



POLSKIE
TOWARZYSTWO
INFORMATYCZNE
ODDZIAŁ GÓRNOŚLĄSKI

MATERIAŁY
SZKOLENIOWE
NR 1/90

STACJE ROBOCZE

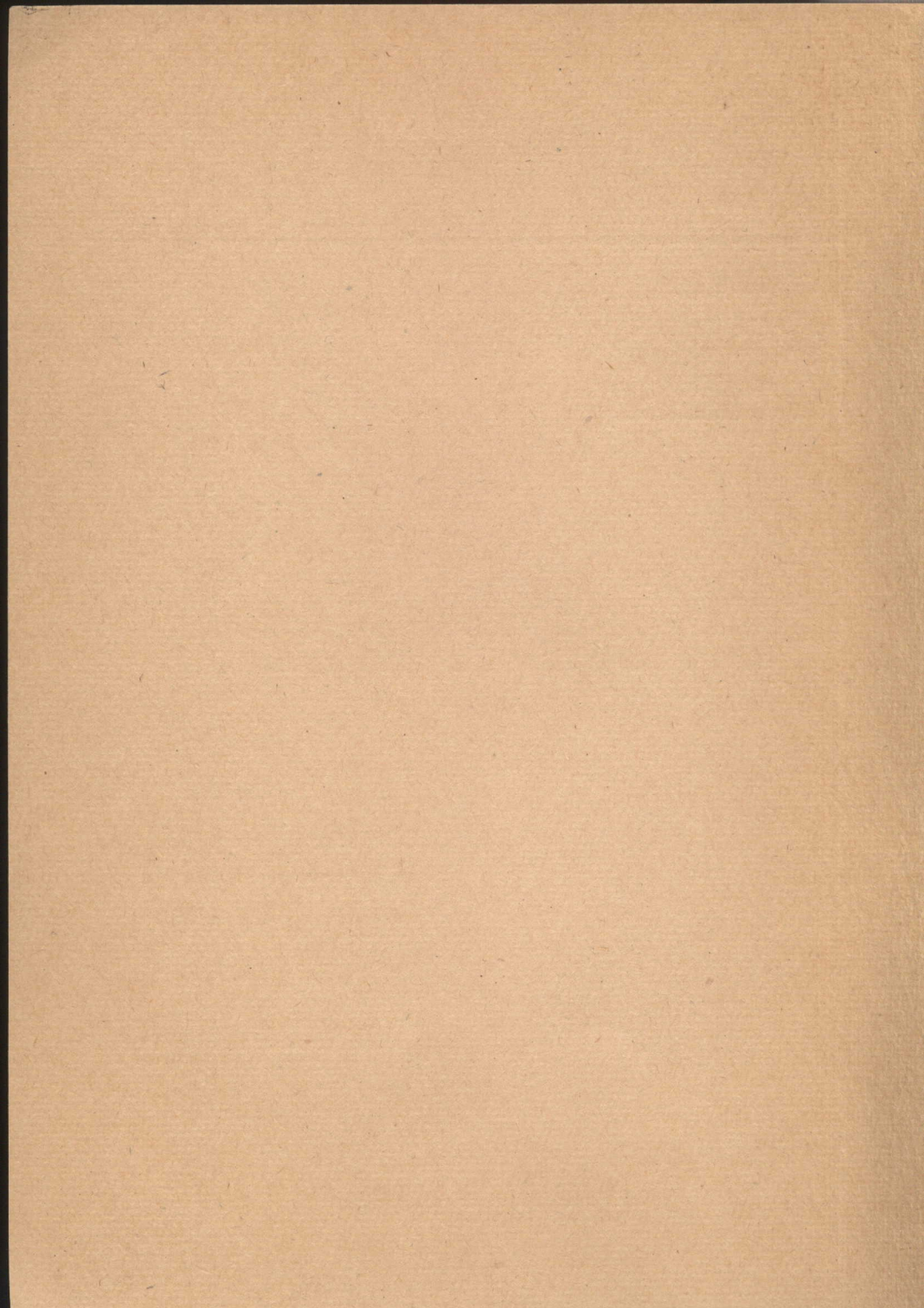
OPRACOWALI:

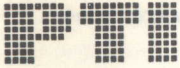
JANUSZ RYBNIK

JERZY SOLAK

na prawach rękopisu

KATOWICE, LUTY 1990





**POLSKIE
TOWARZYSTWO
INFORMATYCZNE
ODDZIAŁ GÓRNOŚLĄSKI**

**MATERIAŁY
SZKOLENIOWE
NR 1/90**

STACJE ROBOCZE

OPRACOWALI:

JANUSZ RYBNIK

JERZY SOLAK

na prawach rękopisu

KATOWICE, LUTY 1990

ODDZIAŁ GÓRNOŚLĄSKI
INFORMACYJNE
TOWARZYSTWO
POLSKIE



MATERIAŁY
SZKOLENIOWE
NR 190

STACJE ROBOCZE

OPRACOWALI:

JANUSZ RYBNIK

JERZY SŁAK

na prawach rękopisu

KATOWICE LUTY 1990

1. WPROWADZENIE DO STACJI ROBOCZYCH

Celem niniejszego opracowania jest zapoznanie czytelników z nową kategorią sprzętu komputerowego, określaną terminem *stacje robocze* lub *stacje graficzne*. Będziemy się starali wyjaśnić te pojęcia w dwojaki sposób. Spróbujemy dać ogólną charakterystykę stacji roboczych poprzez omówienie ich wspólnych cech, które wyróżniają je spośród innych kategorii komputerów, a następnie postaramy się przedstawić przykłady najciekawszych i najpopularniejszych stacji roboczych. Ponieważ są one często elementami rodzin komputerowych, zrozumienie przeznaczonej dla nich roli wymaga w takich przypadkach poznania koncepcji działania całej rodziny. Dlatego, obok omówienia samodzielnych stacji roboczych, zajmiemy się również najciekawszymi rodzinami komputerów, w których składzie znajdują się stacje robocze.

Terminy *stacje robocze* i *stacje graficzne* (ang. *workstations*, *graphic workstations*) stały się popularne w środowisku informatycznym mniej więcej w połowie lat osiemdziesiątych. Początkowo określano nimi wyspecjalizowane stanowiska pracy różnorodnych systemów pomagających projektowanie (CAD, CAE itp.); wyposażone we własny komputer lub terminal systemu wielodostępnego, urządzenia do wprowadzania i wyprowadzania danych w postaci graficznej i współpracujące poprzez sieć z podobnymi stanowiskami i komputerami serwisowymi (ang. *file servers*). Obecnie używa się tych terminów raczej do określania samodzielnych systemów komputerowych, zdolnych do spełniania roli takiego stanowiska projektowego. Zakres ich zastosowań szybko rozszerza się poza typowe systemy komputerowego wspomaganie projektowania (CAD - *computer aided design*, CAE - *computer aided engineering*, CASE - *computer aided software engineering*) i obejmuje komputerowe wspomaganie produkcji (CAM *computer aided manufacturing*), komputerowe wspomaganie przygotowywania publikacji (CAP - *computer aided publishing*), analizę statystyczną, sztuczną

inteligencję, grafikę komputerową, bazy danych, złożone obliczenia numeryczne itd.

Stacje robocze, chociaż stanowią odrębną kategorię komputerów, mają wiele cech wspólnych z trzema innymi klasami sprzętu komputerowego, od dawna obecnymi na rynku. Są to minikomputery, mikrokomputery i terminale graficzne. Do minikomputerów zbliża stacje robocze znaczna moc obliczeniowa, której miernikami są:

- pojemność pamięci operacyjnej rzędu kilku lub nawet kilkunastu Mbajtów,
- zastosowanie procesorów 32-bitowych (16-bitowe należą do rzadkości), wspomaganych często przez koprocesory arytmetyczne i graficzne, pracujących przy wysokich częstotliwościach zegara,
- bogata architektura wewnętrzna, zapewniająca autonomię i zrównoleżenie różnych operacji,
- wielodostęp i wielozadaniowość systemu operacyjnego.

Podobieństwa stacji roboczych ze sprzętem mikrokomputerowym przejawiają się przede wszystkim w:

- ogólnej zasadzie konstrukcji, wynikającej z zastosowania mikroprocesora w roli procesora centralnego,
- wyraźnym uprzywilejowaniu jednego użytkownika, który najczęściej kontaktuje się z komputerem w trybie dialogowym.

Cechy charakterystyczne, upodabniające stacje robocze do terminali graficznych to:

- ukierunkowanie na graficzną formę wprowadzania i wyprowadzania danych, znajdujące wyraz w zastosowaniu wysokiej jakości monitorów graficznych, digitizerów, myszy i innych urządzeń ułatwiających graficzną prezentację danych,
- wyposażenie w sprzęt i oprogramowanie, pozwalające na dołączanie się do sieci komputerowej.

W przeciwieństwie jednak do terminali graficznych, które zawsze

podporządkowane są komputerowi macierystemu, stacje robocze są komputerami niezależnymi. Są one zazwyczaj przystosowane do współpracy z siecią, ale mogą również pracować jako całkowicie niezależne systemy komputerowe.

Często traktuje się stacje robocze jako nowy, doskonalszy typ mikrokomputerów. Ma to uzasadnienie zarówno w technologii produkcji, jak i w ogólnym kierunku ewolucji systemów mikrokomputerowych. Trzeba jednak pamiętać, że stacje robocze znacznie przewyższają powszechnie używane obecnie mikrokomputery klasy PC/XT/AT mocą obliczeniową, bogatszą architekturą wewnętrzną, możliwością łączenia w sieć i doskonalszymi urządzeniami do przedstawiania informacji graficznej. Dlatego w obecnej fazie rozwoju sprzętu komputerowego celowe wydaje się traktowanie ich jako odrębnej kategorii komputerów.

Stacje robocze ukształtowały się pod wpływem dwóch tendencji rozwojowych informatyki. Pierwsza z nich to postęp technologii, gwarantujący dostępność, po umiarkowanych cenach, coraz doskonalszych elementów i urządzeń elektronicznych. Pod tym względem decydujące znaczenie dla upowszechnienia się stacji roboczych miało pojawienie się na rynku rodziny mikroprocesorów MC 68K firmy Motorola oraz rozwój produkcji dysków typu Winchester o dużych pojemnościach. Drugim czynnikiem wywierającym wpływ na kształtowanie się stacji roboczych był wzrost zapotrzebowania na systemy komputerowego wspomaganie projektowania (CAD, CAE). Wymaganiom stawianym przez te systemy, zwłaszcza związanym z przetwarzaniem informacji w postaci graficznej, trudno było sprostać przy pomocy mikrokomputerów osobistych lub komputerów średniej wielkości pracujących w trybie wielodostępu. W momencie kiedy stało się możliwe udostępnienie znacznej mocy obliczeniowej pojedynczemu użytkownikowi, za umiarkowaną cenę, systemy CAD były w naturalny sposób predestynowane do skorzystania z tej szansy. Toteż początkowo właśnie one stanowiły najważniejszą dziedzinę

zastosowań stacji roboczych. Obecnie można zaobserwować szybkie rozszerzanie się oferty oprogramowania użytkowego dla stacji roboczych, szczególnie w dziedzinach wymagających utrzymywania bezpośredniego kontaktu pomiędzy użytkownikiem a systemem komputerowym.

Pionierami w dziedzinie tworzenia koncepcji i produkcji stacji roboczych były firmy Apollo Computer i Sun Microsystems. Szybko dołączyli do nich potentaci przemysłu komputerowego: IBM, DEC, Data General, Control Data, Hewlett Packard i inni. Spośród producentów europejskich na rynek stacji roboczych najwcześniej weszły firmy Norsk Data i Olivetti. Chociaż każdy z producentów proponuje własne rozwiązania sprzętowe i programowe, dostrzec można w tej różnorodności wyraźne kształtowanie się pewnych standardów. Dotyczy to przede wszystkim procesora centralnego, którym w przeważającej liczbie przypadków jest mikroprocesor 68020. Sporadycznie trafiają się wyjątki od tej reguły, np. mikroprocesor 68010 (w stacji 310 SPU Hewletta Packarda), MicroVax 11 (w stacjach firmy DEC), Intel 80386 (np. w modelu Logician firmy Daisy Systems) czy Intel 80286 (M28 firmy Olivetti). Wśród używanych systemów operacyjnych dominują różne mutacje Unixa. Standardem szyny wewnętrznej jest VME, choć spotkać można również multibus (np. w stacjach firm Cadlink i Masscomp), Q-bus (w stacjach firmy DEC) i stosunkowo częste oryginalne rozwiązania firmowe. Pośród standardów sieciowych przeważa Ethernet, wspomagany przez różnorodne systemy obsługi zbiorów, protokoły komunikacyjne itp.

W skład typowego wyposażenia stacji roboczej wchodzi:

- monitor kolorowy lub monochromatyczny, najczęściej o przekątnej ekranu 19 cali i o wysokiej rozdzielczości,
- klawiatura alfanumeryczna,
- mysz,
- digitizer,

- własna jednostka dyskowa typu Winchester, choć dopuszcza się także konfiguracje bezdyskowe, korzystające z baz danych innych komputerów podłączonych do wspólnej sieci.

Zależnie od sposobu wykorzystania stacji, podstawowy zestaw urządzeń może być powiększony o drukarki laserowe i inne urządzenia poligraficzne, plottery, urządzenia do składowania i archiwizacji danych (streamery), dodatkowe jednostki dyskowe, specjalizowane urządzenia graficzne itp.

Do najpopularniejszych stacji roboczych dostępnych w tej chwili na rynku należą komputery rodziny Sun. Łączą one w sobie wszystkie wymienione wyżej typowe rozwiązania, które skrótkowo można scharakteryzować przy pomocy czwórki haseł:

- mikroprocesor MC 68020,
- system operacyjny Unix,
- szyna VME,
- standard sieci Ethernet.

W skład rodziny Sun-3, obok stacji roboczych, wchodzi również komputery przeznaczone do roli zarządcy plików w sieci, jak i komputery mogące spełniać obydwie te role jednocześnie. Rodzina Sun-3 zostanie dosyć szczegółowo omówiona w następnych rozdziałach.

Tworzenie rodzin komputerów, których poszczególne modele mogą spełniać różne role w sieci komputerowej i które pozwalają użytkownikom na wybór konfiguracji stosownej do indywidualnych potrzeb jest jeszcze jedną cechą charakterystyczną stacji roboczych. Ostatnio można zauważyć, umacnianie się tej tendencji. Producenci oferują rodziny komputerowe, z których można wybrać modele odpowiednie do konkretnych zastosowań, mogące spełniać wyznaczone role w sieci komputerowej.

Obok wspomnianej rodziny Sun-3, warto zwrócić uwagę na rodzinę stacji roboczych DOMAIN System, będącą produktem firmy Apollo Computer. Była to pierwsza dostępna na rynku rodzina komputerów, kwalifikujących się do kategorii stacji roboczych. Dużą popularność zdobyły sobie ostatnio stacje graficzne Mac II firmy Apple. Do kategorii stacji roboczych można zaliczyć także komputery IBM RT, opierające się na mikroprocesorze typu RISC, o zredukowanej liście rozkazów.

2. TYPOWE ELEMENTY STACJI ROBOCZYCH

Rozdział ten zostanie poświęcony przedstawieniu najbardziej typowych elementów, spotykanych w wielu stacjach roboczych. Zdecydowaliśmy się na wybór najbardziej charakterystycznej dla stacji roboczych rodziny procesorów 68K firmy Motorola, powszechnie używanego systemu operacyjnego Unix, typowego środowiska sieciowego, stwarzanego przez standard Ethernet i magistrali VME, popularnej wśród producentów, związanych z mikroprocesorami firmy Motorola.

2.1. RODZINA MIKROPROCESORÓW MOTOROLA 68K

W skład rodziny 68K wchodzi następujące procesory:

- 68000 - najstarszy element rodziny, charakteryzujący się 32-bitową organizacją wewnętrzną, 16-bitową magistralą danych i 24-bitową magistralą adresową,
- 68008 - oszczędna wersja 68000 z 8-bitową magistralą danych i 20-bitową magistralą adresową,
- 68010 - rozszerzenie 68000 o możliwość współpracy z pamięcią wirtualną; rozszerzenie listy rozkazów; możliwość utrzymywania wielu tablic wektorów sytuacji wyjątkowych,
- 68012 - wersja 68010, z rozszerzoną do 30 bitów magistralą adresową,
- 68020 - mikroprocesor o architekturze w pełni 32-bitowej (32-bitowa magistrala danych i magistrala adresowa); w porównaniu z 68010 rozszerzeniu uległa liczba typów danych (do 7) i liczba trybów adresowania (do 18), dodano sprzęg dla koprocessorów i efektywną 256-bajtową pamięć notatnikową, przyspieszającą wykonanie programów,
- 68030 - rozszerzenie 68020 o wewnętrzny moduł zarządzania pamięcią, który wcześniej realizowany był jako niezależny

koprocesor; jest on o około 30% szybszy od swojego poprzednika.

Do rodziny 68K należą także koprocesory, mogące współpracować z procesorami 68020 i 68030. Są to:

- 68851 - stronicowany moduł zarządzania pamięcią, współpracujący z 68020,
- 68881 - koprocesor arytmetyczny dla 68020, działający zgodnie ze standardem IEEE 754, zawierający osiem 80-bitowych rejestrów zmiennoprzecinkowych i trzy 32-bitowe rejestry sterowania,
- 68882 - koprocesor arytmetyczny dla 68030, szybszy od 68881 o ponad 100%.

Najnowszy z produktów rodziny - procesor 68030 pojawił się na rynku stosunkowo niedawno. Konstrukcja większości stacji roboczych wciąż jeszcze oparta jest na procesorze 68020 i dlatego jemu poświęcimy najwięcej uwagi.

Mikroprocesory rodziny 68K mogą pracować w dwóch trybach: w trybie użytkownika i w trybie programu nadzorczego (supervisor mode). W trybie użytkownika dostępnych jest:

- osiem 32-bitowych rejestrów danych,
- siedem 32-bitowych rejestrów adresowych,
- 32-bitowy wskaźnik stosu,
- 32-bitowy licznik rozkazów,
- 8-bitowy rejestr stanu procesora.

W trybie programu nadzorczego zasób dostępnych rejestrów ulega rozszerzeniu, w różnym stopniu dla różnych modeli. W modelu 68020 dodatkowymi rejestrami są:

- dwa dodatkowe wskaźniki stosu,
- dodatkowy bajt rejestru stanu,
- rejestr bazy tablicy wektorów sytuacji wyjątkowych,

- dwa rejestry kodu funkcji,
- dwa rejestry umożliwiające korzystanie z pamięci notatnikowej.

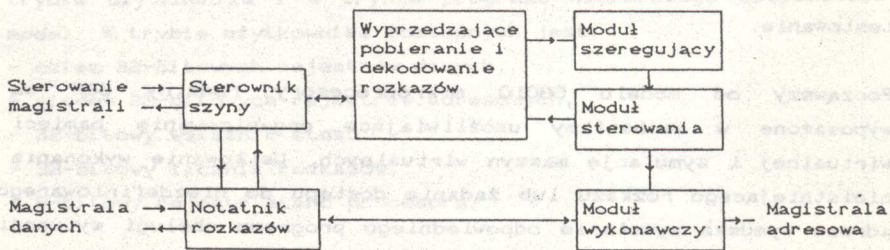
Lista rozkazów procesorów rodziny 68K obejmuje ponad 300 rozkazów, będących mutacjami 55-60 rozkazów podstawowych. Rozkazy te operują pięcioma podstawowymi typami danych (bit, bajt, słowo, podwójne słowo, liczba w kodzie BCD), a w przypadku procesorów 68020 i 68030 - także dwoma dodatkowymi typami danych (poczwórne słowo dla dzielnej i iloczynu oraz pole bitowe). Operacje 1-bitowe (clear, set, change) łączą cykl odczytu i zapisu w ramach jednego rozkazu. Pozwala to na ich użycie do komunikacji pomiędzy zadaniami w wielozadaniowych systemach jednoprocessorowych. Nie są one jednak wystarczające dla systemów wieloprocessorowych, dla których przewidziano niepodzielny cykl odczytu / modyfikacji / zapisu.

Mikroprocesory rodziny 68K mogą działać krokowo, z przekazaniem sterowania programowi nadzorcemu po wykonaniu każdego rozkazu programu użytkowego (68020 pozwala dodatkowo na tryb pracy z przerwaniem tylko po rozkazach rozga'ęzień i skoków). Umożliwia to śledzenie wykonania programów i tym samym ułatwia ich testowanie.

Począwszy od modelu 68010 mikroprocesory rodziny 68K są wyposażone w mechanizmy umożliwiające organizowanie pamięci wirtualnej i symulację maszyn wirtualnych. Usiłowanie wykonania nieistniejącego rozkazu lub żądanie dostępu do niezdefiniowanego adresu wymusza wywołanie odpowiedniego programu obsługi sytuacji wyjątkowej, który może emulować rozkazy i urządzenia przy pomocy środków programowych. Model 68020 może współpracować z modułem zarządzania pamięcią, zrealizowanym jako układ scalony 68851, który w decydujący sposób ułatwia organizację pamięci wirtualnej.

Rodzina 68K realizuje różne stopnie zrównoleglenia wykonywania

rozkazów. Zrównoleglenie to polega na jednoczesnym wykonywaniu rozkazu i ściąganiu z pamięci kolejnych rozkazów. Mikroprocesor 68020 może w ten sposób zrównoleglić przetwarzanie trzech kolejnych słów pobranych z pamięci operacyjnej (we wcześniejszych procesorach wstępne ładowanie obejmowało dwa słowa). Specjalne mechanizmy pozwalają na wykonywanie krótkich pętli, nie przekraczających rozmiarami trzech słów, bez wielokrotnego pobierania rozkazów z pamięci. W procesorze 68020 ten mechanizm jest wzmocniony przez dodanie 128-słowej pamięci notatnikowej, ulokowanej w kostce procesora. W momencie pobierania rozkazu z pamięci operacyjnej jest on ładowany do notatnika wraz ze skróconym adresem. Jeśli zachodzi konieczność ponownego wykonania rozkazu i znajduje się on jeszcze w notatniku, to zamiast pobierać go z pamięci operacyjnej procesor ściąga go z notatnika. Przyspiesza to działanie procesora ze względu na krótszy czas dostępu do pamięci notatnikowej niż do pamięci operacyjnej, jak również zmniejsza obciążenie magistrali systemu, co daje dalsze oszczędności czasowe, szczególnie w systemach wieloprocessorowych. Schemat blokowy procesora 68020 przedstawiono na rys. 1.



Rysunek 1. Schemat blokowy mikroprocesora 68020.

2.2. SYSTEM OPERACYJNY UNIX

Koncepcja systemu operacyjnego Unix zrodziła się pod koniec lat sześćdziesiątych w Bell Laboratories, będących częścią koncernu AT&T. Pierwsza wersja tego systemu została napisana w języku assemblera dla minikomputerów PDP-7 i PDP-9. Od tego czasu powstało kilkanaście wersji, korzystających z zastrzeżonej nazwy Unix, jak również wiele systemów operacyjnych o innych nazwach (Xenix, HP-UX, Venix, Aux, Aix), które zostały opracowane jako mniej lub bardziej dokładne kopie Unixa. Rozwiązania zastosowane w Unixie wywarły też duży wpływ na sposób myślenia o systemach operacyjnych w ogóle, a wiele z nich, - jak np. koncepcja hierarchicznej organizacji plików, znajduje dzisiaj powszechne zastosowanie w różnych systemach.

Spośród różnych wersji Unixa warto wymienić wersję Unix 7 z 1979 roku dla komputera Interdata 8/32, która zapoczątkowała szerokie rozprzestrzenienie się tego systemu poza środowiskami akademickimi oraz wersje Unix System V i Unix BSD 4.2 z 1982, które ustaliły pewien standard tego systemu. W 1983 roku najpoważniejsi producenci mikroprocesorów - firmy Intel, Zilog, Motorola i National Semiconductor zawarły porozumienie w sprawie przyjęcia wersji System V jako standardu dla komputerów 16 i 32 bitowych.

Swoją ogromną, zasłużoną popularność zawdzięcza Unix w znacznej mierze łatwości przenoszenia na różne typy komputerów. Dzieje się tak dlatego, że jego kolejne wersje, począwszy od 1973 roku, pisane były niemal w całości w języku C. Dziś Unix działa na bardzo wielu komputerach, od 8-bitowych minikomputerów poczynając, na superkomputerach Cray kończąc. Dzięki temu stał się on standardem systemu operacyjnego, gwarantującym rzeczywistą mobilność oprogramowania.

Unix jest systemem wielozadaniowym i wielodostępnym. Składa się z

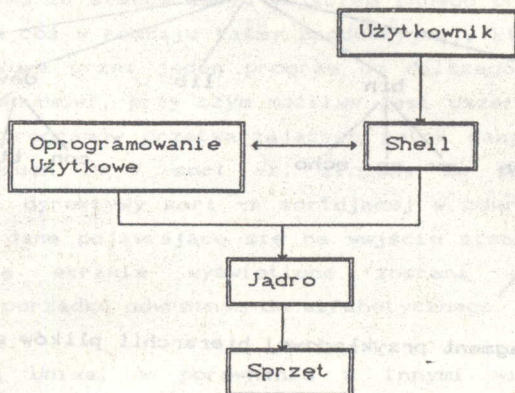
dwóch części:

- jądra (ang. *kernel*), bezpośrednio zarządzającego pamięcią, procesami, obsługującego wejście/wyjście, a więc spełniającego rolę właściwego systemu operacyjnego,
- oprogramowania użytkowego.

Prawie wszystko co dzieje się w systemie Unix jest realizowane przez zwykłe programy, wywoływane w taki sam sposób, jak programy napisane przez użytkowników. Jednym z takich zwykłych programów jest interpreter komend systemu operacyjnego, w środowisku użytkowników Unixa noszący nazwę *shell*. Traktowanie interpretera komend na równi z oprogramowaniem aplikacyjnym stwarza możliwość konstruowania przez użytkowników własnych interpreterów komend, dostosowanych do indywidualnych potrzeb i zmienianych zależnie od sytuacji. W tym samym systemie różni użytkownicy mogą korzystać z różnych interpreterów komend, jak również jeden użytkownik może zmieniać, stosownie do potrzeb, używany przez siebie interpreter komend. Spośród różnych interpreterów dwa zyskały sobie szczególną popularność:

- C-shell, mający składnię zbliżoną do języka C, chętnie stosowany w trakcie dialogu z systemem,
- Bourne-shell, napisany przez S.R. Bourne'a z Bell Labs, używany raczej do interpretacji wsadowych plików komend systemu.

Jak już wspomniano, rolę właściwego systemu operacyjnego, zarządzającego zasobami, nadzorującego przebieg procesów, wykonującego operacje wejścia/wyjścia, obsługującego przerwania itp. spełnia w Unixie jądro. Programy użytkowe, w tym również *shell*, mogą zlecać jądru wykonanie żądanych operacji poprzez przerwania, nazywane wywołaniami systemu. Relacje pomiędzy poszczególnymi elementami systemu Unix przedstawiono na rysunku 2.

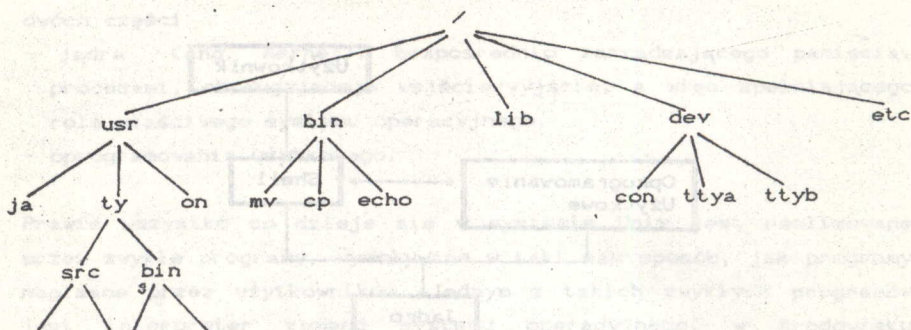


Rysunek 2. Ogólna struktura systemu Unix.

W tak skrótowym opracowaniu nie sposób, chociażby pobieżnie, omówić wszystkie istotne cechy systemu Unix. Dlatego zatrzymamy się tylko nad tymi rozwiązaniami, które przyjęły się jako standard w różnych systemach operacyjnych lub zasługują na uwagę ze względu na swoje szczególne zalety. Jedną z koncepcji Unixa, powszechnie przyjętych także w innych systemach operacyjnych, jest hierarchiczna organizacja systemu plików. Elementami tej hierarchii są:

- pliki użytkowe, zawierające dane, programy, biblioteki itp.,
- pliki specjalne,
- pliki katalogowe, przechowujące nazwy innych plików, w tym również katalogów niższego poziomu.

Przykład hierarchii plików przedstawiono na rys. 3.



Rysunek 3. Fragment przykładowej hierarchii plików systemu Unix.

Katalogi o różnym przeznaczeniu mają zwyczajowo ustalone nazwy, np. `bin` - katalog zawierający programy gotowe do wykonania, `lib` - katalog bibliotek itd. Jednym z takich zwyczajowo wydzielonych katalogów jest `dev`, przechowujący pliki specjalne, utożsamiane z urządzeniami peryferyjnymi. Jednolite traktowanie, z punktu widzenia programów użytkowych, plików dyskowych i urządzeń zewnętrznych jest jedną z najbardziej udanych koncepcji Unixa. Każdemu urządzeniu odpowiada pewien plik, a operacje transmisji danych z tego urządzenia lub do niego opisuje się tak jak gdyby dotyczyły one odpowiedniego pliku.

Wyróżnionymi urządzeniami są standardowe wejście i standardowe wyjście. Z założenia są one przypisane klawiaturze i monitorowi, ale przypisania te mogą zostać w każdej chwili zmienione na dowolne pliki dyskowe lub inne urządzenia zewnętrzne. Dzięki temu program, który normalnie pobiera dane ze standardowego wejścia, można przełączyć na pobieranie ich z dowolnego wskazanego pliku. Podobnie jest ze standardowym wyjściem. Np. dyrektywa `ls`, która normalnie powoduje wyświetlenie na ekranie zawartości bieżącego katalogu, jeśli zostanie wprowadzona w postaci `ls > katalog`, spowoduje skierowanie treści katalogu nie na ekran lecz do pliku o

nazwie katalog. Możliwe jest też powiązanie standardowego wyjścia jednego programu ze standardowym wejściem innego programu, dzięki czemu powstaje coś w rodzaju taśmy produkcyjnej, która przekazuje dane przetworzone przez jeden program do dalszego przetworzenia następnemu programowi, przy czym możliwe jest uszeregowanie w ten sposób wielu programów przetwarzających potok danych. Jeśli np. stworzymy łańcuch `ls | sort -r`, złożony ze znanej nam już dyrektywy `ls` i dyrektywy `sort -r` sortującej w odwrotnym porządku alfabetycznym dane pojawiające się na wejściu standardowym, to w rezultacie na ekranie wyświetlone zostaną nazwy plików, posortowane w porządku odwrotnym do alfabetycznego.

Wielką zaletą Unixa, w porównaniu z innymi wielozadaniowymi systemami operacyjnymi, jest łatwość z jaką użytkownik może powoływać nowe procesy i kontrolować ich przebieg. Dzięki parze wywołań systemu: `fork ()` i `exec (...)` powołanie nowego procesu i zlecenie mu wykonania określonych zadań staje się tak łatwe i naturalne, jak wywołanie podprogramu w języku programowania. Zachęca to do stosowania takich technik programowania, w których projekt realizuje się jako pewną liczbę niewielkich, współpracujących ze sobą zadań a nie jako jeden duży, samodzielny program.

W ciągu dwudziestoletniego już istnienia Unix obrósł sporą liczbą programów narzędziowych różnych rodzajów, które uważane są za część tego systemu operacyjnego. Oprócz oczywistych korzyści, wynikających z tego stanu rzeczy, związane są z tym także pewne niedogodności. Nie wszystkie z dostarczanych programów są potrzebne użytkownikowi, a część z nich, wskutek upływu czasu, straciła już swą aktualność. Zajmują one sporo pamięci dyskowej a ich usunięcie i odzyskanie zajętego przez nie miejsca nie jest zadaniem prostym, szczególnie dla użytkowników jeszcze nie w pełni zaznajomionych ze środowiskiem systemu Unix, nie znających wszystkich programów i bibliotek oraz powiązań pomiędzy

nimi. Inną niedogodnością Unixa jest niespójność systemu dyrektyw i programów narzędziowych oraz brak jednolitych reguł ich nazewnictwa. Sporo dyrektyw ma dziwne, niewiele mówiące nazwy, a rozdział funkcji pomiędzy poszczególnymi dyrektywami nie zawsze jest przejrzysty.

W porównaniu z innymi systemami operacyjnymi, np. RSX-11, Unix stwarza słabsze zabezpieczenia przed nieświadomym działaniem użytkownika. Z reguły komunikaty podawane przez system są lakoniczne i niewiele mówiące, a ostrzeżenia przed niebezpiecznymi działaniami zazwyczaj się nie pojawiają. Np. system zamazuje bez ostrzeżenia starą wersję pliku w momencie tworzenia jego nowej wersji.

Źródłem pewnych kłopotów stało się również nadużywanie, w założeniu bardzo wygodnego i użytecznego, mechanizmu makrokomend. Tworzenie przez wielu użytkowników własnych makrokomend doprowadziło do silnego zróżnicowania środowiska, w którym działają poszczególni użytkownicy. Wskutek tego kłopotliwe bywa przejście z jednej instalacji Unixa na inną.

2.3. SIEĆ ETHERNET

Nazwa Ethernet określa zarówno pewien konkretny produkt, będący wyposażeniem komputerowej sieci łączności, jak i metodę działania realizowaną przez ten produkt. Pierwsza wersja sieci Ethernet powstała na początku lat siedemdziesiątych w centrum badawczym firmy Xerox w Palo Alto. Jej celem było połączenie względnie tanich stanowisk roboczych z bardzo drogimi jeszcze wówczas komputerami, pracującymi w trybie wielodostępu. Jako główne kryteria, które spełniać miała projektowana sieć, jej twórcy przyjęli niskie koszty instalacji i eksploatacji oraz wysoką niezawodność i niewrażliwość sieci jako całości na niesprawność

poszczególnych jej elementów. W rezultacie zdecydowano się na zastosowanie kabla koncentrycznego jako nośnika sygnałów, szynową topologię i transmisję danych bez modulacji w trybie jeden nadawca - wielu odbiorców. Najistotniejsza decyzja dotyczyła jednak wyboru metody dostępu do sieci. Zastosowano tutaj technikę, znaną obecnie pod kryptonimem CSMA/CD (ang. *carrier sense multiple access with collision detection* - wielodostęp z kontrolą nośnika i wykrywaniem kolizji). Polega ona na tym, że każde z urządzeń nadawczo - odbiorczych podłączonych do sieci prowadzi, przed rozpoczęciem transmisji, nasłuch w celu stwierdzenia aktywności innych użytkowników sieci. Informacja przeznaczona do nadania oczekuje w buforze nadajnika, wraz z adresem nadawcy, adresem odbiorcy i danymi kontrolnymi, na moment stosowny do rozpoczęcia transmisji. Nadawanie rozpoczyna się wówczas, gdy urządzenie nadawczo - odbiorcze stwierdza, że w sieci nie odbywa się żadna inna transmisja. Po rozpoczęciu nadawania w dalszym ciągu prowadzony jest nasłuch w celu stwierdzenia, czy inne urządzenia nie rozpoczęły transmisji w tym samym czasie. Jeśli tak się zdarzy, transmisja zostaje przerwana, po czym podejmuje się ponowną próbę wysłania pakietu, po upływie czasu dobraneo w sposób losowy. Opóźnienie powtórnej transmisji ma na celu zmniejszenie prawdopodobieństwa ponownego popadnięcia w konflikt tej samej pary nadawców. Metoda CSMA/CD charakteryzuje się dużą niezawodnością, ale jest przydatna tylko do transmisji na niewielkie odległości.

W latach siedemdziesiątych różne firmy prowadziły prace nad udoskonaleniem sieci Ethernet. W 1980 r. firmy Xerox, DEC i Intel utworzyły konsorcjum, którego celem jest kontynuowanie prac nad siecią Ethernet i jej rozpowszechnianie. Udziela ono m.in. licencji na stosowanie metody Ethernet i przydziela licencjonowanym użytkownikom unikalne identyfikatory, pozwalające na jednoznaczne rozpoznawanie dowolnego urządzenia pracującego w dowolnej sieci Ethernet.

Obecnie obowiązujący standard Ethernet odznacza się następującymi cechami charakterystycznymi:

1. Topologia

Sieć składa się z magistrali głównej, z możliwością podłączenia do niej magistrali bocznych. Rozgałęzienia od magistrali bocznych są niedopuszczalne. Wynika to z wymagania, aby w transmisji pomiędzy żadnymi dwoma urządzeniami nie pośredniczyły więcej niż dwa regeneratory sygnału (regenerator jest konieczny w punkcie połączenia magistrali bocznej z magistralą główną). Typową topologię sieci Ethernet przedstawia rysunek 4.

2. Nosnik informacji

Jako środowisko do przesyłania sygnałów służy kabel koncentryczny o impedancji 50 Ω . Miejsca połączeń z kablem powinny być od siebie oddzielone odcinkami o długości, będącej wielokrotnością 2.5 m. Długość segmentu kabla nie powinna przekraczać 500 m.

3. Metoda transmisji

Stosuje się transmisję sygnałów niemodulowanych, zakodowanych przy pomocy kodu Manchester. Szybkość transmisji wynosi 10 Mbitów/s.

4. Metoda dostępu do nosnika

Jak już wcześniej wspomniano, obowiązującą metodą dostępu jest CSMA/CD.

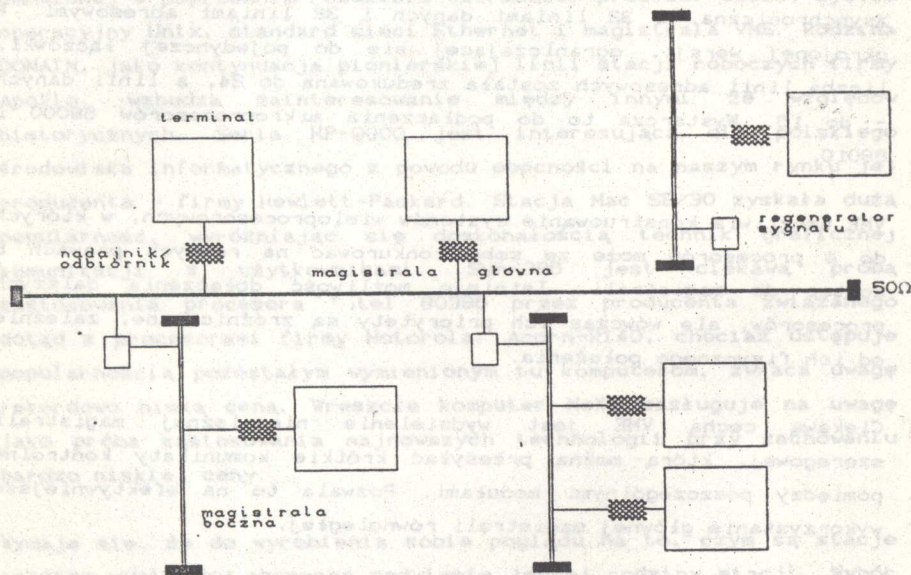
5. Długość pakietu

Pakiety przeznaczone do transmisji mają zmienną długość: od 72 do 1526 bajtów.

6. Adresowanie

Każdy pakiet przygotowany do nadania zawiera 48-bitowy adres nadawcy i 48-bitowy adres odbiorcy. Pierwszy bit adresu odbiorcy

jest równy 1, jeśli wysyłana informacja jest przeznaczona dla wszystkich urządzeń należących do bloku, identyfikowanego przez kolejne 23 bity (numer bloku jest przydzielany wszystkim posiadaczom licencji Ethernet w momencie jej uzyskiwania). Pozostałe 24 bity tworzą numer urządzenia wewnątrz bloku. Taki system adresowania przyjęto w celu zapewnienia unikalności adresu każdego urządzenia, pracującego w dowolnej sieci Ethernet, co pozwala na używanie tych samych adresów zarówno w ramach jednej sieci, jak i w przypadku istnienia połączeń pomiędzy różnymi sieciami.



Rysunek 4. Topologia przykładowej sieci Ethernet.

2.4. MAGISTRALA VME

Magistrala VME została wprowadzona przez firmę Motorola w porozumieniu z firmami Mostek i Signetics / Philips w 1981 r. Celem było stworzenie standardu magistrali dla mikroprocesorów 16-bitowych i przewidywanych w niedalekiej przyszłości procesorów 32-bitowych, w szczególności należących do rodziny MC 68K. Obecnie ten typ magistrali jest popularny wśród producentów komputerów, stosujących mikroprocesory firmy Motorola.

W pełnej konfiguracji magistrala VME obejmuje dwie 96-końcówkowe łączówki typu Eurocard. Jest to magistrala niemultipleksowana, asynchroniczna, z 32 liniami danych i 32 liniami adresowymi. W okrojonej wersji, ograniczającej się do pojedynczej łączówki, liczba linii adresowych została zredukowana do 24, a linii danych - do 16. Wystarcza to do podłączenia mikroprocesorów 68000 i 68010.

VME umożliwia konstruowanie systemów wieloprocessorowych, w których do 4 procesorów może ze sobą konkurować na równych prawach o dostęp do magistrali. Istnieje możliwość dołączenia dalszych procesorów, ale wówczas ich priorytety są zróżnicowane, zależnie od ich fizycznego położenia.

Ciekawą cechą VME jest wydzielenie niezależnej magistrali szeregowej, którą można przesyłać krótkie komunikaty kontrolne pomiędzy poszczególnymi modułami. Pozwala to na efektywniejsze wykorzystanie głównej magistrali równoległej.

3. WYBRANE STACJE ROBOCZE

Liczba stacji roboczych produkowanych przez różne firmy jest już tak duża, że nie sposób, nawet w skrótovej formie, wszystkie je tu przedstawić. Zamiast więc próbować ogarnąć całość rynku stacji roboczych, zdecydowaliśmy się na zaprezentowanie kilku najpopularniejszych modeli: rodzin Sun-3, HP-9000, DOMAIN i odrębnych systemów Mac SE/30, Acorn-R140, Sun-386 i NeXT. Uzasadnienie tego wyboru jest w każdym przypadku nieco inne. Rodzina Sun-3 zasługuje na uwagę ze względu na typowość zastosowanych w niej rozwiązań. Stacje tej rodziny opierają się na omówionej w poprzednim rozdziale tetradzie: procesor 68020, system operacyjny Unix, standard sieci Ethernet i magistrala VME. Rodzina DOMAIN, jako kontynuacja pionierskiej linii stacji roboczych firmy Apollo, wzbudza zainteresowanie między innymi ze względów historycznych. Seria HP-9000 jest interesująca dla polskiego środowiska informatycznego z powodu obecności na naszym rynku jej producenta - firmy Hewlett-Packard. Stacja Mac SE/30 zyskała dużą popularność, wyróżniając się doskonałością technik graficznej komunikacji z użytkownikami. Sun-386 jest ciekawą próbą zastosowania procesora Intel 80386 przez producenta związanego dotąd z procesorami firmy Motorola. Acorn-R140, chociaż ustępuje popularnością pozostałym wymienionym tu komputerom, zwraca uwagę rekordowo niską ceną. Wreszcie komputer NeXT zasługuje na uwagę jako próba zastosowania najnowszych technologii przy zachowaniu bardzo niskiej ceny.

Wydaje się, że do wyrobienia sobie poglądu na to, czym są stacje robocze wystarczy obszernie omówienie jednej rodziny stacji. Wybór padł na rodzinę Sun-3, ze względu na wspomnianą już typowość przyjętych w niej rozwiązań, ale także dlatego, że uwidacznia się w niej tendencja do różnicowania poszczególnych modeli wchodzących w skład rodziny. Różnicowanie to pozwala kształtować konfigurację

systemu komputerowego stosownie do potrzeb użytkowników i roli, jaką ten system ma odegrać w sieci.

Inne modele zostaną przedstawione w sposób bardziej skrótowy. Dzięki temu możliwe będzie zorientowanie się w różnorodności dostępnych na rynku modeli, bez nadmiernego koncentrowania się na szczegółach.

3.1. RODZINA KOMPUTERÓW SUN-3

Rodzina Sun-3 jest produktem firmy Sun Microsystems, należącej do czołówki producentów stacji roboczych. Jest ona przedłużeniem wcześniejszej serii Sun-2, charakteryzującej się podobną architekturą, ale opartej na mikroprocesorze 68010. Zakres jej zastosowań obejmuje wszystkie typowe dziedziny, w których używa się stacji roboczych, a oferta oprogramowania użytkowego dla tych komputerów jest bardzo szeroka.

Komputery rodziny Sun-3 charakteryzują się otwartą architekturą, opartą na standardach przemysłowych, dzięki czemu łatwo przystosować je do współpracy z urządzeniami różnych typów, w tym także z innymi systemami komputerowymi. Służy temu również bogaty zestaw oprogramowania, obsługującego pracę w sieci i zapewniającego współpracę z innymi systemami.

Jak już wcześniej wspomniano, centralnym elementem konstrukcyjnym komputerów rodziny Sun-3 jest 32-bitowy mikroprocesor 68020 firmy Motorola. Jest on wspomagany przez zestaw urządzeń, wyręczających go w niektórych działaniach lub przyspieszających ich wykonanie. Dobór tych urządzeń, a należą do nich koprocessor zmiennoprzecinkowy, akcelerator operacji zmiennoprzecinkowych, procesor transformacji graficznych, jest zależny od modelu i jego przeznaczenia.

Wszystkie komputery rodziny Sun-3 dysponują pamięcią wirtualną o przestrzeni adresowej do 256 Mbajtów na każdy proces. Do zarządzania pamięcią wykorzystywany jest nie standardowy układ scalony 68851 firmy Motorola, lecz moduł opracowany i opatentowany przez firmę Sun.

Głównym urządzeniem wyjściowym jest monitor rastrowy o przekątnej ekranu 19 cali i rozdzielczości 1152 na 900 punktów (zagęszczenie wynosi 81 punktów na cal). Zależnie od modelu, może to być monitor monochromatyczny, czarno - biały ze zmienną jaskrawością punktów obrazu lub kolorowy. Dla modelu 3/260HM przewidziano monitor monochromatyczny o podwyższonej rozdzielczości, wynoszącej 1600 na 1280 punktów (zagęszczenie 115 punktów na cal). Monitor ma bezpośrednie szybkie połączenie z pamięcią buforową ekranu. Podstawowymi urządzeniami wejściowymi są klawiatura i mysz.

Wszystkie modele rodziny Sun-3, z wyjątkiem modelu 3/50, wyposażone są w 32-bitową szynę VME. Wszystkie mają też komutatory, umożliwiające łączenie ich w sieć Ethernet.

Systemem operacyjnym, używanym na stacjach Sun-3 jest wzbogacona wersja Unixa 4.2 BSD, opracowanego na Uniwersytecie Kalifornijskim w Berkeley. W skład oprogramowania podstawowego wchodzi także kompilatory języków C, Pascal, FORTRAN 77 i Assembler. Wraz z Unixem producent dostarcza także zestaw narzędzi programowych do przetwarzania tekstów, przygotowywania dokumentów i opracowywania programów, jak również pakiet obsługi plików w sieci NFS (network file system), sieciowy protokół dyskowy i oprogramowanie systemu okien, obejmujące biblioteki standardowych procedur graficznych.

Komputery serii Sun-3 mogą pełnić różne role w sieci, lub mogą pracować jako jednostki samodzielne. Należy wyróżnić trzy typowe konfiguracje:

- samodzielna stacja robocza, wyposażona we własną pamięć dyskową, pracująca niezależnie lub jako część sieci,
- stacja robocza bez dysku, korzystająca z pamięci dyskowej innych komputerów, współpracujących z nią w sieci,
- komputer serwisowy, obsługujący wiele terminali i stacji roboczych, podłączonych do wspólnej sieci; odpowiednio skonfigurowany komputer serwisowy może obsługiwać od 1 do 20 bezdyskowych klientów.

Niektóre modele były projektowane do z góry określonych ról, np. modele 3/50 i 3/52 - jako biurkowe stacje robocze, samodzielne albo działające w sieci, a modele 3/180S i 3/280S jako komputery serwisowe. Jednak generalnie, rodzina Sun-3 wykazuje dużą elastyczność, pozwalającą użytkownikowi kształtować różne konfiguracje, zależnie od indywidualnych potrzeb. Np. model 3/160 może pracować jako samodzielna stacja robocza i jednocześnie obsługiwać pewną liczbę terminali oraz udostępniać swe zasoby innym stacjom, współdziałającym z nim poprzez sieć.

Na rodzinę Sun-3 składają się trzy serie komputerów:

Seria Sun-3/50

Składa się ona ze stacji Sun-3/50 i Sun-3/52. Standardowo mają one 4 Mbajty pamięci operacyjnej, wbudowany komutator sieci Ethernet i łącze SCSI. Stacje należące do tej serii pracują przy częstotliwości zegara 15 MHz, z czasem cyklu pamięci 267 ns, co zapewnia sprawność rzędu 1.5 MIPS (1.5 miliona rozkazów na sekundę). Opcjonalnie modele tej serii mogą zostać wyposażone w koprocesor zmiennoprzecinkowy 68881. Są to typowe biurkowe stacje robocze, przeznaczone do obsługi pojedynczego użytkownika, z którym komunikują się za pośrednictwem monitora

monochromatycznego.

Modele 3/50, 3/52, jak również model 3/75 należący do serii Sun-3/100, mogą współpracować poprzez łącze SCSI z jedną lub dwiema stacjami dysków o pojemności 71 Mbajtów (po sformatowaniu). Firma Sun dostarcza takie stacje w zestawie z 60-megabajtowa pamięcią kasetową lub bez niej.

Seria Sun-3/100

W jej skład wchodzi modele Sun-3/75, Sun-3/160 i Sun-3/180. Standardowo mają one 2 Mbajty pamięci operacyjnej, rozszerzalnej do 8 Mbajtów w stacji Sun-3/75 i do 16 Mbajtów w modelach Sun-3/160 i Sun-3/180. Częstotliwość zegara wynosi dla tej serii 16.67 MHz, a czas cyklu pamięci - 270 ns, dzięki czemu uzyskuje się sprawność 2 MIPS. Wszystkie modele tej serii są wyposażone w koprocessor zmiennoprzecinkowy 68881.

Model 3/75 jest komputerem biurkowym, z założenia przeznaczonym do pracy w sieci. Opcjonalnie można do niego dołączyć pamięć masową. W porównaniu z modelami 3/50 i 3/52 zawiera on dodatkowe łącze magistrali, które może być użyte do rozszerzenia pamięci operacyjnej lub powiększenia konfiguracji o dodatkową kartę zachowującą standard VME.

Model 3/160 to komputer szafkowy, wolno stojący, montowany na 12-szczelinowych ramach. Opcjonalnie może on zostać wyposażony w akcelerator operacji zmiennoprzecinkowych i kartę multipleksera, pozwalającą na obsługę do 16 terminali. Dostępny jest w czterech wersjach, przystosowanych do pełnienia różnych ról. Wersje 3/160M, 3/160C i 3/160G różnią się rodzajem zastosowanego monitora. Model 3/160M współpracuje z monitorem monochromatycznym, 3/160C - z monitorem kolorowym, a 3/160G - z monitorem czarno-białym o 256

poziomach szarości. Wersja 3/160C daje paletę ponad 16 milionów kolorów, z których 256 może być wyświetlanych jednocześnie, z uwzględnieniem ośmiu poziomów jaskrawości. Wersja ta może pracować z opcjonalnym procesorem graficznym i buforem graficznym. Oprócz wymienionych trzech wersji, model 3/160 występuje w wersji 3/160S, przewidzianej jako komputer serwisowy dla użytkowników działających w sieci. Do podobnych zadań przeznaczony jest model 3/180S, montowany w szafkach z wydajniejszym chłodzeniem i zasilaniem, co ułatwia rozbudowę konfiguracji bez ograniczeń stawianych przez model 160S. Np. liczbę terminali obsługiwanych asynchronicznie można w nim zwiększyć do 48.

Modele 3/160 i 3/180 pozwalają na dołączenie poprzez sterownik SMD do 4 dysków o pojemności 130 lub 380 Mbajtów, co w maksymalnej konfiguracji zapewnia około 1.5 Gbajta pamięci. Oprócz tego, można podłączyć jedną lub dwie stacje 60-megabajtowej pamięci kasetowej typu streamer.

Seria Sun-3/200

Składają się na nią modele Sun-3/260 i Sun-3/280. Są one odpowiednikami modeli 3/160 i 3/180 serii Sun-3/100, lecz w porównaniu z nimi charakteryzują się bogatszą architekturą i zwiększoną mocą obliczeniową. Procesor centralny pracuje w nich z częstotliwością zegara 25 MHz, a zmiennoprzecinkowy koprocesor 68881 - należący do podstawowego wyposażenia - z częstotliwością 20 MHz. Procesor centralny wspomagany jest przez szybką pamięć notatnikową o pojemności 64 Kbajtów, która pozwala prawie do zera zredukować przestoje procesora. Wysokie częstotliwości zegara i pamięć notatnikowa gwarantują w rezultacie sprawność 4 MIPS.

Modele serii Sun-3/200 montowane są w 12-szczelinowych szafkach, pozwalających na łatwą rozbudowę konfiguracji poprzez dodawanie

nowych kart. Podstawowa konfiguracja obejmuje pamięć operacyjną o pojemności 8 Mbajtów, rozszerzalną w razie potrzeby do 16, 24 lub 32 Mbajtów.

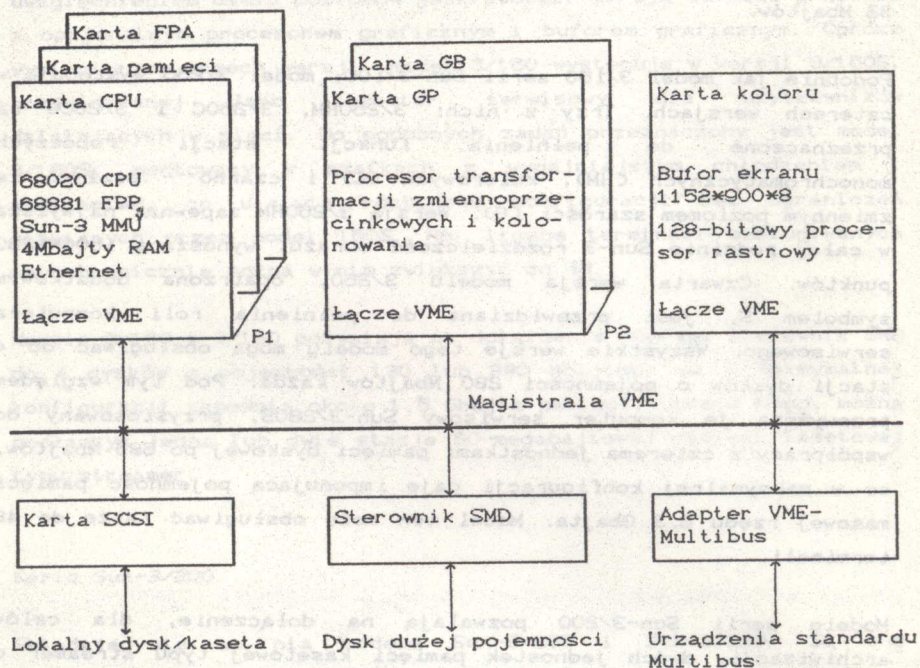
Podobnie jak model 3/160 serii Sun-3/100, model 3/260 występuje w czterech wersjach. Trzy z nich: 3/260HM, 3/260C i 3/260G są przeznaczone do pełnienia funkcji stacji roboczych monochromatycznych (HM), kolorowych (C) i czarno - białych ze zmiennym poziomem szarości (G). Wersja 3/260HM zapewnia najwyższą w całej rodzinie Sun-3 rozdzielczość obrazu, wynoszącą 1600*1280 punktów. Czwarta wersja modelu 3/260, opatrzona dodatkowym symbolem S, jest przewidziana do pełnienia roli komputera serwisowego. Wszystkie wersje tego modelu mogą obsługiwać do 4 stacji dysków o pojemności 280 Mbajtów każda. Pod tym względem przewyższa je komputer serwisowy Sun-3/280S, przystosowany do współpracy z czterema jednostkami pamięci dyskowej po 585 Mbajtów, co w maksymalnej konfiguracji daje imponującą pojemność pamięci masowej rzędu 2.3 Gbajta. Model ten może obsługiwać także do 48 terminali.

Modele serii Sun-3/200 pozwalają na dołączenie, dla celów archiwizacji, dwóch jednostek pamięci kasetowej typu streamer o pojemności 60 Mbajtów.

3.1.1. ARCHITEKTURA SPRZĘTU RODZINY SUN-3

Jak już wcześniej wspomniano, komputery rodziny Sun-3 charakteryzują się otwartą architekturą, której podstawę tworzy szyna VME. Poszczególne modele konstruowane są poprzez odpowiedni dobór kart i urządzeń zewnętrznych, wybranych ze standardowego zestawu. Jako przykład zostanie omówiona konfiguracja stacji grafiki kolorowej Sun-3/160C, zawierająca większość kart używanych

w ramach serii Sun-3/100. Schemat blokowy tego komputera przedstawiono na rysunku 5.



Rysunek 5. Architektura systemu Sun-3/160C.

Konfiguracja ta składa się z:

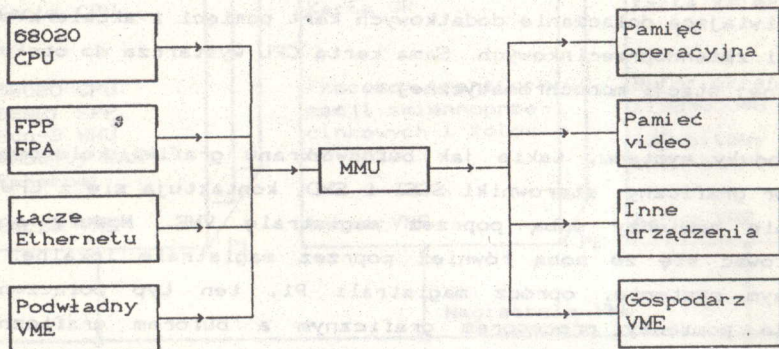
- karty procesora centralnego CPU (central processing unit),
- dodatkowej karty pamięci,
- akceleratora operacji zmiennoprzecinkowych FPA (floating point accelerator),
- procesora graficznego GP (graphics processor),
- bufora graficznego GB (graphics buffer),
- karty koloru,
- lokalnej pamięci masowej.

Karta CPU zawiera podstawowe elementy stacji: procesor centralny CPU, koprocesor zmiennoprzecinkowy FPP, moduł zarządzania pamięcią MMU, pamięć operacyjną, łącze sieciowe i standardowe wejście/wyjście. Karta ta ma własną lokalną magistralę P1, zapewniającą szybkie połączenia pomiędzy poszczególnymi elementami i umożliwiającą dołączanie dodatkowych kart pamięci i akceleratora operacji zmiennoprzecinkowych. Sama karta CPU wystarcza do obsługi kompletnej stacji monochromatycznej.

Inne moduły systemu, takie jak bufor ekranu grafiki kolorowej, procesor graficzny, sterowniki SCSI i SMD, kontaktują się z CPU i wzajemnie pomiędzy sobą poprzez magistralę VME. Moduły mogą komunikować się ze sobą również poprzez magistrale lokalne. W omawianym systemie, oprócz magistrali P1, ten typ połączenia istnieje pomiędzy procesorem graficznym a buforem graficznym (magistrala lokalna P2). Wielomagistralowa architektura stacji Sun-3 pozwala na równoległe przesyłanie danych przez magistrale lokalne i magistralę główną, co znacznie poprawia efektywność systemu.

Na rysunku 6 została przedstawiona architektura karty CPU, wraz z kartami dodatkowymi, komunikującymi się przez magistralę lokalną. Centralnym elementem tej architektury jest moduł zarządzania pamięcią MMU, tłumaczący wszystkie adresy używane w systemie. Procesor centralny przesyła adres wirtualny do MMU, który przekształca go w adres fizyczny, pozwalający na dostęp do pamięci operacyjnej, pamięci video, wejścia/wyjścia lub układów gospodarza magistrali. Wszystkie adresy w systemie, przechodzące przez MMU, są tłumaczone i chronione w identyczny sposób. Stosowane jest dwupoziomowe tłumaczenie adresu, z użyciem adresu segmentu i strony. Możliwe jest równoległe odwzorowywanie adresów ośmiu procesów, z których każdy ma przestrzeń adresów wirtualnych do 256 Mbajtów.

Poza urządzeniami zaznaczonymi na rysunku 6, karta CPU zawiera dodatkowe zespoły: EPROM, EEPROM, zegar czasu astronomicznego, sterownik przerw, szeregowo wejście/wyjście, wejście klawiatury i myszy oraz szereg rejestrów sterowania.



Rysunek 6. Architektura karty CPU.

3.1.2. ZESPÓŁ PROCESORA CENTRALNEGO

W skład zespołu procesora centralnego wchodzi, oprócz samego procesora 68020:

- procesor zmiennoprzecinkowy 68881 (FPP),
- akcelerator operacji zmiennoprzecinkowych (FPA),
- IDPROM,
- zespół rejestrów sterowania.

Koprocesor zmiennoprzecinkowy 68881, wykonuje działania zgodnie ze standardem IEEE 754. Zawiera on osiem 80-bitowych rejestrów zmiennoprzecinkowych, trzy 32-bitowe rejestry sterowania i łącze umożliwiające współpracę z procesorem centralnym oraz pozwalające zrównoleglić pracę obydwu procesorów.

Akcelerator operacji zmiennoprzecinkowych (FPA) zwiększa około czterokrotnie szybkość wykonywania działań zmiennoprzecinkowych w porównaniu z konfiguracją wyposażoną tylko w koprocesor zmiennoprzecinkowy. Karta akceleratora zawiera 32 zestawy po 32 rejestry zmiennoprzecinkowe i jest bezpośrednio połączona z magistralą lokalną CPU. Operacje CPU i FPA są zrównoleglone. FPA wykonuje działania pojedynczej i podwójnej precyzji według standardu IEEE 754. Zapewnia sprzętową realizację podstawowych funkcji arytmetycznych i elementarnych funkcji zespolonych. Dalsze zwiększenie efektywności osiąga się dzięki dwustopniowemu potokowi działań. Binarne programy aplikacyjne mogą być przenoszone pomiędzy maszynami posiadającymi i nie posiadającymi FPA, jednak osiągnięcie maksymalnej efektywności wymaga ich rekompilacji.

Każda stacja Sun-3 posiada pojedynczy, odczytywalny programowo IDPROM - 32-bajtowy, niemodyfikowalny PROM bipolarny. Przechowuje on indywidualne dane dotyczące maszyny: typ, numer seryjny, adres Ethernetu i datę produkcji.

Zespół CPU obejmuje także grupę rejestrów sterowania, używanych do obsługi sytuacji wyjątkowych, ogólnego sterowania i inicjowania systemu. Rejestry te są dostępne bezpośrednio z CPU, bez odwoływania się do MMU.

3.1.3 ARCHITEKTURA PAMIĘCI WIRTUALNEJ

Pamięć wirtualna komputerów Sun-3 umożliwia adresowanie do 256 Mbajtów pamięci dla pojedynczego procesu. Podstawę działania pamięci stwarza moduł zarządzania pamięcią MMU, opatentowany przez firmę Sun. MMU przechowuje jednocześnie 8 niezależnych kontekstów tłumaczenia adresu, pomiędzy którymi CPU może przełączać się przy pomocy pojedynczego rozkazu, bez konieczności przeładowywania

dużych tablic.

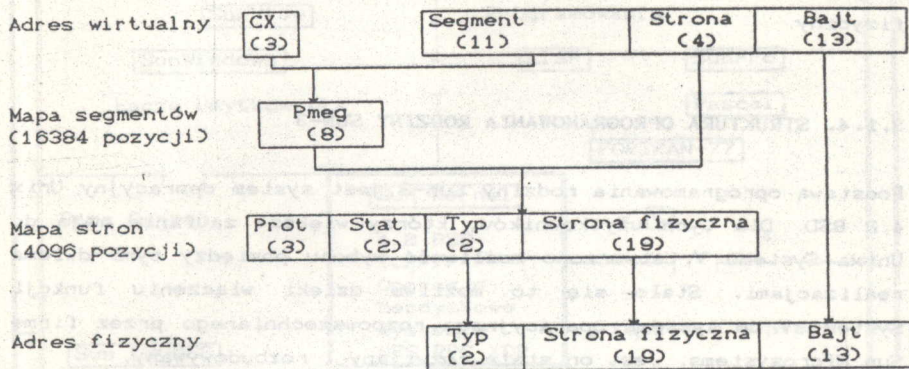
Urządzenia wejścia/wyjścia, takie jak łącze sieci czy łącze dysku, a także koprocesory, używają adresów wirtualnych w komunikacji z pamięcią operacyjną. Ich odwołania do pamięci są tłumaczone i sprawdzane w identyczny sposób jak odwołania procesora centralnego.

Mechanizmy pamięci wirtualnej są w komputerach Sun-3 stosowane także w odniesieniu do urządzeń wejścia / wyjścia. Urządzenia te są traktowane jako obiekty wirtualne, które mogą być odwzorowywane w przestrzeni adresowej użytkownika. Pozwala to na stosowanie w odniesieniu do nich tych samych mechanizmów ochrony, co dla obszarów pamięci, bez dodatkowego obciążania jądra systemu operacyjnego. Operacje tłumaczenia adresu wirtualnego są zrównoleglone z operacjami dostępu do pamięci operacyjnej.

MMU składa się z rejestru kontekstu CX, mapy segmentów i mapy stron. Adres wirtualny podawany przez procesor lub inne urządzenie jest tłumaczony przy pomocy mapy segmentów na adres pośredni, który z kolei jest zamieniany, przy użyciu mapy stron, na adres fizyczny. Strony mają rozmiar 8 K bajtów, a segmenty - 128 K bajtów. Rysunek 7 przedstawia schemat modułu zarządzania pamięcią.

Wybór kontekstu, tzn. procesu, dla którego obliczany jest adres, zależy od 3-bitowego rejestru kontekstu CX. Na podstawie zawartości tego rejestru oraz 11 najbardziej znaczących bitów adresu wirtualnego jest identyfikowany jeden z 16384 segmentów pamięci wirtualnej. Dla każdego segmentu wirtualnego odpowiednia 8-bitowa pozycja mapy segmentów wskazuje na 16-elementową grupę pozycji w mapie stron PMEG (*page map entry group*). Dokładny wybór pozycji w grupie odbywa się na podstawie dalszych 4 bitów adresu wirtualnego. W sumie mapa stron składa się z 4096 pozycji, z których każda wskazuje 8-kilobajtową stronę. Każda pozycja mapy

stron zawiera pole ochrony, pole typu, pole statystyk i numer strony.



Rysunek 7. Moduł zarządzania pamięcią komputerów rodziny Sun-3.

Pole ochrony składa się z 3 bitów: bitu ważności, bitu zapisu i bitu programu nadzorczego. Bit ważności informuje, czy pozycja w mapie stron jest prawidłowa i, jeśli tak jest, umożliwia odczyt zawartości strony. Bit zapisu decyduje o możliwości dokonywania zmian w obrębie strony. Bit programu nadzorczego wskazuje, czy dostęp do strony jest zastrzeżony dla programu nadzorczego systemu operacyjnego.

Pole typu strony wyróżnia jedną z czterech fizycznych przestrzeni adresowych: pamięć operacyjną, urządzenia wejścia/wyjścia, 16-bitową magistralę VME lub 32-bitową magistralę VME.

Pole statystyk informuje o tym, jakiego rodzaju operacje były wykonywane na zawartości strony. Pierwszy bit pola statystyk jest ustawiany w momencie, kiedy żąda się dostępu do strony, a drugi bit - w momencie uaktualniania zawartości strony. Wartości bitów statystyk są ustalane sprzętowo.

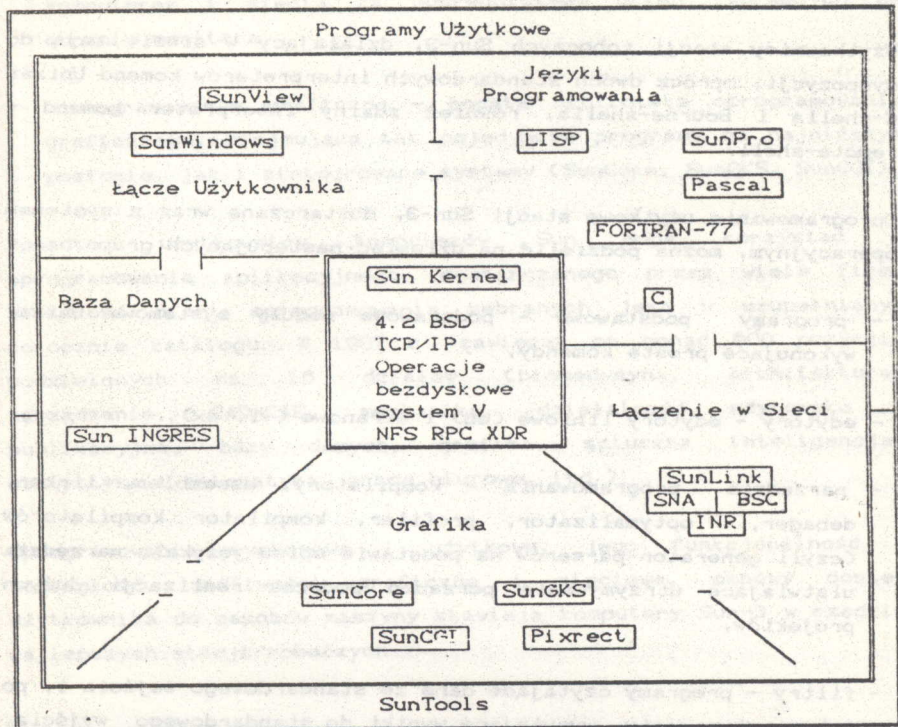
Fizyczny adres strony, łącznie z numerem bajtu pobranym bezpośrednio z adresu wirtualnego, tworzy ostateczny adres fizyczny.

3.1.4. STRUKTURA OPROGRAMOWANIA RODZINY SUN-3

Podstawą oprogramowania rodziny Sun-3 jest system operacyjny Unix 4.2 BSD. Dla tych użytkowników, którzy większe zaufanie mają do Unixa Systemu V, stworzono możliwość wyboru pomiędzy tymi dwiema realizacjami. Stało się to możliwe dzięki włączeniu funkcji Systemu V do systemu operacyjnego rozpowszechnianego przez firmę Sun Microsystems. Jest on stale rozwijany i rozbudowywany.

Sunowska wersja Unixa jest dostarczana z zestawem następujących języków: FORTRAN-77, Pascal, C i Assembler, a ponadto, za dodatkową opłatą, Common LISP. Podstawę środowiska programowego, ułatwiającego przygotowywanie i testowanie programów, stanowi pakiet SunPro. Współpracuje on z systemem okien SunView. Systemy zarządzania bazami danych reprezentuje firmowa realizacja systemu INGRES, opartego na modelu relacyjnym. Podobnie jak SunPro, INGRES współpracuje z SunView, co gwarantuje prostą, oknową komunikację użytkowników z bazami danych. SunLink umożliwia łączenie stacji roboczych w sieci homogeniczne (tzn. łączenie komputerów tego samego typu), jak i heterogeniczne (np. łączenie z komputerami IBM). Bogate oprogramowanie graficzne zawiera trzy pakiety: SunCore, SunCGI i SunGKS, które realizują popularne standardy graficzne.

Schemat architektury oprogramowania rodziny Sun-3 przedstawia rysunek 8.



Rysunek 8. Architektura oprogramowania stacji Sun-3.

Objasnienia:

- NFS (Network File System) - sieciowy system plików
- TCP, IP - protokoły komunikacyjne:
 - TCP - strumieniowy,
 - IP - pakietowy,
- RPC (Remote Procedure Call) - system zdalnego wywoływania programów w sieciach
- XDR (External Data Representation) - zewnętrzny obraz danych
- Pixrect (Pixel Rectangle) - biblioteka procedur graficznych niskiego poziomu

Użytkownicy stacji roboczych Sun-3, działający w sieci, mają do dyspozycji, oprócz dwóch standardowych interpreterów komend Unixa: C-shell'a i Bourne-shell'a, również zdalny interpreter komend - remote-shell.

Oprogramowanie użytkowe stacji Sun-3, dostarczane wraz z systemem operacyjnym, można podzielić na dziewięć następujących grup:

- programy podstawowe - podstawowe moduły systemowe Unixa, wykonujące proste komendy,
- edytory - edytory liniowe (ed) i ekranowe (vi, ex),
- narzędzia programowania - kompilatory, assembler, linker, debager, optymalizator, profiler, kompilator kompilatorów (czyli generator parserów na podstawie opisu języka), narzędzia ułatwiające utrzymywanie porządku podczas realizacji dużych projektów,
- filtry - programy czytające dane ze standardowego wejścia i, po ich przetworzeniu, wysyłające wyniki do standardowego wyjścia,
- formatery - narzędzia do formatowania wydruków dokumentów, artykułów i książek (nroff i troff),
- programy komunikacyjne - narzędzia umożliwiające wysyłanie i odbieranie elektronicznej poczty w sieci lokalnej, a także komunikację z innymi sieciami (ARPANET, CSNET) i komputerami dołączonymi do sieci użytkowników Unixa (USENET),
- oprogramowanie baz danych - system zarządzania relacyjną bazą danych INGRES,
- system okien - pakiet umożliwiający współpracę użytkownika z

komputerem i siecią za pośrednictwem okien tworzonych na ekranie monitora,

- oprogramowanie graficzne - bogata biblioteka oprogramowania graficznego, obejmująca tak pojedyncze programy na najniższym poziomie, jak i zintegrowane systemy (SunCore, SunGKS, SunCGI).

Ponadto, użytkownicy komputerów Sun mogą korzystać z oprogramowania aplikacyjnego, dostarczanego przez wiele firm. Większość ofert oprogramowania zebranych jest w uzupełnianym corocznie katalogu. W 1987 r. zawierał on ponad 600 pozycji, podzielonych na 16 dziedzin (biomedycyna, architektura, zarządzanie, CAD/CAE, mechanika, działalność edytorsko - publikacyjna, bazy danych, grafika, sztuczna inteligencja, statystyka i matematyka, prace biurowe, itd.).

Oprogramowanie systemowe i użytkowe, jego funkcjonalność i rozległość, możliwości graficzne i sieciowe, oknowy dostęp użytkownika do zasobów maszyny stawiają komputery Sun-3 w rzędzie najlepszych stacji roboczych.

3.1.5. ŚRODOWISKO PROGRAMISTY

Środowisko programisty stacji roboczych Sun skonstruowane jest zgodnie z najlepszymi tradycjami systemu Unix. Zapewnia ono łatwe dołączanie nowych programów, szybkie budowanie oprogramowania i łatwość korzystania ze wszystkich dostępnych narzędzi programowych. W skład tego środowiska wchodzi standardowo kompilatory następujących języków: C, FORTRAN-77, Pascal (za dodatkową opłatą - Common LISP), a także optymalizatory, debugery i biblioteki procedur. Ponadto, na rynku kompilatorów dostępne są: PROLOG, Smalltalk, Ada, APL, BASIC, COBOL i inne.

Kompilatory C, FORTRANu-77 i Pascala produkują uniwersalny kód wynikowy i uniwersalną tablicę symboli. Dzięki temu programy, napisane w jednym z tych języków, mogą wywoływać procedury (własne użytkownika lub biblioteczne) napisane w innym języku. Pozwala to także na korzystanie ze wspólnego debagera. Rolę takiego uniwersalnego debagera dla komputerów Sun spełnia Dbxtool - symboliczny debager z dostępem oknowym i myszą. Ułatwia on szybkie uruchamianie programów w cyklu edycja / kompilacja / testowanie.

Ważnym elementem środowiska programisty jest pakiet SunPro. Dostarcza on narzędzi do pełnej obsługi dużych projektów. Narzędzia te ułatwiają testowanie programów źródłowych i utrzymywanie porządku podczas realizacji projektu, a także zapewniają prawidłową łączność pomiędzy poszczególnymi elementami projektu. Jest to szczególnie pomocne w pracy zespołów wieloosobowych.

Dużą pomocą dla programistów opracowujących programy użytkowe jest dostępność różnorodnych narzędzi graficznych. Pozwalają one w pełni wykorzystywać możliwości graficzne komputera, co ma znaczenie nie tylko w zastosowaniach z zakresu grafiki komputerowej, lecz także wzbogaca zestaw środków służących do komunikowania się programów różnych rodzajów z użytkownikami.

3.1.6. ŚRODOWISKO UŻYTKOWNIKA

W celu ułatwienia współpracy użytkowników ze stacjami roboczymi Sun-3, producent dostarcza wraz z systemem operacyjnym pakiet SunView (Sun Visual/Integrated Environment for Workstations). Składa się on z dwóch części:

- łączy z użytkownikiem w postaci pakietu graficznego

SunTools; jest to system oknowy, w którym jednocześnie może być otwarty wiele niezależnych od siebie okien, a każde z nich może być przypisane oddzielnemu procesowi,

- łączy programowego, składającego się z biblioteki podprogramów SunGuide (Sun General User Interface Design Environment), służącej do budowy oknowych systemów współpracy z komputerem.

Użytkownik komunikuje się z pakietem SunTools przy pomocy monitora i myszy. Dzięki systemowi okien może on łatwo uruchamiać i obserwować jednocześnie wiele współbieżnych procesów. Okna zajmują różne obszary ekranu i mogą na siebie zachodzić. Manewrując myszą można je przesuwać po ekranie, zmieniać ich wymiary i wreszcie można tworzyć nowe okna i likwidować lub zamykać już istniejące. Po likwidacji okno wraz ze swoim procesem przestaje istnieć, a po zamknięciu proces zostaje zawieszony, a okno zamieniane jest w mały emblemat, symbolizujący rodzaj zamkniętego okna. Okno zamknięte może być w dowolnym momencie ponownie otwarte. Oznacza to, że proces związany z tym oknem, który w momencie zamknięcia okna przeszedł w stan zawieszenia, zostaje reaktywowany.

SunView zawiera następujące standardowe okna:

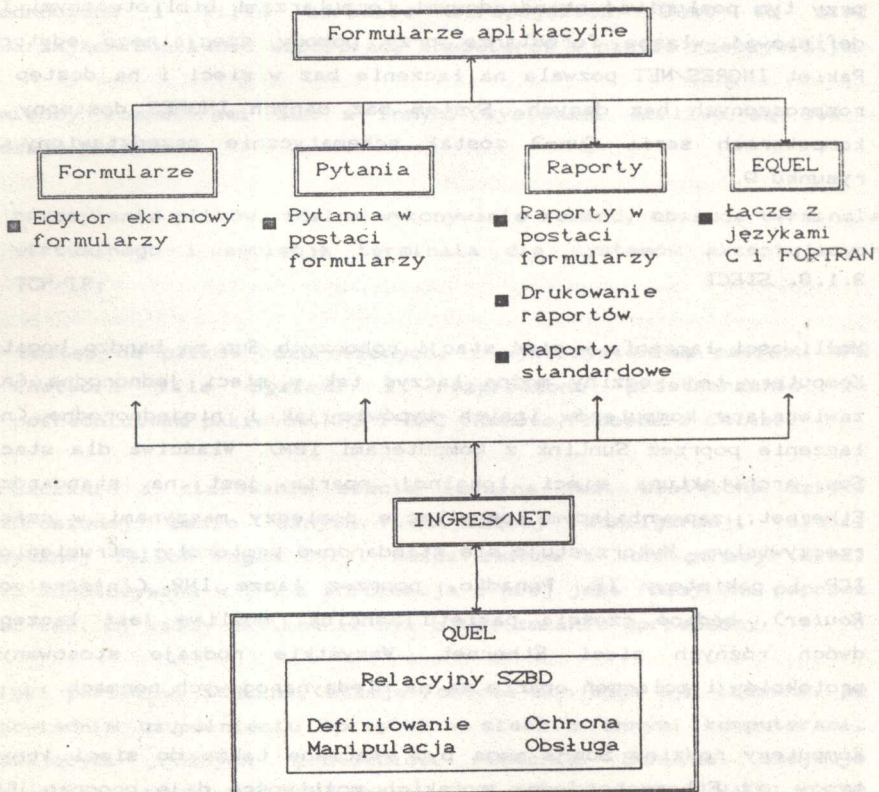
- MailTool - okno związane z programem obsługującym przesyłki pocztowe w obrębie sieci komputerowej,
- ShellTool - okno dostępu do standardowego interpretera komend systemu Unix,
- CommandTool - okno pozwalające na wydawanie komend systemu operacyjnego,
- TextEditor - okno edytora tekstowego współpracującego z myszą,

- DefaultEditor - okno edytora ustalającego parametry systemu operacyjnego,
- IconEditor - okno służące do rysowania i projektowania kursorów i emblematów,
- DbxTool - okno symbolicznego debagera,
- ClockTool - zegar i datownik,
- PerfMeter - okno służące do graficznej prezentacji wykorzystania zasobów komputera (zajętości pamięci, obsługi we/wy, obciążenia CPU, itp.),
- FontEdit - okno edytora do projektowania i tworzenia kroju czcionek,
- GraphicsTool - łącze graficzne,
- Setup - okno pozwalające sprawdzać i zmieniać parametry dostępnej konfiguracji,
- TtyTool - emulator terminala standardu ANSI.

SunView pozwala na definiowanie dodatkowych okien, zarządza nimi i kontroluje współpracę z użytkownikami. Każde okno może zawierać wiele podokien, z którymi mogą być związane aktywne procesy. Użytkownik może pobierać informacje z dowolnych podokien, korzystając z procesów uruchomionych w innych oknach lub podoknach. To samo może wykonać, korzystając z mechanizmu ładowania i rozładowywania bufora lub bezpośrednio poprzez komunikację między niezależnymi procesami.

3.1.7. BAZY DANYCH

Firma Sun zaadaptowała relacyjny system zarządzania bazą danych INGRES, tworząc w pełni zintegrowane z Unixem środowisko dla baz danych. Sun INGRES jest systemem relacyjnym z nieproceduralnym językiem zapytań QUEL. Programowe łącze pozwala na "zanurzenie" formuł języka QUEL w FORTRANie-77 i w C (EQUEL - Embedded QUEL).



Rysunek 9. Schemat systemu obsługi baz danych INGRES.

Dzięki łączu pomiędzy INGRESem a SunView istnieje możliwość interakcyjnej współpracy z bazą danych. Ponadto, użytkownik może zadawać pytania w trybie wsadowym. Dzięki wykorzystaniu systemu okien i narzędzi graficznych Sun INGRES pozwala formułować pytania do bazy danych w postaci formularzy. Formularze mogą być również wykorzystywane do wyprowadzania wyników wyszukiwania. Można się przy tym posługiwać standardowymi formularzami bibliotecznymi lub definiować własne formularze przy pomocy specjalnego edytora. Pakiet INGRES/NET pozwala na łączenie baz w sieci i na dostęp do rozproszonych baz danych. System baz danych INGRES dostępny na komputerach serii Sun-3 został schematycznie przedstawiony na rysunku 9.

3.1.8. SIECI

Możliwości łączenia w sieć stacji roboczych Sun są bardzo bogate. Komputery tej rodziny można łączyć tak w sieci jednorodnej (nie zawierającej komputerów innych typów), jak i niejednorodnej (np. łączenie poprzez SunLink z komputerami IBM). Właściwa dla stacji Sun architektura sieci lokalnej oparta jest na standardzie Ethernet, zapewniającym komunikację pomiędzy maszynami w czasie rzeczywistym. Wykorzystuje się standardowe protokoły: strumieniowy ICP i pakietowy IP. Ponadto, poprzez łącze INR (Internetwork Router), będące częścią pakietu SunLink, możliwe jest łączenie dwóch różnych sieci Ethernet. Wszystkie rodzaje stosowanych protokołów i połączeń oparte są na międzynarodowych normach.

Komputery rodziny Sun-3 mogą być włączane także do sieci innych typów niż Ethernet. Jedną z takich możliwości daje program UUCP (Unix to Unix Copy Program), który służy do przesyłania plików drogą telefoniczną pomiędzy różnymi komputerami, pracującymi pod kontrolą systemu operacyjnego Unix. Oczywiście sieć oparta na wykorzystaniu programu UUCP nie jest siecią czasu rzeczywistego,

niemniej ma ona duże znaczenie dla integracji środowiska użytkowników Unixa. Zakres tej sieci obejmuje praktycznie wszystkie instalacje systemu Unix. Nawiązanie kontaktu pomiędzy dwiema takimi instalacjami wymaga tylko modemu i telefonu.

Stacje robocze Sun-3 są również przygotowane do włączenia do sieci DARPANET (ARPANET / MILNET), obejmującej swym zasięgiem całe Stany Zjednoczone i kilka ośrodków europejskich. Jest to sieć stwarzająca możliwość współpracy komputerów w czasie rzeczywistym.

Pomiędzy komputerami Sun a innymi systemami możliwe są dwa rodzaje połączeń:

- przesyłanie plików, zdalne wykonywanie komend, obsługa terminala wirtualnego i emulacja terminala dla systemów akceptujących TCP/IP;
- dostęp do plików rozproszonych, z wykorzystaniem pakietu NFS (Network File System) i rozproszone przetwarzanie za pośrednictwem pakietów NFS i RPC (Remote Procedure Calls).

Zarządzanie i sterowanie siecią lokalną jest ułatwione dzięki rozproszonej bazie danych, dotyczącej konfiguracji sieci, nazywanej Yellow Pages (YP). Każda zmiana w konfiguracji sieci jest odnotowywana w YP, a informacja o niej jest rozsyłana poprzez sieć tak, by każdy użytkownik był o tej zmianie uprzedzony.

Dzięki pakietowi SunLink, stacje robocze Sun mogą być łączone, po odpowiednim uzupełnieniu sprzętu, w sieci z innymi komputerami, używającymi różnych protokołów. Obecnie SunLink obejmuje następujące protokoły: SNA 3270, BSC RJE 2780/3780 HASP i INR (Internetwork Router). Opracowywane są dalsze protokoły, m.in. X.25 i protokoły ISO, które mają zostać włączone w najbliższym czasie do rodziny produktów SunLink. SNA 3270 i BSC RJE zapewniają

możliwość współpracy z rodziną 360/370 i popularnymi komputerami osobistymi firmy IBM, a także z innymi mikrokomputerami i minikomputerami.

3.1.9. GRAFIKA

Rozwój sprzętu i oprogramowania w ostatnich latach spowodował wzrost zainteresowania grafiką, jej możliwościami i dostępnością dla szerokiego grona użytkowników. Środowisko graficzne maszyn rodziny Sun-3 obejmuje graficzne standardy (SunCGI, SunCore, SunGKS), rozwinięty system okien, sieciowy system plików i szybki sprzęt graficzny. Integracja tych elementów daje możliwość sprawnego używania grafiki i korzystania ze wszystkich zasobów systemu bez osłabiania jego sprawności. Wszystkie standardowe pakiety graficzne dostępne na stacjach rodziny Sun-3 współpracują z systemem okien i mogą korzystać z graficznego koprocesora. Możliwość definiowania wielu okien pozwala na jednoczesne działanie wielu programów użytkowych, korzystających z różnych standardów graficznych. Dzięki zastosowaniu myszy, joysticka i digitizera użytkownik może łatwo przełączać się pomiędzy procesami i w naturalny sposób wykonywać operacje graficzne, nie odwracając wzroku od ekranu.

Na najniższym poziomie oprogramowania graficznego znajduje się biblioteka Pixrect - podstawa oprogramowania graficznego rodziny Sun-3. Procedury Pixrect są dostępne poprzez język obiektowo zorientowany, w pełni wykorzystujący cechy monitorów graficznych. Podobnie jak w większości systemów graficznych, współrzędne punktów w definicjach obiektów, tworzonych przy pomocy Pixrect, przyjmują wartości całkowite. Dostępne operatory wykonują działania na wektorach, obszarach, tekstach, strukturach powierzchni (teksturach), pozwalając m.in. na kolorowanie obszarów ekranu.

Pixrect nie jest wzorowana na żadnym z istniejących standardów graficznych. W związku z tym, oprogramowanie korzystające z tej biblioteki trudno jest przenosić na inne komputery. Niemniej, jako biblioteka procedur niskiego poziomu, Pixrect zapewnia wysoka efektywność operacji graficznych. Mniej efektywne, ale za to spełniające warunki powszechnie przyjętych standardów, są podsystemy graficzne SunCore, SunCGI i SunGKS.

SunCore to system oparty na pierwszym amerykańskim standardzie graficznym - ACM Core. Zawiera on zbiór elementów podstawowych, służących do opisu obiektów dwuwymiarowych i trójwymiarowych we współrzędnych rzeczywistych, oraz funkcje służące do demonstrowania tych obiektów z różnej perspektywy i w różnym oświetleniu. Obiekty w SunCore podzielone są na segmenty (zbiory elementów podstawowych). Segmenty mogą być tworzone, usuwane, wybierane i wyróżniane. Współpraca z użytkownikiem odbywa się w sposób interakcyjny, z wykorzystaniem myszy. Zbiór elementów podstawowych zawiera wektory, wielokąty, punkty, teksty i szablony. Każdy z obiektów może mieć nadane atrybuty koloru i tekstury, i może być wyświetlony bez uwidocznienia powierzchni zasłoniętych. Obiekty mogą być pocienione w sposób płynny, co łagodzi wrażenie ostrych przejść pomiędzy ściankami.

SunCGI nawiązuje do standardu CGI (*Computer Graphics Interface*), który został przyjęty przez ANSI. SunCGI zawiera bogatą bibliotekę elementów podstawowych i struktur. Jest w pełni zintegrowany z systemem okien i może współpracować z programami napisanymi w języku C. W odróżnieniu od SunCore, pozwala na korzystanie z funkcji najniższego poziomu i dostęp do urządzeń graficznych. Nie pozwala natomiast na segmentację obiektów, co przyspiesza ich wyświetlanie, ale nie daje możliwości automatycznej regeneracji obrazu. Programy odwołujące się do SunCGI są zazwyczaj mniejsze niż analogiczne programy, sporządzone z wykorzystaniem SunCore.

SunGKS został zaprojektowany zgodnie z dwuwymiarowym standardem GKS (*Graphical Kernel System*). Wersja SunGKS zawiera pełny poziom 2D standardu GKS. Obecnie GKS jest najprecyzyjniej zdefiniowanym standardem graficznym, dzięki czemu oprogramowanie z niego korzystające jest praktycznie niezależne od sprzętu. Pod względem funkcjonalnym GKS przypomina Core. SunGKS zawiera opis plików transferowych GKSM, co znacznie rozszerza zasięg stosowania produktów graficznych wywodzących się z GKS.

3

Wszystkie wymienione systemy graficzne mogą być uruchamiane z wykorzystaniem podsystemu obsługi okien Sun Windows, w którym okna są traktowane jako wirtualne urządzenia zewnętrzne. Obiekty tworzone przy użyciu SunCore, SunCGI i SunGKS mogą być wyświetlane w oknach, a przy zmianie parametrów okien automatycznie dostosowują się one do tych zmian.

Dzięki szybkim procesorom bipolarnym i szybkim koprocessorom arytmetycznym możliwe stało się przetwarzanie potokowe grafiki. Firma Sun na życzenie dostarcza koprocessor graficzny, działający w trybie potokowego przetwarzania danych, oraz graficzny bufor. Urządzenia te przyspieszają operacje graficzne od 2 do 250 razy, zależnie od typu operacji. Koprocessor graficzny obsługuje grafikę oknową, pozwala na wieloprocessowość i zrównoleglenie operacji w wielu oknach. Bufor graficzny jest przydatny przy modelowaniu obiektów trójwymiarowych, w systemach CAD i przy kolorowaniu obiektów. Koprocessor graficzny umożliwia kreślenie 4000 dwuwymiarowych wielokątów na sekundę. Operacje na punktach są wykonywane około ośmiu razy szybciej, a na macierzach - przy kolorowaniu - trzy do czterech razy szybciej niż na stacjach bez koprocessora. Dzięki graficznemu koprocessorowi i buforowi stacje Sun-3 stały się jednymi z najtańszych komputerów, umożliwiającymi stosowanie grafiki trójwymiarowej w połączeniu z systemem okien.

Programowanie grafiki, tak jak każda inna działalność związana z programowaniem na stacjach roboczych Sun-3, może być prowadzone w lokalnej sieci komputerowej. Sieciowy system plików może być wykorzystany do konstruowania wielodostępnych graficznych baz danych, które eliminują konieczność wielokrotnego kopiowania graficznych plików danych (na ogół bardzo dużych). Wielu użytkowników może korzystać z tych samych plików, przez co wyeliminowany zostaje m.in. problem zgodności różnych kopii tego samego pliku. Drugą istotną zaletą pracy w sieci jest możliwość wykorzystywania komputera serwisowego do pracy z bazą danych, dzięki czemu stacja robocza jest mniej obciążona i może więcej czasu poświęcić pracy z obiektami graficznymi. Jest to możliwe dzięki procedurom RPC, uruchamianym w sieciowym systemie plików (NFS).

3.2. STACJA ROBOCZA SUN 386i

Stacja robocza Sun 386i jest, podobnie jak rodzina komputerów Sun-3, produktem firmy Sun Microsystems. Jednak, w przeciwieństwie do komputerów Sun-3, centralnym elementem tej stacji nie jest mikroprocesor 68020, ani żaden inny procesor serii 68K, lecz mikroprocesor Intel 80386. Jest to jedna z pierwszych prób, obok rodziny PS/2, udoskonalonej wersji komputerów AT i mikrokomputerów firmy Compaq, zastosowania tego procesora w seryjnie produkowanym komputerze. Dodajmy, że wiele przemawia za tym, iż jest to próba udana. Testy porównawcze stacji Sun 386i, modelu 80 rodziny PS/2 i komputerów Compaq skonstruowanych na bazie procesora 80386, obejmujące operacje macierzowe, sortowanie itp., wykazały zdecydowanie większą efektywność działania najnowszego produktu firmy Sun Microsystems. Można się domyślać, co jest przyczyną tego sukcesu. Paradoksalnie, wynika on prawdopodobnie z faktu, że model 386i jest pierwszym produktem tej firmy, w którym użyto mikroprocesora produkcji Intela. Dzięki temu projektanci zarówno

sprzętu, jak i oprogramowania mogli zastosować takie rozwiązania, które maksymalnie wykorzystują możliwości mikroprocesora 80386, nie zważając na zgodność z wcześniejszymi modelami procesorów Intela. Takiego komfortu nie mają producenci od lat związani z firmą Intel. Wystarczy przypomnieć, że większość oprogramowania działającego na komputerach AT, łącznie z systemem operacyjnym DOS, wykorzystuje zainstalowane w nich procesory 80286 i 80386 w takim zakresie, w jakim są one zgodne z procesorem 8088.

Jakkolwiek w stacji roboczej Sun 386i zastosowano odmienny typ procesora niż we wcześniejszych produktach firmy Sun, nie oznacza to całkowitego zerwania z tradycją rodzin Sun-2 i Sun-3. System operacyjny przygotowany dla tej stacji, noszący nazwę Sun OS, jest oparty, podobnie jak w przypadku rodziny Sun-3, na wersjach 4.2 / 4.3 BSD i System V.3 Unixa. Zawiera on także dobrze znany z wcześniejszych produktów firmy Sun system obsługi plików NFS (Network File System) i pakiet obsługi okien SunView. Zestaw ten jest wzbogacony o nowe narzędzia, takie jak np. edytor barw.

Oprócz systemu Sun OS, stacja Sun 386i dopuszcza również możliwość zainstalowania systemu operacyjnego MS DOS 3.3. Otwiera to drogę do wykorzystania sporej części oprogramowania, przygotowanego dla mikrokomputerów osobistych firmy IBM.

Podobnie jak komputery rodziny Sun-3, model Sun 386i jest wyposażony w sprzęt i oprogramowanie, umożliwiające połączenie z siecią typu Ethernet.

Stacja Sun 386i jest dostępna w dwóch wersjach, różniących się od siebie częstotliwością zegara, obecnością pamięci notatnikowej i rozmiarem pamięci operacyjnej. Obydwie wersje mają zainstalowany koprocesor arytmetyczny 80387 i współpracują z monitorem o rozdzielczości 900 * 1152 punktów. Zestawienie podstawowych charakterystyk tych wersji przedstawia tabela 1.

Model	150	250
Procesor	80386	80386
Zegar	20 MHz	25 MHz
FPU	80387	80387
Notatnik	nie	32 Kb
RAM	4 Mb	8 Mb
Monitor	1152*900	1152*900
Syst. Op.	Sun OS, UNIX 4.2/4.3 i System V oraz NFS	

Tabela 1. Podstawowe charakterystyki stacji roboczych Sun 386i.

3.3. RODZINA STACJI ROBOCZYCH HP 9000

Stacje robocze wchodzi w skład jednej z trzech głównych rodzin komputerów wytwarzanych przez firmę Hewlett Packard. Rodziną tą jest HP 9000, zawierająca modele stacji roboczych, identyfikowane przy pomocy numerów 310, 320, 330 i 350. Ich konstrukcja oparta jest na mikroprocesorach serii 68K: w przypadku modelu 310 procesorem centralnym jest mikroprocesor 68010, a w pozostałych modelach - mikroprocesor 68020. Największą mocą obliczeniową w tej serii dysponuje model 350, pracujący z zegarem o częstotliwości 25 MHz, wyposażony w 8 Mbajtów pamięci operacyjnej i 32 Kbajty pamięci notatnikowej. Pamięć wirtualna może w modelach 320, 330 i 350 obejmować aż do 4 Gbajtów na jeden proces.

Oprogramowanie systemowe serii 300 rodziny HP 9000 bazuje na systemie operacyjnym HP-UX, będącym firmową wersją Unixa. Istnieje

także możliwość zainstalowania systemu operacyjnego DOS, pod warunkiem zastosowania odpowiedniego koprocesora. Dzięki temu wiele programów przygotowanych do pracy pod kontrolą systemu DOS można łatwo zaadaptować na stacjach roboczych serii 300. Jest to istotne rozszerzenie bogatej oferty oprogramowania, proponowanej przez firmę Hewlett Packard. Oferta ta obejmuje m.in. różnorodne pakiety programowe, wspomagające pracę projektantów (systemy CAD), a także programy automatyzacji prac biurowych, będące specjalnością firmy Hewlett Packard. Obok typowych narzędzi prac biurowych, takich jak edytory, procesory tekstowe, programy rozliczeniowe, zestaw ten obejmuje także programy graficzne, umożliwiające poglądowe przedstawianie wyników pracy.

Wyposażenie graficzne, zarówno w sferze sprzętu, jak i oprogramowania, jest jednym z atutów serii 300 rodziny HP 9000. Stacje robocze tej serii mogą współpracować z monitorami monochromatycznymi i kolorowymi o różnej rozdzielczości, przy czym do zastosowań graficznych najbardziej wskazane są monitory o rozdzielczości 1024 * 1280. Do wspomagania szczególnie czasochłonnych operacji graficznych przewidziano specjalizowane dodatkowe wyposażenie. Obejmuje ono akcelerator operacji grafiki dwuwymiarowej, pozwalający na wykonywanie ponad 300000 operacji wektorowych na sekundę oraz sterowniki grafiki trójwymiarowej, gwarantujące szybkie wykonywanie przekształceń w trzech wymiarach i plastyczne eksponowanie obiektów trójwymiarowych.

Wyposażenie sieciowe komputerów HP 9000 obejmuje, oprócz typowego dla stacji roboczych Ethernetu wraz z pakietem NFS, także środki pozwalające na połączenie z siecią ARPA.

Podstawowe charakterystyki stacji roboczych serii 300 rodziny HP 9000 zebrano w tabeli 2.

Model	310	320	330	350
Procesor	68010	68020	68020	68020
Zegar	10 MHz	16.7 MHz	16.7 MHz	25 MHz
Wait	0	0	2	0
FPU	98635A	68881	68881	68881
Acceler.	nie	nie	tak	tak
VM	16 Mb/pr.	4 Gb/pr.	4 Gb/pr.	4 Gb/pr.
Kontekst	84	84	84	84
Notatnik	nie	16 Kb	256 b	32 Kb
RAM	1 Mb	1/4 Mb	4 Mb	8 Mb
Szyna	24/16 b	24/16 b	32 b	32 b
Max RAM	7.5 Mb	7.5 Mb	8 Mb	32 Mb
Monitor	1024*512	1024*1024	1280*1024	1280*1024
Dysk	20 - 571 Mb			
Syst. Op.	HP-UX tzn. UNIX			
Sieci	Ethernet i NFS			

Tabela 2. Podstawowe charakterystyki stacji roboczych HP 9000 serii 300.

3.4. STACJA ROBOCZA ACORN R140

Stacja robocza Acorn R140 jest modyfikacją wcześniejszego komputera firmy Acorn, znanego pod nazwą Archimedes. Obydwa te komputery bazują na firmowym, 32-bitowym mikroprocesorze typu RISC, noszącym nazwę ARM (Acorn RISC Machine). Może on

współpracować z koprocesorem arytmetycznym WE 32206. Model R140 wyposażony jest w 4 Mbajty pamięci operacyjnej, 512 K bajtów pamięci ROM i 80 Mbajtowy dysk o krótkim czasie dostępu. Dzięki zastosowaniu automatycznej kompresji / dekompresji danych w trakcie transmisji dyskowych, uzyskuje się oszczędność miejsca w pamięci dyskowej, a także skrócenie czasu transmisji.

Jako podstawowy system operacyjny dla stacji Acorn R140 przygotowano Unixa 4.3 BSD. Niemniej, dla użytkowników korzystających wcześniej z komputerów Archimedes przewidziano możliwość zainstalowania firmowego systemu operacyjnego RISC OS, będącego podstawowym systemem operacyjnym tych komputerów. Ponadto, doceniając popularność systemu DOS w środowisku użytkowników mikrokomputerów, firma Acorn zadbała o udostępnienie, za dopłatą, także tego systemu. Wraz z systemem operacyjnym dostarczane są: kompilator C standardu ANSI, assembler ARM, pakiety Sun NFS, Yellow Pages, X-Windows wersja 11.2, IXI X-Desktop i inne programy użytkowe.

Model R140, wykorzystywany jako stacja graficzna, może współpracować z monitorem graficznym o wysokiej rozdzielczości (19 cali, 1152 * 900 punktów) lub średniej rozdzielczości (840 * 480 punktów). Dla użytkowników ograniczających się do przetwarzania wyłącznie danych alfanumerycznych przewidziano możliwość dołączenia taniego monitora tekstowego. Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na wyjątkową dbałość firmy Acorn o utrzymanie kosztów swego produktu na możliwie niskim poziomie. Dzięki temu model R140 wyróżnia się spośród komputerów podobnej klasy bardzo atrakcyjną ceną (ok 3500 funtów pod koniec 1988r.).

W skład podstawowego wyposażenia stacji wchodzi łączy sieciowe standardu Ethernet, Cheapernet i Econet. Cheapernet realizuje ten sam protokół komunikacyjny co Ethernet (IEEE 802.3), lecz przy zmniejszonej szybkości transmisji danych.

Acorn R140 charakteryzuje się otwartą architekturą. Dzięki obecności czterech wolnych łączówek można konfigurację systemu rozszerzać o dodatkowe karty. Standardowe łącze SCSI pozwala na dołączanie, oprócz stacji dyskowej, także streamerów, drukarek laserowych i innych urządzeń, których obsługa wymaga przesyłania większej ilości danych, niż jest to możliwe za pośrednictwem łącza szeregowego RS 232.

Procesor	Acorn RISC 32 bit
FPU	WE 32206
Max RAM	4 Mb
Monitor	1152*900, 640*480
Syst. Op.	UNIX 4.3 BSD, MS-DOS, Acorn RISC OS
Sieci	Ethernet, Cheapernet, Econet i NFS

Tabela 3. Podstawowe dane dotyczące stacji roboczej Acorn R140.

3.5. RODZINA STACJI ROBOCZYCH APOLLO

Rodzinę komputerów DOMAIN System (*Distributed Operating Multi - Access Interactive Network*), wprowadzoną na rynek przez firmę Apollo Computer, wolno uznać za pierwszą chronologicznie serię komputerów, kwalifikujących się do kategorii stacji roboczych. Składa się ona z sześciu modeli o numerach identyfikacyjnych 660, 460, 550, 320, 300 i 3000, różniących się pomiędzy sobą dosyć istotnie konstrukcją i oferowaną mocą obliczeniową. Modele 660 i 460, najstarsze w rodzinie, ale zarazem dysponujące największą mocą obliczeniową, zostały zrealizowane na bazie szybkich,

bipolarnych procesorów segmentowych. W pozostałych modelach rolę procesora centralnego powierzono mikroprocesorowi 68020. Model 550, występujący w dwóch dodatkowych mutacjach o numerach 570 i 580, spełnia wśród komputerów DOMAIN rolę średniaka. Modele 300 i 320 charakteryzują się uboższym wyposażeniem, ale też niższą ceną. Ostatni, najmłodszy element w rodzinie - model 3000 - został pomyślany jako typowa stacja robocza przeznaczona dla pojedynczego użytkownika, pracującego samodzielnie lub w sieci.

3

Stacje robocze firmy Apollo mogą działać pod kontrolą firmowego systemu operacyjnego AEGIS, lub systemu operacyjnego AUX, który jest firmową wersją Unixa.

Rodzina DOMAIN została wyraźnie ukierunkowana na zastosowania graficzne. Przejawia się to zarówno w rozwiązaniach konstrukcyjnych jak i w ofercie programowej. Zadbano np. o zapewnienie szybkiego przesyłania danych pomiędzy pamięcią dyskową a buforem graficznym ekranu (do 320 Mbitów/s). Modele 660 i 550 wyposażone są w specjalizowane procesory graficzne. Wśród oprogramowania służącego grafice komputerowej warto wymienić:

- GMR (*Graphics Metafiles Resources*) - pakiet obsługi bazy danych graficznych,
- DGR (*Domain Graphic Resources*) - pakiet grafiki 2D i 3D, będący produktem firmowym Apollo Computer,
- DOMAIN CORE - firmowa realizacja standardu SIGGRAPH CORE w zakresie 2D i 3D,
- GKSGRAL - firmowa realizacja standardu GKS.

Stacje rodziny DOMAIN mogą być dołączane do sieci o architekturze szynowej standardu Ethernet i architekturze pierścieniowej, realizując w tym ostatnim przypadku protokół wędrującego znacznika (*token ring*).

W tabeli 4 zebrano niektóre parametry najpopularniejszych modeli

rodziny DOMAIN System.

Model	660	460	550	300
Processor	segment.	segment.	68020	68020
FPU	tak	tak	tak	nie
Acceler.	nie	nie	tak	tak
Notatnik	tak	tak	nie	nie
RAM	1-4 Mb	1-4 Mb	1-4 Mb	1-4 Mb
Monitor	1000*800 lub 1280*1024			
Syst. Op.	AEGIS lub AUX (UNIX)			

Tabela 4. Podstawowe parametry stacji rodziny DOMAIN System.

Według informacji z czerwca 1989r., wiosną tego roku nastąpiło połączenie firmy Apollo Computer z firmą Hewlett Packard. Mając świadomość różnicy potencjałów ekonomicznych dzielącej te dwie firmy, należy się spodziewać, że wiodąca rola w tym mariażu przypadnie firmie Hewlett Packard. Można mieć jednak nadzieję, że nie będzie to oznaczało zaprzepaszczenia dorobku Apollo Computer, szczególnie w dziedzinie produkcji stacji roboczych.

3.6. MIKROKOMPUTER MAC SE/30 FIRMY APPLE

Komputerowi osobistemu Apple Mac SE/30 w podstawowej konfiguracji brakuje dwóch atrybutów wymaganych od stacji roboczych. Pierwszym niedostatkim jest stosunkowo niska jakość łącza graficznego, opierającego się na 9-calowym monitorze monochromatycznym o rozdzielczości 612 * 342 punkty. Dla wielu zastosowań graficznych stanowi to utrudnienie, którego nie jest w stanie zrównoważyć

doskonale oprogramowanie graficzne firmy Apple. Na szczęście komputer wyposażony jest w wolne 32-bitowe łącze szyny procesora, które pozwala dołączyć na życzenie sterownik monitora kolorowego o zwiększonej rozdzielczości i wystarczających rozmiarach ekranu. Drugim mankamentem podstawowej wersji komputera Mac SE/30 jest brak wyposażenia sieciowego. Jednak i w tym przypadku możliwa jest rozbudowa konfiguracji o łącze Ethernet, co pozwala na spełnienie wymagań użytkowników chcących komunikować się poprzez sieć.

Mac SE/30 jest modyfikacją modelu Mac SE. Obydwa te komputery są podobne zewnętrznie, zachowując charakterystyczną sylwetkę Macintosha. Podstawowa różnica sprowadza się do zastosowania odmiennej wersji mikroprocesora rodziny 68K. W przypadku modelu SE/30 jest to procesor 68030. Zawiera on wewnątrz jednostkę zarządzania pamięcią, która w przypadku stosowania wcześniejszych procesorów rodziny 68K była dołączana jako osobny układ scalony 68851. W skład zestawu podstawowego wchodzi również koprocesor arytmetyczny 68882. Obydwa procesory pracują z tą samą częstotliwością zegara, równą 16 MHz. Podobnie jak inne modele Macintosha, Mac SE/30 został wyposażony w czterokanałowy generator dźwięku, który pozwala generować sygnał akustyczny stereo, próbkowany z częstotliwością 44.1 kHz. Pamięć operacyjna w podstawowej konfiguracji ma pojemność 4 Mb, a czas dostępu do niej wynosi 120 ns. Istnieje możliwość rozbudowy pamięci operacyjnej do 16 Mb. Pamięć masową stanowi dysk Winchester o pojemności 40 Mb i czasie dostępu 28 ms oraz stacja dyskietek 3 1/2 - calowych o pojemności 720 Kb i 1.44 Mb. Dla systemu czytelne są 3 1/2 - calowe dyskietki formatowane przez Apple II i komputery pracujące pod kontrolą MS DOSa. Komputer posiada dwa łącza Desktop Bus dla klawiatury, myszy, kuli trasującej (ang. trackball) itp., łącze SCSI, szeregowo łącze drukarki, łącze dla zewnętrznej stacji dyskietek, łącze akustyczne i gniazdo słuchawek.

Podstawowym systemem operacyjnym komputerów Mac SE/30 jest,

podobnie jak w poprzednich produktach Apple'a, system firmowy, zapisany w pamięci ROM, który w tym przypadku występuje w wersji System 6.0 (tej samej, co w komputerach Mac SE). Gwarantuje on bezkonfliktowe przenoszenie na model SE/30 całości oprogramowania działającego na komputerach Macintosh Plus i Mac SE. W skład Systemu 6.0 wchodzi pakiet grafiki kolorowej Color Quick Draw oraz MultiFinder, czuwający nad bezkonfliktowym przebiegiem równoległych procesów. Zwolennicy Unixa mogą korzystać z systemu operacyjnego AIX - wersji Unixa, opracowanej dla mikrokomputerów firmy Apple.

Procesor	68030
Zegar	16 MHz
FPU	68882
Notatnik	nie
RAM	4 Mb
Monitor	512*342
Syst. Op.	Mac II ROM System 6.0 Multi Finder 6.0.1

Tabela 5. Główne parametry mikrokomputera Mac SE/30.

3.7. Mikrokomputer NeXT

Komputer NeXT jest produktem firmy o tej samej nazwie, kierowanej przez Stevena Jobsa, byłego projektanta systemów firmy Apple. Powstanie projektu komputera NeXT poprzedziły sondáže i konsultacje prowadzone w środowiskach akademickich, zarówno na temat potrzeb zgłaszanych przez współczesnych użytkowników

systemów mikrokomputerowych jak również w celu zebrania propozycji nowych rozwiązań konstrukcyjnych. Jednocześnie nawiązano wiele kontaktów kooperacyjnych, co zapewniło współdziałanie w realizacji projektu firm wyspecjalizowanych w produkcji m.in. dysków optycznych i drukarek laserowych (Canon). Dzięki tym zabiegom udało się skupić w komputerze NeXT najnowsze osiągnięcia technologii komputerowej, a sama firma uchodzi za jedną z najlepiej zorganizowanych i najnowocześniejszych w branży komputerowej.

Parametry techniczne kwalifikują komputer NeXT do kategorii najbardziej wydajnych stacji roboczych. Jego działanie opiera się na trzech procesorach: procesorze głównym 68030, koprocesorze arytmetycznym 68882 i procesorze sygnałowym 56001. Pracują one z zegarem o częstotliwości 25 MHz, co gwarantuje sprawność przetwarzania około 5 MIPS. Procesor sygnałowy został wprowadzony w celu umożliwienia efektywnej syntezy i rejestracji dźwięku, ale może on być wykorzystany do wielu innych zadań, zwłaszcza tam, gdzie wymagana jest analiza dużej ilości napływających z zewnątrz informacji cyfrowych.

Podstawę architektury komputera NeXT stanowi 32-bitowa wersja magistrali NuBus, opracowanej przez firmę Apple. Komputer zawiera 4 łączówki magistrali - jedną z nich zajmuje płyta główna. Może ona uchodzić za wzór nowoczesnej technologii, ze względu na gęstość upakowania elementów, nowoczesną technikę montażu powierzchniowego i stosowanie prawie wyłącznie niskoenergetycznych układów CMOS. Na płycie tej, obok procesorów i 8 Mbajtów pamięci operacyjnej, zwracają uwagę dwa specjalizowane układy scalone. Jednym z nich jest procesor kanałowy (*Integrated Channel Processor*), umożliwiający autonomiczny dostęp do pamięci operacyjnej. Posiada on 12 kanałów DMA i własną pamięć notatnikową. Drugi układ nosi nazwę procesora pamięci optycznej (*ang. Optical Storage Processor*) i zawiaduje 256 Mbajtowym dyskiem

optycznym, zewnętrznym łączem SCSI i wewnętrznym łączem SCSI, do którego może zostać dołączony dysk Winchester. Tak więc płyta główna zawiera całość sterowania komputera, łącznie ze sterownikami urządzeń zewnętrznych.

Na specjalną uwagę zasługuje wspomniana przed chwilą stacja wielokrotnie zapisywalnych dysków optycznych, opracowana przez firmę Canon. Jest to chyba największa rewelacja komputera NeXT. Po raz pierwszy zdecydowano się na zastosowanie dysku optycznego jako podstawowego urządzenia pamięci masowej (dysk Winchester może zostać dołączony dodatkowo). Dysk ten pokryty jest warstwą stopu metali ziem rzadkich, których przezroczystość ulega odwracalnym zmianom pod wpływem jednoczesnego działania pola magnetycznego i temperatury. W trakcie zapisu warstwa stopu jest punktowo podgrzewana promieniem laserowym, a pole magnetyczne o orientacji odpowiedniej dla 0 lub 1 wywołuje jeden z dwóch sposobów uporządkowania kryształów, co wpływa na przezroczystość warstwy w tym punkcie. Pojedynczy dysk ma pojemność 256 Mbajtów, a średni czas dostępu do danych wynosi 96 ms. Dzięki odczytowi blokowemu i buforowaniu, efektywny czas dostępu może być zmniejszony. Oprócz dysku optycznego można dodatkowo dołączyć poprzez SCSI dysk twardy o pojemności 330 lub 660 Mbajtów.

NeXT wyposażony jest w 17-calowy monitor monochromatyczny o rozdzielczości 1120 * 832 punkty w czterech poziomach szarości. Jako podstawową drukarkę przewidziano drukarkę laserową o gęstości obrazu 400 punktów na cal, specjalnie zaprojektowaną przez firmę Canon dla tego komputera. W celu zminimalizowania kosztów pozbawiono ją własnego sterowania, które przekazano układowi płyty głównej komputera.

W charakterze systemu operacyjnego zastosowano system Mach kompatybilny z Unixem 4.3 BSD. Zapewnia on szybszą o rząd wielkości, w porównaniu ze standardowym Unixem, komunikację

między procesami i zezwala im na korzystanie ze wspólnych obszarów pamięci. Wiele wysiłku włożono w stworzenie narzędzi służących organizowaniu oknowego i graficznego łącza z użytkownikiem. Są to:

- Display PostScript - pakiet graficzny niskiego poziomu,
- Window Server - pakiet obsługi okien, funkcjonalnie zbliżony do X-Windows,
- Interface Builder - udostępniający okna, wywoływalne menu itp. programom użytkowym,
- Workspace Manager - zawierający złożony mechanizm obsługi katalogów i łącze użytkownika, wykorzystujące emblematy graficzne.

Pośród oprogramowania użytkowego, dostarczanego wraz z komputerem, uwagę zwraca system biblioteczny, pozwalający na gromadzenie informacji tekstowych, graficznych i dźwiękowych oraz zapewniający szybkie ich wyszukiwanie. Podstawowe zasoby komputera zawierają kilka bibliotek dla tego systemu, m.in. pełny tezaurus Webster'a i komplet dzieł Szekspira. Dość szeroki jest wybór kompilatorów, w tym kilka kompilatorów C. Systemy baz danych reprezentuje Sybase wraz z językiem SQL.

NeXT wyposażony jest w łącze sieci Ethernet, wraz ze standardowym na unixowych stacjach roboczych oprogramowaniem NFS (zakupionym od Suna) i TCP/IP.

Biorąc pod uwagę opisane powyżej parametry techniczne komputera NeXT, musimy uznać za niewiarygodnie niską jego cenę: 6500\$ plus 2000\$ za drukarkę laserową. Cena ta obowiązuje dla ośrodków uniwersyteckich, które na razie mają monopol na zakup tego komputera.

Procesor	68030
Zegar	25 MHz
FPU	68882
Notatnik	32k
RAM	8-16 Mb
Monitor	1132*832
Syst. Op.	Mach system kompatybilny z syst. Unix 4.3 BSD

Tabela 6. Główne parametry komputera NeXT.

LITERATURA

- [1] Acorn R140.
Personal Computer World 1989 No 3, str. 129-132.
- [2] M.F. Banahan, A. Rutter: *UNIX - the Book*
Sigma Technical Press, 1982.
- [3] A conversation with Steve Jobs (with P.J. Denning and K.A. Frenkel).
Communications of the ACM 1989 No 4, str. 437-443.
- [4] W. Cramer, G. Kane: *68000 Microprocessor Handbook*
McGraw - Hill, 1986.
- [5] R. Cragg: Design Performance.
R. Shuff: Expanding Workstation Market.
N. Rowlands: Purchasing Considerations.

Systems International, April 1987, str. 33-41.

- [6] HP 9000 Technical Computers.
HP 9000 Series 200, 300, 500 and Integral PC. Technical Office Automation: A Software Summary.
HP 9000 Series 300 Hardware Data.
HP 9000 HP-UX Operating System.
- [7] K. C. E. Gee: *Introduction to Local Area Computer Networks*
MacMillan Press, London 1983.
- [8] C. Linderholm: NeXT.
Personal Computer World 1988 No 12, str. 120-124.
- [9] C. Machover: Engineering Workstations. An Overview.
ACM SIGGRAPH, Anaheim Ca, July 27-31 1987, str V19-V37.
- [10] M. Maniecki: Wprowadzenie do stacji roboczych.
W. Cellary (red.): *Mikrokomputery 16 i 32-bitowe. Materiały IV Szkoły Mikrokomputerowej PTI, 15-17 grudnia 1987, ZETO - ŁÓDŹ 1987, str. 83-93.*
- [11] J. Rybnik, J. Solak: Rodzina komputerów Sun-3.
W. Cellary (red.): *Mikrokomputery 16 i 32-bitowe. Materiały IV Szkoły Mikrokomputerowej PTI, 15-17 grudnia 1987, ZETO - ŁÓDŹ 1987, str. 115-137.*
- [12] J. Rybnik, J. Solak: Stacje robocze Sun-3
cz. I: Architektura
Informatyka 1989 No 3, str. 4-7.
- [13] J. Rybnik, J. Solak: Stacje Robocze Sun-3
cz. II: Oprogramowanie
Informatyka 1989 No 4, str. 16-19.

- [14] Sun-3 Architecture.
A Sun Technical Report, Sun Microsystems, 1985.
- [15] The UNIX System.
A Sun Technical Report, Sun Microsystems, 1985.
- [16] Sun-3 Product Family: Configuration Guide.
Sun Microsystems, May 1986.
- [17] Sun System Overview.
Sun Microsystems, February 1986.
- [18] Sun-3/200 Series.
Sun Microsystems, 1986.
- [19] Dokumentacja systemu Sun-3, UNIXa i oprogramowania firmy
Sun Microsystems.
- [20] G. Swarbrick: Apple Mac SE/30.
Personal Computer World 1989 No 2, str. 128-132.
- [21] T. Thompson: Sun's new Workstation: the Sun 386i.
BYTE 1989 No 7, str. 103-106.

SPIS TRESCI

1. Wprowadzenie do stacji roboczych.....	3
2. Typowe elementy stacji roboczych.....	9
2.1. Rodzina mikroprocesorów Motorola 68K.....	9
2.2. System operacyjny Unix.....	13
2.3. Sieć Ethernet.....	18
2.4. Magistrala VME.....	22
3. Wybrane stacje robocze.....	23
3.1. Rodzina komputerów Sun-3.....	24
3.1.1. Architektura sprzętu rodziny Sun-3.....	29
3.1.2. Zespół procesora centralnego.....	32
3.1.3. Architektura pamięci wirtualnej.....	33
3.1.4. Struktura oprogramowania rodziny Sun-3.....	36
3.1.5. Środowisko programisty.....	39
3.1.6. Środowisko użytkownika.....	40
3.1.7. Bazy danych.....	43
3.1.8. Sieci.....	44
3.1.9. Grafika.....	46
3.2. Stacja robocza Sun 386i.....	49
3.3. Rodzina stacji roboczych HP 9000.....	51
3.4. Stacja robocza Acorn R140.....	53
3.5. Rodzina stacji roboczych Apollo.....	55
3.6. Mikrokomputer Mac SE/30 firmy Apple.....	57
3.7. Mikrokomputer NeXT.....	59
Literatura.....	63

1. Wprowadzenie do stacji roboczych.....	3
2. Typowe elementy stacji roboczych.....	3
2.1. Rodzina mikroprocesorów Nowoczesny IBM.....	9
2.2. System operacyjny Unix.....	13
2.3. Sieć Ethernet.....	18
2.4. Kontroler VME.....	22
3. Wybrane stacje robocze.....	23
3.1. Rodzina komputerów Sun-3.....	24
3.1.1. Architektura sprzętu rodziny Sun-3.....	28
3.1.2. Zespół procesora kontrolnego.....	32
3.1.3. Architektura pamięci wejściowej.....	33
3.1.4. Struktura oprogramowania rodziny Sun-3.....	35
3.1.5. Środowisko programisty.....	38
3.1.6. Środowisko użytkownika.....	40
3.1.7. Bazy danych.....	43
3.1.8. Sieci.....	44
3.1.9. Grafika.....	46
3.2. Stacja robocza Sun 386i.....	47
3.3. Rodzina stacji roboczych HP 9000.....	51
3.4. Stacja robocza Acorn R140.....	53
3.5. Rodzina stacji roboczych Apollo.....	58
3.6. Mikrokomputer Mac SE/30 firmy Apple.....	57
3.7. Mikrokomputer Next.....	59
Literatura.....	63

