ZJEDNOCZENIE INFORMATYKI
OŚRODEK BADAWCZO-ROZWOJOWY INFORMATYKI

ZETO

TRENDY ROZWOJOWE W DZIEDZINIE MINIKOMPUTERÓW I MIKROKOMPUTERÓW

Europejski Program Badawczy Diebolda

98

Warszawa 1978

ZJEDNOCZENIE INFORMATYKI
OŚRODEK BADAWCZO-ROZWOJOWY INFORMATYKI

TRENDY ROZWOJOWE W DZIEDZINIE MINIKOMPUTERÓW I MIKROKOMPUTERÓW

Europejski Program Badawczy Diebolda

Wyłącznie do użytku na terenie PRL

98

Warszawa 1978

Tytuł oryginału: Systems architecture: trends in mini- and microcomputers.
Technology Report
Document No E 154
July 1977

Tłumaczenie: Józef Niedźwiecki

Redakcja: Zdzisław Zapolski

Komitet Redakcyjny

Andrzej Idźkiewicz, Janina Jerzykowska /sekretarz/, Stanisław Nelken, Witold Staniszkis, Antoni Wiesnowski, Zdzisław Zapolski /przewodniczący/

Wydawca

Zjednoczenie Informatyki - Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Informatyki
Dział Wydawnictw. 02-021 Warszawa, ul.Grójecka 17

Warszawa 1978. Nakład: 870 + 100 egz. Objętość: ark. wyd. 3,5
ark. druk. 8. Format A4. Papier offsetowy kl.III, 80g, 61x86

Zam. 127/78 DN-444-13/73 Cena zł 92.-

SPIS TREŚCI

STRESZCZENIE 5

I. WPROWADZENIE 7

II. WYMAGANIA UŻYTKOWNIKÓW 13

A. Zagadnienia ogólne /koszty, niezawodność, doskonalenie systemu/ 13

B. Wprowadzanie danych 14

C. Prezentacja danych /wyświetlanie na monitorze, wydruki na papierze/ 16

D. Przechowywanie i wyszukiwanie danych 17

E. Transmisja danych 17

F. Instalacja zastosowań użytkowych 18

III. TECHNIKA MINI- ORAZ MIKROKOMPUTEROWA 19

A. Technika mikroelektroniczna dla małych komputerów 19

B. Mini- oraz mikroprocesory 22

C. Urządzenia pamięciowe o małej pojemności 24

D. Urządzenia pamięciowe o dużej pojemności 25

E. Urządzenia peryferyjne 26

F. Oprogramowanie systemowe 27

G. Oprogramowanie użytkowe 30

IV. STOSOWANIE MINI- ORAZ MIKROKOMPUTERÓW W DZIEDZINIE AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA DANYCH 32

A. Mikroprocesory jako bloki modułowe w systemach automatycznego przetwarzania danych 32

B. Mini- oraz mikrokomputery w systemach rozproszonych 33

C. Inteligentne terminale 35

D. Inteligentne urządzenia pamięciowe 37

E. Autonomiczne systemy komputerowe małej mocy 38

STOSOWANIE MINI- ORAZ MIKROKOMPUTERÓW POZA DZIEDZINĄ AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA DANYCH 41

A. Oprzyrządowanie 41

B. Telekomunikacja 41

C. W służbie człowieka 42

D. Wyroby użytkowe 42

E. Produkcja 44

F. Automatyzacja prac biurowych 44

VI. PROGNOZA PRZYSZŁEGO ROZWOJU 47

A. Nowe zadania dla mikroprocesorów 47

B. Nowa architektura oparta na mikroprocesorach ... 48

C. Trendy rozwojowe oraz ich implikacje dla planowania automatycznego przetwarzania danych 52

ZAŁĄCZNIK A: GLOSARIUSZ AKRONIMÓW 54

ZAŁĄCZNIK B: BIBLIOGRAFIA 56

STRESZCZENIE

Koncentrując uwagę na specjalnej roli minikomputerów oraz mikrokomputerów, niniejszy raport wyraża pogląd, że dzisiejsze systemy minikomputerowe stosowane są w o wiele szerszym zakresie zagadnień jeżeli podstawowymi elementami konstrukcyjnymi tych systemów są mikrokomputery.

Sprzedawcy systemów komputerowych dostarczają już dzisiaj konwencjonalne minikomputery oraz małe systemy dla zastosowań gospodarczych, których główne elementy liczące zbudowane są z gotowych mikroprocesorów /branych z półki/. Najważniejszym jednak efektem techniki mikroprocesorowej jest jej szybka i dalekosiężna penetracja do obszarów zastosowań, które były dotąd nietknięte przez technikę elektronicznych maszyn cyfrowych. Ta nowa rola obejmuje zarówno zastosowania z dziedziny automatycznego przetwarzania danych /np. video-terminale/ jak i zastosowania spoza tej dziedziny /np. video-gry/.

Podstawę szybkiego rozprzestrzeniania się mikroprocesorów na nowe dziedziny zastosowań stanowi ich rozmiar, koszt oraz łatwość stosowania. Firmy produkujące mikroprocesory interesują się przede wszystkim układami elektronicznymi, a nie systemami komputerowymi. Dlatego więc firmy te rozpatrują wprowadzanie mikroprocesorów do jakiejś dziedziny zastosowań raczej jako zmianę w technice układów, a nie jako przerzucanie się do techniki systemów komputerowych.

Jednak rozszerzające się zastosowania mikroprocesorów przynoszą specjalne korzyści wówczas, gdy mikroprocesory są wykorzystywane w systemach komputerowych. Dla przykładu, bardzo niskie ceny mikroprocesorów spowodowały już nacisk na konstruktorów, aby podnieśli niezawodność i obniżyli koszty serwisu oraz napraw. Wezwanie do pojedynczego niesprawnego minikomputera kosztuje więcej niż wynosi cena zakupu nowego mikroprocesora. To samo przez się wywołuje zapotrzebowanie na większą niezawodność

i niższe koszty serwisowe dla mikroprocesorów niż te, które obecnie istnieją dla minikomputerów. W rezultacie, do systemów opartych na mikroprocesorach włączone zostały urządzenia umożliwiające ich automatyczne testowanie.

Obok przedstawienia czynników technicznych, które wywierają wpływ na rozwój w dziedzinie mini- i mikrokomputerów, niniejszy raport omawia także wpływ tego rozwoju na dobór sprzętu do automatycznego przetwarzania danych oraz na projektowanie zastosowań. Omawiane są przykładowo następujące alternatywne problemy, przed którymi stają użytkownicy:

- rozproszone czy scentralizowane ośrodki przetwarzania,
- sieci minikomputerów czy pojedynczy duży komputer,
- inteligentne terminale czy terminale konwencjonalne, jednofunkcyjne, nieprogramowane,
- stosunek kosztów do wydajności oraz zasadnicze zmiany usprawniające system.

Raport wyjaśnia także dlaczego tradycyjna rola minikomputera jako autonomicznego systemu przetwarzania danych będzie malała w miarę projektowania coraz większej liczby zastosowań komputerowych z zapotrzebowaniem na bezpośredni dostęp do baz danych i na komunikację międzykomputerową.

Informacje zawarte w niniejszym raporcie zostały zaczerpnięte z obszernego studium literatury technicznej i oparte są na wiadomościach pochodzących bezpośrednio od osób pracujących w laboratoriach mikroelektronicznych oraz w laboratoriach zajmujących się rozwojem komputerów. Prognozy przedstawione w raporcie stanowią bezpośrednią ekstrapolację aktualnych udanych osiągnięć technicznych. Potwierdzają one również wyniki prac eksperymentalnych prowadzonych obecnie w naukowych laboratoriach badawczych.

I. WPROWADZENIE

Minikomputery oraz mikrokomputery zajmują obecnie centralne miejsce w technice komputerowej i na nich też koncentruje się uwaga serii technologicznej Europejskiego Programu Badawczego Diebolda, dotyczącej aktualnego stanu architektury systemów komputerowych. Tych czytelników, którzy chcieliby szerzej poznać czynniki z zakresu techniki elektronicznej, które legły u podstaw rewolucji mikroprocesorowej, kierujemy do Raportu Technologicznego EPBD E 146 pod tytułem "Tendencje w zakresie zespołów montażowych, materiałów i urządzeń informatycznych: 1980, 1985, 1990".

Niniejszy raport zajmuje się architekturą mini- oraz mikrokomputerów pod kątem:

- wymagań użytkowników,
- stosowanej technologii,
- zastosowań,
- wpływu na planowanie automatycznego przetwarzania danych.

Trendy rozwojowe zaobserwowane w przemyśle potwierdzają punkt widzenia, zgodnie z którym produkty reprezentowane przez dzisiejsze systemy minikomputerowe zaangażowane są w znacznie szerszym wachlarzu produktów APD, których podstawowym elementem budowy są mikrokomputery. Mówiąc prościej, minikomputery budowane są z układów scalonych jednofunkcyjnych lub z układów średniej skali integracji, podczas gdy mikrokomputery wytwarzane są z układów scalonych dużej skali integracji /LSI/. Układy scalone dużej skali integracji /LSI/ są układami elektronicznymi, w których w pojedynczym urządzeniu półprzewodnikowym zawarte są setki aktywnych elementów układowych /funkcji/, np. jednopodzespołowy układ typu MOS, zmontowany jako obudowa dwurzędowa DIP. Układy scalone o średnim stopniu integracji zawierają w

pojedynczym urządzeniu półprzewodnikowym więcej niż dziesięć, lecz mniej niż sto funkcji.

A zatem różnica pomiędzy minikomputerami a mikrokomputerami tkwi, w istocie swej, w technologii układów elektronicznych, a nie w funkcjach. Tym niemniej, istnieją terminy, które mogą być przydatne dla określenia pewnych, bardzo istotnych różnic funkcjonalnych, uwzględniających obie technologie, tak mini- jak i mikrokomputerową.

. Procesor /Mini lub Mikro/

Układ elektroniczny /lub układy elektroniczne/, który spełnia rolę rejestrów, wykonuje operacje arytmetyczne i logiczne, a także posiada zdolność realizowania instrukcji w kolejności. Jest on często nazywany Centralną Jednostką Komputera /CPU/.

. Komputer /Mini lub Mikro/

Układ elektroniczny /lub układy elektroniczne/, który spełnia rolę procesora, pamięci /pamięci o dostępie swobodnym RAM oraz/lub pamięci tylko do odczytu ROM/, a także powiązania z wejściem/wyjściem /we/wy odbiornik i nadajnik sterujący/.

. System komputerowy /Mini lub Mikro/

Układy elektroniczne oraz urządzenia mechaniczne, które spełniają rolę komputera, posiadają zasilanie w energię elektryczną, tablice sterownicze, rozbudowaną pamięć /np. pamięć o dostępie swobodnym na rdzeniach ferrytowych lub na układach scalonych dużej skali integracji LSI RAM/, pamięć zewnętrzną /np. urządzenia dyskowe/ oraz urządzenia wejścia/wyjścia /np. videoterminale/.

Firmy zajmujące się produkcją półprzewodników prowadzą między sobą stałe współzawodnictwo o to, kto spośród nich potrafi pomieścić największą liczbę funkcji na pojedynczym urządzeniu półprzewodnikowym. Pracują one - dla przykładu - gorączkowo nad tym, aby jako pierwsze wypuścić na rynek urządzenia pamięci o dostępie swobodnym na układach typu MOS /MOS RAM/ z gęstością 2^n bitów na jednym podzespole, gdzie n w roku 1977 równa się

15. W przypadku urządzeń pamięciowych wynikiem tego wyścigu jest stałe obniżanie kosztów przypadających na bit /więcej pamięci za mniejszą ilość dolarów/.

Jednak, niezależnie od tego jak pociągającą jest idea zrealizowania procesora na pojedynczym podzespole, procesory takie są luksusem technicznym na rynku minikomputerowym. Z wyjątkiem wykorzystania ich dla długotrwałej pracy w przestrzeni kosmicznej, w pewnych zastosowaniach bionicznych i w niewielu innych przypadkach specjalnych, nie ma zapotrzebowania na jednopodzespołowe procesory ze strony przemysłu komputerowego. Konstruktorzy mikroprocesorów uznają to, lecz utrzymują, że konstruują jednopodzespołowe mikroprocesory tylko dlatego, że tworzenie takich urządzeń jest możliwe. Niemniej jednak to wydaje się być nieroztropnym postępowaniem, ponieważ przynosi firmom zajmującym się półprzewodnikami więcej ofert niż mogą zrealizować.

Wprowadzając jednopodzespołowy mikroprocesor na rynek, na którym jego wykorzystanie było dotąd nieznane, przemysł półprzewodnikowy:

- zwiększył znacznie liczbę zastosowań cyfrowych układów logicznych poza ich tradycyjnym stosowaniem w przemyśle komputerowym,
- zmusił producentów komputerów /a w szczególności producentów minikomputerów/ do uświadomienia sobie, że jednostki centralne minikomputerów, których wykonanie kosztuje tysiące dolarów, mogą być zastąpione przez mikroprocesory, które można nabyć za dziesiątki dolarów.

Mówiąc konkretnie, mikroprocesory kosztują obecnie tyle co jednostki sterujące np. do taksometrów. I tak, mikroprocesory INTEL 8080 stosowane są jako mikroprogramowane procesory w jednostkach centralnych małych komputerów, które wytwarzane są przez takich dostawców jak Sperry Univac, podczas gdy Western Digital dostarcza mikroprocesorów dla LSI-11 firmy Digital Equipment Corporation.

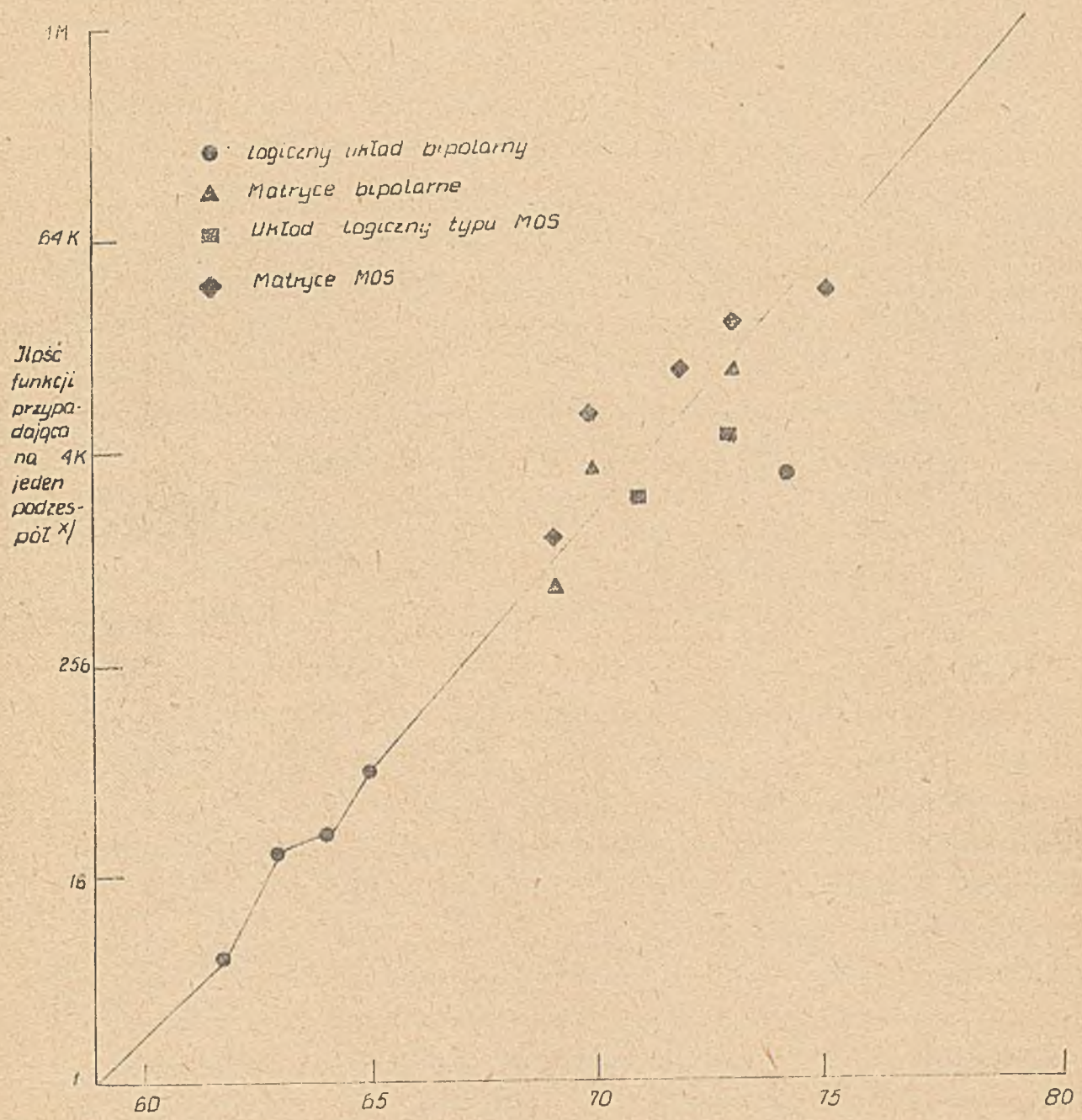
Jednopodzespołowy mikroprocesor wywarł już głęboki wpływ na architekturę minikomputerów a także na architekturę ich kuzynów, inteligentnych terminali. Mikroprocesor w kostce posiada możliwość wyeliminowania pozostałych jeszcze różnic pomiędzy wydajnością minikomputerów a wydajnością tak zwanych komputerów "małych" i "średnich" /patrz Wichman/. Dokonawszy tego, mikroprocesor stanie się podstawowym blokiem budowlanym /składnikiem/, z którego będą składane wieloprocesorowe komputery.

Sprzedawcy systemów komputerowych dostarczają już konwencjonalne minikomputery oraz małe systemy dla zastosowań gospodarczych, których główne elementy liczące zbudowane są z gotowych mikroprocesorów /branych z półki/. Jednak najbardziej dramatycznym efektem techniki mikroprocesorowej jest jej szybka i dalekosiężna penetracja do obszarów zastosowań, które były dotąd nietknięte przez technikę elektronicznych maszyn cyfrowych. Te nowe zadania obejmują zarówno zastosowania z dziedziny automatycznego przetwarzania danych /np. video-terminale/ jak i zastosowania poza dziedziną APD /np. video-gry/.

Podstawę szybkiego rozprzestrzeniania się mikroprocesorów na nowe dziedziny zastosowań stanowi ich rozmiar, koszt oraz łatwość stosowania. Firmy produkujące mikroprocesory interesują się przede wszystkim układami elektronicznymi, a nie systemami komputerowymi. Dlatego też firmy te rozpatrują wprowadzenie mikroprocesorów do jakiejś dziedziny zastosowań raczej jako zmianę w technice układów, a nie jako przejście do techniki systemów komputerowych.

- Rozmiar został zredukowany do tego stopnia, że mikroprocesor jest jeszcze jednym elementem /DIP/ umieszczanym na obwodzie drukowanym. Równocześnie wzrastają możliwości funkcjonalne /i kompleksowość/ mikroprocesorów /rys.1/.

- Niski koszt znajduje wyraz w cenach mikroprocesorów, które to ceny porównywane są do cen jednofunkcyjnych układów scalonych. W końcu 1976 roku firma INTEL sprzedawała swoje mikroprocesory P 4040 oraz P 4004 po 5 dolarów za sztukę, w partiach po 100 sztuk.



x) Np. bramki logiczne przypadające na podzespół dla układów logiki /swobodnej/ lub bity przypadające na podzespół dla matryc/ pamięci /.
Według Noyesa

RYS. 1: Złożoność układów w zależności od czasu ich wprowadzenia

- Mikroprocesory mogą być stosowane wszędzie tam, gdzie wymagane są programy, posiadające długość kilkuset rozkazów /np. w minikalkulatorach/. Sądzi się, że tam, gdzie programy zawierają więcej niż 1000 rozkazów, stosowanie mikroprocesorów jest trudne.

Obok przedstawienia czynników technicznych, które wywierają wpływ na rozwój w dziedzinie mini- oraz mikrokomputerów, niniejszy raport omawia także wpływ, który ten rozwój wywierać będzie na dobór sprzętu do automatycznego przetwarzania danych oraz na projektowanie zastosowań. Omawiane są, dla przykładu, w świetle przedstawionych w raporcie rozważań technicznych, następujące alternatywne problemy, przed którymi stają użytkownicy:

- rozproszone czy scentralizowane ośrodki przetwarzania,
- sieci minikomputerów czy pojedynczy duży komputer,
- inteligentne terminale czy terminale konwencjonalne, jednofunkcyjne, nieprogramowane,
- stosunek kosztów do wydajności oraz zasadnicze zmiany usprawniające system.

Raport wyjaśnia także dlaczego tradycyjna rola minikomputera jako autonomicznego systemu przetwarzania danych będzie malała w miarę tego jak będzie się projektowało coraz więcej zastosowań komputerowych z zapotrzebowaniem na bezpośredni dostęp do baz danych i na komunikację międzykomputerową.

Informacje zawarte w niniejszym raporcie zostały zaczerpnięte z obszernego studium literatury technicznej i oparte są na wiadomościach pochodzących bezpośrednio od osób pracujących w laboratoriach mikroelektronicznych oraz w laboratoriach zajmujących się rozwojem komputerów. Prognozy przedstawione w raporcie stanowią bezpośrednią ekstrapolację aktualnych udanych osiągnięć technicznych. Potwierdzają one również wyniki prac eksperymentalnych prowadzonych obecnie w naukowych laboratoriach badawczych.

II. WYMAGANIA UŻYTKOWNIKÓW

A. ZAGADNIENIA OGÓLNE /KOSZTY, NIEZAWODNOŚĆ, DOSKONALENIE SYSTEMU/

Niniejszy rozdział zajmuje się przede wszystkim wymaganiami użytkowników mini- oraz mikrokomputerów, ktorzy stosują je w dziedzinie automatycznego przetwarzania danych. Wymagania dotyczące mikrokomputerów /w szczególności mikroprocesorów/ wykorzystywanych nie dla celów APD nie są rejestrowane, ponieważ rynek ten kieruje się innymi wymaganiami. O stosowaniu mikroprocesorów do innych celów /poza APD/ decyduje - jak się wydaje - w rzeczywistości ich mały rozmiar, niski koszt oraz względnie łatwe stosowanie mikroprocesorów. Jednak ujawniły się specjalne wymagania dotyczące pewnych zastosowań poza dziedziną automatycznego przetwarzania danych i niektóre spośród tych zastosowań omówione są w rozdziale V.

Najbardziej wyraziście określonymi wymaganiami automatycznego przetwarzania danych są:

1. Koszty. Liczba zastosowań dla mini- oraz mikrokomputerów, a także liczba jednostek sprzedanych na każde zastosowanie zależy bezpośrednio od ich kosztów. Wobec szybkiego spadku ceny mikroprocesorów oraz pamięci MOS o dostępie swobodnym bariera kosztowa przeniesie się na montaż oraz na jednostki wejścia/wyjścia.

2. Niezawodność. To wymaganie odnosi się nie tyle do sprzętu ile do kompletu składającego się ze sprzętu oraz z oprogramowania dostarczonego przez sprzedawcę mini- czy też mikrokomputera. Znaczna większość potencjalnych zastosowań zakłada samodzielne instalowanie oraz/lub obsługiwanie systemu przez nieprzygotowanego technicznie użytkownika.

3. Łatwość rozwoju. To wymaganie dotyczy procesu przekształcania uniwersalnego mini- czy mikrokomputera na system /czy systemy/ wyspecjalizowany poprzez dodanie oprogramowania oraz specjalnego wyposażenia dla wejścia/wyjścia. Niezbędne są wszechstronne narzędzia rozwojowe, które pozwoliłyby na obniżenie kosztów oraz na zmniejszenie czasu traconego na opracowanie specjalnego oprogramowania oraz na przyłączenie specjalnych urządzeń.

4. Łatwość rozbudowy. Udane zastosowania komputerów prowadzą w sposób nieunikniony do zmian. Zachodzi konieczność wmontowywania nowych zdolności w celu rozszerzenia funkcji przetwarzania oraz pojemności pamięci. Nowe modele, doskonalsze od swych poprzedników pod względem kosztów i wydajności, powinny wiernie do nich pasować, umożliwiając w ten sposób rozbudowę zdolności przetwarzania.

5. Minimum manualnej interwencji. Odnosi się to zarówno do normalnych operacji jak i do wykrywania błędów, do diagnostyki oraz napraw. Oddalone lokalizacje, koszty dojazdu oraz duże ilości instalacji wykluczają prowadzenie prac konserwacyjnych w siedzibie centrali. Większość systemów, które w normalnych warunkach eksploatacji powinny być obsługiwane przez specjalistę-operatora, będzie obsługiwana w warunkach specjalnych przez nieprzygotowanych technicznie użytkowników.

b. WPROWADZANIE DANYCH

Podstawowe wymagania zakładają:

- ujęcie danych możliwie najbliżej miejsca ich powstawania,
- zmniejszenie do minimum ilości danych przesyłanych do innych miejsc przetwarzania,
- natychmiastową weryfikację oraz informowanie o błędach /np. operatora, jeśli taki jest/,

- pomoc ze strony specjalnie skonstruowanego łącza współdziałającego ze stacjami końcowymi, na których wprowadzanie danych odbywa się w sposób manualny,
- automatyczną diagnostykę, a także automatyczną informację o defektach.

Wymienione tutaj wymagania uzupełniają poprzednio określone wymagania generalne, a wzięte razem, domagają się inteligentnych podsystemów wprowadzania danych. Innymi słowy, istnieje zapotrzebowanie na urządzenia do wprowadzania danych z własną, lokalną zdolnością przetwarzania, których rozmiar i koszt pozwalałby na instalowanie ich u źródła danych /patrz Molinari/.

W niektórych przypadkach wprowadzenie własnych, lokalnych zdolności przetwarzania może być zastąpione przez transmisję danych, jeśli koszty transmisji są odpowiednio niskie. Odnosi się to do tych przypadków, w których dane źródłowe mogą być analizowane, interpretowane, zakodowane lub sprawdzone na wejściu, a potem już tylko dobrane, czy zgrupowane, czy też zakodowane dane mają być przesyłane do innych miejsc przetwarzania.

Wykorzystanie lokalnej pamięci jako buforu dla przechowywania danych może także prowadzić do zmniejszenia kosztów, przy założeniu, że istnieje centralna stacja, która przejmuje dane ze stacji końcowych w miarę swych możliwości, lub chociażby wówczas, gdy transmisja wielkich mas danych może być realizowana w sposób opłacalny. Założono tutaj, że koszty układów przetwarzających oraz układów pamięciowych będą się obniżały znacznie szybciej aniżeli koszty transmisji danych.

Podsumowując należy stwierdzić, że wymagania w zakresie wprowadzania danych prowadzą do rozproszonych zdolności przetwarzania. Potrzebne są w tym celu urządzenia do zdalnego odczytywania, a także stacje końcowe w miejscach przeprowadzania transakcji, które wiedzą co czynią.

C. PREZENTACJA DANYCH /WYŚWIETLANIE NA MONITORZE, WYDRUKI NA PAPIERZE/

Wymagania specjalne w zakresie prezentacji danych stanowią pełne odbicie wymagań w zakresie wprowadzania danych:

- Prezentacja danych możliwie najbliżej punktu /czy osoby/ ich użytkowania.
- Zmiejszanie do minimum ilości danych, przekazywanych z różnych miejsc przetwarzania do stacji końcowej, prezentującej dane.
- Natychmiastowa weryfikacja odebranych drogą transmisji danych, oraz detekcja i doniesienie o błędnych transmisjach.
- Pomoc ze strony specjalnie skonstruowanego łącza, współdziałającego z obsługiwanymi ręcznie jednostkami prezentacji danych.
- Automatyczna diagnostyka, a także automatyczna informacja o defektach.

Tak jak w przypadku wymagań dotyczących wprowadzania danych, tak i tutaj wnioskiem uogólniającym jest zapotrzebowanie na inteligentne podsystemy prezentacji danych.

I w tym przypadku stosowanie lokalnego sterowania oraz buforów przechowujących dane może być zastąpione przez transmisję danych. Jednak lokalna obsługa powinna umożliwić końcowym użytkownikom sterowanie parametrami prezentacji danych /np. szybkością przesuwania się obrazu na ekranie monitora, liczbą linii ukazujących się na ekranie /tak, aby jakość obrazu była najlepsza. Decydowanie na miejscu o postaci emitowanych danych, o ich redakcji i formie /lub wydaniu w postaci drukowanej na papierze/ pozwala na to, aby dane transmitowane do tych stacji prezentacji danych, były względnie niezależne od rodzaju urządzenia i od numeru modelu urządzenia, który znajduje się na tych stacjach. To z kolei umożliwia wykorzystywanie rożnego rodzaju urządzeń w tej samej sieci systemu informatycznego i ułatwia wymianę urządzeń.

D. PRZECHOWYWANIE I WYSZUKIWANIE DANYCH

Minikomputery tradycyjnie cierpiały na niedostatek pamięci /tak pamięci głównej jak i pamięci masowej/. Wynikiem tego było:

- ograniczone stosowanie. W wielu przypadkach właśnie ograniczenia pamięci, a nie nieodpowiednia szybkość przetwarzania utrudniały ich stosowanie.
- Skąpe wyposażenie w środki umożliwiające współpracę człowieka z komputerem. Minikomputery dostarczają użytkownikom mniej pomocy i udzielają im generalnie słabszego wsparcia, po części dlatego, że nie posiadają odpowiedniej pamięci dla niezbędnego w tym celu oprogramowania.

Podstawowym wymaganiem jest zlikwidowanie tych ograniczeń w dziedzinie stosowania mini- oraz mikrokomputerów przez wyposażenie ich w tanie pamięci oraz w duże obszary adresowe w procesorach.

Potrzebna jest tak pamięć lokalna, dająca się bezpośrednio adresować /pamięć o dostępie swobodnym RAM oraz pamięć tylko do odczytu ROM/ jak i pamięć masowa /np. dyski elastyczne, kasety z taśmami/. Wiele zastosowań z zakresu wprowadzania oraz prezentacji danych wymaga dużej ilości danych oraz/lub obszernych programów /np. procesory z językiem zapytań, programy opracowujące raporty/.

Urządzenia pamięci powinny być zabezpieczone przed utratą danych powodowaną przez czasowe przerwy w zasilaniu energią elektryczną. Powinny one być także wyposażone w możliwości wyszukiwania błędów, korekty błędów oraz w możliwości automatycznego odczytu.

E. TRANSMISJA DANYCH

Sieci teletransmisji danych dysponują już znaczną inteligencją w postaci dających się programować węzłów sieci. Jednak potrzebne są dynamicznie przełączalne procesory komunikacyjne o

dużej szybkości, które mogłyby niezawodnie wspomagać wiele struktur sieciowych. Wiele zastosowań będzie wymagało, aby część drogi przesyłowej była realizowana przy współdziałaniu z liniami telefonicznymi, należącymi do sieci użyteczności publicznej. Wymagania dotyczące procesora komunikacyjnego można określić w ten sposób, że powinien on zabezpieczyć sprawną transmisję danych od źródła do adresu przeznaczenia bez żadnych zależności na trasie, czy to powodowanych przez procesory źródłowe, czy też przez procesory przeznaczenia.

F. INSTALACJA ZASTOSOWAŃ UŻYTKOWYCH

Podstawowe wymagania dotyczą istnienia specjalnie przygotowanych sprawnych narzędzi do opracowywania zastosowań. Tradycyjne kompilatory języków programowania nie wystarczają. Projektanci zastosowań powinni korzystać z autorytatywnych pracowni programowych, które dostarczają:

- biblioteki programów,
- pomocy do pisania programów /np. programy redagujące i analizujące program źródłowy/,
- generatory danych testowych, które wykorzystują opisy danych dla przygotowania poprawnych wzorów danych.

Ponadto, należałoby dostarczać automatyczne generatory programów dla powszechnych zastosowań. Takie generatory wytwarzają możliwe do realizacji programy na podstawie szczegółowych opisów opcji oraz formatów danych. Potrzebne są narzędzia do opracowywania zastosowań, umożliwiające instalację zastosowań na systemach mikrokomputerowych, w których cena sprzętu kształtuje się poniżej 1000 dolarów. Bez taniego opracowywania zastosowań, tanie mikrokomputery nie będą wykorzystane, chyba że w dziedzinach o względnie dużej masowości przetwarzania.

III. TECHNIKA MINI- ORAZ MIKROKOMPUTEROWA

A. TECHNIKA MIKROELEKTRONICZNA DLA MAŁYCH KOMPUTERÓW

Projektanci minikomputerow stosowali tradycyjnie tę samą technikę układową, ktorą posługiwali się współcześni im projektanci dużych komputerów. Układy scalone TTL w obudowach małej oraz średniej skali integracji były powszechnie stosowane niewiele lat temu tak w projektach minikomputerów, jak i w projektach dużych komputerów. W połowie lat siedemdziesiątych projektanci minikomputerów zaczęli spoglądać ku technice układowej stosowanej przez konstruktorów mikroprocesorów. Wszystko wskazuje na to, że projektanci dużych komputerow pozostaną w tyle za projektantami minikomputerów jeszcze przez kilka lat.

Konstrukcje układów o dużym stopniu scalania LSI dla mikroprocesorów były w znacznie większym stopniu rezultatem pracy inżynierow konstruujących pamięci, niż inżynierów zajmujących się konstruowaniem procesorów dla komputerów, ci ostatni bowiem mieli na celu głównie zwiększenie szybkości przetwarzania. Mikroprocesory zakwalifikowane są jako urządzenia "logiki swobodnej", ponieważ poszczegolne elementy układowe w procesorze nie mogą być zorganizowane w regularną matrycę tak, jak to ma miejsce w układach pamięciowych. Fakt, że układy pamięci o dostępie swobodnym RAM oraz układy pamięci do odczytu ROM mogą być rozmieszczone na kostce według regularnych wzorów, pozwala na osiąganie większego zagęszczenia bitów w układach pamięciowych, niż jest to osiągalne w swobodnych układach logicznych jakimi są mikroprocesory /rys. 1 i 2 przedstawiające trendy rozwojowe w zakresie techniki logicznej układow procesorów oraz w zakresie techniki matryc pamięci/.

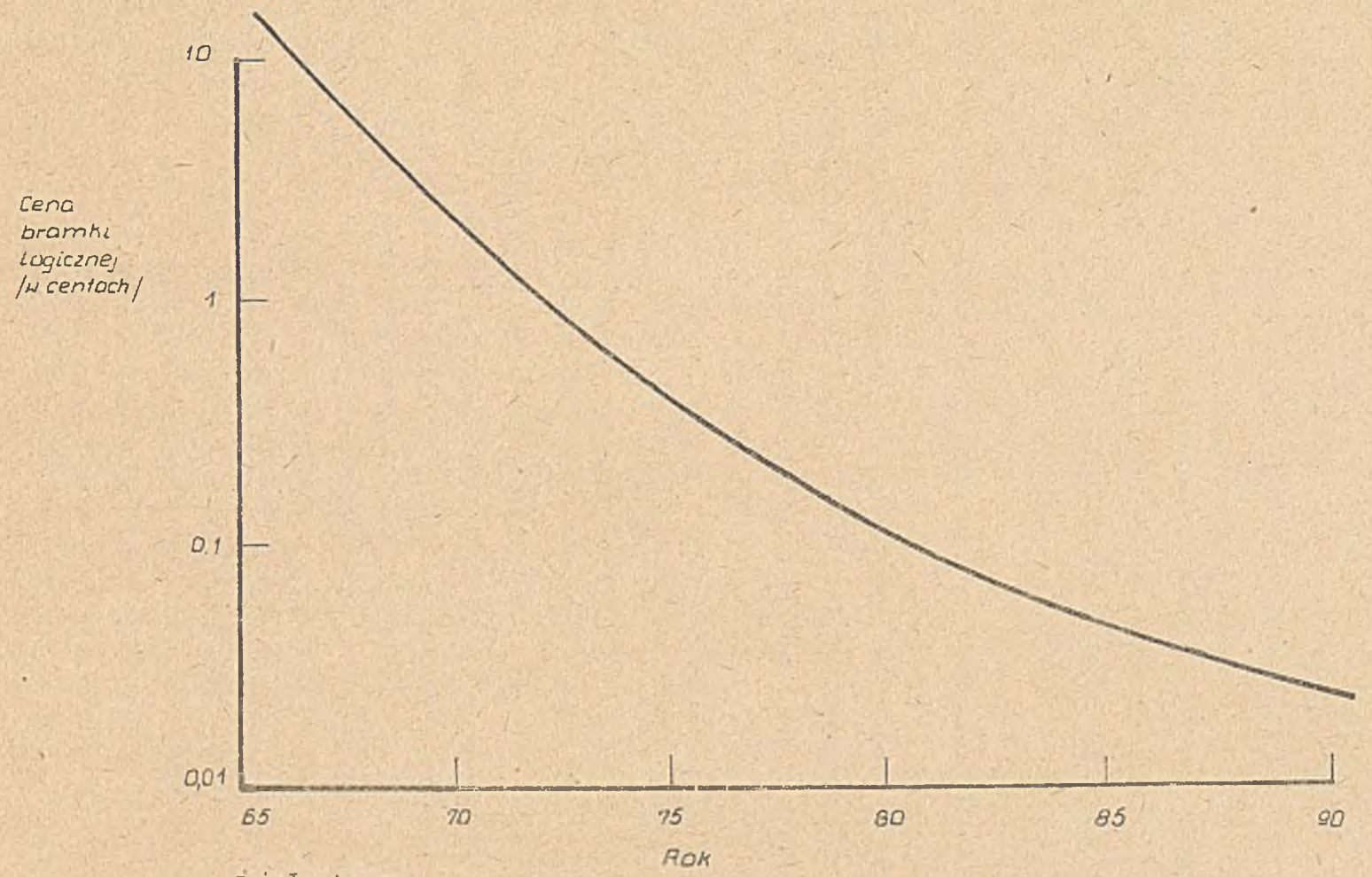
Aktualna produkcja mikroprocesorow o dużej skali integracji LSI oparta jest na półprzewodnikach, w ktorych materiałem podstawowym jest albo krzem albo krzem na szafirze /SOS/. Pierwszy

z tych materiałów jest obecnie o wiele częściej stosowany. W rodzinie półprzewodników opartych na krzemie wyróżnia się dwa podstawowe typy układów, bipolarny oraz półprzewodnik typu MOS. W kategorii układów bipolarnych stosowane są następujące formy: TTL, ECL oraz IIL. Jednak najszerzej stosowaną obecnie formą układów mikroprocesorowych jest układ typu MOS z kanałem N /lub NMOS/. W większości urządzeń pamięci o dostępie swobodnym oraz w większości urządzeń pamięci tylko do odczytu budowanych na układach dużej skali integracji /LSI RAM oraz LSI ROM/ są także stosowane układy typu MOS /celem głębszej analizy czynników mających wpływ na wybór formy układu - patrz Williman/.

Dla ułatwienia problemu łączenia urządzeń mikroprocesorowych z innymi urządzeniami półprzewodnikowymi na wspólnym obwodzie drukowanym, większość jednopodzespołowych mikroprocesorów umieszczana jest w standardowych obudowach układów scalonych, wśród których aktualnym faworytem jest "standardowa" czterdziestokońcówkowa obudowa dwurzędowa /DIP/. We wczesnych latach siedemdziesiątych przemysł półprzewodnikowy faworyzował szesnastokońcówkowe obudowy dwurzędowe, które okazały się niewygodne przy konstruowaniu mikroprocesorów.

Jednym spośród efektów ubocznych pogoni za coraz większymi zagęszczeniami układów jest /mamy nadzieję tylko chwilowe/ zmniejszenie niezawodności tych urządzeń półprzewodnikowych. Technika weryfikacji konstrukcji, ich wypróbowywania oraz eliminowania błędów pozostała w tyle za możliwościami konstruktorów w zakresie budowy prototypów urządzeń o wysokim zagęszczeniu. Miniaturowe układy /mikroelektronika wysokiej skali integracji LSI/ przyniosły wraz z dużym zmniejszeniem ich rozmiarów oraz ze zmniejszeniem zużycia przez nie energii, masę problemów w zakresie wytwarzania i sterowania jakością /patrz Allan/. Wydaje się, że jeśli się uwzględni wysokie koszty przygotowania i produkcji, to urządzenia o wysokim stopniu zagęszczenia przyniosą konstruktorom urządzeń komputerowych więcej kłopotów niż korzyści.

Jest to oczywiście ceną postępu. Jednak rozwijające się stosowanie mikroprocesorów samo przez się działa w kierunku popra-



Źródło: Noyes

RYS. 2 Trendy w dziedzinie cen logicznych układów procesorowych /ceny układów logicznych w czasie/

wy niezawodności mikroprocesorów oraz mikrokomputerów. Dla przykładu, bardzo niskie ceny mikroprocesorów już spowodowały poważny nacisk na konstruktorów, aby podnieśli niezawodność i obniżyli koszty serwisu oraz napraw. Wezwanie do pojedynczego niesprawnego minikomputera kosztuje więcej niż wynosi cena zakupu nowego mikroprocesora. I to samo przez się wywołuje zapotrzebowania na większą niezawodność i niższe koszty serwisu dla mikroprocesorów, aniżeli te, które obecnie istnieją dla minikomputerów. W rezultacie do systemów opartych na mikroprocesorach włączone zostały urządzenia umożliwiające ich automatyczne testowanie /patrz Bennetts oraz Laliotis/.

B. MINI- ORAZ MIKROPROCESORY

Pojawienie się mikroprocesorów w latach siedemdziesiątych spowodowało podjęcie po raz trzeci próby zaprojektowania kompletów rozkazów komputerowych przez inżynierów, zajmujących się konstruowaniem układów elektronicznych. Pierwsza próba miała miejsce w latach pięćdziesiątych, gdy wprowadzone zostały komputery pierwszej generacji. Drugą próbę podjęto w latach sześćdziesiątych, gdy wprowadzony został minikomputer /przez TRW, Control Data, Digital Equipment oraz inne firmy/.

Jakkolwiek nie ma nic złego w tym, że specjaliści od konstruowania układów elektronicznych dopuszczeni są do konstruowania procesorów dla komputerów, to oddanie w ich ręce projektowania kompletów instrukcji dla komputerów jest wysoce niewłaściwe. Wynika to stąd, że konstruktorzy układów nie rozumieją, że komplet rozkazów dla komputera jest językiem /patrz Allison/. Przy projektowaniu tych kompletów rozkazów metodą kolejnego opracowywania pojedynczych instrukcji ci inżynierowie popełnili niewybaczalny grzech z punktu widzenia projektanta języka, zapomnieli mianowicie o tym, że elementy języka należy traktować zespołowo i że jedność języka oraz jego możliwości funkcjonalne powinny być zdeterminowane przez jego zamierzone użytkowanie.

Komplety instrukcji powinny być projektowane w ten sposób, aby zmniejszały złożoność programowania i aby umożliwiały uzyskiwanie programów niezawodnych i łatwych do modyfikowania. Te cele pozostają takie same w przypadku, gdy programy opracowuje programista jak i wówczas, gdy czyni to kompilator języka programowania.

Frederick Clegg przedstawia tę sprawę w taki oto sposób:

"Można mieć mało wątpliwości co do tego, że wpływ mikroprocesorów opartych o układy scalone dużej skali integracji na nowoczesną technikę okaże się w ostatecznym rachunku tak wielki jak wpływ tranzystorów oraz monolitycznych układów scalonych. Istnieją jednak podstawy do obaw, że rewolucja mikroprocesorowa może się zakończyć jako jedna z najbardziej bolesnych i trudnych rewolucji technicznych naszych czasów. A przyczyną tego jest fakt, że wielu spośród tych, którzy chcieliby się przyczynić do tego, aby potencjalne możliwości mikroprocesorów były wykorzystane, pochodzą z dziedzin, które ich słabo przygotowały do efektywnego wykonania tego zadania" /patrz Clegg/.

We wczesnych stadiach rozwoju mikroprocesorów, ograniczenia w zakresie zagęszczania układów /ilości bramek logicznych przypadających na jedną kostkę/ powodowały, że konstruowanie komputerów ze słowami o dużych długościach było niepraktyczne. Priorytet, który przemysł udzielał obudowom dwurzędowym z szesnastoma i mniej końcówkami był przyczyną tego, że transfer słów o dużej długości do oraz z mikroprocesora był uciążliwy. W wyniku tego wczesne mikroprocesory posiadały słowa danych oraz słowa rozkazowe o długości mniejszej niż 16 bitów /na ogół 4 lub 8/. Teraz stało się jasne, że jeśli stosowane będą słowa krótsze od 16 bitów, to dla wielu zastosowań wydajność procesora będzie niedostateczna. Doprowadziło to do tego, że konstruktorzy mikroprocesorów zaczęli łączyć technologię mikroprocesorów jednopodzespołowych ze starą techniką konstruowania układów logicznych zwaną "segmentowaniem bitów". W tej metodzie układy kilku mikroprocesorów krótkosłowowych przyłączane są do mikroprocesora sterującego, a cały zespół funkcjonuje jako jednostka centralna długosłowowa.

Ta wielopodzespołowa technika "segmentowania bitów" oraz mikroprocesor jednopodzespołowy stanowią dwie najpowszechniej stosowane obecnie architektury mikroprocesorów. Metoda segmentowania bitow jest wciąż faworyzowana przez konstruktorów mikroprocesorów, którzy starają się wykorzystać cechy charakterystyczne niektórych form układów bipolarnych wyrażające się za pomocą wysokiej szybkości /niskiego zagęszczenia/.

Odkąd główni producenci minikomputerów /DEC, Data General oraz IBM/ wykorzystują technologię mikroprocesorową w najnowszych minikomputerach, stało się prawie pewne, że w najbliższych dwu czy trzech latach minikomputer oparty na mikroprocesorach opanuje architekturę minikomputerową /tabela 1/. Ten zaznaczający się trend stawia na porządku dziennym pytanie, czy firmy wytwarzające mikroprocesory wejdą na rynek minikomputerów z własnymi wyrobami. Dla uzasadnienia negatywnej odpowiedzi na to pytanie wystarczy wskazać, że rynek minikomputerów stanowi jeden z najmniejszych rynków dla mikroprocesorów opartych na układach scalonych dużej skali integracji.

C. URZĄDZENIA PAMIĘCIOWE O MAŁEJ POJEMNOŚCI

Alternatywnym terminem dla określenia urządzeń pamięciowych o małej pojemności jest pamięć główna. Jest to bezpośrednio adresowalna pamięć o dostępie swobodnym /RAM/ oraz/lub pamięć tylko do odczytu /ROM/, która jest niezbędna dla przechowywania programu oraz argumentów. Podczas gdy tradycyjnie do wypełniania tej funkcji służyła technika rdzeni magnetycznych, to większość komputerów /mikro, mini oraz maksi/ wprowadzonych po roku 1975 oferowała pamięć typu MOS LSI, co najmniej do wyboru. Ponieważ koszt liczony na bit jest obecnie niższy dla pamięci typu MOS LSI, niż dla pamięci rdzeniowej, prawdopodobne jest, że kariera tej ostatniej, jako techniki budowy pamięci głównej zbliża się do końca. Na rysunku 1 przedstawiono trend ku wzrastającemu zagęszczeniu dla matryc typu MOS oraz dla ich szybszych i droższych alternatyw, matryc bipolarnych. Koszt liczony na bit

dla matryc typu MOS zbliża się do 0,1 centa i dalej spada, natomiast koszt liczony na bit dla matryc bipolarnych wynosi około 1 centa i spada.

Wymagania dotyczące wielkości pamięci głównej dla mini- oraz mikrokomputerów są wielce zróżnicowane, w zależności od zastosowania i w o wiele mniejszym stopniu w zależności od zaprojektowanego zestawu rozkazów. Typowe rozmiary pamięci głównej wahają się od 256 do 262144 słów, choć "minikomputer" Prime Computer 400 posiada maksymalną pojemność pamięci głównej w rozmiarze 4194304 słów 16-bitowych. Na ogół minikomputery oparte na mikroprocesorach dysponują mniejszymi pojemnościami adresowalnymi pamięci głównej niż ich starsi kuzyni oparci na układach scalonych średniej skali integracji /MSI/. U większości 8-bitowych oraz 16-bitowych mikroprocesorów, które można było nabywać w roku 1976, pojemność adresowa wynosiła 65536 słów.

D. URZĄDZENIA PAMIĘCIOWE O DUŻEJ POJEMNOŚCI

Dysk magnetyczny stanowi najpowszechniej stosowaną technikę dla pamięci o dużej pojemności. W przypadku małych systemów opartych na mikroprocesorach najszerzej stosowanym urządzeniem jest dysk elastyczny. W dużych minikomputerach stosuje się szeroko dyski z ruchomym ramieniem, oparte na technice IBM. W obu przypadkach zwiększają one w poważny sposób ilości danych oraz programów, które są dostępne dla mini- czy mikrokomputerów bez manualnej interwencji /patrz Kolk/. Wśród innych technik, które zostały opracowane dla spełniania tych funkcji, wymienić należy urządzenia sprzężone ładunkiem /CCD/ oraz urządzenia magnetycznej pamięci pęcherzykowej /patrz Pohm/.

Dostosowane do potrzeb mini- oraz mikrokomputerów, systemy pamięciowe na elastycznych dyskach, z pojemnościami kilku milionów bitów, nabyć można w cenie 300-900 dolarów /po ca 0,001 centa za bit/.

Tabela 1

Mikrokomputer kontra minikomputer

Porównanie mikrokomputera z minikomputerem
/funkcjonalnie są one ekwiwalentne/

	DATA GENERAL CORPORATION	
Charakterystyka	Mikrokomputer MICRO NOVA mN601	Minikomputer NOVA 1210
Typ urządzeń	LSI /NMOS/	MSI
Liczba urządzeń	1	Około 200
Okres cyklu pamięci	0,96 µsek	1,2 µsek
Cena	95 dolarów /1/	Około 4000 dolarów /2/
Zestaw rozkazów Nova	Tak /3/	Tak /3/
Oprogramowanie Nova	Tak	Tak

/1/ W ilościach po 500

/2/ W ilościach po 1 /zawiera RAM z 4k słów/

/3/ Brak zmiennoprzecinkowych rozkazów maszynowych

E. URZĄDZENIA PERYFERYJNE

Tradycyjne pojęcie o mini-peryferiach /wejście i wyjście na taśmie papierowej, dalekopis/ zostało wyparte przez dostawców minikomputerow, którzy oferują konfiguracje maksi-komputerowe z terminalami zaopatrzonymi w różnorakie monitory ekranowe, z drukarkami wierszowymi, z wyjściami graficznymi, z czytnikami kart; wszystko podbudowane jest przez różnorakie urządzenia dyskowe. Obecnie sprawy przedstawiają się w ten sposób, że wszystko co jest komputerowym urządzeniem peryferyjnym, może być prawdopodobnie przyłączone do minikomputera. Wyjątki można prawdopodobnie sprowadzić do przypadków specjalnych, takich jak urządzenia

pamięci masowej /np. pamięć Ampex Terabit, pamięć 3850 firmy IBM/.

Podstawowa różnica między peryferiami dla minikomputerów oraz dla komputerów dużych polega na tym, że niektóre firmy skonstruowały specjalne wersje dużych peryferii, w których położono nacisk na niski koszt oraz na małe ilości danych. Jest to szczególnie widoczne w przypadku urządzeń pamięci taśmowej, gdzie kilku sprzedawców oferuje kasety z taśmami oraz kasetowe jednostki taśmowe, których łącza oraz ceny zostały specjalnie zaprojektowane dla mini- oraz mikrokomputerów. Ceny kasetowych jednostek taśmowych kształtują się w granicach kilkuset dolarów.

Do bardziej ezoterycznych mini-peryferii należą:

- system reakcji głosowej /VOTRAX LVM-50 oferowany przez dział łącz głosowych firmy General Screw Works/,
- drukarka /Plotter Altair 7000 firmy MITS/,
- terminal z ekranem zaopatrzonym w pióro świetlne /Megadata Computer oraz Communications Corporation/.

F. OPROGRAMOWANIE SYSTEMOWE

Najbardziej istotnym problemem, z którym spotykamy się przy stosowaniu mini- oraz mikrokomputerów jest oprogramowanie, a w szczególności oprogramowanie systemowe. Problem oprogramowania systemowego posiada dwa aspekty:

- aspekt funkcjonalnej nieadekwatności,
- aspekt niezawodności.

Większość sprzedawców mini- oraz mikrokomputerów jest nastawiona głównie i przede wszystkim na sprawy sprzętowe. Oprogramowanie systemowe nigdy nie zajmuje pierwszego miejsca w ich poczynaniach. Ponieważ ta krytyka odnosi się do trzech dostawców minikomputerów cieszących się największym powodzeniem, a także do trzech największych dostawców mikrokomputerów, użytkow-

nicy muszą sobie radzić bez nich. Ogólnie mówiąc, użytkownicy uciekają się do bardzo drogiego, wykonywanego na zamówienie oprogramowania, dla uzupełnienia oraz/lub zastąpienia skromnych ofert dostawców. Oprogramowanie jest kosztownym elementem użytkowania minikomputerów.

Warto raz jeszcze zacytować Fredericka Clegga:

"Jeśliby nawet większość użytkowników mikroprocesorów była weteranami w dziedzinie opracowywania, konserwowania oraz posługiwania się oprogramowaniem, to istnieje wystarczająca ilość dowodów do przekonania nas o tym, że najistotniejszy krok w nauce efektywnego wykorzystania jakiegoś dającego się programować procesora polega na tym, abyśmy się nauczyli go efektywnie programować. Jednak sytuacja przedstawia się znacznie gorzej. W zatrważająco dużej ilości przypadków ci, którzy tworzą oprogramowanie dla mikroprocesorów nie są weteranami, lecz raczej kompletnymi neofitami w dziedzinie oprogramowania. I nie jest to zbytnim zaskoczeniem. Jak zaobserwowało kilku autorów, użytkownicy mikroprocesorów muszą, częściej niżby się to wydawało, posiadać choćby odrobinę kompetencji w dwu dyscyplinach, w elektronice oraz w programowaniu, i wygląda na to, że łatwiej jest uczynić elektronika choćby minimalnie kompetentnym w programowaniu, niż programistę uczynić minimalnie kompetentnym w elektronice" /patrz Clegg/.

Niemniej jednak, dostawcy mikroprocesorów zaczęli reagować i pod koniec 1976 roku oni, a także kilku dostawców niezależnych dostarczali to co nazwano "systemami rozwojowymi mikrokomputerów" /patrz Braun, Deuel, Krummel, Lee, Microds oraz Opdendyk/. Najważniejszy postęp w tej dziedzinie stanowi koncepcja "emulacji wewnątrzzakładowej"/lub ICE/. Ta koncepcja spokrewniona jest /jeśli nie wywodzi się z niej/ z koncepcją interpretacyjnego wykonania, jako techniką testowania programu oraz usuwania błędów z programu. Zastosowana do testowania systemów opartych na mikroprocesorze, koncepcja ta obejmuje wyposażenie mikroprocesora w instrumenty oraz śledzenie jego zachowywania się na poziomie wykonania rozkazów, a także jego fizyczne /oraz elektryczne/ funkcjonowanie w systemie, który podlega testowi /patrz Krummel/.

Większość minikomputerów, które są obecnie przeznaczane do wykorzystania w dziedzinie gospodarczej, zaopatrzona jest w kompilatory COBOLu, choć jeszcze w 1973 roku ich nie posiadały. W dodatku niektóre minikomputery oparte na mikroprocesorach dopuszczają obecnie COBOL. Należą do nich:

- System 7000 firmy Inforex,
- Micro-Nova firmy Data General,
- LSI-11 firmy Digital Equipment.

INTEL 8080 został uszczęśliwiony pewną liczbą procesorów językowych, które działają bezpośrednio w INTEL 8080 /nie wspominając kilku cross-kompilatorów oraz cross-assemblerów, które tak nie działają/. Należą do nich:

- FORTRAN /dostarczany przez Mini-Software Inc./,
- BASIC /dostarczany przez Ryan-McFarland/,
- PL/M /dostarczany przez INTEL/,
- MICROBOL /Micro-COBOL dostarczany przez IBOL Minicomputer Systems/.

Firma Automation Inc. zaoferowała użytkownikom INTEL 8080 system operacyjny RTX-80 dla przetwarzania w czasie rzeczywistym. Biegnie on na 8080 i realizuje rozdział zadań, sterowanie pracą urządzeń wejścia/wyjścia, a także sterowanie zegarem synchronizującym pracę w czasie rzeczywistym. Poza tym firma Intelligent Computer Systems oferuje dyskowy system operacyjny /DOS/ dla 8080, w oparciu o dyski elastyczne. Te systemy operacyjne nie są oczywiście porównywalne z systemami oferowanymi przez firmę Hewlett Packard dla komputerów HP 1000 oraz HP 3000.

Wobec tego, że większość minikomputerow przeznaczona do wykorzystania w dziedzinie gospodarczej dopuszcza obecnie COBOL, to zaczynają one być wykorzystywane w systemach zarządzania bazą danych /patrz Gibbons/. Systemy Zarządzania Bazą Danych /DBMS/ oferowane są dla co najmniej dziesięciu systemów minikomputerowych, przy czym dostawcami tych SZBD są albo producenci minikomputerów albo też niezależne firmy software'owe. System Za-

rządzania Bazą Danych pod nazwą TOTAL DBMS firmy CINCOM jest obecnie oferowany dla co najmniej sześciu systemów minikomputerowych, czy małych systemów gospodarczych, a SZBD pod nazwą DRS firmy ARAP można nabyć dla trzech systemów minikomputerowych.

C. OPROGRAMOWANIE UŻYTKOWE

Opisane oprogramowanie systemowe stwarza podstawę dla opracowywania oraz eksploatowania oprogramowania użytkowego. Nie ma jednak podobieństwa między warunkami dla rozwoju zastosowań, które zabezpiecza oprogramowanie systemowe mini- oraz mikrokomputerów, a IBM-owskim S/370 OS MVS z TSO. Większość oprogramowania systemowego mini- oraz mikrokomputerów nie spełnia wiązanych z nim wymogów jakościowych, z wyjątkiem nielicznych pakietów oprogramowania systemowego /większość tych wyjątków stanowi oprogramowanie firmy Hewlett Packard/.

Podstawowymi czynnikami, które powodują wysokie koszty opracowywania zastosowań dla mini- oraz mikrokomputerów, są:

- zestawy rozkazów wykorzystują szybkości układów mikroprocesorowych, lecz niepotrzebnie utrudniają programowanie,
- nieodpowiednie narzędzia do opracowywania programów użytkowych,
- oprogramowanie systemu operacyjnego - niekompletne funkcjonalnie, niepewne, niewłaściwie zaprojektowane,
- nieodpowiednie, niewygodne łącza wejścia/wyjścia.

Wysoki koszt opracowania zastosowań użytkowych dla mini- oraz mikrokomputerów przez specjalistów z dziedziny konstruowania systemów, może być częściowo skompensowany dzięki wykorzystaniu dobrze zaprojektowanych narzędzi do opracowywania programów, które dostarczane są wraz z dużymi systemami komputerowymi lub są oferowane przez biura usługowe z zakresu przetwarzania z podziałem czasu. W ten sposób można wykorzystać efekty dużych szybkości przetwarzania oraz wszechstronne narzędzia służące do

opracowania programów użytkowych dla obniżenia kosztów osobowych oraz czasu specjalistów z zakresu konstruowania systemów.

Urządzenia ułatwiające rozwój mikrokomputerów nie są narzędziami programisty programów użytkowych w rodzaju formularzy dla programisty piszącego programy w języku COBOL. Natomiast te narzędzia przeznaczone są dla specjalistów z dziedziny konstruowania systemów, którzy zajmują się obu problemami, tak łączeniem sprzętu jak i opracowywaniem programów komputerowych ukierunkowanych systemowo. Nie ma nic złego w tym poglądzie, lecz wyklucza on w sposób oczywisty możliwość wykorzystywania mikrokomputerów, jako zbyt małych systemów, do zastosowań gospodarczych. Zanim będą one mogły być wykorzystywane do tych celów, specjaliści z dziedziny konstruowania systemów będą musieli stworzyć właściwe warunki dla pracy programistów użytkowych, a więc bibliotekę programów, programy wydawnicze, kompilatory, pomoce do usuwania błędów, a także oprogramowanie dla zarządzania zbiorami. Mało prawdopodobne jest, że będzie się oferowało użytkownikom mini- oraz mikrokomputerów bardziej wszechstronne pomoce oprogramowania użytkowego, takie jak automatyczne generatory programów oraz interaktywne testowanie programów napisanych w COBOLu /czy w PL/1/. Tego rodzaju pomoce bywają rzadko oferowane nawet użytkownikom takich Małych Systemów Gospodarczych jak System 32 firmy IBM lub Reality firmy Microdata.

Większość sprzedawców mini- oraz mikrokomputerów, z kilku wyjątkami /np. Wang/, nie dostarcza pakietów użytkowych. Tak więc, mini- oraz mikrokomputery oddziela od małych systemów gospodarczych oraz od dużych komputerow znaczny zakres ułatwień w dziedzinie oprogramowania użytkowego, a nie ich podstawowa zdolność produkcyjna oraz wydajność.

IV. STOSOWANIE MINI- ORAZ MIKROKOMPUTERÓW W DZIEDZINIE AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA DANYCH

A. MIKROPROCESORY JAKO BLOKI MODUŁOWE W SYSTEMACH AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA DANYCH

Jednym z najbardziej oczywistych zastosowań mikroprocesora jest logiczny układ sterujący /tj. jednostka centralna/ małego komputera. Jest to też jedna z pierwszych dziedzin, na którą zwróciły uwagę firmy produkujące półprzewodniki. Dostarczają one obecnie mikroprocesory firmom produkującym systemy komputerowe, takim jak Digital Equipment oraz Sperry Univac. Jest to tradycyjny rynek dla firm wytwarzających półprzewodniki, a mikroprocesor stał się jednym z wielu urządzeń półprzewodnikowych. W tabeli 2 przedstawiono różnorakie zastosowania mikroprocesorów w systemach komputerowych.

Z drugiej strony, firmy produkujące minikomputery dostarczały zawsze jednostki centralne minikomputerów firmom wytwarzającym komputery, dla tych samych celów /np. seria "Naked Mini" firmy General Automation/. Wydaje się prawdopodobne, że dostawcy minikomputerów utracą ten rynek na korzyść firm produkujących półprzewodniki, jedynie ze względu na ceny. Wyjątkiem będą tu firmy zintegrowane pionowo, takie jak Data General, które wytwarzają własne mikroprocesory.

Podstawą sukcesu mikroprocesorów na tym rynku jest ich zdolność zastąpienia tradycyjnych logicznych układów cyfrowych. Układy te kosztują pięć do dziesięciu razy więcej niż mikroprocesor, który je zastępuje.

B. MINI- ORAZ MIKROKOMPUTERY W SYSTEMACH ROZPROSZONYCH

Rola mini- oraz mikrokomputerów w przetwarzaniu rozproszonym stała się jasna: większość funkcji sterowania terminalami, a także funkcji sterowania siecią transmisji danych może być realizowana w sposób bardziej opłacalny i z większą elastycznością przez urządzenia sterujące, dające się programować /np. przez mini- oraz mikroprocesory/, niż przez nieprogramowane urządzenia sterujące transmisją danych, czy też przez systemy komputerowe, znajdujące się w siedzibie centrali.

Minął już okres rozważania problemu scentralizowanego czy zdecentralizowanego przetwarzania. W istocie rzeczy, przetwarzanie rozproszone już istnieje w postaci inteligentnych węzłów w sieci teletransmisji danych oraz w postaci inteligentnych terminali. Niemniej jednak, można wciąż jeszcze dyskutować na temat, czy zdecentralizowany fizycznie system przetwarzania danych powinien być sterowany centralnie, czy też nie. Stopień autonomii urządzeń zdalnego przetwarzania może być tak różny, jak różny jest stopień autonomii organizacji ludzkich, które także znajdują się w tych oddalonych od centrali miejscach.

Wejście IBM na rynek minikomputerów montowanych w ramach Serii 1 jest raczej oznaką, że IBM ma zamiar dostarczyć cały komplet produktów dla systemów rozproszonego przetwarzania, niż spóźnioną próbą tej firmy wykorzystania dobrze prosperującego /od wczesnych lat sześćdziesiątych/ i wysoce zyskownego /np. Digital Equipment Corporation/ rynku autonomicznych minikomputerów. Ponieważ Seria 1 sprzedawana jest bez dodatkowych i trwałych zobowiązań ze strony producenta, w znacznie większym stopniu niż jakikolwiek uprzednio wprowadzony produkt komputerowy firmy IBM, to jeszcze bardziej upewnia, że IBM nie wierzy w potencjalną dochodowość procesorów komputerowych /już obecnie można znacznie więcej zapłacić miesięcznie za komplet produktów software'owych dla IBM-owskiego Systemu 3, niż za sprzęt, na którym to oprogramowanie ma być wykorzystane/. W stylu sprzedawców minikomputerów firma IBM zaanonsowała bardzo ubogie i bardzo elementarne oprogramowanie systemowe dla Serii 1.

Tabela 2

Mikroprocesory jako składniki systemów komputerowych

Składnik systemu komputerowego	Przykład
Rejestr, Jednostka Arytmetyczna oraz Logiczna /RALU - składnik Jednostki Centralnej/	Motorola 10800
Mikroprogramowana Jednostka Centralna /Procesor sterowania/	Univac BC/7
Sterowanie Hierarchią Pamięci	/Projekt/
Sterowanie Dyskiem Elastycznym	Scientific Micro Systems Floppy Disc
Inteligentne Sterowanie Dyskiem /Back-end processor/	IMS Associates Intelligent Disc
Procesor Teletransmisji Danych /Front-end processor/	Procesor teletransmisji danych oparty na mikroprocesorze firmy Honeywell Inc.
Sterowanie Multi-terminalowe /Sterowanie pękiem terminali/	IBM 3790
Inteligentny Terminal z kineskopem /Video-terminal/	Inforex System 7000
Zdalny Terminal Wsadowy	Unitech UY-2

Ponieważ Seria 1 firmy IBM może być nabywana jako goły minikomputer /tj. procesor, zasilanie w energię oraz pamięć/, to nie jest wykluczone, że Seria 1 wystąpi na rynku procesorów komputerowych. Komputer został tak skonstruowany, aby go można było montować w standardowej 19-calowej ramie.

Plan sprzedaży Serii 1, nie dający klientom wyboru i dopuszczający tylko formę zakupu /a nie np. dzierżawy/ wskazuje dodatkowo, że IBM naśladuje postawę marketingową głównej grupy sprzedawców minikomputerów. Dzięki konkurencyjnym cenom oraz wszechobecnej terenowej służbie serwisowej IBM-u, Seria 1 wydaje się być szczególnie atrakcyjną dla systemów rozproszonego przetwarzania z węzłami, znajdującymi się w odległych miejscach sieci.

Niektórzy obserwatorzy przemysłu komputerowego przepowiadają, że inteligentne węzły sieciowe /np. koncentratory oraz procesory teletransmisji danych/ będą wykorzystywane przez sprzedawców dużych systemów dla kontrolowania penetracji rynku przez sprzedawców składników wymiennych do tych systemów. Będzie to możliwe, ponieważ ci ostatni nic nie wiedzą na temat kompletu rozkazów oraz na temat innych cech charakterystycznych dotyczących realizacji programów w odniesieniu do produktów pochodzących od sprzedawców systemów.

C. INTELIGENTNE TERMINALE

Krytycznym wymaganiem odnoszącym się do wielu zastosowań, które zakładają korzystanie z terminali, jest bezpośrednie współdziałanie z operatorem terminalu. Wymaganie to dotyczy komunikatywnego współdziałania konwersacyjnego z operatorem na bazie ukierunkowanej zastosowaniowo /a nie na poziomie protokołu kontrolnego terminalu/.

Nie jest to to samo co krótki czas reakcji; czas reakcji jest drugim i mniej krytycznym wymogiem stawianym terminalom. Niektóre systemy zapewniają "natychmiastową" analizę wejść operatora oraz "bezzwłoczne" sprzężenie zwrotne do operatora, uwzględniające "poprawność" jego wejścia. Jednak i te systemy nie zapewniają wciąż bezpośrednich odpowiedzi na zapytania wprowadzane przez użytkowników /np. "Ilu ludzi w publikacjach zaplanowało sobie wakacje w lipcu?"/. Wspomniane systemy umieszczają tego typu pytania w harmonogramach do przetwarzania partiowego,

co w wyniku może dawać "czasy reakcji" /tj. czasy transmisji/ wynoszące od kilku minut do kilku godzin.

Szybki czas reakcji, przeznaczony do analizy oraz sprawdzenia poprawności wejścia użytkownika, posiada w tych systemach duże znaczenie psychologiczne, lecz nie jest decydujący dla wydajności systemu. To wymaganie, dotyczące czasu reakcji, może być spełnione przez wykorzystanie inteligentnych terminali /np. opartych na mikroprocesorach/, które zapewniają bardzo szybkie czasy reakcji dla analizy oraz oceny wiadomości. Jeśli takie funkcje zostały uwzględnione w konstrukcji terminalu, to mogą one być realizowane o wiele niższym kosztem, niż byłoby to możliwe przy stosowaniu terminali nieinteligentnych. W przypadku stosowania inteligentnych terminali, koszty linii przesyłowej oraz koszty czasu centralnego przetwarzania zostały zastąpione przez koszty mikroprocesorów zastosowanych w każdej stacji końcowej.

Wracając do pierwszego wymagania dotyczącego "komunikatywnego współdziałania konwersacyjnego z operatorem na bazie ukierunkowanej zastosowaniowo", to oznacza ono istnienie w sposób umiejętny skonstruowanych systemów rozproszonego przetwarzania, które pozwalałyby abonentom na dostęp do centralnie sterowanych baz danych.

W przypadku video-terminali, wprowadzenie mikroprocesorów jako elementów sterujących przynosi oczywiste korzyści ekonomiczne, poza sprawą analizy i oceny wiadomości. Koszt zastosowania nieprogramowanych układów /urządzeń przystosowanych do specjalnych celów, urządzeń przeznaczonych do wypełniania stałej funkcji/ do sterowania video-ekranem jest obecnie wyższy od kosztu realizacji tych samych funkcji przez programowany mikroprocesor. Ponadto, terminal oparty na mikroprocesorze jest elastyczny i można go dostosowywać do zmiany funkcji czy też do rozszerzania funkcji drogą wprowadzania zmian w oprogramowaniu, a nie poprzez zmiany w zespole układów.

Wykorzystanie mikroprocesorów jako składników inteligentnych terminali przynosi także pewne korzyści ekonomiczne oraz funkcjonalne w stosunku do terminali nieprogramowanych ze wzglę-

du na możliwość wprowadzenia funkcji zabezpieczających. Przy zastosowaniu tanich i dających się programować jednostek sterujących, mogą być łatwo instalowane oraz modyfikowane takie funkcje jak kodowanie, autoidentyfikacja terminalu oraz protokoły kontroli transmisji, uwzględniające potrzeby zabezpieczenia danych. Innym przedsięwzięciem kontrolnym, którego wprowadzenie umożliwiają dające się programować elementy sterujące, jest dynamiczne ładowanie programów sterujących pracą terminalu, realizowane z wyznaczonych do tego celu punktów węzłowych sieci teletransmisyjnej /np. systemy komputerowe w siedzibie centrali w hierarchicznie zorganizowanych systemach przetwarzania rozproszonego/.

D. INTELIGENTNE URZĄDZENIA PAMIĘCIOWE

Dostęp do zbioru danych oraz do bazy danych wymaga wykonania znacznej liczby rozkazów procesorowych w nowoczesnych, dużych systemach komputerowych. Jedyną drogą prowadzącą do zmniejszenia obciążenia pracą procesora oraz do uzyskania w ten sposób dodatkowej potencjalnej przepustowości procesora, jest przeniesienie ładunku funkcji związanych z dostępem do zbiorów oraz /lub/ z dostępem do zarządzania bazą danych do urządzenia sterującego pamięcią. Zostało to zrealizowane kilkoma sposobami.

- Firma Cullinane Corporation opracowała system, w którym zarządzanie bazą danych IDMS zainstalowane zostało w minikomputerze, a ten powiązany jest z większym systemem komputerowym. Minikomputer oraz IDMS działają jako bazy danych lub jako inteligentne urządzenie pamięciowe tj. back-end processor. Cullinane twierdzi, że dostarczy cztery takie systemy agendom rządowym Stanów Zjednoczonych.
- W firmie IBM opracowano inteligentne urządzenie pamięciowe, tj. back-end processor, które realizuje rozkazy dostępu do bazy danych /rozkazy DL/1/ w systemie zarządzania bazą danych IMS. Ten eksperymentalny podsystem powiązany jest wzajemnie z konwencjonalnym komputerem IBM S/370.

- Laboratoria firmy Bell zbudowały i wypróbowały inteligentne urządzenia pamięciowe, tj. back-end processor dla komputerów serii UNIVAC 1100, które realizuje rozkazy języka manipulacji danymi systemu DMS 1100.
- Firma IMS Associates wyszła na rynek z opartym na mikroprocesorze "Inteligent Disc System", zaprojektowanym w celu akomodacji oprogramowania systemu zarządzania bazą danych oraz powiązania systemów komputerowych lub inteligentnych terminali.

Przez wiele lat opłacało się, z punktu widzenia kosztów, wykorzystywanie minikomputera do wykonywania funkcji sterowania w jednostce sterującej urządzeń pamięci dyskowej. I istotnie, w wielu takich urządzeniach sterujących wykorzystywane są do tego celu mini- lub mikrokomputery. Inteligentne urządzenia pamięciowe czy komputer bazy danych, oglądany w tym świetle, stanowi logiczne rozwinięcie "inteligencji" urządzenia sterującego pamięcią.

E. AUTONOMICZNE SYSTEMY KOMPUTEROWE MAŁEJ MOCY

Jedynym sposobem dla określenia charakterystyki małych komputerów są ich możliwości funkcjonalne. W tabeli 3 przedstawiono charakterystykę czterech kategorii małych, dających się programować komputerów. Różnice między tymi autonomicznymi komputerami a ich odpowiednikami pracującymi w układzie on-line /np. video-terminale oraz zdalne terminale wsadowe/ mają charakter funkcjonalny, a nie techniczny. W rzeczywistości wiele komputerów autonomicznych posiada dwa oblicza: są one także terminalami. Oto przykłady:

- Indywidualny komputer HP 9830A może być przekształcony na terminal pracujący w układzie on-line przez dodanie modułu pamięci tylko do odczytu ROM oraz nowoczesnego modułu łączącego.
- System 3/10 firmy IBM może działać jako zdalny terminal wsadowy, jeśli go wyposażyć w łącze, umożliwiające połączenie go z linią teletransmisji danych.

. Komputery UNIVAC BC/7 mogą prowadzić między sobą "rozmowy", jeśli są one wyposażone w mikrokodowane łączniki z linią teletransmisji danych.

Tabela 3

Małe autonomiczne komputery dające się programować

Kategoria funkcjonalna	Przykłady
Kalkulator	HP`65
Komputer indywidualny	HP 9830A IBM 5100
Bardzo mały system do zastosowań gospodarczych	UNIVAC BC/7 Wang WCS/30
Mały system do zastosowań gospodarczych	IBM System 3/10 MICRODATA REALITY

Te autonomiczne systemy stanowią właściwe źródła zdolności obliczeniowych w tych przypadkach, gdy nie jest wymagany dostęp do dużych baz danych oraz, gdy nie jest potrzebna komunikacja z innymi komputerami. I te systemy wyposażone są we względnie słabe narzędzia do opracowywania programów, ponieważ nie nadają się one dla zastosowań wymagających dużych programów. Koszty opracowania programów zawierających 1000 i więcej instrukcji, nawet dla największych spośród tych małych "autonomicznych", wypadają bardzo niepomyślnie w porównaniu z kosztami opracowania takich samych programów dla systemów pełnofunkcyjnych /np. HP 3000, IBM 370-145/. Sugeruje to inny sposób tłumaczenia różnic cenowych pomiędzy komputerami, które posiadają tę samą charakterystykę sprzętu pod względem szybkości, mocy oraz bogactwa kompletu

rozkazów. Ta alternatywa została uwypuklona przez Williama Davidowa z Intel Corporation w jego uwagach, które uczynił w roku 1974 odnośnie możliwości przejęcia rynku minikomputerowego przez mikroprocesory. Twierdził on, że mikrokomputery nie stanowią większego zagrożenia dla branży minikomputerowej, aniżeli dostawcy minikomputerów dla firmy IBM. Przepowiedział, że mikrokomputery, minikomputery oraz małe systemy komputerowe do zastosowań gospodarczych będą posiadały:

"... te same zdolności obliczeniowe, lecz mimo to będą sprzedawane przez producentów mikrokomputerów po 200 dolarów, przez producentów minikomputerów po 2000 dolarów oraz przez IBM po 20000 dolarów" /patrz Davidow/.

Jeśli podzielić ceny podane przez Davidowa w roku 1974 przez dwa dla ich uaktualnienia, to jego uwagi bardzo dobrze przedstawiają dzisiejszą sytuację. Davidow argumentował, że przyczyną wspomnianej rozpiętości cen są rożnice w ilości oraz rodzaju pomocy dla klienta. Davidow nie podkreślił tego, że zakres oraz jakość pomocy ze strony sprzedawcy wpływa także na koszty użytkowania. Dla przykładu, koszty, które ponosi użytkownik przy zainstalowaniu generalnego systemu księgowego będą wynosiły przy stosowaniu BC/7*/ firmy UNIVAC /lub Systemu 32*/ firmy IBM/ 2000 dolarów, przy stosowaniu Data General Exlipse 20000 dolarów oraz 200000 dolarów przy stosowaniu INTEL 8085.

---

*/ Przy wykorzystaniu pakietów zastosowaniowych, dostarczonych przez sprzedawcę.

V. STOSOWANIE MINI- ORAZ MIKROKOMPUTERÓW POZA DZIEDZINĄ AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA DANYCH

A. OPRZYRZĄDOWANIE

Obok zastosowania mikroprocesorów w laboratoryjnych przyrządach do pomiarów elektrycznych oraz do generowania sygnałów elektrycznych, są one coraz szerzej stosowane w analogowych oraz w cyfrowych rejestratorach danych. Dalsze zastosowania obejmują między innymi liczniki rozchodu paliwa, kalkulowanie cen sprzedażnych oraz naliczanie należności dla każdej pompy gazowej w lokalnych stacjach gazolinowych. Opracowywany jest obecnie system pomiarów ilości skroplonego gazu naturalnego w kontenerach okrętowych /patrz Falk 1/.

Innym, bardziej ezoterycznym zastosowaniem mikroprocesorów, nad którym pracuje firma Westinghouse, jest system ciągłej kontroli osiowego rozkładu sił w rdzeniach reaktorów nuklearnych.

Wracając do spraw prostych, w samokalibrującym się woltomierzu HP 3455A wykorzystane są dwa mikroprocesory - jeden do sterowania pomiarem parametrów, a drugi do obliczeń.

B. TELEKOMUNIKACJA

Ostatnio skonstruowane w firmie Rapifax urządzenie do zdalnego kopiowania dokumentów oparto na mikroprocesorze. Urządzenie to reprodukuje co 14 sekund dokument przez 19,2 Kb linie teletransmisyjne.

W latach 1980-tych, gdy przez jeden system komunikacyjny przekazywane będą równocześnie głos, dane oraz obrazy graficzne,

układy logiczne dla sieci telekomunikacyjnych będą stanowiły bogaty rynek zbytu dla mikroprocesorów. Wspólnym mianownikiem dla tej rozmaitej informacji będzie prawdopodobnie kodowanie cyfrowe.

C. W SŁUŻBIE CZŁOWIEKA

Jednym z obiecujących zastosowań mikroprocesorów jest ich wykorzystanie w bionice. Protezy takie, jak sztuczne kończyny oraz urządzenia obejściowe, takie jak aparaty do widzenia, są już w drodze. Ostatnia z tych funkcji realizowana będzie za pomocą elektrod wszczepionych na stałe do mózgu pacjenta, które to elektrody będą przekazywały zakodowane obrazy bezpośrednio do ośrodka widzenia w korze mózgowej. Eksperymentalny aparat do widzenia, w którym zastosowano 64-elektrodową matrycę, umożliwił człowiekowi całkowicie ślepemu "odczytanie" tekstu braillowskiego, przekazanego bezpośrednio z minikomputera do jego mózgu /patrz Mladejovsky/. Zespół złożony z inżynierów oraz lekarzy z Harvardu oraz z MIT-u skonstruował na bazie mikroprocesora INTEL 8080 gotowy do stosowania monitor rytmu serca.

D. WYROBY UŻYTKOWE

Oparty na mikroprocesorze automat do gry w piłkę doprowadził technikę mikroelektroniczną połowy lat 1970-tych do tego czym było ostatnio elektryczne urządzenie przekaźnikowe. Tak więc automat do gry w piłkę dzieli technikę logicznych układów sterujących z takimi nowymi grami jak elektroniczny ping-pong oraz gry salonowe prowadzone w oparciu o aparat telewizyjny.

Samochody Tornado 1977 firmy Oldsmobile będą posiadały mikrokomputery jako standardowe wyposażenie. Dziesięciobitowy komputer będzie dostarczony przez firmę Rockwell International i będzie sterował systemem zapłonowym wozu.

Firma wytwarzająca urządzenia wypoczynkowe w RFN wyprodukowała rodzaj roweru do ćwiczeń z wbudowanym monitorem serca. Sy-

stem steruje obciążeniem pedału, kontrolując tempo pulsu użytkownika i zapala nawet światło ostrzegawcze, jeśli nastąpi przemęczenie.

Innym miejscem, w którym należy się spodziewać mikrokomputera jest wnętrze kuchennego pieca mikrofalowego.

W tabeli 4 przedstawiono różnorakie zastosowania mikroprocesorów w wyrobach użytkowych.

Tabela 4

Zastosowania mikroprocesorów w wyrobach użytkowych

Branża	Wyrób /funkcja/	Przykład
Przyrządy	Kalkulatory ręczne	Texas Instruments TL 30
Motoryzacja	Elektroniczne sterowanie iskrą	Tornado Oldsmobile /wprowadzony w 1977/
Hobby	Zestawy części systemu mikrokomputerowego	IMS Associates Microcomputer Kit
Rozrywki	Video gry	Micro Games Inc., Pinball Machine "The Spirit of 76"
Rozrywki	Selekcja ścieżek na płytach gramofonowych	Audio Dynamics Accutrac 4000
Urządzenia kuchenne	Sterowanie piecem mikrofalowym	Amana's Teuchmatic Radarange
Rozrywki	Sterowanie strojeniem telewizora	General Instruments Omega

E. PRODUKCJA

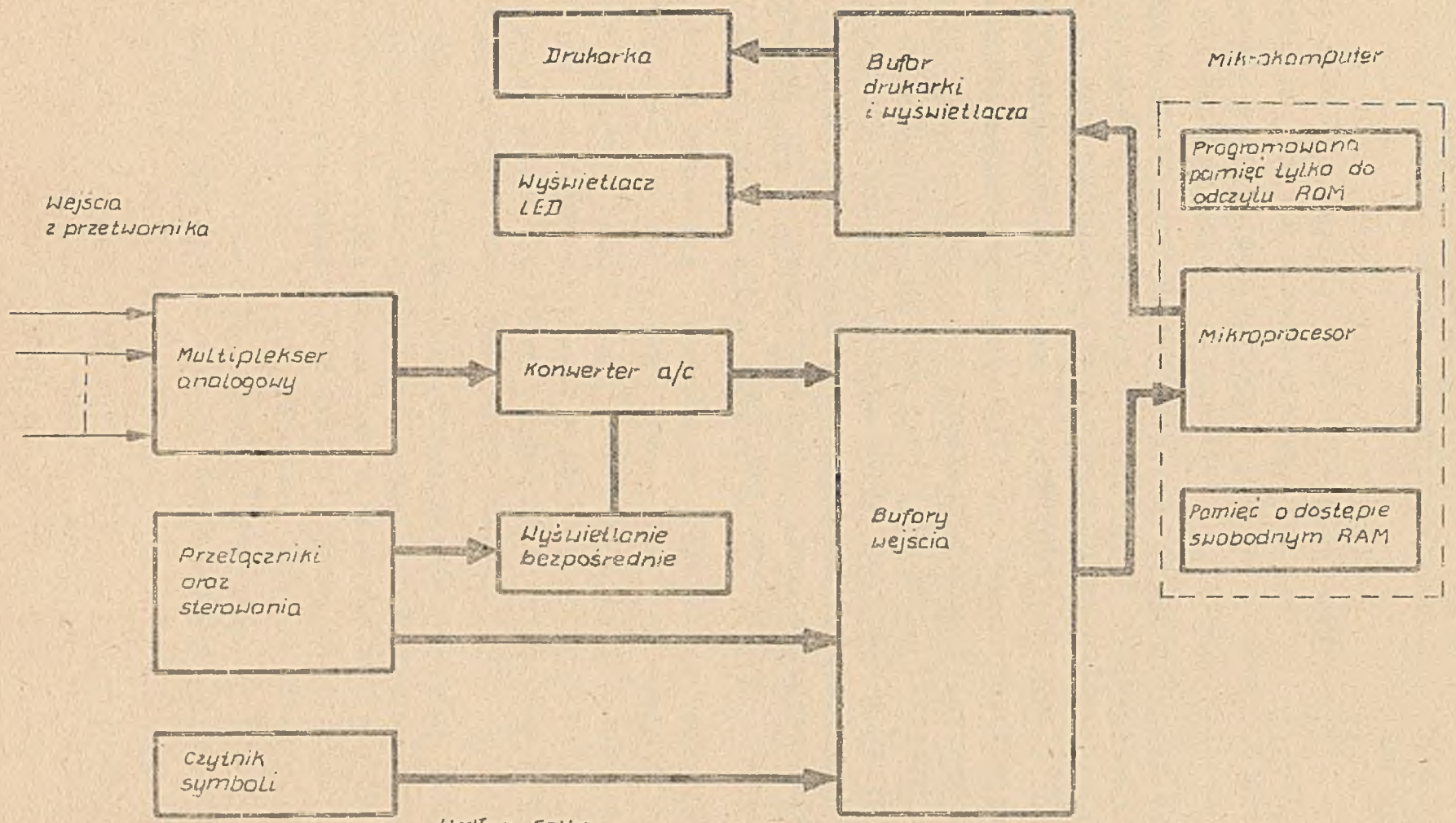
Po latach niepowodzeń odnotowane zostały sukcesy na odcinku automatyzacji fabryk. Najpoważniejszym czynnikiem, który spowodował tę zmianę trendu, jest zmiana strategii. Na miejsce wysiłków które zmierzały do sterowania całym wielooperacyjnym procesem produkcyjnym za pomocą jednego drogiego komputera, inżynierowie przemysłowi przystąpili do automatyzacji indywidualnych stanowisk pracy za pomocą wielu niedrogich komputerów, instalowanych pojedynczo przy tych stanowiskach pracy.

Nawet na bazie automatyzacji stanowisk roboczych osiągnąć można ogromne oszczędności drogą zmniejszenia nakładu pracy oraz ilości wiórów. Dla przykładu, przedstawiony na rysunku 3 przyrząd do automatycznego sprawdzania wymiarów i posuwu umożliwia wykwalifikowanemu pracownikowi obsługującemu maszynę przeprowadzenie operacji osiowania na obrabiarce. Operacje, które kiedyś wymagały trzech dni pracy operatora, teraz mogą być wykonane przez niego w 15 minut.

F. AUTOMATYZACJA PRAC BIUROWYCH

Automatyzacja prac biurowych /AB/ ewidentnie nie znajduje się w zasięgu funkcji automatycznego przetwarzania danych. W rzeczywistości, wysoce wyspecjalizowana funkcja automatycznego przetwarzania danych staje się coraz bardziej izolowana od wielostronnych, amorficznych czynności urzędniczych oraz administracyjnych w "biurze". Automatyczne przetwarzanie danych ukierunkowane jest zastosowaniowo, podczas gdy "biuro" ukierunkowane jest funkcjonalnie.

Otwiera to drogę dla innych technik automatyzacji prac biurowych, które /co najmniej pozornie/ nie kopiują wyposażenia oraz organizacji funkcji automatycznego przetwarzania danych. Przetwarzanie słów jest podstawową funkcją, która zapewnia fundamentalną pomoc, niezbędną dla nowej techniki w dziedzinie automatyzacji prac biurowych. Modułowa, zorientowana na stanowisko pracy technika, przejęta z wielu systemów przetwarzania



Według Falka

RYS. 3. Automatyczny sprawdzian z możliwością mierzenia posuwu i wyświetlania

słów, odbiega od konwencjonalnych systemów automatycznego przetwarzania danych.

Inna różnica oddzielająca te dwie funkcje /APD oraz AB/ polega na tym, że automatyczne przetwarzanie danych ma zazwyczaj do czynienia prawie wyłącznie z numerycznymi oraz alfanumerycznymi elementami danych o ustalonym formacie, podczas gdy automatyzacja prac biurowych /np. przetwarzanie słów/ ma do czynienia prawie wyłącznie ze zmiennymi, podłużnymi sekwencjami numerycznych oraz alfanumerycznych elementów danych. Jest to tekst, w przeciwieństwie do dychotomii, stałego sformatyzowanego zapisu.

Jeśli automatyzacja prac biurowych oraz systemy automatycznego przetwarzania danych połączą się ewentualnie w jedno, to stanie się to via abonenckie bazy danych. System Biurowy 6 firmy IBM pokazuje dysonans, który powstaje wówczas, gdy projektanci usiłują przyczepić funkcje przetwarzania słów do czoła małego systemu gospodarczego, zaprojektowanego dla tradycyjnego przetwarzania operującego rekordami.

VI. PROGNOZA PRZYSZŁEGO ROZWOJU

A. NOWE ZADANIA DLA MIKROPROCESORÓW

Dostępność tanich mikroprocesorów stwarza zastosowania dla tych urządzeń. W tej sytuacji, konstruktor mikroprocesora jest z konieczności całkowicie nieświadomy tego, do czego to urządzenie będzie ewentualnie użyte i wiele lat minie zanim ta nieświadomość zostanie rozwiązana.

Tylko mała część produkowanych mikroprocesorów przeznaczana jest do zastosowań, które istniały już przedtem /np. do jednostek centralnych minikomputerów/. Co więcej, ta część staje się coraz mniejsza, a w połowie lat 1980-tych przemysł wytwarzający systemy informatyczne będzie użytkował nieznaczącą tylko część całkowitej produkcji mikroprocesorów.

Ceny na pracowite jednopodzespołowe mikroprocesory, takie jak INTEL 8085 spadną przed rokiem 1985 do około 1 dolara za sztukę w partiach handlowych /INTEL P4040 był sprzedawany w roku 1976 po 5 dolarów za sztukę w partiach handlowych/. Ten spadek ceny sam przez się wywoła nową falę zastosowań mikroprocesorów /np. inteligentne wyłączniki światła/.

W tabeli 5 przedstawiono przewidywania odnośnie ilości mikroprocesorów, które będzie można znaleźć w małym domku lub w mieszkaniu w roku 1985 /wyłącznie w zakresie hobby oraz wyposażenia profesjonalnego/. Jak wynika z tabeli, telefon rozwinie się w wielofunkcyjną stację końcową. Jeżeli natomiast uwzględnimy w zestawieniu wyrobów samochód właściciela mieszkania, to trzeba będzie powiększyć liczbę mikrokomputerów pięcio- lub sześciokrotnie.

Tabela 5

Użytkowanie mikroprocesorów w mieszkaniach
w roku 1985

Wyrób	Liczba mikroprocesorów
Zegar/kalendarz /wraz z sekundomierzem i budzikiem/	1
Magnetofon/adapter	3
Radio /odbiornik i wzmacniacz/	2
Telefon /klawiaturą, obraz i głos/	3
Maszyna do mycia naczyń	1
Pralka/suszarka	2
Piec mikrofalowy	1
Aparat telewizyjny/gry	3
Sterowanie światłem	2
Alarm przeciw złodziejom	2
Ogrzewanie/klimatyzacja	3
RAZEM	23

B. NOWA ARCHITEKTURA OPARTA NA MIKROPROCESORACH

Konstruktorzy mikroprocesorów opartych na układach scalonych dużej skali integracji oraz architekci systemów komputerowych zaczynają rozmawiać między sobą o konstruowaniu komputerów wieloprocesorowych, których procesory będą mikroprocesorami /tj. multimikroprocesorami/. Te rozmowy prowadzone są na konferencjach i seminariach IEEE/ACM /patrz Borgerson, Fuller, Gonzales, Kuznia, Mazare oraz Vandam/. W tym samym czasie konstruktorzy

mikroprocesorów usiłują skonstruować mikrokomputery specjalne, przystosowane do użytku w komputerach wieloprocesorowych. Przykład przedstawiony jest w tabeli 6.

Tabela 6

Wzrost możliwości funkcjonalnych jednopodzespołowych urządzeń obliczeniowych opartych na mikroprocesorach

	INTEL 8080	INTEL 8085	? ?	? ?
Rok wprowadzenia	1973	1977	1978	1980
Procesorowy układ sterowania	T	T	T	T
Przerwania priorytetowe		T	T	T
Układy szeregowego we/wy		T	T	T
Generator sygnałów synchronizowanych		T	T	T
Kanał multipleksora			T	T
Konwertor analogowo-cyfrowy				T
Programowana pamięć tylko do odczytu /4-161 bitów/				T
Pamięć z dostępem swobodnym /1 - 4 K bitów/				T

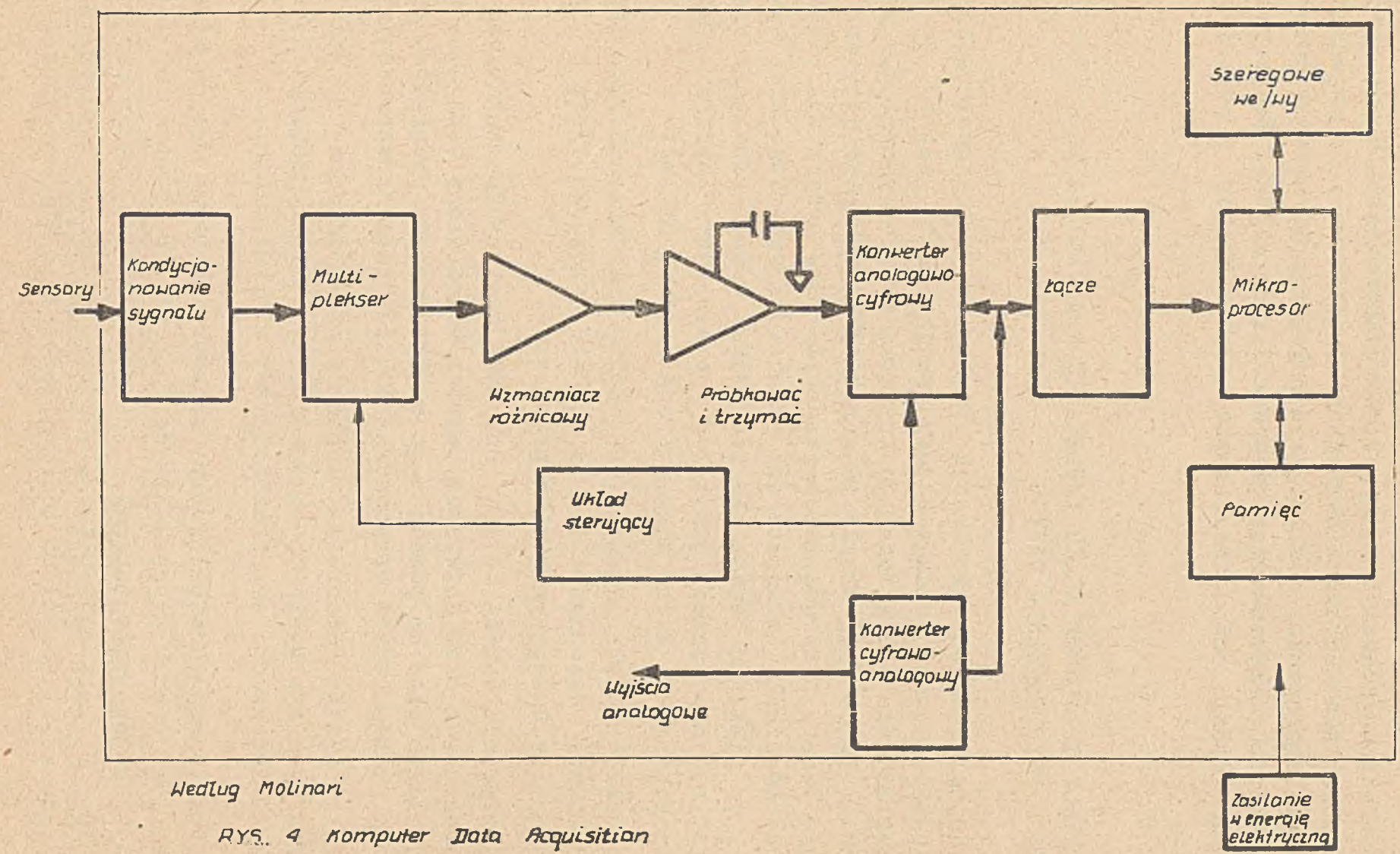
T = tak

Najpoważniejszym nie rozwiązanym problemem w dziedzinie konstruowania multimikroprocesorów jest sprawa wzajemnego łączenia mikroprocesorów. Większość konstruktorów uważa, że problem ten może być rozwiązany, lecz żaden nie jest przekonany, że znalazł na to najlepszy sposób. Wspólnym zadaniem konstrukcyjnym jest takie wzajemne połączenie mikroprocesorów, aby błędy ujawnione w małym odsetku mikroprocesorów /np. w 10 procentach/ mogły spowodować co najwyżej jedno odchylenie od normalnej pracy systemu - niewielki spadek wydajności.

Pracownicy naukowo-badawczy rozwiążą problem wzajemnego łączenia mikroprocesorów około 1980 roku i jeśli metoda, którą się zajmuje Bruce Arden z Princeton, zda egzamin, to termin "szerokość wstęgi" może nabrać bardziej literalnego znaczenia /patrz Arden/. W tej architekturze dużą ilość mikroprocesorów tworzy prostokątną matrycę /czy wstęgę/, bardzo podobną do jakiegoś komórkowego automatu. Moc obliczeniowa takiego multimikroprocesorowego systemu mogłaby być zdeterminowana przez liczbę mikroprocesorów, które mogą działać równolegle /tj. moc mikroprocesorów waha się wraz z szerokością wstęgi/.

Jak wskazuje tabela 6 istnieje zdecydowany trend w kierunku rozszerzenia funkcji jednopodzespołowych procesorów. Temu narastaniu ich funkcji towarzyszy wzrastająca szybkość procesora oraz większe zestawy rozkazów. Jednopodzespołowy mikroprocesor początku lat 1970-tych przeradza się w jednopodzespołowy komputer końca lat 1970-tych, a ten ostatni przekształci się w jednopodzespołowy system komputerowy początku lat 1980-tych. Tak więc, różnice pomiędzy procesorami, komputerami oraz systemami komputerowymi są także dowodem mocno ustalonego trendu w kierunku nagromadzania coraz większej ilości funkcji w pojedynczym urządzeniu półprzewodnikowym. Jak wczesne lata 1970-te przyniosły procesor w jednej kostce, tak wczesne lata 1980-te przyniosą nam system komputerowy w jednej kostce.

Komputer Data Acquisition, którego schemat został przedstawiony na rysunku 4, jest już prawie kompletnym systemem komputerowym. Na tym schemacie wszystkie składniki systemu, z wyjątkiem sensorów, wyjścia analogowego oraz urządzeń wejścia/wyjś-



Według Molinari

RYS. 4 Komputer Data Acquisition

cia, włączone zostały do pojedynczego komputera. W połowie lat 1970-tych ten komputer mógłby być zrealizowany na pojedynczym obwodzie drukowanym, zawierającym mniej niż 50 układów półprzewodnikowych. Konstruktorzy półprzewodników wierzą, że około roku 1980 będzie można zrealizować taki komputer w pojedynczej kostce.

C. TRENDY ROZWOJOWE I ICH IMPLIKACJE DLA PLANOWANIA AUTOMATYCZNEGO PRZETWARZANIA DANYCH

Najdalej idącą implikacją rewolucji mikrokomputerowej dla planowania automatycznego przetwarzania danych, jest to, że zdezaktualizowała ona wczorajsze kryteria wyboru wyposażenia /patrz Yasaki/. To co było zwykle najbardziej drogim rozwiązaniem, może być teraz rozwiązaniem najtańszym. Dla przykładu, inteligentne terminale z monitorami ekranowymi non-video trafiają na rynek po niższych cenach niż ich starsi kuzyni, terminale nieme. "Mniejszy" nie oznacza już także "powolniejszy" /patrz Wichman/. Do innych zasad, które ulegają "odwróceniu" należą:

- Moc obliczeniowa /rozkazy na sekundę/ nie zmienia się wraz z kosztami. Natomiast, moc ta będzie wzrastała wraz z liczbą połączonych wzajemnie mikroprocesorów.
- Funkcje nie zależą od cen; np. małe systemy do zastosowań gospodarczych oraz największy system komputerowy będą opracowywać listy płac za pomocą tego samego pakietu programów, tylko duży system będzie opracowywał 50 list płac "równocześnie".
- Wielki system komputerowy wartości wielu milionów dolarów będzie wykorzystywał tę samą technikę układów scalonych dużej skali integracji co pięciodolarowy minikalkulator.

Dzisiejsza konwencjonalna mądrość na temat dostosowywania kryteriów doboru wyposażenia do funkcji APD będzie w latach 1980-tych tak przestarzała, jak przestarzałe stało się prawo Groscha w latach 1970-tych. Z punktu widzenia maksymalizacji stosunku efektywności do kosztów, może się okazać, że lepiej jest

zakupić do działu konstrukcyjnego kilka minikomputerów /superkalkulatorów/ i oddać własne laboratorium analiz numerycznych w dzierżawę, niż zatrudnić dwóch programistów, opracowujących programy w języku PL/1 i posyłać jednego z nich dwa razy w roku do SHARE*/.

---

*/ Grupa użytkowników komputerów IBM, działająca głównie na terenie Stanów Zjednoczonych A.P.

ZAŁĄCZNIK A: GLOSARIUSZ AKRONIMÓW

- CCD Charge-Coupled Device - Układ sprzężony ładunkiem
- CPU Central Processing Unit - Jednostka Centralna Komputera
- DBMS Data Base Management System - System Zarządzania Bazą Danych
- DIP Dual In-Line Package /circuit/ - Obudowa dwurzędowa /układ w obudowie dwurzędowej/
- DMA Direct Memory Access - Pamięć z dostępem bezpośrednim
- IC Integrated Circuit - Układ scalony
- ICE In-Circuit Emulation - Emulacja wewnątrzzakładowa
- I^3L Isoplanar Integrated Injection Logic /circuit/ - Izoplanarny układ scalony implantacyjny
- LSI Large-Scale Integration /circuit/ - Układ scalony dużej skali integracji
- MOS Metal Oxide Semiconductor /circuit/ - Układ typu MOS
- MSI Medium-Scale Integration /circuit/ - Układ scalony średniej skali integracji
- NMOS N-Channel MOS - Układ typu MOS z kanałem N
- PC Printed Circuit - Obwód drukowany
- PMOS P-Channel MOS - Układ typu MOS z kanałem P
- PROM Programmable ROM - Pamięć tylko do odczytu dająca się programować

- RALU Register, Arithmetic and Logical Unit - Rejestr oraz jednostka arytmetyczna i logiczna
- RAM Random Access Memory - Pamięć o dostępie swobodnym
- SOS Silicon-On-Sapphire /circuit/ - Układ typu SOS
- T^2L Transistor-Transistor Logic /circuit/ - Układ o sprzężeniu tranzystorowo-tranzystorowym TTL
- TTY Teletypewriter - Dalekopis

ZAŁĄCZNIK B: BIBLIOGRAFIA

1. Adix, Mary S.; and Schutz, Henrik A.
"Interpretive Execution of Real-Time Control Applications".
ACM SIGPLAN Notices, Vol.11, No.4 /April 1, 1976/, pp.78-87.

2. Allan, Roger.
"The Failure Tracers".
IEEE Spectrum, Vol.13, No.10 /October 1976/, pp.32-39.

3. Allison, D.R.
"A Design Philosophy for Microcomputer Architecture".
IEEE Computer, Vol.10, No.2 /February 1977/, pp.35-43.

4. Arden, B.W.
"The Interconnection of Microprocessors".
Talk given to Delaware Valley ACM /September 29, 1976/.

5. Bass, Charlie; and Brown, Dean.
"A Perspective on Microcomputer Software".
Proc. IEEE /June 1976/, pp.905-909.
/Contained in special issue on microprocessor technology and applications/.

6. Bennetts, R.G.; and Scott, R.V.
"Recent Developments in the Theory and Practice of Testable Logic Design".
IEEE Computer, Vol,9, No.6 /June 1976/, p.47.

7. Black, David R.
"Converting to a Mini".
Datamation, Vol.22, No.10 /October 1976/, pp.79-83.

8. Borgeson, B.R.
"The Viability of Multimicroprocessor Systems".
IEEE Computer, Vol.9, No.1 /January 1976/, pp.26-30.

9. Bowers, Dan M.
"Systems-on-a-chip: The Revolution in Full Flower".
Mini-Micro Systems. Vol.9, No.5 /May 1976/ pp.74-76.

10. Bowers, Dan M.
"Systems-on-a-chip: Microprocessor Scoreboard".
Mini-Micro Systems, Vol.9, No.7 /July 1976/, pp.42-48.

11. Bowers, Dan M.
"Minicomputers - Part 1: History and Market Outlook".
Mini-Micro Systems. Vol.9, No.5 /May 1976/, pp.40-42.

12. Bowers, Dan M.
"Mini/Micro Computers in the Automative Industry".
Modern Data, Vol.9, No.4 /April 1976/, pp.30-35.

13. Braun, Christine L.
"An Integrated Microprocessor Support Software System".
ACM SIGPLAN Notices, Vol.11, No.4 /April 1, 1976/, pp.57-45.

14. Casilli, Gerald S.
"When Time is of the Essence".
Mini-Micro Systems, Vol.9, No.12 /December 1976/, pp.42-45.

15. Chen, Rober C.; Jessel, Peter G.; and Patterson, Robert A.
"A Microprocessor Controlled Data Switch".
How to Make computers Easier to Use, IEEE Catalog No. 75CH0988-6C, Compcon '75, Fall Committee, pp.221-224.

16. Clegg, F.W.
"Microprocessor Architecture".
IEEE Computer, Vol.10. No.2 /February 1977/, pp.11-12.

17. Conley, Steven W.
"Portable Microcomputer Cross-Assemblers in Basic".
Computer, Vol.8, No.10 /October 1975/, pp.32-42.

18. Coury, Fred F.
"Advanced Architecture and Applications of Microcomputers".
Computer, Vol.9, No.1 /January 1976/, pp.16-18.

19. Cowan, D.D.; Dirkson, P.H.; Graham, J.W.; and Welch, J.W.
"Development of Educational Software Using the DEC PDP-11".
SIGPLAN Notices, Vol.11, No.4 /April 1, 1976/, pp.109-112.

20. Davidow, W.
"Threat from Micros Disavowed".
Computerworld /March 27, 1974/, p.28.

21. Deuel, D.R.; and Gault, J.W.
"An Integrated Hardware/Software Microprocessor Based Development System".
How to Make Computers Easier to Use, IEEE Catalog No. 75CH0988-6C, Compcon '75, Fall committee, pp.163-165.

22. Falk, H.; and Kaplan, G.
"The Microprocessor Takeover".
IEEE Spectrum, Vol.13, No.4 /April 1976/, pp.44-49.

23. Falk, H.
"Computers: All Pervasive".
IEEE Spectrum, Vol.14, No.1 /January 1977/, pp.38-42.

24. Fuller, S.H.; Siewiorek, D.P.; and Swan, R.J.
"The Design of a Multi-Micro-Computer System".
The 3rd Annual Symposium on Computer Architecture, IEEE Catalog No.75CH1043-5C /January 19-21, 1976/, pp.123-124.

25. Fulton, David L.; and Thomas, Richard T.
"A Minicomputer-Based Information System for a Small Business".
Computer, Vol.9, No.9 /September 1976/, pp.24-28.

26. Gibbons, Fred M.
"The Mini's Impact on Data Base Management Systems".
Mini-Micro Systems, Vol.9, No.11 /November 1976/, pp.26-29.

27. Gilder, Jules H.
"Home Computing, Home Computing".
Computer Decisions, Vol.8, No.11 /November 1976/, pp.38-42.

28. Gonzalez, Mario J.Jr.
"Workshop Report: Microprocessor Architecture and Systems".
Computer, Vol9, No.9 /September 1976/, pp.49-51.

29. Gorman, Walter; and Brussard, Michel.
"Minicomputer Programming Languages".
ACM SIGPLAN Notices, Vol.11, No.4 /April 1, 1976/, pp.4-15.

30. Gray, Michael T.
"Microprocessors in CRT Terminal Applications: Hardware/Software Tradeoffs".
Computer, Vol.8, No.10 /October 1975/, pp.53-59.

31. Hiles, John.
"The Second Asilomar Workshop on Microprocessors".
Computer, Vol.9, No.7 /July 1976/, pp.64-65.

32. Anon.
"Home TV Game Chip Plays Six Games".
Electronics /October 30, 1975/, pp.32-34.

33. Anon.
8080 Preliminary Specification, Revision 1.
INTEL Corp., Santa Clara, CA /1973/.

34. Jarosz, Marty B.
"Minicomputers - Microcomputers - Peripherals".
Mini-Micro Systems, Vol.9, No.5 /May 1976/, pp.79-88.

35. Jurgen, R,K.
"Software /and Hardware/ for the 'Medics'".
IEEE Spectrum, Vol.13, No.4 /April 1976/, pp.40-43.

36. Kartashev, Steven 1.
"A Microcomputer with a Shift-Register Memory".
IEEE Trans on Computers, Vol.C-25, No.5 /May 1976/,
pp.470-484.

37. Kehl, Theodore H.
"Basil Architecture - An HLL Minicomputer".
The 3rd Annual Symposium on Computer Architecture.
/January 19-21, 1976/, pp.86-92.

38. Kieburtz, R.B.; and Hennessy, J.L.
"TOMAL, A High Level Programming Language for Microprocessor Process Control Applications".
ACM SIGPLAN Notices, Vol.11, No.4 /April 1, 1976/,
pp.127-133.

39. Kitai, Reuven; Renji, Istvan; and Vajda, Ferenc.
"Using a Microprocessor in a Walsh-Fourier Spectral Analyzer".
Computer, Vol.9, No.4 /April 1976/, pp.27-31.

40. Klein, Stanley.
"Microcomputers in Data Acquisition: A Case Study".
Mini-Micro Systems, Vol.9, No.10 /October 1976/, pp.66-69.

41. Kolk, A.J., Jr.
"Low-Cost Rotating Memories: Status and Future".
IEEE Computer, Vol.9, No.3 /March 1976/, pp.6-7.

42. Korn, Granino A.
"A Proposed Method for Simplified Microcomputer Programming".
IEEE Computer, Vol.8, No.10 /October 1975/, pp.43-49.

43. Krummel, L; and Schultz, G.
"Advances in Microcomputer Development Systems".
IEEE Computer, Vol.10, No.2 /February 1977/, pp.13-19.

44. Kuznia, Ch.; Kober, R. and Kopp, H.
SMS 101 - A Structured Multimicroprocessor System With Deadlock - Free Operation Scheme".
The 3rd Annual Symposium on Computer Architecture /January 19-21, 1976/, pp.122-123.

45. Laliotis, T.A.; and Brummett, T.D.
"A Microprocessor-Controlled DIC Test System".
Computer, Vol.8, No.10 /October 1975/, pp.60-67.

46. Lane, C.J.; and Ito, M.R.
"MPL-85: A High-Level Microprogramming Language Compiler".
How to Make Computers Easier to Use, IEEE Catalog No. 75CH0988-6C, Compcon '75, Fall Committee, pp.49-52.

47. Larsen, David G.; and Rony, Peter R.
"Microcomputers: How to Put Them to Work".
How to Make Computers Easier to Use, IEEE Catalog No. 75CH0988-6C, Compcon '75, Fall Committee, pp.159-162.

48. Lee, Edward.
"An Alternative to Development Systems".
Mini-Micro Systems, Vol.9, No.12 /December 1976/, pp.45-47.

49. Lewis, T.G.
"Minis in Business: An International Perspective".
IEEE Computer, Vol.9, No.9 /September 1976/, p.5.

50. Lennon, W.J.; Baatz, E.L.; Collussi, S.; and Kinnear, K.E., Jr.
"Using a Distributed Mini-Computer Network to Automate a Biochemical Laboratory".
ACM SIGPLAN Notices, Vol.11, No.4 /April 1, 1976/, pp.156-164.

51. Mazare, G.
"A Few Examples of How to Use a Symmetrical Multi-Microprocessor".
Proc. 4th Symposium on Computer Architecture, ACM/IEEE /March 1977/.

52. McDonald, Donald.
"Beware the Microprocessor".
Mini-Micro Systems, Vol.9, No.5 /May 1976/, pp.78-79.

53. Mennie, Don.
"Electronic Gamesmanship".
Spectrum, Vol.13, No.12 /December 1976/, pp.26-29.

54. Anon.
"Microcomputer Kits".
Mini-Micro Systems, Vol.9, No.12 /December 1976/, pp.22-23.

55. Anon.
"Microcomputer Development Systems".
Mini-Micro Systems, Vol.9, No.12 /December 1976/, pp.30-38.

56. Mladejobsky, M.G.
"Blind 'See' with Aid of Artifical Eye".
IEEE Computer, Vol.10, No.2 /February 1977/, p.66.

57. Molinari, F.; and Fishman, A.
"Yesterday, Today and Tomorrow: The Evolution of Data Acquisition".
Mini-Micro Systems, Vol.9, No.9 /September 1976/, pp.32-38.

58. Newcombe, Charles.
"How to Evaluate Microprocessor Instruments".
Spectrum, Vol.13, No.4 /April 1976/, pp.38-39.

59. Noyes, R.N.
"From Relays to MPU's".
IEEE Computer, Vol.9, No.12 /December 1976/, pp.26-30.

60. Opdendyk, Terry.
"Software Consideration for Microprocessors".
Computer, Vol.9, No.1 /January 1976/, pp.36-38.

61. Person, E.; and Fu, K.S.
"A Minicomputer Facility for Picture Processing and Pattern Recognition Research".
Computer, Vol.9, No.5 /May 1976/, pp.70-77.

62. Peuto, B,L,; and Shustek, L.J.
"Current Issues in the Architecture of Microprocessors".
IEEE Computer, Vol.10, No.2 /February 1977/, pp.20-25.

63. Pohm, A.V.
"Electronic Replacements for Head-per-Track Drums or Disc".
IEEE Computer, Vol.9, No.3 /March 1976/, pp.16-20.

64. Raymond, Jacques; and Banerji, D.K.
"Using a Microprocessor in an Intelligent Graphics Terminal".
Computer, Vol.9, No.4 /April 1976/, pp.18-25.

65. Reyling, G., Jr.
"Considerations in Choosing a Microprogrammable Bit-Sliced Architecture".
IEEE Computer, Vol.7, No.7 /July 1974/, pp.26-29.

66. Riddle, Tom; and Zatyko, Dan.
"Minicomputers- Dough on the Go: Inside an EFT System".
Computer Decisions, Vol.8, No.3 /March 1976/, pp.26-30.

67. Stein, Philip.
"The Adolescent Minicomputer".
Computer Decisions, Vol.8, No.11 /November 1976/, pp.52.56.

68. Sugiura, N.; Yamamoto, M.; Hamachi, M.; and Hayashi, T.
"A Mini-Based Banking System".
ACM SIGPLAN Notices, Vol.9, No.9 /September 1976/, pp.29-37.

69. Teener, M.D.
"Minicomputers and Microcomputers: Microcomputers - Part 2".
Mini-Micro Systems, Vol.9, No.6 /June 1976/, pp.44-57.

70. Temple, R.H.; and Devlin, S.S.
"The Use of Microprocessors as Automobile On-Board Controllers".
Computer, Vol.7, No.8 /August 1974/, pp.33-36.

71. Thomas, L.J.,Jr.; Blaine, G.J.; Gerth, V.W.,Jr. and Hagen. R.W.
"Continuous Monitoring of Physiologic Variables with a Dedicated Minicomputer".
IEEE Computer, Vol8, No.7 /July 1975/, pp.30-35.

72. Torrero, Edward A.
"Bubbles Rise from the Lab".
Spectrum, Vol13, No.9 /September 1976/, pp.28-31.

73. Twitty, Roy.
"The LSI Microprocessor".
Mini-Micro Systems, Vol9, No.5 /May 1976/, pp.76-78.

74. Ramseyer, R.R.; and Van Dam, A.
"A Multi-Microprocessor Implementation of a General Purpose Pipelined CPU".
Proc. 4th Symposium on Computer Architecture, ACM/IEEE /March 1977/.

75. Ward, Ann R.
"LSI Microprocessors and Microcomputers: A Bibliography".
Computer, Vol.7, No.7 /July 1974/, pp.35-39.

76. Ward, Ann R.
"LSI Microprocessors and Microcomputers: A Bibliography, Continued".
Computer, Vol.9, No.1 /January 1976/, pp.42-53.

77. Watson, Gordon M.
"FORTRAN - Fact vs. Fantasy".
Inforsystems, Vol.22, No.9 /September 1975/, pp.54-56.

78. Leavitt, D.
"UK Tests Show Some Minis Outperform Bigger CPUs".
/Report on work of B.A.Wichman/
Computerworld /December 25, 1974/, pp.1-2.

79. Williman, A.O.; and Jelinek, H.J.
"Introduction to LSI Microprocessor Developments".
Computer, Vol.9, No.6 /June 1976/, pp.39-40.

80. Winder, R.O.
"Microprocessors in Consumer Markets".
Computer, Vol.9, No.1 /January 1976/, pp.39-40.

81. Wirsching, Joseph E.
Computer of the 1980's - Is It a Network of Microcomputers?"
How to Make Computers Easier to Use, IEEE Catalog No. 75CH0988-6C, Compcon '75, Fall Committee, pp.23-26.

82. Yasaki, Edward K.
"The Mini: A Growing Alternative".
Datamation, Vol.22, No.5 /May 1976/, pp.139-142.

83. Zschau, Edwin V.W.
"The IBM Diskette and Its Implications for Minicomputer Systems". Computer, Vol.6, No.6 /JUne 1973/, pp.21-29.

Cena zł 92.-