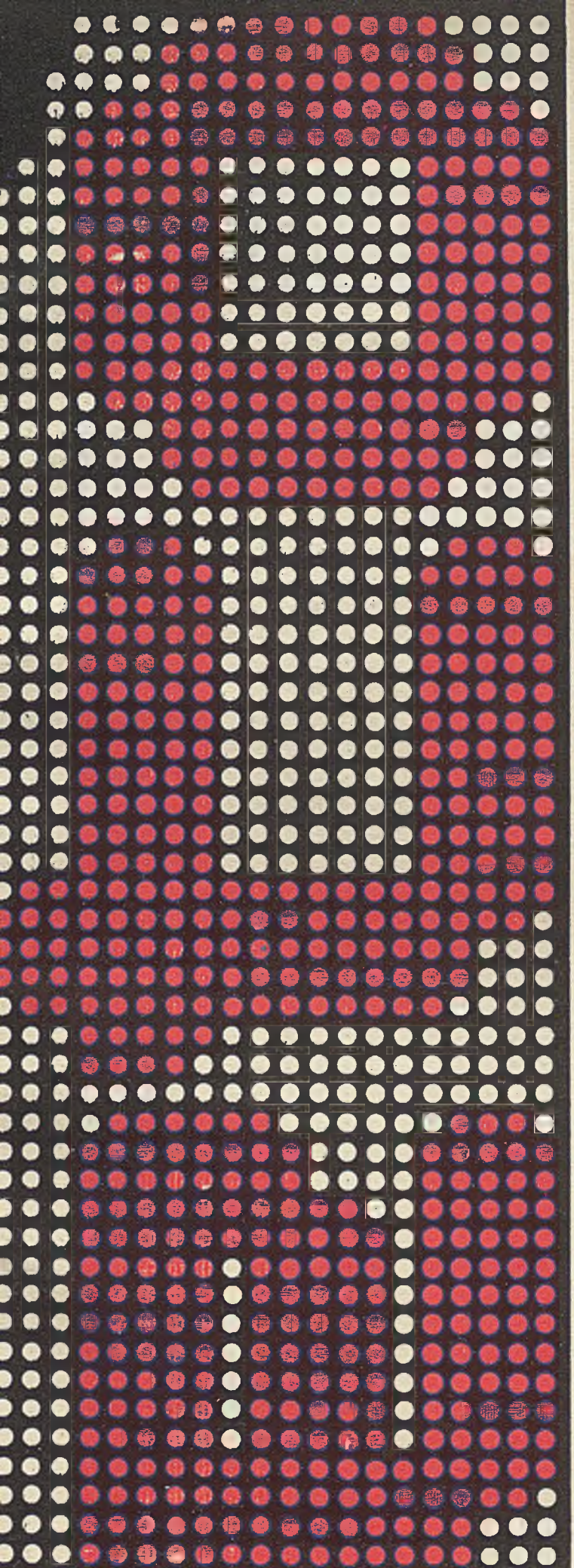


elektroniczna technika obliczeniowa

P 3057/75

NOWOŚCI NR 2 1975

ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU AUTOMATYKI I APARATURY POMIAROWEJ „MERA"

INSTYTUT MASZYN MATEMATYCZNYCH BRANŻOWY OŚRODEK INTE

P.3057/75

ELEKTRONICZNA TECHNIKA OBLICZENIOWA
N O W O Ś C I

Rok XIV Nr 2 1975

S p i s t r e ś c i

str.

dr Adam HUCULAK: Obecne znaczenie i oczekiwane kierunki rozwoju komputerów biurowych 3

mgr inż. Mąrek HOŁYŃSKI: Problemy niezawodności strukturalnej układów LSI 74

inż. Wojciech WIŚNIEWSKI: Wytwarzanie matrycy soczewek 86

JAK PRACUJE TRANSLATOR

mgr Tomasz KRAWCZYK: Metody analizy składni typu generacyjnego 102

Wydaje

INSTYTUT MASZYN MATEMATYCZNYCH
Branżowy Ośrodek Informacji Naukowej Technicznej
i Ekonomicznej

KOMITET REDAKCYJNY

Jerzy Dańda (red.nacz.), Hanna Drozdowska (sekr.red.),
Antoni Kwiatkowski, Ryszard Patryn, Zbigniew Świątkowski

Adres redakcji: Warszawa, ul.Krzywickiego 34
tel.28-37-29 lub 21-84-41 w.431

Druk IMM zam. 59/75 nakł. 1800 egz. pap. offset kl. III g. 90. B-58.
INDEKS - 35804/35709

ETO NOWOŚCI Nr 2/1975

dr Adam HUCULAK

Instytut Maszyn Matematycznych

681.322-181.4.001.6:651

OBECNE ZNACZENIE I OCZEKIWANE KIERUNKI ROZWOJU KOMPUTERÓW BIUROWYCH

1. Zapotrzebowanie na nowoczesny sprzęt przetwarzania danych

Zarządzanie procesem gospodarczym w warunkach współczesnego poziomu rozwoju techniki i organizacji pracy jest niezwykle skomplikowane i składa się z wielu różnorodnych elementów. System zarządzania zmierza do koordynacji działania poszczególnych elementów organizacji. Działanie systemu zarządzania przejawia się w formie emisji informacji i zachodzących na tej podstawie procesów informacyjno-decyzyjnych. Strumienie informacyjne są odwzorowaniem procesów materialnych. Funkcjonowanie produkcji materialnej zależy od jej poznania i adekwatnego dla niej modelu informacyjnego. Model informacyjny wymaga właściwego doboru środków informatycznych.

W miarę postępu techniki, elementy techniczne odgrywają coraz większą rolę w procesie przepływu informacji. Pojawia się konieczność stosowania elektronicznej techniki przetwarzania danych, gdyż napływ danych zarówno na wejściu, jak i na wyjściu jest zbyt wielki, aby konwencjonalna technika przetwarzania mogła sprostać.

Zdrowy rozsądek dyktuje dążenie do dostosowywania sprzętu do konkretnych wycinkowych zadań i ludzkich, dość ograniczonych możliwości. Wyrazem tych dążeń był import do Polski urządzeń średniej techniki przetwarzania danych z krajów KK. W ten sposób na rynku krajowym znalazły się urządzenia typu:

- Log Abax 4200
- Log Abax 3200
- Litton ABS Seria 1200

- NCR 446
- Olivetti Auditronic 770 oraz inne.

Z NRD sprowadzono urządzenia typu Cellatron 8205.

Wreszcie pod koniec 1973 r. pojawiła się reklama automatu obrachunkowego polskiej produkcji typu MERA 302. Jego producent obiecuje dostarczyć w najbliższych latach na rynek krajowy kilka tysięcy sztuk tego typu urządzeń. Przedstawiona sytuacja wskazuje, że istnieje zapotrzebowanie i zainteresowanie urządzeniami średniej techniki przetwarzania danych; naprzeciw tym potrzebom wychodzi produkcja. Niewątpliwie należy podnieść stan wiedzy w zakresie wymienionych urządzeń. Niniejsze opracowanie ma służyć temu celowi przez przedstawienie znaczenia, klasyfikacji i definicji wprowadzanych urządzeń.

2. Krytyczna ocena dotychczasowych poszukiwań definicji urządzeń średniej techniki przetwarzania danych

W przeszłości próbowano zdefiniować, względnie określić miejsce urządzeń średniej techniki przetwarzania danych przez odgraniczenie ich od innych technik przetwarzania danych [6]. Prowadziło to do umiejscowiania urządzeń średniej techniki przetwarzania danych między klasycznymi maszynami biurowymi, a dużymi komputerami. Próby te łączyło pewne podobieństwo co do przyjmowania punktów rozgraniczających. Za kryteria przyjmowano cechy techniczne (hardware) urządzeń, ceny lub koszty względnie nawet przebieg rozwoju historycznego. Dokonanie takiego podziału technik przetwarzania danych ma pewną wartość z punktu widzenia porządkującego, trzeba jednak stwierdzić, że dzisiejsze możliwości urządzeń rozpatrywanej klasy, zarówno w aspekcie ilościowym, jak i jakościowym, nie stwarzają podstaw do takiego rozgraniczenia.

Nazwa "urządzenia średniej techniki przetwarzania danych" oczywiście zadowalała ich producentów, którzy w większości wywodzili się z kręgów producentów maszyn biurowych [4]. W nowym brzmieniu oddawała ona z powodzeniem sens zwiększonych możliwości sprzętu. Ponadto uważano, że jest ona technologicznie uzasadniona swoim pośrednim usytuowaniem pomiędzy klasyczną techniką maszyn biurowych i komputerami.

Należy zdać sobie sprawę z dwóch nieco przeciwbieżnych tendencji, które z konieczności musiały zaciążyć na rozwoju urządzeń średniej techniki przetwarzania danych. W początkowym okresie rozwoju urządzenia te różniły się od komputerów dużych ponieważ często miały sztywne oprogramowanie, sterowanie ich zależało od obsługi, dominowało ręczne wprowadzanie danych zmiennych, tym niemniej kierunek postępu w tej dziedzinie urządzeń był uzależniony od wyników badań naukowych i wdrożeń w sferze dużych komputerów (EMC).

Obserwowano dwie tendencje rozwoju:

- wzrost możliwości urządzeń średniej techniki (przechodzenie od sztywnego programowania do swobodnego, wprowadzenie pamięci zewnętrznych itp.),
- zmianę struktury urządzeń peryferyjnych dużych komputerów w celu przygotowywania urządzeń końcowych, przez co uzyskuje się dane nadające się do przetwarzania na EMC częściowo przetworzone.

Na tym tle oczywiste jest, że granice techniczne stały się płynne. Z płynności granic wynikają trudności sklasyfikowania, z których zdać sobie sprawę możemy jeszcze wyraźniej, jeżeli przyjrzymy się liczbie 25 synonimów spotykanych w NRF, wymienionych przez prof. E. Grochlę [3]. Synonimy te tworzono bądź z punktu widzenia przeznaczenia urządzeń

- Büro-Computer - przy ukierunkowaniu przedmiotowym,
- Volkscomputer - przy ukierunkowaniu podmiotowym,

bądź ze względu na wielkość urządzeń

- Mittelklasse-Computer,
- Kleincomputer,
- Minicomputer,

bądź ze względu na sposób przetwarzania

- Direktdatenverarbeitungsanlagen,

bądź ze względu na charakter wykonywanych prac

- Abrechnungsautomaten,

bądź też ze względu na organizację systemu przetwarzania

- Einzelrechenstelle,
- Satellitenrechner.

Obserwujemy wzrastające możliwości zastosowań urządzeń średniej techniki przetwarzania danych.

Ze względu na import tych urządzeń do Polski oraz podjęcie krajowej ich produkcji, jest rzeczą słuszną i uzasadnioną podjęcie próby ich zdefiniowania oraz przedstawienie możliwości i warunków zastosowań.

3. Rozwój średniej techniki przetwarzania danych

W jednostkach gospodarczych występuje wiele wewnętrznych powiązań między ich komórkami. Powiązania te mają swe materialne uzasadnienia. Organicznie związane z powodzeniem jednostki gospodarczej są "więzi organizacyjne", które wynikają ze statutowych jej zadań. Drogi przepływu zasobów między komórkami nazywamy "sprzężeniami organizacyjnymi".

Szczególnie nas interesującym typem więzi jest więź "informacyjna". Więź informacyjna ma na celu zapewnienie sprawnego wykonywania obowiązków, przez przekazywanie niezbędnych informacji o wszelkich stanach rzeczy oraz ich zmianach. Więzią "służbową", "funkcjonalną" i "techniczną" [14] zajmuje się Zieleniewski. Oczywiście, wzrost liczby sprzężeń organizacyjnych osłabia sprawność funkcjonowania więzi informacyjnej.

Szczególna rola w zarządzaniu jednostkami gospodarczymi przypada informacji ekonomicznej. W celu zapewnienia jak najlepszej informacji ekonomicznej powinniśmy dążyć do możliwie małej liczby sprzężeń organizacyjnych.

Informacja ekonomiczna obejmuje charakterystykę zjawisk gospodarczych, zawartych najczęściej w danych pierwotnych, które po ich przetworzeniu prezentowane są w określonych przekrojach zagadnieniowych, w celu jej wykorzystania w zarządzaniu [13]. Treść - charakteryzuje określone zjawiska gospodarcze. Natomiast charakter przekrojów zależy od dziedziny, wymagań użytkownika i odbiorcy informacji.

Wobec takiego ogromu zadań technika klasycznych maszyn biurowych okazała się bezsilna i wobec tego poprzestawała na rozwiązywaniu tradycyjnych zadań, łącznie z księgowaniem i fakturowaniem.

Duże elektroniczne maszyny cyfrowe EMC ze względu na swój koszt oraz konieczność odpowiedniego przygotowania zastosowań natrafiały na barierę możliwości ich powszechnego wdrażania. W tym to czasie, tj. w latach pięćdziesiątych i sześćdziesiątych zaczęto usuwać dotychczasową przepaść pomiędzy komputerami a maszynami biurowymi. Początku likwidowania tej przepaści należy upatrywać w dostawieniu do maszyn księgujących urządzenia do tworzenia maszynowych nośników danych 1958 r. [5].

Rozwój doprowadził do dość wyrównanego przejścia między technikami przetwarzania danych, klasyczną i elektroniczną oraz średnią i dużą.

Proces dalszego doskonalenia średniej techniki przetwarzania danych postępował szybko naprzód i objął elementy techniczne, urządzenia peryferyjne, system operacyjny, języki programowania itp.

Jako przykład można podać, że wśród elementów technicznych nastąpił rozwój jednostki centralnej, konsoli, drukarki itp. W jednostce centralnej rozwój dotyczył głównie arytmometru, przy konsoli klawiatury, a w przypadku drukarek - zasadniczo mamy na myśli drukarki mozaikowe. W ramach urządzeń peryferyjnych rozwinięto stosowanie dysków, kaset z taśmami magnetycznymi, dostosowywanie urządzeń do transmisji danych itp.

Elementy techniczne stają się coraz bardziej uniwersalne i pozwalają na zwiększanie uniwersalności ich zastosowań.

Producenci sprzętu zapewniają możliwość posługiwania się językami programowania wyższego rzędu oraz większą modułowość: od powszechnego stosowania assemblera, dochodzi się do częstego posługiwania się językiem COBOL lub innymi tego rzędu językami. Powszechnie stosuje się programy pomocnicze (standard-utilities).

Urządzenia średniej techniki, które początkowo miały zastąpić maszyny do księgowania i fakturowania, obecnie często jeszcze zachowują formę maszyn do księgowania, mają jednak większość cech komputera.

Granice między średnią techniką i komputerami wyraźnie zacierają się.

Postęp techniczny w rozwoju elementów i technik pamięci stworzył warunki techniczne i software´owe dla pełnego usatysfakcjonowania potrzeb użytkowników. Zestawy urządzeń z bogatym wyposażeniem w urządzenia peryferyjne zaczęto nazywać systemami. Pojęciem systemu operuje wielu producentów. Przykładowo - Nixdorf Computer oferuje System 880/65, IBM System 3 i System 7, Singer/Friden, System Ten (10) [1]. Poprawia się relacja między wydajnością urządzenia i jego ceną. Systemy, jako wyraz nowych i doskonalszych urządzeń, otwierają drogę szerszemu i stale bardziej specjalistycznemu i złożonemu zakresowi zastosowań w gospodarce i zarządzaniu.

Powstaje cała bogata panorama rodzin systemów i ich modeli ze zróżnicowanymi urządzeniami peryferyjnymi oraz oprogramowaniem.

Przegląd systemów dla trzech krajów Europy Zachodniej z punktu widzenia doświadczeń ze stosowaniem średniej techniki obliczeniowej:

- podano w załączniku nr 1 [1] - dotyczący Wspólnoty Brytyjskiej
- podaje pozycja literatury [10] - dotyczy Francji
- podaje pozycja literatury [5] - dotyczy RFN

Ponadto najnowsze osiągnięcia z tej dziedziny, które prezentowano na Targach Hannowerskich, omówił Fischbach [2].

Rozwój techniki omawianych urządzeń, który doprowadził do stosowania pojęcia systemu, jak również rozszerzenie ilościowo-jakościowe oprogramowania umożliwiły wykorzystywanie znanych metod technologicznych przetwarzania. W konsekwencji powstały warunki do znacznego rozszerzenia dziedzin zastosowań tychże urządzeń.

Wyrazem wszechstronności zastosowań jest zestawienie dziedzin, do których urządzenia te wdrożono na terenie wspólnoty Brytyjskiej, a które obejmują (szczegóły zob. załącznik nr 2)[1]:

- sprzedaż,
- zamówienia,
- zakupy,
- zatrudnienie,
- finanse,
- zapasy,
- produkcję,
- transport,
- inne instytucje finansowe,
- technikę,
- szkolnictwo,
- lecznictwo,
- matematykę i statystykę,
- inne.

Dziś już możliwości tych urządzeń nie można rozpatrywać w sposób zamknięty i ograniczony. Oferowane systemy są w stanie rozwiązywać takie problemy, które jeszcze przed niewielu laty były trudne do rozwiązania, nawet przez duże komputery.

Ciężar problemu przesunął się z zagadnień technicznych na zagadnienia software. Dziś istota trudności sprowadza się głównie do właściwych koncepcji zastosowań. W zasadzie nie jest już najistotniejszy doskonalszy hardware lecz przede wszystkim sposób rozwiązania problemu za pomocą istniejącego bogactwa środków. W centrum uwagi leży dostarczenie, względnie opracowanie takiej "organizacji" przetwarzania, która uwzględniłaby potrzeby kompleksowego i zintegrowanego zapotrzebowania na informacje[1].

Tam, gdzie chwilowe potrzeby lub możliwości nie uzasadniają wdrażania dużych komputerów, znajduje pełne uzasadnienie wdrażanie urządzeń, które poprzednio określiliśmy jako średnią technikę przetwarzania danych.

---

[1] Przez zintegrowanie przetwarzania rozumiemy powiązanie dużych kompleksów zadań, w których istniałaby możliwość uwzględnienia różnorodności zadań wynikających z podziału pracy i wzajemnego oddziaływania przepływu środków rzeczowych.

Rozwinięte cechy tych urządzeń w pełni mogą sprostać poprzednio określonym wymaganiom i potrzebom więzi informacyjnej większości organizacji gospodarczych w Polsce chociaż same urządzenia nie zawsze są realizacją "snów o potędze" dużego komputera.

4. Charakterystyka podstawowych elementów technicznych i oprogramowania urządzeń średniej techniki przetwarzania danych

4.1. Charakterystyka podstawowych elementów technicznych

Ogólna struktura urządzeń średniej techniki przetwarzania danych jest podobna do struktury komputerów. Składają się na nią cztery podstawowe grupy urządzeń:

- jednostka centralna z pamięcią operacyjną, arytmometrem i sterowaniem,
- wejście,
- wyjście oraz
- pamięć zewnętrzna.

4.1.1. Jednostka centralna

Głównymi elementami jednostki centralnej są:

- pamięć operacyjna,
- arytmometr oraz
- blok sterowania.

Pamięć operacyjna służy do przechowywania rozkazów i danych. Spotyka się następujące typy pamięci operacyjnej:

- na rdzeniach ferrytowych (Kienzle 5000),
- na sztabkach ferrytowych (Nixdorf),
- bębnowe (Litton ABS 1200),
- dyskowe (NCR 400) oraz
- magnetostrykcyjne (Olivetti Auditronic 770).

Ze względu na strukturę rozróżnia się pamięci o stałej lub o zmiennej długości słów. Przy stałej długości słów zestawia się więcej miejsc pamięci w jednostkę techniczną do przetwarzania. Typowa długość wynosi 16 miejsc. Zmienna długość słowa wywodzi się z dążenia do unikania redundancji pamięci.

Innym kryterium oceny pamięci jest jej podział. Mówi się o urządzeniach z rozdzieloną pamięcią roboczą i programową lub - jeśli tego rodzaju podziału brak - o urządzeniach z "żywotną" pamięcią.

Z punktu widzenia formy przedstawiania programów daje się przeprowadzić podział na formy swobodne (w pamięci ferrytowej) i stałe (tablice programowe).

Ze względu na miejsce występowania pamięci programowej wyróżnia się "wewnątrz" i "na zewnątrz" części centralnej.

Jednym z najbardziej charakterystycznych parametrów pamięci są ich wielkości mierzone pojemnością. Pamięci są zbudowane według zasady modułowości. Przez dodanie bloków pamięć może być dostosowana do zwiększonych wymagań. Poniższa tabela podaje najbardziej typowe rozmiary pamięci przy 16-miejscowej długości słowa.

Tab. 1

Typowe skoki pojemności pamięci wewnętrznej

Słów	Miejsc	K-miejsc
16	256	0,25
32	512	0,5
64	1024	1
128	2048	2
256	4096	4
512	8192	8
1024	16384	16

Do zwiększenia pojemności pamięci dąży się często drogą uzupełniania ich kasetami pamięci programowej.

Czas dostępu w sposób zasadniczy określa szybkość przetwarzania urządzeń. Średni czas dostępu pamięci dyskowej, bębnowej i impulsowej przy średniej technice przetwarzania danych mieści się w obrębie 10... 30 milisekund (ms, 10^{-3} s). W pamięci rdzeniowej czas cyklu leży w obrębie od 2 mikrosekund µs, 10^{-6} s do 2 milisekund. Najczęściej spotyka się czasy cyklu od 2... 5 µs.

Przy średniej technice przetwarzania danych znaczenie wewnętrznego czasu przetwarzania jest ograniczone, ponieważ dominujące znaczenie mają czasy wejścia i wyjścia, szczególnie przez klawiaturę.

Ogólnie można zauważyć, że pamięci urządzeń średniej techniki przetwarzania danych są mniejsze od pamięci dużych komputerów.

Arytmometr urządzenia wykonuje operacje arytmetyczne oraz logiczne operacje porównywania i przesunięć. Jego budowa odpowiada konstrukcjom dużych komputerów. Arytmometr wyposażony jest w sumator, a rejestry spełniają funkcje pamięci danych (NCR 446 P ma 5 słów rejestrów przynależnych do arytmometru).

Urządzeniem steruje mikroprogram. Czasy przetwarzania przy urządzeniach średniej techniki przetwarzania danych są dość duże w porównaniu z analegicznymi czasami dużych komputerów, ale nie jest to ich wadą.

Urządzenie sterujące - obok pamięci i arytmometru - jest jednym z najważniejszych komponentów jednostki centralnej.

Jego zadania można ująć następująco:

- sterowanie programem,
- sterowanie dostosowawcze, tj. nadzór nad częściami maszyny o różnych szybkościach pracy.

Przy sterowaniu programem, każdą pojedynczą instrukcję przekazywaną do urządzenia sterującego nazywamy rozkazem. Komplet rozkazów dotyczących wykonania określonego opracowania tworzy program przetwarzania. Przebieg programu zależy od konstrukcji i liczby występujących rozkazów.

Sterowanie dostosowawcze sprawuje funkcje koordynujące szybkość pracy i zapewnia jej rytm oraz synchronizację między jednostką centralną i urządzeniami peryferyjnymi.

4.1.2. Urządzenia wejścia

Drugim po jednostce centralnej elementem urządzenia jest jednostka wejścia. W ramach jednostki wejścia - wyodrębnia się następujące urządzenia:

- klawiaturę,
- jednostkę do przetwarzania kont magnetycznych,
- czytnik konta magnetycznego,
- czytnik kart dziurkowanych,
- czytnik taśmy dziurkowanej,
- czytnik kart obrzeżnie dziurkowanych oraz
- pozostałe urządzenia wejścia.

Klawiatura jest charakterystyczną dla urządzeń średniej techniki przetwarzania danych drogą wprowadzania danych. Przy wyposażeniu urządzeń w czytniki, pamięci zewnętrzne lub urządzenia do przetwarzania kont magnetycznych dąży się do ograniczenia wykorzystania klawiatury, do wprowadzania danych programowych i zmiennych przy przetwarzaniu. Klawiatura nadaje przetwarzaniu na urządzeniach średniej techniki przetwarzania danych cechy bezpośredniego przetwarzania danych z dokumentu z pominięciem maszynowych nośników.

W zależności od rodzaju danych rozróżnia się:

- teksty (znaki alfanumeryczne),
- cyfry (znaki numeryczne) oraz
- rozkazy.

Stąd też urządzenie rozporządza trzema oddzielnymi funkcjonalnymi polami klawiszy, którymi są klawisze:

- alfanumeryczne,
- numeryczne oraz
- funkcyjne.

Odrębną klawiaturę numeryczną wprowadzono dla wygody obsługi i w celu zwiększenia wydajności.

Wyposażenie w jednostki do przetwarzania kont magnetycznych jest osobliwością tej grupy urządzeń, która zwiększa przez to ich możliwości zastosowań gospodarczych.

Do jednostki przetwarzającej konta magnetyczne zalicza się wszystkie urządzenia techniczne potrzebne do przetwarzania kont magnetycznych, a szczególnie:

- urządzenia do wciągania kont,
- głowice odczytujące i zapisujące wraz z kanałem łączącym z pamięcią wewnętrzną,
- drukarkę,
- urządzenia do wyrzucania kont[1].

Czytnik konta magnetycznego spełnia tylko niektóre funkcje jednostki do przetwarzania kont, lecz jej nie zastępuje. Funkcjami tymi są:

- wyciąganie kont,
- odczytywanie danych i przekazywanie ich do pamięci oraz
- odkładanie kont.

W czytnikach kart dziurkowanych stosuje się karty 80-kolumnowe. Szybkości odczytu zależą od rodzaju odczytu. Przy odczycie elektromechanicznym osiąga się od 15-150 kart/min. Najczęściej średnia wynosi 100 kart/min. Odpowiada to szybkościom 20-200 znaków/s. Przy odczycie fotoelektrycznym odczytuje się od 100 do 400 kart/min, co odpowiada 140-540 znakom/s.

Czytniki taśmy dziurkowanej są elektromechaniczne lub fotoelektryczne. Przy odczycie elektromechanicznym odczytuje się od 20 do 200 znaków/s, a przy fotoelektrycznym od 40 do 650 znaków/s. Automaty pracują na taśmach 5 i 8 kanałowych. Długość taśmy wynosi 200-325 m. Jej pojemność w znakach waha się od 80 ooo do 130 000 przy gęstości zapisu 10 znaków na cal.

Karty obrzeżnie dziurkowane mają zalety taśm i kart. Czytniki kart obrzeżnie dziurkowanych są identyczne z urządzeniami do czytania taśm (NCR 446).

---

[1] Zob. A. Huculak: Konto magnetyczne. ETO NOWOŚCI nr 3/1973.

Przetwarzanie dokumentów z pismem magnetycznym odbywa się na urządzeniach współpracujących z automatami on-line Philips Data 8000, NCR 420 .

4.1.3. Urządzenia wyjścia

Trzecim typowym elementem urządzenia automatu obrachunkowego jest jednostka wyjścia.

W ramach jednostki wyjścia wyodrębniamy następujące urządzenia:

- urządzenie drukujące,
- urządzenie do prowadzenia formularzy,
- jednostkę do przetwarzania kont magnetycznych,
- dziurkarkę kart dziurkowanych,
- dziurkarkę taśmy dziurkowanej,
- dziurkarkę kart obrzeżnie dziurkowanych,
- pozostałe urządzenia wyjścia.

Jednostki drukujące (różnych urządzeń) są to maszyny do pisania; różnią się między sobą przede wszystkim zasadą drukowania, formą druku i wydajnością drukowania.

Ze względu na zasadę drukowania rozróżnia się drukarki pracujące szeregowo i równolegle.

Z punktu widzenia form pracy wyróżnia się maszyny pracujące na zasadzie drążka czcionkowego (kowadełka), kulistej główki z czcionkami lub kółka z czcionkami. Na obraz pisania wpływa między innymi odstęp między środkami sąsiednich znaków. Wynosi on 2,6 mm. Najczęściej spotykaną szerokością nośnika formularzy czyli liczbą znaków w wierszu jest 130-150. Siła przebijania oscyluje między 6 a 15 czytelnymi odbitkami. Najsilniejsze są drukarki wahadłowe, kolejne miejsce zajmują drukarki z głowicami kulistymi, a najsłabsze są typu kółkowego z umieszczonymi na obwodzie czcionkami (Litton).

Dotychczas wymienialiśmy tylko cechy drukarek zaopatrzonych w nośniki czcionek. Inną grupę stanowią drukarki bez nośników czcionek, które tworzą znaki w rzeczywistym punkcie czasu. Wymienić wśród nich trze-

ba drukarkę igłową mozaikową lub matrycową mającą przed sobą dużą perspektywę. Rozwiązanie takie mają Log Abax 4200 i Nixdorf 880.

Poniżej podajemy orientacyjne wydajności przy drukowaniu szeregowym w zależności od zasady drukowania.

Zasada drukowania	Wydajność znaków/s
drukarka wahadłowa	12,5 - 15
szybka drukarka wahadłowa	18 - 22,5
drukarka wahadłowo-karuzelowa	22 - 44
drukarka z głowicą kulistą	15,5 - 20
drukarka z kółkiem z czcionkami	25 - 60
drukarka igłowa	50 - 200

Zadaniem urządzenia do prowadzenia formularzy jest prowadzenie i transport formularzy w czasie procesu przetwarzania.

Do urządzeń technicznych tej grupy zalicza się:

- urządzenia do wprowadzania kont oraz
- urządzenia do prowadzenia formularzy ciągłych.

Jednostka do przetwarzania kont magnetycznych, jako jednostka wyjścia, spełnia funkcje:

- przenoszenia danych z pamięci wewnętrznej i zapisywania ich na pasku magnetycznym,
- zadrukowywania kont magnetycznych,
- wyrzucania kont magnetycznych lub automatycznego ich odkładania do pojemników.

Często spotyka się dziurkarki kart dziurkowanych. Rozróżnia się sposób ruchu on-line (bezpośredni) oraz off-line (sukcesywne). Przy ruchu on-line sposób pracy sterowany jest przez jednostkę centralną. Przy ruchu off-line sprzęt może pracować niezależnie od jednostki centralnej. Ma to bardzo istotne znaczenie, gdyż taki sprzęt, dostosowany do ruchu off-line, może po odjęciu od jednostki centralnej pracować przy ujmowaniu (rejestracji) danych. Wyżej należy cenić urządzenia, które mogą pracować zarówno w ruchu on-line, jak i off-line.

Wydajność dziurkowania około 15-50 znaków/s.

Do wielu komputerów klawiaturowych podłączone są dziurkarki taśm albo dziurkarki kart. Tylko niektóre urządzenia dopuszczają podłączenie wyłącznie taśmy dziurkowanej (Litton ABS, NCR 446). Przy niektórych urządzeniach jednostkę wyjścia ograniczono tylko do taśmy dziurkowanej (Kienzle 800). Tu uznano, że urządzenie służy wyłącznie do przetwarzania danych bazowych i łączy się taśmami z dalszymi urządzeniami.

Często bywają nawet dwie dziurkarki taśm (Nixdorf 820/35). Pracuje się w kodach 5- i 8-kanałowych.

Najczęściej spotykana wydajność 25-50 znaków/s.

Urządzenia do dziurkowania kart obrzeżnie dziurkowanych są podobne do dziurkarek taśm.

W zakresie pozostałych urządzeń wyjścia godnym wymienienia jest wprowadzanie monitorów ekranowych "display" w celu poprawy komunikacji między siłą obsługującą i urządzeniem. Natomiast w celu przyśpieszenia późniejszego przetwarzania na dużych EMC wprowadza się taśmy magnetyczne jako nośniki danych. Display ma urządzenie Melcolm 83/84. Przykładem jego stosowania może być fakturowanie z nadzorem stanów.

4.1.4. Pamięć zewnętrzna

Czwartym typowym elementem urządzenia średniej techniki przetwarzania danych jest jednostka pamięci zewnętrznej.

W ramach jednostki pamięci zewnętrznej wyodrębniamy następujące urządzenia:

- zbiór kont magnetycznych,
- pamięć kasetowa na taśmie magnetycznej,
- pamięć na dyskach magnetycznych,
- pamięć na bębnie magnetycznym oraz
- pozostałe pamięci zewnętrzne.

Uporządkowany zbiór kont magnetycznych stanowi pamięć zewnętrzną. Pamięć ta łączy w sobie cechy pamięci sekwencyjnej i pewne cechy dostępu swobodnego. Za uznaniem zbioru kont magnetycznych za pamięć sekwencyjną przemawia brak maszynowego dostępu do całości zbioru. Za uznaniem zbioru kont magnetycznych za pamięć o swobodnym dostępie przemawia fakt, że ręcznie trafia się do poszczególnych rekordów.

Pamięć kasetowa na taśmie magnetycznej jest typową pamięcią zewnętrzną. Taśma magnetyczna czyli właściwe medium pamięci jest wymienna (wymienna pamięć z dostępem sekwencyjnym). Taśmę magnetyczną wprowadza się do kasety, jako pętlę (Kienzle 5000, 6000) lub na szpuli nośnej, tak jak przy dużych komputerach (Nixdorf 820, Ruf 70). Pamięci te zalicza się do podstawowych urządzeń peryferyjnych. Steruje nimi mikroprogram. Najważniejszą czynnością tych pamięci jest ich współpraca przy tworzeniu i zapamiętywaniu programów. Pamięci kasetowe nie są masowymi pamięciami do przetwarzania danych.

Pamięć na dyskach magnetycznych jest typową pamięcią masową. Jest to pamięć znana przy technice komputerowej. Medium nośnym jest gładko wypolerowana płyta aluminiowa o średnicy 35,56 cm z powłoką magnetyczną. Jeden lub więcej (2-6) dysków na jeden napęd traktowany jako jeden stos (wieża). Między dyskami są szczeliny. Dyski obracają się z szybkością 1500-25000 obrotów/min. Dyski mogą być wymienialne lub na stałe przytwierdzone do wieży. W urządzeniach średniej techniki przetwarzania danych mogą występować kombinacje stałych i wymiennych pamięci dyskowych. Wymienna może być część wieży (stosu Nixdorf 880).

Dostęp do ścieżek zapewnia system głowic magnetycznych. Jednostka dyskowa ma własną jednostkę sterującą ruchem dysku i dostarczaniem danych.

Omawiając pamięć dyskową w aspekcie struktury trzeba zaznaczyć, że liczba ścieżek przy komputerach klawiaturowych wynosi 200, a przy EMC 500.

Tab. 2

Charakterystyka pojemności dysków

Urządzenie	Liczba dysków na napęd	Liczba napędów przy jednostce sterującej	Liczba jednostek sterujących przy jednostce centralnej	Ogólna pojemność	Czas dostępu
Log Abax 4200	1	2	2	$5,6 \times 10^6$ byte	20
Nixdorf 880	6	2	2	$28,26 \times 10^6$ byte	42,5
Philips P 350	1	5	1	$5,12 \times 10^6$ miejsc po 4 bity	450

Pamięć bębnową w urządzeniach średniej techniki przetwarzania danych spotyka się jako pamięć wewnętrzną oraz - chociaż rzadziej - jako pamięć zewnętrzną. Objętość takiej pamięci w porównaniu z pamięcią dyskową jest mała. Czas dostępu jest krótszy (Litton ABS 1200).

4.1.5. Wydajności urządzeń średniej techniki przetwarzania danych

Celem wyrobienia sobie poglądu na wydajność lub możliwości urządzeń średniej techniki przetwarzania danych pożądane jest dokonanie pewnego porównania z analogicznymi możliwościami dużych komputerów.

Porównanie szybkości wprowadzania i wyprowadzania danych podaje poniższa tabela.

Tab. 3

Porównanie szybkości wprowadzania i wyprowadzania danych na komputerach biurowych i na dużych komputerach

Rodzaj sprzętu do wprowadzania lub wyprowadzania danych	Komputery biurowe	Duże komputery[x]
Czytnik kart dziurkowanych	15-400 kart/min	280- 1350 zn/s
Dziurkarka kart dziurkowanych	15- 50 zn/s	100- 500 zn/s
Czytnik taśmy dziurkowanej	20-200 zn/s	140- 1500 zn/s
Dziurkarka taśmy dziurkowanej	18-120 zn/s	30- 200 zn/s
Drukarka	10- 60 zn/s	850-10000 zn/s

[x] Mertens P.: Industrielle Datenverarbeitung, Wiesbaden 1969, str. 199.

Jeszcze bardziej interesujące dane, pochodzące z tego samego źródła, ukazują różnice pojemności pamięci zewnętrznej.

Tab. 4

Porównanie pojemności pamięci zewnętrznej komputerów biurowych i dużych komputerów

Rodzaj pamięci	Komputery biurowe	Duże komputery
Pamięć dyskowa wymienna	$2{,}6.10^4$-$7{,}24.10^6$ bytów	2-207.10^6 bytów
Pamięć bębnowa	3.10^6 znaków /po 4 bity	0,6-130.10^6 bytów
Pamięć kasetowa taśma magnetyczna	$1{,}6.10^4$ znaków po 4 bity $3{,}2.10^5$ bytów dla każdej kasety	$20\text{-}65.10^6$ bytów na taśmie
Pamięć rdzeniowa	do $5{,}2.10^4$ znaków po 4 bity	do 2.10^6 bytów

4.2. Oprogramowanie

W procesie przetwarzania danych rola oprogramowania w trosce o właściwe wykorzystywanie urządzeń stale wzrasta. Tylko powiązanie urządzeń programami pozwala trafnie rozwiązywać problemy zastosowań gospodarczych. W wyniku zrozumienia tych praw i prawd pojawia się wiele rozwiązań programowych, a szczególnie systemy rozkazów, techniki podprogramów i języki programowania.

Obszar oprogramowania dotyczący urządzeń średniej techniki przetwarzania danych obejmuje:

1) oprogramowanie użytkowe oraz
2) oprogramowanie systemowe.

Oprogramowanie użytkowe przeznaczone jest dla użytkowników urządzeń, którzy w ogóle mogą nie chcieć zajmować się programowaniem. Dostają oni określone dziedziny typowo rozwiązane w sposób uniwersalny.

Oprogramowanie użytkowe dzieli się na:
- problemowe oraz
- branżowe.

Oprogramowanie problemowe dzieli się na:
- funkcjonalne,
- proceduralne,
- dotyczące metod matematycznych oraz
- segmenty programów funkcjonalnych.

Przykładami oprogramowania funkcjonalnego są programy obejmujące dziedzinę księgowości majątkowej, księgowości dłużników i wierzycieli, obliczania wynagrodzeń brutto i netto. Przykładem oprogramowania proceduralnego technologicznego jest program rozwiązujący zagadnienie sortowania w konkretnych warunkach sprzętowych. Są to programy pomocnicze (utilities), które rozwiązują podstawowe funkcje programowania jednorazowo.

Istnieje cała grupa podprogramów do rozwiązywania różnych zagadnień matematycznych, takich jak np. rozwiązywania funkcji matematycznych.

Ponadto istnieją rozwiązania modułowe (segmenty programów), z których można generować programy, nawet takie jak dla księgowości finansowej lub majątkowej.

Oprogramowanie branżowe zorganizowane jest w biblioteki programów podstawowych. Programy te dostosowane są do organizacji wzorów stosowanych formularzy i nośników danych. Rozróżnia się tu oprogramowania według użytkowników, a szczególnie rozróżnia się oprogramowania podobnych dziedzin dla handlu, przemysłu lub transportu. Typowym przykładem branżowego oprogramowania jest oprogramowanie wystawiania masowych rachunków za usługi komunalne. Prace nad oprogramowaniem branżowym mają dużą przyszłość, są doceniane, ale są dopiero w stanie początkowym.

Oprogramowanie systemowe spełnia dwa podstawowe zadania:

- zmierza do optymalizacji wykorzystania sprzętu oraz
- udzielania pomocy użytkownikom w rozwoju oprogramowania.

Wśród programów zmierzających do optymalizacji wykorzystania sprzętu można wymienić następujące:

- mikroprogramy operujące sprzętem,
- oprogramowanie bazowe, które umożliwia wykonywanie poszczególnych operacji job i sprawuje funkcje nadzoru przebiegu pracy oraz
- programy pomocnicze, jak np. kopiowanie kart, taśm i testowanie.

Często spotykamy się z dostosowaniem urządzeń do wykonywania specyficznych funkcji. Do tego celu służą specjalne klawisze funkcyjne, przy których naciśnięciu jeden rozkaz z zasady umożliwia wykonanie jakiejś funkcji czyli jest odpowiednikiem rozkazu w języku wyższego rzędu.

Oprogramowanie systemowe (system programs) stanowi uzupełnienie hardware'u i umożliwia jego wykorzystanie. Spotykane oprogramowanie systemowe spełnia funkcje:

- otwierania systemu initial program loader ,
- nadzorowania supervisor ,
- sterowania WE/WY (IOCS - input-output-control system),
- wprowadzania programów zastosowaniowych, testowania i zabezpieczania danych.

Elastyczność i komfort systemu rozkazów odróżnia średnią technikę przetwarzania danych od techniki stosowanej przy EMC.

Różnica systemu rozkazów sprowadza się głównie do listy rozkazów i ich budowy.

Istotne różnice obserwuje się ze względu na liczbę typów rozkazów logicznych, modyfikacji adresów, adresowania względnego oraz techniki podprogramów.

Dla użytkowników mają szczególne znaczenie systemy programowania czyli języki programowania i translatory.

Języki programowania dzielimy na ukierunkowane maszynowo i problemowo. Ze względu na wymaganie przez języki problemowo ukierunkowane skomplikowanych kompilatorów, należy ogólnie stwierdzić, że stosunkowo powszechniej występują języki maszynowo ukierunkowane, których realizacja jest tańsza.

W ramach języków maszynowo ukierunkowanych ze względu na ich poziom dojrzałości można wyróżnić:

- języki maszynowe,
- języki programowe częściowo symboliczne oraz
- assemblery.

Języki maszynowe są już dziś rzadko stosowane np. Kienzle 40 .

Przy językach częściowo symbolicznych część operacyjna rozkazu jest podana w formie mnemotechnicznej, natomiast część adresowa w cyfrach dziesiętnych. Języki częściowo symboliczne spotyka się dość często w praktyce (np. przy urządzeniu typu Friden język SWIFT).

Najwyższy stopień języków ukierunkowanych maszynowo reprezentują assemblery. W tych językach zarówno część operacyjna jak i adresowa rozkazu reprezentowana jest przez symbol alfanumeryczny. Przejście z języka typu assemblera na język maszynowy wymaga specjalnego programu tłumaczącego, czyli assemblera.

Bardzo zróżnicowane są długości assemblerów przy poszczególnych typach urządzeń. Potwierdza to tabela 5.

Tab. 5

Zapotrzebowanie na pamięć dla assemblerów

Urządzenie	Zapotrzebowanie na pamięć
Anker ADS 2100	200 słów à 13 miejsc
Burroughs L 2000	1280 słów à 16 miejsc
Kienzle 5000/6000	12 K miejsc
Nixdorf Serii 820/Ruf Serii 70	384 słów à 16 miejsc
Philips Electrologica Data 8000	512 słów à 16 miejsc
Philips Electrologica Data P 350	600 słów à 16 miejsc

We wdrażaniu języków problemowo ukierunkowanych hamującą rolę odgrywają wymagania minimalnie niezbędnej pamięci i tym samym koszty, tym niemniej języki te stale rozwijają się szczególnie w grupie największych typów urządzeń nas interesujących. Od kilku lat znany jest "Kienzle-FORTRAN" oraz KEYBOL Nixdorfa. FORTRAN Kienzla wymaga jednak 12 K miejsc pamięci à 6 bitów.

KEYBOL był przeznaczony dla urządzeń serii 880. Do urządzenia typu Logabax 4200 dostosowany jest język LOGOL. Przy serii 900 Nixdorf Dr N. Eskelson (Computer Praxis 2/72) podaje już następujące oprogramowanie:

- assembler,
- RPG,
- COBOL (ANSI, poziom 1 przy 32 KB),
- FORTRAN (od 16 KB),
- KEYBOL,
- OS-A (system sterowania),
- Multiprogramming (foreground-background-system).

5. Trzy stanowiska dotyczące określenia miejsca i sposobu klasyfikacji urządzeń średniej techniki

Różnorodność urządzeń do przetwarzania danych, mimo zacierania się różnic w ich możliwościach wskazuje na celowość klasyfikacji. Klasyfikacja taka jest potrzebna przy pracach badawczych w celu określenia przedmiotu badań oraz przy pracach naukowych ze względów dydaktycznych. Producenci urządzeń taką klasyfikacją nie są specjalnie zainteresowani.

Ogólnie rzecz biorąc "klasę" stanowi "określona liczba elementów posiadających wspólne cechy". Jak długo zadowalało nas samo stwierdzenie, że dany sprzęt jest komputerem, tak długo głębsza klasyfikacja była zbyteczna. Ponieważ nasilenie prac badawczych i zainteresowań nauki z zakresu zarządzania przedsiębiorstwami gospodarczymi nasila się, przeto musimy doprowadzić do bliższego rozgraniczenia klas obiektów badań. M.in. celem badań i nauki jest danie ogólnej charakterystyki przez uprzednie poznanie szczegółów. Do tego prowadzi wyodrębnienie różnych cech i uszeregowanie klasy komputerów według właściwych podklas.

Uzasadnienie klasyfikacji sprowadza się do tego, że:

- klasyfikacja jest potrzebna, gdyż umożliwia wyodrębnienie właściwych obiektów w badaniach i nauce;
- określenie klas jest pożądane ze względów komunikatywnych.

Przy przeprowadzaniu klasyfikacji wynikają problemy:

- jakie cechy powinno się uwzględniać przy klasyfikacji?
- jak określać powstające klasy?

Zawężając temat do urządzeń nas interesujących można postawić następujące pytania:

- jakie cechy należy uwzględnić przy tworzeniu klasy urządzeń, którą dotychczas określano przez średnią technikę przetwarzania danych?
- jak należy w przyszłości tę klasę określać, dla wyróżnienia jej spośród urządzeń do przetwarzania danych?

W celu pogłębienia problematyki podamy trzy różne sposoby podejścia do poruszonego tematu przez dwa różne ośrodki w RFN. Jedno stanowisko reprezentuje dr H. Raueiser [11], przedstawiciel kręgu badawczego z Instytutu Gospodarki Przemysłowej do spraw Organizacji i Automatyzacji przy Uniwersytecie w Kolonii. Dwa stanowiska, zmienne w czasie, reprezentuje prof. dr L. Heinrich [4],[5], specjalista z zakresu gospodarki przemysłowej, wykładowca teorii organizacji i przetwarzania danych Uniwersytetu w Karlsruhe.

Powoływanie się na przykłady zaczerpnięte ze środowisk RFN ma dwa uzasadnienia. Pierwsze jest dość banalne, ponieważ wynika z posiadania odpowiednich materiałów pochodzących z tych środowisk. Drugie jest istotne, bowiem ma swoje podstawy w stosunkowo najsilniej rozwiniętej w RFN produkcji i zastosowaniu urządzeń zwanych średnią techniką przetwarzania danych. Wokół produkcji i zastosowań powstało tam duże zaplecze badawczo-naukowe o znacznej pozycji wpływającej na zastosowania i produkcję sprzętu. Wydaje się, że nie ma obiektywnych przeszkód w korzystnym i przemyślanym adaptowaniu do naszych warunków zdobytej tam wiedzy.

5.1. Ukierunkowanie techniczne

L. Heinrich stwierdza jednoznacznie, że pozycja średniej techniki przetwarzania danych w stosunku do innych technik wynika przede wszystkim z budowy urządzeń. Wyposażenie techniczne było brane pod uwagę przy określaniu miejsca średniej techniki wśród urządzeń do przetwarzania danych. Urządzenia te mają wyraźne cechy konwencjonalnych maszyn biurowych, np. klawiatura i urządzenia do prowadzenia formularzy. Również technika drukowania jest podobna jak w klasycznych maszynach biurowych. Tym niemniej hardware ma już elementy techniki komputerowej takie, jak elementy elektroniczne, sterowanie programowane, wyposażenie w automatyczne czytniki danych i urządzenia tworzące maszynowe nośniki informacji.

W konsekwencji dominującego znaczenia klawiatury w tej grupie urządzeń, autor uważa za celowe określenie urządzeń do przetwarzania danych średniej techniki jako komputerów klawiaturowo ukierunkowanych z tym,

że pojęcie to byłoby nadrzędne w stosunku do pojęcia "automat obrachunkowy" i "komputer z kontami magnetycznymi".

Wśród cech ograniczających komputery klawiaturowe "od dołu" podano poniższe wymagania minimalne:

- urządzenie do zapamiętywania danych roboczych i programowych oraz sterowania przebiegiem programu,
- urządzenie elektroniczne, wykonujące cztery podstawowe działania,
- mechanizm drukujący, który może drukować dane poziomo i pionowo,
- techniczne dostosowanie do przyjmowania impulsów od podłączonego sprzętu do odczytu maszynowych nośników danych,
- programowo sterowane urządzenie do formularzy ciągłych,
- techniczne dostosowanie do emisji impulsów dla podłączonego sprzętu do automatycznego tworzenia maszynowych nośników danych.

Ograniczenie "od góry" wynika z samego pojęcia "komputer klawiaturowy". Przymiotnik klawiaturowy wyodrębnia go z klasy dużych komputerów, które nie mają tego ukierunkowania.

Kryteria rozgraniczające oraz ogólna nazwa dla klasy omawianych urządzeń pozwalają na wysunięcie tezy, że decydującym kryterium podziału urządzeń technicznych, służących do przetwarzania danych, były cechy i względy techniczne (hardware). Dlatego też kierunek tej klasyfikacji nazwaliśmy technicznym.

5.2. Ukierunkowanie organizacyjno-techniczne [11]

Dotychczas pojęcie średniej techniki przetwarzania danych nie było sprecyzowane jednoznacznie. Pod pojęciem tym rozumiano urządzenia i systemy albo bardzo proste, tanie i nieskomplikowane, albo rozgałęzione i skomplikowane. W pojęciu tym mieściły się często elektroniczne maszyny do księgowania i fakturowania, automaty obrachunkowe, małe komputery oraz urządzenia do automatyzacji przepisywania. Automaty obrachunkowe i komputery z kontami magnetycznymi, jako tzw. "komputery klawiaturowe" również zaliczano do tej grupy urządzeń. Ograniczano tę klasę urządzeń "od góry" tj., od komputerów i "od dołu", tj. od maszyn

biurowych na podstawie kryteriów technicznych i wyposażenia. Rozwój techniki i stały rozwój oprogramowania oraz dziedzin zastosowań uzasadniają stworzenie nowej klasyfikacji urządzeń przetwarzania danych i zaniechanie ich oceny jedynie na podstawie cech technicznych. Poszukiwano więc innych cech i opisów klasyfikacyjnych urządzeń. Cechy te powinny uzasadniać specyficzne miejsce zajmowane przez urządzenia średniej techniki przetwarzania danych. W ten sposób wytypowano pewne kryteria jako "konieczne" i pewne jako "wystarczające" dla rozpatrywanej klasy urządzeń.

Dr Raueiser przyjmuje za konieczne następujące kryteria wymagane od omawianej klasy urządzeń:

- jednostka centralna z logiką cyfrową,
- przetwarzanie danych alfanumerycznych,
- przystosowanie do programowania,
- wprowadzanie i wyprowadzanie maszynowych nośników danych,
- zapisywanie dostosowane do formularzy ciągłych,
- bezpośrednie przetwarzanie i
- możliwość systematycznego ręcznego wprowadzania danych.

Ponadto autor wymienia dalsze kryteria, których jednak nie uznaje za determinujące:

- karta konta magnetycznego,
- przystosowanie do spełniania roli stacji abonenckich (terminali),
- wieloprogramowość.

Zwraca też uwagę na technikę systemów zbierania danych.

Jednostka centralna z logiką cyfrową

Jednostki centralne średniej techniki przetwarzania danych zbudowane są zasadniczo według tych samych schematów organizacji wewnętrznej, co duże komputery. Dlatego też nie ma między nimi zasadniczych różnic jakościowych. Występują jedynie różnice natury ilościowej. W jednostce centralnej blok sterowniczy koordynuje funkcje sprzętu peryferyjnego, steruje przesyłaniem danych między urządzeniami peryferyjnymi i

pamięciami oraz rozwiązuje przebiegi działań obrachunkowych i logicznych. Przetwarzanie przebiega sekwencyjnie lub niemal równolegle. Podstawowe funkcje przetwarzania i zapamiętywanie opierają się na zasadach logiki cyfrowej.

Tempo działań jest nieco wolniejsze niż w dużych komputerach[1]. Jednak techniczne możliwości wejścia, względnie wyjścia często limitują ogólny czas przetwarzania. Stąd też pewne ograniczenie szybkości operacji wewnętrznych ma pewien sens w relacji do konkretnych możliwości wykorzystania urządzeń i sens ekonomiczny z punktu widzenia niższych cen urządzeń wolniejszych. To samo dotyczy pojemności pamięci, która bywa z zasady dostosowywana do konkretnych potrzeb.

Cechy te pozwalają na właściwe kształtowanie relacji między cenami urządzeń średniej techniki, a ich możliwościami.

Przetwarzanie danych alfanumerycznych

Wychodząc z założenia braku różnic jakościowych między komputerami biurowymi a dużymi, urządzenia rozpatrywanej klasy mają dostatecznie duży repertuar znaków, który umożliwiałby zakodowanie poza cyframi 0-9 całego alfabetu i wszystkich znaków specjalnych. W związku z tym urządzenia tej klasy mogą być zastosowane do zadań, których nie można było wykonać konwencjonalną techniką maszyn księgujących i obrachunkowych.

Przystosowanie do programowania

Przez techniczne przystosowanie do programowania należy rozumieć istnienie możliwości takiego powiązania logicznego poszczególnych funkcji urządzenia do przetwarzania danych, aby zebiegały one w określonym, adekwatnym do rozwiązywanego problemu ciągu i prowadziły do pożądanego wyniku.

Przystosowanie do programowania daje użytkownikowi wysoki stopień elastyczności wykorzystywania komputera biurowego pod względem:

---

[1] Ta mniejsza szybkość znajduje odbicie w cenie tego sprzętu.

- optymalnego rozwiązania organizacyjnego lub obrachunkowego,
- możliwości łatwego dostosowania do zmian organizacyjnych,
- przeistoczenia urządzeń średniej techniki z maszyn "wielocelowych" w maszyny "wyspecjalizowane" dzięki łatwości przeprowadzania zmian programów.

Zapewnia to użytkownikowi identyczny, nawet w szczegółach, przebieg procesu przetwarzania analogicznych danych oraz umożliwia zredukowanie do minimum ingerencji człowieka. Wprowadzane dane mogą być automatycznie sprawdzane (jeśli będzie to uprzednio zaprogramowane).

Programowanie zmusza jednak użytkownika do przemyślenia w najdrobniejszych szczegółach swoich problemów organizacyjnych. (Już sama ta czynność często powoduje optymalizację przebiegu procesu pracy). Przystosowanie do programowania jest istotną cechą tej klasy urządzeń, ale jego pełne znaczenie uwydatnia się dopiero w zestawieniu z innymi przymiotami.

Wprowadzanie i wyprowadzanie informacji

Zarówno pożądana szybkość jak i pewność danych, które są przedmiotem przetwarzania, implikuje stosowanie maszynowych nośników danych. Ma to zastosowanie zarówno przy zapamiętywaniu w systemie danych własnych, jak i przy współpracy z innymi zewnętrznymi urządzeniami do przetwarzania danych. Urządzenie średniej techniki może spełniać rolę wejścia, elementu pośredniczącego lub końcówki.

W systemie pracy off-line stosowanie maszynowych nośników danych jest nieodzowne. Przykładami takich powszechnie znanych nośników są karty dziurkowane, taśmy dziurkowane, taśmy magnetyczne (kasety), i specyficzne dla omawianych urządzeń - konta magnetyczne. Mogą wchodzić w grę również pamięci dyskowe.

Zapisywanie dostosowane do formularzy

Możliwość zapisywania dostosowanego do formularzy, polega na programowo-sterowanym maszynowym zadrukowywaniu odpowiednimi informacjami przewidzianych do tego celu pól formularzy. W urządzeniach średniej

techniki zdolność tę osiąga się przez koordynację czynności drukarki i/lub ruchu transportera formularza.

Rozróżnia się następujące formularze:

- karty pojedyncze (np. karty kontowe, zlecenia pracy itp.),
- zestawy formularzy (np. spięty zestaw kilku kopii faktury, zlecenia produkcyjne w kilku egzemplarzach),
- formularze ciągłe (z perforacją lub bez).

Przetwarzanie bezpośrednie

Przez bezpośrednie przetwarzanie rozumie się możliwość ingerencji w tok przebiegu procesu.

Dane zmienne z reguły wprowadza się ręcznie przez klawiaturę. Bezpośrednio po zakończeniu procesu powinny być dostarczane wyniki. Możliwość ingerencji pozwala na dokonywanie zmian i przerw w czasie przebiegu procesu przetwarzania. Bezpośrednio ingeruje się w celu dostosowania się do zmienionej sytuacji lub poprawienia dostrzeżonego błędu. Umożliwia to wysoki stopień natychmiastowej gotowości informacyjnej tej klasy urządzeń, tzn. że urządzenia te zapewniają szybką informację lokalną lub zdecentralizowaną.

Niezależnie jednak od pierwotnych informacji, które powstają przez bezpośrednie przetwarzanie, dane do dalszych faz przetwarzania uzyskuje się bądź to tworząc nośniki danych dla tych faz, bądź utrzymując bezpośrednie połączenie z dużym komputerem. Urządzenie średniej techniki traktuje się wówczas jako urządzenie końcowe (terminal).

Bezpośrednie przetwarzanie nie powinno być utożsamiane z wprowadzaniem danych za pośrednictwem klawiatury, natomiast jest to jedna z form organizacji przetwarzania danych polegająca na zbliżeniu urządzenia przetwarzającego do miejsca powstawania danych.

Z drugiej strony proces ten powoduje zintegrowanie wielu funkcji i z różnych dziedzin. W ten sposób eliminuje się kilkakrotne ujmowanie danych, źródła powstających w związku z tym pomyłek obsługi, podnosi się poprawność i pewność ewidencji i umożliwia uzyskiwanie w jednym przebiegu dodatkowych informacji.

Systematyczne ręczne wprowadzanie danych

Cechę tę należy rozpatrywać w powiązaniu z bezpośrednim przetwarzaniem w aspekcie właściwego rozwiązania stanowiska pracy. Rozwiązanie to osiąga się przez funkcjonalne umieszczenie klawiatury drukarki, urządzeń do transportu formularzy, powierzchni do odkładania dokumentów i pojedynczych druków w zasięgu ręki oraz dobrej widoczności dla osoby obsługującej urządzenie.

Wprowadzenie bezpośredniego przetwarzania wraz z systematycznym, ręcznym wprowadzaniem danych umożliwia doprowadzenie do bezpośredniego przetwarzania danych odczytywanych z dokumentu. Postępowanie to eliminuje uprzednie ujmowanie danych na nośniku i sprawdzanie.

Karta konta magnetycznego

Pod pojęciem "karta konta magnetycznego" należy rozumieć taką kartę kontową, na której można drukować znaki odczytywalne dla ludzkiego oka i obok tego we właściwym miejscu można zapamiętywać pewne dane w formie potencjalnych sygnałów magnetycznych. Konto magnetyczne łączy w sobie cechy karty kontowej czytelnej dla człowieka z nośnikiem danych czytelnym dla maszyny.

Konta magnetyczne są różnych formatów. Przeważnie producenci starają się formować je pionowo, aby lepiej wykorzystać pasek magnetyczny. Pasek magnetyczny, na którym przechowuje się zakodowane cyfrowe informacje, bywa albo drukowany albo naklejany. Paski magnetyczne biegną wzdłuż lewej lub prawej krawędzi konta. Pojemność pasków w znakach jest różna, sięga do 1000 znaków na stronie. Większość kont magnetycznych jest wykorzystywana dwustronnie.

Najczęściej konta magnetyczne wprowadza się do urządzenia pojedynczo, ręcznie. Pod kontrolą programu następuje równocześnie z wprowadzeniem konta odczytanie informacji z paska magnetycznego. Przy wyrzucaniu karty kontowej następuje zapis nowych informacji na pasku.

Stosuje się wiele wariantów procedur przetwarzania partiowego, zmierzających do jego przyśpieszenia. Przyśpiesza przetwarzanie:

- podłączanie urządzeń do automatycznego doprowadzania i odkładania kart;
- podłączanie dodatkowych urządzeń peryferyjnych do dostarczania pojedynczych kart z pliku, które to urządzenia umożliwiają równoczesne odczytywanie danych;
- podłączanie dodatkowych urządzeń peryferyjnych, które dostarczają karty zarówno z ręki, jak i z pliku oraz dysponują własną drukarką.

Historycznie rzecz biorąc, konto magnetyczne zrodziło się z potrzeby automatycznego przenoszenia numerów kont i sald w celu uniknięcia źródła błędów. Dziś jednak pojemność paska magnetycznego często umożliwia przechowywanie na nim nie tylko danych stałych, ale również zmiennych.

Zbiór kont magnetycznych przejmuje funkcje pamięci zewnętrznej nie zatracając dawnych cech kartoteki ewidencyjno-informacyjnej.

Zbiór kont magnetycznych, jeśli nie trzeba prowadzić zbyt dużego zbioru kart, jest bardzo ekonomicznym środkiem pamięci. Karty są przejrzyste, można je ręcznie wybierać i bezpośrednio odczytywać.

Stosowanie kont magnetycznych kilku zbiorów w ramach jednego programu (stan wyrobów i wystawianie faktur) pozwala na integrację przebiegów prac tradycyjnie rozdzielanych. Przy dużych zbiorach, lecz nieregularnym korzystaniu z nich, zbiory kont magnetycznych są także użyteczne, gdyż są źródłem wielu informacji zaspakajających indywidualne potrzeby, bez konieczności obciążania zapytaniami samego urządzenia. Wielkie przedsiębiorstwa powinny korzystać ze zbiorów kont magnetycznych w swoich filiach w związku ze zmiennością pilnych lokalnych potrzeb informacyjnych.

Przystosowanie do spełniania roli urządzeń końcowych (terminali)

Wiele urządzeń średniej techniki może przez dodanie specjalnego wyposażenia stać się terminalami tzw. "aktywnymi" lub "inteligentnymi". Urządzenia końcowe mogą bez transportu nośników danych, a jedynie na

podstawie wybranego lub na stałe przyporządkowanego połączenia wymieniać dane z dużymi komputerami lub innymi terminalami.

Takie urządzenia peryferyjne są elementami zintegrowanych dużych systemów. Mówi się wówczas o hierarchii komputerów, np. w centrali zjednoczenia duży komputer przez dostarczanie informacji uczestniczy w procesie koordynacji i kierowania, natomiast podległe zakłady czy przedsiębiorstwa mają zapewnioną lokalną informację za pośrednictwem urządzeń końcowych. W porównaniu z tradycyjnymi terminalami, które w większości przypadków bazują na dalekopisach, urządzenia średniej techniki z transmisją danych dają pewne korzyści, które podnoszą efektywność całego systemu.

- Lokalne przetwarzanie pierwotne odciąża centralny komputer, do którego trafiają tylko rzeczywiście niezbędne dane (z punktu widzenia przyszłych potrzeb przetwarzania danych na centralnym komputerze).

- Możliwość kontroli danych powoduje, że do komputera centralnego trafiają tylko dane zweryfikowane ("clean input").

- Czas i koszty transmisji znacznie się obniżają. Osiąga się tę obniżkę przez "zagęszczenie" organizacyjne i techniczne danych (redukuje się puste miejsca na taśmie).

- Integracja problemów cząstkowych wpływa na przyśpieszenie ich rozwiązywania, zachowując przy tym zaletę przejrzystości, jeśli jest dokonywana na tle całościowego systemu.

- Niezależnie od zaburzeń w transmisji lub w centralnym komputerze urządzenie terminalowe może samodzielnie pracować nadal, z tym, że tylko określone dane będą przekazane do centrali później.

Wieloprogramowość

O wieloprogramowości mówimy wtedy, kiedy urządzenie może wykonywać dwa lub więcej programów od siebie niezależnych prawie równocześnie, chociaż istnieje jeden arytmometr i jeden blok sterowania. Oczywiście zakłada się, że urządzenia wejścia i wyjścia w obu programach nie są te same, natomiast mogą być takie same.

Wieloprogramowość nie jest typową cechą omawianej klasy urządzeń, ale większe z nich mają te możliwości. Np. niektóre urządzenia mogą wykonywać jeden program, a równocześnie na podstawie drugiego programu zebrane wyniki poprzedniego przebiegu działań po technicznym ich zagęszczeniu przekazywać do centralnego komputera. Opisane kryteria wskazują, że dr Raueiser zmierzał do znalezienia właściwego miejsca i definicji dla średniej techniki przez organizację oraz czynności przetwarzania danych, które miałyby uzasadnienie w specyficznych możliwościach sprzętu.

5.3. Ukierunkowanie zastosowaniowe komputerów biurowych

W artykule [4], dotyczącym określenia i oznaczenia miejsca średniej techniki, L. Heinrich zajmuje stanowisko zasadniczo odmienne od poprzedniego, przedstawionego w książce [5]. Stanowisko to, jako charakterystyczne i interesujące pokrótce postaramy się opisać.

Obfitość podaży nowych urządzeń stwarza trudności z ich jednoznacznym przyporządkowaniem do określonej klasy, tzn. w zaklasyfikowaniu pewnych obiektów pojawia się wiele niepewności, a czasem jesteśmy wręcz bezradni.

Zarówno elementy techniczne, jak i zastosowania sprzętu są coraz bardziej uniwersalne. Dotychczasowy terminal w swej koncepcji pomyślany jako urządzenie końcowe, przy wyposażeniu we właściwe urządzenia peryferyjne (np. czytniki, dziurkarki, drukarki, pamięć dyskową), może pracować w reżimie autonomicznym (off-line), tak jak komputer średniej techniki. Odwrotnie też komputery średniej techniki można zastosować do pracy w reżimie integralnym (on-line).

Z przytoczonych przykładów wynika, że cechy wyłącznie techniczne nie są już dostatecznie miarodajne dla identyfikacji rozpatrywanej klasy urządzeń. Trzeba je uzupełnić cechami dotyczącymi oprogramowania.

Cechy urządzeń umożliwiające wyodrębnianie klas ze względu na zastosowanie

Hardware, software i zastosowania należy traktować jako cząstkowe systemy interdyscyplinarne całego kompleksu przetwarzania danych. Hardware i software z punktu widzenia wyłącznie ich charakteru instrumentalnego dla zastosowań, różnią się między sobą bardzo znacznie. Dla-

tego, przy poszukiwaniu cech, które mogą charakteryzować całą klasę urządzeń, należałoby zwrócić uwagę na zastosowania.

Uwzględniając właściwą literaturę przedmiotu można wyobrazić sobie następujące klasyfikacje urządzeń z punktu widzenia zastosowań:

- klasyfikacja ze względu na wielkość przedsiębiorstw;(przeciw takiej klasyfikacji przemawia jednak trudność uchwycenia ilościowych różnic w możliwych przy tych klasach zastosowaniach),
- klasyfikacja ze względu na gałęzie gospodarki lub branże. Przy takim ujęciu klasyfikacja wydaje się niecelowa, ponieważ aplikacje w tych klasach zastosowań częściowo nakładałyby się (księgowość finansowa itp.),
- klasyfikacja ze względu na dziedziny funkcjonalne przedsiębiorstwa, jak np. zaopatrzenie, zbyt, produkcja itp. Przeciw takiemu ujmowaniu przemawia dążenie do "zintegrowanego systemu informacyjnego",
- klasyfikacja ze względu na stopnie w hierarchii obrachunkowej (jak np. wstępne przetwarzanie lub spełnianie roli głównego komputera). Klasyfikacja taka byłaby niesłuszna, gdyż uzależniałaby przyporządkowanie urządzenia w zależności od koncepcji systemu. Niektóre urządzenia ze względu na swoje własności mogłyby spełniać bowiem różne role.

Przytoczone przykłady wskazują, że próba przeprowadzenia klasyfikacji na podstawie dziedzin zastosowań nie prowadzi do pozytywnego rozwiązania.

Pojęcie zastosowania i jego realność. Wyłania się przede wszystkim potrzeba bardziej konkretnego sprecyzowania treści pojęcia "zastosowanie". Poprzednie wywody wskazują, że "zastosowanie", w sensie tu pojmowanym, nie może być równoznaczne z zadaniem lub dziedziną przetwarzania danych.

Zarówno teoria, jak i praktyka potwierdzają, że określone zadanie przetwarzania danych można wykonać na kilka różnych sposobów. Dlatego

przede wszystkim wychodzi się z założenia, że zadanie przetwarzania precyzuje się względnie ogólnie abstrahując w miarę możliwości od stosowanej techniki. "Zastosowania" wskazują metodę realizacji zadania przetwarzania danych. Najprostszym przykładem wyboru metody jest rozstrzygnięcie, czy określone zadanie należy rozwiązywać stosując przetwarzanie partiowe (niem. "stapelweise", franc. - "mode fichier", ang. - "patch processing") względnie przetwarzanie transakcyjne (zaszłościowe [1] niem. - "vorfallweise", franc. - "mode dossier", ang. - "operator oriented"), czy zastosujemy przetwarzanie bezpośrednie względnie pośrednie (z nośnikiem), czy w procesie przetwarzania będziemy korzystać z pamięci zewnętrznej, czy nie itp.

Dlatego przy określaniu klas zastosowań należy wychodzić z punktu widzenia metody realizacji zastosowań.

Pożądane jest, ażeby klasyfikacja była realna. Klasyfikacja będzie wówczas nadawała się do stosowania, kiedy wynikać będzie z konkretnych i realizowanych w praktyce zastosowań w przedsiębiorstwach. Wychodząc z konkretnych zastosowań poznajemy wiele cech urządzeń, przy czym niektóre z nich odnoszą się do pojedynczych przypadków zastosowań. Szukamy cech wspólnych i charakterystycznych, a więc takich, które moglibyśmy uznać za podstawowe i decydujące dla zjawisk masowych.

---

[1] W odróżnieniu od "przetwarzania partiowego", które jest przetwarzaniem wielkich mas danych w małych "porcjach" wynikających z ograniczonych możliwości organizacyjnych użytkownika lub obliczeniowych dostępnego komputera, przetwarzanie na urządzeniach średniej techniki przetwarzania danych, zainstalowanych bezpośrednio w miejscu pracy, przebiega w sposób ciągły. Przetwarzanie ciągłe może być dwóch typów. Jeden typ przetwarzania polega na chronologicznym ewidencjonowaniu analogicznych operacji czyli na ewidencji formalnie jednorodnych transakcji, bez względu na ich przedmiot. Drugi typ przetwarzania polega na systematycznym ewidencjonowaniu operacji gospodarczych ze względu na treść wiążących się ekonomicznie, bez względu na liczbę i charakter transakcji. Celem ewidencji jest ujęcie jednorodnego ekonomicznie przedmiotu. W dalszym ciągu pierwszy typ przetwarzania nazywać będziemy "ciągły transakcyjny", a drugi typ "ciągły przedmiotowy".

Istotne jest określenie kilku podstawowych cech, które należałoby uznać za pierwotne z punktu widzenia metod realizacji zastosowań czyli przetwarzania danych.

Określenie cech pierwotnych dla tworzenia klasy. Cechami pierwotnymi przy tworzeniu klasy urządzeń średniej techniki, za którymi przemawia doświadczenie będą:

- bezpośrednie wprowadzanie danych,
- wyprowadzanie informacji w formie czytelnej dla człowieka,
- sterowanie procesem przetwarzania uzależnione od osoby obsługującej (w powiązaniu ze sterowaniem poprzez program),
- zespolenie stanowiska pracy z konkretnymi urządzeniami technicznymi.

Poszczególne cechy omawiamy poniżej.

Bezpośrednie wprowadzanie danych oznacza, że dane nie są ujmowane specjalnie przed procesem przetwarzania na nośnikach. Jeśli przeprowadzimy rozgraniczenie danych wejściowych na zmienne, podstawowe i dotyczące zapasów, to trzeba dodać, że ze względów ekonomicznych, bezpośrednio podaje się tylko dane zmienne. Dane podstawowe i dotyczące zapasów są pobierane z pamięci zewnętrznej lub z nośników pośredniczących.

Bezpośrednie wprowadzanie danych zmiennych umożliwia przetwarzanie natychmiastowe (z nadążaniem za potrzebami informacyjnymi i z dotrzymywaniem tempa napływu dokumentów).

Sterowanie procesem przetwarzania uzależnione od osoby obsługującej, w powiązaniu ze sterowaniem przez program oznacza, że sterowanie przekazuje się przede wszystkim programowi. Program w określonych punktach przekazuje je osobie obsługującej, która decyduje, w zależności od warunków, kiedy należy przekazać sterowanie programowi, a kiedy należy samemu wykonać określone kroki (uzupełnianie tekstów, tabel, wprowadzanie danych podstawowych lub danych dotyczących zapasów itp.). Stąd wynika możliwość elastycznego ukształtowania przebiegu procesu przetwarzania na tej klasie urządzeń.

Zespolenie stanowiska pracy z konkretnym urządzeniem technicznym oznacza, że stosowana technika jest pomocnym środkiem na stanowisku pracy, w realnym procesie pracy. Pomoc ta może być bezpośrednia lub pośrednia.

Za bezpośrednio pomocny uznaje się taki środek, który jest przyporządkowany pojedynczemu stanowisku (miejscu) pracy. Kiedy środek wykorzystywany jest przez kilka różnych miejsc pracy tj. przez ludzi z różnych miejsc pracy, wówczas mamy do czynienia ze zjawiskiem pośredniej pomocy środka za pośrednictwem kadry, obsługującej maszyny i znającej daną problematykę, która w określonym czasie wykorzystuje urządzenie pracujące na zasadzie przedsiębiorstwa open-shop, poza bezpośrednim stanowiskiem pracy, ale w ramach zakładu.

Przy bezpośrednim wykorzystywaniu techniki na miejscu pracy, należy w pełni fizycznie przyporządkować urządzenie temu miejscu. Częściowe przyporządkowanie techniki może jedynie oznaczać, że z zakresu określonej dziedziny tylko wybrane funkcje przewidziano do rozwiązywania na wybranym urządzeniu.

Generalnie rzecz ujmując, technika dla stanowiska pracy pozostaje w ścisłym przestrzennym związku z miejscem pracy.

Zastosowanie komputerów średniej techniki jest określone zupełnie jednoznacznie przez cztery wyżej podane metody realizacji procesu automatycznego przetwarzania danych. Mamy na myśli komputery dostosowane do działania na stanowisku pracy, wyróżniające się ze względu na ścisły związek typu "człowiek-maszyna" przy wprowadzaniu danych, przy ich wyprowadzaniu i przy sterowaniu przetwarzaniem.

Kierując się wymienionymi zasadami można sformułowane cechy klasyfikacyjne średniej techniki ze względu na zastosowania uznać za znacznie trafniejsze, ściślejsze i dokładniejsze niż poprzednie formy klasyfikacyjne.

W praktyce jednak zdarzają się wyjątki. Wynika to chociażby stąd, że wiele przedsiębiorstw ma zbyt mały wolumen (poza tym jest on heterogeniczny, tj. rozkłada się na wiele różnych zastosowań), w konsekwencji czego urządzenia przeważnie bywają ustawiane jako samodzielne komputery.

Rozwój samych urządzeń pozwala ponadto na rozszerzanie zakresu zastosowań czyli w sposób naturalny stwarza przesłanki do integracji dziedzin zastosowań.

Określenie cech wtórnych dla tworzenia klasy. Na hardware w pierwszej kolejności, później również na software i na programowanie należy patrzeć jako na instrumenty metod realizacji. Jeśli na podstawie oznaczenia metod realizacji wybierzemy grupę urządzeń, przy których można posługiwać się tymi metodami, wówczas dopiero, jako zjawisko wtórne, wyłoni się potrzeba wyselekcjonowania konkretnego urządzenia. Cechy wtórne nie mogą jednak określać klasy urządzeń. Podają one tylko pewne szczegóły w podklasach i typach urządzeń.

Cechy wtórne są zdeterminowane przez konieczność posługiwania się pewnymi metodami przetwarzania i dlatego można je wyprowadzić z cech pierwotnych.

Tablica - "Cechy dotyczące zastosowań i wywodzące się z nich cechy techniczne" wskazuje na istniejące powiązania i zależności cech wtórnych technicznych od cech pierwotnych.

Niektóre cechy wtórne mają charakter obligatoryjny dla tej klasy urządzeń (dziś jedną z takich cech jest klawiatura), inne mają charakter fakultatywny (np. ekran w monitorze).

Wreszcie trzeba też wspomnieć, że elementy techniczne należałoby podzielić na dwie grupy ze względu na ich styczność z użytkownikiem. Jedną stanowiłyby elementy uwzględniające potrzeby i wygodę użytkownika (klawiatura, drukarka konsolowa, monitor ekranowy lub display itp.), drugą stanowiłyby elementy od użytkownika niezależne (jednostka centralna, wejście i wyjścia dla maszynowych nośników danych, transmisja danych itp.).

Cechy dotyczące zastosowań i wywodzące się z nich cechy techniczne

Cechy dotyczące zastosowań	Cechy techniczne
Bezpośrednie wprowadzanie tekstów (liter, cyfr, znaków specjalnych), jako danych zmiennych	Klawiatura alfanumeryczna (klawiatura maszyny piszącej)
Bezpośrednie wprowadzanie danych numerycznych, jako danych zmiennych	Klawiatura numeryczna (najczęściej międzynarodowa klawiatura dziesiętna), ołówek świetlny
Zależnie od obsługi ręczne przyporządkowywanie danych podstawowych i o stanach do danych zmiennych	Jednostki do przetwarzania kont magnetycznych oraz czytniki kart, taśm, kart obrzeżnie dziurkowanych, wraz z możliwością ręcznego wprowadzania danych
Emisja danych w czytelnej formie do wykorzystywania dyspozycyjnego wyprowadzania informacji z pamięci, prowadzenie obsługi i zabezpieczenia danych	Drukarka konsolowa, optyczne powiadamianie, monitor ekranowy
Sterowanie procesem przetwarzania zależne od obsługi (łącznie ze sterowaniem programowanym)	Klawiatura funkcyjna
Bezpośrednie lub pośrednie przyporządkowanie do miejsca pracy	Zwarty sposób budowy, mobilność, zdolność do przetwarzania bezpośredniego, ukształtowanie sprzętu dające się dostosować do miejsca pracy

Określenie klasy. W konkluzji wywodów autor, kierując się w głównej mierze cechami zastosowaniowymi, zaproponował nowe określenie klasy omawianych urządzeń. Zwrócił przy tym uwagę na celowość odzwierciedlania w haśle pewnego mnemonicznego charakteru funkcji. Przy określaniu nazwy klasy wychodzi z założenia, że omawiane urządzenia są podklasą komputerów i dlatego jest rzeczą uzasadnioną, aby w nazwie figurowało pojęcie "komputer".

Pozostając pod wpływem czterech pierwotnych cech tworzących klasę, autor zaproponował nazwę "Benutzerorientierter Computer" BONT-Computer czyli komputer uwzględniający potrzeby użytkownika (tj. przedsiębiorstwa i obsługi).

Pojęcie BONT-Computer zdefiniowano następująco: jest to cyfrowy arytmometr, który dysponuje urządzeniem peryferyjnym do bezpośredniego wprowadzania alfanumerycznego danych zmiennych bez nośnika danych i do wydawania informacji w formie czytelnej dla ludzi, który może być sterowany zależnie od użytkownika.

6. Próba zajęcia stanowiska wobec cech klasyfikacyjnych oraz podania nazwy klasy sprzętu i jego definicji

W tym rozdziale podejmiemy próbę konstrukcji własnego stanowiska w stosunku do trzech zagadnień:

- cech klasyfikacyjnych urządzeń nas interesujących,
- nadania możliwie najwłaściwszej nazwy tej klasie urządzeń,
- zdefiniowania urządzeń tej klasy.

Obaj poprzednio omówieni autorzy zgodni byli w kwestii, że klasyfikacja urządzeń średniej techniki przetwarzania danych na podstawie cech technicznych jest niewłaściwa. Stanowisko takie również negatywnie ocenia E. Grochla [3]. Klasyfikacja taka miała pewne uzasadnienie, kiedy sprzęt był słabo rozwinięty i bardzo zróżnicowany, a ceny urządzeń były jego pochodną. Dziś kiedy zdolności usługowe urządzeń ilościowo i jakościowo znacznie się rozwinęły i mają charakter bardziej uniwersalny, dawne cechy klasyfikacyjne nie mogą decydować o wyodrębnianiu pod-

klas. Jest więc oczywiste, że inne cechy trzeba przyjąć za kryteria określające tę podklasę komputerów. Zaniechany sposób wyodrębniania podklas możemy nazwać "ze względu na środki". Środki bowiem miały decydować o klasyfikacji. Doszliśmy jednak do wniosku, że środki się rozwinęły i przestały być wyróżnikami.

Obaj autorzy wskazują natomiast na cechy zastosowaniowe i przystosowanie organizacyjne, które można wykorzystać jako kryteria do klasyfikacji interesujących nas urządzeń. Raueiser silniej podkreśla organizację przetwarzania w aspekcie technologicznym. Heinrich koncentruje się na organizacji przetwarzania jako na metodzie realizacji zadań.

Wymaganie Raueisera posiadania takich cech przez komputer, jak:

- jednostka centralna z logiką cyfrową,
- przetwarzanie alfanumeryczne,
- przystosowanie do programowania,

jest immanentną cechą komputerów, natomiast żądania:

- bezpośredniego przetwarzania,
- możliwości systematycznego ręcznego wprowadzania

są zawarte w wymaganiu "bezpośredniego wprowadzania danych" podawanym przez L. Heinricha.

Porównanie obydwu zestawów cech klasyfikacyjnych przemawia za przyjęciem bardziej uogólnionej koncepcji wyodrębniania cech klasyfikacyjnych na podstawie metod przetwarzania.

Przyjmując ogólny obraz metod wskazany przez L. Heinricha za podstawę dalszego rozumowania można by sięgać do zestawienia cech Raueisera, jako szczegółowej specyfikacji i opisu wyjaśniającego pojedyncze problemy.

W wyniku rozważań proponuje się stosowanie w naszych warunkach następujących kryteriów określających podklasę urządzeń nas interesujących w ramach urządzeń do przetwarzania danych:

- bezpośrednie wprowadzanie danych,
- wprowadzanie i wyprowadzanie maszynowych nośników danych,
- wyprowadzanie informacji w formie czytelnej dla ludzi (z możliwością stosowania znormalizowanych druków),

- sterowanie zależne od osoby obsługującej,
- łatwość dostosowania do miejsca pracy.

Komputery charakteryzujące się wyżej podanymi cechami byłyby głównie powołane do spełniania roli narzędzia pracy w bezpośredniej łączności z zainteresowanym działem lub pracownikiem.

Nastąpiłoby w ten sposób naturalne przyzwyczajenie się do nowego sprzętu i przyswajanie nawyku korzystania z pomocy sprzętu, nieodzownego do codziennej pracy. Ludzie przez stały kontakt przyzwyczajaliby się do obsługi sprzętu i do rozwiązywania za jego pomocą stale rosnących zadań w zakresie potrzeb informacyjnych. Następowałoby naturalne kojarzenie zadań z możliwościami. Urządzenia wypełniałyby lukę wchodząc w rosnące potrzeby zarządzania określonymi dziedzinami i przez technikę zbliżałyby do siebie użytkownika.

Różne zastosowania, do których możemy zastosować określoną przez nas klasę sprzętu występują w biurach. Mogą to być działy księgowości, zaopatrzenia, zbytu, technologa itp., ale wg przyjętej u nas powszechnej nomenklatury są to biura. Biuro jest bowiem w naszych, polskich warunkach potencjalnym powszechnym i bezpośrednim użytkownikiem tego sprzętu. Stąd też propozycja, ażeby urządzeniom, które już z klasy komputerów wyodrębniliśmy dodać przymiotnik "biurowy". Nazwa zatem będzie brzmiała komputer biurowy.

W nazwie tej wyraźnie zostanie odzwierciedlone ukierunkowanie naszych komputerów. Ponadto, za tego rodzaju nazwą przemawiają też nazwy stosowane na świecie takie, jak "office computer", "Büro-Computer" i "L´ordinateur de bureau".

Na tle przeprowadzonych rozważań dochodzimy do definicji komputera biurowego. Komputer biurowy jest to komputer wyspecjalizowany, przystosowany do prac obrachunkowych. Cechami istotniejszymi tych komputerów są: bezpośrednie sterowanie i wprowadzanie danych, wyprowadzanie czytelnych informacji oraz modułowość, ułatwiająca przystosowanie urządzeń do miejsca pracy [7].

Pojęcie "komputer biurowy" zawiera w sobie pewien właściwy charakter mnemotechniczny dla całej klasy reprezentowanych urządzeń. Przez

użycie terminu "komputer" podkreślono, że mamy na myśli urządzenie, które należy do rodziny komputerów. Dodając przymiotnik "biurowy" zaznaczono, że mowa tu jest nie o wszelkiego rodzaju komputerach, lecz o takich, które dają się zainstalować bezpośrednio na miejscu pracy biurowej. Są to komputery, które sprzyjają wytwarzaniu wyjątkowo ścisłej współpracy między człowiekiem i maszyną w zakresie wprowadzania danych, emisji informacji i sterowania procesem przetwarzania danych.

Cechą szczególną komputerów biurowych jest ich przystosowanie techniczne do posługiwania się klawiaturą przy wprowadzaniu rozkazów programowych lub danych, bądź przy wypisywaniu wyników. Wymaga się, żeby komputer biurowy miał co najmniej jedno urządzenie peryferyjne do automatycznego wprowadzania danych (czytnik).

Pożądane jest, aby komputer biurowy był skonstruowany modułowo i aby w zależności od konkretnych potrzeb przetwarzania można go było wyposażać w odpowiednie urządzenia peryferyjne. Programowanie powinno być w miarę możliwości proste.

Ujmując rzecz z punktu widzenia podziału komputerów w ogóle, trzeba stwierdzić, że są to urządzenia większe niż mikrokomputery, mają wiele cech wspólnych z terminalami inteligentnymi i są z zasady mniejsze niż małe systemy EPD.

Ponieważ nie umiemy ściśle opisywać procesów gospodarczych ani ich przewidywać, stąd często brak jest dostatecznego uzasadnienia na tworzenie wielkich systemów. Wdrażając komputer biurowy rezygnujemy z nieuzasadnionej wszechwiedzy na rzecz dobrej roboty w wąskiej dziedzinie. Skupiając się na małych wydarzeniach odcinka pomagamy realizować wielkie cele ogólne.

Komputer biurowy ma służyć człowiekowi do rozbudzenia jego wyobraźni, uświadomienia sobie alternatyw, wzbogacenia przesłanek wyborów.

Człowiek otrzymujący informację bezpośrednią szybko i na miejscu, tam gdzie może skonfrontować jej zgodność z rzeczywistością, nie czuje się osamotniony i zagubiony, lecz za pośrednictwem komputera biurowego zintegrowany z miejscem pracy. W tej sytuacji nie tylko komputer jest symbolem nowoczesności, lecz również przez jego konkretną po-

moc przejawia się współczesność. Komputer biurowy ma bardzo konkretny kontakt z rzeczywistościąi codziennym życiem określonej dziedziny. Wydawnictwa jego obrazują sytuacje i problemy oraz oddziaływują w sposób jednoznaczny na pracowników danej dziedziny. Wydawnictwa bowiem istnieją "dla" lub mają wydzielone kolumny "dla" dla określonych adresatów, którzy wykonują na tej podstawie swoje funkcje i podejmują decyzje.

7. Formy zastosowań komputerów biurowych[1]

W rozdziale tym omówimy te formy organizacyjne, w których możliwe jest zastosowanie komputerów biurowych do automatyzacji przetwarzania danych.

J. Lerale, G. Lhoste i P. Pepe piszą: "Przekonaliśmy się, że komputer może być zastosowany według jednej z dwóch przeciwstawnych koncepcji: w izolacji lub jako element systemu" [10].

Autorzy, analogicznie do Grochli [3] widzą, że można tu wyodrębnić dwie podstawowe formy użytkowania:

- komputer biurowy jako autonomiczny system (stand-alone-computer),
- komputer biurowy jako element systemu komputerowego współpracujący on-line lub off-line,
  lub jako podgrupa tej drugiej formy,
- komputer biurowy jako system zbierania danych.

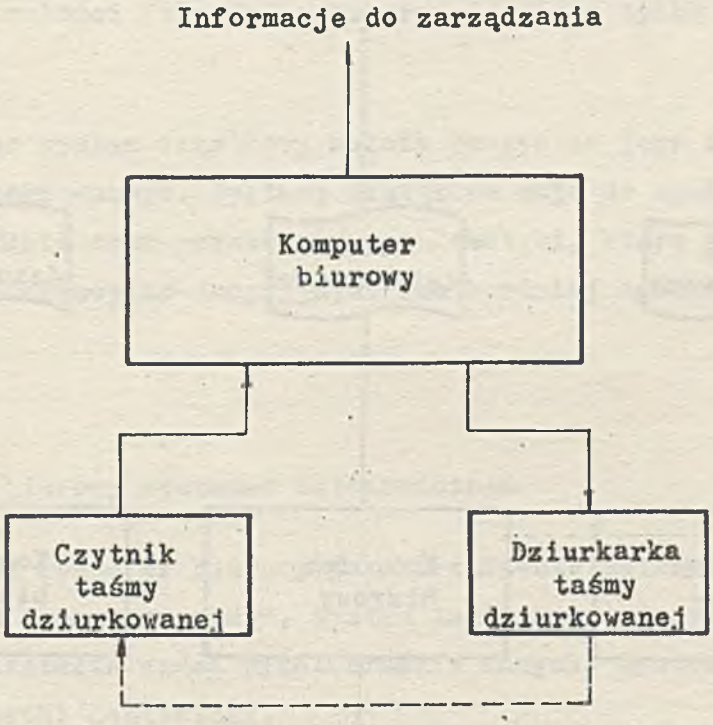
W tym rozdziale, komputery biurowe rozpatrujemy w sposób bardziej ogólny, tzn. jako elementy tworzonych systemów, z tym, że przez system rozumiemy system informatyczny, na który składa się pewna liczba osób, maszyn, programów roboczych, metod tak wzajemnie uporządkowanych, że przy zachowaniu określonych kryteriów spełniają wymagania w zakresie przetwarzania i dostarczania informacji.

---

[1] Dane do dalszych rozdziałów zaczerpnięto z pracy E. Grochli: Gegenwärtige Bedeutung und Entwicklungstendenzen der MDT [3].

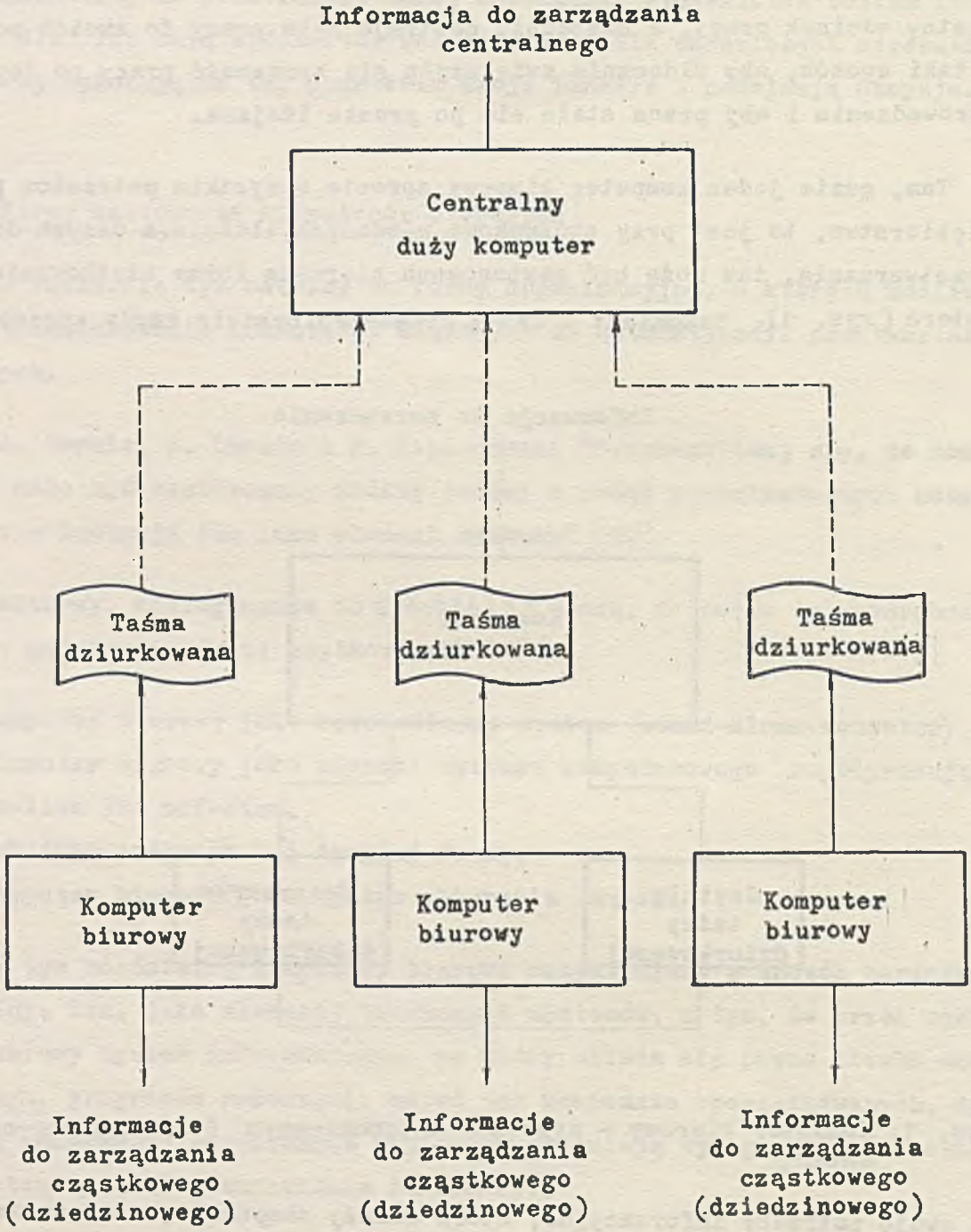
Z punktu widzenia systemowego, czyli bardziej całościowego, komputer biurowy musi być zawsze wkomponowany w miejsce pracy i jego otoczenie. Komputer biurowy wchodzi w zastany już w przedsiębiorstwie ład lub konkretny odcinek pracy, a następnie dostraja rytm pracy do swoich potrzeb w taki sposób, aby widocznie zwiększyła się sprawność pracy po jego wprowadzeniu i aby praca stała się po prostu lżejsza.

Tam, gdzie jeden komputer biurowy sprosta wszystkim potrzebom przedsiębiorstwa, to jest przy stosunkowo niedużych ilościach danych do przetwarzania, tam może być zastosowana pierwsza forma użytkowania komputera (rys. 1). Natomiast w dużym przedsiębiorstwie każdy szczebel



Rys. 1. Komputer biurowy - systemem autonomicznym (stand-alone-computer)

ma swoje potrzeby informacyjne, które należy zaspokoić; wówczas musimy zbierać dane odcinkowe (układ hierarchiczny). Dane odcinkowe zbierają komputery biurowe pracujące bezpośrednio na miejscach pracy. Dane cząstkowe są komasowane przez duży komputer, który zaspakaja potrzeby centralne (rys. 2).



Rys. 2. Dwuszczeblowy system przetwarzania danych przy powiązaniu EMC z komputerami satelitarnymi

System dwuszczeblowy zapewnia szybkie dostarczanie informacji do bezpośrednich wykonawców oraz zapewnia pożądany dopływ danych do szczebla centralnego. Przykład takiej organizacji wskazuje, że sprzęt typu komputerów biurowych nie jest sprzętem konkurencyjnym w stosunku do dużych komputerów, lecz właściwie je uzupełnia, być może nawet jest sprzętem, co do którego można zaryzykować twierdzenie, że warunkuje wdrożenie dużych komputerów, czyli jest w stosunku do nich sprzętem komplementarnym. Automatyzację rozpoczynamy od obsadzenia stanowiska roboczego komputerami biurowymi, aby zdobyć materiał do przetwarzania dla dużych EMC. Zasadą jednak powinno być również, aby komputery biurowe wprowadzano do przedsiębiorstw nie w sposób przypadkowy lecz zorganizowany i systemowy, czyli po przemyśleniu roli, jaką mają spełniać w przedsiębiorstwie jako całości (chociażby odegrać ją miały tylko na określonym odcinku).

Instalując system cząstkowy należy baczyć na jego funkcje w aspekcie systemu zintegrowanego. Systemy cząstkowe mają do spełnienia istotną rolę w działaniu oraz poznawaniu problematyki, którą zwykliśmy nazywać procesami informacyjno-decyzyjnymi lub bardziej ogólnie systemami zarządzania.

8. Komputer biurowy systemem autonomicznym

W praktyce komputer biurowy jako urządzenie autonomiczne bywa nazywany "stand alone computer". System taki instaluje się w celu wypełnienia całokształtu zadań przetwarzania danych. System składa się:

- z jednostki centralnej,
- z jednostek do wprowadzania i wyprowadzania danych oraz
- z pamięci zewnętrznej.

Budowa, sposób pracy i funkcjonowania komputera biurowego odpowiadają oddzielnie pracującemu dużemu komputerowi. W takiej konfiguracji, jako w systemie zamkniętym człowiek-maszyna, można przetwarzać dane o określonych profilach i wolumenie. Z reguły są to komputery obrachunkowe lub analizujące procesy przetwarzania informacji o orientacji przeszłej. Ponieważ centralne miejsce w organizacji przetwarzania zajmuje przeważnie konto magnetyczne, dlatego należy podkreślić szczególną rolę komputerów dostosowanych do przetwarzania kont magnetycznych.

Konta magnetyczne będące nośnikami danych, które uzyskuje się przy przetwarzaniu lub które przejmuje się jako dane z punktów zewnętrznych lub okresów poprzednich - stanowią wejście dalszego przetwarzania. Nowe konstrukcje komputerów świadczą o tym, jak znaczny jest nacisk na rozwój dysku magnetycznego, jako zewnętrznej pamięci masowej; z pewnością będzie to dodatkowym impulsem do rozwijania komputerów biurowych. Zastosowanie pamięci dyskowych umożliwi znaczne zwiększenie zakresu zastosowań w zakresie perspektywicznych zadań planistycznych i decyzyjnych.

9. Komputer biurowy elementem dużego systemu informatycznego opartego na EMC

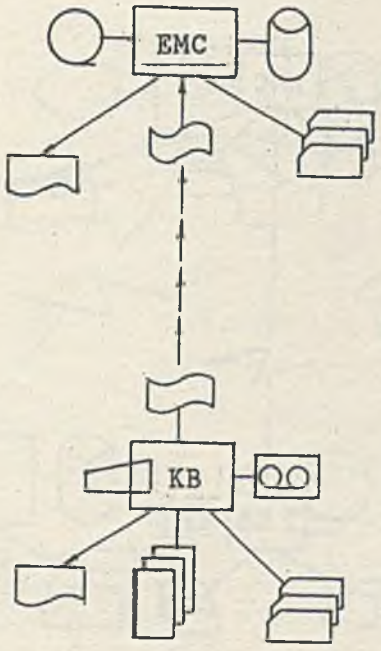
Dane, które mamy przetwarzać o określonych profilach i wolumenach, często albo przekraczają jakościowe i ilościowe możliwości jednego komputera biurowego albo nie są dostateczne dla ekonomicznie uzasadnionego zastosowania dużego komputera. Może to również występować np. z powodu zbyt krótkich odcinków czasu przeznaczonych na rozwiązanie poważniejszych problemów. Tu można zastosować komputery biurowe do współpracy z dużymi komputerami, z uwzględnieniem podziału czynności, np. w ramach systemu zintegrowanego.

Współpraca uwzględniająca podział czynności może być w różny sposób ukształtowana, jej formę powinno się uzależniać od potrzeb organizacyjnych i opłacalności.

Współdziałanie w reżymie autonomicznym (off-line). Współdziałanie komputerów biurowych z dużym komputerem może następować w drodze wymiany nośników danych. W takich przypadkach komputery biurowe muszą być wyposażone w sprzęt peryferyjny do wydawania i/lub przyjmowania nośników danych, przy czym musi być zapewniona zgodność (compatibility) z odpowiednimi urządzeniami peryferyjnymi dużego komputera. Mamy wiele różnych nośników danych (m.in. dziurkowana taśma papierowa), które można wymieniać.

Szczególnym przypadkiem zaliczanym do tej formy współpracy jest przetwarzanie danych na zewnątrz przedsiębiorstwa (ausserhaus), czyli metodą

zleceń. Przy tej ostatniej formie, na komputerze biurowym tworzy się nośniki danych, które później w usługowym centrum obliczeniowym przetwarza się dalej.



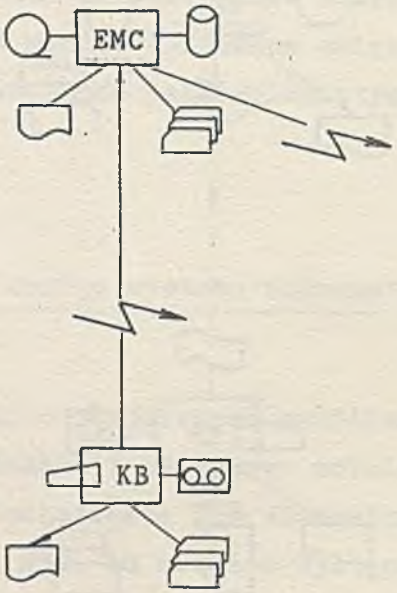
Rys. 3. Powiązanie komputerów off-line

Komputery biurowe można na przykład zastosować do pierwotnego przetwarzania zadań z zamkniętej dziedziny. Uzyskane przy tym nośniki danych wykorzystuje się na dużych komputerach do opracowań, które bądź to ze względów technicznych, bądź ekonomicznych nie nadają się do opradowywania na komputerach biurowych.

Dane wynikowe pochodzące z przetwarzania na komputerach biurowych emitowane są na nośnikach maszynowych i tworzą input dla oczekującej fazy przetwarzania na dużym komputerze. Może również zachodzić jednak zjawisko odwrotne, tzn. wytworzone na dużych komputerach nośniki mogą być przetwarzane dalej na komputerach biurowych w sposób zdecentralizowany.

Z pierwszym przypadkiem spotykamy się przy zjawisku zbierania, z drugim - przy rozdzielaniu danych, informacji, decyzji itp.

Współdziałanie w reżymie integralnym (on-line). Drugi przypadek współdziałania w powiązaniu ma podobną strukturę (bez fizycznego transportu nośników danych). Wymiana informacji w reżymie integralnym następuje przez transmisję danych. Znajdują tu zastosowanie różne formy zdalnego przetwarzania danych.



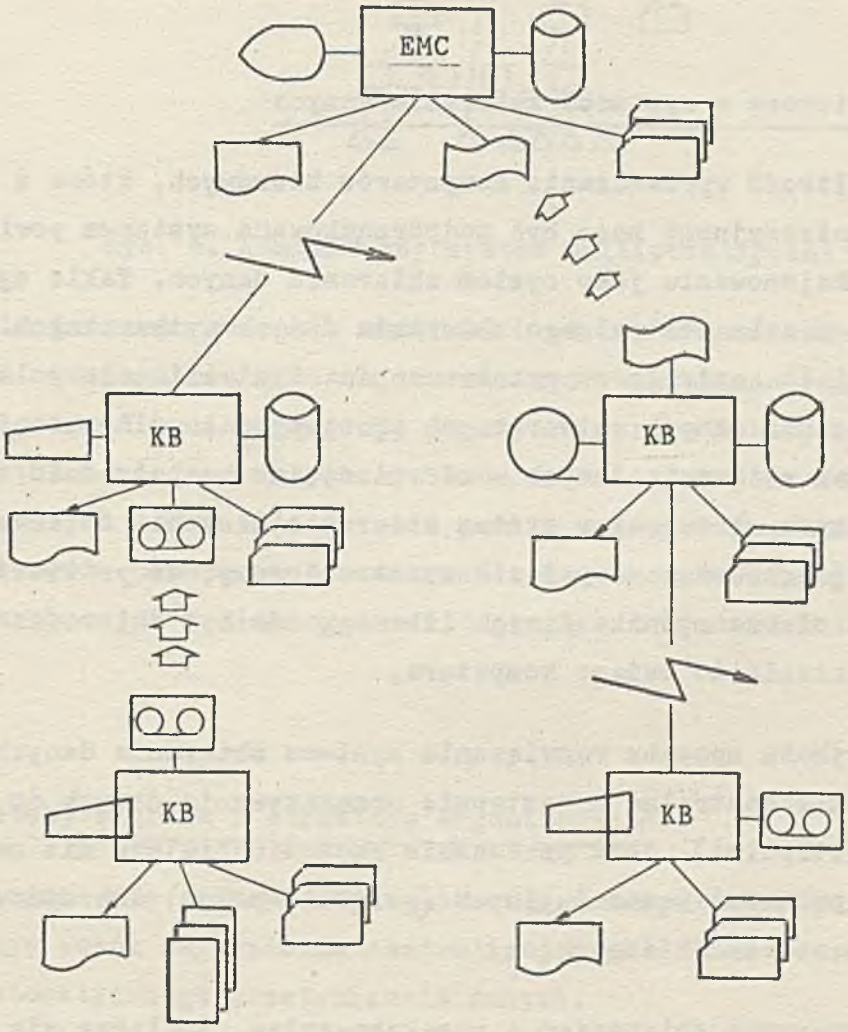
Rys. 4. Powiązanie komputerów on-line

Komputery biurowe współpracujące w reżymie integralnym z zasady w swych funkcjach przekraczają rolę końcowych stacji abonenckich lub terminali. Wykorzystuje się bowiem posiadane przez nie możliwości własnego programowania, pamiętania i przetwarzania niezależnie od zastosowania jako wejściowo-wyjściowych urządzeń końcowych, czyli tzw. "nieinteligentnych" lub "pasywnych" terminali.

Przez funkcje przetwarzania wstępnego np. sprawdzanie dopuszczalności, wstępne sortowanie i zagęszczanie danych lub obróbkę zamkniętego obszaru pracy - odciąża się przewody transmisyjne i centralną EMC oraz osiąga się dane zweryfikowane do dalszego przetwarzania.

Komputery biurowe, spełniające wyżej opisane funkcje, określa się jako terminale "inteligentne" lub "aktywne". Stają się one w pełni zintegrowanymi i integrującymi częściami kompleksowego systemu informatycznego.

Łatwo można sobie również wyobrazić kombinowane wprowadzanie terminali on line-/off line. Przy wprowadzaniu kombinowanym struktura powiązania uzależniona jest zarówno od parametrów technicznych, jak i od potrzeb organizacyjnych oraz celowości.



Rys. 5. Kombinowane powiązania komputerów on line/off line

Jak podaje R. Krieger [9], wielu użytkowników komputerów biurowych nie w pełni jeszcze docenia możliwości zastosowania terminali inteligentnych. Należy jednak zwrócić uwagę na wiele przykładów dobrze przemyślanego zastosowania terminali. Wydaje się, że w przyszłości więcej będzie także przykładów przetwarzania wstępnego przez zdecentralizowane stacje terminali inteligentnych niż to było dotychczas. Niezależnie

jednak od innych względów, nawet same zagadnienia efektywności odciążenia dużych komputerów, mniejsze koszty transmisji przez sprawdzanie na miejscu , jak również warunki eksploatacyjne, mogą w poszczególnych przypadkach przemawiać na rzecz tej formy organizacji przetwarzania danych.

10. Komputer biurowy - systemem zbierania danych

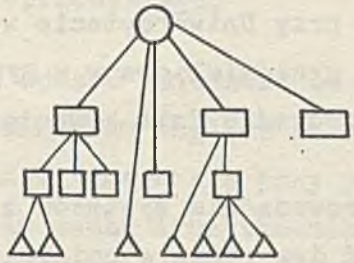
Dalsza możliwość wprowadzania komputerów biurowych, która z punktu widzenia organizacyjnego może być podporządkowana systemem powiązanym, polega na funkcjonowaniu jako system zbierania danych. Takie systemy wprowadza się w celu centralnego zbierania danych wytwarzanych przez różne stacje i do centralnego przetwarzania. Centralizacja polega na zbieraniu nośników danych wytworzonych przez poszczególne stacje (autonomiczny system zbierania danych - off line) lub bezpośrednio za pomocą transmisji danych (integralny system zbierania danych)- on line . Dane mogą być dalej przetwarzane przez komputer biurowy, na podstawie wytworzonego przez siebie nośnika danych lub mogą one być skierowane do dalszego przetwarzania do dużego komputera,

Podstawą wyboru sposobu rozwiązania systemu zbierania danych jest koszt. Zbieranie centralne a następnie przekazywanie danych do dużego komputera (multipoint) jest przeważnie ekonomiczniejsze niż uwzględnianie wielu połączeń transmisyjnych (point-to-point) lub ujmowanie danych na wielu nośnikach danych.

W celu sterowania zbieraniem i przekazywaniem, podłącza się koncentrator, który steruje ruchem między terminalem i EMC lub wprowadzaniem na nośniki danych. W zależności od celowości organizacyjnej, możliwe jest również rozwiązanie kombinowane systemów point-to-point i multipoint.

Obecnie stosuje się bardzo różne systemy zbierania danych. "Inteligencję" można scentralizować, przy czym wynikiem takiego rozwiązania jest pasywne ujmowanie danych na miejscu ich powstawania. W takim układzie cały system zbierania danych przy współdziałaniu z dużym komputerem staje się "inteligentnym" terminalem, niezależnie od tego, czy byłby to system off-line czy on-line. "Inteligencję" można jednak rów-

nież rozdzielić na terminale, które mają połączenia kontaktowe z koncentratorami.



Rys. 6. Kombinowany system multipoint/point to point

Obecnie istnieją szerokie możliwości użycia i zastosowań komputerów biurowych. Szczególnie wzrastająca zdolność spełniania roli terminali "inteligentnych" predestynuje je do użycia w ramach kompleksowych zadań lub wielkich i zintegrowanych systemów informatycznych. Zdolność komputerów biurowych do spełniania roli punktu wyjściowego, pośredniczącego lub końcowego w procesach przetwarzania danych wprowadzanych, jak i wyprowadzanych czyni z nich ogniwo integrujące w systemach współpracujących.

11. Komputery biurowe a struktura organizacyjna

Pojawiające się różne formy zastosowania komputerów biurowych wywołały dyskusję wokół zagadnienia centralizującego lub decentralizującego wpływu automatycznego przetwarzania danych.

Istotny aspekt problemu polega na tym, że oddziaływania te mogą zależeć nie tylko od wybranych form zastosowań, lecz również od wielkości przedsiębiorstwa, przy czym do ostatnich czasów utrzymywało się przekonanie, że komputer biurowy jest stosownym urządzeniem wyłącznie dla małych i średnich przedsiębiorstw. Jednym z czynników kształtujących taki pogląd było niewątpliwie to, że komputery biurowe, szczególnie przy zastosowaniu do autonomicznych systemów, nie mogły osiągać takich możliwości jakościowych, jakie osiągały duże komputery. Profile danych i ich wolumeny z reguły nie są bezpośrednio zależne od wielkości przedsiębiorstwa; zależą one znacznie bardziej od rodzaju wypełnianych zadań i stop-

nia ich integrujących powiązań. Dlatego też obserwuje się od pewnego czasu, właśnie w dużych przedsiębiorstwach, tendencje do stosowania komputerów biurowych do wykonywania zadań z zakresu przetwarzania danych. Badania przeprowadzone przez Instytut Gospodarki Przemysłowej ds Organizacji i Automatyzacji[1] przy Uniwersytecie w Kolonii wykazały, że większość spośród 50 dużych przedsiębiorstw w RFN (ze względu na obroty i liczbę zatrudnionych) wprowadza dziś komputery biurowe.

Analizując skutki wprowadzenia systemów z komputerami biurowymi ogólnie można wyodrębnić dwa rodzaje podziału i wykonania zadań. Do pierwszego zaliczymy zastosowanie tych urządzeń w małych i średnich przedsiębiorstwach, w których komputery biurowe wystarczają do wykonania wszystkich przypadających na nie zadań w zakresie przetwarzania danych. Do drugiego - zdecentralizowane zastosowanie komputerów biurowych w dużych przedsiębiorstwach w powiązaniu z dużym komputerem.

W małych i średnich przedsiębiorstwach należy stwierdzić, że w centralizacji przetwarzania informacji odczuwa się podobne tendencje, jak w stosowaniu urządzeń "dużej" techniki przetwarzania danych. Ze stosowaniem komputerów biurowych wiążą się liczne próby ich wykorzystywania z równoczesnym ujęciem danych, w celu uniknięcia powtórnego ich wprowadzania.

Jeśli tylko zakres zadań oraz środki rzeczowe pozwalają na przenoszenie całego obszaru obrachunkowego, to można mówić o centralizacji procesu przetwarzania danych historycznych. Centralizacja taka odnosi się do środków rzeczowych (zakładowy ośrodek przetwarzania danych).

Inaczej przedstawia się sprawa w dużych przedsiębiorstwach. Jeśli w dużym przedsiębiorstwie zainstalowano jeden lub więcej dużych komputerów, wówczas już sam wysoki poziom zdolności przetwarzania urządzeń (zarówno jakościowy, jak i ilościowy) wymaga silnej centralizacji procesu przetwarzania danych, choćby tylko dla umożliwienia ich wykorzystania odpowiadającego wielkościom maszyn. Cały system przetwarzania informacji jest ukierunkowany na centralny punkt przetwarzania danych, przez

---

[1] Betriebswirtschaftliches Institut für Organisation und Automation BIFOA

co stan taki niesie ze sobą w pewnej mierze nieelastyczność systemu. Chociaż problemy te widziano pierwotnie tylko przy przetwarzaniu wsadowym, to jednak wspomniane kłopoty przezwyciężane są tylko częściowo przez stosowanie systemu teleprocessingu.

Wprawdzie znosi się w ten sposób zależność od "centrali", jednak musi się respektować ograniczenia ze względu na liczbę użytkowników i programów użytkowych. Ponadto wymaga się przy pracy w reżymie real-time, przez koncentrację wielu zadań i użytkowników, wielkiego nakładu środków na oprogramowanie, na system sterujący. Dlatego praktycy ostrzegają, że zastosowanie tak skomplikowanego systemu może wymagać dużego software'u sterującego, tzn. długich programów, które spowodują niemal całkowite zajęcie komputera zarządzaniem własnym i trudno już będzie myśleć o pracy produktywnej.

Przez zastosowanie komputerów biurowych, we współpracy z dużymi komputerami, można przeprowadzać decentralizację procesów przetwarzania danych również w dużych przedsiębiorstwach. Staje się wówczas możliwe podniesienie elastyczności systemu informatycznego i odciążenie centralnego komputera od zbędnych przebiegów kontrolnych, rozdzielających lub koordynujących. Poniżej podajemy przykład takiego rozwiązania za pomocą komputera biurowego w przedsiębiorstwie typu zleceniowo-obiektowego (product-oriented). Zamiast scentralizowanego przetwarzania informacji na poszczególnych stanowiskach ukierunkowanych na obiekty wytwarzane przeprowadza się ujmowanie danych i przebiegi przetwarzania danych, z nimi bezpośrednio związane, na komputerach biurowych w sposób zdecentralizowany, np. fakturowanie z równoczesnym tworzeniem maszynowego nośnika danych w celu dalszego przetwarzania na komputerze centralnym. Może to również służyć do ewidencji wyrównywania należności zgodnie z rachunkami. Centrum obliczeniowe uruchamia się tylko w celu zaspokojenia potrzeb wyższego rzędu, których za pomocą komputerów biurowych zaspokoić się nie daje, lub takich, które mają istotne znaczenie dla całego przedsiębiorstwa. Taka organizacja zapewnia lokalną elastyczność, jak również podnosi się zdecentralizowaną gotowość informacyjną przy równoczesnym zapewnieniu centralnej koordynacji i kontroli.

Lokalne przetwarzanie danych daje następujące korzyści:

- przez przetwarzanie lokalne uzyskujemy szybciej potrzebne informacje; jest to istotne szczególnie wtedy, kiedy jednostki zdecentralizowane potrzebują wyników przetwarzania informacji bezpośrednio do decyzji i zarządzania (informacje o czasie krytycznym);

- należy oczekiwać, że system złożony z wielu podsystemów wykaże większą elastyczność; może to występować np. przy środkach dostosowywania się, w systemach zdecentralizowanych powodują one niższe koszty niż przy dużych systemach. Ponadto przy zakłóceniu transmisji danych między komputerem biurowym i centralą lub przy awarii komputera centralnego, komputer biurowy może nadal samodzielnie pracować (przy czym dane zapisywane są w celu późniejszego ich przekazania).

Jeśli przedsiębiorstwo ma strukturę wydziałową (rozrachunek wewnątrzzakładowy - profit-center-concept), to ta koncepcja jest bliska zdecentralizowanemu przetwarzaniu danych.

W zakresie przetwarzania danych przez podział zadań na różne komputery biurowe i centralny komputer, można wielkość ogólnego systemu zachować w zastępczych wielkościach modułowych, a jednocześnie uwolnić od wielu funkcji sterujących oraz koordynacyjnych tak, ażeby zakres oprogramowania systemu mógł być przy tym ograniczony. W ten sposób można każdej jednostce sprzętu, przetwarzającej informacje, przydzielić zadanie w sieci komputerowej, które adekwatne jest do jej potencjalnych możliwości. W jakim stopniu zdecentralizowane posługiwanie się komputerami biurowymi wywrze wpływ dodatkowy na strukturę organizacyjną nie można jeszcze wyraźnie przewidzieć,

12. Ilościowy rozwój komputerów biurowych

Spotykane odmiany form użycia, możliwości dostosowania do istniejących form organizacyjnych obok uproszczonego programowania zastosowaniowego i szerokiego zestawu sprzętu wraz z różnorodnymi urządzeniami peryferyjnymi, jak i względnie korzystny stosunek wydajności do ceny są niewątpliwie podstawowymi czynnikami zapewniającymi powodzenie rynkowe komputerów biurowych.

Według danych Diebolda, w RFN przy końcu 1970 r. było około 21.000 zainstalowanych komputerów biurowych. Warto przy tym podkreślić, że od 1965 r. obserwuje się przyrosty roczne o ok. 50%.

Zachodzi duże prawdopodobieństwo, że ten kierunek utrzyma się jeszcze przez jakiś czas. W RFN przewiduje się, że na początku 1975 r. czynnych będzie ok. 60-80 tysięcy komputerów biurowych, natomiast w 1980 r. będzie ich powyżej 100.000, o wartości ponad 10 miliardów DM. Raueiser [11] podaje 30.000 przy końcu 1971 r. i 200.000 jako prognozę na 1980 r. J. Kochański dla Francji podaje [8] następujące dane szacunkowe:

stan komputerów biurowych na 1.01.1970 - 7.215 sztuk,
stan komputerów biurowych na 1.01.1971 - 11.293 sztuk,
stan komputerów biurowych na 1.01.1972 - 15.098 sztuk.

W Polsce, w najbliższych latach, oczekujemy wyprodukowania kilku tysięcy krajowych komputerów biurowych typu MERA 302.

Jeśli nawet podejdziemy do tych oszacowań dość ostrożnie, to w każdym razie nie ma żadnej wątpliwości, że na zastosowanie komputerów biurowych angażuje się w skali kraju duże środki. Zachodzi potrzeba uzasadnienia tego zainteresowania oraz optymalnego, z punktu widzenia organizacyjnego i gospodarczego - ich wprowadzania. Staje się rzeczą coraz pilniejszą opracowanie kryteriów oceny optymalności użycia tych urządzeń. Po pierwsze trzeba rozstrzygnąć pytanie, przy jakim wolumenie danych brak jest uzasadnienia na instalowanie dużych komputerów. Prawdopodobnie dla ogólnej oceny można przyjąć określoną liczbę zatrudnionych, jako wielkość graniczną.

Z tego punktu widzenia należy oczekiwać, że znaczna większość przedsiębiorstw, ze względu na posiadany wolumen danych, będzie kwalifikować się do klasy przedsiębiorstw małych i średnich czyli przedsiębiorstw, w których ilość danych do przetwarzania nie uzasadnia zainstalowania dużego komputera, niezależnie od posiadanych środków finansowych na taki zakup. Wynika z tego, że najbardziej celowe jest stosowanie komputerów biurowych w przedsiębiorstwach o średnich ilościach danych lub przeciętnych profilach. Rzeczywiście, komputery biurowe natrafiają na konkurencyjną koncepcję przetwarzania na dużych komputerach tzn.

zlecanego ośrodkom. Ogólnie biorąc koncepcja ta jednak nie wykazuje tej elastyczności, jaką ma rozwiązywanie zadań na komputerach biurowych. Zjawisko to znajduje swoje odbicie niemal we wszystkich branżach.

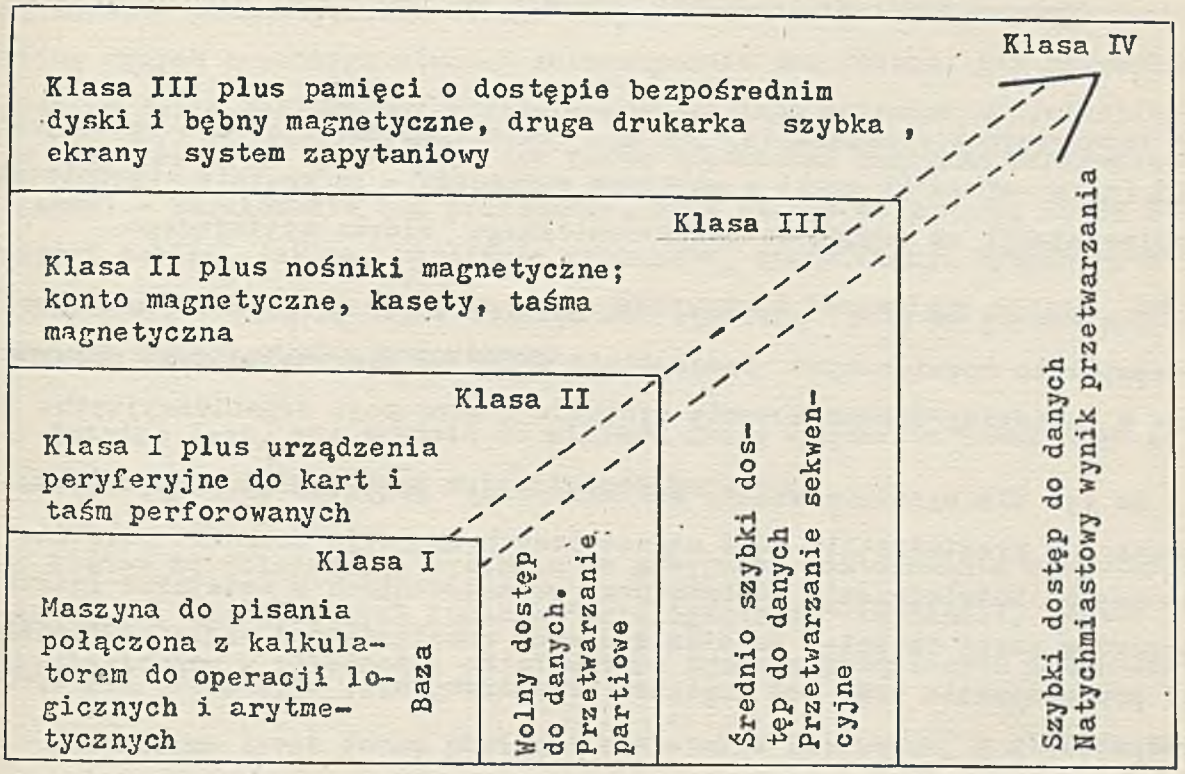
13. Jakościowy rozwój komputerów biurowych

Zainteresowanie komputerami biurowymi i popyt na te urządzenia dowodzi, że zwiększa się krąg potencjalnych użytkowników właśnie na te systemy przetwarzania danych. Dlatego też wydaje się uzasadnione i konieczne zainteresowanie się przyszłym rozwojem jakościowym tych urządzeń.

Przede wszystkim wzrastający poziom jakości spowodował, że uzasadnione gospodarczo i opłacalne stało się instalowanie komputerów i tym samym automatyczne przetwarzanie danych jest bardziej dostępne, szczególnie dla małych i średnich przedsiębiorstw. Korzystne okazało się dla zakładów tej wielkości, zbliżanie się krok po kroku i dostosowywanie się do nowoczesnych technologii przetwarzania informacji. Niezależnie od szybszej i ściślejszej informacji zaczęto także poszukiwać korzyści niewymiernych; jedną z nich jest awansowanie ludzi i ułatwienie im pracy.

Przedsiębiorstwa zaczynają dysponować kadrą, która jest w stanie przedstawić koncepcję właściwego stosowania komputerów. Dojrzewają specjaliści analitycy i programiści, powstają koncepcje. Konstruktorzy udoskonalają sprzęt, jego moduły oraz możliwości współpracy tych modułów. Komputery biurowe wchodzą do powszechnego użycia.

Dość charakterystyczny pogląd na rozwój jakościowy komputerów biurowych reprezentuje J. Kochański [8]. Komputery biurowe autor dzieli na cztery klasy. O przyporządkowaniu komputerów do jednej z klas decyduje sposób komunikowania się z komputerem. 1 klasa - to maszyna do pisania, 2 klasa - taśmy i karty perforowane, 3 klasa - nośniki magnetyczne, 4 klasę charakteryzuje bezpośredni dostęp do pamięci na dyskach lub bębnach magnetycznych. Istotne jest, że w tej klasyfikacji bardzo duże znaczenie przypisywane jest pamięci masowej, która w znacznym stopniu determinuje możliwości zastosowania komputera biurowego.



Rys. 7. Rekapitulacja definicji klas

Rozwój idzie w dwóch kierunkach, z których jednym jest komputer biurowy jako system autonomiczny, a drugim komputer biurowy jako aktywne urządzenie końcowe.

14. Rozwój komputerów biurowych jako systemów autonomicznych

Przyszłość komputerów biurowych, jako samodzielnych systemów, będzie zależeć od rozszerzenia zakresu wykonywanych przez nie zadań. Przez rozpowszechnienie pamięci dyskowej otwierają się nowe możliwości zastosowań komputerów biurowych. Również większe pojemności pamięci ferrytowych pozwalają na rozwiązywanie zadań bardziej skomplikowanych jakościowo i ilościowo. Wiąże się to ze znacznym efektem organizacyjnym integracji, jak to np. wynika z możliwości powiązań łańcuchowych zbiorów w systemach dysków magnetycznych. Właśnie w tej dziedzinie przekraczana jest podaż na systemy bez styku w porównaniu z dziedziną "dużej" techniki przetwarzania. Powstaje pytanie, czy "bezpośrednie przetwarzanie" i "ciągłe ręczne wejście" będą wówczas jeszcze tak bardzo eksponowane, kiedy kom-

putery biurowe podobnie, jak EMC, przejdą na nowe formy ujmowania danych.

Interesujące rozwiązania, jak np. "inteligentne" ujęcia w systemach POS (point-of-sale) czyli w punktach sprzedaży - są obecnie przedmiotem implementacji za pomocą fotoelektronicznego ołówka czytającego.

Ten rozwój "w górę" powoduje, że również wiele problemów pozostało niezupełnie rozwiązanych. Szczególnie przybywa nierozwiązanych problemów z dziedziny oprogramowania systemów i koncepcji organizacyjnych.

Na tym tle wyraźnie widać, że "klasyczny" komputer biurowy, dostosowany do przetwarzania kont magnetycznych znajduje szerokie pole zastosowań. Doświadczenia zdobyte przy zastosowaniach w ostatnich latach prowadzą coraz częściej do standardowych rozwiązań pod względem techniki programowania oraz pod względem organizacyjnym, co ułatwia ich wprowadzanie.

Przy ograniczonych, specjalnych typach zadań, przejrzystych zbiorach danych i normalnym poziomie wymagań użytkownika istnieją jeszcze duże możliwości zastosowań komputerów biurowych, pozwalające zaspokoić potrzeby na lepszą, szybszą i pewniejszą informację.

15. Rozwój komputerów biurowych jako aktywnych urządzeń końcowych w powiązanym systemie

Tendencja dostosowywania komputerów biurowych do roli terminali niewątpliwie utrzyma się nadal. Perspektywicznym celem tej koncepcji staje się dla komputerów biurowych, jako integralnej części systemu połączonych komputerów, tworzenie punktów informacyjnych (information-utility-production). Przy takim rozwiązaniu każde przedsiębiorstwo ma dostęp (z każdego miejsca wykonywania zadań) do systemu połączonych komputerów za pośrednictwem aktywnych urządzeń końcowych. Indukowane w ten sposób uzgadnianie nośników danych i struktur danych powoduje rosnącą wewnątrz przedsiębiorstwa integrację przetwarzania danych i pozwala oczekiwać integracji zewnętrznej. Należy rozumieć przez to silną wewnątrzzakładową zgodność indywidualnych systemów informacyjnych, która umożliwi zre-

alizowanie automatycznego obiegu danych wewnątrz przedsiębiorstwa. Obieg danych przebiega wówczas automatycznie tak dalece, jak dalece jest to tylko możliwe bez wpływu człowieka jako czynnika aktywizującego cały przebieg. Celem jest tak zwane "checkless business management" (handel - zarządzanie bez przeszkód), przy którym osiąga się wiele korzyści takich, jak np. wysyłanie rachunków, specyfikacji wysyłkowych itp., ponieważ na ich miejsce można wprowadzić transmisję danych lub wymianę danych między komputerami.

Istotne jest, aby skrócić do minimum drogę dokumentu źródłowego i zadbać o sprawdzenie oraz automatyczną kontrolę.

Dostęp do połączonych systemów w przypadku zastosowania komputerów biurowych spełniających funkcje "inteligentnych" terminali, bywa ukształtowany w zależności od struktury systemu połączonych komputerów.

Rozpatrzmy teraz formy powiązań komputerów biurowych, w których to formach mogą być organizacyjnie włączane "aktywne" terminale. Zasadniczo dają się wyodrębnić następujące podstawowe formy powiązań:

- formy strukturalne,
- formy procesowe (technologiczne),
- formy organizacyjne.

Strukturalne formy powiązań

W zależności od równej lub różnej wydajności urządzeń powiązanych rozróżnia się:

- symetryczne systemy powiązań i
- asymetryczne systemy powiązań.

Symetryczny system powiązań ma miejsce wtedy, kiedy powiązane są ze sobą co najmniej dwa komputery biurowe o jednakowej wydajności.

Taki tandem ("stand-by"-system) instaluje się, aby zapobiec skutkom awarii w jednym z urządzeń, albo w celu wymiany danych lub programów.

W przypadku komputerów biurowych powiązanie takie zachodzi wtedy, kiedy urządzenia współpracują systemem duplex (dwustronnie).

Asymetryczne systemy powiązań mamy wówczas jeśli urządzenia mają cechy wydajnościowe zróżnicowane.

Taki przypadek może mieć miejsce wtedy, kiedy kilka "aktywnych" terminali połączy się z niewielką liczbą różnych dużych EMC. Wówczas takie powiązanie może być ukształtowane jedno- lub wielostronnie.

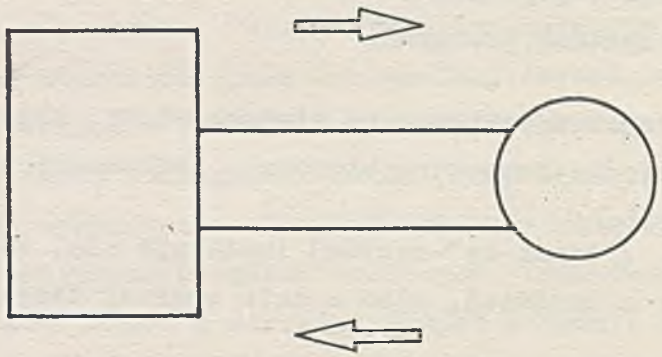
Procesowe formy powiązań

W zależności od kierunku dalszego przepływu, możemy wyróżnić systemy wyrównywania, rozdzielania lub dostarczania (zbierania) danych, ewentualnie również programów.

Duże znaczenie przy procesowej formie powiązań ma podział danych do przetwarzania i związane z tym zagadnienie "data-sharing"[1]. Istota problemu polega na właściwym zorganizowaniu banku danych, który powinien być wspólnie wykorzystywany i możliwie jak najekonomiczniej tworzony.

Systemy wyrównywania. Z systemem wyrównywania spotykamy się wtedy, kiedy pomiędzy dwoma lub więcej komputerami ma miejsce zaspokojenie potrzeb w formie konwersacyjnej. System taki ma miejsce kiedy komputer-terminal z braku pojemności przenosi określone zadania w zakresie przetwarzania danych na duży komputer.

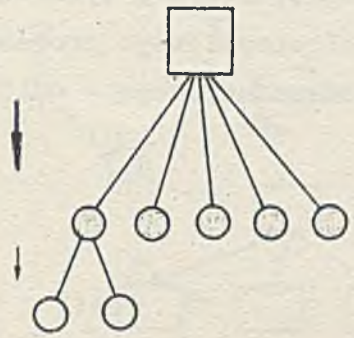
Wyrównywanie potrzeb może mieć miejsce w miarę ich pojawiania się.



Rys. 8. System wyrównywania

[1] Data sharing - struktura danych

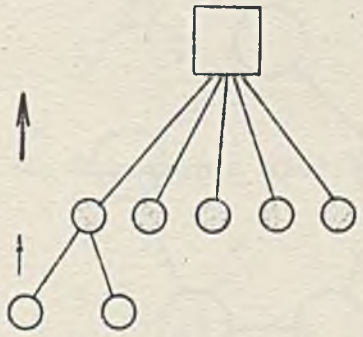
Systemy rozdzielania. W zależności od kierunku dalszego obiegu danych odróżniamy systemy zbierania od systemów rozdzielania.



Rys. 9. System rozdzielania

W systemach rozdzielania, dane przekazane przez duże komputery przetwarza się w dalszym ciągu na komputerach biurowych.

Systemy zbierania. W systemach zbierania dane ujmuje się i wstępnie przetwarza na komputerze biurowym, następnie, jako dane zweryfikowane, przekazuje do dużego komputera, do dalszego przetwarzania.

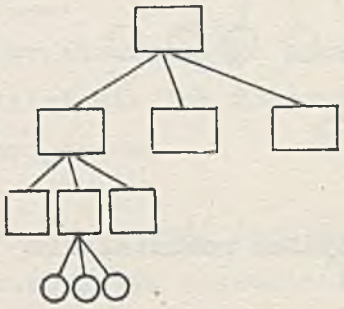


Rys. 10. System zbierania

Organizacyjne formy powiązań

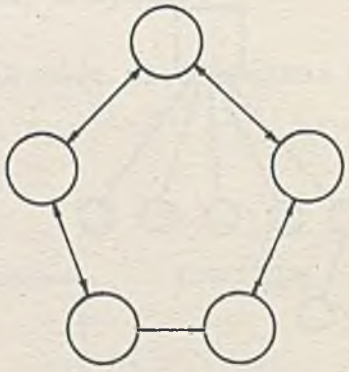
Jeśli dla pewnych urządzeń w systemie powiązanym dopuszcza się priorytety ze względu na określone przebiegi przetwarzania, to w konsekwencji, z hierarchicznej struktury powiązań wynikają hierarchie komputerów.

Można sobie wyobrazić przypadek, gdy centralne urządzenie rozdziela polecenia wielu zdecentralizowanym urządzeniom na poszczególnych obszarach działania przedsiębiorstwa, a te z kolei sterują w sposób zdecentralizowany komputerami biurowymi, które w tych obszarach działania są zainstalowane. Wyniki tego wielostopniowego procesu przetwarzania danych mogą przebiegać również odwrotną drogą - od "dołu" do "góry".



Rys. 11. Hierarchia komputerów

Również pracujące komputery równorzędne mogą - podobnie jak w symetrycznym systemie powiązań - reprezentować formę organizacyjną, szczególnie w zakresie powiązania komputerów biurowych.

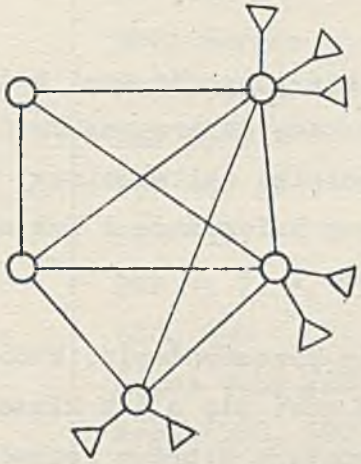


Rys. 12. System powiązań komputerów równorzędnych

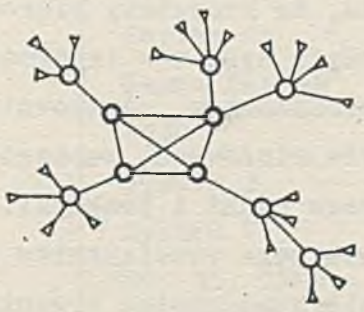
Wszystkie możliwe rozwiązania organizacyjne powinny przekonać nas, ż jest ich przy komputerach biurowych bardzo dużo, że są one różnorodne oraz bardzo rozumnie mogą być wkomponowywane w systemy komputerowe. Ogólna wypowiedź, jak w przyszłości kompleksowe systemy przedsiębiorstw oraz międzyzakładowe systemy informacyjne i komunikacyjne z komputerami biurowymi jako terminalami mogą być budowane, nie jest jeszcze możliwa.

Czy będzie tu mogła być mowa o powiązaniach gwiaździstych (rys. 13), czy o powiązaniach sieciowych (rys. 14) lub o kombinowanej formie (rys. 15) obu poprzednich, zależy od wielu czynników.

Rys. 13. Powiązania gwiaździste



Rys. 14. Powiązania sieciowe



Rys. 15. Kombinowane powiązania sieciowo-gwiaździste

Wpływają na to takie czynniki, jak zabezpieczenie danych, zabezpieczenie transmisji danych, stopień pilności informacji, możliwości zagęszczeń w miejscu powstawania informacji, dysponowanie odpowiednim sprzętem i oprogramowaniem oraz możliwość i koszty transmisji danych.

Musi zostać rozwiązanych wiele trudnych problemów w zakresie sprzętu, oprogramowania i transmisji danych oraz niełatwych zagadnień odnoszących się do dziedziny organizacji zastosowań. Koncepcje rozwoju warunkują organizacyjnie słuszne i uzasadnione ekonomicznie instalowanie komputerów biurowych w systemach powiązanych i powinny być w przyszłości wnikliwiej opracowywane i uzasadniane.

16. Uwagi końcowe

Przedstawione cechy charakterystyczne oraz możliwości komputerów biurowych stanowią pewną podstawę do przypuszczeń, że spotykane jeszcze opinie, jakoby ten rodzaj techniki obliczeniowej to jedynie lepsze, szybsze i wygodniejsze maszyny księgujące i fakturujące - będą wkrótce należały do przeszłości.

Komputery biurowe dokonały przeobrażenia, które chyba najlepiej przejawia się w tym, że już dziś mówi się o ich klasach podobnie jak w przypadku dużych komputerów. Komputery biurowe pochodzące z pierwszych lat sześćdziesiątych zyskały sobie miano "klasycznych" (established). Dzisiejsze skomplikowanie zakładowego przetwarzania danych, które w dużej mierze może być rozwiązane przez komputery biurowe, obojętnie czy byłby to system autonomiczny, czy częściowe współdziałanie z dużym komputerem, zmusza do uwzględnienia faktu, że komputery biurowe należy uwzględniać przy kształtowaniu kompleksowych systemów informacyjnych. Konieczna jest przy tym współpraca między producentem, użytkownikiem i badaniami. Nierozwiązane problemy komputerów biurowych, szczególnie w zakresie zastosowań, są wyzwaniem pod adresem nauki i praktyki. Należy zdać sobie sprawę, że w naszych warunkach poza rozwiązaniem problemu tych z pozoru małych urządzeń, kryje się olbrzymi postęp organizacyjny i powszechny postęp w kulturze zarządzania. Komputery biurowe powinny usprawnić i udoskonalić procesy informacyjno-decyzyjne, od których trafności zależy duża część bazy materialnej życia gospodarczego społeczeństwa.

Załącznik nr 1

Analiza małych komputerów i jej rezultat

Producent	Komputer	Zainstalowano	Zamówiono	Razem
Burroughs Machines	E Series	51	-	51
	L Series	6	-	6
Business Computers Ltd	Molecular 18	3	-	3
Computer Automation	216, Alpha 16	12	-	12
Computer Instrumentation	Redcor RC Series	4	-	4
Computer Technology	Modular One, Minimod	128	-	128
Clenco	CE 9000	1	-	1
Data General Ltd	NOVA Series	4	-	4
Digico	Micro 16	100	-	100
Digital Equipment	PDP 5, 8	350	1	351
	PDP 11, 16	66	5	71
	PDP 12	17	-	17
	PDP 4, 7, 9, 15	51	-	51
Electronic Assosiates	680, 690	3	-	3
Ferranti	Argus 100, 200	16	-	16
	Argus 300, 600	15	-	15
	F1600, FM1600	58	-	58
GEC	903, 905	99	-	99
	MARCH	46	-	46
Hewlett-Packard	2100 Series	61	1	62
Honeywell	58, 124	35	-	35
	Series 16	194	12	206
	Gamma Series	20	-	20
IBM	1130	175	1	176
	System 3	145	9	154
	System 7	7	-	7
Interdata	14, 15, 270X, 3, 4, 5, 70	25	-	25
International Computers	1004	3	-	3
	Sirius	4	-	4
Kienzle	5604, 6000 Series	44	-	44

Załącznik nr 1 c.d.

Litton	ABS System	87	1	88
	Monrobot 11	12	-	12
Melcom	83	11	-	11
National Cash Register	500, 5900	364	-	364
Nixdorf	820 Series	12	-	12
Philips Electrologica	353D	1	-	1
	Data Series	154	-	154
	P350 Range 9200	624	-	624
Raytheon	520, 700 Series	16	-	16
Redifon	R2000	6	-	6
Singer/Friden	5610	12	-	12
	System Ten	16	-	16
Solartron	EMR	5	-	5
Univac	UNI 1004	4	-	4
Varian	VAR 620/1	8	-	8
	Łącznie	3075	30	3105

Załącznik nr 2

Zestawienie

dziedzin, do których wdrożono średnią technikę obliczeniową na terenie Wspólnoty Brytyjskiej

01 SPRZEDAŻ
- 1 Fakturowanie
- 2 Księgowanie
- 3 Statystyka
- 4 Analiza
- 5 Kontrola zadłużeń
- 6 Planowanie
- 7 Badanie rynku

02 ZAMÓWIENIA
- 1 Ewidencja zamówień
- 2 Badanie ważności

03 ZAKUPY
- 1 Księgowanie
- 2 Sprawdzanie faktur
- 3 Analiza

04 ZATRUDNIENIE
- 1 Wynagrodzenia
- 2 Koszty płac
- 3 Analiza pracy
- 4 Wydajność pracy

05 FINANSE
- 1 Ewidencja aktywów
- 2 Kontrola budżetu
- 3 Księgowość dziedzinowa
- 4 Księgowość ogólna
- 5 Regulacja bankowa
- 6 Rachunek strat i zysków
- 7 Przepływ gotówki
- 8 Akcje
- 9 Modelowanie finansowe

06 ZAPASY
- 1 Wyroby gotowe
- 2 Roboty w toku
- 3 Surowce
- 4 Wycena wg cen sprzedaży
- 5 Wycena wg kosztów własnych
- 6 Przewidywanie popytu

07 PRODUKCJA
- 1 Planowanie

08 TRANSPORT
- 1 Rozliczenie pasażerów
- 2 Rozliczenie towarów przewiezionych
- 3 Załadowanie pojazdów
- 4 Planowanie tras
- 5 Analiza i modelowanie
- 6 Koszty własne

09 INNE INSTYTUCJE FINANSOWE
- 1 Banki
- 2 Ubezpieczenia
- 3 Wyszukiwanie informacji

10 TECHNIKA
- 1 Obliczenia energetyczne
- 2 Obliczenia techniki cywilnej
- 3 Obliczenia chemiczne
- 4 Obliczenia mechaniczne
- 5 Projektowanie

11 SZKOLNICTWO
- 1 Nauczanie
- 2 Administracja

12 LECZNICTWO
- 1 Rejestracja pacjentów i statystyka
- 2 Analizy biochemiczne

13 MATEMATYKA I STATYSTYKA
- 1 Analizy statystyczne i szczegółowe
- 2 Analizy numeryczne
- 3 Badania operacyjne i programowanie
- 4 Analiza sieci
- 5 Symulacja i modelowanie

14 PRZETWARZANIE ON-LINE
- 1 System rezerwacji
- 2 Przechowywanie danych
- 3 Kompresja danych
- 4 Sterowanie procesami
- 5 Sterowanie numeryczne
- 6 Przekazywanie meldunków

15 INNE
- 1 Sprzedaż czasu maszyny

2 Rachunek kosztów
3 Wydajność zakładu
4 Utrzymanie i konserw. zakł.
5 Ewidencja zakładu

2 Biuro obsługi ogólnej
3 Biuro obsługi on-line
4 Przetwarzanie wstępne
5 Obrona

Uwaga

Do średniej techniki obliczeniowej zaliczamy

- elektroniczne maszyny biurowe (wraz z mikrokomputerami),
- średnią technikę przetwarzania danych (wraz z terminalami inteligentnymi),
- mniejsze maszyny do sterowania procesami (wraz z minikomputerami).

Literatura

[1] Small Computer Users in the UK. Computer Survey 1973, nr 4, s. 246-301

[2] FISCHBACH F.: Mittlere Datentechnik auf der Hannover-Messe, 1973, cz. I, nr 5, cz. II, nr 6

[3] GROCHLA E.: Gegenwärtige Bedeutung und Entwicklungstendenzen der MDT. Datenverarbeitung - Bürotechnik 1973, nr 5, s. 478-488.

[4] HEINRICH L.J.: Mittlere Datentechnik - Einige Überlegungen zur Standardbestimmung und Bezeichnung. Computer-Praxis 1973, nr 3, s. 65-70.

[5] HEINRICH L.J.: Mittlere Datentechnik - Hardware, Software und Anwendung testaturorientierter Computer. Braunsfeld 1972, R. Müller - Köln

[6] HUCULAK A.: Automat obrachunkowy i jego miejsce wśród urządzeń do przetwarzania danych. ETO Nowości 1972, nr 4, s. 37-53

[7] HUCULAK A.: Komputer klawiaturowy (automat obrachunkowy) i możliwości jego zastosowania. Sygnały 1973, nr 24-7

[8] KOCHAŃSKI J.: Quatre classes d'ordinateurs de bureau. Informatique et Gestion, 1973, nr 50

[9] KRIEGER R.: Anwendungsspektrum der MDT. Bericht über ein Fachseminar in Köln. Bürotechnik 1973, nr 7/8, s. 723-724

[10] LERALE J., LHOSTE G., PEPE P.: L'ordinateur de bureau. Paris 1970, Dunod

[11] RAUEISER H.: Mittlere Datentechnik lebt weiter. Zur Definition und Abgrenzung des Begriffes. BTO, 1971, nr 11, s. 1002-1008

[12] RAUEISER H.: Mittlere Datentechnik und Magnetplatte, 1973, nr 3, s. 153-159

[13] TEREBUCHA E.: System informacji ekonomicznej w przedsiębiorstwie. Warszawa 1970, PWE

[14] ZIELENIEWSKI J.: Organizacja i zarządzanie. Warszawa 1969, PWN

mgr inż. Marek HOŁYŃSKI
Instytut Cybernetyki Stosowanej PAN

681.325.65:
621.38.049.7-181.4.019.34

PROBLEMY NIEZAWODNOŚCI STRUKTURALNEJ UKŁADÓW LSI

1. Wstęp

Wymagania poprawności pracy urządzeń cyfrowych sprawiły, że coraz większą rolę przy konstrukcji tych urządzeń zaczynają odgrywać zagadnienia związane z teorią niezawodności. Ciągły wzrost złożoności struktur cyfrowych, szczególnie wyraźny w maszynach matematycznych, doprowadził do sytuacji, w której praktyczne zastosowanie tej teorii stało się wręcz nieodzowne. Tym bardziej, że wzrost skomplikowania struktur idzie w parze ze wzrostem ich gęstości upakowania. Technologie tworzenia złożonych struktur na niewielkich obszarach muszą już nieodłącznie uwzględniać ich aspekt niezawodnościowy. Jest to konieczne, mimo że ostatnio udało się znacznie zredukować liczbę połączeń wewnętrznych a wykorzystanie jednorodności elementów układów półprzewodnikowych znacznie poprawiło trwałość tych urządzeń. W połowie lat sześćdziesiątych średnio notowano intensywność uszkodzeń 0,01-0,05% elementów półprzewodnikowych na 1000 godzin pracy, w 1970 r. - 0,001%/1000 h, w 1972 r. nastąpiło dalsze polepszenie [1].

Układy logiczne osiągnęły wówczas poziom dużego stopnia integracji (LSI - Large Scale Integration) czyli ponad 100 elementów logicznych (np. bramek lub przerzutników) w jednorodnym układzie. Układ taki obejmuje więc już całe bloki funkcjonalne urządzenia (np. rejestr czy sumator maszyny cyfrowej).

Zagadnienia niezawodności obejmują:

- analizę - określenie wskaźników niezawodności układu lub systemu na podstawie określonej struktury logicznej, charakterystyk logicznych i parametrów technologicznych,

- syntezę - dobranie struktury logicznej układu lub systemu, przy której zapewnione jest osiągnięcie zadanego poziomu wskaźników niezawodności.

Systemem nazywamy tutaj urządzenie zbudowane z układów półprzewodnikowych. Każdy z tych układów, mimo że spójny z punktu widzenia technologicznego, jest zróżnicowany logicznie. Opis funkcjonalny i niezawodnościowy pojedynczego półprzewodnikowego układu scalonego wymaga jego dalszego podziału. Tak więc nie możemy nazywać układu scalonego zgodnie z terminologią teorii niezawodności systemów "elementem", mimo że używane tutaj pojęcie systemu całkowicie odpowiada "systemowi" w teorii niezawodności.

Najwłaściwsze byłoby zatem nazwanie układu scalonego "podsystemem". Model niezawodnościowy urządzenia cyfrowego będzie zatem modelem trzystopniowym o następującym podziale:

- system - urządzenie zbudowane z układów scalonych,
- podsystem - pojedynczy układ scalony,
- element podsystemu, czyli także element systemu - element logiczny układu scalonego.

Ograniczymy się jedynie do rozpatrywania układów scalonych o wysokim stopniu integracji (LSI). Podstawowe wiadomości na temat tych układów oraz metod ich syntezy znaleźć można w pracach [8] i [12]. Zajmijmy się obecnie rozważeniem jakie problemy niezawodnościowe wymagają rozwiązania w ich przypadku. Problemy te dotyczą:

- zagadnień niezawodnościowych podstawowych operacji technologicznych,
- zagadnień niezawodnościowych operacji technologicznych ustalających zasadniczą strukturę logiczną,
- diagnostyki gotowych układów,
- ustalenia metody syntezy struktury podsystemu (układu) dla konkretnej realizacji funkcji logicznej; metoda ta powinna uwzględniać własności niezawodnościowe układu, tak aby struktura podsystemu (układu) była najbardziej odporna na przyszłe uszkodzenia,

- analizy niezawodnościowej zsyntetyzowanego, gotowego układu (określenie wskaźników niezawodnościowych dla danej realizacji logicznej),
- w wypadku nierealizowania przez układ żądanej funkcji logicznej - uzupełnienia go dodatkowymi elementami logicznymi,
- ustalenia metody syntezy systemu (urządzenia),
- analizy niezawodnościowej systemu po przeprowadzeniu syntezy,
- analizy niezawodnościowej systemu, podsystemów i elementów w czasie pracy.

2. Problematyka niezawodności operacji technologicznych

Zastanówmy się, czy wymienione problemy stanowią nowe zagadnienia w stosunku do rozwiązywanych przy okazji konstruowania dotychczasowych układów elektronicznych. W przypadku, gdy tak nie jest, tzn. gdy problemy te były rozważane przed pojawieniem się układów scalonych, ograniczymy się jedynie do krótkiego omówienia z podaniem odpowiedniej literatury. Nowe problemy zaś zostaną rozpatrzone szerzej wraz z przeglądem aktualnego stanu prac prowadzących do ich rozwiązania.

Zagadnienia niezawodnościowe podstawowych operacji technologicznych dotyczą takich operacji jak: wytwarzanie płytki podłożowej, maskowanie procesów dyfuzyjnych, wzrost epitaksjalny. W tych przypadkach duży stopień integracji wytwarzanego układu scalonego nie wnosi nowych zagadnień w porównaniu np. z wyrobem układów o małym stopniu integracji. Wydaje się więc, że do rozwiązania tych zagadnień wystarczy aparat matematyczny przedstawiony np. w pracach [6] i [7]. Wskazówki do rozwiązań bardziej zbliżonych do praktyki znaleźć można w pracach [8], [9], [10] i [11].

Operacje technologiczne ustalające zasadniczą strukturę logiczną obejmują tworzenie komórek i połączeń podstawowych. Podstawowe typowe uszkodzenia występujące po procesie technologicznym to: wadliwe wykonanie elementu (powodujące jego niesprawność funkcjonalną) i błędne naniesienie sieci połączeń (poprawne technologicznie, ale zmieniające

zadaną strukturę logiczną). Znacznie groźniejszym, choć nie zdarzającym się tak często jak dwa poprzednie, jest uszkodzenie "mostkujące". Jest ono charakterystyczne dla układów scalonych i polega na niezamierzonym sprzężeniu odrębnych fragmentów układu. Dzieje się tak na skutek uszkodzenia warstwy izolującej między dwoma poziomami metalizacji lub przez połączenie przewodów na tym samym poziomie wskutek niewłaściwego maskowania albo trawienia.

Uszkodzenia "mostkujące" trudne do wykrycia i usunięcia, powodują poważne trudności. Mogą one wytworzyć asynchroniczną pętlę sprzężenia w strukturze zmieniając ją w ten sposób z kombinacyjnej na sekwencyjną. Wywołują także niejednoznaczne reakcje logiczne sprzeczne z możliwościami (nawet uszkodzonego) układu. Rezultatem połączenia wyjść dwu bramek może być bowiem sygnał o wartości napięcia między "0" a "1". Nie możemy wykorzystywać wówczas konwencjonalnego modelu logicznego do opisu uszkodzonego układu; konieczne jest nowe podejście. Rozwiązania takie prezentowane są np. w pracach [11] i [13].

3. Problematyka niezawodności operacji logicznych

Operacje logiczne dokonywane po procesach technologicznych na układzie LSI obejmują: diagnostykę gotowych układów oraz ich analizę i syntezę.

W przypadku układów scalonych LSI o określonym przeznaczeniu diagnostyka sprowadza się do rozpoznawania stanu niezawodnościowego układu. Po zakończeniu procesu technologicznego nie ma w tym przypadku żadnych możliwości modyfikacji gotowego układu. Ważne jest więc jedynie czy układ realizuje zadaną funkcję logiczną, czy też nie. Metody rozpoznawania stanu niezawodnościowego układów o określonym przeznaczeniu nie odbiegają od klasycznych metod rozpoznawania stanu niezawodnościowego układów logicznych. Na ten temat istnieje bogata literatura. Informacje na ten temat można znaleźć np. w pracach: [2], [3], [6], [7], [13], [14].

W przypadku układów scalonych LSI o przeznaczeniu ogólnym mamy możliwość dokonywania w ostatniej warstwie metalizacji połączeń modyfikujących regularną sieć logiczną. Dokładny opis i klasyfikacja tych

modyfikacji opisana została w pracy [12]. Jeśli nawet niektóre komórki układu nie są sprawne, to przez odpowiednią modyfikację możemy uzyskać na tym układzie właściwą realizację zadanej funkcji logicznej.

W praktyce wykorzystywania układów o przeznaczeniu ogólnym mamy zazwyczaj do czynienia z następującą sytuacją. Dysponujemy zbiorem jednakowych układów scalonych o przeznaczeniu ogólnym. Na każdym z tych układów chcemy zrealizować tę samą funkcję logiczną. Ze względu na duże upakowanie i złożoność procesu technologicznego niektóre komórki poszczególnych układów mogą być niesprawne. Dlatego nie możemy twierdzić, że zadaną funkcję logiczną da się zrealizować na dowolnym spośród układów posiadanego zbioru.

Możemy, co prawda, przez kontrolę jakości, określić dla wszystkich układów położenie niesprawnych komórek w pojedynczym układzie. Jednakże dokonanie tego dla wszystkich układów byłoby nieopłacalne. Określenie położenia niesprawnych komórek, przy ponad 100 komórkach wielofunkcyjnych wymagałoby długich sekwencji testujących sygnałów logicznych.

Aby tego uniknąć wybieramy w sposób losowy ze zbioru układów scalonych niewielką (znacznie mniejszą od liczności zbioru) liczbę układów, które podlegają badaniu. Określenie położenia niesprawnych komórek w układach z tej próbki pozwala na ocenę prawdopodobieństwa sprawności poszczególnych komórek dla wszystkich układów należących do zbioru.

Dysponując ocenami prawdopodobieństw sprawności komórek, możemy poszukiwać prawdopodobieństwa zajścia zdarzenia polegającego na poprawnej realizacji funkcji logicznej jako funkcji prawdopodobieństwa sprawności komórek układu. Jeśli oszacujemy te prawdopodobieństwa dla wszystkich możliwych (dzięki różnym modyfikacjom) realizacji zadanej funkcji logicznej, to uzyskamy możliwość wyboru takiej modyfikacji, która pozwoli na najbardziej prawdopodobną realizację owej funkcji na każdym układzie scalonym ze zbioru. Takie rozwiązanie zagadnienia wykorzystania układów o przeznaczeniu ogólnym uwzględnia jego wszystkie trzy etapy: diagnostykę układów, ich analizę niezawodnościową i syntezę logiczną.

Większość prac na ten temat zajmuje się jedynie poszczególnymi etapami. Do najciekawszych zaliczyć należy prace: [4], [15], [16], [17], [18].

Pojawiły się także pierwsze propozycje sprzętowe w zakresie automatyzacji testowania np. podane w artykule [19].

4. Poprawa niezawodności przez uzupełnienie układu dodatkowymi elementami logicznymi

Może się zdarzyć, że po rozpoznaniu stanu niezawodnościowego, w przypadku układów o określonym przeznaczeniu, okaże się, że układ ten nie realizuje zadanej funkcji logicznej. Także w przypadku układów o przeznaczeniu ogólnym, uzyskana ocena prawdopodobieństwa realizacji zadanej funkcji nie musi nas wcale satysfakcjonować, nawet przy najkorzystniejszym sposobie modyfikacji.

W takim wypadku poprawę niezawodności uzyskać można przez uzupełnienie układu dodatkowymi elementami logicznymi. Rozwiązanie tego typu, ciekawe szczególnie ze względu na eliminację uszkodzeń "mostkujących", prezentowane jest w pracy [5]. Zwiększenia niezawodności dokonuje się tam przez zastosowanie dodatkowych punktów testowych i obwodów logicznych. Podany jest także sposób skracania sekwencji testowej za pomocą ustalenia "listy uszkodzeń". O ile same zagadnienia niezawodności układu z rezerwą są rozpatrywane dość drobiazgowo (np. w pracach [20] i [21]), to relacja wzrost niezawodności - wzrost kosztu jest w nich pomijana. A przecież musimy oszacować koszty tego uzupełnienia i obliczyć powyżej jakiej liczby uszkodzonych elementów logicznych uzupełnienie przestaje być opłacalne.

Oszacujemy najpierw wg pracy [5] koszt układu bez rezerwy tzn. takiego układu, którego wszystkie (lub prawie wszystkie) elementy zostają wykorzystane do realizacji założonej funkcji logicznej. Koszt realizacji warstwy podłożowej układu nie zależy od rodzaju funkcji logicznej realizowanej przez układ. Zależy on natomiast od obszaru A_p całej płytki podłożowej i obszaru układów A_u, na które cięta jest ta płytka. Zakładając koszt wyrobu płytki podłożowej jako P możemy oszacować koszt realizacji warstwy podłożowej układu jako: $k_p = P \frac{A_u}{A_p}$.

Koszt wstępnej syntezy układu i przygotowania masek zmienia się wolniej niż proporcjonalnie ze wzrostem obszaru układu. Można przyjąć, że

jest to zmiana odpowiednia do pierwiastka trzeciego stopnia z obszaru układu: $k_m = MA_u^{1/3}$, gdzie M jest współczynnikiem proporcjonalności.

Koszt automatycznego testowania jest zależny od rodzaju struktury logicznej i algorytmu generowania testu. Przyjmujemy: $k_t = TA_u^2$, gdzie T jest współczynnikiem proporcjonalności.

Koszt obudowy układu LSI i koszt adaptacji układu do systemu są proporcjonalne do liczby wyprowadzeń, czyli w przybliżeniu proporcjonalne do długości jednej krawędzi układu. Możemy przyjąć, że krawędź ta jest pierwiastkiem kwadratowym obszaru; zatem $k_s = SA_u^{1/2}$, gdzie S jest współczynnikiem proporcjonalności.

Całkowity koszt układu bez rezerwy wyniesie więc:

$$K = k_p + k_m + k_t + k_s = P\frac{A_u}{A_p} + MA_u^{1/3} + TA_u^2 + SA_u^{1/2} \qquad (1)$$

Modyfikując układ zwiększamy zbiór N elementów układu o zbiór R elementów rezerwowych (gdzie $R > U$ - liczba elementów uszkodzonych spośród $N + R$). Obszar układu wzrośnie więc do rA_u, gdzie $r = \frac{N+R}{N}$. Koszt układu modyfikowanego wynosi

$$K' = P\frac{A_u}{A_p} + M(rA_u)^{1/3} + T(rA_u)^2 + S(rA_u)^{1/2} + EU\frac{N}{R+N} \qquad (2)$$

gdzie E jest średnim kosztem zastąpienia elementu uszkodzonego elementem rezerwowym.

Możemy zatem dla układu przeznaczonego do wykonywania konkretnej funkcji logicznej określić wartość kosztów modyfikacji jako funkcję liczby uszkodzonych elementów: $K' - K = K_c(U)$. Parametrami będą obszary płytki i układu, liczba elementów układu i przeliczeniowe współczynniki kosztów. Dysponując funkcją $K_c(U)$ możemy określić liczbę elementów uszkodzonych U_{max}, powyżej której modyfikacja układu przestaje być opłacalna. Zwykle wyznacza się U_{max} przyjmując $2K_c = K$.

Dla zilustrowania tej metody rozpatrzmy przykład. Występujące w nim wartości liczbowe nie odpowiadają wartościom występującym w jakimś rzeczywistym przypadku, a służą podkreśleniu ogólnych zależności.

Przykład. Chcemy zbudować N = 1000 bramkową strukturę sekwencyjną opartą na jednym układzie LSI. Przyjmując osiąganą obecnie gęstość bramek 4×10^3 na cm^3 otrzymujemy wymagany obszar równy 0,25 cm^3.

Wg aktualnych danych współczynnik P = 40%; możemy ocenić koszt realizacji warstwy podłożowej $k_p = 40 \cdot \frac{0,25}{25} = 0,4\%$.

Koszt wyrobu maski i wstępnej syntezy (wg oceny na 1974 r.) wynosi 10.000$ na cm^2, $k_m = 10.000 \cdot (0,25)^{1/3} = 6.300\$$.

Współczynnik T przy aktualnym testowaniu przyjmowany jest orientacyjnie jako 100.000; $k_t = 100.000 \cdot (0,25)^2 = 6.250\$$.

Obudowa i adaptacja układu do systemu (wg cen aktualnych) pozwala na przyjęcie S = 1. Zatem $k_s = 1 \cdot (0,25)^{1/2} = 0,5\$$. Całkowity koszt układu wynosi:

$$K = 0,4 + 6.300 + 6.250 + 0,5 = 12.550,9\$$$

Przyjmując liczbę elementów rezerwowych R = 200 tzn. r = 1,2 mamy:

$$K' = 0,4 \cdot 1,2 + 6.300 \cdot (1,2)^{1/3} + 6.250 \cdot (1,2)^2 + 0,5 \cdot (1,2)^{1/2} +$$

$$+ 0,001 \cdot 120 \frac{1}{1,2} = 0,48 \cdot 6750 + 8860 + 0,55 + 0,1 = 15.611,13\$$$

Zakładamy przy tym: E = 0,001 i 10% uszkodzonych elementów układu U = 120. Zatem K_c (120) = 3.060,23$.

Przy produkcji seryjnej zależności kosztów zmieniają się. Przyjmując np. niewielką serię 100.000 sztuk mamy:

$$K_{ser} = (0,4 + 0,5) \cdot 10^5 + 6.300 + 6.250 = 90.000 + 12.550 = 102.550\$$$

czyli na jeden układ $K_j = 1,0255\$$

$$K'_{ser} = (0,48 + 0,55 + 0,1) \cdot 10^5 + 6750 + 8860 = 1,13 \cdot 10^5 + 15.610 =$$
$$= 128.610\$$$

$K'_j = 1,2861\$$ oraz K_c (120) = 0,2606$

Przyjmując $2(K_j' - K_j) = K_j$ obliczamy U_{max}:

$$2K_j' = 3K_j$$

$$10^{-5} \cdot 2\left[(0{,}48 + 0{,}55 + 0{,}001) \cdot U_m \frac{1}{1{,}2}(10^5 + 15.610)\right] = 3 \cdot 1{,}0255$$

$$2 \cdot 10^{-5}\,(1{,}03 + 0{,}83 \cdot 10^{-3} U_m)\,10^5 = 3{,}0765 - 0{,}3122$$

$$2{,}06 + 1{,}66 \cdot 10^{-3} \cdot U_m = 2{,}7643$$

$$U_{max} = \frac{0{,}7043}{1{,}66} \cdot 10^3 = 425$$

Zatem $U_{max} > R = 200$ i wykorzystanie całej rezerwy jest opłacalne.

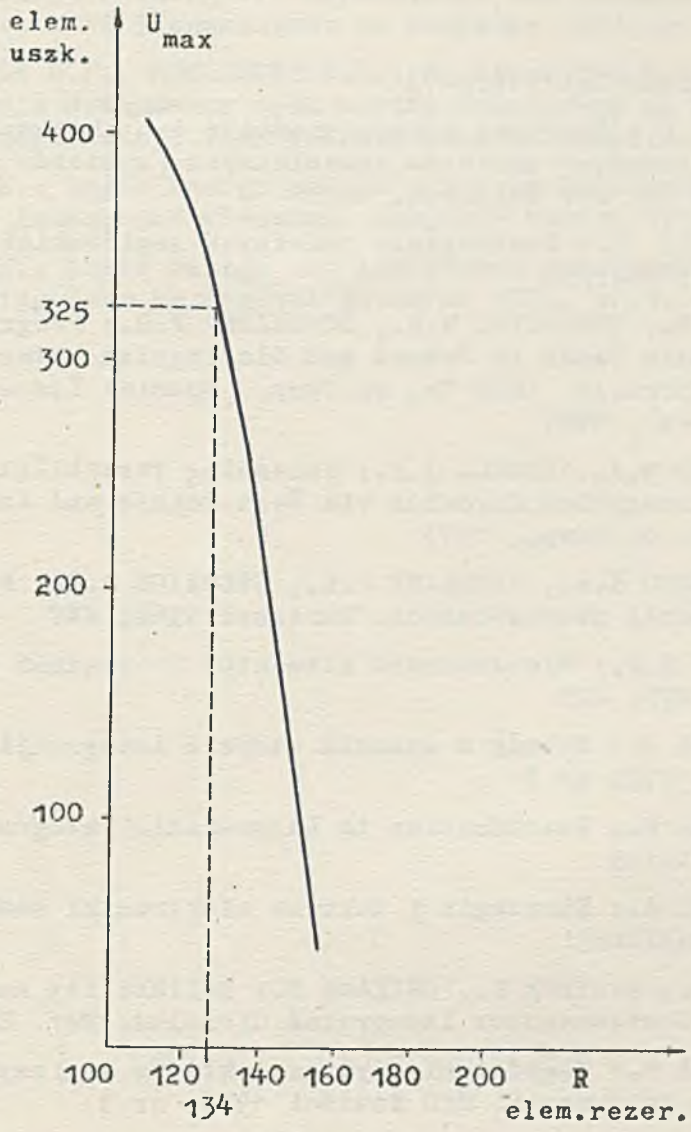
Dla R = 400, tzn. r = 1,4 mamy także K = 12.550,9$ K_j = 1,0255$. natomiast K' = 19.351,26$, a K_j' = 1,4535$ oraz K_c (140) = 0,428$. Dla tego przypadku U_{max} = 258. Zatem opłaca się modyfikować ten układ jedynie do 258 uszkodzonych elementów.

Dla R = 600, r = 16 otrzymujemy następujące rezultaty: K = 12,550,9$, K_j = 1,0255$, K' = 24,061,38$, K_j' = 1,6206$, K_c (160) = 0,5951$, U_{max} = 57. Tylko dla 57 elementów uszkodzonych modyfikacja jest opłacalna. W tym wypadku aż 543 elementy rezerwy nie zostaną w praktyce wykorzystane i celowość modyfikacji jest problematyczna.

Zestawmy uzyskane wartości w tabelę:

R	K_j, $	K_c, $	U_{max}
120	1,2861	0,2606	425
140	1,4535	0,4280	258
160	1,6206	0,5951	57

Aby wyznaczyć optymalną liczbę elementów rezerwowych uzyskane rezultaty przedstawić można w postaci wykresu funkcji U(r) rys. 1. Z tego wykresu odczytujemy wartość pełnego wykorzystania elementów rezerwowych. Dla naszego przypadku r = 1,34. Istotnie dla niego wyliczone U_{max} = 325. Tzn. przy R ≅ 340 układ jest najlepiej wykorzystany.



Zakończenie

Spośród dziewięciu wymienionych we wstępie problemów niezawodnościowych, wymagających rozwiązania w związku z pojawieniem się układów LSI, sześć zostało omówionych w trzech kolejnych rozdziałach. Trzy pozostałe dotyczą syntezy i analizy niezawodnościowej systemu zbudowanego z gotowych układów scalonych. Problemy te nie odbiegają od problemów niezawodnościowych budowy systemów logicznych omawianych obszernie w pracach [2], [6]. Pewne odrębności wynikające z charakteru układów LSI uwzględnione są w popularnym omówieniu tych zagadnień dokonanych w pracach [22], [23].

Literatura

[1] Electronics lata 1970-73

[2] KULESZA R.: Problemy niezawodności w projektowaniu i eksploatowaniu złożonych obiektów technicznych (systemów). Materiały szkoleniowe OTP NOT Warszawa, 1971

[3] DOMANICKI F.: Postrojenie nadežnych logičeskich ustrojstv. Moskva 1971, Energia

[4] ROTH J.P., BOURICIUS W.G., SCHNEIDER P.R.: Programmed Algorithms to Compute Tests to Detect and Distingnish between Failures in Logic Circuits. IEEE Tr. on Comp. (Special Issue on Areospace Computers), 1967

[5] WILLIAMS M.J., ANGELL J.B.: Enhancing Testability of Large-Scale Integrated Circuits via Test Points and Additional Logic, IEEE Tr. on Comp., 1973

[6] GNIEDIENKO B.W., BIELAJEW J.K., SOŁOWIOW A.D.: Metody matematyczne w teorii niezawodności. Warszawa 1968, WNT

[7] SOSTKOW B.S.: Niezawodność elementów i urządzeń automatyki, Warszawa 1973, WNT

[8] HOŁYŃSKI M.: Układy o wysokim stopniu integracji (LSI), ETO Nowości, 1972, nr 3

[9] KAMBATKA W.: Introduction to Large-Scale Integration. New York 1969, Willey

[10] ZAWADZKI A.: Strategia i taktyka elektroniki scalonej. Podstawy Telekomunikacji

[11] SAITO M., ANAYAMA H., SHIKAMA S.: Reliability and Failure Analysis of Semiconductor Integrated Circuits. Rev. ECL 1973, nr 5-6

[12] HOŁYŃSKI M.: Zagadnienia syntezy układów scalonych o wysokim stopniu integracji. ETO Nowości 1973, nr 1

[13] BAUER M.A.: Testing for Intermittent Faults in Digital Circuits. IEEE Transactions on Computers 1973, nr 3

[14] MIN-WEN DU, WEISS C.D.: Multiple Fault Detection in Combinational Circuits: Algorithms and Computational Results. IEEE Transactions on Computers 1973, nr 3

[15] CLEQQ F.W.: Use of SPOOF's in the Analysis of Faulty Logic Networks. IEEE Transactions on Computers 1973, nr 3

[16] REDDY S.M.: Complete Test Sets for Logic Functions. IEEE Transactions on Computers 1973, nr 11

[17] SAITO M., ANAYAMA H., SHIKAMA S.: Reliability and Failure Analysis of Semiconductor Integrated Circuits. Rev. ECL 1973, nr 5-6

[18] HU S.C.: Cellular Synthesis of Synchronous Sequential Machines. IEEE Transactions on Computers 1972, nr 12

[19] NIU G.: Precision Comparator Circuit Satisfies LSI Testing Needs. Electronics 1973,

[20] TO K.: Fault Folding for Irredundant and Redundant Combinational Circuits. IEEE Transactions on Computer 1973, nr 11

[21] SIEWIOREK D.P., MCCLUSKEY E.J.: An Iterative Cell Switch Design for Hybrid Redundancy oraz Switch Complexity in Systems with Hybrid Redundancy. IEEE Transactions on Computers 1973, nr 3

[22] SU S.Y.H.: Logic Design and It's Recent Development. Part 4: Digital Integrated Circuits. Computer Design 1973, nr 12

[23] SU S.Y.H.: Logic Design and Its Recent Development. Part 5: Fault Diagnosis in Digital Networks 1974, nr 1.

ETO NOWOŚCI Nr 2/1975

inż. Wojciech WIŚNIEWSKI
Instytut Maszyn Matematycznych

535.316.002.2

WYTWARZANIE MATRYCY SOCZEWEK

1. Wstęp

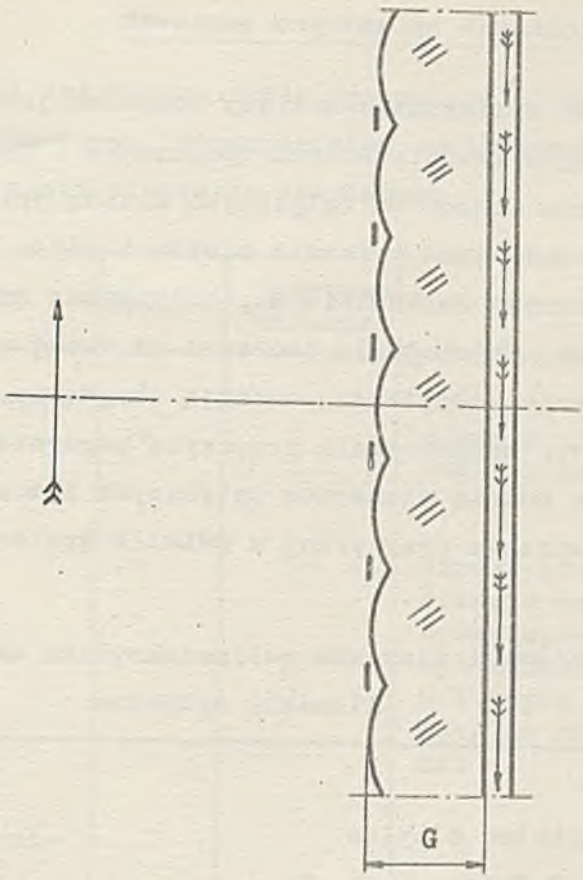
Matryca soczewek jest to zbiór przylegających do siebie soczewek elementarnych o jednakowej ogniskowej, ułożonych regularnie na określonej powierzchni; w ten sposób soczewki te tworzą raster soczewkowy.

W opisywanym przykładzie jest to zestaw cienkich soczewek sferycznych o krótkiej ogniskowej, ułożonych na płaszczyźnie. Każda z soczewek w swojej płaszczyźnie ogniskowej formuje obraz przedmiotu leżącego w nieskończoności (rys. 1). Opisujemy soczewkę płasko-wypukłą, której grubość jest równa ogniskowej, tzn. obraz przedmiotu leżącego w nieskończoności będzie formował się na tylnej powierzchni soczewki.

2. Zastosowanie matrycy soczewek

Pierwowzór matrycy soczewek możemy znaleźć w przyrodzie, jako element przekształcający informacje optyczne w oku złożonym, będącym organem wzrokowym owadów. Np. oko pszczoły składa się z około 5000 mikrosoczewek, z których każda rejestruje obraz punktu-plamki świetlnej odpowiadający kątowi rozwarcia ok. 2° do 3°; pozwala to owadowi na bezbłędne określenie toru lotu według słońca (przy kącie rozwarcia pojedynczego oka elementarnego wynoszącego $\sim 3^{\circ}$, słońce jest widziane tylko przez jedno z oczek elementarnych).

Tego rodzaju układy optyczne matryc soczewek sferycznych znajdują również zastosowanie w technice, m.in.:



Rys. 1. Matryca soczewek
G - grubość matrycy

- w pamięciach optycznych, do przekazywania obrazu z nośnika pamięci na lampę analizującą lub matrycę fotodiodową,
- w urządzeniach wskaźnikowych projektujących na ekran jeden z wybranych obrazów np. cyfrowe wskaźniki optyczne, optyczne sygnalizatory informacji itp.,
- w urządzeniach do wykonywania wielokrotnych masek fotograficznych o wysokiej dokładności stosowanych przy produkcji elementów półprzewodnikowych,
- w układach służących do otrzymywania i odtwarzania integralnych przestrzennych obrazów fotograficznych.

Ponadto matryce soczewek cylindrycznych znajdują zastosowanie w stereofotografii oraz w telewizji przestrzennej.

3. Tworzywo stosowane na matryce soczewek

Tworzywem do wytwarzania matrycy soczewek jest polimetakrylan metylu, o specjalnych właściwościach optycznych i mechanicznych umożliwiających wykonanie elementów optycznych metodą prasowania. Polimetakrylan metylu dostarczany jest w formie bloków i płyt. Powierzchnie płyt są gładkie, a tworzywo całkowicie uspokojone bez smug, pozbawione pęcherzy i bezbarwne. Uspokojenie tworzywa ma tutaj ogromne znaczenie, ponieważ naprężenia wewnętrzne powodują skręcenie płaszczyzny polaryzacji, co może być bezpośrednią przyczyną pogorszenia jakości obrazów otrzymanych za pomocą elementów optycznych z tworzyw sztucznych; ma to szczególne znaczenie przy pracy w świetle spolaryzowanym.

Tabela 1

Niektóre właściwości fizyczne polimetakrylanu metylu stosowanego na elementy optyczne

Gęstość	1,18 g/cm^3
Przewodnictwo cieplne	0,16 Kcal/m °C
Ciepło właściwe	0,45 Kcal/kg °C
Współczynnik rozszerzalności liniowej	$80 \cdot 10^{-6}$ °C
Wytrzymałość cieplna	75°C
Temperatura formowania	130-150°C
Skurcz prasowniczy	0,5-0,7%
Przejrzystość (przepuszczalność światła w zakresie widma widzialnego)	92%
Przejrzystość dla nadfioletu	70%
Strata na każdej powierzchni nie rozjaśnianej (rozproszenie, odbicie)	do 4%
Współczynnik załamania światła	$n_o^{20} = 1,492$

Mimo poważnych wad tworzyw sztucznych stosowanych obecnie do wytwarzania elementów optycznych - ze względu na kilkakrotnie niższy koszt produkcji - ilość i rodzaj tych elementów wykonywanych z tych materiałów stale wzrasta, a niektóre z nich przewyższają pod względem pewnych parametrów elementy wykonane ze szkła, np. proste obiektywy asferyczne lub achromatyczne wykazują większą rozdzielczość, niż te same obiektywy wykonane ze szkła (przy bardzo niskim koszcie wytwarzania).

Tabela 2

Porównanie właściwości optycznych szkła optycznego z właściwościami optycznymi tworzyw sztucznych, mogących mieć zastosowanie przy wytwarzaniu elementów optycznych

Lp.	Własności	Szkło	Tworzywo sztuczne	Uwagi
1	Wielkość współczynnika załamania	+		Przez tę wielkość rozumiemy możliwości zmiany współczynnika załamania
2	Jednorodność			
3	Twardość	+	-	Bardzo niska twardość tworzyw uniemożliwia stosowanie elementów optycznych w miejscach, w których są one narażone na częste czyszczenie
4	Przejrzystość (szczególnie w widzialnej części widma)		+	
5	Bezbarwność		+	
6	Odporność na działanie światła i wpływów atmosferycznych i temperatury	+	-	Mała odporność na zmiany temperatury ogranicza możliwość stosowania tworzyw na elementy optyczne pracujące w podwyższonej temperaturze
7	Jednolitość (pęcherzowatość)		+	
8	Rozszerzalność cieplna	+		
9	Absorbcja wilgoci	+		
10	Reaktywność chemiczna i rozpuszczalność	+		
11	Koszt produkcji	-	+	
12	Możliwość otrzymywania powierzchni asferycznych i wielosferycznych	-	+	Jakkolwiek otrzymywanie powierzchni asferycznych ze szkła metodą skrawania jest możliwe to jednak podwyższa znacznie koszt produkcji

\+ wyraźna przewaga danej właściwości
\- właściwości poniżej wielkości dopuszczalnych

Wykonanie elementów optyki rastrowej (np. powierzchni wielosferycznej) jest możliwe tylko metodą plastyczną przez wytłaczanie lub odlewanie i nie może być dodatkowo wykończone obróbką wiórową przez szlifowanie i polerowanie, co praktycznie uniemożliwia otrzymanie poprawnych rastrów ze szkła.

Elementy optyczne otrzymane przez prasowanie tworzyw sztucznych wykazują wysoką dokładność geometryczną i jakość powierzchni nie wymagającą dodatkowych zabiegów wykańczających.

Jak wynika z zestawienia właściwości fizycznych polimetakrylanu metylu poważną wadą elementów optycznych wykonanych z tego tworzywa jest ich dość niska twardość, co wiąże się z łatwym uszkadzaniem ich powierzchni.

Obecnie wada ta częściowo została usunięta i dla zwiększenia twardości powierzchni elementów optycznych wykonanych z tworzyw sztucznych stosuje się pokrywanie ich cienką warstwą ochronną np. z fluorku magnezu. Warstwa ta wyraźnie zwiększa odporność tych elementów na drobne uszkodzenia mechaniczne.

4. Projektowanie matrycy soczewek

Założenia

Do naszych rozważań, dla uproszczenia, przyjmujemy szczególny przypadek matrycy, który spełnia poniżej podane warunki (rys. 1 i 2):

- matryca składa się z soczewek płasko wypukłych,
- promień przechodzi tylko jeden raz przez granicę ośrodków (grubość soczewki G jest równa jej ogniskowej, tzn. obraz przedmiotu leżącego w nieskończoności będzie tworzył się w miejscu tylnej powierzchni soczewki, a więc część przestrzeni obrazowej do ogniska obrazowego będzie zawarta w matrycy soczewek),
- matryca będzie wykonana z polimetakrylanu metylu, którego współczynnik załamania wynosi $n' = 1{,}492$

Parametry elementarnej soczewki będą określone równaniami:

$$\frac{n'}{x'} - \frac{n}{x} = \frac{n' - n}{r} \tag{1}$$

$$m = \frac{n \cdot x'}{n' x} \tag{2}$$

gdzie:

x - odległość przedmiotu

x' - odległość obrazu

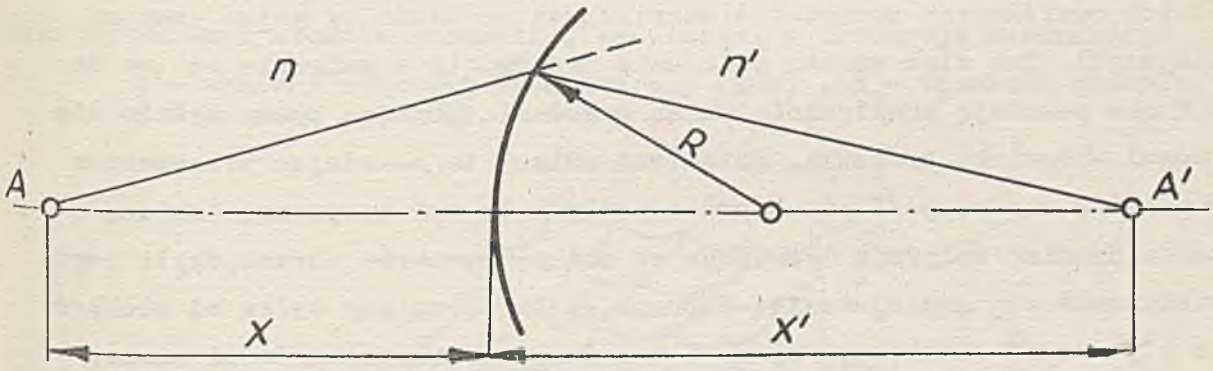
r - promień krzywizny

n - współczynnik załamania w obszarze przedmiotu n - dla powietrza = 1

n' - współczynnik załamania w obszarze obrazu

m - powiększenie

f - ogniskowa soczewki elementarnej



Rys. 2. Załamanie promienia na powierzchni kulistej

R - promień krzywizny, n'- współczynniki załamania, A'- punkt g położenia "obrazu i przedmiotu"

Jeżeli przyjmiemy, że odległość przedmiotu od soczewki elementarnej jest tak duża, że możemy uznać promienie biegnące od niego za równoległe (przedmiot leży w nieskończoności), wtedy

$$\frac{1}{x} \longrightarrow 0 \tag{3}$$

to

$$X' = f \tag{4}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{n' - 1}{R} \tag{5}$$

Jak wynika z wzoru (5) ogniskowa soczewki zależy tylko od promienia krzywizny oraz współczynnika załamania materiału, z którego wykonano matryce soczewek i dla soczewek wykonanych z polimetakrylanu metylu wynosi:

R	0,1	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
f	0,203	0,609	1,017	2,032	3,048	4,065	5,081	6,097

W przybliżeniu możemy powiedzieć, że grubość matrycy soczewek jest równa średnicy kuli zatoczonej promieniem R.

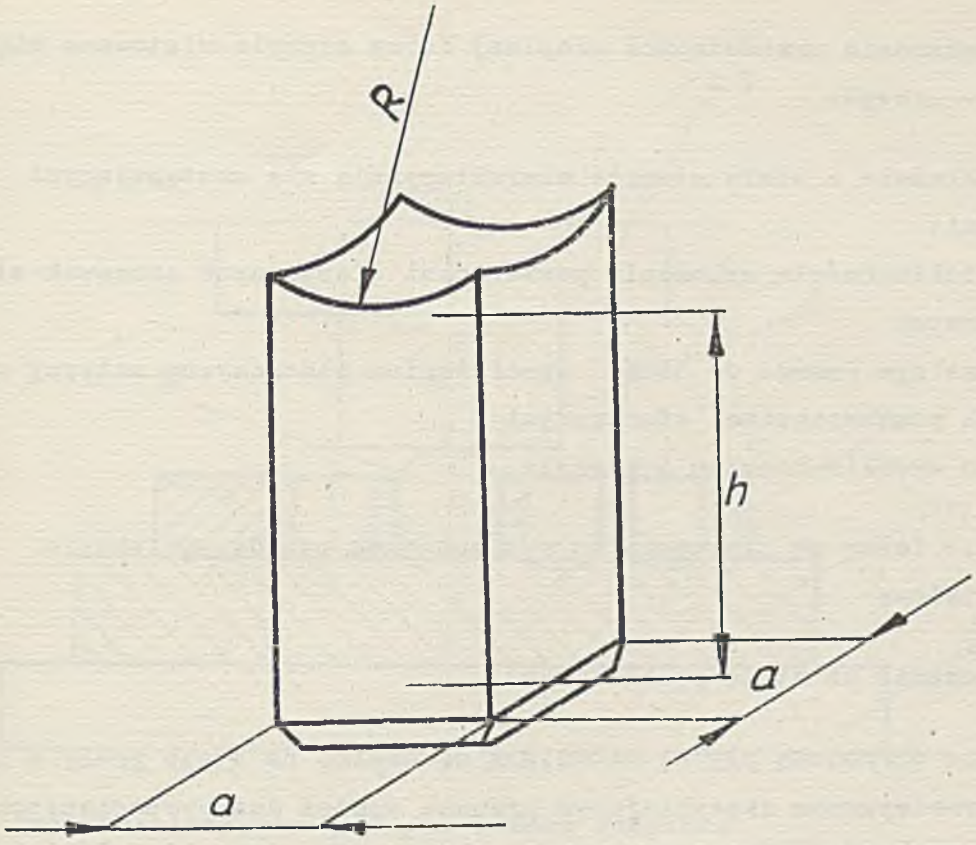
W założeniu przyjęto, że obraz tworzy się w tylnej płaszczyźnie soczewki matrycy. Nasuwa się pytanie czy zbliżenie przedmiotu do matrycy spowoduje rozogniskowanie układu tak, że prawidłowy obraz przedmiotu będzie formował się poza tylną płaszczyzną soczewki.

Przyjmujemy w rozważaniach, że praktyczne pojęcie nieskończonej odległości położenia przedmiotu od soczewki wynosi 100 - 300 f (przy bardzo krótkich ogniskowych soczewek elementarnych wielkość tę można jeszcze zmniejszyć). Tak więc zmiany położenia przedmiotu w zakresie od ∞ do 100 f nie powodują praktycznie zmian położenia obrazu, który będzie się formował w ognisku soczewki. Natomiast zmiany te, powodując przesuwanie się punktów obrazu po liniach prostopadłych do osi optycznej (zmiany kątów widzenia) wpływają tym samym na zmianę wymiarów obrazu, czyli jego powiększenie czy zmniejszenie, którego wielkość zależy tylko od wielkości x', ponieważ wielkości n, n' i $x = f$ przybierają wartości stałe.

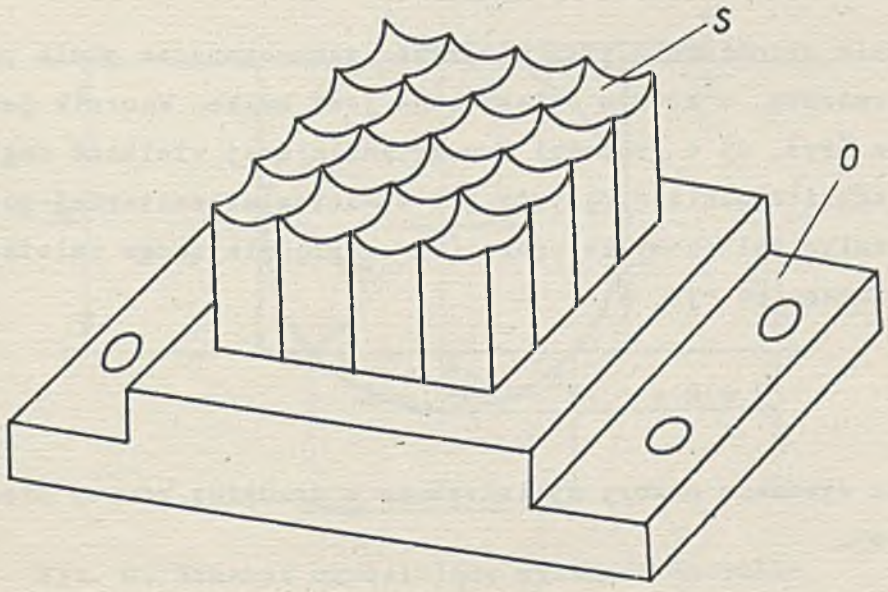
5. Wykonanie formy do prasowania matrycy soczewek

Forma składana z wielu stempli

W celu utrzymania formy składanej wykonano stemple (negatywy) soczewek elementarnych z hartowanej stali, zachowując parametry geometryczne powierzchni sferycznej zgodnie z wymaganiami, które obowiązują przy wykonywaniu elementów optycznych. Przy wykonywaniu stempla należy zwrócić szczególną uwagę na jego wysokość h (rys. 3) ponieważ ma to bezpośredni wpływ na grubość elementarnej soczewki matrycy. Pojedyncze stemple składa się w specjalnym uchwycie tworząc w ten sposób formę matrycy soczewek (rys. 4).



Rys. 3. Schemat stempla soczewki elementarnej o przekroju kwadratowym
a - wymiary soczewki elementarnej (bok) , h - wysokość stempla,
R - promień soczewki



Rys. 4. Forma do prasowania matryc soczewek otrzymaną przez złożenie pojedynczych stempli soczewek elementarnych S w oprawę O

Dla zwiększenia przewodności cieplnej formy stemple wlutowano miękkim lutem w uchwyt.

Formy składane z wielu stempli charakteryzują się następującymi własnościami:

- dużą dokładnością wykonania powierzchni sferycznych soczewek elementarnych
- maksymalnym (nawet do 100%) wypełnieniem płaszczyzny matrycy soczewek powierzchniami sferycznymi
- bardzo wysokim kosztem wykonania

Wykonanie formy do tłoczenia matryc soczewek metodą wyciskania kulką stalową

- Wytłaczanie na stole podziałowym

Dokładnie obrobioną płytkę miedzianą umocowano na stole prasy z przesuwem mikrometrycznym zapewniającym przesuw wzdłuż dwu prostopadłych do siebie osi. W części górnej prasy zamocowano kulkę stalową o promieniu zgodnym z założeniami, którą wyciskane są kolejno czasze sferyczne będące negatywem matrycy soczewek.

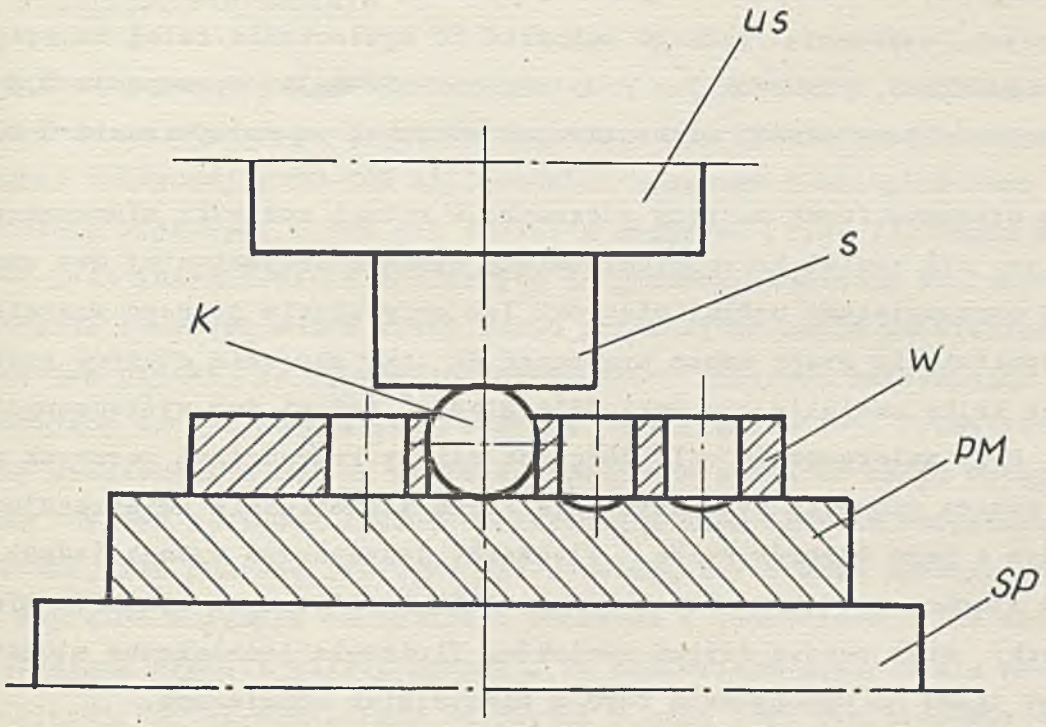
- Wytłaczanie przez wzornik (rys. 5)

Nad dokładnie obrobioną płytką miedzianą zamocowaną na stole prasy znajduje się wzornik, w którym umieszczona jest kulka. Wzornik jest to płytka stalowa (rys. 6) o grubości W uwzględniającej wielkość zagłębienia kulki h, odkształcenia sprężyste δ i średnice elementarnej soczewki d. Wysokość wspornika obliczamy ze wzoru (6) uwzględniającego zależności geometryczne pokazane na rys. 6

$$W = R + \sqrt{R^2 - \frac{d^2}{4}} - \delta \qquad (6)$$

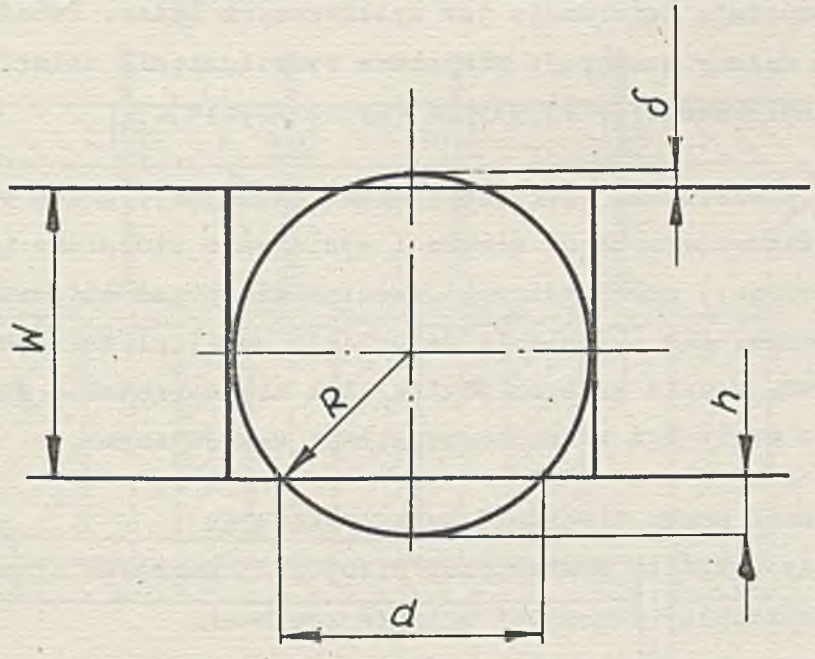
We wzorniku wykonano otwory cylindryczne o średnicy równej średnicy kulki tłoczącej.

Wytłaczanie formy może odbywać się kolejno, jedną kulką umieszczoną w coraz to innym otworze wzornika lub wieloma kulkami zapełniającymi wszystkie otwory wzornika.



Rys. 5. Schemat tłoczenia kulką za pomocą wzornika

us - uchwyt stempla, s - stempel, k - kulka, w - wzornik, PM - płytka miedziana, SP - stół prasy



Rys. 6. Schemat określający wysokość wzornika

W - wysokość wzornika, R - promień kulki, d - średnica soczewki, h - głębokość odcisku, δ - odkształcenie sprężyste

Ze względu na konieczność jak największego zbliżania soczewek elementarnych, wykonanie jednego wzornika do wytłoczenia całej matrycy jest niemożliwe, ponieważ już przy zagłębieniu kulki wynoszącym 0,3 R odległości między osiami elementarnych soczewek są mniejsze niż 2 R.

Aby otrzymać formę matrycy soczewek, w której soczewki elementarne stykałyby się swoimi krawędziami należy wykonać przynajmniej dwa wzorniki z przesuniętymi osiami otworów lub przy użyciu jednego wzornika - po wyciśnięciu grupy czasz przesunąć je tak, aby osie otworów prowadzących kulkę znalazły się dokładnie między osiami już wytłoczonych czasz. Przy zwiększonych odległościach między krawędziami soczewek można za pomocą wzornika wytłoczyć całą formę jednocześnie umieszczając w każdym z jego otworów kulkę. Tłoczenie jednoczesne wymaga jednak bardzo starannego doboru kulek (zachowanie identycznych wymiarów sfer soczewek) oraz bardzo dużych nacisków. Tłoczenie jednoczesne stosowane jest tylko do wykonywania form o niewielkich rozmiarach.

Wady kształtu powierzchni sferycznej powstają przy tłoczeniu sąsiednich czasz, podczas którego następuje wypłynięcie materiału do góry i na boki, co powoduje deformacje już wytłoczonych czasz. Ponadto w miejscu wyciskania czaszy następuje miejscowe rozciągnięcie materiału, co jest powodem deformacji całej płytki (wybrzuszenie).

Deformację powierzchni sferycznej można zmniejszyć przez oddalanie osi soczewek elementarnych od siebie i wyciskanie stopniowe (kilkakrotne tej samej czaszy) całej matrycy, ewentualnie przez stosowanie tłoczenia jednoczesnego. Dla uniknięcia deformacji samej płytki konieczne jest stosowanie dostatecznie grubych płytek, tak aby naprężenia powstałe podczas tłoczenia mogły być równoważone siłami wewnętrznymi.

Formy wykonane przez tłoczenie kulką wykazują:

- duże błędy kształtu powierzchni sferycznej soczewek elementarnych,
- błędy płaszczyzny tworzącej matryce soczewek.

Zaletą tego sposobu wykonywania form jest niski koszt.

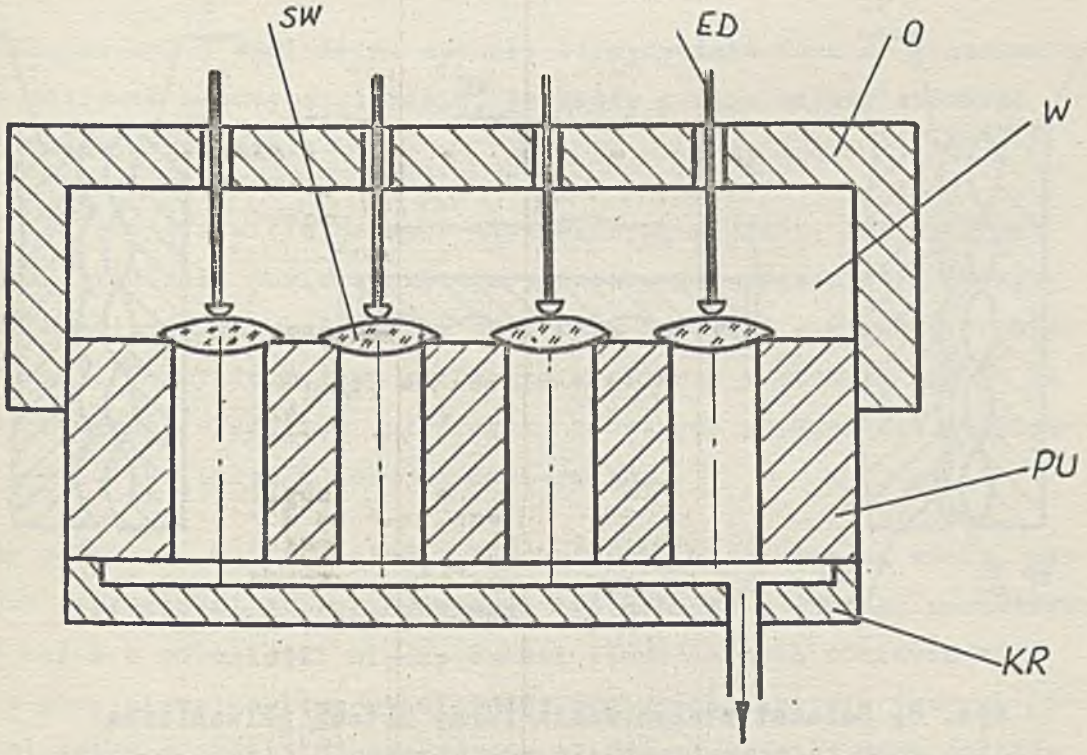
Wykonanie formy metodą galwanoplastyczną

Proces otrzymania formy możemy podzielić na dwa etapy:

- przygotowanie kopiału
- odbicie kopiału metodą galwanoplastyczną

• Przygotowanie kopiału

Soczewki wzorcowe o jednakowym promieniu krzywizny i średnicy zostały ułożone na otworach płytki ustawczej, w której wykonano otwory o średnicy mniejszej o 10-15% niż średnica soczewek i odległościach między osiami większymi o 10% niż średnica soczewek (rys. 7). Każda z soczewek jest indywidualnie dociśnięta do gniazda elementem dociskowym. Dociskanie soczewek można zrealizować przez wytworzenie podciśnienia w otworach płytki, co spowoduje "przyssanie" soczewek zapewniając wystarczający docisk do krawędzi otworów płytki ustawczej. Przestrzeń między soczewkami a osłoną została wypełniona smołą do celów optycznych (można również stosować żywicę epoksydową z dużą ilością obojętnego wypełniacza, lub podobne tworzywo nie wywołujące w czasie tężenia zbyt dużych naprężeń mogących odkształcać soczewki i jednocześnie nie zanieczyszczające kąpieli galwanicznych). Po całkowitym utwardzeniu masy wypełniającej, kopiał oddzielono od płytki i całą jego powierzchnię dokładnie oczyszczono usuwając zanieczyszczenia w postaci wypływów masy wypełniającej i zapylenia powierzchni soczewek.

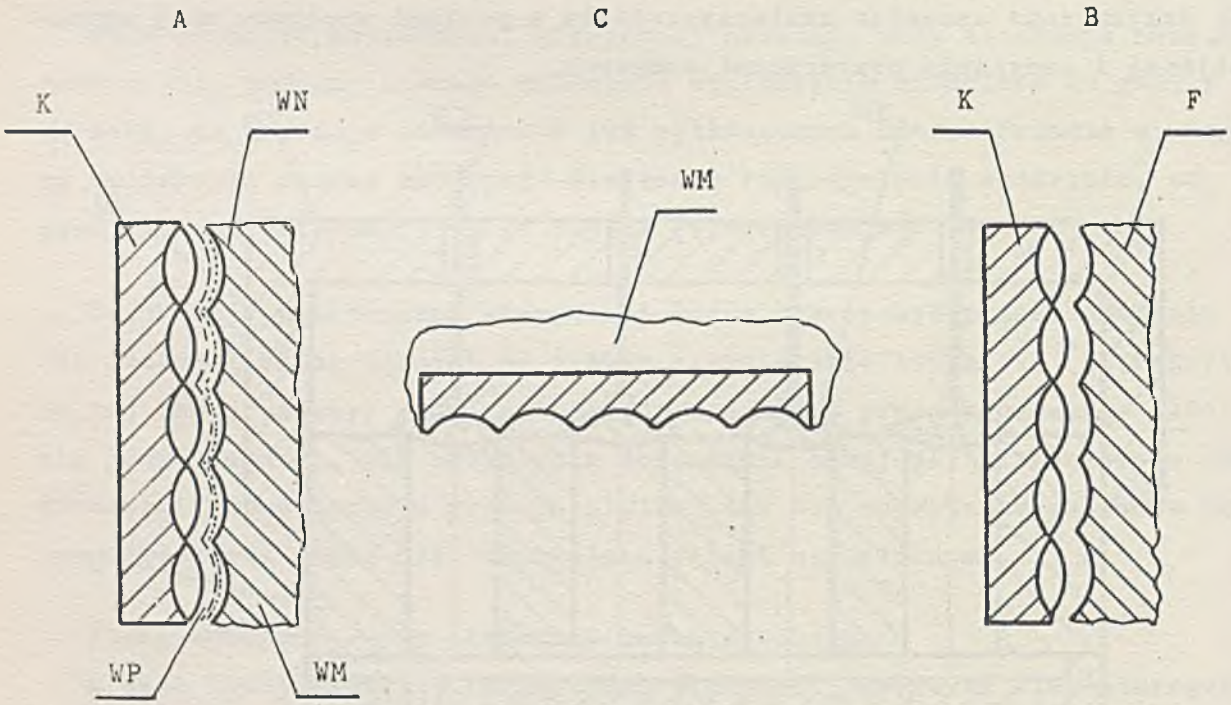


Rys. 7. Schemat wykonania kopiału

Sw - soczewka wzorcowa, ED - element dociskowy, O - osłona, W - wypełniacz, PU - płytka ustawcza, KR - komora rozprężania (tylko w przypadku pneumatycznego dociskania soczewek)

• Odbicie formy (rys. 8)

Powierzchnię przeznaczoną do pokrycia galwanicznego kopiału otrzymanego w wyżej podany sposób, uaktywnia się i nakłada na nią warstwę przewodzącą (np. warstwę metalicznego srebra wytrąconego z roztworu). Ponieważ warstwa przewodząca jest położona na powierzchni kopiału i będzie ona miała bezpośredni wpływ na dokładność tłoczonych matryc, powinna być najwyższej jakości, tzn. powinna mieć minimalną grubość oraz możliwie najbardziej drobnoziarnistą strukturę. W przypadku napylenia próżniowego warstwy przewodzącej należy zwrócić szczególną uwagę przy wykonaniu kopiału na masy wypełniające, które muszą dodatkowo spełnić warunek odporności na "gazowanie" w próżni. Dalsze operacje przeprowadza się w kąpielach galwanicznych, z tym, że pierwsze wzmacniające pokrycie niklem o grubości 5-20 μm niekiedy poprzedza się warstwą miedzi o grubości poniżej 1 μm. Na warstwę wzmacniającą nakłada się warstwę miedzi wypełniającą formę do grubości 0,5 - 3 mm.



Rys. 8. Schemat otrzymywania formy metodą galwaniczną

K - kopiał, WP - warstwa przewodząca, WN - warstwa wzmacniająca, WM - gruba warstwa wypełniająca, F - forma, A - nakładanie warstw metalicznych na kopiał, B - rozdzielenie kopiału od formy, C - usunięcie narostów krystalicznych z warstwy wypełniającej

Ze względu na trudności związane z odprężeniem formy oraz na jej wysoką dokładność, warunki nakładania warstw galwanicznych powinny uniemożliwiać powstanie naprężeń wewnętrznych.

Po osiągnięciu właściwej grubości warstwy wypełniającej - formę oddziela się od kopiału, a jej powierzchnię zewnętrzną wygładza się usuwając warstwy krystaliczne powstałe podczas nakładania grubej warstwy miedzi. Niedokładnie obrobione powierzchnie zewnętrzne formy o niezadowalającej gładkości lub z pozostawieniem zagłębień staną się przyczyną jej deformacji, co w konsekwencji uniemożliwi otrzymanie matrycy soczewek o prawidłowej geometrii.

Formy matryc soczewek otrzymane przez galwaniczne nałożenie metalu na wzornik charakteryzują się następującymi własnościami:

- prostą technologią wykonania formy,
- niskim kosztem wytwarzania,
- możliwością wykonania wielu form z jednego kopiału,
- pogorszeniem jakości powierzchni w porównaniu z wzorcem,
- pracochłonnością wykonania kopiału.

Analizując wyżej wymienione sposoby otrzymywania form do prasowania matrycy soczewek możemy stwierdzić, że każdy z nich możemy stosować w określonych warunkach.

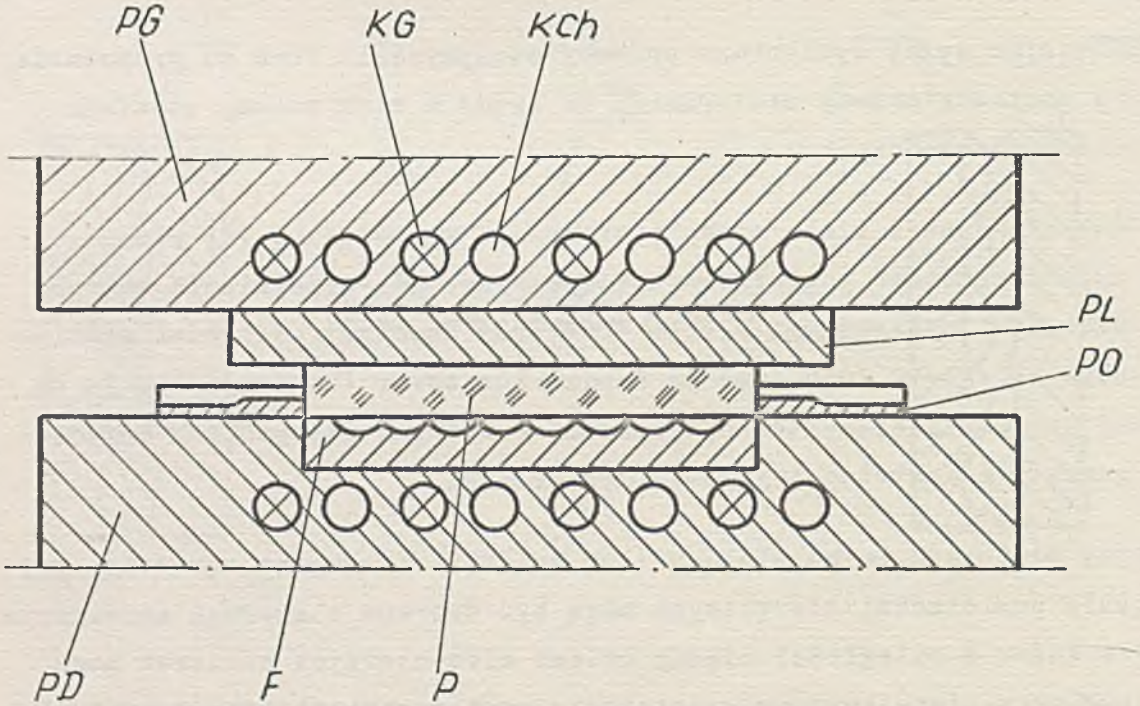
Formy składane z wielu stempli stosowane są wówczas, gdy wymagana jest duża dokładność powierzchni sferycznych, gdy wypełnienie matrycy powierzchniami sferycznymi wynosi 100% przy dowolnej wielkości promienia soczewki. Formy tego typu są bardzo kosztowne i stosuje się je do masowej produkcji elementów optycznych o ostrych wymaganiach dotyczących geometrii kształtu i jakości powierzchni.

Formy odciskane kulką stalową (lub kulkami) stosowane są wtedy, gdy promienie powierzchni sferycznych mogą być dobrane z szeregu normalnych średnic kulek a odległości między osiami elementarnych soczewek mogą być duże przy niecałkowitym wypełnieniu powierzchniami sferycznymi powierzchni matrycy, ponadto wówczas, gdy nie jest wymagana duża dokładność rozstawienia osi optycznych elementarnych soczewek. Formy tego typu są dość łatwe do wykonania i stosowane są do produkcji matryc soczewek wykorzystywanych przy produkcji wielokrotnych mikromasek fotograficznych.

Formy otrzymywane przez galwaniczne odkładanie metalu na wzorniku znajdują zastosowanie przy wykonywaniu matryc składających się z soczewek elementarnych dużej średnicy (powyżej 3 mm), ponadto formy tego typu wykonywane są w przypadku posiadania gotowego wzornika (modelu), który zostaje odbity galwanicznie. Formy tego typu znajdują powszechne zastosowanie w produkcji elementów optycznych, od których nie jest wymagana szczególna gładkość powierzchni (przeważnie elementy układów oświetlaczy).

6. Wykonanie matrycy soczewek

Matryce soczewek otrzymano przez prasowanie w specjalnym przyrządzie (rys. 9) umożliwiającym kontrolowane podgrzanie płytki z polimetakrylanu metylu, której temperatura powinna zawierać się w granicach 130-140°C. Niższa temperatura prasowania spowoduje niecałkowite wypełnienie formy, natomiast przy zbyt wysokiej temperaturze następuje depolimerazycja tworzywa powodująca jego zmętnienie i tworzenie się pęcherzy.



Rys. 9. Schemat tłoczenia matrycy soczewek

PG - płyta górna, PD - płyta dolna, KG - kanały grzejne, KCh - kanały chłodzące, PL - płytka lustrzana, PO - pierścień ograniczający, F - forma, P - płytka

Przyrząd zapewnia możliwość oziębiania formy np. wodą w celu szybkiego powrotu uformowanej płytki do temperatury otoczenia. Górna płaszczyzna formująca wykonana jest z uspokojonej płyty szklanej o szlifowanej i polerowanej powierzchni odpowiadającej warunkom stawianym powierzchniom elementów optycznych. Dolną powierzchnią formującą jest forma otrzymana jednym z wyżej opisanych sposobów.

Dla zapewnienia właściwej grubości matrycy soczewek między płytą lustrzaną a formą umieszczony jest pierścień ograniczający, którego wysokość ustala grubość matrycy soczewek. Usunięcie nadmiaru materiału na bocznych powierzchniach pierścienia umożliwiają niewielkie kanały przepływowe.

Proces technologiczny otrzymania matrycy soczewek sprowadza się do operacji wymagającej następujących zabiegów:

- ułożenia płytki w pierścień ograniczający nad formą,
- nagrzania płytki do temperatury mięknięcia tworzywa,
- wytłoczenia kształtu,
- ostudzenia formy do temperatury pokojowej,
- wyjęcia gotowej matrycy soczewek z przyrządu.

Powierzchnie matryc soczewek wymagających częstego czyszczenia ze względu na osadzanie się zanieczyszczeń, są dodatkowo powlekane cienkimi warstwami ochronnymi, zwiększającymi ich odporność na zarysowanie.

Literatura

[1] VALUS N.A.: Rastrovaja optika. Moskva 1949

[2] RUSINOV M.M.: Techničeskaja optika. Moskva 1961

[3] Podstawy optyki instrumentalnej, Warszawa 1957, PWT

[4] SAECHTLING H., ŻEBROWSKI W.:Tworzywa sztuczne. Warszawa 1966, PWT

[5] POKRASEN A.:Pokrycia ochronne i dekoracyjne. Warszawa 1954, PWT

[6] RUDGE W.E., HARDING W.E., MUTTER W.E.: Fly's Eyes Lens Technique for Generating Semiconductor Device Fabrication Masks. IBM Journal 1963, nr 4

[7] JÓŹWICKI R.: Optyka instrumentalna. Warszawa 1970, WNT

JAK PRACUJE TRANSLATOR

mgr Tomasz KRAWCZYK
Instytut Maszyn Matematycznych

800.92:801.56

METODY ANALIZY SKŁADNI TYPU GENERACYJNEGO

Wstęp

W niniejszym opracowaniu przedstawiono metody analizy składni typu generacyjnego (top-down). W pierwszym punkcie omówiono podstawowe pojęcia i definicje, w drugim - zdefiniowano gramatyki i języki LL(k) oraz przedstawiono algorytm analizy "bez powrotów", dla tej klasy języków.

1. Podstawowe pojęcia i definicje

Alfabetem nazywamy skończony, niepusty zbiór symboli.

Słowem nad alfabetem nazywać będziemy dowolny, skończony ciąg symboli tego alfabetu. Zbiór wszystkich słów nad alfabetem V oznaczamy przez V^* (wraz ze słowem pustym ε).

Gramatyką bezkontekstową nazywamy uporządkowaną czwórkę (V_N, V_T, P, S) gdzie

V_N - zbiór symboli nieterminalnych,
V_T - zbiór symboli terminalnych,
$P \subseteq V_N \times (V_N \cup V_T)^*$ - skończony zbiór par zwanych produkcjami
S - wyróżniony symbol nieterminalny.

Zbiór $V = V_N \cup V_T$ nazywać będziemy alfabetem gramatyki. Produkcje gramatyki zapisujemy w postaci $A \longrightarrow \alpha$, gdzie $A \in V_N, \alpha \in V^*$. Jeżeli $\beta, \gamma \in V^* - \{\varepsilon\}$ i istnieją słowa δ, δ oraz produkcja $A \longrightarrow \alpha$ takie, że $\beta = \delta A \delta$ i $\gamma = \delta\alpha\delta$, to mówimy, że γ jest bezpośrednim wyprowadzeniem β i zapisujemy to w postaci $\beta \Longrightarrow \gamma$. Jeżeli $\delta \in V_T^*$, to takie bezpośrednie wyprowadzenie nazywamy wyprowadzeniem lewostronnym. Jeżeli $\beta, \gamma \in V^*$ i istnieje ciąg bezpośrednich wypro-

wadzeń $\beta = \alpha_1 \Longrightarrow \alpha_2 \Longrightarrow \cdots \Longrightarrow \alpha_n = \gamma$, to ciąg $\alpha_1, \ldots, \alpha_n$ nazywamy wyprowadzeniem γ z β, co oznaczamy przez $\beta \overset{*}{\Longrightarrow} \gamma$.

Wyprowadzenie nazywamy lewostronnym, jeżeli każde bezpośrednie wyprowadzenie zawarte w nim jest lewostronne. W przypadku lewostronnego wyprowadzenia stosujemy odpowiednie oznaczenia: $\beta \Longrightarrow \gamma$, $\beta \overset{*}{\Longrightarrow} \gamma$. Niech G będzie gramatyką bezkontekstową. Jeżeli $S \overset{*}{\Longrightarrow} \gamma \in V^*$, to γ nazywamy formą zdaniową. Zdaniem nazywać będziemy formę zdaniową składającą się tylko z symboli terminalnych.

Językiem L(G) generowanym przez gramatykę G nazywamy zbiór wszystkich zdań.

Analiza składniowa

Niech $G = (V_N, V_T, P, S)$ będzie gramatyką bezkontekstową. Przez analizę składniową rozumiemy rozpoznanie czy dowolne słowo $x \in V_T^*$ jest zdaniem języka L(G) oraz w przypadku pozytywnym - podanie jego struktury składniowej, np. podanie ciągu produkcji użytych w wyprowadzeniu zdania x.

Możemy wyróżnić dwa główne rodzaje analizy: analizę typu redukcyjnego oraz analizę typu generacyjnego.

Metody analizy składni typu redukcyjnego zostały omówione w pracach [7], [8], [9].

Analizę typu generacyjnego przeprowadzamy zaczynając od symbolu wyróżnionego gramatyki i kolejno stosując produkcje gramatyki dochodzimy do danego słowa terminalnego (o ile oczywiście jest ono zdaniem języka).

Przykład

Rozpatrzmy gramatykę $G = (\{S, A, B\}, \{i, *, +, (,)\}, P, S)$, gdzie

$$P = \{(1)\ S \longrightarrow S + A,\quad (2)\ S \longrightarrow A,\quad (3)\ A \longrightarrow A * B,\quad (4)\ A \longrightarrow B,\quad (5)\ B \longrightarrow (S),\quad (6)\ B \longrightarrow i\}$$

W czasie analizy typu generacyjnego słowa i + i * i kolejność stosowanych produkcji gramatyki w jego wyprowadzeniu jest następująca:

$$S \overset{(1)}{\Longrightarrow} S + A \overset{(2)}{\Longrightarrow} A + A \overset{(4)}{\Longrightarrow} B + A \overset{(6)}{\Longrightarrow} i + A \overset{(3)}{\Longrightarrow} i + A * B \overset{(4)}{\Longrightarrow}$$

$$\overset{(4)}{\Longrightarrow} i + B * B \overset{(6)}{\Longrightarrow} i + i * B \overset{(6)}{\Longrightarrow} i + i * i$$

W ogólnym przypadku, w każdym kroku procesu analizy mamy zbiór kilku produkcji, które możemy zastosować. Jeżeli po zastosowaniu jednej z nich nie dojdziemy do analizowanego słowa, to musimy wrócić do tego miejsca w analizie i zastosować następną produkcję z tego zbioru. Jest to tzw. metoda analizy typu generacyjnego "z powrotami".

Będziemy się zajmowali deterministycznymi metodami analizy (metodami analizy "bez powrotów"), tzn. takimi, które pozwalają w każdym kroku procesu analizy na zastosowanie jednoznacznie określonej produkcji.

2. Gramatyki i języki typu LL(k)

2.1. Definicje i podstawowe twierdzenia

Zdefiniujemy klasę gramatyk, których języki mogą być analizowane deterministycznie. Są to tzw. gramatyki LL(k).

Wyjaśniając intuicyjnie, gramatyka LL(k) jest gramatyką, w której można znaleźć "bez powrotów" najbardziej lewostronne wyprowadzenie danego słowa, czytając to słowo od lewej do prawej i przeglądając w każdym kroku analizy k symboli na prawo od rozpatrywanego symbolu. Tych k symboli pozwala nam zadecydować jednoznacznie na którą, z kilku możliwych prawych stron produkcji, należy zamienić w formie zdaniowej symbol nieterminalny położony najbardziej z lewej strony słowa.

Wprowadzimy następujące oznaczenia: dla $x \in V^*$ napis $k{:}x$ oznacza x, jeśli długość x jest mniejsza lub równa k, w przeciwnym przypadku, pierwszych k symboli słowa x.

Definicja 1

Niech $k > 0$. Gramatykę $G = (V_N, V_T, P, S)$ nazywamy gramatyką LL(k) wtedy i tylko wtedy, gdy dla wszystkich słów $u_1, u_2, u_2' \in V_T^*$ oraz wszystkich słów $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_1' \in V^*$, jeśli

$$S \overset{*}{\Longrightarrow} u_1 A \beta_1 \Longrightarrow u_1 \alpha_1 \beta_1 \overset{*}{\Longrightarrow} u_1 u_2$$

$$S \overset{*}{\Longrightarrow} u_1 A \beta_1' \Longrightarrow u_1 \alpha_2 \beta_1' \overset{*}{\Longrightarrow} u_1 u_2'$$

i $k:u_2 = k:u_2'$, to $\alpha_1 = \alpha_2$

Zauważmy, że w powyższej definicji gramatyki, podobnie jak dla gramatyk LR(k) [9] przyjęliśmy, że dostępne są wszystkie informacje o lewym kontekście, tzn. u_1 występuje w obu wyprowadzeniach. Jednak w gramatykach LL(k) informacja ta jest daleko mniej istotna niż w przypadku redukcyjnym i dla celów praktycznych wprowadzimy tzw. gramatyki LLS(k) i pokażemy jak się one mają do gramatyk LL(k).

Definicja 2

Niech $k > 0$. Gramatykę bezkontekstową $G = (V_V, V_T, P, S)$ nazywamy gramatyką LLS(k) wtedy i tylko wtedy, gdy dla wszystkich $u_1, u_1', u_2, u_2' \in V_T^*$ oraz wszystkich $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_1' \in V^*$, jeśli

$$S \overset{*}{\Longrightarrow} u_1 A \beta_1 \Longrightarrow u_1 \alpha_1 \beta_1 \overset{*}{\Longrightarrow} u_1 u_2,$$

$$S \overset{*}{\Longrightarrow} u_1' A \beta_1 \Longrightarrow u_1' \alpha_2 \beta_1' \overset{*}{\Longrightarrow} u_1' u_2'$$

i $k:u_2 = k:u_2'$, to $\alpha_1 = \alpha_2$

Rosenkrantz i Stearns [6] podają metodę sprawdzania czy dana gramatyka jest gramatyką LL(k) oraz podają także algorytm konstruujący - dla danej gramatyki LL(k) - równoważną jej gramatykę LLS(k). Ponieważ ww autorzy wprowadzają w swojej pracy trudną i nieczytelną symbolikę, nie będziemy przytaczali tych dwóch algorytmów a twierdzenia dotyczące gramatyk i języków LL(k) podamy bez dowodów.

Twierdzenie 1

Dla każdej gramatyki LL(k) istnieje równoważna jej gramatyka LLS(k).

Poniżej podamy definicje tzw. zbiorów H_p^k ("przeglądaj-naprzód"). Ich zawartość jak to wyniknie z podanego niżej lematu pozwoli nam stwierdzić czy dana gramatyka jest LLS(k).

Definicja 3

Niech $G = (V_N, V_T, P, S)$ będzie gramatyką i niech $k > 0$. Dla $p \in P$, $p = A \longrightarrow \omega$, zbiór H_p^k definiujemy następująco:

$$H_p^k = \left\{ k:x \mid S \overset{*}{\Longrightarrow} \alpha A \beta,\ A\beta \Longrightarrow \omega\beta \overset{*}{\Longrightarrow} x,\ \alpha,\beta \in V^*,\ x \in V_T^* \right\}$$

Lemmat

Gramatyka G jest gramatyką LLS(k) wtedy i tylko wtedy, gdy dla każdej grupy produkcji w P postaci $A \longrightarrow \omega_1 | \ldots | \omega_n$ zachodzi $H_{p_i}^k \cap H_{p_j}^k = \emptyset$ dla wszystkich $1 \leqslant i < j \leqslant n$, gdzie $p_i = A \longrightarrow \omega_i$, $i = 1, \ldots, n$.

Przykład 1

Niech $G = (\{S, A\}, \{a, b, c\}, P, S)$ i
$P = \{ S \longrightarrow aAbc \mid bAcc,\ A \longrightarrow b \mid \epsilon \}$
$H^2_{A \to b} = \{ bb, bc \}$
$H^2_{A \to \epsilon} = \{ bc, cc \}$

Ponieważ $H^2_{A \to b} \cap H^2_{A \to \epsilon} = \{ bc \}$ gramatyka ta nie jest LLS(2). Można jednak łatwo sprawdzić, że jest ona gramatyką LL(2).

Dla $k > 1$ istnieją więc gramatyki LL(k), które nie są gramatykami LLS(k). Natomiast dla $k = 1$ zachodzi poniższe twierdzenie.

Twierdzenie 2

Gramatyka G jest gramatyką LL(1) wtedy i tylko wtedy, gdy G jest gramatyką LLS(1).

2.2. Automat rozpoznający

Załóżmy, że $G = (V_N, V_T, P, S)$ jest gramatyką LLS(k) w postaci normalnej Greibach (tzn. że prawa strona każdej produkcji w G zaczyna się od symbolu terminalnego).

Opiszemy teraz deterministyczną maszynę z pamięcią stosową, która rozpoznaje "bez powrotów" L(G).

Zbiór symboli wejściowych tej maszyny składa się ze zbioru $V_T \cup \{\perp\}$, $\perp \notin V_T$. Alfabetem stosowym jest zbiór $V = V_N \cup V_T$. Maszyna akceptuje słowa języka L(G) zakończone k-1 symbolami $\perp$.

Rozkazy maszyny są postaci $(A, w) \longrightarrow \psi$, gdzie A jest symbolem stosowym, w jest słowem wejściowym o długości k, a ψ jest słowem stosowym. O rozkazach zakładamy, że jeżeli A jest symbolem terminalnym, to w musi zaczynać się od A zaś ψ musi być równe ε. Interpretacja rozkazu jest następująca: jeśli A jest symbolem na wierzchołku stosu zaś kolejne k symboli na wejściu jest równe słowu w, to A zastępowane jest przez ψ.

Konfiguracją maszyny nazywamy parę (γ, x), gdzie γ jest słowem złożonym z symboli stosowych, a x jest słowem złożonym z symboli wejściowych o długości większej od k-1. $(A\gamma, awy) \longrightarrow (\psi\gamma, wy)$ oznacza instrukcje maszyny, gdy $(A, aw) \longrightarrow \psi$ jest rozkazem maszyny. Będziemy pisali $(\gamma, x) \Longrightarrow (\psi, y)$, gdy istnieje ciąg instrukcji taki, że $(\gamma, x) = (\varphi_0, z_0) \longrightarrow (\varphi_1, z_1) \longrightarrow \ldots \longrightarrow (\varphi_n, z_n) = (\psi, y)$. Na początku na stosie znajduje się symbol S. Językiem akceptowanym przez tę maszynę jest zbiór słów $x \in V_T^*$, taki, że $(S, x\perp^{k-1}) \Longrightarrow (\varepsilon, \perp^{k-1})$.

Opiszemy teraz w jaki sposób można otrzymać zbiór rozkazów maszyny z gramatyki G. Ponieważ gramatyka G jest gramatyką LL(k), to dla każdego $A \in V_N$ oraz $w \in V_T^* \perp^{k-1}$ istnieje co najwyżej jedna produkcja p taka, że $w \in H_p^k$. Jeśli istnieje taka produkcja, to jest ona postaci $A \longrightarrow a\gamma$ i odpowiednim rozkazem maszyny jest $(A, w) \longrightarrow \gamma$. Dla każdego $a \in V_T$ i słowa w o długości k zaczynającego się od a, maszyna ma rozkaz $(a, w) \longrightarrow \varepsilon$.

Maszyna akceptuje słowo wejściowe wtedy i tylko wtedy, gdy osiągnie ona symbol $\perp$ przy pustym stosie. Opisana tutaj maszyna ma tylko jeden stan, który nie występuje w podanej powyżej konstrukcji.

Twierdzenie 3

Opisana powyżej maszyna stosowa rozpoznaje języki generowane przez gramatyki LLS(k) w postaci normalnej Greibach.

Przykład analizy języka LLS(2)

Weźmy gramatykę $G = (\{S, A, B\}, \{a, b, c, d\}, \{S \longrightarrow aAB,\ A \longrightarrow bA \mid d,\ B \longrightarrow bBb \mid c\}, S)$

Instrukcje analizatora języka L(G) są następujące:

(1)	$(S, ab) \longrightarrow AB$	(11)	$(B, c\perp) \longrightarrow \varepsilon$	(21)	$(b, bd) \longrightarrow \varepsilon$
(2)	$(S, ad) \longrightarrow AB$	(12)	$(a, aa) \longrightarrow \varepsilon$	(22)	$(c, cc) \longrightarrow \varepsilon$
(3)	$(A, bd) \longrightarrow A$	(13)	$(a, a\perp) \longrightarrow \varepsilon$	(23)	$(c, c\perp) \longrightarrow \varepsilon$
(4)	$(A, bb) \longrightarrow A$	(14)	$(a, ab) \longrightarrow \varepsilon$	(24)	$(c, ca) \longrightarrow \varepsilon$
(5)	$(A, db) \longrightarrow \varepsilon$	(15)	$(a, ac) \longrightarrow \varepsilon$	(25)	$(c, cb) \longrightarrow \varepsilon$
(6)	$(A, dc) \longrightarrow \varepsilon$	(16)	$(a, ad) \longrightarrow \varepsilon$	(26)	$(c, cd) \longrightarrow \varepsilon$
(7)	$(A, d\perp) \longrightarrow \varepsilon$	(17)	$(b, bb) \longrightarrow \varepsilon$	(27)	$(d, dd) \longrightarrow \varepsilon$
(8)	$(B, bc) \longrightarrow Bb$	(18)	$(b, b\perp) \longrightarrow \varepsilon$	(28)	$(d, d\perp) \longrightarrow \varepsilon$
(9)	$(B, bb) \longrightarrow Bb$	(19)	$(b, ba) \longrightarrow \varepsilon$	(29)	$(d, da) \longrightarrow \varepsilon$
(10)	$(B, cb) \longrightarrow \varepsilon$	(20)	$(b, bc) \longrightarrow \varepsilon$	(30)	$(d, db) \longrightarrow \varepsilon$
				(31)	$(d, dc) \longrightarrow \varepsilon$

Przeprowadzimy analizę słowa abbdbcb:

$$(S, abbdbcb\perp) \xrightarrow{(1)} (AB, bbdbcb\perp) \xrightarrow{(4)}$$
$$\xrightarrow{(4)} (AB, bdbcb\perp) \xrightarrow{(3)} (AB, dbcb\perp) \xrightarrow{(5)}$$
$$\xrightarrow{(5)} (B, bcb\perp) \xrightarrow{(8)} (Bb, cb\perp) \xrightarrow{(10)} (b, b\perp) \xrightarrow{(18)}$$
$$\xrightarrow{(18)} (\varepsilon, \perp)$$

Słowo abbdbcb jest zdaniem języka L(G).

Ciekawy jest fakt, że maszyna ta może rozpoznawać zdania języków, które nie są językami LL(k). Weźmy np. język $L = \{a^n b^n\} \cup \{a^n c^n\}$, $n \geqslant 1$.

Początkowym symbolem na stosie jest S, zaś rozkazy maszyny są następujące:

$(S, aa) \longrightarrow sA$ $\qquad$ $(A, cc) \longrightarrow \varepsilon$

$(S, ab) \longrightarrow A$ $\qquad$ $(A, b) \longrightarrow \varepsilon$

$(S, ac) \longrightarrow A$ $\qquad$ $(A, c) \longrightarrow \varepsilon$

$(A, bb) \longrightarrow \varepsilon$

Przypuśćmy, że zbiór $\{a^n b^n\} \cup \{a^n c^n\}$ może być generowany przez gramatykę LL(k) w postaci normalnej Greibach. Zauważmy, że dla każdego k musi być wówczas: $S \overset{*}{\Longrightarrow} a^{n-k} \gamma_n$, $\gamma_n \overset{*}{\Longrightarrow} a^k b^n$ i jednocześnie $\gamma_n \Longrightarrow a^k c^n$. Ponadto, dla $n_1 \neq n_2$ bądź jest $\gamma_{n_1} \neq \gamma_{n_2}$ bądź w gramatyce istnieje wyprowadzenie $S \overset{*}{\Longrightarrow} a^{n_1-k} \gamma_{n_1} \overset{*}{\Longrightarrow} a^{n_1} b^{n_2}$. Tak więc dla pewnej wartości n, długość γ_n jest większa od k+2. Ponadto w wyprowadzeniach $\gamma_n \overset{*}{\Longrightarrow} a^k b^n$ i $\gamma_n \overset{*}{\Longrightarrow} a^k c^n$, ponieważ gramatyka nie ma ε-produkcji, co najwyżej pierwszych k symboli może być rozwinięte w a. W ten sposób każdy z ostatnich dwóch symboli γ_n może być rozwinięty zarówno w b jak i c. Tak więc $\gamma_n \overset{*}{\Longrightarrow} a^k b^{m_1} c^{m_2}$ i w związku z tym język ten nie może być generowany przez żadną gramatykę LL(k).

2.3. Dalsze twierdzenia

Podamy kilka twierdzeń dotyczących gramatyk i języków LL(k).

Twierdzenie 4

Niech LL(k) oznacza rodzinę języków LL(k). Wtedy zachodzą następujące inkluzje: LL (1) $\subset$ LL(2) $\subset \ldots \subset$ LL(k) $\subset \ldots \subset$ deterministyczne języki bezkontekstowe.

Twierdzenie 5

Dla danej gramatyki bezkontekstowej G, jest nierozstrzygalne stwierdzenie czy istnieje takie k, że G jest gramatyką LL(k).

Twierdzenie 6

Dla danej gramatyki G i ustalonego k, można sprawdzić czy gramatyka ta jest gramatyką LL(k).

Twierdzenie 7

Dla danej gramatyki bezkontekstowej G i zadanego k nierozstrzygalne jest czy G generuje język LL(k).

Twierdzenie 8

Gramatyka LL(k) jest gramatyką jednoznaczną.

Twierdzenie 9

Żadna produkcja w gramatyce LL(k) nie zawiera symboli lewostronnie rekursywnych.

Twierdzenie 10

Każda gramatyka LL(k) jest także gramatyką LR(k).

Literatura

[1] CULIK K.: Syntactical Analysis. University of Waterloo 1971. Department of Applied Analysis and Computer Science

[2] GRIES D.: Compiler Construction for Digital Computers. New York 1971. John Wiley and Sons

[3] KNUTH D.E.: Top-Down Syntax Analysis. Acta Informatica 1971, t. 10, nr 2, s. 79

[4] KURKI-SUONIO R.: Notes on Top-Down Languages. BIT 1969, nr 9 s. 225

[5] LEWIS P.M., STEARNS R.E.: Syntax-Directed Transductions. J. ACM 1969, t. 15, s. 465

[6] ROSENKRANTZ D.J., STEARNS R.E.: Properties of Deterministic Top-Down Grammars, Information and Control 1970, t. 17, s. 226

[7] KRAWCZYK T.: Metody analizy składni oparte na relacjach pierwszeństwa. ETO Nowości 1974, nr 1

[8] KRAWCZYK T.: Metody analizy składniowej, ETO Nowości 1974, nr 2

[9] WITASZEK J.: Analiza składniowa. ETO Nowości 1975, nr 1

„Intrograf" — Lublin, zam. 520 B-23 nakł. 1500+4