

W ubiegłym roku tylko 15% obrotów firm amerykańskich związanych z komputerami i informatyką pochodziło ze sprzedaży mikrokomputerów. Komputery szeregu głównego przyniosły 17%, a urządzenia zewnętrzne (też dla dużych komputerów) — 27%. Reszta to oprogramowanie i inne usługi. Największy producent, IBM, sprzedał towary i usługi za 50 mld dolarów, z tego wszystkie mikrokomputery razem wzięte — za 5,5 mld. Firma Apple zajęła dopiero (aż ?) siedemnaste miejsce na liście największych firm komputerowych, choć ma najwyższą wydajność na jednego zatrudnionego. Natomiast największą stopę zysku miał producent superkomputerów — CRAY, a drugi był producent oprogramowania Lotus dla mikrokomputerów.

Do czego może służyć komputer

Mgr Jarosław DEMINET

Komputery istnieją już przeszło czterdzieści lat, a jednak wiele osób jakby dopiero niedawno uświadomiło sobie ich istnienie. Stało się tak za sprawą mikrokomputerów. Dla wielu osób ZX Spectrum, Commodore 64 albo choćby i IBM PC są pierwszymi komputerami, z których można normalnie korzystać. Niektórzy uważają, że właśnie mikrokomputery są reprezentatywne dla wszystkich komputerów i że każdy problem, który można rozwiązać za pomocą komputera, da się rozwiązać korzystając z takiej właśnie małej i taniej maszyny. Zastanówmy się więc, jak się mają obecne mikrokomputery do reszty komputerowego świata.

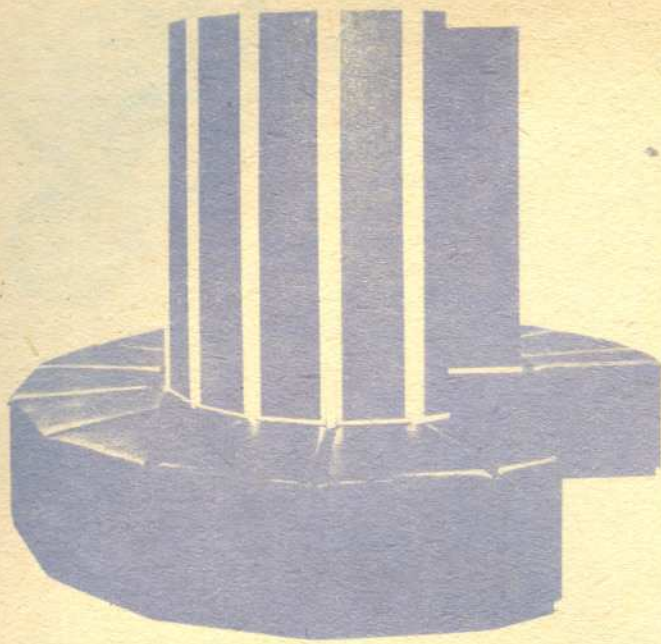
Nikogo nie dziwi, że człowiek skonstruował wiele rozmaitych urządzeń służących do pokonywania odległości. Wiadomo, że do czego innego służy hulajnoga, do czego innego rower, samochód i samolot. Same samochody zresztą także bywają rozmaite. Nawet gdyby każdy człowiek miał swój własny samochód osobowy, to i tak nie spowodowałoby to zniknięcia ciężarówek i autobusów. Czasami trzeba przewieźć pięć ton węgla albo koparkę, a „maluchami” byłoby to albo niewygodne, albo niemożliwe.

Oczywiście właściwe użycie środków transportu odnosi się do typowych użytkowników. Zdarzają się amatorzy, którzy z pasją i samozaparciem usiłują, mniej lub bardziej skutecznie, udowodnić, że każdy środek transportu nadaje się do wszystkiego: że do „malucha” może wejść tyle osób, co do autobusu; że na rowerze można dojechać z Moskwy do Paryża, a na hulajnodze z Warszawy do Pułtuska; że jednosilnikowym samolotem sportowym da się przelecieć, a deską z żaglem przepłynąć Atlantyk.

Czasami takie próby mają charakter badawczy lub eksperymentalny, częściej — czysto rozrywkowy, np. w celu umieszczenia swojego nazwiska w Księdze Guinnessa. Na szczęście żadna poważna linia żegluga nie próbuje otworzyć stałych połączeń Europy z Ameryką za pomocą sprzętu nadającego się do przybrzeżnych zabaw.

Nie wiedzieć czemu to, co jest oczywiste w przypadku środków transportu (a także np. magnetofonów, wiertarek i innych narzędzi i urządzeń), przestaje być oczywiste w przypadku komputerów. Wiele osób uważa, że właściwie różnice między rozmaitymi komputerami są niewielkie i że domowy komputer mógłby doskonale spisać się w biurze, fabryce, kopalni itp. A to przecież tak, jakby proponować dowożenie pracowników do pracy na hulajnogach!

Spróbujmy porównać egzemplarze z dwóch różnych stron komputerowego widma. Mikrokomputer domowy ZX Spectrum kosztuje około stu dolarów i potrafi wykonać kilkaset operacji na liczbach rzeczywistych w ciągu sekundy. Najszybszy obecnie superkomputer ETA-10 wykonuje do kilku miliardów takich operacji na sekundę, ale i kosztuje odpowiednio więcej — przeszło 20 milionów dolarów. Stosunek szybkości jest więc jak jeden do kilku milionów, podczas gdy stosunek szybkości hulajnogi do szybkości samolotu Concorde jest co najwyżej jak jeden do kilkuset, a nawet po pomnożeniu przez liczbę pasażerów (co daje pewną miarę wydajności urządzenia) nie przekracza kilkudziesięciu tysięcy. Podobny jest stosunek wyporności deski z żaglem do nośności największych supertankowców.



Superkomputer CRAY-1

- cykl zegara 12,5 ns
- 80 mln instrukcji/s
- około 100 mln operacji zmiennopozycyjnych/s
- pamięć — 1 mln słów 64-bitowych, czyli 8 MB
- cena — 7 mln dolarów

Komputer IBM 3033M

- cykl zegara 57 ns
- 9 mln instrukcji/s
- pamięć — 32 MB
- cena — 2,7 mln dolarów

Minikomputer DEC VAX 11/760

- cykl zegara 320 ns
- 1,1 mln instrukcji/s
- pamięć — 2 MB
- cena — 90 tys. dolarów

Mikrokomputery — baliśmy się napisać, bo po co urażać posiadaczy.

Superkomputer ETA-10

- cykl zegara 10 ns
- 100 mln instrukcji/s
- około 1 mld operacji zmiennopozycyjnych/s
- pamięć — do 128 mln słów 64-bitowych, czyli około 1 GB
- cena — 20 mln dolarów

Komputer IBM 3081

- cykl zegara 26 ns
- 10 mln instrukcji/s
- pamięć — 32 MB
- cena — 3 mln dolarów

Minikomputer DEC VAX 11/780

- cykl zegara 200 ns
- 2 mln instrukcji/s
- pamięć — 8 MB
- cena — 145 tys. dolarów

Jakie zatem są dzisiejsze komputery? Zaczniemy od najmniejszych. Do niedawna mówiono po prostu o komputerach osobistych. Obecnie ta klasa również rozwarstwiła się — wydzieliła się z niej tzw. komputery domowe, przeznaczone głównie do zabawy. Mają one zazwyczaj ośmiobitowe procesory (tzn. operacje arytmetyczne są wykonywane na ośmiobitowych bajtach; dodanie dwu liczb 16-bitowych wymaga dwóch operacji), co ogranicza pojemność ich pamięci operacyjnej do 64 kB (kilobajtów — tysięcy bajtów). Komputery te mogą współpracować ze stacjami pamięci na kasetach magnetofonowych, bardzo wolnych i zawodnych — wyklucza to profesjonalne zastosowania. Zestaw dostępnego oprogramowania obejmuje głównie i przede wszystkim gry, choć bywają także miniaturowe programy przygotowywania tekstów i obsługi baz danych. Konstruktorzy dodają też często interpreter języka Basic, zapisany na stałe w pamięci. Przewidywane zastosowania komputerów domowych nie wymagają niezawodności, trwałości ani wygody dostępu. Informacja bywa wypisywana na kolorowym ekranie o małej rozdzielczości, który przy wielogodzinnej pracy (zwłaszcza przy wypisywaniu tekstów) przyprawia o ból głowy. Klawiatura może być kiepska, w szczególności nie nadająca się do pisania na ślepo (bez patrzenia na klawisze), a tak pisze każda maszynistka. Zakłada się, że z komputera domowego korzysta się (być może po okresie początkowej fascynacji) przez kilka godzin dziennie, a po dwóch — trzech latach można go bez żalu wyrzucić. Obecnie ten rynek jest opanowany przez komputery mające jeden z procesorów Z80 (Amstrad 464, Spectrum, MSX) lub 6502 (Apple, Commodore, Atari).

Właściwe, profesjonalne czy półprofesjonalne komputery osobiste zostały zaprojektowane tak, aby mogły być używane w domu i w biurze przez wiele godzin dziennie przez kilka lat. Nieodzowne jest wyposażenie ich w stacje pamięci na dyskach elastycznych (na jednym takim dysku można zapamiętać do 300 stron maszynopisu, a dostęp do dowolnego miejsca trwa około pół sekundy), co pozwala na szybkie i wygodne ładowanie do pamięci wielu różnych programów i korzystanie z dużych zbiorów danych. Do większości komputerów można także przyłączyć stacje pamięci na dyskach sztywnych, pozwalające na zapamiętanie 10 i więcej tysięcy stron maszynopisu, z czasem dostępu rzędu 1/20 sekundy. Klawiatura przypomina klawiaturę dobrej, elektrycznej maszyny do pisania, a ekran (zazwyczaj jednobarwny, zielonkawy lub bursztynowy) nie powoduje zmęczenia nawet po całym dniu wpatrywania się w niego. Komputery osobiste mają procesory od ośmiobitowych (Z80 — Amstrad 6128 i PCW; 6502 — Apple II) przez szesnastobitowe (8088/8086, 80286 — IBM PC, IBM PC/AT, ich krewni i znajomi, np. Amstrad 1512) po 32-bitowe (68000 — Apple Macintosh, Commodore Amiga, Atari 520ST/1040ST). Pierwsza grupa zresztą stopniowo nabiera charakteru komputerów domowych, a między drugą i trzecią toczy się zjadła walka o panowanie na rynku. Pamięć wewnętrzna może mieć nawet kilka megabajtów (milionów bajtów). Większość komputerów z tej klasy może być połączona w sieć z innymi komputerami, można też dołączać do nich rozmaite urządzenia. Bezkonkurencyjne pod tym względem są komputery wzorowane na IBM PC oraz Apple II.





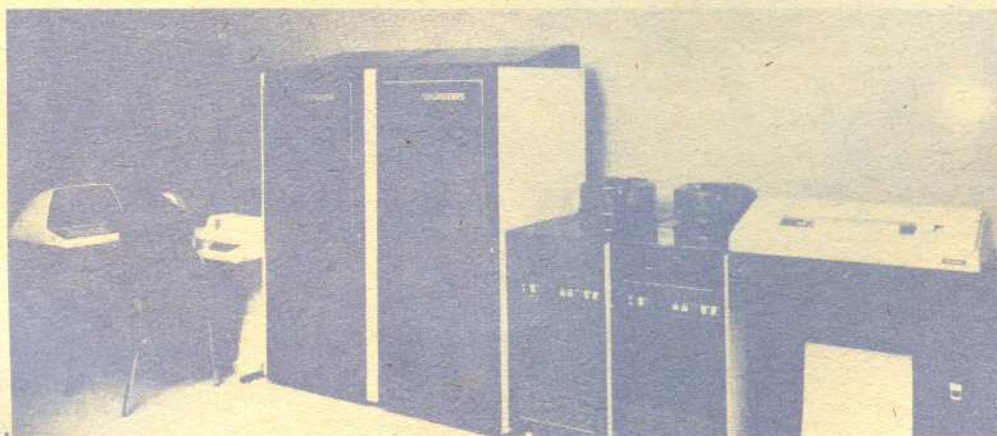
Poza standardowymi urządzeniami, dołączanymi przez zwykłe włożenie wtyczki do gniazdka, można do nich dołączać również prawie wszystkie inne, najdziwniejsze wynalazki, wkładając do komputera, do specjalnych gniazd, płytki z elektronicznymi układami sterującymi. Komputery te są wyposażone w prawdziwe systemy operacyjne, np. CP/M (procesor Z80) i MS DOS (8086). Istnieją dziesiątki profesjonalnych procesorów tekstów, programów obsługi baz danych, kompilatorów wszystkich chyba wymyślonych dotąd języków programowania.

Komputery osobiste, jak sama ich nazwa wskazuje, służą zazwyczaj tylko jednemu użytkownikowi, choć czasami może on równocześnie pracować z kilkoma programami. Wprawdzie istnieją protezy, pozwalające na pewną formę dostępu kilku użytkowników do komputera osobistego, ale jest to robione wbrew założeniom projektantów. Następną klasą komputerów są mikrokomputery wielodostępne (np. MicroVAX), zazwyczaj 32-bitowe, coraz częściej pracujące pod kontrolą systemu operacyjnego Unix. Mechanizmy sprzętowe pozwalają na ochronę programu jednego użytkownika przed efektami pracy innych użytkowników. Użytkownicy (na ogół jest ich kilku) mają do dyspozycji kilka megabajtów pamięci operacyjnej oraz co najmniej kilkadziesiąt megabajtów pamięci na szybkich dyskach. Każdy komputer jest zresztą dopasowywany według żądań kupującego, a oferta producentów obejmuje kilkadziesiąt rozmaitych urządzeń, modułów pamięci itp. Oprogramowanie obejmuje np. pakiety programów przeznaczonych do obsługi baz danych i często jest przykrajane do specyficznych potrzeb właściciela komputera. Tego typu sprzęt, pracujący często bez wyłączania całymi miesiącami, jest projektowany z myślą o niewielkich biurach lub oddziałach firm. W połączeniu z minikomputerami może sterować instalacjami przemysłowymi.

Przypuśćmy, że chcemy założyć bazę danych wszystkich mieszkańców Polski. Dla każdego zapisujemy imiona, nazwisko, datę urodzenia, numer dowodu osobistego, odsyłacz do matki i ojca, adres i rysopis (w sumie około 130 znaków po zakodowaniu). Przy 40 mln osób wymaga to 5,2 mld znaków (5,2 GB). Zajęłyby one pamięć dyskową 250 mikrokomputerów osobistych IBM PC albo 5 dużych dysków dołączonych do jednego komputera głównego szeregu.

W szesnastych amerykańskich mistrzostwach szachów komputerowych wygrał program HITECH, pracujący na minikomputerze SUN. Ciekawe, że trzecie miejsce zajął program INTELLIGENT SOFTWARE dla mikrokomputera osobistego Apple IIe! Programy pracujące na superkomputerach CRAY X-MP oraz CRAY 1M zajęły dopiero piąte i siódme miejsce.

Producent minikomputera Tandem zapewnia, że dzięki dublowaniu istotnych składników sprzętu komputer zawsze będzie działać. Istotnie, żadna zainstalowana konfiguracja nie uległa nigdy pełnej awarii. Oprogramowanie potrafi wykryć błąd części komputera i zażądać sprowadzenia ekipy naprawczej.



Minikomputery (np. VAX) stanowią następny krok. Pozwalają na równoczesną pracę kilkunastu lub kilkudziesięciu użytkowników (zazwyczaj poprzez sieć telefoniczną), mają większą pamięć operacyjną, a zwłaszcza zewnętrzną (kilkaset megabajtów), przy czym oprogramowanie może korzystać z niej tak samo, jak z pamięci operacyjnej (tzw. pamięć wirtualna). Stosuje się je w instytutach naukowych, a także w przedsiębiorstwach średniej wielkości — wszędzie tam, gdzie jest potrzebna stosunkowo duża szybkość obliczeń. Często dołącza się do nich drogie, ale wydajne urządzenia pamięci (stacje taśmy magnetycznej o dużej gęstości i szybkości, bardzo szybkie drukarki, drukujące kilkadziesiąt wierszy tekstu na sekundę). Minikomputery wymagają na ogół klimatyzowanych pomieszczeń, regularnej konserwacji — jednym słowem — ośrodka obliczeniowego.

Następny krok to komputery tzw. szeregu głównego. Tu niepodzielnie od wielu lat króluje firma IBM ze swoimi komputerami serii 360, 370, 3030, 3080. To takie maszyny na ogół obsługują banki, sieci rezerwacji biletów kolejowych i lotniczych, biura ewidencji ludności, duże przedsiębiorstwa, itp. W takich komputerach nacisk jest położony na możliwość rozbudowy i komunikacji z innymi komputerami. Właściwie nie istnieje górna granica pojemności ich pamięci operacyjnej, a zwłaszcza zewnętrznej, która może sięgać dziesiątków gigabajtów (miliardów bajtów). Również liczba użytkowników może sięgać tysięcy, zwłaszcza jeśli główny komputer jest wspomagany paroma tuzinami mini- lub mikrokomputerów. Często takie wspomagające komputery zajmują się „drobnymi” zadaniami, jak np. sterowanie stacjami taśm magnetycznych, szybkimi drukarkami, monitorami graficznymi. Wspecjalizowane oprogramowanie jest kupowane wraz ze sprzętem, a jego przygotowanie może trwać lata. Obsługą sprzętu i oprogramowania zajmuje się później zespół profesjonalistów, który może liczyć od kilku do kilkuset osób.



I wreszcie arystokratyczna elita, czyli superkomputery. Tu liczy się przede wszystkim szybkość obliczeń, do komunikacji ze światem zewnętrznym służą dołączone komputery głównego szeregu lub bardzo szybkie minikomputery. Liczba użytkowników na ogół nie jest wielka, natomiast każdy z nich jest bardzo absorbujący — programy wymagają szybkiego wykonania miliardów operacji na liczbach rzeczywistych. Na przykład przy prognozowaniu pogody należy rozwiązać układy równań opisujących stan powietrza w różnych obszarach atmosfery. Im więcej obszarów, tym dokładniejsza prognoza. Oczywiście, obliczenia muszą być wykonane szybko, jeśli prognoza ma być prognozą. Także sterowanie raketami wymaga bardzo szybkiego podawania wyników obliczeń. Ostatnio superkomputerów używa się też w grafice komputerowej, np. przy kolorowaniu starych, czarno-białych filmów.

Mam nadzieję, że ten krótki przegląd umożliwi Czytelnikowi zrozumienie tego, że dla każdego zadania można znaleźć właściwy komputer, i że nawet milion komputerów osobistych nie zastąpi przy prognozowaniu pogody jednego porządnego superkomputera. A że są tacy, którzy potrafią rozwiązywać wielkie układy równań na ZX Spectrum? No cóż, czasami jedynym dostępnym środkiem transportu przez ocean może być mała żagłówka.





Komputer ENIAC, 1946,
University of Pennsylvania

Liczby rzeczywiste są na ogół zapamiętywane w komputerach w tzw. notacji zmiennopozycyjnej, tzn. jako $s \times k \times 2^c$, gdzie s jest znakiem (+1 lub -1), k jest mantysą z przedziału $[0,5, 1)$, a c — cechą (zero jest traktowane jako szczególny przypadek i jest zapisywane inaczej). Do zapamiętania k i c przeznaczona jest ustalona liczba bitów. Zwiększenie długości k zwiększa dokładność zapamiętywania (liczbę cyfr znaczących), a zwiększenie długości c — powiększenie zakresu reprezentowalnych liczb. Dodatkowo jeden bit trzeba przeznaczyć na zapamiętanie znaku całej liczby, a jeden bit cechy określa jej znak. Najkrótsze liczby zmiennopozycyjne mają 32 bity, z tego cecha ma 8 bitów, a mantysa — 23 (plus znak). Pozwala to na zapisanie liczb o wartości bezwzględnej z przedziału $(10^{-38}, 10^{38})$ z dokładnością do 7 cyfr znaczących (dziesiętne). Na ogół taki zakres wystarcza, natomiast dokładność — nie, a więc stosuje się tzw. zapis podwójnej dokładności na 64 bitach, z 55-bitową mantysą. Zakres pozostaje bez zmian, natomiast dokładność zwiększa się do 16 cyfr dziesiętnych. Wiele obliczeń w wewnętrznych rejestrach komputera jest wykonywanych z jeszcze większą precyzją (22 cyfry). Okazuje się jednak, że w rozmaitych obliczeniach (głównie fizycznych) potrzebny jest większy zakres liczb. Niektóre komputery pozwalają więc 64-bitowe słowo podzielić inaczej — na 11-bitową cechę i 52-bitową mantysę. Zakres rośnie wówczas oszalałająco do $(10^{-308}, 10^{308})$, natomiast dokładność maleje do 15 cyfr. Wreszcie dla fanatyków rozmiaru i dokładności istnieje format poczwórnej precyzji: 128 bitów, 15-bitowa cecha i 112-bitowa mantysa. Zakres — $(10^{-4932}, 10^{4932})$, a dokładność — 33 cyfry dziesiętne. Dla laika są to ogromne wartości, ale na pewno są profesjonalistami, którym ten zakres i dokładność nie wystarczają!



Zadania

Redaguje dr Rafał SZTENCEL

M 481. Dane są liczby $a, b > 0$. Utwórzmy ciągi (a_n) i (b_n) w następujący sposób:

$$a_0 = a, \quad b_0 = b; \quad a_n = \frac{a_{n-1} + b_{n-1}}{2}, \quad b_n = \frac{2}{\frac{1}{a_{n-1}} + \frac{1}{b_{n-1}}} \quad \text{dla } n \geq 1.$$

Udowodnić, że oba ciągi są zbieżne i znaleźć ich granice.

Rozwiązanie na str. 7

M 482. Mamy siedem odcinków o długościach zawartych w przedziale $[1, 10]$. Udowodnić, że wśród nich są takie trzy, które mogą być bokami pewnego trójkąta. Wykazać, że liczby siedem nie da się zastąpić przez mniejszą.

Rozwiązanie na str. 7

M 483. Wybrano losowo i niezależnie cztery punkty x_1, x_2, x_3, x_4 na okręgu. Znaleźć prawdopodobieństwo tego, że łuki $x_1 x_2$ i $x_3 x_4$ przecinają się. (Zakładamy, że jest dany wyróżniony kierunek obiegu okręgu; zgodnie z nim określamy łuk — posuwając się w tym kierunku od początku do końca.)

Rozwiązanie na str. 7

Redaguje dr Rafał STAROŃSKI

F 228. Cylindryczny pojemnik o długości $2l$ z tłokiem o polu przekroju równym S (patrz rysunek) może poruszać się po poziomej płaszczyźnie ze współczynnikiem tarcia k . Na lewo od tłoka, który znajduje się w odległości l od krawędzi, znajduje się gaz o temperaturze T_0 i ciśnieniu p_0 . Między nieruchomą ścianką a tłokiem znajduje się sprężyna o współczynniku sprężystości κ . Ile razy trzeba zwiększyć temperaturę gazu z lewej strony tłoka, aby objętość tego gazu podwoiła się? Tarcie między tłokiem a pojemnikiem możemy zaniedbać. Masa pojemnika i tłoka jest równa m , a ciśnienie zewnętrzne równe jest p_0 .

Rozwiązanie na str. 6

F 229. W poziomym, nieruchomym cylindrycznym pojemniku, który jest zamknięty tłokiem o masie m , znajduje się jeden mol gazu. Gaz ten jest podgrzewany, wskutek czego tłok porusza się jednostajnie z prędkością v . Jaką ilość ciepła dostarczono do gazu? Wewnętrzna energia jednego mola tego gazu wynosi $U = cT$. Pojemność cieplną pojemnika i tłoka oraz ciśnienie zewnętrzne możemy zaniedbać, a ciśnienie p wewnątrz pojemnika jest stałe.

Rozwiązanie na str. 6

