E_{ij} = 1) \Leftrightarrow (\exists Pt_{ij}; Pt_{ij} = 1)$$

Dla przykładowej konfiguracji sieci z rys.9 wyrażenie określające E_{ij} ma postać:

$$E_{1j} = N_1 x_1 N_1 x_2 x_3 x_5 x_6 N_2 x_7 N_j, \quad a$$

$$A_{1j}(t) = P \{ E_{1j} = 1 \} = P_{N_1} P_1 P_{N_1} P_2 P_3 P_5 P_6 P_{N_2} P_7 P_{N_j}$$



MH - minihost

Rys.9. Przykładowa konfiguracja LAN dla usługi "terminal-terminal"
Fig.9. The sample topology of LAN for terminal-terminal services

5. WNIOSKI I UWAGI KOŃCOWE

Przedstawiony w pracy model lokalnych sieci komputerowych z jednej strony ujmuje mechanizmy podstawowych usług sieciowych umiejscowione w architekturze warstwowej LAN (podrozdział 2), z drugiej zaś pozwala oszacować pewne miary jakości pracy sieci pod kątem realizacji usług takich jak: transfer zbiorów, wirtualny terminal, transfer zadań, pocztę elektroniczną i połączenie teleksowe typu terminal-terminal.

Miary jakości pracy LAN związane z realizacją usług dla użytkowników bazujące na pojęciu gotowości sieci do wykonywania zadań i modelu przedstawionym w podrozdziale 3, pozwalają nie tylko na dokonanie analizy istniejącego rozwiązania sieci, lecz również na projektowanie LAN, rozumiane przy zadanej topologii sieci jako określenie liczby i rozmieszczenie zasobów dla uzyskania żadanego poziomu gotowości LAN do realizacji usług sieciowych.

5. LITERATURA

1. Budka M., Buczkowska T. - On the Reliability of Computer Network, The Aloha System Technical Report, 1981
2. Budka M., Grzegorzczak J. - Computer Network Model Taking into Account Availability of Resources, for Reliability Analysis, FTSD'83 Conference, Brno, 1983
3. Huslende R. - Optimal Cost/Reliability Allocation in Communication Networks, FTC-13, 1983
4. Ignizio J.F. - A Multicriteria Approach to Supersystem Architecture

5. IEEE Project 802 / 802.2,802.3 / - Local Area Network Standard, July, 1983
6. Kryskow J.M., Miller C.K. - Local Area Networks Overview , Part 1 and part 2 ,Computer Design, Febr. and March , 1981
7. Satyanarayana A. - A Unified Formula for Analysis of Some Network Reliability Problems, IEEE Trans. on Computers, Vol. R-31, No.1, April, 1982

MODELS AND SERVICES OF LOCAL AREA NETWORKS (LAN)

The paper presents two models of local area networks from LAN services point of view. The first one presents the mechanisms of file transfer, virtual terminal, job transfer and other LAN services according to layer architecture. The second model is useful for serviceability analysis of local area networks. The graph $G(N,X)$ defined by network topology and resources allocation is adequate for the analysis.

МОДЕЛИ И УСЛУГИ ЛОКАЛЬНЫХ СЕТИ ЭВМ

В статье представлено две модели локальных сети ЭВМ для реализации сетевых услуг. Первая модель показывает механизмы реализации сетевых услуг как трансфер множеств, трансфер задач, виртуальный терминаль и прочие. Вторая модель пригодна для анализа готовности локальных сети ЭВМ. Графовая модель $G(N,X)$ определена топологией и разложением ресурсов. Она является полезной для такого анализа.

Lesław BUDZIANOWSKI *
Zbigniew FRYŻLEWICZ **

sieć komputerowa,
model ISO/OSI,
warstwa sieciowa,
warstwa transportowa,
usługi sieciowe,

WARSTWA SIECIOWA I TRANSPORTOWA MODELU ODNIESIENIA ISO/OSI - USŁUGI I PROTOKOŁY

Przedstawiono warstwę sieciową i transportową modelu odniesienia ISO/OSI, które łącznie realizują transparentne i niezawodne przesyłanie danych pomiędzy Systemami Otwartymi. Wyprecyzowano usługi oferowane przez obie warstwy, funkcje, modele połączeń oraz zbiory prymitywów wraz z ich parametrami. Zestawiono różnice w funkcjach elementarnych obu warstw, scharakteryzowano odpowiednie protokoły i przedstawiono ich wzajemne powiązania.

1. WSTĘP

W modelu odniesienia ISO/OSI transparentne i niezawodne przesyłanie danych pomiędzy użytkownikami końcowymi jest realizowane w warstwie sieciowej i transportowej. Jest rzeczą interesującą porównanie modeli obu warstw, oferowanych usług i funkcjonujących w obu warstwach protokołów jako realizatorów funkcji warstw.

I tak celem głównym warstwy transportowej jest udostępnianie warstwie sesji środków do przesyłania danych w sposób optymalizujący koszty i angażowne zasoby i jednocześnie gwarantujący wymaganą jakość. Warstwa transportowa jest pomostem pomiędzy jakością usług dostępnych na poziomie warstwy sieciowej a jakością wymaganą przez warstwę sesji. Wymagania co do jakości usług są wyrażone przez warstwę sesji poprzez takie parametry jak: przepustowość, opóźnienie tranzytowe, resztowa stopa błędów, priorytet itd.

Warstwa transportowa mając do dyspozycji pewien protokół musi realizować usługi, aby sprostać wymaganiom co do ich jakości. I tak np. jeżeli żądana przepustowość przekracza przepustowość oferowaną przez pojedyncze połączenie sieciowe, to wtedy warstwa transportowa dla realizacji pojedynczego połączenia transportowego wykorzysta kilka połączeń sieciowych. Możliwa jest także sytuacja odwrotna, tj. taka, że na jednym połączeniu sieciowym - w przypadku małego ruchu i przy optymalizacji

* Instytut Cybernetyki Technicznej Politechniki Wrocławskiej

** Centrum Obliczeniowe Politechniki Wrocławskiej

kosztów - zbudowanych zostanie wiele połączeń transportowych. Protokół transportowy musi umożliwiać takie multipleksowanie "w dół" i "w górę". Ten sam protokół dla innych wymagań jakościowych posiada wbudowane mechanizmy sterowania i kontroli oraz zabezpieczania przed błędami.

Jest oczywiste, że warstwie transportowej musi być znana jakość usług oferowana przez połączenie sieciowe zanim w warstwie będzie podjęta decyzja, jakie funkcje winny być wywołane nad połączeniem sieciowym. Sposób uzyskiwania tej informacji może być różny. Jeżeli usługi warstw transportowej i sieciowej są podobne w swoich celach (pomijając kryterium jakości), to główną funkcją wyróżniającą warstwę sieciową jest realizacja połączeń pomiędzy użytkownikami końcowymi przy zastosowaniu różnych technologii przesyłania danych (np. komutacja pakietów, komutacja obwodów). Technologia ta jest niewidoczna dla warstwy transportowej, której warstwa sieciowa dostarcza tylko usługę zestawiania (utrzymania) rozłączenia połączenia zwanego sieciowym i realizowanego pomiędzy użytkownikami końcowymi.

Omawiając problemy obu warstw zaprezentowano w niniejszym artykule tylko usługi, funkcje i elementy protokołów dla tzw. trybu połączeniowego. Tryb ten jest wystarczający dla przeważającej liczby aplikacji, lecz dla niektórych, w sposób naturalny lepszy wydaje się być tryb bezpołączeniowy. Te nowe aspekty modelu opisano w punkcie końcowym opracowania. W całym opracowaniu, ze względu na szczupłość miejsca, przedstawiono wymienioną problematykę w sposób niemalże hasłowy.

2. USŁUGI I FUNKCJE WARSTW

2.1. Usługi sieciowe

Usługi sieciowe (US) są realizowane w warstwie sieciowej i udostępniane użytkownikom w warstwie transportowej. US umożliwiają transparentne przesyłanie danych i izolują użytkowników od sposobu w jaki zasoby komunikacyjne są wykorzystywane, aby ten cel osiągnąć. W szczególności US zapewniają [7]:

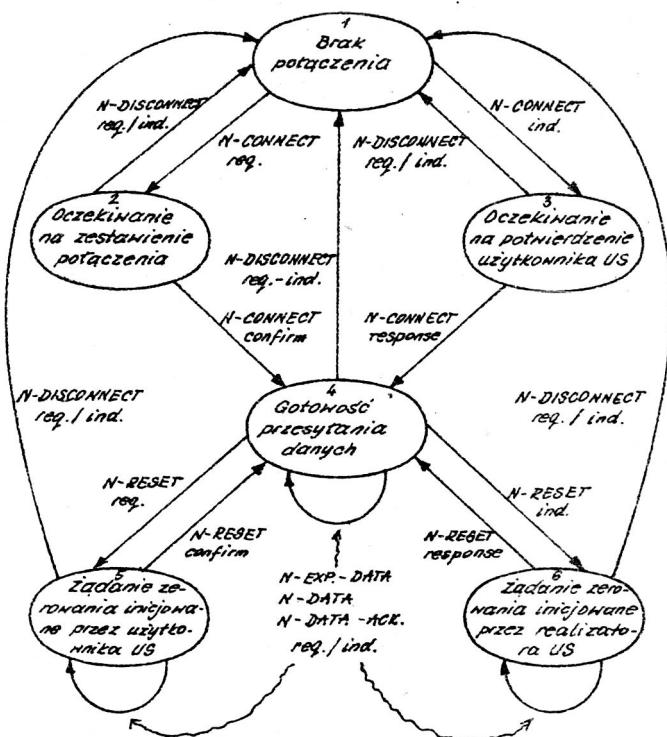
- a) niezależność od medium transportowego (US ukrywają wszelkie różnice, za wyjątkiem jakości, w przesyłaniu danych poprzez heterogeniczne sieci),
- b) przesyłanie jednostek danych usług sieciowych (JDUS) pomiędzy końcowymi użytkownikami US z możliwością potwierdzeń odbioru,
- c) transparentne przesyłanie danych użytkownika,
- d) wybór/negocjowanie jakości usług (między innymi przepustowość, opóźnienie tranzytowe, dokładność, niezawodność),
- e) adresowanie użytkowników US.

W definicji usług sieciowych nie wyróżnia się klas. Różnice mogą istnieć z tego powodu, że niektóre implementacje US realizują dodatkowe opcje usług takie jak: przesyłanie danych przyspieszonych i przesyłanie potwierdzeń odbioru. Wszystkie pozostałe usługi sieciowe (tab. 1) są obowiązkowe; są dostarczane przez całą warstwę sieciową i są zawsze dostępne.

Tablica 1. Zestawienie sieciowych prymitywów usługowych i ich parametrów
Table 1. Summary of network service primitives and parameters

Faza	Usługa	Prymityw	Parametry
Zestawianie PS	Zestawianie PS	N-CONNECT request	(Adres odbiorcy, Adres nadawcy, Selekcja potwierdzenia odbioru, Selekcja danych przyspieszonych, Zbiór parametrów jakości usług, Dane użytkownika US)
		N-CONNECT indication	(jak dla N-CONNECT request)
		N-CONNECT response	(Adres odbiorcy, Selekcja potwierdzenia odbioru, Selekcja danych przyspieszonych, Zbiór parametrów jakości usług, Dane użytkownika US)
		N-CONNECT confirm	(jak dla N-CONNECT response)
Przesyłanie danych	Przesyłanie danych normalnych	N-DATA request	(Dane użytkownika US, żądanie potwierdzenia)
		N-DATA indication	(Dane użytkownika US, żądanie potwierdzenia)
	Potwierdzenie odbioru (opcja)	N-DATA-ACK. request	-
		N-DATA-ACK. indication	-
	Przesyłanie danych przyspiesz. (opcja)	N-EXP.-DATA request	(Dane użytkownika US)
		N-EXP.-DATA indication	(Dane użytkownika US)
	Zerowanie	N-RESET request	(Pochodzenie, Przyczyna)
		N-RESET indication	("-" "-")
		N-RESET response	-
		N-RESET confirm	-
Rozłączenie PS	Rozłączenie PS	N-DISCONNECT request	(Pochodzenie, Przyczyna, Dane użytkownika US)
		N-DISCONNECT indication	("-" "-" "-")

Dla analizy US konstruuje się jej model. Opisuje on interakcje między użytkownikami US a realizatorem US (warstwą sieciową). Ta interakcja odbywa się w dwóch punktach dostępu do usług sieciowych (PDUS) przy pomocy prymitywów usługowych. Prymitywy te opisują jedynie abstrakcyjną reprezentację interakcji w punktach dostępu i nie są specyfikacją implementacyjną. Droga między tymi PDUS dostarczana przez realizatora nosi nazwę połączenia sieciowego (PS).



Rys. 1. Diagram stanów przejść dla sekwencji prymitywów usługowych w punkcie końcowym połączenia sieciowego

Fig. 1. State transition diagram for sequences of primitives at an network connection endpoint

Zwykle prymityw usługowy generowany w jednym PDUS ma konsekwencje w odległym PDUS, a także wywołuje pewną sekwencję działań. Wyjątkami są prymitywy usługowe żądania/wskazania, rozłączenia i zerowania PS, które mogą przerwać w dowolnej chwili inne sekwencje. Pojedynczy prymityw

usługowy może zawierać parametry. Zestaw wszystkich sieciowych prymitywów usługowych wraz z parametrami oraz z podaniem usług, które można wywołać przy ich pomocy, przedstawia tablica 1.

Natomiast wszystkie możliwe sekwencje prymitywów usługowych w pojedynczym punkcie końcowym PS (diagram stanów) zilustrowano na rys. 1. Nie przedstawia on jednak zależności czasowych pomiędzy generacją odpowiednich prymitywów usługowych mimo, że takie zależności istnieją.

2.2. Usługi transportowe

Tablica 2. Zestawienie transportowych prymitywów usługowych i ich parametrów

Tablica 2. Summary of transport service primitives and parameters

Faza	Usługa	Prymityw	Parametry
Ustanawianie PT	Ustanawianie PT	T-CONNECT request	(Adres odbiorcy, Adres nadawcy, Opcja danych przyspieszonych, Jakość usług, Dane użytkownika UT)
		T-CONNECT indication	(jak dla T-CONNECT request)
		T-CONNECT response	(Jakość usług, Adres odbiorcy, Opcja danych przyspieszonych, Dane użytkownika UT)
		T-CONNECT confirm	(jak dla T-CONNECT response)
Przesyłanie danych	Przesyłanie danych normalnych	T-DATA request	(Dane użytkownika UT)
		T-DATA indication	(Dane użytkownika UT)
	Przesyłanie danych przyspieszonych (opcja)	T-EXP.-DATA request	(Dane użytkownika UT)
		T-EXP.-DATA indication	(Dane użytkownika UT)
Rozłączenie	Rozłączenie	T-DISCONNECT request	(Dane użytkownika UT)
		T-DISCONNECT indication	(Przyczyna rozłączenia, Dane użytkownika UT)

Warstwa transportowa dostarcza usług transportowych (UT) użytkownikom znajdującym się w warstwie sesji. UT są realizowane przez protokół transportowy korzystający z usług dostarczanych przez warstwę siećową i zapewniają [5]:

- a) wybór jakości usług transportowych (określanych przez parametry takie jak przepustowość, opóźnienie tranzytowe, resztowa stopa błędów czy prawdopodobieństwo błędu),

- b) uniezależnienie użytkowników UT od środków komunikacyjnych (technologii przesyłania) warstwy sieciowej,
- c) przesyłanie jednostek danych usług transportowych (JDUT) pomiędzy dwoma użytkownikami UT znajdującymi się w końcowych systemach,
- d) transparentne przesyłanie danych, które nie ogranicza treści, formatu i kodowania, ani też nie interpretuje struktury lub znaczenia,
- e) adresowanie użytkowników UT umożliwiające odwzorowanie adresów UT w adresy US.

UT definiuje się jako interakcje pomiędzy użytkownikami UT (warstwa sesji) a realizatorem UT (warstwa transportowa), które mają miejsce w dwu punktach dostępu do usług transportowych (PDUT). JDUT są przekazywane między użytkownikiem UT a realizatorem UT przy pomocy prymitywów usługowych mogących zawierać parametry. Ustanowione zaś powiązanie (droga) pomiędzy dwoma użytkownikami UT przez warstwę transportową do przesyłania danych nosi nazwę połączenia transportowego (PT). Zestaw wszystkich transportowych prymitywów usługowych wraz z parametrami oraz z podaniem usług, które można wywołać przy ich pomocy, przedstawia tabela 2.

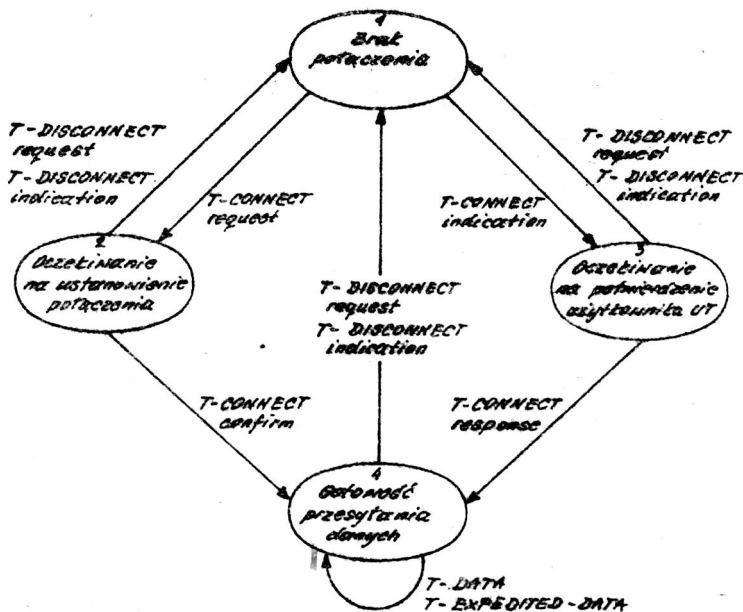
Natomiast wszystkie możliwe sekwencje transportowych prymitywów usługowych w pojedynczym punkcie końcowym PT zilustrowano na rys. 2.

2.3. Model połączenia sieciowego i transportowego

Rozpatrując model usług sieciowych oraz usług transportowych można wyróżnić model samego połączenia. O ile własności usług przedstawiono we wcześniejszych punktach, a dokładniej w pracach [5, 7], to tutaj zostanie przedstawiony model połączenia. Można stwierdzić, że modele połączenia sieciowego, jak i połączenia transportowego są w zasadzie takie same i mogą być opisane wspólnie.

Operacje w połączeniu sieciowym/transportowym są modelowane z pomocą pary kolejek łączących dwa punkty dostępu do usług (PDUS/PDUT). Pojedyncza kolejka jest modelem przepływu informacji w jednym kierunku (rys.3). Kolejki są kreowane przy zestawianiu/ustawianiu połączenia, a niszczone przy rozłączaniu połączenia (inicjowanego w dowolnej chwili przez użytkownika A/B bądź realizatora).

Obiekty wstawiane do kolejek przedstawia tabela 3. Jedynymi obiektami, które mogą być wstawiane do kolejek przez realizatora, są obiekty zerowania i rozłączania. Natomiast użytkownik może wstawiać lub odbierać wszystkie obiekty wymienione w tabelicy 3. W tym przypadku obiekty te są odwzorowywane z odpowiednich prymitywów usługowych. Dla danej warstwy obiekty przybierają postać jednostek danych protokołu tej warstwy.

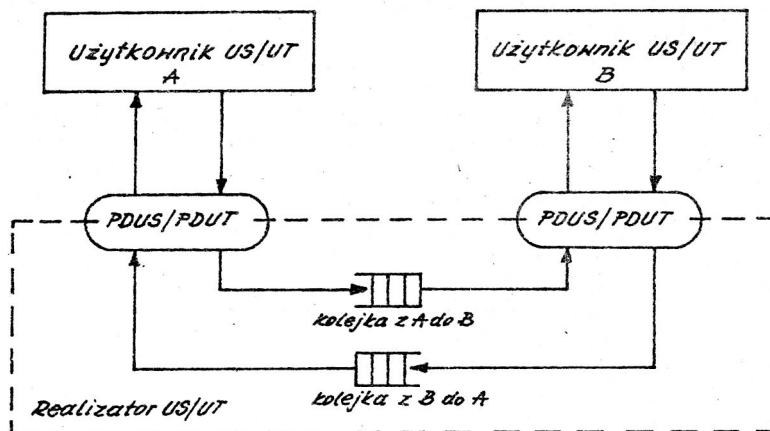


Rys. 2. Diagram stanów przejść dla sekwencji prymitywów usługowych w punkcie końcowym połączenia transportowego

Fig. 2. State transition diagram for possible allowed sequence of primitives at a transport connection endpoint

Kolejki tworzone z takich obiektów mają następujące cechy:

- Są puste w chwili kreowania lub realizator może ten stan przywrócić, niszcząc ich zawartość.
- Obiekty dodane przez użytkownika podlegają kontroli i sterowaniu przez realizatora.
- Obiekty są pobierane z kolejki w odpowiedzi na zapytanie drugiego użytkownika.
- Obiekty są pobierane w tej samej kolejności, w jakiej są dodawane (z wyjątkiem p. g i h).
- Kolejka ma ograniczoną, lecz nieskoniecznie stałą lub określoną pojemność.
- Zarządzanie pojemnością kolejki jest takie, że obiekty o wadze B nie mogą być dodane na koniec kolejki w przypadku gdyby to uniemożliwiło dodanie obiektów o wagach C, D, E. Podobnie nie mogą być dodane obiekty o wagach C lub D, jeśli uniemożliwiłoby to dodanie odpowiednio



Rys. 3. Model kolejkowy połączenia sieciowego/transportowego
Fig. 3. Queue model of a network/transport connection

Tablica 3. Obiekty występujące w modelu połączenia sieciowego i transportowego

Table 3. The objects which may be placed in a network and transport connection

Typ obiektu	Występowanie w warstwie		Waga obiektu
	sieciowej	transportowej	
Obiekty zestawiania/ustanawiania połączenia	x	x	A
Oktety danych normalnych	x	x	B
Wskaźnik końca danych JDUS/JDUT	x	x	B
Przyspieszone JDUS/JDUT	x	x	C
Obiekty potwierdzeń odbioru danych	x		C
Obiekty zerowania	x		D
Obiekty rozłączania	x	x	E

obektu o wadze D bądź E.

- g) Obiekty C mogą "przeskakiwać" obiekty B; obiekty D mają tę samą własność nad obiektami B i C, a obiekty E nad obiektami B, C, D.
- h) Jeśli następnik jest destrukcyjny (obiekt D lub E), to poprzednik może być niszczone (usuwanie obiektów).

Istnienie cech g i h zależy od realizatora, zachowania się użytkowników i wynegocjowanych jakości usług. Ważną cechą połączenia sieciowego

/transportowego jest i to, że jeżeli użytkownik w przeciągu pewnego czasu nie pobiera obiektów z kolejki, to realizator wykona akcje wskazane w punktach g i h.

2.4. Jakość usług sieciowych i transportowych

Użytkownicy US podobnie jak użytkownicy UT mają możliwość wybrania usług o określonej jakości. Termin "jakość usług" związany jest z charakterystykami połączenia sieciowego/transportowego obserwowanymi między punktami końcowymi tego połączenia i reprezentowanymi przez zestaw parametrów. Parametry te należą do jednego z trzech typów definiujących: szybkość, dokładność lub niezawodność. Przy pomocy parametrów użytkownicy US/UT mogą specyfikować swoje potrzeby a realizatorowi US/UT dają podstawę do wyboru odpowiednich funkcji, a stąd opcji i klas protokołu. Parametry te mogą być negocjowane tylko w fazie zestawiania/ustanawiania połączenia.

2.5. Funkcje warstwy sieciowej

Warstwa sieciowa dostarcza funkcji potrzebnych do zrealizowania wynegocjowanych usług sieciowych. Funkcje te są własnością warstwy i przeważnie nie mogą być bezpośrednio wybierane przez użytkownika US. Z drugiej strony funkcje warstwy są reprezentowane przez elementy protokołu pakietowego. Do ważniejszych funkcji warstwy sieciowej zalicza się [3]:

- zestawienie połączenia sieciowego,
- uzgadnianie/wybór jakości usług niezależnie w obu kierunkach transmisji,
- transparentne przesyłanie JDUS z zachowaniem ich integralności,
- sterowanie przesyłaniem danych normalnych (odbiorca wpływa na częstotliwość nadawania),
- ustawienie połączenia sieciowego w określony stan (zerowanie),
- bezwarunkowe (z możliwością zniszczenia) rozłączenie połączenia sieciowego przez obu użytkowników US bądź realizatora US,
- przesyłanie danych przyspieszonych (o ograniczonej długości jednostki danych i poza kontrolą przepływu),

2.6. Funkcje warstwy transportowej

Warstwa transportowa podobnie jak warstwa sieciowa udostępnia określony zestaw funkcji [3]. Użycie tych funkcji umożliwia podwyższenie jakości usług dostarczanych przez warstwę sieciową.

Do ważniejszych funkcji zalicza się:

- uzgodnienie/wybór usług sieciowych i funkcji używanych w fazie przesyłania danych zapewniających określoną jakość usług transportowych,

- ustanowienie połączenia transportowego umożliwiające uzgodnienie parametrów, adresowanie i dodatkowo przesyłanie danych użytkownika UT,
- transparentne przesyłanie jednostek danych usług transportowych z zachowaniem ich integralności,
- sterowanie przepływem danych normalnych w pojedynczym PT,
- odtwarzanie i resynchronizacja PT po sygnalizowanych błędach z warstwy sieciowej (w formie rozłączenia lub zerowania PS),
- multipleksowanie w górę wielu PT na jednym PS,
- multipleksowanie w dół wielu PS na jednym PT,
- przesyłanie danych przyspieszonych o ograniczonej długości i niezależnie od sterowania przepływem danych normalnych,
- bezwarunkowe (z możliwością zniszczenia) rozłączenie PT ze wskazaniem przyczyny i możliwością przekazania dodatkowej informacji.

Niektóre z tych funkcji używa się przez cały czas istnienia połączenia transportowego, inne zaś tylko w fazie ustanawiania PT, przesyłania danych bądź rozłączenia PT.

2.7. Porównanie usług i funkcji warstwy sieciowej i transportowej

Porównanie usług sieciowych z usługami transportowymi daje podstawę do następujących wniosków.

Usługa zerowania połączenia (występująca wśród usług sieciowych) jest niszcząca i sama w sobie nie zawiera mechanizmu synchronizacji. Jej dopełnieniem jest funkcja odtwarzania i resynchronizacji warstwy transportowej przywracająca stan przesyłania danych mimo błędów sygnalizowanych z warstwy niższej. W rezultacie są maskowane błędy i utrzymana jest droga przesyłania danych. Nie jest więc potrzebna usługa zerowania transportowego.

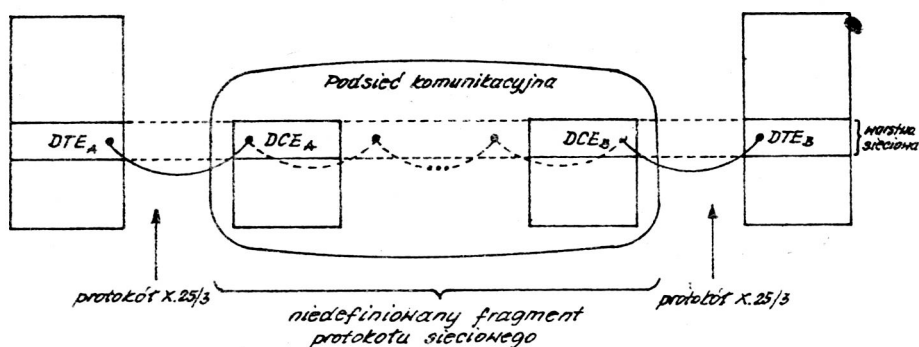
Ponieważ warstwa transportowa zawiera z definicji funkcję niezawodnego dostarczania danych między dwoma użytkownikami UT, to model UT nie przewiduje usługi potwierdzania odbioru, jak to ma miejsce w US. Jeśli tylko połączenie transportowe istnieje, to gwarantuje się ich przekazanie do współpartniera. W przeciwieństwie do UT w US występuje potwierdzanie odbioru. Usługa ta może być wykorzystywana do optymalizacji użycia zasobów komunikacyjnych (bufory) oraz uproszczenia realizacji reguł sterowania przepływem w obu warstwach.

Cechą wspólną US i UT jest niemożność renegocjacji parametrów jakości usług w czasie trwania połączenia. Obie warstwy powinny więc gwarantować utrzymanie jakości usług na odpowiednim poziomie przez cały czas trwania połączenia. Jeżeli jednak nie mogą utrzymać wymaganego poziomu jakości usług, to jest to sygnalizowane poprzez wymianę prymitywów usługowych rozłączenia połączenia ze wskazaniem przyczyny niedotrzymania jakości i wskazaniem czy przyczyna jest trwała czy przejściowa.

3. PROTOKOŁY

3.1. Protokół sieciowy

Jedną z ważniejszych propozycji protokołu dla warstwy sieciowej jest protokół X.25/3 opracowany przez CCITT [2] jeszcze przed powstaniem modelu ISO/OSI. Protokół ten, z definicji interfejsowy, jest adoptowany do wypełniania funkcji protokołu warstwowego, używanego pomiędzy dwiema stacjami sieciowymi (DTE) dla zestawiania, utrzymania i rozłączania połączenia sieciowego. W X.25/3 jest ono nazywane połączeniem wirtualnym. Elementy składowe połączenia sieciowego realizowanego przy użyciu wymienionego protokołu zilustrowano na rys. 4.



Rys. 4. Protokół sieciowy - elementy składowe
Fig. 4. Packet protocol - composition elements

W protokole nie wyróżnia się klas, ale istnieje szeroki zestaw opcji i udogodnień. Jednostki danych protokołu sieciowego (JDPS) są nazywane pakietami. Zestawienie pakietów przesyłanych z DTE do DCE oraz z DCE do DTE zawiera tablica 4.

Wszystkie JDPS generowane przez DTE zawierają parametry, a związane z nimi wartości są otrzymywane z dwóch źródeł. Po pierwsze, z prymitywów kierowanych do PDUS lub alternatywnie wartości parametrów mogą pochodzić z informacji utrzymywanych przez stację sieciową (np. sekwencyjny numer nadawczy i odbiorczy). Jest także zasada, że jeśli wartości parametrów protokołu nie są uzgodnione przez ich wymianę w JDPS, to obowiązują wartości domniemane jak np. rozmiar okna nadawania/odbioru równy 2 czy maksymalna długość pola danych w pakietach DATA równa 128 oktetów. Ważną cechą PS zbudowanego w oparciu o X.25/3 jest wzajemna niezależność większości wartości parametrów na stykach DTE_A/DCE_A i DTE_B/DCE_B.

Tablica 4. Jednostki danych protokołu sieciowego
Table 4. Network protocol data unit

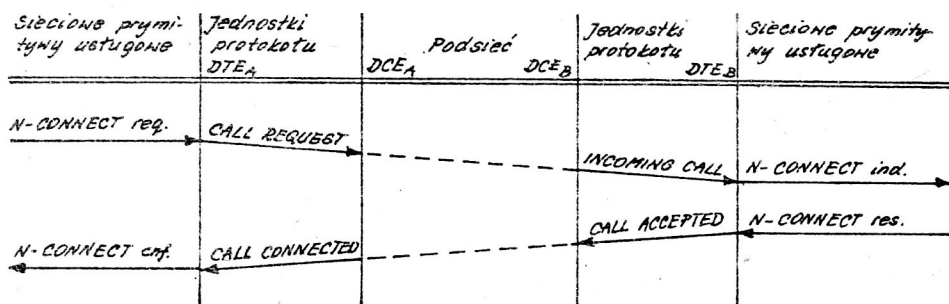
Faza	Typ pakietu		Usługa	
	DTE → DCE	DCE → DTE	SVC	PVC
Zestawienie PS	CALL REQUEST	INCOMING CALL	x	
	CALL ACCEPTED	CALL CONNECTED	x	
Rozłączenie PS	CLEAR REQUEST	CLEAR INDICATION	x	
	DTE CLEAR CNF.	DCE CLEAR CNF.	x	
Przesyłanie danych, przerwań i zerowanie	DTE DATA	DCE DATA	x	x
	DTE INTERRUPT	DCE INTERRUPT	x	x
	DTE INTERRUPT CNF.	DCE INTERRUPT CNF.	x	x
	DTE RR	DCE RR	x	x
	DTE RNR	DCE RNR	x	x
	DTE REJECT	-	x	x
	RESET REQUEST	RESET INDICATION	x	x
	DTE RESET CNF.	DCE RESET CNF	x	x
Restart	RESTART REQUEST	RESTART INDICATION	x	x
	DTE RESTART CNF.	DCE RESTART CNF.	x	x
Diagnostyka	-	DIAGNOSTIC	x	x

3.1.1. Fazy połączenia sieciowego

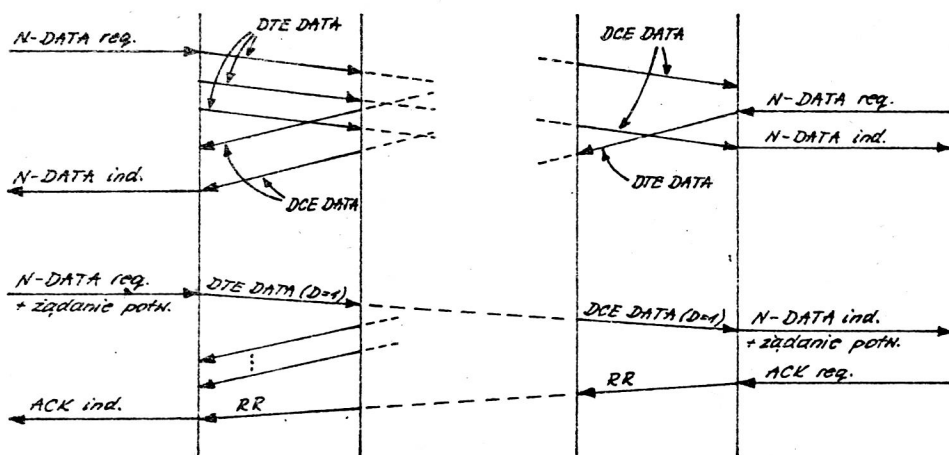
Połączenia sieciowe w protokole X.25/3 są dwóch typów. Pierwsze z nich to połączenia czasowe (SVC), drugie to połączenia stałe ustalone generacyjnie (PVC). Połączenia SVC mają 3 główne fazy, tj. fazę zestawiania, przesyłania danych (z wyróżnionymi trzema podfazami) i fazę rozłączenia. Połączenia PCV mają tylko fazę przesyłania danych.

1) Faza zestawiania połączenia sieciowego. W trakcie tej fazy jest zestawiane połączenie sieciowe pomiędzy dwoma DTE. Następuje to poprzez wymianę JDPS z wartościami parametrów odpowiednimi do wymaganych funkcji. JDPS wymagane w tej fazie i ich sekwencję dla zestawiania połączenia sieciowego ilustruje rys. 5a.

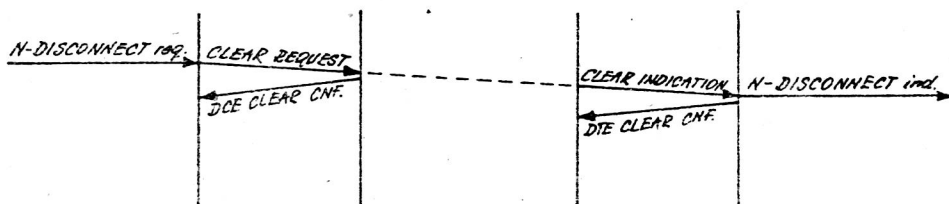
2) Faza przesyłania danych. W jej trakcie, poprzez zestawione połączenie sieciowe, są przesyłane JDUS. Droga przesyłania tych jednostek jest 3 odcinkowa: Użytkownik US dostarcza/odbiera dane do/od realizatora poprzez PDUS. Realizator (DTE nadawcze) dzieli JDUS na pakiety DATA i przesyła do odległej stacji sieciowej (DTE odbiorcze). Dla celów optymalizacji przesyłania, JDUS jest zwykle transportowana w postaci kilku pakietów DATA. Dodatkowo podsieć może dokonywać dalszej segmentacji i lub konkatenacji pakietów DATA, zachowując jednak integralność JDUS.



a) zestawienie połączenia sieciowego



b) przesyłanie danych



c) rozłączenie połączenia sieciowego

Rys. 5. Przykłady wymiany JDPS i sieciowych prymitywów usługowych
 Fig. 5. Examples of NPDUS and network Service primitives

Sekwencje danych tworzące jednostkę są w protokole X.25/3 wskazywane przez tzw. bit M.

W trakcie przesyłania danych zarówno DCE, jak i DTE ma możliwość regulowania intensywności przepływu danych przez wbudowany w protokół mechanizm okna oraz pakiety wskazywania chwilowej niegotowości odbioru (RNR). DTE regulując częstość odbioru pakietów z DCE pośrednio wpływa na częstość ich nadawania przez nadawcę. PS dla obu kierunków transmisji zawiera bliżej nieokreśloną liczbę pakietów DATA będących "w drodze" pomiędzy dwoma DTE. Dzieje się tak, gdyż pakiety DATA są potwierdzane lokalnie (na styku DTE/DCE). Istnieje też w protokole X.25/3 opcjonalny mechanizm wymuszania potwierdzeń "od końca do końca" (procedura D-bitu) i w połączeniu z procedurą M-bitu uzyskuje się w protokole mechanizm wskazywania i potwierdzania JDUS. Pozostałe dwie główne funkcje dostępne w tej fazie to przesyłanie danych przyspieszonych (pakiety INTERRUPT) i zerowanie połączenia (procedura RESET). Procedura zerowania, inicjowana zarówno przez DTE lub DCE, może powodować utratę bliżej nieokreślonej liczby pakietów DATA, ale jednocześnie ustawia DTE i DCE w zdefiniowany stan. Przykładowe JDPS używane w tej fazie ilustruje rys. 5b.

3) Faza rozłączenia połączenia. Istniejące połączenie sieciowe może być rozłączone w sposób uporządkowany lub nieuporządkowany. Pierwszy ma miejsce wtedy, gdy obydwaj użytkownicy US zakończyli przesyłanie swoich danych i rozłączenie takie nie powoduje ich straty. Rozłączenie nieuporządkowane następuje zwykle wskutek błędów lub niesprawności DTE/DCE i może powodować utratę danych będących "w drodze". JDPS przenoszą informację o przyczynie rozłączenia, a także bardziej szczegółową informację zwaną kodem diagnostycznym. Przyczyny rozłączenia można podzielić na dwie kategorie. Przyczyny trwałe, np. rozłączenie z powodu nieznanego adresu odbiorcy, i przejściowe, np. rozłączenie z powodu przeciążenia w podsieci. Przykład JDPS wymienionych w procedurze rozłączenia przedstawia rys. 5c.

3.1.2. Stany wyjątkowe połączeń sieciowych

Protokół posiada wbudowany mechanizm operowania na wszystkich połączeniach sieciowych jednocześnie. Jest to tzw. procedura restartu. Zainicjowanie tej procedury przez DTE lub DCE powoduje destrukcyjne, tj. związane zwykle z utratą danych, rozłączenie wszystkich istniejących na danym styku DTE/DCE połączeń SVC oraz wyzerowanie wszystkich połączeń PVC. Na pojedynczym styku DTE/DCE może sumarycznie istnieć co najwyżej 4095 połączeń PVC i SVC, a każde z nich jest identyfikowane przez 12-to bitowy identyfikator (kanał logiczny). Procedura restartu jest zwykle inicjowana w dwóch przypadkach. Po pierwsze, dla przywrócenia stanu

początkowego w DTE i DCE przy dużej liczbie "niesprawnych" połączeń, po drugie przy inicjowaniu pracy DTE i DCE jako całości.

W przypadku istnienia w pojedynczym PS błędów nieusuwalnych za pomocą procedury zerowania lub rozłączania, DCE może przesłać do DTE informację diagnostyczną o charakterze takiego stanu z pomocą pakietu DIAGNOSTIC.

3.1.3. Typy jakości połączeń sieciowych

Połączenie sieciowe uzyskane z pomocą protokołu X.25/3 jest z punktu widzenia użytkowników klasyfikowane trójstopniowo:

- typ A - połączenie sieciowe z akceptowalną stopą błędów przy przesyłaniu danych i akceptowalną częstością sygnalizowanych "upadków" (w postaci zerowań lub rozłączeń),
- typ B - połączenie sieciowe z akceptowalną stopą błędów przy przesyłaniu danych i nieakceptowalną częstością sygnalizowanych "upadków",
- typ C - połączenie sieciowe z nieakceptowalną przez użytkownika stopą błędów.

Należy zauważyć, że żaden z typów A, B czy C nie ma przypisanych absolutnych wartości liczbowych. Jeżeli połączenie sieciowe jest dla pewnej usługi typu A, to to samo połączenie może dla innej usługi wykazywać cechy połączenia typu B lub C.

3.2. Protokół transportowy

Protokół transportowy jest realizatorem usług transportowych. Znajduje się w warstwie transportowej i wykonuje funkcje, które ta warstwa dostarcza. Wyróżnia się pięć klas protokołu [6]:

- klasa 0 : klasa prosta,
- klasa 1 : klasa podstawowa z odtwarzaniem po błędzie,
- klasa 2 : klasa z multipleksowaniem,
- klasa 3 : klasa z multipleksowaniem i odtwarzaniem po błędzie,
- klasa 4 : klasa z wykrywaniem błędów, odtwarzaniem, multipleksowaniem w górę i w dół.

Bezpośrednimi realizatorami protokołu transportowego są istniejące w warstwie transportowej stacje transportowe. Stacja transportowa realizuje komunikację z użytkownikiem UT poprzez jeden lub kilka PDUT. Pomiedzy stacjami transportowymi wymieniane są natomiast jednostki danych protokołu transportowego (JDPT). Podzielić je można na dwie grupy. Pierwsza to JDPT służące do przesyłania danych - komunikaty danych, druga to JDPT przenoszące informację sterującą - komunikaty sterujące. Zestawienie wszystkich komunikatów danych sterujących zawiera tablica 5.

Tablica 5. Jednostki danych protokołu transportowego

Table 5. Transport protocol data unit

Faza	Nazwa JDPT	Akronim	Wykorzystanie w klasie				
			0	1	2	3	4
Ustanawianie PT	CONNECTION REQUEST	CR	x	x	x	x	x
	CONNECTION CONFIRM.	CC	x	x	x	x	x
Rozłączenie PT	DISCONNECT REQUEST	DR	x	x	x	x	x
	DISCONNECT CONFIRM.	DC	-	x	x	x	x
Przesyłanie danych	DATA	DT	x	x	x	x	x
	DATA ACKNOWLEDGEMENT	AK	-	x*	x**	x	x
	EXPEDITED DATA	ED	-	x*	x**	x	x
	EXPEDITED DATA ACK.	EA	-	x*	x**	x	x
	REJECT	RJ	-	x	-	x	-
	ERROR	ER	x	x	x	x	x

*) JDPT nie występuje gdy wybrano opcję potwierdzania z warstwy sieciowej i przyspieszonej drogi w warstwie sieciowej.

**) JDPT nie występuje gdy wybrano opcję sterowania przepływem w warstwie sieciowej.

3.2.1. Fazy połączenia transportowego

1) Faza ustanawiania połączenia transportowego. Wszelka wymiana danych pomiędzy stacjami transportowymi może mieć miejsce po uprzednim ustanowieniu między nimi połączenia transportowego. Ustanowienie PT wymaga wymiany odpowiednich JDPT, tj. komunikatów sterujących CR i CC. Przy ich pomocy dokonuje się wyboru klasy i dodatkowych opcji protokołu jak np. rozmiarów komunikatów DT, numerów referencyjnych, adresów użytkowników UT (stacji sesyjnych). Wybór taki uwzględnia wymagania użytkowników UT, jak i jakość dostarczanych usług sieciowych. Po ustanowieniu PT jest ono identyfikowane w końcowych systemach przez wewnętrzny, zależny od implementacji mechanizm przydziału numerów referencyjnych. Numer taki pozwala użytkownikowi UT i stacji transportowej rozróżnić każde połączenie transportowe. Sekwencję JDPT wymaganą dla ustanowienia PT ilustruje rys. 6a.

W zależności od klasy, pojedyncze PT może być zbudowane na: pojedynczym PS, wielu PS (multipleksowanie w dół), bądź dzielone wraz z innymi PT na pojedynczym PS (multipleksowanie w górę).

2) Faza przesyłania danych. Dane użytkownika dostarczane do stacji transportowej poprzez PDUT są dzielone na porcje i przesyłane pomiędzy stacjami w polach danych komunikatów DT lub ED w zależności od tego czy mają być przesyłane jako dane normalne lub przyspieszone. W zależności

od klasy protokołu i/lub wybranej opcji, ich odbiór może być:

- a) niepotwierdzony,
- b) potwierdzony pośrednio na podstawie potwierdzeń z usługi sieciowej,
- c) potwierdzany jawnie odpowiednimi komunikatami.

W zależności od klasy protokołu intensywność przesyłania danych może być regulowana przez obie stacje transportowe z pomocą mechanizmu kredytów.

W przypadku sygnalizowanej niesprawności wykorzystywanego połączenia sieciowego resynchronizacja przesyłania danych w połączeniu transportowym następuje poprzez obustronną wymianę między stacjami komunikatów sterujących RJ. W klasie 0 i 2 resynchronizacja jest niedostępna a w klasie 4 przebieg tej procedury jest bardziej złożony. Przykład JDPT wymienianych w tej fazie przedstawia rys. 6b.

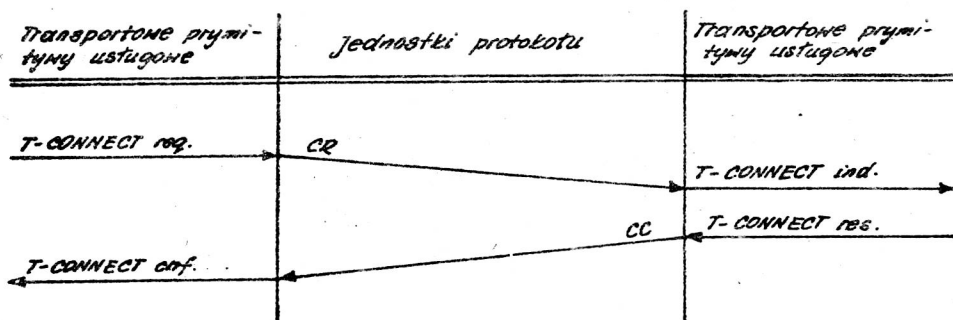
3) Faza rozłączania PT. Połączenie transportowe jest w sposób uporządkowany rozłączane wtedy, gdy obydwaj użytkownicy UT zakończyli przesyłanie swoich danych. Wymaga to przesłania komunikatów sterujących DR i DC. W pewnych przypadkach PT jest rozłączane na skutek błędów. Sytuacja taka ma miejsce wtedy, gdy jedna ze stacji odbierze komunikat sterujący ER i nie jest w stanie usunąć przyczyny sygnalizowanego błędu. Wywoływana jest wówczas procedura rozłączania. Przykładowe komunikaty wymieniane w tej fazie ilustruje rys. 6c. Szczegółowa procedura i wymieniane komunikaty zależą od klasy protokołu transportowego.

3.2.2. Typy jakości połączeń transportowych

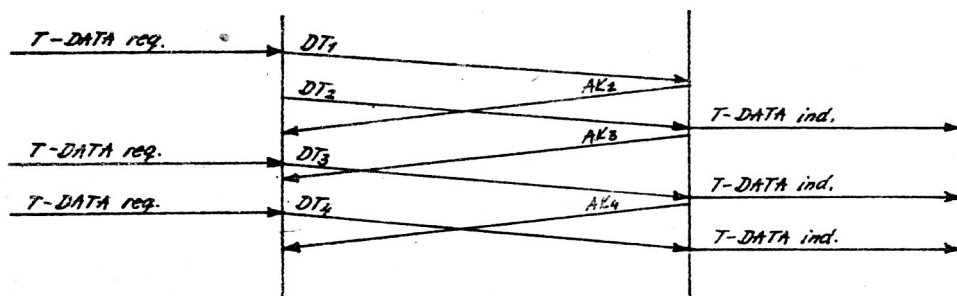
W protokole transportowym wyróżnia się procedury elementarne, które realizują poszczególne funkcje warstwy transportowej. Procedury te definiują akcje związane z wymianą JDPT na połączeniu transportowym, a w pewnych przypadkach i z wymianą prymitywów usługowych sieciowych i transportowych. W zależności od klasy protokołu wykorzystywany jest różny zestaw procedur elementarnych [6, 8]. W niektórych przypadkach ta sama procedura elementarna może się różnić sposobem realizacji w zależności od klasy protokołu. Pełny ich zestaw podaje tablica 6.

Klasa 0 realizuje minimalny zestaw funkcji ze wszystkich klas. Cechą charakterystyczną tej klasy jest to, że PT jest zbudowane na pojedynczym PS oraz to, że rozłączenie PS implikuje rozłączenie PT. Klasa 0 winna zatem używać PS typu A.

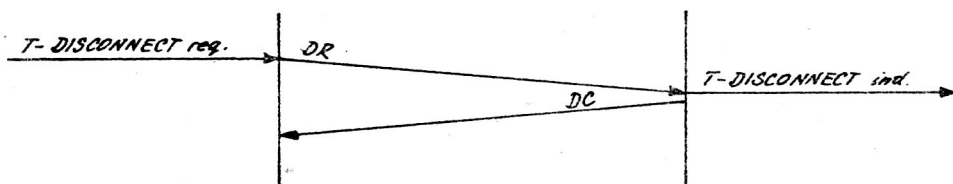
Klasa 1 jest wzbogaconą klasą 0. Dostarcza bowiem środków odtwarzania po błędach w warstwie sieciowej. Błędy to zerowanie lub rozłączenie PS. Maskowanie tych błędów PS czyni tę klasę odpowiednią dla połączeń sieciowych typu B. Opcjonalnie w tej klasie dopuszcza się możliwość uzyskiwania potwierdzeń komunikatów DT z usługi sieciowej oraz przesyłania danych przyspieszonych poprzez drogę z warstwy sieciowej.



a) ustanawianie połączenia transportowego



b) przesyłanie danych



c) rozłączenie połączenia transportowego

Rys. 6. Przykłady wymiany JDPT i transportowych prymitywów usługowych

Fig. 6. Examples of TPOUs and transport service primitives

Klasa 2 wzbogaca klasę 0 w innym kierunku. Umożliwia bowiem multipleksowanie wielu PT na pojedynczym PS oraz opcjonalnie realizację aktywnego sterowania przepływem. Funkcje multipleksowania i sterowania są niezależne. Przez to, że klasa ta nie dostarcza funkcji wykrywania i odtwarzania po błędach przeznaczona jest do stosowania na PS typu A.

Tablica 6. Procedury elementarne klas protokołu transportowego
 Table 6. The elementary procedures of transport protocol classes

Lp.	Procedura elementarna	Klasa protokołu				
		0	1	2	3	4
1.	Przyporządkowanie połączenia sieciowego	x	x	x	x	x
2.	Przesyłanie JDPT	x	x	x	x	x
3.	Dzielenie/łączenie jednej JDUT na/z kilka JDPT	x	x	x	x	x
4.	Składanie/dzielenie kilku JDPT z/na jedną JDUS		x	x	x	x
5.	Ustanowienie PT	x	x	x	x	x
6.	Odrzucenie PT	x	x	x	x	x
7.	Rozłączenie normalne	x ^{1/}	x	x	x	x
8.	Rozłączenie awaryjne	x		x		
9.	Skojarzenie JDPT z PT	x	x	x	x	x
10.	Numeracja JDPT DT		x ^{1/}	x	x	x
11.	Przesyłanie danych przyspieszonych		x ^{1/}	x	x	x
12.	Ponowne przyporządkowanie połączenia sieciowego po niesprawności		x		x	x ^{1/}
13.	Zatrzymanie aż do potwierdzenia JDPT		x ^{1/}		x	x
14.	Resynchronizacja		x		x	x ^{1/}
15.	Multipleksowanie w górę			x	x	x
16.	Jawne sterowanie przepływem			x ^{2/}	x	x
17.	Suma kontrolna					x ^{2/}
18.	Zamrożenie numeru referencyjnego PT		x		x	x
19.	Retransmisja po Time-out'cie					x
20.	Zestawienie sekwencyjności					x
21.	Pasywne sterowanie					x
22.	Obsługa błędów protokołu	x	x	x	x	x
23.	Multipleksowanie w dół					x

1) Procedura w tej klasie jest inna niż w pozostałych

2) Procedura opcjonalna

x - procedura występuje

Klasa 3 jest rozszerzeniem klasy 2 o funkcje umożliwiające odtwarzanie po błędach typu zerowanie/rozłączanie sygnalizowanych z warstwy sieciowej. Połączenia transportowe w tej klasie mogą być zatem budowane na PS typu B.

Klasa 4 jest zbudowana z wykorzystaniem najbogatszego zestawu funkcji. Realizuje wszystkie funkcje klasy 3 oraz dodatkowe, które przeciwdziałają skutkom zagubień, powielenia i braku sekwencyjności w komunikatach danych. Dodatkowo możliwości to zabezpieczanie danych własną

sumą kontrolną i realizacją pojedynczego PT na wielu PS jednocześnie. Klasa 4 umożliwia zatem uzyskanie PT o wysokiej jakości na połączeniach sieciowych różnych typów z typem C łącznie.

3.3. Porównanie cech protokołu sieciowego i transportowego

Różnice w protokołach sieciowym i transportowym wynikają z odmienności a zarazem dopełnia funkcji obu warstw. Są one kategorii ilościowej i jakościowej. Poniżej, hasłowo zestawiono cechy obu protokołów, zachowując podział na funkcjonalne fazy.

Zestawianie połączenia:

- a) sieciowego: wymaga wymiany określonych JDPS oraz istnienia algorytmów marszrutyzacji dla zestawienia drogi "od końca do końca" o wymaganej jakości usług.
- b) transportowego: wymaga wymiany określonych JDPT na istniejących połączeniach sieciowych (są one przekazywane do warstwy sieciowej jako JDUS). W zależności od klasy protokołu transportowego i wymaganej jakości usług transportowych odwzorowanie liczby połączeń transportowych w sieciowe może być typu 1+1, n+1, 1+n.

Przesyłanie danych:

- a) w PS: transparentne, sterowanie przepływem z pomocą mechanizmu okna (zwykle lokalne na styku DTE/DCE), potwierdzenia lokalne lub zdalne, znakowanie końca sekwencji danych, błędy sekwencyjności powodują zerowanie połączenia i utratę danych przy odtwarzaniu synchronizacji stacji sieciowych, dane przyspieszone przesyłane poza standardowym mechanizmem sterowania przepływem.
- b) w PT: transparentne, sterowanie przepływem (usługa sieciowa lub własna z pomocą mechanizmu kredytu), potwierdzenie zdalne, znakowanie sekwencji danych, błędy sekwencyjności usuwane z odzyskiwaniem danych i odtwarzaniem synchronizacji stacji transportowych, dodatkowe zabezpieczenia przesyłania danych jak sumy kontrolne i time-out'y, dane przyspieszone odwzorowane w usługę sieciową lub własną drogą.

Rozłączenie połączenia:

- a) sieciowego: uporządkowane lub nieuporządkowane w wyniku błędów (wtedy zwykle utrata nieokreślonej porcji danych).
- b) transportowego: uporządkowane (zgoda obu stacji po zakończeniu wymiany planowanej porcji danych) lub nieuporządkowane (błędy).

Zarówno rozłączenie połączenia sieciowego jak i transportowego, i to uporządkowane lub nie, może spowodować utratę przesyłanych danych. Mechanizm tej utraty wynika z cech modelu obu połączeń.

4. TENDENCJE ROZWOJOWE

Przedstawione w poprzednich punktach usługi, funkcje i protokoły warstwy sieciowej i transportowej nie mają swojego ostatecznego kształtu. Przyczyny i kierunki zmian i uzupełnień są wielorakie.

Po pierwsze rozważa się wzbogacenie "klasycznego" modelu warstwy transportowej o dodatkowe funkcje związane z szyfrowaniem, rozliczaniem czy też utrzymywaniem PT przy czasowym rozłączeniu połączenia sieciowego. Z drugiej strony istnieją tendencje ograniczenia protokołu sieciowego (X.25/3) do opcji SYC i potwierdzeń zdalnych (ISO/DIS 8208) [1].

Nową jakość może także wprowadzić urzeczywistnienie idei realizacji połączeń w poszczególnych warstwach modelu referencyjnego ISO/OSI na n-krotnych połączeniach (multi-endpoint connection) istniejących jednocześnie między systemami końcowymi.

Po trzecie, pojawienie się sieci LAN, które wprowadziły nowe technologie przesyłania danych i swój własny model, powoduje próbę rozwinięcia modelu ISO/OSI tak, aby był on w istocie modelem ogólnym. W chwili obecnej wydaje się, że próba taka spowoduje rozszerzenie i modyfikację usług, funkcji i protokołów do warstwy trzeciej włącznie [1].

Po czwarte samoistnym kierunkiem zmian wymuszonym przez aplikacje jest wzbogacenie modelu o usługi, funkcje i protokoły dla komunikacji bezpołączeniowej [4]. Opis modelu i usług warstwy sieciowej i transportowej typu bezpołączeniowego przedstawiają dokumenty: ISO/DIS 8348/DAD1, ISO TC97/SC16 N1703. Realizacja tych usług wymaga protokołów, które są znacznie prostsze niż w przypadku protokołów typu połączeniowego. Pierwowzorem protokołu bezpołączeniowego dla warstwy transportowej jest protokół opisany w dokumencie ISO/DP 8602, a dla warstwy sieciowej wydaje się nim być opcja datagramowa w protokole sieciowym X.25/3. W ostatnim okresie propozycję takiego protokołu podano w dokumencie ISO/DIS 8473.

LITERATURA

1. Burg F.M., Chen Ch.T., Folts H.C., Of local networks, protocols, and the OSI reference model, Data Communications, Nov. 1984, pp. 129-150.
2. CCITT Recommendation X.25, Yellow Book, Vol. VIII, Fascicle VIII.2, Geneva 1981.
3. ISO/DIS 7498 Basic Reference Model.
4. ISO/DP 8524 Addendum to ISO 7498 Covering Connectionless - mode Transmission, 1983-12-09.
5. ISO/DIS 8072 rev. Transport Service Definition, 1984-06-27.
6. ISO/DIS 8073 rev. Connection Oriented Transport Protocol specification, 1984-06-27.
7. ISO/DIS 8348 Network Service Definition, 1984-04-05.
8. Knightson K.G., The Transport Layer Standardization, Proceedings of the IEEE, Vol. 71, No. 12, Dec. 1983, pp. 1394-1396.

THE NETWORK AND THE TRANSPORT LAYERS OF THE ISO/OSI REFERENCE MODEL -
- SERVICES AND PROTOCOLS

The Network and the Transport Layers of the ISO/OSI Reference Model, which together are responsible for transparent and reliable transfer of the data between Open Systems, are presented in this paper. The objectives of the both layers are outlined as well as services, functions, models of connections and primitives with their parameters. Differences between the elementary functions of these two layers are summarized, together with descriptions of the suitable protocols and the relationships between them.

СЕТЕВОЙ И ТРАНСПОРТНЫЙ УРОВЕНЬ
ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛИ ISO/OSI - СЕРВИС И ПРОТОКОЛЫ

В статье представлены сетевой и транспортный уровни Эталонной модели ISO/OSI, которые вместе реализуют прозрачную и безотказную передачу данных между Открытыми Системами. В дальнейшем представлены сервис транспортного и сетевого уровня, функции, модели соединений и множество примитивов вместе с их параметрами. Показаны различия в элементарных функциях этих уровней и определены соответствующие протоколы.

sieć komputerowa,
warstwa sesji,
warstwa prezentacji,
usługi, protokoły

Maciej STROIŃSKI*, Jerzy WIETRZYCH**

WARSTWA SESJI I PREZENTACJI MODELU ODNIESIENIA ISO/OSI - FUNKCJE, USŁUGI I PROTOKOŁY

W artykule przedstawia się aktualny stan prac nad warstwami sesji i prezentacji w modelu ISO/OSI, dotyczącym współpracy systemów cyfrowych w sieciach komputerowych. W zasadniczej części artykułu omówiono funkcje, usługi i protokoły tych warstw. Następnie wskazano kierunki dalszych prac badawczych i standaryzacyjnych. W końcowej części przedstawiono przykładowe zastosowania protokołu sesji i prezentacji.

1. WSTĘP

W sieciach komputerowych rozważa się trzy rodzaje problemów wynikających z połączenia niezależnych systemów cyfrowych. Są to odpowiednio problemy dotyczące zastosowań takich połączeń, ogólnych reguł współpracy oraz przesyłania danych. W modelu odniesienia ISO/OSI zagadnienia te rozważane są w siedmiu warstwach. Kwestie dotyczące zastosowań rozpatrywane są w warstwie aplikacji, kwestie reguł współpracy w warstwie sesji i prezentacji, kwestie dotyczące przesyłania danych w warstwach: transportowej, sieciowej, łączy logicznych i fizycznych. W artykule omawiane są zagadnienia ogólnych reguł współpracy procesów, to jest funkcje, usługi i protokoły warstw prezentacji i sesji.

Prezentowany stan ustaleń odnoszących się do tych warstw jest zgodny z dokumentami ISO z połowy roku 1984. Na osiągnięte w tej mierze rezultaty złożyły się wyniki wieloletnich prac prowadzonych przez organizacje standaryzacyjne takie jak ECMA, CCITT i narodowe komitety normalizacyjne, które zgłaszały swoje propozycje do ISO. Aktualne wersje standardów warstwy sesji powstały przez połączenie zalecenia S-62 CCITT dla usługi Teletex-u i propozycji podanej w dokumencie ECMA-75. Pierwotne propozycje dotyczące warstwy prezentacji przyjmowały, że powinny w niej być realizowane protokoły: wirtualnego terminala, transferu zbiorów i transferu zadań. W toku dalszych prac dokonano jednak rozgraniczenia między semantyką i syntaktyką przesyłanych danych i w związku z tym

* Ośrodek Informatyki Politechniki Poznańskiej

** Instytut Cybernetyki Technicznej Politechniki Wrocławskiej

przesunięto te protokoły do warstwy aplikacji, pozostawiając w warstwie prezentacji wspólne mechanizmy transformacji i negocjacji syntaktyk [6].

Opis każdej z warstw przedstawia jej trzy aspekty: wykonywane w niej funkcje, sposób korzystania z funkcji przez warstwę wyższą, czyli usługi, oraz reguły współpracy stacji w poszczególnych systemach, czyli protokół. Kwestia sposobu korzystania z usług stacji znajdującej się w warstwie jest wewnętrznym problemem każdego ze współpracujących systemów, dlatego też specyfikację usług traktuje się zawsze jako definicję abstrakcyjnych pojęć i obiektów, których implementacja może być dokonana w dowolny sposób. Między innymi używa się przy tym pojęcia prymitywu, które oznacza elementarną operację związaną z przekazywaniem danych i sygnalizacji między warstwami.

Istotą działalności standaryzacyjnej w omawianym zakresie jest opracowanie reguł pozwalających na łączenie systemów o różnej budowie, pochodzących od różnych wytwórców i stosujących różne techniki zarządzania funkcjami i przedstawiania informacji. Staje się to możliwe z chwilą, gdy systemy te stosują te same protokoły współpracy w poszczególnych warstwach modelu. Obok tak rozumianych efektów praktycznych, prace prowadzone w tym kierunku przyczyniają się do lepszego zrozumienia niektórych aspektów przedstawiania informacji w systemach cyfrowych i synchronizacji tych systemów.

W chwili obecnej brak jest ustaleń dotyczących polskiej terminologii do opisu elementów modelu odniesienia ISO/OSI, dlatego też obok propozycji takich określeń w dalszych opisach pozostawiono także terminy angielskie.

2. WARSTWA SESJI

2.1. Funkcje warstwy sesji

W warstwie sesji realizowane są funkcje umożliwiające zarządzanie wymianą danych oraz zorganizowanie i synchronizowanie dialogu, na połączeniu sesyjnym, pomiędzy dwoma użytkownikami sesji, tj. stacjami prezentacji. Przedstawimy krótko te funkcje.

Nawiązywanie połączenia sesyjnego umożliwia użytkownikom zestawienie połączenia sesyjnego na istniejącym połączeniu transportowym. Funkcja ta rozważana jest łącznie z funkcjami odwzorowania adresów, negocjacji parametrów sesji, wyboru jakości usług transportowych, identyfikacji połączenia i przesyłania ograniczonej ilości danych użytkowych.

Normalna wymiana danych umożliwia użytkownikom sesji wymianę danych z wykorzystaniem sterowania dialogiem. Z funkcją tą związane mogą być funkcje segmentacji i konkatenacji jednostek danych usług sesji.

Przyspieszona wymiana danych umożliwia użytkownikom wymianę danych, która nie podlega ograniczeniom wynikającym ze sterowania dialogiem lub sterowania przepływem.

Zarządzanie tokenami umożliwia użytkownikom generowanie żądań i przekazywanie atrybutu zwanego tokenem, określającego prawo do korzystania z określonych funkcji warstwy sesji. Rozważane są następujące tokeny: danych, rozłączania, synchronizacji pomocniczej, synchronizacji głównej i sterowania akcjami.

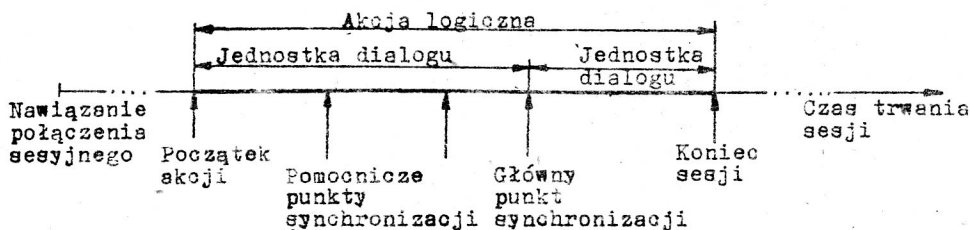
Sterowanie dialogiem umożliwia użytkownikom zgodne działanie w jednym z dwu trybów pracy: dwukierunkowym naprzemiennym, w którym prawo do nadawania danych ma posiadacz tokenu danych lub dwukierunkowym równoczesnym, w którym nie ma żadnych ograniczeń co do nadawania danych.

Synchronizacja dostarcza użytkownikom mechanizmów synchronizacji dialogu polegających na umieszczaniu i potwierdzaniu w ciągu danych znaczników synchronizacji zwanych punktami synchronizacji. Punkty synchronizacji identyfikowane są unikalnymi w danej sesji numerami porządkowymi. Prawo użytkowników do wprowadzania takiego punktu jest sterowane przydziałem odpowiedniego tokenu. Rozróżnia się dwa rodzaje punktów synchronizacji. Główne punkty synchronizacji pozwalają rozdzielić dialog i przesyłane dane na autonomiczne fragmenty zwane jednostkami dialogowymi. Po potwierdzeniu głównego punktu synchronizacji cofnięcie się dialogu poza ten punkt jest niemożliwe. Pomocnicze punkty synchronizacji pozwalają na określenie powiązań pomiędzy przesyłanymi w obu kierunkach ciągami danych normalnych i opcjonalnie uzyskanie informacji o dotarciu tych danych do odbiorcy.

Resynchronizacja umożliwia użytkownikom destrukcyjną zmianę synchronizacji poprzez przełączenie połączenia sesyjnego do stanu istniejącego w chwili wskazanej przez punkt resynchronizacji, włączając w to przydział tokenów. Możliwe jest także ustawienie nowej wartości numeru porządkowego dla następnego punktu synchronizacji. Cofnięcie do wskazanego punktu resynchronizacji powoduje skasowanie przesyłanych danych i restart funkcji przesyłania danych, tak jakby dane wysłane po wskazanym punkcie resynchronizacji nie były nigdy nadane. Granicę cofania w dialogu wyznacza ostatni potwierdzony główny punkt synchronizacji.

Sterowanie akcjami umożliwia użytkownikom podział dialogu na tak zwane akcje logiczne i sterowanie nimi. Każda akcja logiczna może być rozważana jako autonomiczny transfer danych. Sterowanie akcjami dostarcza użytkownikom mechanizmów do identyfikacji poszczególnych akcji przesyłania danych, przerywania akcji i ich odwieszania w późniejszym czasie na tym samym lub nawet innym połączeniu sesyjnym. Prawo do korzystania z tej funkcji mają użytkownicy posiadający w danej chwili

token synchronizacji głównej i sterowania akcjami. Schemat strukturalizacji dialogu przy pomocy funkcji sterowania akcjami i synchronizacji przedstawiono na rys. 1.



Rys. 1. Przykład strukturalizacji dialogu
Fig. 1. Example of a structured dialogue

Informowanie o stanach wyjątkowych pozwala warstwie sesji oraz użytkownikom informować o nieoczekiwanych sytuacjach zaistniałych w trakcie współpracy systemów.

Niezależna wymiana danych umożliwia przesłanie informacji niezależnie od posiadania tokenu danych. Może to być informacja przeznaczona do celów specjalnego sterowania.

Wymiana danych uzgadnienia umożliwia użytkownikom przesłanie z potwierdzeniem ograniczonej ilości danych poza obszarem aktywności użytkownika, w odniesieniu do funkcji sterowania akcjami. Dane te mogą być wykorzystane np. do ustalenia protokołu wyższego poziomu i warunków rozpoczęcia akcji logicznej.

2.2. Usługi warstwy sesji

Zaproponowana przez ISO definicja usług sesyjnych [9] specyfikuje prymitywy, tj. elementarne operacje i zdarzenia na granicy z warstwą prezentacji, związane z nimi parametry i relacje pomiędzy poprawnymi sekwencjami tych prymitywów. Zgodnie ze zbiorem funkcji omówionych w poprzedniej części artykułu, usługi warstwy sesji pozwalają na nawiązanie połączenia sesyjnego, wymianę danych wraz z synchronizacją, sterowanie dialogiem i akcjami oraz rozłączanie połączenia. Zbiór dostępnych usług sesji oraz odpowiadające im prymitywy zestawiono w tabeli 1. Wzajemnych zależności i relacji pomiędzy poszczególnymi typami usług nie będziemy omawiać z braku miejsca. Grupowanie określonych usług w podzbiory charakterystyczne dla pewnych zastosowań omówiono w dalszej części artykułu.

Tabela 1. Zestawienie usług warstwy sesji
Table 1. Summary of Session Service Elements

prymitywy	typ usługi	rodzaj usługi
S-CONNECT	potwierdzana	Nawiązywanie połączenia
S-RELEASE	potwierdzana	Rozłączanie połączenia
S-U-ABORT	niepotwierdzana	Rozłączanie nieuporządkowane
S-P-ABORT	inicjowana przez warstwę	
S-DATA	niepotwierdzana	Normalna wymiana danych
S-EXPEDITED-DATA	niepotwierdzana	Przyspieszona wymiana danych
S-TYPED-DATA	niepotwierdzana	Niezależna wymiana danych
S-TOKEN-GIVE	niepotwierdzana	Zarządzanie tokenami
S-TOKEN-PLEASE	niepotwierdzana	
S-SYNC-MAJOR	potwierdzana	Synchronizacja
S-SYNC-MINOR	potwierdzana opc.	
S-RESYNCHRONIZE	potwierdzana	
S-ACTIVITY-BEGIN	niepotwierdzana	Zarządzanie akcjami
S-ACTIVITY-END	potwierdzana	
S-ACTIVITY-INTERRUPT	potwierdzana	
S-ACTIVITY-DISCARD	potwierdzana	
S-CAPABILITY-DATA	potwierdzana	Wymiana danych uzgadniania
S-U-EXCEPTION-REPORT	niepotwierdzana	Informowanie o stanach
S-P-EXCEPTION-REPORT	inicjowana przez warstwę	wyjątkowych

Uwagi: 1. W przypadku usług potwierdzanych w użyciu są prymitywy:

- request i confirmation po stronie inicjatora usługi,
- indication i response po stronie odpowiadającej.

2. W przypadku usług niepotwierdzanych strona inicjująca używa prymitywu request, a strona odpowiadająca otrzymuje prymityw indication.

3. W przypadku usługi inicjowanej przez warstwę obie strony otrzymują prymitywy indication od realizatora usług.

2.3. Protokół sesji

Protokół sesji w propozycji standardu ISO definiowany jest poprzez abstrakcyjną Maszynę Protokołu Sesji (MPS), która realizuje procedury opisywane w tym protokole. Stacja sesji zawiera jedną lub więcej MPS. MPS komunikuje się z użytkownikiem sesji za pośrednictwem prymitywów usług omówionych w rozdziale 2.2. Efektem przetwarzania komend od użytkownika oraz przyczyną ich wydawania przez warstwę jest wymiana komuni-

katów protokołu sesji pomiędzy dwoma komunikującymi się za pośrednictwem połączenia transportowego Maszyn Protokołu Sesji. MPS składa się z jednostek funkcjonalnych utworzonych przez logiczne pogrupowanie wybranych funkcji komunikacyjnych. Jednostki funkcjonalne wprowadzono w celu uproszczenia specyfikacji wymagań użytkownika podczas negocjacji związanej z nawiązywaniem połączenia sesyjnego oraz dla precyzyjnego określenia wymagań przy badaniu zgodności implementacji protokołu z jego standardem. Jednostki funkcjonalne i związane z nimi komunikaty protokołu zestawiono w tabeli 2. Mogą one być grupowane w podzbiory określające pewien specyficzny zakres usług sesji przydatny do określonych celów.

Podzbiór podstawowy (BCS) zawierają te usługi warstwy sesji, które dostarczane są przez jądro oraz jednostki funkcjonalne obsługujące tryb dwukierunkowy naprzemienny i równoczesny. Jest on przeznaczony do zastosowań, które nie wymagają synchronizacji.

Podzbiór podstawowy z synchronizacją zawiera podzbiór podstawowy rozszerzony o jednostki funkcjonalne synchronizacji głównej i pomocniczej, resynchronizacji, rozłączania negocjowanego i niezależnego przesyłania danych. Jest on przeznaczony do zastosowań wymagających synchronizacji. Podzbiór ten oznaczono angielskim skrótem BSS.

Podzbiór podstawowy ze sterowaniem akcjami (BAS) zawiera podzbiór podstawowy uzupełniony o jednostki funkcjonalne sterowania akcjami, synchronizacji pomocniczej i informowania o stanach wyjątkowych. Jest on przeznaczony do obsługi zaawansowanych usług sieci takich jak np. Teletex CCITT.

W tabeli 2 kolumny oznaczone BCS, BSS, BAS przedstawiają schemat tworzenia omówionych podzbiorów z jednostek funkcjonalnych Maszyny Protokołu Sesji. Stosując podzbiór BAS sterowany w szczególny sposób ze specjalnym zbiorem parametrów można uzyskać właściwości S62 CCITT.

Omawiany standard zawiera także określenie sposobu sprawdzenia zgodności implementacji ze specyfikacją protokołu i wymagania dla systemów implementujących protokoły sesji. Integralną częścią standardu protokołu sesji jest jego opis za pomocą tabeli stanów. Tabele te przedstawiają stany połączenia sesyjnego, zdarzenia, które mogą w tych stanach wystąpić, podejmowane w takim przypadku akcje, operacje i stany wyjątkowe.

Tabela 2. Zestawienie jednostek funkcjonalnych protokołu sesji
Table 2. Session Protocol Functional Units

kod	nazwa komunikatu	znaczenie	podzbiór		
			BCS	BSS	BAS
Jądro					
CN	CONNECT ¹	Żądanie połączenia	+	+	+
AC	ACCEPT ¹	Potwierdzenie połączenia	+	+	+
RF	REFUSE ¹	Odrzucenie połączenia	+	+	+
FN	FINISH	Żądanie rozłączenia	+	+	+
DN	DISCONNECT	Potwierdzenie rozłączenia	+	+	+
AB	ABORT	Zerwanie połączenia	+	+	+
AA	ABORT ACCEPT ²	Potwierdzenie zerwania	+0	+0	+0
DT	DATA TRANSFER	Przesłanie danych	+	+	+
Tryb dwukierunkowy naprzemienny					
PT	PLEASE TOKENS	Żądanie tokenu danych	0	+	+
GT	GIVE TOKENS	Przekazanie tokenu danych	0	+	+
Tryb dwukierunkowy równoczesny					
Nie ma związanych komunikatów					
Rozłączanie negocjowane					
NF	NOT FINISHED	Odrzucenie rozłączania	0	+	-
GT	GIVE TOKENS	Przekazanie tokenu rozłączania	0	+	-
PT	PLEASE TOKENS	Żądanie tokenu rozłączania	0	+	-
Przyspieszona wymiana danych					
EX	EXPEDITED DATA	Dane przyspieszone	0	-	-
Niezależna wymiana danych					
TD	TYPED DATA	Dane niezależne	0	+	0
Wymiana danych uzgadniania					
CD	CAPABILITY DATA	Dane uzgadniania	-	-	+
CDA	CAPABILITY DATA ACK	Potwierdzenie danych uzgadniania	-	-	+
Synchronizacja pomocnicza					
MIP	MINOR SYNC POINT	Pomocniczy punkt synchroniz.	-	+	+
MIA	MINOR SYNC ACK	Potwierdzenie pomoc.pk.synch.	-	+	+
GT	GIVE TOKENS	Przekazanie tokenu synch.pomoc.	-	+	+
PT	PLEASE TOKENS	Żądanie tokenu synch. pomoc.	-	+	+

Tabela 2. c.d.

kod	nazwa komunikatu	znaczenie	podzbiór		
			BCS	BSS	BAS
	Synchronizacja główna				
MAP	MAJOR SYNC POINT	Główny punkt synchronizacji	-	+	-
MAA	MAJOR SYNC ACK	Potwierdzenie gł.pk.synch.	-	+	-
PR	PREPARE ³	Przygotowanie drogi przysp.	-	+	-
GT	GIVE TOKENS	Przekazanie tokenu gł. pk. synch.	-	+	-
PT	PLEASE TOKENS	Żądanie tokenu gł.pk.synch.	-	+	-
	Resynchronizacja				
RS	RESYNCHRONIZE	Żądanie resynchronizacji	-	+	0
RA	RESYNCHRONIZE ACK	Potwierdzenie resynchron.	-	+	0
PR	PREPARE ³	Przygotowanie drogi przysp.	-	+	-
	Informowanie o stanach wyjątkowych				
ER	EXCEPTION REPORT	Zgłoszenie odstępstw przez realizatora usług	0	-	+
ED	EXCEPTION DATA	Zgłoszenie odstępstw przez użytkownika usług	0	-	+
	Sterowanie akcjami				
AS	ACTIVITY START	Rozpoczęcie akcji	-	-	+
AR	ACTIVITY RESUME	Wznowienie akcji	-	-	+
AI	ACTIVITY INTERRUPT	Zawieszenie akcji	-	-	+
AIA	ACTIVITY INTERRUPT ACK	Potwierdzenie zawieszenia akcji	-	-	+
AD	ACTIVITY DISCARD	Zaniechanie akcji	-	-	+
ADA	ACTIVITY DISCARD ACK	Potwierdzenie zaniechania akcji	-	-	+
AE	ACTIVITY END	Zakończenie akcji	-	-	+
AEA	ACTIVITY END ACK	Potwierdzenie zakończenia	-	-	+
PR	PREPARE ³	Przygotowanie drogi przysp.	-	-	+
GT	GIVE TOKENS	Przekazanie tokenu ster. akcjami	-	-	+
PT	PLEASE TOKENS	Żądanie tokenu ster.akcjami	-	-	+
GTC	GIVE TOKENS CONFIRM ⁴	Żądanie wszystkich tokenów	-	-	+
GTA	GIVE TOKENS ACK ⁴	Przekazanie wszystkich tokenów	-	-	+
Oznaczenia: + konieczne, +0 odbiór konieczny, transmisja opcjonalna, 0 opcjonalne, - nie wymagane w tej jednostce funkcjonalnej.					

- Uwagi: 1. Wymagana jest implementacja: nadawania CN i odbioru AC/RF lub odbioru CN i nadawania AC/RF lub odbioru i nadawania łącznie.
2. Wymagana jest możliwość odbioru i poprawnego wykonania, nadawanie jest opcjonalne.
3. Komunikat PR jest wymagany, jeśli dla połączeń sesyjnych dostępna jest przyspieszona droga transportowa.
4. Stosowane tylko w tych połączeniach sesyjnych, w których wybrano sterowanie akcjami, wtedy, gdy akcja nie jest w toku.

3. WARSTWA PREZENTACJI

3.1. Funkcje warstwy prezentacji

Zadaniem warstwy prezentacji w modelu odniesienia ISO/OSI jest reprezentowanie informacji przesyłanej między stacjami znajdującymi się w warstwie aplikacji. Granica między tymi warstwami jest wyznaczona przez oddzielenie znaczenia informacji (semantyki), która jest znana warstwie aplikacji, od sposobu jej przedstawienia (syntaktyki), który to sposób podlega warstwie prezentacji. Warstwa prezentacji zajmuje się przy tym dwoma aspektami przedstawienia informacji, tj.:

- reprezentacją danych, które są wymieniane między stacjami aplikacyjnymi,
- reprezentacją struktur danych i operacji nad strukturami używanymi podczas współpracy stacji.

Pojęciami podstawowymi używanymi przy specyfikacji usług i protokołu prezentacji są: abstrakcyjna syntaktyka transferu, konkretna syntaktyka transferu oraz kontekst prezentacji.

Przez abstrakcyjną syntaktykę transferu rozumie się zbiór definicji typów danych używanych przez warstwę aplikacji, podanych w sposób niezależny od techniki używanej w warstwie prezentacji do przedstawienia tych danych. Definicja każdego z tych typów danych tworzona jest przez odwoływanie się do typów uznanych za pierwotne oraz przez wskazywanie sposobów, w jakie są one ze sobą łączone. Konkretna syntaktyka transferu jest sposobem przedstawienia danych używanym przez warstwę prezentacji. Kontekstem prezentacji jest natomiast związek między abstrakcyjną syntaktyką transferu a odpowiadającą jej syntaktyką konkretną. Odpowiedniość ta jest rozumiana w ten sposób, że konkretna syntaktyka jest w stanie odwzorować wszystkie własności syntaktyki abstrakcyjnej.

W ujęciu ISO dwie stacje aplikacyjne mogą ze sobą współpracować pod warunkiem uzgodnienia między sobą syntaktyki abstrakcyjnej. Syntaktyka ta wynika z realizowanego protokołu aplikacyjnego. W trakcie

współpracy może ona być dynamicznie modyfikowana, co wymaga jednak zgody obu współpracujących stacji. Tak uzgodnioną syntaktykę abstrakcyjną zgłasza się warstwie prezentacji, która dobiera do niej odpowiednią syntaktykę konkretną, tworząc w ten sposób konteksty prezentacji na obu końcach połączenia. W trakcie wymiany danych między dwoma systemami A i B, w ogólnym przypadku mogą istnieć trzy syntaktyki konkretne odwzorowujące syntaktykę abstrakcyjną, tj. syntaktyka obowiązująca w systemie A, syntaktyka obowiązująca na drodze między systemami oraz syntaktyka obowiązująca w systemie B.

W związku z powyższym przyjmuje się, że warstwa prezentacji realizuje trzy główne funkcje:

- negocjację dostępnych konkretnych syntaktyk transferu,
- wybór konkretnej syntaktyki transferu do użytku bieżącego,
- transformacje między syntaktykami spotykającymi się na granicy z warstwą aplikacji.

Funkcje negocjacji i wyboru syntaktyk transferu są wykonywane przy użyciu protokołu prezentacji. Transformacje syntaktyk na końcach połączenia są wykonywane wewnątrz stacji prezentacji i nie są widoczne w realizowanych protokołach. Dodatkowo należy wspomnieć, że warstwa prezentacji funkcjonuje korzystając z przedstawionych wcześniej usług warstwy sesji.

3.2. Usługi warstwy prezentacji

Zestaw usług dostarczanych przez warstwę prezentacji w ujęciu ekspertów ISO z maja 1984 r. [11] przedstawiono w tabeli 3. Jak z tego zestawienia widać, składają się one z usług świadczonych przez warstwę prezentacji oraz z usług przejętych z warstwy sesji, co dotyczy między innymi sterowania dialogiem i uporządkowanego likwidowania połączeń. Nowe usługi obejmują ustanawianie połączeń prezentacji, ich zrywanie i zarządzanie kontekstami. Przesyłanie danych odbywa się przy użyciu usług przejętych z warstwy sesji, ale dane podlegają w warstwie prezentacji określonym wcześniej transformacjom syntaktyk.

Tak jak i w innych warstwach, usługi mogą być potwierdzone lub niepotwierdzone. W tym pierwszym przypadku w użyciu są cztery prymitywy: request, indication, response i confirmation. W przypadku usług niepotwierdzanych zastosowanie mają tylko dwa prymitywy, to jest request i indication.

Prymitywy dostępu do usług ustanawiania i likwidowania połączeń używają szeregu parametrów, które w jednym przypadku podają adresy nadawcy i odbiorcy, wykaz żądanych syntaktyk abstrakcyjnych i związany z tym kontekst początkowy oraz żadaną charakterystykę połączenia sesyjnego, a w drugim przyczynę likwidacji połączenia.

Tabela 3. Zestawienie usług warstwy prezentacji
Table 3. Summary of Presentation Service Elements

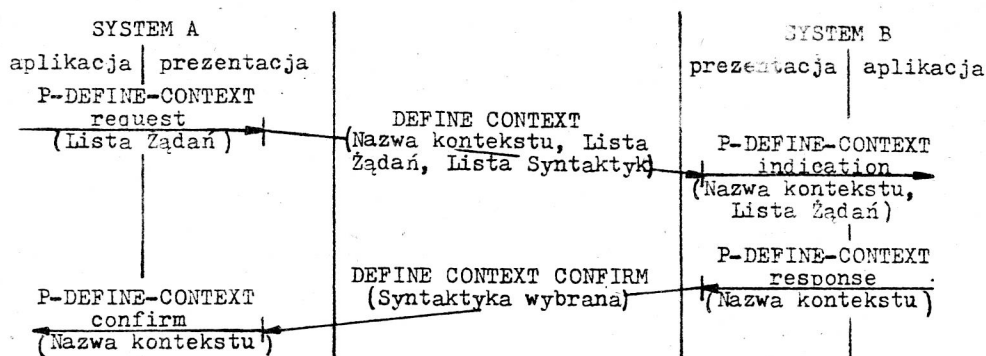
prymitywy	typ usługi	znaczenie
Udogodnienie ustanawiania połączenia		
P-CONNECT	potwierdzana	Ustanowienie połączenia
Udogodnienie likwidacji połączenia		
P-RELEASE	potwierdzana	Likwidacja połączenia
P-U-ABORT	niepotwierdzana	Zerwanie połączenia przez użytkownika usług
P-P-ABORT	niepotwierdzana	Zerwanie połączenia przez realizatora usług
Udogodnienie zarządzania kontekstami		
P-DEFINE-CONTEXT	potwierdzana	Definicja kontekstu
P-SELECT-CONTEXT	potwierdzana	Wybór kontekstu
P-DELETE-CONTEXT	potwierdzana	Skreślenie kontekstu
Udogodnienie przesyłania informacji		
P-TYPED-DATA	niepotwierdzana	Wymiana danych niezależnych
P-DATA	niepotwierdzana	Wymiana danych normalnych
P-EXPEDITED-DATA	niepotwierdzana	jak w warstwie sesji
P-CAPABILITY-DATA	potwierdzana	jak w warstwie sesji
Udogodnienie sterowania dialogiem		
P-U-EXCEPTION-REPORT	niepotwierdzana	Wskazanie warunków wyjątkowych przez użytkownika usług
P-P-EXCEPTION-REPORT	niepotwierdzana	Wskazanie warunków wyjątkowych przez dostawcę usług
P-TOKEN-GIVE	niepotwierdzana	jak w warstwie sesji
P-TOKEN-PLEASE	niepotwierdzana	jak w warstwie sesji
P-CONTROL-GIVE	niepotwierdzana	jak w warstwie sesji
P-SYNC-MINOR	potwierdzana opc.	jak w warstwie sesji
P-SYNC-MAJOR	potwierdzana	jak w warstwie sesji
P-RESYNCHRONIZE	potwierdzana	jak w warstwie sesji
P-ACTIVITY-START	niepotwierdzana	jak w warstwie sesji
P-ACTIVITY-RESUME	niepotwierdzana	jak w warstwie sesji
P-ACTIVITY-END	potwierdzana	jak w warstwie sesji
P-ACTIVITY-INTERRUPT	potwierdzana	jak w warstwie sesji
P-ACTIVITY-DISCARD	potwierdzana	jak w warstwie sesji

Usługa zarządzania kontekstami obejmuje definiowanie kontekstów, wybór kontekstu do użytku bieżącego i ewentualne skreślenie definicji. Wszystkie te usługi są potwierdzane, przy czym w parametrach prymitywów response i confirm można pokazywać odrzucenie i ewentualnie jego przyczynę.

Szczególnego komentarza wymaga usługa definiowania kontekstu. Przyjmuje się, że we wszystkich systemach otwartych znana jest wyróżniona syntaktyka abstrakcyjna, używana w kontekście domniemanym w sytuacji, gdy nie zażądano w sposób jawny utworzenia kontekstu innego. Syntaktyka ta jest określona jako strumień bitów, czyli symboli z alfabetu zawierającego dwa symbole. Inne syntaktyki abstrakcyjne powinny być definiowane przy użyciu specjalnie tworzonej w tym celu notacji, noszącej nazwę Pierwszej Notacji Syntaktyk Abstrakcyjnych (ASN1) [16] i rejestrowane przez powołany do tego urząd, który będzie nadawał im oznaczenia używane później w realizowanych protokołach. Urząd ten będzie rejestrował także syntaktyki konkretne oraz konteksty, czyli związki między syntaktykami abstrakcyjnymi a konkretnymi.

Podczas korzystania z usługi definiowania kontekstu prezentacji, prymitywy request i indication jako jeden z parametrów przekazują tzw. Listę Żądań Kontekstu Prezentacji, której elementami są nazwy syntaktyk abstrakcyjnych, dla których należy kontekst utworzyć. Struktura tej listy jest opisana przy użyciu notacji ASN1 i, ogólnie rzecz biorąc, zawiera kombinacje liniowe i hierarchiczne nazw syntaktyk uznanych za podstawowe (pierwotnych lub zarejestrowanych w podany wyżej sposób). W protokole prezentacji zawartość Listy Żądań Kontekstu Prezentacji jest przesyłana do stacji współpracującej wraz z drugim parametrem noszącym nazwę Listy Syntaktyk Transferu. Lista ta jest generowana w warstwie prezentacji i zawiera wykaz konkretnych syntaktyk transferu możliwych do zastosowania.

Strona odbierająca komunikat rozpoczynający definiowanie kontekstu dokonuje wyboru z przedstawionych możliwości i przesyła odpowiedź wskazującą jedną z proponowanych syntaktyk konkretnych. W ten sposób ustalone są konteksty na obu końcach połączenia. Kontekstem tym przypisuje się nazwy, do których można się później odwoływać przy wyborze kontekstu do użytku bieżącego. Proces przekazywania prymitywów i komunikatów protokołu używanych podczas definiowania przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Procedura definiowania kontekstu
Fig. 2. Context definition procedure

3.3. Protokół prezentacji

Dostępny w chwili obecnej dokument ISO dotyczący protokołu prezentacji [12] nie zawiera spójnego przedstawienia wszystkich występujących w nim zagadnień. Odnośnie niektórych problemów rozważa się kilka możliwych rozwiązań, przesuając wybór jednego z nich na przyszłe spotkania robocze. Pewne zagadnienia zostały jednak przedstawione w sposób pozwalający na uznanie ich za rozstrzygnięte.

Podobnie jak w warstwie sesji, zaproponowano podział protokołu prezentacji na jednostki funkcjonalne. Jednostkami tymi są: jądro, definiowanie kontekstów i wybór kontekstu do użytku bieżącego. Jądro protokołu powinno być implementowane we wszystkich systemach, natomiast każda z pozostałych jednostek może być dostępna, ale nie musi. Przyjmuje się tylko, że jeśli występuje definiowanie kontekstów, to wybór również powinien być dostępny.

Jądro protokołu zawiera komunikaty służące do nawiązywania połączeń, ich likwidowania uporządkowanego i nieuporządkowanego (zrywania) oraz do przesyłania danych normalnych.

Definiowanie kontekstów obejmuje komunikaty: definiujący nowy kontekst, potwierdzający przyjęcie definicji i odrzucający definicję. Dodatkowo uwzględniono komunikaty: skreślający definicję kontekstu, potwierdzający skreślenie definicji i odrzucający skreślenie. Rozważane jest także wprowadzenie komunikatu pozwalającego na bardziej złożone sposoby negocjowania definicji.

Jednostka funkcjonalna wyboru kontekstu do bieżącego użytku obejmuje komunikaty: wskazujący nowy kontekst, potwierdzający wybór, odrzucający wybór i odblokowujący przyspieszoną drogę przesyłania dla danych w nowym kontekście.

Obok wymienionych wyżej jednostek funkcjonalnych protokołu prezentacji umożliwia się także korzystanie z usług przejmowanych z warstwy sesji i związanych z nimi jednostek funkcjonalnych protokołu sesji. Wiąże się z tym zagadnienie sposobu odwzorowania usług warstwy prezentacji na usługi warstwy sesji. W dokumencie ISO widoczna jest tendencja do transparentnego przekazywania wszystkich prymitywów - wobec których jest to możliwe - przez warstwę prezentacji. Oznacza to, że stacja nie tworzy przy tym dodatkowego komunikatu należącego do protokołu prezentacji.

Są jednak przypadki, gdy pewnych parametrów zgłaszanych prymitywów nie da się w ten sposób przekazać, a także przypadki, gdy stacja prezentacji wprowadza komunikaty własne, które muszą korzystać z tych samych usług sesji, co warstwa aplikacji. W celu zachowania jednoznaczności wprowadza się wówczas unikalne kody zastosowanych komunikatów protokołu prezentacji.

W sytuacjach, gdy zgłaszane prymitywy żądają równoczesnych usług warstwy prezentacji i sesji, proponuje się technikę, w której część parametrów służy do utworzenia komunikatu protokołu prezentacji, przesyłanego w polu danych użytkownika komunikatu sesyjnego, przenoszącego pozostałe parametry dostarczane z warstwy aplikacji. Przy użyciu tej metody realizuje się równoczesne przesyłanie komunikatów ustanawiania i likwidowania połączeń: prezentacji i sesji.

Pełny zestaw komunikatów, mogących potencjalnie wystąpić w protokole prezentacji przedstawiono w tabeli 4. Należy się jednak spodziewać, że ze względu na omawiane możliwości odwzorowania usług, część z nich będzie zastąpiona przez równoważne komunikaty sesyjne.

Tabela 4. Zestawienie komunikatów protokołu prezentacji

Table 4. Summary of Presentation Protocol Data Units

kod	nazwa	znaczenie
	Jądro	
CP	CONNECT PRESENTATION	Żądanie połączenia
CPC	CONNECT PRESENTATION CONFIRM	Potwierdzenie połączenia
CPR	CONNECT PRESENTATION REJECT	Odrzucenie połączenia
RP	RELEASE PRESENTATION	Żądanie rozłączenia
RPC	RELEASE PRESENTATION CONFIRM	Potwierdzenie rozłączenia
RPR	RELEASE PRESENTATION REJECT	Odrzucenie rozłączenia
ARU	USER ABNORMAL RELEASE	Zerwanie połączenia przez użytkownika
ARP	PROVIDER ABNORMAL RELEASE	Zerwanie połączenia przez realizatora
TA	DATA	Dane normalne

	Definiowanie kontekstów	
DC	DEFINE CONTEXT	Definicja kontekstu
DCC	DEFINE CONTEXT CONFIRM	Potwierdzenie przyjęcia definicji
DCR	DEFINE CONTEXT REJECT	Odrzucenie definicji
DCN	DEFINE CONTEXT NEGOTIATE	Negocjowanie definicji
CD	CONTEXT DELETE	Żądanie skreślenia definicji
CDC	CONTEXT DELETE CONFIRM	Potwierdzenie skreślenia definicji
CDR	CONTEXT DELETE REJECT	Odrzucenie skreślenia definicji
	Wybór kontekstów	
SC	SELECT CONTEXT	Wskazanie kontekstu do użytku
SCC	SELECT CONTEXT CONFIRM	Potwierdzenie wyboru
SCR	SELECT CONTEXT REJECT	Odrzucenie wyboru
SA	SELECT ACK	Odblokowanie drogi przyspieszonej
	Wymiana danych niezależnych	
TD	TYPED DATA	Dane niezależne
	Wymiana danych uzgadniania	
TC	CAPABILITY DATA	Dane uzgadniania
TCC	CAPABILITY DATA CONFIRM	Potwierdzenie danych uzgadniania
	Wymiana danych przyspieszonych	
TE	EXPEDITED DATA	Dane przyspieszone
	Przekazywanie tokenów	
TG	TOKEN GIVE	Przekazanie tokenu
TP	TOKEN PLEASE	Żądanie tokenu
	Synchronizacja pomocnicza	
MI	MINOR SYNCHRONIZE	Wskazanie punktu synch.pomocniczej
MIC	MINOR SYNCHRONIZE CONFIRM	Potwierdzenie pk.synch.pomocniczej
	Synchronizacja główna	
MA	MAJOR SYNCHRONIZE	Wskazanie głównego punktu synch.
MAC	MAJOR SYNCHRONIZE CONFIRM	Potwierdzenie głównego pk. synch.
	Resynchronizacja	
RS	RESYNCHRONIZATION	Zgłoszenie resynchronizacji
RSC	RESYNCHRONIZATION CONFIRM	Potwierdzenie resynchronizacji
	Informowanie o stanach wyjątkowych	
UX	USER EXCEPTION	Zgłoszenie odstępstw przez użytkownika
PX	PROVIDER EXCEPTION	Zgłoszenie odstępstw przez dostarcz.

Tabela 4. c.d.

kod	nazwa	znaczenie
	Sterowanie akcjami	
AS	ACTIVITY START	Rozpoczęcie akcji
ARS	ACTIVITY RESUME	Wznowienie akcji
AE	ACTIVITY END	Zakończenie akcji
AEC	ACTIVITY END CONFIRM	Potwierdzenie zakończenia akcji
AI	ACTIVITY INTERRUPT	Zawieszenie akcji
AIC	ACTIVITY INTERRUPT CONFIRM	Potwierdzenie zawieszenia akcji
AD	ACTIVITY DISCARD	Zaniechanie akcji
ADC	ACTIVITY DISCARD CONFIRM	Potwierdzenie zaniechania akcji

4. KIERUNKI DALESZYCH PRAC STANDARYZACYJNYCH

Usługi i funkcje proponowane w omawianych dokumentach ISO spełniają tylko stosunkowo prosty zbiór wymagań dla zastosowań typu wirtualny terminal, transfer zbiorów, transfer zadań, czy elektroniczna poczta. Stąd też wraz z lepszym zdefiniowaniem wymagań procesów zastosowań, zakres usług i funkcji może ulec rozszerzeniu. Przede wszystkim można oczekiwać zmian w protokole sesji polepszających jego efektywność. Chodzi tu szczególnie o mechanizm synchronizacji przy trybie pracy dwukierunkowej równoczesnej.

W warstwie prezentacji ważną rolę odgrywa kwestia rejestracji syntaktyk abstrakcyjnych. Protokół ten zawiera mechanizmy przesłania definicji stosowanej syntaktyki abstrakcyjnej, jednak efektywniejszym środkiem jest odwoływanie się do syntaktyk zarejestrowanych. Uwalnia to bowiem większość aplikacji, realizujących jeden protokół od konieczności wykonywania złożonych analiz.

Osobnym problemem jest uwzględnienie w obu warstwach trybu bezpołączeniowego. Dotychczas rola usług bezpołączeniowych w warstwie sesji była przez ekspertów ISO niedoceniana [8]. W pracy [3] wykazano na podstawie analizy wymagań procesów zastosowań, że pożądane jest wprowadzenie usługi typu SEND-CONFIRMED-UNIT, która powinna być zrealizowana jako kombinacja usługi transportowej T-SEND-UNIT i sesyjnej typu S-SYNC-MAJOR.

Usługi bezpołączeniowe są również rozważane w warstwie prezentacji ze względu na zastosowania tych usług w warstwie aplikacji. Zasadniczym problemem wydaje się tu być kwestia przedstawienia syntaktyki wraz z danymi w ramach jednego komunikatu.

Dalsze kierunki badań dotyczą formalnej specyfikacji protokołów i usług w obu omawianych warstwach. Oczekuje się, że zastosowanie formalnych metod opisu, będących obecnie przedmiotem prac standaryzacyjnych ISO [14, 15], umożliwi zweryfikowanie protokołów i ocenę ich wydajności. Warto w tym miejscu wspomnieć, że prace związane z częściową weryfikacją protokołu sesji ECMA-75 pozwoliły wykryć pewne błędy, dotyczące funkcji synchronizacji [19]. Ten kierunek prac będzie więc miał duże znaczenie przy rozważaniu protokołów i usług sesji i prezentacji.

5. ZASTOSOWANIA USŁUG WARSTWY SESJI I PREZENTACJI

Przedstawione mechanizmy funkcjonowania warstw sesji i prezentacji są przeznaczone do tworzenia przy ich użyciu wyżej zorganizowanych usług warstwy aplikacji takich jak: wirtualny terminal (VT), usługi przesyłania, modyfikacji i dostępu do zbiorów (FTAM), usługi sterowania w systemach rozproszonego przetwarzania (CCR) oraz inne definiowane poza ISO. Dla przykładu można podać, że usługa wirtualnego terminala daje możliwość dostępu do konceptualnego obszaru komunikacyjnego, w którym występują: konceptualna pamięć danych (CDS), konceptualna pamięć sygnałów i statusów (CSS), konceptualna pamięć praw dostępu (ASU) oraz konceptualna pamięć definicji struktur danych (DSD). Dialog wirtualnych terminali polega na wprowadzaniu zmian do CCA, co powoduje ich przekazanie stronie współpracującej. W rzeczywistych systemach współpracujących przez łącza transmisji danych, konieczne jest tworzenie dwu kopii CCA. Zgodność zawartości obu kopii utrzymuje Maszyna Protokołu Wirtualnego Terminala (VTPM) przy użyciu protokołu wirtualnego terminala.

Określona wyżej VTPM funkcjonuje dzięki omawianym w artykule usługom sesji i prezentacji. Przypisuje ona niektórym komunikatom przejmowanym z tych warstw dodatkowe znaczenie, np.: pomocniczy punkt synchronizacyjny ma także funkcję koordynacji aktualizacji zawartości CCA. Stosuje się tu bowiem mechanizm, w myśl którego wszystkie przesyłane komunikaty przechowywane są w pomocniczym buforze i dopiero komunikat przesyłający pomocniczy punkt synchronizacyjny powoduje aktualizację przy ich użyciu zawartości CCA.

Ze względu na nie zakończenie prac standaryzacyjnych przedstawione protokoły nie mają dotychczas przykładów implementacji w rzeczywistych systemach. Czynione są jednak próby z elementami tych protokołów. Znaczącą dla standardu warstwy sesji była realizacja protokołu według

zalecenia S62 CCITT w projekcie GILT. Była to implemencja wprowadzająca szereg rozszerzeń i dawała ona wiele wniosków co do potrzeb w tym zakresie dla ekspertów ISO. Innym przykładem może być realizacja warstwy sesji we włoskiej sieci OSIRIDE [4]. Obejmuje ona następujące jednostki funkcjonalne: jądro, tryb dwukierunkowy naprzemienny i równoczesny, rozłączanie uporządkowane, synchronizację główną i pomocniczą, resynchronizację, niezależną wymianę danych. Pierwszym zastosowaniem tych usług jest transfer zbiorów.

6. UWAGI KOŃCOWE

Omawiane warstwy koncentrują się na dwu różnych aspektach współpracy systemów cyfrowych. W warstwie sesji rozważane są problemy dynamiki wymiany danych między współbieżnymi procesami, natomiast w warstwie prezentacji problemy przedstawienia tych danych. Zagadnienia te stanowią rozwinięcia na przypadek sieci komputerowej, klasycznych zagadnień synchronizacji procesów współbieżnych w systemach operacyjnych i reprezentacji struktur danych w językach programowania [20].

W systemach klasycznych, synchronizację procesów współbieżnych realizuje się wykorzystując specjalizowane mechanizmy systemu operacyjnego, czyli przy użyciu innej drogi niż ta, którą przekazuje się dane. Natomiast w sieciach komputerowych, informacja synchronizująca musi być przekazywana przy użyciu wspólnej drogi przesyłania z danymi. Stąd też zastosowane rozwiązanie problemu synchronizacji jest inne i polega na użyciu w strumieniu danych, głównych i pomocniczych punktów synchronizacyjnych. Ponadto ze względu na duży stopień niezależności systemów, wprowadza się mechanizmy identyfikowania przekazywanej informacji i ewentualnych restartów procesu przesyłania, np. po czasowej niesprawności jednego z nich. Realizuje się to wykorzystując sterowanie akcjami logicznymi i resynchronizację.

Zagadnienia rozważane w warstwie prezentacji jeszcze raz uwydatniają rolę, jaką w procesie projektowania systemów przetwarzania informacji odgrywa opisywanie danych, ich struktur i operacji nad nimi w kategoriach abstrakcyjnych. Wysoce pożądane jest, aby projekty takich systemów tworzone były w oderwaniu od sposobów kodowania informacji w konkretnej maszynie i własności jej urządzeń zewnętrznych. Bowiem tylko wtedy możliwa będzie współpraca takich systemów w ramach heterogenicznych sieci komputerowych. Narzędziem ułatwiającym tworzenie abstrakcyjnych opisów danych i ich struktur może być proponowana przez ISO Pierwsza Notacja Syntaktyk Abstrakcyjnych (ASN1).

LITERATURA

1. AHTTIAINEN A., et al. "GILT - Open Interconnection of Local Message Systems in Europe", Proc. ICCO'84, str. 735-741.
2. ANTTILA M., et al. "Tools and Studies of Formal Techniques - Petri Nets and Temporal Logic", w: H. RUDIN, C.H. WEST ed. "Protocol Specification, Testing, and Verification III", North-Holland, 1983, str. 129-148.
3. BUCCIARELLI P., CANESHI F., "Connectionless Services in the OSI Reference Model", Proc. ICCO'84, str. 560-564.
4. CANESHI F., et al. "OSIRIDE - The Italian Answer to the OSI Reference Model", Prof. ICCO'84, str. 760-766.
5. EMMONS W.F., CHANDLER A.S., "OSI Session Layer: Services and Protocols", Proc. of the IEEE, vol. 71, No 12, Dec. 1983, str. 1397-1400.
6. HOLLIS L.L., "OSI Presentation Layer Activities", Proc. of the IEEE, vol. 71, No. 12, Dec. 1983, str. 1401-1403.
7. ISO/TC97/SC16, "Information Processing Systems - Open Systems Interconnection - Basic Reference Model", IS 7498.
8. ISO/TC97/SC16/N1658, "Addendum to ISO 7498 Covering Connectionless Mode Transmission", DP8524, December 1983.
9. ISO/TC97/SC16, "Basic Connection Oriented Session Service Definition", DIS 8326, November 1983.
10. ISO/TC97/SC16, "Basic Connection Oriented Session Protocol Specification", DIS 8327, November 1983.
11. ISO/TC97/SC16/N1828, "Draft Connection Oriented Presentation Service Definition", May 1984.
12. ISO/TC97/SC16/N1829, "Draft Connection Oriented Presentation Protocol Specification", May 1984.
13. ISO/TC97/SC16/WG5/Copenhagen 145, "Basic Class Virtual Terminal Protocol Specification", May 1984.
14. ISO/TC97/SC16/N1980, "A Formal Description Technique Based on an Extended State Transition Model", June 1982.
15. ISO/TC97/SC16/WG1/N299, "Definition of the Temporal Ordering Specification Language LOTOS", May 1984.
16. ISO/TC97/SC16/WG5/London 32, "Abstract Syntax Notation One", May 1984.
17. McCROM W.A., "International Standards for Data Communications", Proc. ICCO'84, str. 554-559.
18. SCHINDLER S., "The New ISO Standards for Communications and Office Automation", Conference Report Computer Network 6, 1982, str. 291-298.
19. Standard ECMA-75, "Session Protocol", ECMA, January 1982.
20. ZIMMERMANN H., "On Protocol Engineering", w: R.E.A. MASON ed. "Information Processing 83", North-Holland, 1983, str. 283-292.

THE SESSION AND PRESENTATION LAYERS OF THE ISO/OSI REFERENCE
MODEL - FUNCTIONS, SERVICES AND PROTOCOLS

In the paper the state of the art in the area of session and presentation layer development of OSI/RM is presented. The major part of the paper describes the functions, services and protocols of these layers. Next future research and development works are indicated. Finally example implementations and the applications of session and presentation protocols are given.

СЕАНСОВЫЙ И ПРЕДСТАВИТЕЛЬНЫЙ УРОВЕНЬ ЭТАЛОННОЙ МОДЕЛИ

ISO/OSI - ФУНКЦИИ, СЕРВИС И ПРОТОКОЛЫ

В статье представлено актуальное состояние работ над уровнями сеансовым и представительным эталонной модели архитектуры взаимодействия открытых систем. В основной части статьи речь идёт о функциях, сервисах и протоколах этих уровней. Далее определяются направления дальнейших исследовательских и развивающих работ. В последней части обсуждаются некоторые имплементации и применения сеансового и представительного протоколов.

baza danych,
system rozproszony

Zygmunt MAZUR *

BAZY DANYCH W SIECIACH KOMPUTEROWYCH

Jedną z możliwości wykorzystania sieci komputerowej jest utworzenie systemu rozproszonych baz danych. Wynika to z popytu na zdecentralizowane przetwarzanie, wprowadza bardziej ekonomiczną i niezawodną obsługę użytkownika. W referacie dokonano przeglądu problemów, na jakie napotyka się przy projektowaniu i implementowaniu systemów współpracujących z rozproszonymi bazami danych.

1. WSTĘP

W miarę rozbudowy przemysłu i coraz bardziej złożonej organizacji przedsiębiorstw przemysłowych (przejawiającej się m.i. w tworzeniu kombinatów i przedsiębiorstw wielozakładowych) występuje niekorzystne zjawisko przenoszenia struktur organizacyjnych na struktury informacyjne, polegające na tworzeniu "autonomicznych" węzłów zbierania i użytkowania informacji odpowiadających schematowi organizacyjnemu przedsiębiorstwa oraz podporządkowanych interesom poszczególnych komórek organizacyjnych. Stąd dezintegracja systemu informacyjnego powodująca spadek zaufania do informacji, zbieranej według różnych metod, opóźnionej i często zniekształconej. Jakość systemu informacyjnego powinna być oceniana nie tylko w aspekcie sprawności przetwarzania danych, lecz również obiegu informacji. Istotne znaczenie w tym względzie ma więc sprawny układ łączności, którego głównym elementem może stać się sieć komputerowa.

Dla użytkowników systemów baz danych w sieci komputerowej najważniejszy jest łatwy i szybki dostęp do danych w różnych węzłach, podejmowanie trafnych decyzji oraz niezawodność systemu i zabezpieczenie przed nieupoważnionym dostępem do danych. Czynniki te w połączeniu ze zwiększającym się obecnie geograficznym rozproszeniem bezpośrednich użytkowników w obrębie jednej lub wielu instytucji powoduje, że rozwój techniki przetwarzania danych i organizacji zarządzania zmierza również w kierunku rozproszenia funkcji zapamiętywania i przetwarzania danych.

* Centrum Obliczeniowe Politechniki Wrocławskiej

Uwzględniając powyższe realia, szybki spadek jednostkowych kosztów przetwarzania oraz rozwój sieci komputerowych stanowią argumenty potwierdzające celowość dalszego rozwoju koncepcji przetwarzania rozproszonego.

Z drugiej strony budując sieci komputerowe należy mieć przede wszystkim na uwadze ich zastosowania, bowiem istnienie samej sieci bez oprogramowania można porównać do komputera bez oprogramowania. Tak jak poprzez system komputerowy rozumiemy sprzęt + oprogramowanie, podobnie poprzez sieć komputerową należy rozumieć sprzęt, łącza komunikacyjne + oprogramowanie. Z tak prostej definicji sieci wynika potrzeba prowadzenia prac nie tylko nad budową samej sieci, ale także jej oprogramowaniem. Podobnie jak z komputerami, im bogatsze będzie oprogramowanie podstawowe i użytkowe, tym większe będą możliwości wykorzystania sieci komputerowej w praktyce.

Podstawową grupę użytkowników sieci komputerowej będą stanowić osoby pragnące korzystać z różnych zasobów programowych, zbiorów danych przechowywanych w różnych komputerach w sieci.

Sieć komputerowa pozwala na nawiązywanie łączności i komunikowanie się pomiędzy różnymi komputerami. Z praktyki wiadomo, że większość lokalnych zasobów programowych i baz danych była tworzona niezależnie od siebie. Powstawało oprogramowanie różnorodne pod względem organizacyjnym i metod eksploatacji lokalnych baz danych.

"Globalny" użytkownik sieci komputerowej korzystający z podstawowych funkcji (np. transfer zbioru, transfer zadań) napotyka na wiele trudności, musi wiedzieć "gdzie co jest", w jaki sposób korzystać z lokalnych zasobów i jak przetwarzać uzyskane z nich informacje. Widać stąd potrzebę istnienia takiego oprogramowania, które znacznie ułatwiłoby wykorzystanie baz danych w sieciach komputerowych.

2. CZYM JEST ROZPROSZONA BAZA DANYCH

Początkowo SZBD składały się z programów zarządzania zbiorami danych z niewielką liczbą innych urządzeń programowych. Niestety, do dzisiaj w praktyce wykorzystywanych jest wiele systemów informatycznych zbudowanych w oparciu o tradycyjne metody, w których programy użytkowe są często zależne od zmian w urządzeniach pamięciowych oraz od dołączania do pamiętanych danych nowych pól i powiązań. Wykorzystanie takich systemów w przetwarzaniu rozproszonym przez różnych użytkowników sieci będzie wymagało dodatkowego oprogramowania.

Gromadzenie i przetwarzanie informacji pochodzących z różnych źródeł i udostępnianie ich wielu użytkownikom oraz reprezentacja złożonych

struktur danych w postaci wielu plików danych prowadzi również do poważnych trudności w utrzymaniu logicznej spójności danych. Rosnące znaczenie oraz wielkość i stopień złożoności struktur zasobów danych współczesnych systemów informatycznych spowodowały powstanie specjalistycznego oprogramowania, którego podstawową funkcją jest zarządzanie tymi zasobami.

Takim oprogramowaniem są współcześnie eksploatowane uniwersalne systemy zarządzania bazą danych. Wspólną cechą wszystkich tych systemów jest możliwość opisu powiązań poszczególnych elementów danych w sposób niezależny od zapisu na nośnikach urządzeń pamięci zewnętrznych. Taki opis struktury danych nazywamy logicznym modelem danych. Podstawowym celem opisu logicznego modelu danych jest zebranie wszystkich istotnych informacji o strukturze i treści części świata rzeczywistego objętego projektowaną bazą danych.

W ramach współczesnych uniwersalnych SZBD dostępne są trzy różne logiczne modele danych, a mianowicie: sieciowy, hierarchiczny i relacyjny. Każdy z tych modeli danych charakteryzuje się odmiennym podejściem do opisu struktur danych, zawiera różne ograniczenia w zakresie budowania tych struktur oraz dostępu do danych.

Sieciowy model danych jest strukturą, w której każda jednostka, należąca do określonej klasy jednostek, może jednocześnie uczestniczyć w wielu powiązaniach jednostek należących do tej samej lub różnych klas powiązań jednostek, występując w roli nadrzędnej (właściciel) lub roli podrzędnej (członek). W Polsce najbardziej rozpowszechnionym SZBD, eksploatowanym na komputerach Jednolitego Systemu, jest system RODAN będący implementacją raportów Komitetu CODASYL.

Hierarchiczny model danych jest strukturą, w której każda jednostka zwana segmentem, należąca do określonej klasy jednostek, może uczestniczyć w roli podrzędnej w co najwyżej jednym powiązaniu jednostek, a w roli nadrzędnej w dowolnej liczbie takich powiązań (struktura drzewiasta). Klasycznym przykładem SZBD opartego na hierarchicznym modelu danych jest system HADES (implementacja systemu IMS).

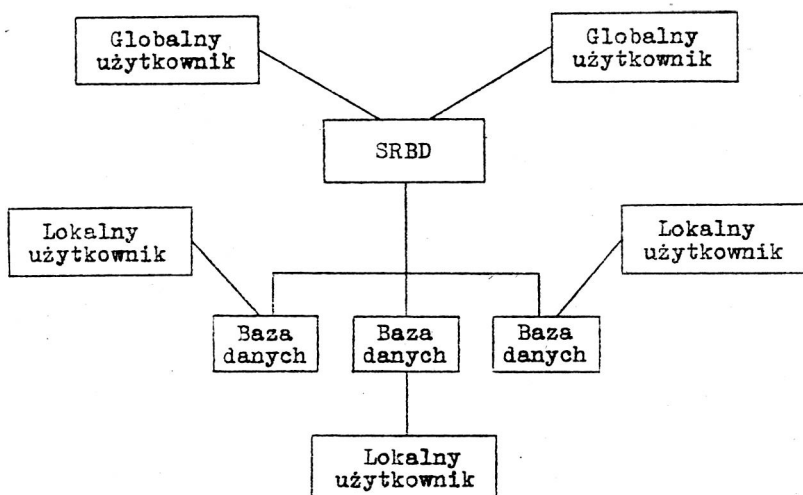
Relacyjną strukturę danych rozpatruje się jako zbiór tablic reprezentujących w tej strukturze danych relacje. Każdy wiersz tablicy odpowiada krotce relacji. Do najbardziej znanych systemów relacyjnych należą systemy: System - R, Query by Example. SZBD RODAN dopuszcza relacyjny model danych jako logiczną strukturę danych użytkowników końcowych.

W prawie wszystkich badaniach nad systemami rozproszonymi stosowany jest relacyjny model danych i związany z nim język manipulowania danymi. Toteż znajomość systemów relacyjnych i doświadczenie w posługiwaniu się nimi bardzo przydaje się, przy przejściu do systemów rozproszonych.

nych. Godne uwagi jest, że zespół roboczy w ramach DBTG zajmujący się rozproszonymi systemami baz danych, posługuje się również modelami relacyjnymi. Lecz czym jest prawdziwy system rozproszonych baz danych? Definicja zależy od punktu widzenia obserwatora. Z punktu widzenia użytkownika końcowego, system rozproszony działa jak jednosiedzibowy system bazy danych. Użytkownik końcowy nie powinien ani zdawać sobie sprawy z miejsca przetwarzania i przechowywania danych, ani umieć je wskazać. Natomiast z punktu widzenia projektowania systemu należy uważać system za rozproszony, gdy wszystkie decyzje co do miejsca przetwarzania i przechowywania podejmowane są przez sam system. Powyższa definicja jest definicją sytuacji idealnej.

W dalszej części referatu dokonamy przeglądu problemów, na jakie napotyka się przy projektowaniu systemów rozproszonych baz danych. Problemy współpracy pomiędzy rozproszonymi i heterogenicznymi bazami danych nie zostały jeszcze w pełni do końca rozwiązane.

Systemy rozproszonych baz danych (SRBD) znacznie ułatwiają przetwarzanie danych należących do wielu heterogenicznych lokalnych baz danych (rys.1).



Rys.1. System rozproszonych baz danych pokazujący hierarchiczne powiązania

Fig.1. A distributed database showing the hierarchical relationship

Bazy danych zwane węzłami są często, lecz nie zawsze, geograficznie rozproszone w różnych ośrodkach obliczeniowych połączonych siecią komputerową. Jako alternatywę do geograficznego rozproszenia można rozważać przypadek, w którym bazy danych umieszczone są w tej samej maszynie.

Zasadniczym problemem w rozproszonych bazach danych jest znalezienie udogodnień w przetwarzaniu danych należących do różnych baz danych, niezależnie od postaci połączeń pomiędzy węzłami.

Ponadto należy uwzględniać dwie grupy użytkowników:

- globalnych użytkowników, przetwarzających dane należące do różnych baz danych pod kontrolą Systemu Zarządzania Rozproszonymi Bazami Danych (SZRBD),
- lokalnych użytkowników, przetwarzających dane w poszczególnych węzłach pod kontrolą Lokalnych Systemów Zarządzania Bazami Danych (LSZBD), niezainteresowanych w istnieniu SZRBD.

Termin, globalny schemat, używany jest do określenia logicznego opisu danych w SZRBD i odpowiednio termin, lokalny schemat, do opisu danych w LSZBD.

Główne problemy występujące w SRBD w porównaniu ze zwykłymi systemami baz danych to:

- sterowanie wielopoziomowe,
- różnorodność węzłów,
- ułatwienia użytkownikom dostępu do lokalnych baz danych,
- prywatność, integralność, niezawodność danych.

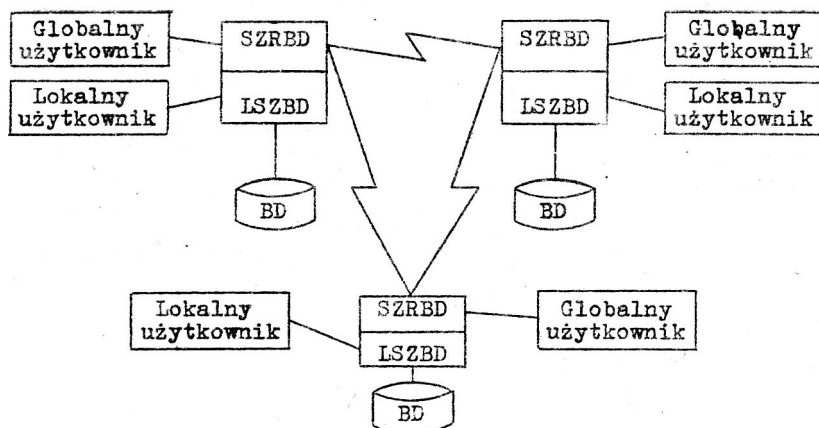
Te problemy są ściśle powiązane ze sobą i podamy krótką ich charakterystykę.

3. STEROWANIE WIELOPOZIOMOWE

W systemach rozproszonych baz danych mamy do czynienia z dwupoziomym sterowaniem globalnym i lokalnym. Globalne sterowanie może być:

a) scentralizowane: wszystkie globalne operacje są kontrolowane przez centralny komputer, co zmniejsza stabilność systemu, ponieważ załamanie "centrali" paraliżuje cały system rozproszonych baz danych. Z drugiej strony sterowanie scentralizowane ułatwia zachowanie zgodności bazy danych.

b) zdecentralizowane: każdy węzeł posiada kopię SZRBD, każdy węzeł nadzoruje transakcje globalne z nim związane (rys. 2). System taki jest bardziej stabilny, ponieważ załamanie pojedynczego węzła nie paraliżuje całego systemu rozproszonych baz danych. Pomimo że przy sterowaniu zdecentralizowanym zachowanie zgodności bazy danych jest trudniejsze w realizacji niż w przypadku (a), to w aktualnych implementacjach preferuje się sterowanie zdecentralizowane.



Rys.2. Rozproszona baza danych ze zdecentralizowanym sterowaniem
 Fig.2. Distributed database with decentralized control

Ze zdecentralizowanym sterowaniem wiążą się zagadnienia przechowywania rozproszonych kartotek/słowników. Są dwie możliwości:

- w każdym węźle istnieje kopia centralnego słownika,
- wiele słowników - każdy zawiera podzbiór zbioru wszystkich informacji (niekoniecznie rozłącznych) w odpowiednim węźle. Przechowywanie słowników może być bardzo kosztowne.

Autonomia węzłów w systemach rozproszonych baz danych może się znacznie zmieniać. We wszystkich systemach rozproszonych baz danych lokalne systemy zarządzania bazami danych kontrolują aktywność każdego węzła, same węzły jednakże nie muszą mieć pełnej autonomii, np. w niektórych SZRBD dozwolone są tylko transakcje globalne (tzn. czysto lokalne transakcje są traktowane jak globalne), podczas gdy w innych systemach każdy węzeł jest w pełni autonomiczny, posiada wyłącznie lokalnych użytkowników, którzy nie muszą być świadomi istnienia SZRBD.

W niektórych architekturach systemów wszystkie dane należą do rozproszonej bazy danych, w innych wszystkie dane należą do węzła, co pozwala na udostępnianie tylko części danych węzła rozproszonej bazie danych. W drugim przypadku węzeł może mieć prawo do wycofania swoich danych lub do określania, kto i w jakim celu może używać danych. Jeden węzeł może łączyć kilka SRBD.

4. HETEROGENICZNOŚĆ WĘZŁÓW

Rozproszone bazy danych są często klasyfikowane jako homogeniczne lub heterogeniczne:

a) Homogeniczne, które zakładają identyczność modeli danych we wszystkich węzłach. Rozproszone bazy danych są w pełni homogeniczne, jeśli wszystkie lokalne bazy danych są pamiętane w komputerach tego samego typu, w przeciwnym przypadku są one częściowo homogeniczne.

b) Heterogeniczne, które zakładają różnorodność typów modeli danych (relacyjne, hierarchiczne, sieciowe) w węzłach. Problem konwersji danych pomiędzy niekompatybilnymi modelami i potrzeba zachowania prywatności i integralności modelu czyni takie systemy bardzo złożonymi.

Nawet w pełnym homogenicznym systemie występują problemy konwersji, np. w jednym węźle mogą być używane km, a w innym mile jako jednostki miary długości lub w jednym węźle mogą być podane tylko zarobki netto, w drugim brutto i z podatkami (lecz zarobki nie netto) itp. Tego typu obliczenia mogą być wykonane na różnym sprzęcie i pod różnymi systemami operacyjnymi. Ponadto pewne komputery mogą przedstawiać dane w kodzie ASCII a inne EBCDIC. Może także występować różnica w długości słów, numerycznej dokładności itp. Tego typu problemy konwersacji często pogarszają integralność nawet jednorodnych baz danych, takich jak dwie sieciowe, Codasylowskie bazy danych. Z najbardziej złożonymi przypadkami heterogenicznych systemów mamy do czynienia wtedy, gdy występują dodatkowe problemy konwersacji:

a) Konwersja struktur danych:

Ponieważ w heterogenicznym systemie lokalnym modele danych w węzłach są różne, w przetwarzaniu rozproszonym zachodzi konieczność zamiany ich na pewną wspólną postać. Zwykle w praktyce trzeba zdefiniować standardowy lub kanoniczny model danych, najczęściej przedstawiany jako globalny schemat logicznego opisu bazy. W przypadku nieobecności tych standardowych form potrzeba $N \times (N-1)$ translatorów przekształcających różne modele danych dla N różnych węzłów, W przypadku użycia standardowego lub kanonicznego modelu danych wystarczy $2 \times N$ translatorów (dwa translatorzy dla każdego węzła: standard $\rightarrow$ węzeł, węzeł $\rightarrow$ standard).

b) Konwersja ochrony:

Każdy lokalny model danych ma swój własny rodzaj ochrony prywatności i integralności, który musi być zamieniony na postać akceptowalną w globalnym modelu. W praktyce jest to trudne do zrealizowania.

c) Konwersja komend:

W heterogenicznych systemach globalny język transakcji będzie najprawdopodobniej różny od jego lokalnych odpowiedników. W przypadku,

gdy globalnym modelem danych jest model relacyjny i jednym z lokalnych modeli danych jest model sieciowy (CODASYL), to wtedy nie tylko relacyjne komendy języka manipulacji danymi (JMD) muszą być interpretowane na sieciowy JMD CODASYL, ale "kodasyłowskie" komunikaty o błędach muszą być w pełnym znaczeniu zwrotnie przesłane do programu globalnego użytkownika.

5. DOSTĘP DO LOKALNYCH BAZ DANYCH

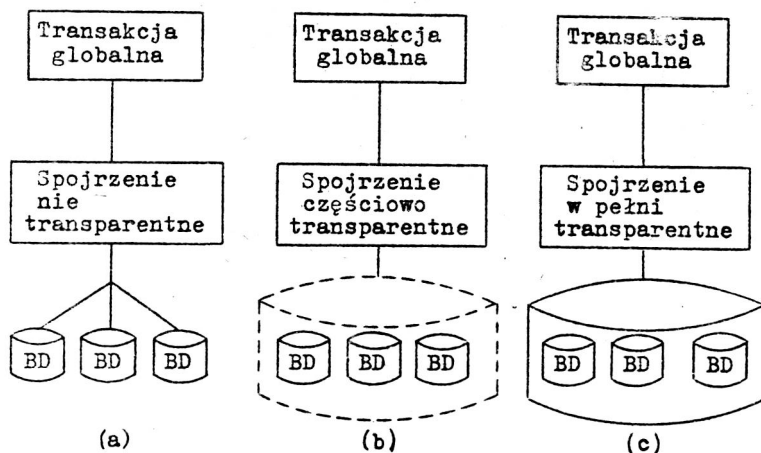
Globalny użytkownik powinien mieć możliwość sformułowania swojej transakcji, uwzględniającej rozproszoną bazę danych jako pojedynczą bazę danych, bez potrzeby określenia miejsca, gdzie przechowywane są interesujące go dane. To ułatwienie znane jest jako transparentność danych. W systemach rozproszonych baz danych, ubogich w ułatwienia dostępu do lokalnych baz danych (rys. 3a) globalny użytkownik musi pisać programy zawierające oddzielnie transakcje do każdego węzła w odpowiednim lokalnym języku i otrzymane wyniki połączyć w swoim programie. Choć systemy te czasem zdają w praktyce egzamin, są one w niektórych przypadkach złą z punktu widzenia niezależności od rozproszenia. Użytkownik świadomy rozproszenia danych lub miejsca przetwarzania danych, uwzględnia tę świadomość - czasem mimo woli - w swoich programach w taki sposób, by podnieść wydajność lub skrócić czas odpowiedzi systemu. Takie postępowanie prowadzi do sytuacji, w której prawie niemożliwa staje się zmiana struktury, tzn. przemieszczenie elementów bazy danych.

W drugim skrajnym przypadku użytkownik może mieć dostęp do globalnego języka manipulacji danymi, pozwalającego traktować rozproszone bazy danych jako pojedyncze bazy z pełną transparentnością (rys. 3c). Można rozważać także przypadki pośrednie (rys. 3b), w których użytkownik może używać odpowiednich języków i formułować pojedyncze transakcje (np. pojedyncze pytania) dla wszystkich żądanych danych, lecz może być często zmuszony do kierowania się do konkretnych lokalnych węzłów.

Proponycja (a) jest łatwiejszą do implementacji, jednak wielu ekspertów nie uznaje jej za rozproszoną bazę danych. Proponycja (c) wymaga globalnego schematu opisującego wszystkie dane w rozproszonej bazie danych, jest bardziej złożona, szczególnie w heterogenicznym systemie i znacznie droższa w implementacji niż przypadek (b).

Dla sprawnego przetwarzania często pożądane jest optymalne rozdzielanie danych i rozproszenie ich (z ewentualnymi powtórzeniami) w węzłach. W rozproszonych bazach danych stosuje się dwa rodzaje podziału rekordów tego samego typu:

a) pionowy - rekord jest dzielony na podrekordy, zawierające dane



Rys.3. Rodzaje transparentności danych
Fig.3. Transparency spectrum

elementarne rekordu wyjściowego,

b) poziomy - rekordy są dzielone na grupy.

Obydwa te podziały mogą występować łącznie.

Fragmenty rekordów, będące wynikiem podziałów, mogą być rozproszone w różnych węzłach bazy.

Przetwarzanie globalnych transakcji wymaga co najmniej jednego języka użytkowego, który jest zrozumiały via konwersja komend we wszystkich węzłach. Zaznaczają się w tej dziedzinie dwie tendencje: albo rozbudowa istniejącego języka przez uzupełnienie go funkcjami dotyczącymi bazy danych, albo opracowanie zupełnie nowego języka. Najczęściej stosowana rozbudowa języka daje w wyniku język programowania użytkowego, który z punktu widzenia konstrukcji jest niezbyt dobry. Głównym problemem przy rozbudowie istniejącego języka jest mała podatność pierwotnego języka na włączenie do niego modelu danych i związanych z nim instrukcji manipulowania danymi. Tendencją w dziedzinie nowych języków programowania użytkowego opartego na bazie danych jest włączenie do języka funkcji o wysokiej mocy zapewniających łatwość zarówno manipulacji danymi, jak i definiowania baz danych. Większość tych nowych języków to pochodne języka programowania Pascal.

Globalne transakcje użytkownika są rozkładane przez SZRBD na optymalne podtransakcje, jedna podtransakcja do każdego węzła, uwzględniając redundancję danych. Celem tych operacji jest redukcja całkowitego kosztu wykonania, włączając to w koszt teletransmisji.

Rozkład globalnej transakcji użytkownika (dekompozycja pytania) na podtransakcje do każdego węzła zilustrujemy na prostym przykładzie.

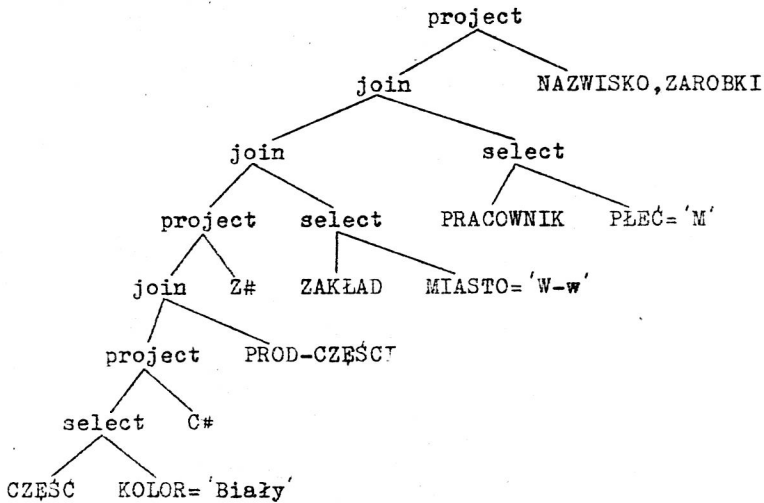
Założmy, że w trzech węzłach rozproszonej bazy danych mamy zdefiniowane następujące relacje:

węzeł A: PRACOWNIK (D#, NAZWISKO, Z#, PŁEĆ, ZAROBEK)

węzeł B: ZAKŁAD (Z#, MIASTO)

węzeł C: CZĘŚĆ (C#, NAZWA, MASA, KOLOR), PROD - CZĘSCI (C#, Z#)

oraz globalnego użytkownika w węźle A systemu rozproszonych baz danych interesują "NAZWISKA I ZAROBKI WSZYSTKICH MĘŻCZYZN PRODUKUJĄCYCH WE WROCŁAWIU CZĘŚCI W KOLORZE BIAŁYM". Pytanie użytkownika wyrażone w języku spartym na algebrze relacji zostanie przedstawione w systemie, w postaci drzewa pytania (rys.4).



Rys.4. Drzewo pytania
Fig.4. Query tree

Jakie problemy musi rozwiązać system rozproszonych baz danych, aby dać odpowiedź użytkownikowi na jego pytanie. SRBD korzystając z sieciowego katalogu, w którym pamiętane są informacje o rozmieszczeniu relacji w lokalnych węzłach, określa:

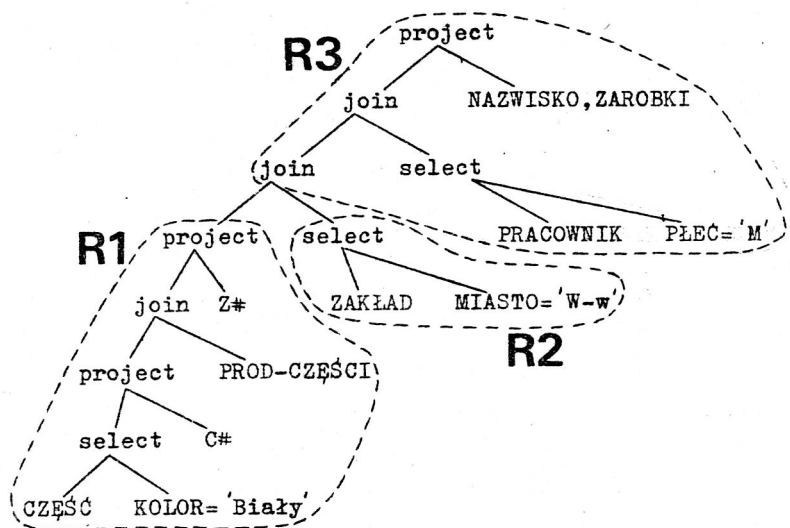
- miejsce wykonania operatorów,
- maksima lokalnych podrzew, które mają być przesłane do lokalnych wę-

złów (dekompozycja pytania),

- porządek przesłania lokalnych podpytań do lokalnych węzłów (część podpytań może być przesyłana równolegle),
- synchronizację i złożenie odpowiedzi w rozsądnym czasie.

Najprostszym algorytmem dekompozycji globalnego pytania jest dekompozycja statyczna [5] : krok 1: operator unarny (SELECT, PROJECT,...) wykonywany jest w węźle, w którym przechowywany jest operand, krok 2: binarny operator (JOIN, UNION,...) wykonywany jest w węźle, z którego pochodzą oba operandy, krok 3: jeśli oba operandy pochodzą z różnych węzłów, to operatory binarne będą wykonywane w globalnym węźle.

Po dekompozycji globalnego pytania możemy wyróżnić poddrzewa lokalnych pytań, które mogą być skierowane do lokalnych węzłów (rys.5).



Rys.5. Poddrzewa lokalnych pytań

Fig.5. Local query sub-trees

Pytania R1 i R2 mogą być równocześnie przesłane do lokalnych węzłów B i C. Po otrzymaniu odpowiedzi z węzłów B i C podpytanie R3 może być przesłane do węzła A.

6. PRYWATNOŚĆ, INTEGRALNOŚĆ, NIEZAWODNOŚĆ

Istotnym problemem w przetwarzaniu rozproszonym jest zapewnienie użytkownikom prywatności ich danych. Większość systemów rozproszonych baz danych zawiera mechanizmy zapewniające ochronę prywatności danych.

W rozproszonych bazach danych wyróżniamy trzy typy ochrony integralności danych:

- semantyczna integralność,
- międzyprocesorowa integralność,
- międzywęzłowa integralność.

Przez semantyczną integralność rozumie się reakcję systemu na błędne aktualizacje danych w bazie. Przykładowo, system powinien zareagować na podanie błędnej daty 29 lutego 1985 lub niewiarygodnie wysokiego zarobku. Te ograniczenia są najczęściej określane w węzłowym modelu danych i/lub opisane w programach użytkowników.

Międzyprocesorowa integralność, zwana także zgodnością współbieżną lub wewnętrzną, implikuje ochronę bazy danych przed błędami spowodowanymi równoczesną aktualizacją tych samych danych przez dwa lub więcej programy użytkowe. Zwykle aktualizacja dokonywana jest przez lokalne systemy zarządzania bazami danych.

Trzecia kategoria, międzywęzłowa integralność (lub międzywęzłowa zgodność) odpowiada ochronie rozproszonej bazy danych jako całości przed potencjalną niezgodnością, która może być spowodowana przez niekompletną aktualizację wszystkich węzłów, np. zarobki pracowników jednego wydziału zapisane w węźle mogą być różne od sumy zarobków indywidualnych pracowników zapisanych w innych węzłach. Sterowanie międzywęzłową integralnością jest szczególnie drogie w zdecentralizowanych rozproszonych bazach danych.

Niekorzystny wpływ na niezawodność SZRBD mają:

- błędy w programach użytkownika,
- błędy pamięci,
- błędy procesorów,
- błędy lokalnych SZBD,
- błędy teletransmisji.

W kontekście rozproszonych baz danych jesteśmy narażeni szczególnie na błędy teletransmisji. Niższe warstwy modelu wzorcowego ISO sieci komputerowych są traktowane przez projektantów rozproszonych baz danych, jako czarne skrzynki.

Sieci komputerowe powinny posiadać zabezpieczenia przed skutkami awarii (np. załamanie węzła, przerwanie na liniach telekomunikacyjnych) oraz procedury restartu.

7. KRÓTKI PRZEGŁĄD DZIAŁAJĄCYCH SYSTEMÓW ZARZĄDZANIA ROZPROSZONYMI BAZAMI DANYCH

Prace nad systemami baz danych w heterogenicznym środowisku prowadzone są z dużą intensywnością w różnych ośrodkach, nie udało się jednak do tej pory zrealizować niezawodnego i szybkiego systemu, działającego na sieci heterogenicznych komputerów, spełniającego warunki opisano w podrozdziale 2.

Najbardziej uniwersalne, działające obecnie systemy to:

1. POLYPHEME [5] - system zarządzania rozproszoną bazą danych opracowany w końcu lat 70 w Uniwersytecie w Grenoble przy współpracy z CII-HB Scientific Center.

Prototyp został zaimplementowany na sieci komputerowej CYCLADES, jako jeden z pierwszych systemów rozproszonych baz danych w Europie. System działa w środowisku rozproszonym, zawiera algorytmy dekompozycji zadań,

transportu i realizacji podzadań. Jako braki systemu wymienić należy: brak wielodostępu; brak zabezpieczenia przed załamaniem systemu (oraz procedur restartu). Ponadto, programy użytkowe lokalnych systemów baz tworzących bazę rozproszoną nie mogą się wykorzystać przez system globalny.

2. SCOOP [6] - system zarządzania rozproszoną bazą danych, będący rozszerzeniem systemu POLYPHEME. Opracowany w latach 80-83 przez współpracujące Uniwersytety w Paryżu i Turynie. SCOOP jest wersją POLYPHEME pozwalającą na wykorzystanie przez system globalnych programów użytkowych lokalnych systemów baz danych.

3. POREL [7] - relacyjny system bazy danych, opracowany w Stuttgarcie, bazujący na sieci różnych, heterogenicznych minikomputerów, POREL gwarantuje użytkownikowi jednolity dostęp do wszystkich danych.

4. VDN [4] - system zarządzania rozproszoną bazą danych, zaimplementowany na sieci homogenicznych minikomputerów. Podobnie jak POREL, system ten zapewnia użytkownikowi jednolity dostęp do danych. Projekt systemu i jego realizacja powstały na Uniwersytecie w Berlinie Zachodnim. System dopuszcza działanie w środowisku awaryjnym, posiada zabezpieczenie przed skutkami załamania węzła lub linii komunikacyjnej sieci.

5. SIRIUS DELTA [8] - system zarządzania rozproszoną bazą danych, zaimplementowany na sieci heterogenicznych komputerów. Jest to system o wielopoziomowej architekturze. Fizyczna struktura bazy danych jest

w pełni transparentna dla użytkownika, zarówno lokalnego, jak i globalnego.

6. SDD-1 [8] - system zarządzania rozproszoną bazą danych, opracowany przez Computer Corporation of America, oparty w całości na relacyjnym modelu danych. Ogólny projekt systemu powstawał w latach 1976 - 1978, kompletny prototyp został oddany jesienią 1979r.

7. R* [11] jest prototypem badawczym IBM, San Jose, rozwiniętym przez R. Williamsa jako rozproszona wersja SYSTEMU R. Każdy węzeł jest niezależny i zachowuje pełną kontrolę nad swoimi danymi. Nie istnieje żaden schemat globalny, który oprócz kontroli nad swoim węzłem zarządzałby katalogiem swoich danych i danych z innych węzłów, wykorzystywanych przez globalnego użytkownika w tym węźle. Optymalizacja pytania, ochrona przed niepowołanym dostępem i integralności jest w tym systemie dobrze rozwinięta.

Wymienione wyżej prototypy systemów reprezentują ważne pionierskie osiągnięcia w dziedzinie rozproszonych baz danych.

8. ZAKOŃCZENIE

Systemy, których elementy składowe nie są w pełni zintegrowane, należałoby nazwać raczej systemami komunikacyjnymi, charakteryzującymi się jednosiedzibowym SZB oraz kanałem komunikacyjnym łączącym ten jednosiedzibowy system z innym jednosiedzibowym SZBD. Często w tych systemach wymaga się od użytkownika, by specyfikował miejsce przetwarzania i przechowywania danych.

W wielu konkretnych przypadkach systemy te zdają w praktyce egzamin. Przykładem może być system Wyszukiwania Informacji Bibliograficznej IDOL [12] opracowany przez Bibliotekę Główną i CIINT Politechniki Wrocławskiej. System IDOL zainstalowany jest w Centrum Obliczeniowym Politechniki Wrocławskiej. Dostęp do niego mają użytkownicy dysponujący terminalami podłączonymi do Międzyuczelnianej Sieci Komputerowej MSK w dowolnym jej miejscu. Sieć komputerowa MSK pracuje w trójkącie Warszawa-Gliwice-Wrocław. Użytkownik chcący skorzystać z usług systemu IDOL musi otworzyć zadanie w systemie George-3 w Politechnice Wrocławskiej. Dokonuje tego używając odpowiedniej komendy sieciowej pozwalającej na nawiązanie łączności z systemem PWR i uruchamiając w swojej kartotece zadanie. Wyniki uzyskane za pomocą komend drukowania mogą być wyprowadzone w Centrum Obliczeniowym PWR lub skierowane przez użytkownika do zbioru w systemie George-3 w Warszawie lub Gliwicach.

Najważniejsze co trzeba będzie zrobić w bliskiej przyszłości, to budowa prawdziwego systemu rozproszonych baz danych, aby można było ocenić

liczne nowe teorie na temat sterowania równocześnieścią oraz na temat przydziału danych i przetwarzania poszukiwań. Należy brać również pod uwagę wydajność systemu oraz łatwości tworzenia prototypów w celu szybkiej oceny usług bazy danych z punktu widzenia użytkownika końcowego. Ostatnie badania w dziedzinie modelowania danych są skierowane na normalizację pojęć i porównywanie modeli, matematyczną formalizację modeli w celu lepszego rozeznania ich ograniczeń oraz wykorzystanie koncepcji z dziedziny sztucznej inteligencji do budowy nowych modeli lepiej oddających semantykę świata rzeczywistego.

Szeroki rozwój sieci komputerowych dla gospodarki narodowej będzie miał taki sam efekt i będzie podobnie niezbędny, jak na przykład system rezerwacji biletów lotniczych dla osiągnięcia efektywności ekonomicznej transportu lotniczego.

Sieci komputerowe również umożliwią powszechne i tanie wykorzystanie mikrokomputerów osobistych w warunkach domowych, stworzą nowe możliwości rozwoju środków informacji masowej, a także udostępnienia ośrodków obliczeniowych i baz danych bezpośrednio z domu za pośrednictwem zwykłego telefonu.

LITERATURA

1. Cardenas A.F., Pirahesh M.H.: Data Base Communication in a Heterogeneous Data Base Management System Network. Inform. Systems Vol 5, pp. 55-79, Pergamon Press Ltd. 1980.
2. Chen P.: The entity relationship model: toward a unified view of data. ACM Trans. Data Base Systems 1(1) 1976.
3. SDDTG of CODASYL Systems Committee; A stored data definition language for the translation of data. Inform. Systems 2 (3) 1977.
4. Munz R. - Transaction management in the distributed data base system VDN. Inform. Processing 80, S.H. Lavington (1980).
5. Adiba M., Andrade I.M., Fernandez F., Toan N.G. An overview of the POLYPHEME distributed database management system. Inform. Processing 80, S.H. Lavington 1980.
6. Spaccapetra S., Demo B., Parent C. - SCOOP: A system for integrating existing heterogeneous distributed data bases and application programs. Methodologie et Architecture des Systems Informatiques. IEEE Conference INFOCOM 83, San Diego, California 1983.
7. Nehold E.J. - The distribution of data in the distributed data base system FOREL. April 1979, Wysoke Tatry mat.konferencyjne.
8. Deen S.M. - Distributed databases - an introduction. [in] Distributed Data Bases, H.J. Schneider (ed.) North - Holland Publishing Company 1982.
9. DeLober C., Litwin W. (ed.) - Distributed Data Bases. North Holland, Amsterdam 1980.
10. Ulman J. - Principles of Databases Systems, Computer Science Press, Stanford University 1980.
11. Williams R. - An overview of the architecture, IBM Research Report, San Jose, December 1981.
12. Przegląd zautomatyzowanych systemów biblioteczno-informacyjnych Politechniki Wrocławskiej, Materiały Szkoleniowe, CINTe, 35, 1984.

COMPUTER NETWORK DATABASES

One of the possibilities of the computer network applications is to create a distributed database system. The problem arises from the requirements of decentralised processing and from the need to provide an economic and reliable user service. This paper describes the problems connected with the design and implementation of the system co-operating with distributed databases.

БАЗЫ ДАННЫХ В ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

Одной из основных возможностей использования вычислительных сетей является создание систем распределённых баз данных. Это вытекает из спроса на децентрализованную обработку информации, предоставляющую более экономное и надёжное обслуживание пользователей. В докладе рассматриваются проблемы возникающие при проектировании и внедрении систем взаимодействующих с распределёнными базами данных.

sieć komputerowa,
architektura sieci,
protokoły komunikacyjne,
sieć typu DECnet

Marek KACPRZAK *

JEDNORODNE SIECI KOMPUTEROWE SM-NET

Praca przedstawia funkcje przetwarzania sieciowego i architekturę jednorodnych sieci komputerowych SM-NET. Opisano sprzęt i oprogramowanie sieciowe, niezbędne dla realizacji sieci SM-NET.

1. WSTĘP

Nowe dziedziny zastosowań minikomputerów i mikrokomputerów, takie jak: sterowanie w czasie rzeczywistym procesami przemysłowymi, nadzorowanie i sterowanie pracą testerów przemysłowych i urządzeń pomiarowych, zbieranie danych laboratoryjnych i medycznych, komputerowo wspomagane projektowanie, przetwarzanie tekstów, automatyzacja prac bankowych i handlowych, rezerwacja miejsc itp., wymagają stosowania systemów rozłożonego (rozproszonego) przetwarzania danych.

W systemach tych całe zadanie przetwarzania danych dla określonego zastosowania zostaje zdekomponowane na mniejsze zadania, dla realizacji których dobiera się komputery o odpowiedniej mocy obliczeniowej oraz oprogramowaniu. Komputery te łączy się ze sobą liniami komunikacyjnymi i urządzeniami transmisji danych, tworząc jeden wspólny system - sieć komputerową.

Sieci komputerowe zapewniają użytkownikom wzajemną komunikację oraz dostęp do wszystkich lub wybranych zasobów sprzętowych i programowych komputerów wchodzących w skład sieci. Sieci komputerowe umożliwiają:

- zwiększenie stopnia wykorzystania zasobów sieci przez podział zasobów sprzętowych i programowych oraz przez podział obciążenia - zadań realizowanych w sieci,
- obniżenie kosztów całego systemu przez dostosowanie środków komputerowych do wykonywanych zadań oraz przez przetwarzanie danych w pobliżu źródeł informacji, a więc zmniejszenie ilości i wielkości przesyłanych informacji między różnymi użytkownikami sieci,

* Instytut Maszyn Matematycznych, ul. Krzywickiego 34, 02-078 Warszawa

- tworzenie systemów elastycznych - łatwych do rekonfiguracji i rozbudowy,
- tworzenie systemów odpornych na awarie.

Zagadnieniami opracowania koncepcji sieci minikomputerów i mikrokomputerów rodziny SM EMC, produkowanych w krajach RWPG, zajmują się dwa organy robocze Rady Głównych Konstruktorów SM EMC: Wspólna Sekcja Specjalistów ds. Sieci Komputerowych (WSS/SK) - działająca łącznie ze specjalistami Głównego Konstruktora JS EMC oraz Sekcja Specjalistów ds. Rozwoju (SS4).

WSS/SK opracowała koncepcję sieci otwartych, opartych na siedmiorzędowym modelu ISO-OSI [1], zarówno zdalnych (typu WAN - Wide Area Networks), jak i lokalnych (typu LAN - Local Area Networks). W sieciach otwartych mogą być stosowane zarówno komputery rodziny SM EMC, jak i rodziny JS EMC.

Sekcja SS4 opracowała koncepcję sieci złożonych wyłącznie z komputerów rodziny SM EMC lub z komputerów kompatybilnych programowo z tą rodziną. Ponieważ znaczna część komputerów rodziny SM EMC (produkowanych komputerów drugiej kolejności, a także opracowywanych komputerów trzeciej kolejności klas M16-2, M16-3 i M32-1) stanowi odpowiedniki komputerów firmy Digital (DEC) linii LSI, PDP i VAX, więc za punkt wyjścia przyjęto rozwiązania sieciowe stosowane przez tę firmę.

Firma Digital realizuje 3 linie rozwiązań sieciowych: DECnet, Internet i Packetnet [2].

- Linia DECnet została opracowana dla łączenia w sieć wszystkich głównych typów komputerów firmy Digital: mikrokomputerów Professional 300 i LSI, minikomputerów PDP i VAX oraz komputerów DECsystem-10 i DECsystem-20. Obecnie rozprowadzana jest faza IV oprogramowania sieciowego DECnet, która umożliwia łączenie komputerów w sieć według 3 możliwych wariantów:
 - sieć zdalną z wykorzystaniem protokołu DDCMP w warstwie kanałowej,
 - sieć zdalną z wykorzystaniem publicznej podsieci komutacji pakietów X.25,
 - sieć lokalną Ethernet.
- Linia Internet obejmuje oprogramowanie sieciowe, umożliwiające dołączenie komputerów firmy Digital do komputerów firm CDC, Sperry Univac oraz IBM (emulatory terminali konwersacyjnych IBM 3270, terminali wsadowych IBM 2780/3780 i sieci SNA).
- Linia Packetnet obejmuje oprogramowanie sieciowe, umożliwiające dołączenie komputerów firmy Digital do sieci komutacji pakietów: Datex-P (RFN), Transpac (Francja), PSS (Wielka Brytania), Telenet (USA).

Sekcja SS4 uznała, że głównym kierunkiem rozwoju sieci dla komputerów rodziny SM EMC powinna być w dziedzinie sieci zdalnych sieć SM-NET (typu DECnet z protokołem DDCMP), a w dziedzinie sieci lokalnych - sieć typu Ethernet. Ze względu na rozwój w RWPG linii komputerów JS EMC (odpowiedników komputerów firmy IBM), przewidywane jest także stosowanie komputerów SM jako emulatorów terminali 3270 i 2780/3780.

Praca zawiera opis architektury logicznej jednorodnych sieci komputerowych SM-NET (odpowiednik DECnet faza III) oraz podstawowe informacje o opracowywanym obecnie w Polsce podsystemie TELE-SM, umożliwiającym budowę sieci SM-NET oraz innych sieci terminalowych i komputerowych.

2. ARCHITEKTURA JEDNORODNYCH SIECI KOMPUTEROWYCH SM-NET

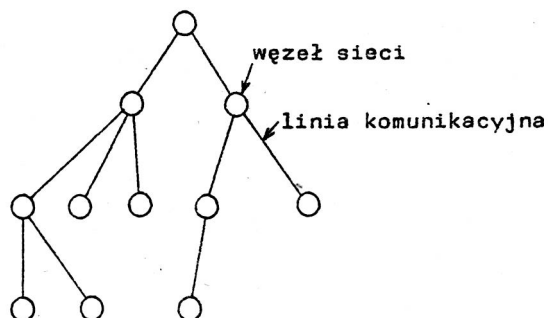
2.1. Zasady budowy jednorodnych sieci komputerowych SM-NET

Pod terminem jednorodnej sieci komputerowej SM-NET rozumiemy sieć komputerową o architekturze opisanej w punkcie 2.3. Sieć ta zawiera wyłącznie komputery SM z magistralami Wspólna Szyna (UNIBUS) i Q-BUS lub inne komputery kompatybilne programowo, ale nie należące do rodziny SM. Wzajemne rozmieszczenie komputerów jest dowolne - zarówno zdalne, jak i lokalne. Komputery wchodzące w skład sieci komputerowej, połączone wzajemnie liniami komunikacyjnymi są nazywane węzłami sieci. Sposób połączenia węzłów sieci jest dowolny, dostosowany do rozmieszczenia i funkcji poszczególnych węzłów sieci. Umożliwia to budowę sieci o strukturze hierarchicznej, pierścieniowej, gwiazdzystej, nieregularnej itp., których węzły pracują na zasadzie "zapamiętaj i wyślij" (store-and-forward). Rys. 1 przedstawia wymienione topologie jednorodnych sieci komputerowych SM-NET. W poszczególnych węzłach sieci mogą działać różne systemy operacyjne.

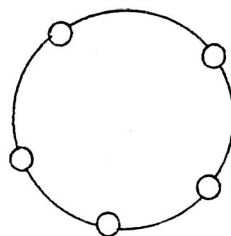
Dla realizacji połączeń między węzłami sieci wykorzystuje się sprzęt sieciowy podsystemu TELE-SM opisany w punkcie 3.2.

Oprogramowanie sieciowe opisane w punkcie 3.3 ma strukturę modułową. Oddzielne moduły są jednostkami funkcjonalnymi, które współdziałają z innymi modułami na zasadzie określonych interfejsów wewnętrznych. Umożliwia to łatwą zmianę jednego modułu bez zmian w pozostałych modułach i dołączanie modułów z nowymi funkcjami.

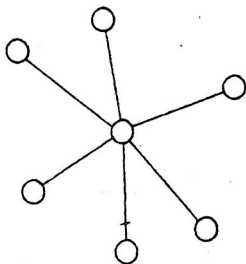
a.



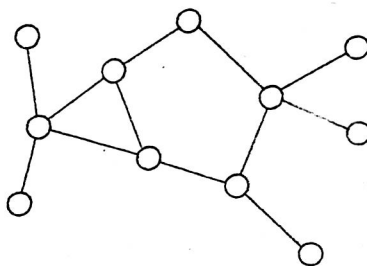
b.



c.



d.



Rys. 1. Różne topologie jednorodnych sieci komputerowych SM-NET
a. hierarchiczna, b. pierścieniowa, c. gwiazdzista,
d. nieregularna

Fig. 1. Different topologies of homogeneous computer networks SM-NET
a. hierarchical, b. ring, c. star, d. irregular

2.2. Funkcje przetwarzania sieciowego

W jednorodnych sieciach komputerowych SM-NET są realizowane następujące główne funkcje przetwarzania sieciowego:

- komunikacja między terminalami,
 - podział urządzeń, zbiorów i oprogramowania,
 - komunikacja między zadaniami,
 - zarządzanie siecią,
 - testowanie sieci,
 - pełne połączenie węzłów,
 - funkcja zdalnego terminala,
 - ładowanie systemu z komputera nadrzędnego,
 - przesłanie obrazu pamięci do komputera nadrzędnego.
- Komunikacja między terminalami umożliwia użytkownikowi jednego terminala przesyłanie i przyjmowanie komunikatów do/z innego terminala dowolnego węzła sieci.

- Funkcja podziału urządzeń umożliwia wykorzystanie dowolnego urządzenia peryferyjnego sieci jako wspólnego zasobu sieci.
- Funkcja podziału zbiorów umożliwia pracę ze zbiorami, które znajdują się w dowolnym węźle sieci. Zbiory te mogą być otwierane, zamykane, usuwane; mogą też być wykonywane funkcje odczytu i zapisu, zależnie od reguł dostępu do zbioru.
- Funkcja podziału oprogramowania umożliwia przesłanie programu do innego węzła sieci i wykonanie go w tym węźle. Możliwe jest również zdalne zainicjowanie wykonania programu znajdującego się w oddalonym węźle.
- Komunikacja między zadaniami umożliwia dwóm zadaniom znajdującym się w tym samym węźle lub w różnych węzłach sieci utworzenie między nimi kanału przesyłania danych.
- Funkcją zarządzania siecią umożliwia generowanie, określanie i sterowanie węzłów i kanałów sieci.
- Funkcja testowania sieci służy do sprawdzania poprawności sprzętu i oprogramowania sieci, również w trakcie ich eksploatacji.
- Funkcja pełnego połączenia węzłów umożliwia utworzenie połączenia między dwoma węzłami sieci, które nie są bezpośrednio połączone kanałem fizycznym. Oprogramowanie sieciowe zapewnia wybór drogi dla przesyłania danych.
- Funkcja zdalnego terminala pozwala na połączenie logiczne terminala z systemem operacyjnym, znajdującym się w oddalonym węźle. Oddalony system operacyjny oddalonego węzła obsługuje terminal tak, jak terminal lokalny.
- Ładowanie systemu z komputera nadrzędnego polega na przesłaniu systemu operacyjnego z komputera nadrzędnego do komputera podległego. Węzły te muszą być węzłami sąsiednimi (połączonymi kanałem fizycznym).
- Przesłanie obrazu pamięci do komputera nadrzędnego z komputera podległego jest możliwe, jeżeli oba komputery są połączone kanałem fizycznym.

2.3. Model warstwowy jednorodnych sieci komputerowych SM-NET

Model warstwowy sieci SM-NET (odpowiednik modelu DNA firmy Digital dla sieci DECnet, faza III [3]) przedstawia rys. 2. Każda warstwa realizuje pewną grupę funkcji przetwarzania sieciowego wymienionych w punkcie 2.2.

Architektura sieci określa interfejsy między modułami funkcjonalnymi różnych warstw danego węzła, tzn. zasady współdziałania modułów. Z wyjątkiem warstwy 6, każda inna warstwa może się kontaktować tylko z warstwami sąsiednimi.

7 - Warstwa użytkownika
6 - Warstwa zarządzania siecią
5 - Warstwa zastosowań
4 - Warstwa obsługi sieci
3 - Warstwa transportowa
2 - Warstwa kanałowa
1 - Warstwa fizyczna

Warstwy 1 i 2 realizują funkcje komunikacyjne, warstwy 3 i 4 realizują funkcje sieciowe, a warstwy 5, 6 i 7 są zorientowane na użytkownika.

Rys. 2. Model warstwowy sieci SM-NET
Fig. 2. Layered model of the SM-NET networks

W każdym węźle dana warstwa zawiera tylko te moduły, które są niezbędne do obsługi modułów wyższej warstwy. Niektóre warstwy zawierają więcej niż jeden moduł. Określone są również protokoły międzymodułowe - zasady współdziałania identycznych funkcjonalnie modułów tych samych warstw, ale znajdujących się w różnych węzłach.

- Warstwa użytkownika jest najwyższą w hierarchii. Zawiera programy użytkowe i podprogramy usługowe współpracujące z siecią. Użytkownik może napisać program, który utworzy połączenie z programem użytkownika znajdującym się w innym węźle. Przez utworzony w ten sposób kanał przesyłania danych mogą być wymieniane informacje. Jest to jedyna jawna i dostępna dla użytkownika warstwa.
- Warstwa zarządzania siecią, w odróżnieniu od pozostałych sześciu warstw, ma określone interfejsy nie tylko z sąsiednimi warstwami (użytkownika i zastosowań), ale także ze wszystkimi pozostałymi warstwami, celem sterowania i zbierania informacji o sieci. Poszczególne moduły tej warstwy realizują:
 - funkcje nadzorcze (zmiany parametrów węzłów sieci),
 - dostarczanie informacji o stanie sieci,
 - funkcje testujące,
 - ładowanie systemu do oddalonego węzła,
 - przesyłanie obrazu pamięci oddalonego węzła.
- Warstwa zastosowań zapewnia dostęp do odległego zbioru, znajdującego się w sieci komputerowej, niezależnie od struktury wejścia-wyjścia systemu operacyjnego oddległego węzła. Główne funkcje tej warstwy to:
 - odszukanie i przyjęcie zbioru z urządzenia wejścia,
 - przesłanie zbioru do urządzenia wyjścia,
 - przekazanie zbiorów między węzłami,

- przekazanie i wykonanie zbioru komend (ang. command-file),
- zmiana nazw zbiorów.
- Warstwa obsługi sieci zapewnia mechanizm, który umożliwia programowi w jednym węźle na utworzenie połączenia z programem w innym węźle, niezależnie od fizycznego rozmieszczenia tych węzłów. Wszystkie hierarchicznie wyższe warstwy (użytkownika, zarządzania siecią, zastosowań) wykorzystują tę możliwość nazywaną "linią logiczną". Każda linia logiczna jest chwilowym kanałem przesyłania danych, łączącym oba programy.
- Warstwa transportowa określa wybór drogi do przesyłania pakietów danych od węzła początkowego do końcowego, znajdującego się w dowolnym miejscu sieci. Droga może być utworzona między węzłami, które nie są połączone bezpośrednio tak, że pakiety przechodzą przez inne węzły, zanim dojdą do węzła końcowego. Z punktu widzenia warstwy transportowej wyróżnia się dwa rodzaje węzłów:
 - węzły przelotowe, zapewniające przekazanie pakietów tranzytowych do innych węzłów sieci,
 - węzły końcowe, które mogą wysyłać swoje pakiety do dowolnego węzła sieci, ale nie mogą przekazywać pakietów tranzytowych.
- Warstwa kanałowa zapewnia bezbłędną transmisję pakietów między sąsiednimi węzłami. Nieuniknione pojawienie się błędów w trakcie transmisji kanałami fizycznymi wymaga użycia specjalnych środków zwiększenia poprawności transmisji. W tym celu stosowany jest protokół komunikacyjny DDCMP gwarantujący poprawną kolejność i integralność danych. Zasadnicze funkcje tej warstwy to:
 - realizacja protokołu komunikacyjnego,
 - współpraca z różnymi urządzeniami komunikacyjnymi,
 - rejestracja błędów transmisji i wykrywanie niesprawnych linii transmisyjnych.
- Warstwa fizyczna obejmuje programy obsługi (drajwery) sterowników komunikacyjnych, a także sam sprzęt komunikacyjny - sterowniki komunikacyjne, modemy i linie komunikacyjne.

2.4. Protokoły komunikacyjne

- Protokół warstwy zarządzania siecią określa sposoby wymiany informacji o stanie sieci i pojedynczych węzłów oraz wykonania pewnych funkcji sterujących.

Główne funkcje protokołu to:

- dostarczenie informacji o stanie linii i węzłów oraz statystyk dotyczących natężenia przesyłanych pakietów i liczby błędów,
- ładowanie systemu z komputera nadrzędnego,
- przesyłanie obrazu pamięci do komputera nadrzędnego,

- testowanie linii i węzłów w pętli zwrotnej.

- Protokół warstwy zastosowań określa sposoby dostępu do odległego zbioru i przesłania odległego zbioru.

Główne funkcje protokołu to:

- dostarczenie współdziałającym modułom niezbędnych informacji o typie systemu operacyjnego, rodzaju przesyłanego zbioru, wielkości buforów dla transmisji itp.,
- otwarcie zbioru i przesłanie danych,
- dostarczenie informacji niezbędnej do przesłania i wykonania zbioru komend,
- zamknięcie lub usunięcie zbioru,
- dostarczenie informacji o regułach dostępu do zbioru.

- Protokół warstwy obsługi sieci zapewnia łączność z określonym węzłem w dowolnym miejscu sieci oraz umożliwia utworzenie kilku linii logicznych w jednej fizycznej linii komunikacyjnej.

Główne funkcje protokołu to:

- utworzenie linii logicznej, koniecznej dla współdziałania dwóch programów w różnych węzłach,
- wysyłanie i przyjmowanie danych, które mogą być przekazane łącznie lub rozbite na segmenty i przekazane oddzielnie. W węźle odbierającym następuje połączenie segmentów i przekazanie danych do odpowiedniego programu,
- sterowanie transmisją danych - nadzorowana jest kolejność i integralność przekazywanych danych,
- skasowanie linii logicznej.

- Protokół warstwy transportowej określa sposób przesłania pakietów - datagramów do dowolnego węzła sieci optymalną możliwą drogą. Algorytm wyboru drogi jest zdecentralizowany. Między węzłami są wymieniane informacje o uszkodzeniach i przeciążeniach linii komunikacyjnych. Prowadzona jest kontrola przeciążeń w sieci - regulowany jest stosunek liczby pakietów przekazywanych z warstwy obsługi sieci danego węzła do liczby pakietów tranzytowych. Nadzorowany jest także czas przebywania pakietu w sieci - każdy pakiet zawiera licznik węzłów, przez które przeszedł, a gdy liczba ta przewyższa zadaną wartość, następuje usunięcie pakietu z sieci.

- Protokół warstwy kanałowej. Stosowany jest znakowy protokół DDCMP: maksymalna długość bloku danych - 16383 bajty, wielkość "okna" - 255, 16-bitowa suma kontrolna. Zapewniona jest retransmisja po błędach, przezroczystość informacyjna, właściwa kolejność i integralność przesyłanych bloków danych, nadzorowanie inicjacji pracy lub restartu sąsiedniego węzła. Sprawdzana jest poprawność sterowników komunikacyjnych, modemów i linii komunikacyjnych.

- Protokołem warstwy fizycznej jest V.24.

3. PODSYSTEM TELE-SM

3.1. Przeznaczenie podsystemu

Podsystem TELE-SM jest przeznaczony dla komputerów rodziny SM EMC z magistralą Wspólna Szyna (np. SM2104, Elektronika 100/25, SM1300, SM44) oraz z magistralą Q-BUS (SM1633, MERA-660). Podsystem TELE-SM służy do:

- dołączania do komputerów SM terminali użytkowników lokalnych lub zdalnych,
- budowy jednorodnych sieci komputerowych SM-NET,
- łączenia komputerów SM z innymi komputerami, np. rodziny JS EMC.

Podsystem TELE-SM składa się ze sprzętu sieciowego (sterowników komunikacyjnych, bloków sieciowych, środków transmisji danych, terminali) oraz z oprogramowania sieciowego.

Podsystem TELE-SM jest opracowywany wspólnie przez następujące instytucje: IMM, ERA, ISS, MERA-STER, MERA-BŁONIE, ELZAB. Pełne opracowanie podsystemu jest przewidziane na 1987 rok.

3.2. Sprzęt sieciowy

• Sterowniki komunikacyjne i bloki sieciowe

W podsystemie TELE-SM stosowane są następujące sterowniki komunikacyjne:

- sterowniki synchroniczne jednoliniowe: ADS-S, AMD, MTS-60M, MAS-60,
- multiplexery (sterowniki wieloliniowe) asynchroniczne: MPD-A, MPD-M, SM8514, MMT-60, MMA-60,
- pomocniczy procesor komunikacyjny KMC.

Główne dane techniczne sterowników są podane w tablicach 1 i 2.

Tablica 1

STEROWNIKI KOMUNIKACYJNE DLA MAGISTRALI WSPÓLNA SZYNA:

Nazwa	ADS-S	AMD	MPD-A/MPD-M	SM8514	KMC
Odpowiednik DEC	DUP11	DMC11	DZ11-C/DZ11-A	DH11	KMC11
Dostęp do pam.	bez DMA	z DMA	bez DMA	z DMA	z DMA
Interfejs	V24	sprzęż.z kab.konc.	20mA/V24	V24, 20mA	-
Liczba kanałów	1	1	8	16	-
Szybkość (b/s)	do 9600	1000000	50-9600	do 9600	-
Transmisja	synchr.	synchr.	asynchr.	asynchr.	-
Protokoły transmisji	DDCMP BSC,X.25 SDLC HDLC	DDCMP	-	-	DDCMP BSC,X.25 SDLC HDLC

Sterowniki ADS-S, AMD, MPD-A, MPD-M i KMC są umieszczane w obudowach - szufladach, zwanych blokami sieciowymi. Konfiguracja sterowników w blokach sieciowych zależy od konkretnych zastosowań i potrzeb użytkowników.

Tablica 2

STEROWNIKI KOMUNIKACYJNE DLA MAGISTRALI Q-BUS:

Nazwa	MAS-60	MTS-60M	MMA-60	MMT-60
Odpowiednik DEC	DUV11	-	DZV11	OLV11-J
Dostęp do pam.	bez DMA	bez DMA	bez DMA	bez DMA
Interfejs	V24	V24	V24	V24
Liczba kanałów	1	1	4	4
Szybkość (b/s)	do 19200	do 19200	do 9600	do 19200
Transmisja	synchr./ asynchr.	synchr./ asynchr.	asynchr.	asynchr.
Protokoły transmisji	znakowy	znakowy	-	-

• Środki transmisji danych

W podsystemie TELE-SM są stosowane następujące urządzenia transmisji danych:

- modemy EC8002 (300 b/s), EC8006 (600/1200 b/s), EC8013 (1200/2400 b/s), EC8015 (2400/4800 b/s),
- konwertery AKP 4800 (4800 b/s), SKP 9600 (9600 b/s).

Podsystem TELE-SM korzysta ze stałych łączy transmisyjnych telegraficznych, telefonicznych i specjalnych torów kablowych.

• Terminale

W podsystemie TELE-SM są stosowane terminale drukujące i terminale ekranowe. Podstawowym terminalem drukującym jest SM7103 (DZM 180 KSR). Opracowywane są nowe terminale TD-102 i TD-103, będące odpowiednikami urządzeń LA34AA i LA34AA XL/XM rodziny DECwriter IV firmy DEC. Podstawowym terminalem ekranowym jest SM7209 (MERA 7953VGD). Opracowywane są nowe terminale TE-100 i TE-125, będące odpowiednikami urządzeń VT-100 i VT-125 firmy DEC.

3.3. Oprogramowanie sieciowe

• Oprogramowanie sieci terminalowych

Oprogramowanie sieci terminalowych stanowią programy obsługi, pracujące pod systemem operacyjnym AMKO (odpowiednik RT11) dla komputerów SM z magistralami Wspólna Szyna lub Q-BUS oraz pod systemem operacyjnym DOS-RW2 (odpowiednik RSX-11M v.3.2) dla komputerów SM z magistralą Wspólna Szyna.

• Oprogramowanie jednorodnych sieci komputerowych SM-NET

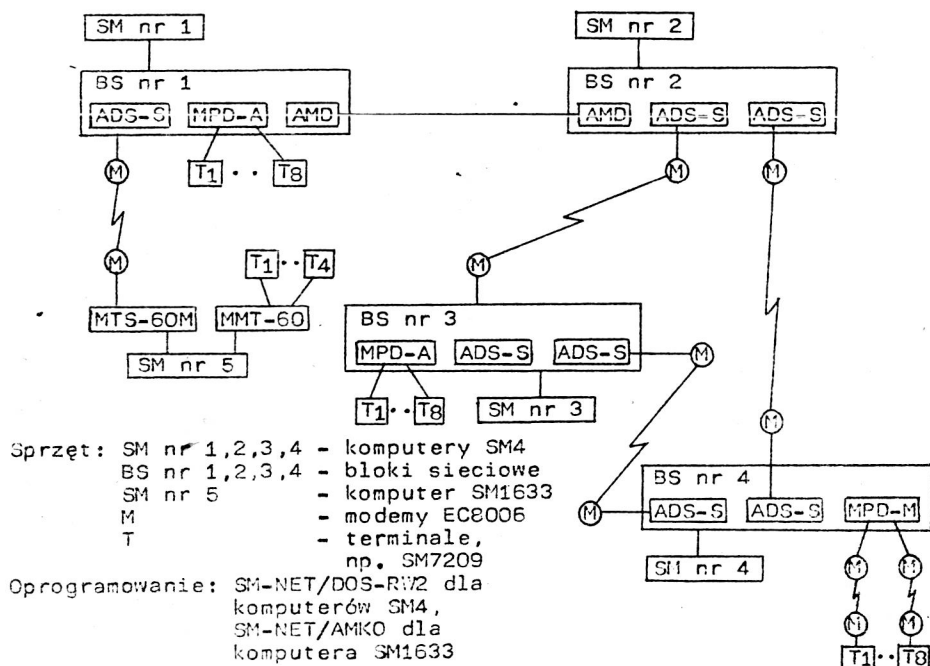
Oprogramowanie sieci SM-NET jest realizowane w postaci Pakietów Oprogramowania Sieciowego SM-NET (odpowiednik DECnet, faza III), dostosowanych do systemów operacyjnych AMKO i DOS-RW2. Pakiety Oprogramowania Sieciowego SM-NET/AMKO i SM-NET/DOS-RW2 realizują opisane w punkcie 2.2 funkcje przetwarzania sieciowego i są elementami pośredniczącymi między sprzętem sieciowym oraz systemami operacyjnymi.

• Oprogramowanie komputerów SM, wchodzących w skład sieci hierarchicznej z komputerem głównym z rodziny JS EMC

Komputery SM, dołączone poprzez sterowniki transmisji synchronicznej z protokołem BSC do komputera głównego z rodziny JS EMC (np. R-32), mogą tworzyć dolny poziom sieci hierarchicznej. Oprogramowanie komputerów SM stanowią, zależnie od potrzeb użytkowników i przeznaczenia sieci hierarchicznej, emulator terminali konwersacyjnych IBM 3270 lub emulator terminali wsadowych IBM 2780/3780. Emulatory te mogą pracować pod systemami operacyjnymi AMKO lub DOS-RW2.

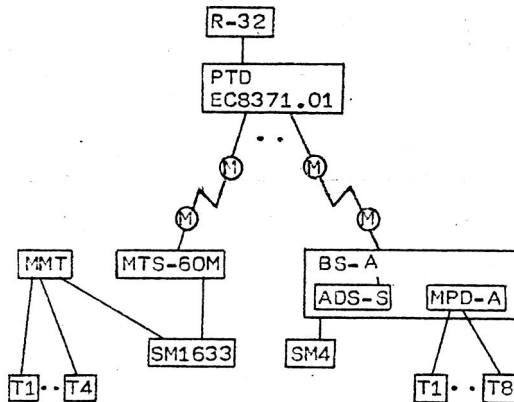
3.4. Przykłady zastosowań podsystemu TELE-SM

Rys. 3 przedstawia przykład realizacji jednorodnej sieci komputerowej SM-NET, przeznaczonej do zarządzania przedsiębiorstwem, znajdującym się na dużym obszarze.



Rys. 3. Przykład realizacji sieci SM-NET
 Fig. 3. An example of SM-NET network implementation

Rys. 4 przedstawia przykład użycia komputerów SM w sieci hierarchicznej z komputerem głównym z rodziny JS EMC. Typowe zastosowania takiej sieci to systemy bankowe, rezerwacji miejsc, wyszukiwania informacji.



Sprzęt: komputer R-32 z procesorem teleprzetwarzania danych EC8371.01
komputer SM4 z blokiem sieciowym w wersji podstawowej BS-A
komputer SM1633 ze sterownikami komunikacyjnymi
M - modemy EC8013
T - terminale, np. SM7209

Oprogramowanie: OS/JS-P w.5.0. dla R-32,
NCP/JS dla EC8371.01,
DOS-RW2/PE3270 dla SM4,
AMKO/PE3270 dla SM1633

Rys. 4. Przykład realizacji sieci hierarchicznej
Fig. 4. An example of the hierarchical network implementation

Literatura

1. ISO/DIS 7498 Information processing systems - Open systems interconnection - basic reference model
2. Digital's Networks: An Architecture With A Future. Materiał reklamowy firmy Digital
3. Introduction to DECnet. AA-J055A-TK. Jan. 80

SM-NET-HOMOGENEOUS COMPUTER NETWORKS

The article describes network functions and architecture of the SM-NET-homogeneous computer networks. Necessary hardware and software for implementation of the SM-NET networks are also presented.

ОДНОРОДНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ SM-NET

Статья представляет сетевые функции и архитектуру однородных вычислительных сетей SM-NET. Описываются технические средства и сетевое программное обеспечение, необходимые для создания сетей SM-NET.

model ISO/OSI,
zarządzanie systemowe,
zarządzanie warstwowe,
zarządzanie aplikacjami

Zbigniew HUZAR*, Andrzej KALIŚ*, Jan KWIATKOWSKI*

PROBLEMY ZARZĄDZANIA W SIECI KOMPUTEROWEJ

Rozwój usług świadczonych przez sieci komputerowe wymaga określenia wspólnego sposobu zarządzania zarówno poszczególnymi usługami, jak i całą siecią. Zagadnienie powyższe jest tym bardziej istotne, że nie istnieje dotychczas jasno sprecyzowany pogląd na zarządzanie w środowisku rozproszonym, jakie tworzy sieć komputerowa. W pracy przedstawiono wybrane przez autorów zagadnienia związane z tego rodzaju zarządzaniem nawiązując do powszechnie znanej architektury systemów otwartych. Podając zakres wymaganych funkcji zarządzających uwzględniono trzy aspekty zarządzania, a mianowicie: zarządzanie systemem otwartym, warstwami oraz aplikacjami.

1. WSTĘP

Ewolucja, jakiej podlega pogląd na sposób wykorzystania usług świadczonych przez systemy komputerowe, wskazuje na coraz większe zainteresowanie możliwościami systemów wieloprocesorowych i sieci komputerowych. Umożliwiają one użytkownikom niedostępny dotychczas sposób przetwarzania, polegający na możliwości jednoczesnej realizacji niezależnych bądź zależnych fragmentów tego samego zadania w różnych częściach systemu. Powyższy sposób przetwarzania określany jest mianem przetwarzania rozproszonego. Należy jednak wyraźnie zaznaczyć, że brak jest dotychczas ogólnie uznanej definicji przetwarzania rozproszonego. Spotykane w literaturze próby definicji bazują na określeniu specyficznych sposobów komunikowania się procesów. Jednakże wydaje się, że niezwykle istotnym elementem jest środowisko, wewnątrz którego współpracują komunikujące się procesy. Na tej podstawie należy stwierdzić, że sieć komputerowa daje pełne możliwości przetwarzania rozproszonego. Umożliwia ona zastosowanie dobrze ugruntowanych metod komunikowania się procesów, jednak ważniejszym problemem jest możliwość identyfikacji środowiska rozproszonego, w jakim te procesy współpracują. Środowisko to nie jest dotychczas dobrze rozpoznane, a tym bardziej nie jest znany sposób jego zarządzania.

Watson zaproponował [1] trójwymiarowy model architektury systemów rozproszonych. W modelu tym wyróżnione są trzy podstawowe warstwy: aplikacji,

* Centrum Obliczeniowe Politechniki Wrocławskiej

rozproszonego systemu operacyjnego i warstwa sprzętowa, które są zgodne z poglądami Międzynarodowej Organizacji ds. Standardów (ang. ISO) [2].

Do zagadnień, które należy rozstrzygnąć w warstwie aplikacji należą: dobór struktury aplikacji (Jak rozproszyć przetwarzanie? Jak rozproszyć dane? Jak zorganizować procesy do celów zarządzania i komunikowania się) oraz rozwiązania językowe (Jakie własności powinien posiadać język umożliwiający użytkownikom przetwarzanie rozproszone?).

Projektowanie i konstruowanie rozproszonego systemu operacyjnego wymaga ustalenia: modelu zasobów, modelu usługodawcy i współpracy z użytkownikiem oraz postaci jądra systemu (komunikacja między procesami, interfejsy, protokoły sieciowe).

W warstwie sprzętowej należy rozwiązać zagadnienia zapewniające efektywną wymianę informacji, ich reprezentację, kodowanie i dekodowanie oraz umiejscowić mechanizmy zabezpieczające i sterujące dostępem.

Podsumowując, wymiar pierwszy zawiera zbiór abstrakcyjnych warstw, przy czym każda warstwa zawiera własne reguły realizacyjne. Wymiar drugi wprowadza problemy wspólne dla wszystkich istniejących warstw (sposoby adresowania, synchronizacja, ochrona, reprezentacja obiektów, zarządzanie zasobami oraz podejmowanie decyzji w sytuacjach awaryjnych), natomiast trzeci dotyczy efektywnej współpracy składowych systemu rozproszonego.

Należy mieć świadomość, że powyższy model nie daje odpowiedzi na liczne pytania, np.:

1. Czy przyjęty podział na warstwy jest satysfakcjonujący dla systemu jako całości?
2. Jak i kiedy należy przesyłać informacje (obiekty) z jednego systemu do drugiego?
3. Jak zapewnić konserwację plików, w przypadku wystąpienia wielu kopii?
4. Jaki związek istnieje między lokalnym zarządzaniem obiektami a zachowaniem się całego systemu?

Funkcje realizowane przez komputer obliczeniowy jest wygodnie podzielić na dwie grupy: funkcje usługowe i funkcje zarządzające. Funkcje usługowe to te, które realizują dostrzegalne bezpośrednio przez użytkownika lub aplikacje usługi, zaś funkcje zarządzające wiążą się z utrzymaniem i kierowaniem pracą środowiska realizującego funkcje usługowe. Określenie to nie jest ostre i dotychczasowe prace z tego zakresu wskazują na istotne trudności w sformułowaniu precyzyjnej definicji. Zwykle funkcje zarządzające określa się przez listę problemów, których dotyczą. Podawana lista, np. w dokumencie [8], jest wyczerpująca, ale budzi wątpliwości sposób uporządkowania i wzajemnej relacji przedstawionych problemów.

Realizacja tych funkcji wymaga posiadania przez system zarządzający informacji określających stan środowiska, niezbędnych do podejmowania efektywnych decyzji. Powyższe wymaga istnienia bazy informacji zarządzających (ang. Management Information Base, MIB) [8,9,16]. Oddzielnym zagadnieniem jest problem aktualizacji informacji zawartych w bazie oraz ich kompletność wynikająca z awaryjności zarządzanego środowiska. Nie bez znaczenia są w tym przypadku ustalenia dotyczące rodzaju i postaci wymaganych informacji. Podobnie należy oddzielić od siebie funkcje zarządzające związane bezpośrednio z zarządzaniem środowiska (systemu otwartego) od zarządzania aplikacjami [7].

Powyższe zagadnienia są przedmiotem prac standaryzacyjnych prowadzonych na forum grupy roboczej WG4 w Podkomitecie SC16 Międzynarodowej Organizacji ds. Standardów.

W pracy podjęto próbę przedstawienia wyżej wymienionych zagadnień i problemów w kontekście zarządzania pracą systemu otwartego. Z punktu widzenia pragmatycznego zagadnienia te są bardzo ważne i wydaje się celowym uporządkowanie różnych tendencji zarysowujących się w poszczególnych krajach. Autorzy świadomi są, że praca nie wyczerpuje wymienionych zagadnień.

2. ZAKRES FUNKCJI ZARZĄDZAJĄCYCH

Wyjściowym stwierdzeniem jest oczywisty fakt, że sieć komputerowa ma służyć realizacji zleceń użytkowników sieci. Realizacja zleceń (zadań) użytkowników wymaga przydziału (dostępu) do odpowiednich zasobów sieci na pewien okres czasu. Problemami, jakie się stąd wyłaniają są zatem problemy decyzyjne polegające na odpowiednim harmonogramowaniu (szeregowaniu) zleceń użytkowników i takim przydziale do ich realizacji odpowiednich zasobów, aby - nie naruszając pewnych ograniczeń - maksymalizować przyjęte kryterium jakości sterowania. Powyższe ograniczenia są związane zasadniczo z dwoma kwestiami: ochroną praw dostępu do zasobów oraz rozliczaniem za wykonanie zleceń. Podobnie ze względu na możliwość zmian środowiska istotne są informacje odnoszące się do aktualnej jego postaci oraz informowanie użytkowników o zdarzeniach w nim zachodzących.

A zatem przy takim sformułowaniu, wyjściowymi funkcjami zarządzania są:

- a) szeregowanie zleceń i przydział zasobów,
- b) autoryzacja użytkownika i badanie praw dostępu [3,7],
- c) rozliczanie za usługi sieci [6,10],
- d) zarządzanie bazą danych informujących o obiektach składowych sieci i ich atrybutach (informacje statyczne) [4,15],
- e) zarządzanie komunikatami o zdarzeniach w sieci (informacje dynamiczne) [4,5].

Wymienione grupy funkcji zarządzających należy uznać za podstawowe, bez ich realizacji nie można uważać sieci za sieć o pełnych walorach użytkowych. Ustalenie takie jest arbitralne, wpływa ono bowiem z pewnego stanowiska pragmatycznego. Nie można także jednoznacznie określić listy problemów, które kryją się w obrębie poszczególnych grup funkcji zarządzających. Podstawową przyczyną niejednoznaczności jest poziom wirtualizacji sieci, czyli stopień przesłaniania użytkownikom przez sieciowy system operacyjny wewnętrznych szczegółów dotyczących sieci. Ogólnie, wyższy poziom wirtualizacji sieci narzuca konieczność rozbudowy poszczególnych funkcji zarządzających, a nawet warto wyodrębnić nowe grupy. Przykładowo w przypadku całkowitego przejęcia przez sieć postępowania w przypadkach awarii komputerów sieci, powstaje kompleks zagadnień związanych z prowadzeniem odnowy informacyjnej obejmujący testowanie i diagnostykę sieci, składowanie pośrednich stanów sieci, odtwarzanie stanu sprzed awarii i restartowanie sieci.

W dalszym ciągu ograniczono się tylko do bliższego omówienia podstawowych funkcji zarządzających.

2.1. Szeregowanie zleceń i rozdział zasobów

Zagadnienie to ma dwa aspekty: aspekt podejmowania odpowiednich decyzji oraz aspekt realizacji ustalonych już decyzji. Należy zwrócić uwagę, że o ile mechanizmy realizacji takich decyzji zawsze muszą istnieć w sieci, to podejmowanie takich decyzji zwykle jest podejmowane przez użytkownika, a tylko częściowo przez sieć komputerową. Pojęcie zlecenia użytkownika nie jest jednoznaczne. Można przyjąć następującą jego interpretację. Zlecenie składa się ze zbioru operacji. Przez operację rozumie się taką czynność obliczeniową, która na czas realizacji angażuje niezmienny zestaw zasobów sieci (pamięci, urządzeń zewnętrznych, procesorów, plików itp.). Operacje są względem siebie uporządkowane (jest to ogólnie porządek częściowy, co oznacza istnienie operacji realizowanych jednocześnie, o ile nie wykorzystuje ona wspólnych zasobów). Należy od razu zwrócić uwagę, że użytkownik definiując swoje zlecenie może nie określać pełnego zbioru operacji i wzajemnego ich uporządkowania. Informacje te są najczęściej uzyskiwane dopiero w trakcie realizacji zlecenia. Stwierdzenie to jest ważne z tego względu, że, zakładając istnienie pewnego obiektu planującego sposób realizacji, należy się liczyć z sytuacjami braku pełnych informacji o zasobach wymaganych przez zlecenie.

Podejmowanie decyzji związanych z szeregowaniem zasobów i ich przydziałem odbywa się zwykle w pojedynczym komputerze obliczeniowym;

wynika to z lokalnej autonomii (technicznej i administracyjnej) każdego z komputerów. Aby podejmować decyzje lokalnie o zleceniach, które mogą wykonywać się w sieci należy posiadać odpowiednie informacje o stanie innych komputerów obliczeniowych. Z tego względu zarządzanie zasobami jest ściśle związane z zarządzaniem informacjami o stanie sieci.

Ogólnie oceniając stan wiedzy w zakresie zarządzania zleceniami i zasobami, należy stwierdzić, że właściwe i pełne zrozumienie tych zagadnień pozostaje jeszcze odległą perspektywą. Rozwiązywanie tych zagadnień będzie skojarzone z zagadnieniem globalnej optymalizacji pracy sieci komputerowej. W zakresie tym pojawia się wiele szczegółowych kwestii, np.:

- w jaki sposób przyjęta strategia zarządzania zleceniami i zasobami w pojedynczym komputerze obliczeniowym wpłynie na efektywność całej sieci,
- w jaki sposób należy rozmieszczać w sieci zasoby relokowalne,
- jak zachowywać integralność zasobów w przypadku istnienia wielu jego kopii,
- w jaki sposób mechanizmy i usługi poszczególnych warstw oddziałują na siebie i jak wpływają na efektywność pracy całej sieci.

Nie są nawet dotychczas sformułowane jasno kryteria jakości funkcjonowania sieci. Można tu tylko wymienić jako przesłanki dwa podejścia: jedno reprezentujące punkt widzenia użytkownika sieci dążące do minimalizacji czasu wykonania zleceń oraz drugie reprezentujące punkt widzenia administratora sieci dążącego do maksymalizacji przepustowości sieci.

W istniejących realizacjach sieci należy zwrócić uwagę na dwie cechy zarządzania zleceniami i zasobami:

- a) przyjmując potrzebę przechowywania w komputerze obliczeniowym informacji o stanach pozostałych komputerów, wprowadza się mechanizmy umożliwiające realizację jednej ze strategii "zapytaniowej", tzn. przesyłanie informacji na żądanie lub "ofertowej", tj. rozsyłanie przez komputer, w którym zaszły istotne zmiany, informacji do innych komputerów,
- b) rodzaj informacji, jaki mógłby być pomocny do rozstrzygnięcia czy dane zlecenie lub jego fragment przekazać do realizacji w danym komputerze obliczeniowym ogranicza się tylko do tego, że dany komputer jest lub nie jest w stanie zlecenie przyjąć; jest to zatem informacja jakościowa.

2.2. Zarządzanie prawami dostępu i ochrona danych

Od systemu ochrony zasobów w sieci komputerowej wymaga się spełnienia takich samych postulatów, jak w przypadku pojedynczego systemu komputerowego, a w szczególności:

- tylko upoważniony użytkownik ma prawo do odczytu, modyfikacji lub manipulacji na zasobach,
- nieupoważniony użytkownik nie może wstrzymywać lub uniemożliwiać działań podejmowanych przez użytkowników uprawnionych,
- tylko autoryzowani użytkownicy mogą prowadzić komunikację.

W każdym z systemów komputerowych daje się wyróżnić dwa sposoby użytkowania jego zasobów. Jeden z nich to zużywanie pewnych zasobów odnawialnych i może być w zasadzie dozwolony bez ograniczeń. Należy jedynie zapewnić rozpoznanie użytkownika, który musi zapłacić za usługę. Czynności drugiej kategorii zużywają zasoby nieodnawialne komputera (np. kasowanie pliku nie posiadającego kopii). Wymagane jest wówczas dodatkowe zezwolenie na ich wykonanie. Tak więc ogólnie potrzebne jest poprawne uwierzytelnienie użytkownika zlecającego wykonanie pewnego zadania w celu:

- obciążenia go kosztami wykorzystywanych zasobów,
- wydania upoważnienia do użycia zasobów nieodnawialnych lub dostępu do danych zastrzeżonych.

Uwierzytelnienia i autoryzacji użytkownika można dokonać w różny sposób, przykładowo:

- poprzez sprawdzenie pewnego zapamiętanego wzorca (hasła),
- poprzez polecenie zaufanego systemu,
- poprzez rozpoznanie, że tylko pewien określony użytkownik może domagać się określonego sposobu dostępu (np. informacje z konsoli operatorskiej rozpoznawane są jako pochodzące od operatora systemu).

W przypadku sieci komputerowej wymagane są podobne mechanizmy, jednakże ze względu na rozproszenie i wielość jednostek kontrolujących prawa dostępu, zarządzanie ochroną danych jest znacznie bardziej złożone. W szczególności niemożliwym jest istnienie tylko drugiej z wymienionych powyżej metod identyfikacji i przynajmniej jedna z pozostałych dwóch musi występować. Podobnie stosowanie tylko pierwszej metody (poprzez kontrolę hasła) jest kłopotliwe. Wynika to z rozproszonego charakteru przetwarzania sieciowego, gdzie użytkownik może uruchomić wiele niezależnych lub zależnych od siebie zadań rozrzuconych w wielu systemach, z których każdy niezależnie dokonuje identyfikacji. Problemem w tym przypadku jest zmiana tego hasła we wszystkich wprowadzonych zadaniach. Stosowanie tej metody jest uzasadnione w przypadku, gdy identyfikacja

użytkownika dokonywana jest tylko jednokrotnie przy początkowym wejściu do sieci komputerowej. Występuje jednakże w tym przypadku dodatkowo, jako zasadniczy, problem wzajemnego zaufania systemów do siebie, a w szczególności do systemów zarządzających oraz obsługi sieci. Możliwe są dwie sytuacje: jedna, gdy procesy wzajemnie sobie ufają oraz druga, gdy procesy mają dostęp do zasobów wyłącznie za pośrednictwem mechanizmu ochronnego. Stąd wymagane jest dodatkowo sprawdzenie czy otrzymywana informacja pochodzi istotnie od systemu (podsystemu, procesu), który dokonał identyfikacji. Dodatkowo w tym przypadku wymagane jest rozwiązanie sytuacji, w której jeden z systemów, np. A nie jest znany systemowi B, natomiast znany jest systemowi C, do którego system B ma zaufanie. Ogólnie system nie musi uznawać identyfikacji bazującej na poręczeniu strony trzeciej, ale musi wyrażać takie poręczenie do systemów je akceptujących.

2.3. Rozliczanie za usługi świadczone w sieci komputerowej

System rozliczeń istniejący w sieci komputerowej powinien obejmować rozliczanie za usługi lokalnie świadczone w ramach indywidualnego systemu komputerowego oraz za usługi sieciowe (transfery). W szczególności powinien on obejmować rozliczanie za:

- zużycie zasobów systemowych takich jak: pamięć, czas procesora,
- zużycie zasobów komunikujących się - liczbę przesłanych pakietów danych, czas połączenia,
- zużycie zasobów warstwy aplikacji.

Stosowany algorytm jest analogiczny jak w przypadku systemu rozliczeń w indywidualnym systemie komputerowym, tzn. zużycie dowolnego zasobu podlegającego rozliczaniu powoduje przesłanie informacji o tym fakcie do systemu rozliczeń, który nie musi znajdować się w tym samym systemie. Po jego otrzymaniu wyliczana jest należność za zużycie zasobu oraz dodawana jest ona do końcowego bilansu. Jeśli przekroczona została przydzielona pula pieniędzy, użytkownik systemu jest o tym powiadamiany. Rozproszony charakter przetwarzania w sieci komputerowej powoduje jednak, że stosowanie przedstawionego powyżej scenariusza nie jest takie proste. Obok problemu, jaki występuje w przypadku lokalnych systemów rozliczeń, tzn. naliczenie należności po zakończeniu przetwarzania zadania implikuje możliwość przekroczenia maksymalnej puli budżetu oraz równocześnie występują dodatkowo problemy takie jak:

- określenie sposobu przesyłania informacji o zużyciu zasobów,
- określenie sposobu przerywania uruchomionych zadań w przypadku, gdy budżet został przekroczony w wyniku zużycia innego zasobu,
- określenie sposobu rozdziału całego budżetu na części w przypadku

uaktywnienia kilku zadań w różnych systemach.

Niezależnie od konieczności rozwiązania powyższych problemów, można stosować w systemie rozliczeń różne systemy opłat oraz sposoby naliczania. Możliwe są dwa sposoby naliczania - naliczanie bieżące, gdy opłaty pobierane są w trakcie wykonywania usługi oraz naliczanie kredytowe, gdy zakłada się możliwość przekroczenia przydzielonego budżetu. Z kolei, jeśli rozważymy system opłat, to możliwe są trzy rozwiązania:

- system stopniowany, progresywny (przy wzroście rozmiaru zadania cena jednostkowa rośnie),
- system premiowy (przy dużym stopniu wykorzystania zasobów cena jednostkowa maleje w wyniku zmniejszenia jej o ustaloną wartość),
- system naturalny (obowiązuje stała cena).

Przy tym, wybór konkretnego rozwiązania powinno uwzględniać nie tylko zakładany zysk, ale również charakterystykę użytkownika sieci. Oznacza to, że system rozliczeń powinien także wymuszać na użytkowniku odpowiednią dekompozycję zleceń, tak aby możliwym było efektywne zarządzanie całym systemem.

2.4. Zarządzanie informacjami statycznymi

Zarządzanie informacjami statycznymi dotyczy przede wszystkim zarządzania identyfikatorami (nazwami). Należy zauważyć, że sposób identyfikacji obiektów występujących w sieci jest podstawą działania systemu zarządzania. Identyfikatorów używa się do różnych celów, takich jak: autoryzacja, określenie praw dostępu, zarządzanie zasobami, sytuacjami awaryjnymi oraz identyfikacji obiektów złożonych. Z tego też względu identyfikatory obiektów systemu otwartego można podzielić na trzy grupy:

- podlegające zarządzaniu przez system, aplikacje czy warstwę,
- zarządzane przez specyficzne aplikacje takie jak: stacja transferu zbiorów, zadań czy wirtualnego terminala oraz
- definiowane przez system lokalny.

Nie ulega wątpliwości, że grupa trzecia nie podlega standaryzacji z punktu widzenia systemu otwartego. Zarządzanie obiektami grupy pierwszej z oczywistych względów musi podlegać standaryzacji. Wątpliwości budzić może grupa druga. Można wyobrazić sobie, że zarządzanie obiektami pozostawia się wymienionym aplikacjom. Wynika stąd, że tak szeroko rozumiane zarządzanie informacjami statycznymi jest ściśle związane z różnymi grupami funkcji zarządzających i trudno byłoby je precyzyjnie wyodrębnić. Wyodrębnia się natomiast pewien fragment określany jako zarządzanie Kartoteki Systemu (ang. Directory Services). Potrzeba stworzenia usług Kartoteki Systemu (KS) powstała w wyniku:

- stałych zmian systemu otwartego jako całości oraz
- potrzeby odizolowania użytkownika, na ile to możliwe, od zmian w systemie otwartym.

Dlatego zasadniczym celem zarządzania informacjami statycznymi jest spełnienie trzech postulatów pozwalających użytkownikowi na:

- posługiwanie się dogodnymi dla niego nazwami,
- dynamicznego wiązania używanych przez niego nazw z nazwami grup obiektów bądź ich własnościami oraz
- uniezależnić się od zmian w konfiguracji sieci (dołączanie, odłączanie aplikacji i zasobów).

KS pozwala użytkownikowi otrzymać wymagane informacje o sieci.

Obecnie prowadzone są prace nad modelem bazy dla KS.

Skomentowania wymaga fakt użycia terminu - zarządzanie informacjami statycznymi wobec równoczesnego stwierdzenia o zmianach. Wymienione wyżej zmiany są relatywnie statyczne, tzn. procesy aplikacyjne będą współdziałać ze sobą o wiele częściej aniżeli zmieniać swoje atrybuty (np. adresy, tryby dostępu itp.).

2.5. Zarządzanie informacjami dynamicznymi

W sieci istnieje potrzeba rozpoznawania sytuacji powstających przy inicjalizacji, kończeniu, monitorowaniu użycia zasobów oraz dostarczania informacji o sytuacjach nienormalnych. Informacje takie wpływają na decyzje podejmowane w trakcie normalnej pracy procesów aplikacyjnych oraz decydują o wymaganych interwencjach.

Dostęp do tych informacji mają:

- użytkownicy (poprzez żądania kierowane do systemu zarządzania),
- administratorzy systemów.

Możliwe są trzy następujące strategie uzyskiwania informacji:

- a) zapytaniowa (system żąda podania określonego rodzaju informacji),
- b) ofertowa (informacje napływają w sposób ciągły po uprzednim wynegocjowaniu ich rodzaju),
- c) retrospektywna (otrzymywane informacje dotyczą "historii" zmian w systemie).

Charakter informacji uzyskiwanych wg powyższych strategii pozwala nazwać je informacjami dynamicznymi.

Należy podkreślić, że powyższe strategie nie definiują zakresu usług, jakie system powinien oferować w tym zakresie. Zagadnienie to wymaga dalszych studiów.

Zarządzanie informacjami dynamicznymi opiera się o systemowe stacje zarządzania aplikacjami (ang. System Management Application Entity, SMAR). Stacje te wykorzystując wspólne usługi aplikacyjne zapewniają dynamiczny

przepływ informacji o zdarzeniach, pomiędzy systemami otwartymi. Dlatego zarządzanie informacjami dynamicznymi jest częścią warstwy aplikacji.

Informacje o zdarzeniach mogą być zcentralizowane lub rozproszone w kilku systemach. Rekordy-zdarzenia mogą być udostępniane na żądanie lub w momencie zaistnienia, w zależności od tego, jakie "środki" dostarczyliśmy SMAE.

3. DEKOMPOZYCJA FUNKCJI ZARZĄDZAJĄCYCH

3.1. Podstawowe zasady dekompozycji.

Pierwotny podział funkcji zarządzających wynika z faktu, że - jak zaznaczono we wstępie - działanie sieci komputerowej należy traktować jako współdziałanie rozproszonego środowiska przetwarzania rozproszonego z aplikacjami użytkowymi. Zatem wynika stąd, że można wyróżnić zarządzanie środowiskiem oraz zarządzanie aplikacjami użytkowymi.

Przez zarządzanie środowiskiem rozumie się zbiór usług (mechanizmów) niezbędnych do jego właściwej organizacji i działania.

Przez zarządzanie aplikacjami użytkowymi rozumie się zbiór usług (mechanizmów) niezbędnych do zachowania struktury i organizacji komponentów aplikacji, które współdziałając ze sobą mają realizować wspólne przedsięwzięcie.

Z uwagi na ogólnie akceptowalny, warstwowy model sieci komputerowej, zarządzanie środowiskiem można poddać dalszej dekompozycji. Wyróżnia się zarządzanie warstwą funkcjonalną, rozumianą jako podzbiór tych usług zarządzania środowiskiem, które są niezbędne do właściwej organizacji i świadczenia usług przez daną warstwę [8, 10]. Traktując pojęcie warstwy zgodnie z modelem ISO/OSI, zarządzanie warstwą należy odnosić do wszystkich warstw, za wyjątkiem warstwy aplikacji. Zarządzanie w warstwie aplikacji wymaga dodatkowego komentarza. Przyjęte założenie sugeruje, że środowisko wykonawcze określa zespół usług dostarczanych przez warstwę prezentacji. Tak jednak nie jest. Zespołem usług dostarczanych aplikacjom użytkowym (a nie aplikacjom w sensie modelu odniesienia) są zwykle usługi warstwy prezentacji oraz usługi dostarczane przez podwarstwę usług "standardowych" w warstwie aplikacji. Zakres usług "standardowych" jest obecnie płynny, różnie rozumiany w różnych sieciach. Za takie usługi można uważać transfer zbiorów, komunikatów lub zadań, obsługę asocjacji (uogólnienie pojęcia połączenia) itp. Zatem zarządzanie podwarstwą usług "standardowych" także można traktować jak zarządzanie warstwą.

Zarządzanie w obrębie poszczególnych warstw nie odbywa się całkowi-

cie niezależnie, lecz jest poddane pewnej koordynacji wykonywanej przez tzw. zarządzanie systemowe. Realizacja takiej koordynacji wymaga przepływu informacji pomiędzy zarządzaniem systemowym a zarządzaniem w warstwach. Stąd wprowadza się kolejne pojęcie, bazy informacji zarządzających. W bazie tej są gromadzone informacje dostarczane przez poszczególne rodzaje zarządzania, a także odpowiednio przez nie wykorzystywane.

Wykonywanie funkcji zarządzających jest prowadzone przez wyspecjalizowane obiekty. Zarządzanie daną warstwą jest realizowane przez zespół obiektów nazywanych obiektami zarządzania warstwą (OZW). Każdy z tych obiektów jest zlokalizowany w oddzielnym systemie sieci komputerowej, w tej warstwie, którą zarządza. Zatem, potencjalnie, mogą one korzystać z usług warstwy niższej, a także prowadzić wzajemną wymianę informacji, zgodnie z istniejącym protokołem warstwy, do której należą lub z protokołem innym, specjalnie przeznaczonym do zarządzania.

Podobnie obiekty zarządzania systemowego (OZS) są rozlokowane po jednym w każdym składowym systemie sieci komputerowej. Sposób prowadzenia wymiany informacji pomiędzy różnymi OZS, a także miejsce ich lokalizacji w modelu sieci, są w zasadzie otwarte (nie są obecnie przedmiotem standaryzacji).

Obiekty zarządzania aplikacją użytkową (OZA) są ulokowane w warstwie aplikacji. OZA odnoszące się do konkretnej aplikacji mogą być rozlokowane w wielu systemach sieci. Oczywiście, w pojedynczym systemie może istnieć wiele OZA odnoszących się do różnych aplikacji.

3.2. Zarządzanie warstwą

Rola pojedynczego OZW, ulokowanego w danym systemie sieci komputerowej, jest potrójna [8]:

- a) koordynuje on pracę obiektów komunikacyjnych należących do danej warstwy,
- b) współpracuje z innymi OZW w innych systemach,
- c) współpracuje z OZS.

W zakresie koordynacji w obrębie własnej warstwy OZW dokonuje, na skutek kierowanych do niego żądań usług, dynamicznego wykreowania obiektów komunikacyjnych i powiązania ich z punktami dostępu do usług (EDU) oraz z końcowymi punktami połączeń (KPP). Działania te OZW dokonuje na podstawie informacji zgromadzonej w bazie informacji zarządzających, gdzie między innymi powinny być zawarte informacje o potencjalnych możliwościach tworzenia odpowiednich kreacji i powiązań oraz informacje podające aktualną strukturę powiązań komunikacyjnych w warstwie. Ponadto OZW jest odpowiedzialny za udzielanie informacji o aktualnych możliwościach świadczenia usług sąsiednim warstwom, w tym podawania informacji

o aktualnych powiązaniach komunikacyjnych.

Współpraca pomiędzy różnymi OZW w obrębie danej warstwy może wykorzystywać jeden z trzech sposobów potrzebnej w tym przypadku wymiany informacji:

- a) bezpośrednia wymiana informacji pomiędzy OZW z wykorzystaniem usług warstwy niższej i z wykorzystaniem typowego lub specjalnie ustalonego protokołu zarządzającego danej warstwy,
- b) wymiana pośrednia informacji poprzez wykorzystywanie informacji gromadzonych przez OZS i udostępnianych poprzez bazę informacji zarządzających,
- c) wykorzystywanie informacji przekazywanych pomiędzy zwykłymi obiektami komunikacyjnymi danej warstwy w trakcie normalnej pracy.

Współpraca z OZS umożliwia OZW uzyskiwanie informacji o innych warstwach, o innych OZS w obrębie tej samej warstwy, uzyskiwanie informacji o danej warstwie, które są znane czy zadawane z zewnątrz - np. przez operatora sieci komputerowej. Ze swej strony OZW może dostarczać, poza informacjami aktualnymi dotyczącymi warstwy, raportów i statystyk ustalonych zdarzeń w trakcie pracy warstwy.

3.3. Zarządzanie systemowe

Rola pojedynczego OZS jest potrójna [8]:

- a) koordynuje on zarządzaniem w warstwach,
- b) współpracuje ze swymi odpowiednikami w innych systemach,
- c) współpracuje z otoczeniem systemu.

Koordynacja obiektów OZW polega głównie na umożliwianiu dostępu OZW do odpowiednich fragmentów bazy informacji zarządzających (jak opisano w punkcie 3.2).

Możliwa jest także organizacja współpracy taka, że OZS bezpośrednio oddziałuje na poszczególne OZW (odnosi się to przeważnie do różnych sytuacji awaryjnych lub potrzeby natychmiastowego zatrzymania pracy warstwy).

Współpraca z innymi systemami może być prowadzona w różnym zakresie, w szczególności dopuszcza się sytuacje braku jakiegokolwiek wymiany informacji sterujących. Sposób prowadzenia współpracy może polegać na wykorzystywaniu usług sieci, a także na wykorzystywaniu usług niesieciowych (nie mieszczących się w modelu sieci). Obiektu OZS nie umieszcza się a priori w konkretnej warstwie. Wydaje się jednak, że zarządzanie systemowe warto podzielić na zarządzanie systemowe podsiecią transmisji danych oraz zarządzanie systemowe komputerami obliczeniowymi. W tym przypadku zarządzanie podsiecią można lokować w warstwie sieciowej, zaś zarządzanie komputerów obliczeniowych wydaje się najrozsądniejsze

umieścić w warstwie aplikacji, ewentualnie - zwłaszcza w przypadku sieci jednorodnych - w warstwie sesji. Prowadzona wymiana informacji może dotyczyć:

- udostępniania informacji potrzebnych do zarządzania w poszczególnych warstwach; jest to opcja, gdyż wymiany takiej może nie być, lub może być prowadzona w inny sposób autonomicznie w obrębie poszczególnych warstw lub z użyciem mechanizmów spoza sieci
- udostępnianie ogólnych informacji o aktywności danego systemu (dołączanie, odłączanie, aktywacja/deaktywacja systemu, monitorowanie stanów, zawieszanie aktywności itp), czyli ogólniej aktualizacja kartoteki systemu lub bazy informacji zarządzających,
- prowadzenie rozliczeń za wykonane usługi, autoryzację użytkowników, otwieranie sytuacji sprzed stanów awaryjnych itp.

Współpraca z otoczeniem systemu to współpraca z operatorem lub administratorem sieci, spełniającymi w stosunku do OZS rolę nadrzędną.

3.4. Zarządzanie aplikacją

Warstwa aplikacji ma złożoną, nieustaloną jeszcze strukturę. Można w niej wyróżnić co najmniej dwa rodzaje aplikacji: aplikacje użytkowe i aplikacje standardowe, które w istocie świadczą usługi dla aplikacji użytkowych. Ogólnie zarządzanie całością aplikacji standardowych, wyznaczających pewną podwarstwę, można potraktować tak jak zarządzanie w warstwie. Stwierdzenie takie nie jest całkowicie satysfakcjonujące, gdyż każdy z rodzajów aplikacji standardowych ma swoje specyficzne problemy (np. transfer i manipulacja zadaniami), problemy te jednak ze względu na swą obszerność nie są tu omawiane. Nieco więcej uwagi poświęca się natomiast zarządzaniu aplikacjami użytkowymi.

Model aplikacji użytkowej, czy ogólniej - używając terminologii ISO - model grupy procesów aplikacyjnych przedstawia się następująco [11, 13]. Aplikacja składa się z tzw. domen, które są grupami procesów aplikacyjnych działających w pojedynczym systemie (system może posiadać więcej niż jedną domenę danej aplikacji). W obrębie domeny wyróżnia się tzw. procesy zwykłe oraz jeden proces zarządzający. Procesy zarządzające w różnych domenach komunikują się ze sobą w celu:

- ustalenia środowiska komunikacyjnego dla zwykłych procesów, którymi zarządzają,
- wspomagania zwykłych procesów aplikacyjnych w fazie nawiązywania połączeń lub asocjacji.

Funkcje, jakie wykonują procesy zarządzające są następujące:

- a) Dokonują dołączenia lub odłączenia zwykłych procesów aplikacyjnych od domeny, za którą są odpowiedzialne. O fakcie dokonania

- takich zmian powiadamiają procesy zarządzające innych domen.
- b) Dokonują aktywacji domeny, tzn. inicjują wykonywanie funkcji zwykłych procesów aplikacyjnych. Przewiduje się możliwość zapamiętywania stanu procesów w momencie inicjalizacji po to, aby w przypadku awarii było możliwe odtworzenie sytuacji początkowej.
 - c) Dokonują deaktywacji domeny, tzn. kończenia pracy zwykłych procesów aplikacyjnych. Dopuszcza się różne formy deaktywacji, np. deaktywacja wymuszona, deaktywacja naturalna (zakończenie pracy procesu po zakończeniu obsługi wszystkich aktualnie założonych połączeń z innymi procesami) czy deaktywacja połączona z uprzednim powiadomieniem innych procesów - partnerów aktualnie istniejących połączeń.
 - d) Inicjują nawiązanie połączeń komunikacyjnych pomiędzy zwykłymi procesami. Połączenia takie zostają ustanowione na skutek żądania odpowiedniego połączenia przez proces zwykły w danej domenie i po wynegocjonowaniu zgody z procesem zarządzającym w innej domenie, do której należy zwykły proces - partner żadanego połączenia.
 - e) Rejestrują fakty rozłączenia połączeń przez zwykłe procesy aplikacyjne.
 - f) Przeprowadzają wzajemne monitorowania w celu przedstawienia aktualnie aktywnych procesów zwykłych w swych domenach oraz aktualnie obsługiwanych przez nie połączeń.

Przedstawione funkcje są również interesujące z tego względu, iż ukazują pewien sposób włączenia się aplikacji użytkowych do pracy w sieci. Wynikający stąd schemat włączenia i wyłączenia się aplikacji użytkowych do pracy w sieci stanowi podstawę dalszej dekompozycji funkcji zarządzanych aplikacji i prób lokalizacji standardów wycinkowych funkcji zarządzających (np. autoryzacja, rozliczanie, dostęp do informacji dynamicznych i kartoteki systemu itp.) w odniesieniu do omawianych dotychczas kategorii zarządzania [14].

4. UWAGI KOŃCOWE

Przedstawiony zarys funkcji zarządzających w sieci komputerowej wskazuje na to, że określenie ich zakresu jest jeszcze dalekie od pełnego zrozumienia. Z obserwacji materiałów roboczych grupy roboczej WG4 [8-16], w ramach ISO/TC97/SC16, odpowiedzialnej za problemy zarządzania w sieci komputerowej, wynika, że przed przystąpieniem do standaryzacji tych zagadnień należy rozpatrzyć usługi i własności sieci komputerowej jako środowiska dla rozproszonego przetwarzania informacji. Takie



ујęcie problemu wykracza poza ramy modelu odniesienia ISO/OSI, który ogranicza się do określenia zasad współpracy (komunikacji) systemów otwartych.

LITERATURA

1. Watson R.W., Distributed system architecture model, Lecture Notes in Computer Science, /ed/. B.W. Lampson, M.Paul, H.J.Siebert, vol. 105, 1981, str. 10-43,
2. ISO/TC97/SC16 Reference model for open systems interconnection, IS 7998, 1984,
3. ISO/TC97/SC16 Commitment, concurrency and recovery, N1713, N1714, 1984
4. ISO/TC97/SC16 Directory Service, N1715, 1983,
5. ISO/TC97/SC16 Management of error reporting, N1716, 1983,
6. ISO/TC/SC16 Accounting management, N1717, 1983,
7. ISO/TC97/SC16 Control of application process groups, N1718, 1983,
8. ISO/TC97/SC16/WG4 Open systems interconnection - management framework, Copenhagen 84-2, 1984,
9. ISO/TC97/SC16/WG4 UK comments on open systems interconnection - management framework, Copenhagen 84-6, 1984,
10. ISO/TC97/SC16/WG4 UK comments on accounting management, Copenhagen 84-8, 1984,
11. ISO/TC97/SC16/WG4 Proposed draft for control of application process groups - protocol specification, Copenhagen 84-12, 1984,
12. ISO/TC97/SC16/WG4 Comments on N1717, Copenhagen 84-5, 1984
13. ISO/TC97/SC16/WG4 APG concepts and protocols, Copenhagen 84-20, 1984,
14. ISO/TC97/SC16/WG4 Positioning of management standards, Copenhagen 84-19, 1984,
15. ISO/TC97/SC16/WG4 Layer management concepts, Copenhagen 84-21, 1984
16. ISO/TC97/SC16/WG4 Comments on SC16/N1719 - OSI management framework and SC16/N1721 - OSI Layer management, Copenhagen, 84-43, 1984

COMPUTER NETWORK MANAGEMENT PROBLEMS

Development of the computer network services require definition of the common method of management, both for the particular services and the whole of the network. The above problem is important because an existing opinion on distributed management of computer network has not stated precisely to date. In the paper, the management problems selected by the authors are presented on the ground of the reference model of the open system architecture. Announcing range of management function required, three sides to the question are taken into account - open system, level and application management.

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В СЕТИ ЭВМ

Развитие услуг в сетях ЭВМ требует определения общего метода управления как отдельными услугами так и целой сетью. Это является тем более важным что до сих пор не существует достаточно уточненного суждения проблемы управления сетью ЭВМ, которую понимается как распределенную исполнительную среду для аппликационных программ. В статье помещены выбранные проблемы управления, в которых обращается внимание к всеобщей архитектуре открытых систем. Поданная объем требуемых управленческих функций понимается во внимание три следующих аспекта: управление открытой системой, управление отдельными уровнями и управление аппликациями.

Spis rzeczy

E. Bilski, P. Kociatkiewicz,	
Modele rozległych sieci komputerowych	5
M. Budka,	
Modele i usługi sieci lokalnych	25
L. Budzianowski, Z. Fryźlewicz,	
Warstwa sieciowa i transportowa modelu odniesienia ISO/OSI- usługi i protokoły	39
M. Stroiński, J. Wietrzyk,	
Warstwa sesji i prezentacji modelu odniesienia ISO/OSI- funkcje, usługi i protokoły	61
Z. Mazur,	
Bazy danych w sieciach komputerowych	81
M. Kacprzak,	
Jednorodne sieci komputerowe SM-NET	97
Z. Huzar, A. Kaliś, J. Kwiatkowski,	
Problemy zarządzania w sieci komputerowej	109

Contents

E. Bilski, P. Kociatkiewicz,	
Models of wide area network	5
M. Budka,	
Models and services of local area networks	25
L. Budzianowski, Z. Fryźlewicz,	
The network and the transport layers of the ISO/OSI reference model - services and protocols	39
M. Stroiński, J. Wietrzyk,	
The session and presentation layers of the ISO/OSI refe- rence model - functions, services and protocols	61
Z. Mazur,	
Computer network databases	81
M. Kacprzak,	
SM-NET homogeneous computer networks	97
Z. Huzar, A. Kaliś, J. Kwiatkowski,	
Computer networks management problems	109



PRACE NAUKOWE CENTRUM OBLICZENIOWEGO

(wydane w latach 1980—1983)

- | | |
|---|-------|
| Nr 1, Studia i Materiały nr 1, <i>Zagadnienia oprogramowania systemów komputerowego wspomagania dydaktyki</i> , Wrocław 1980 | 20,— |
| Nr 2, Studia i Materiały nr 2, <i>Zagadnienia oprogramowania węzła pod-sieci komunikacyjnej sieci komputerowej MSK</i> , Wrocław 1983 | 180,— |

Cena zł 160,—

BIBLIOTEKA
Politechniki Wrocławskiej

A 4947 I/3
1985 nr 1/3

Subscription rates and orders should be adressed to:

"ARS POLONA"

Krakowskie Przedmieście 7, 00-068 Warszawa, Poland

or OR PAN, 00-901 Warszawa, PKiN, POLAND

Bank account number: NEP, VIII OM Nr 1550-6-81574 Warszawa/Poland

Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej

ma stale na składzie Księgarnia Wr 49

Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

oraz Wojewódzka Księgarnia Techniczna

ul. Świdnicka 8, 50-067 Wrocław

ISSN 0860-1615