

1 Pamięć

Pamięć jest równie niezbędna do działania komputerowi jak i nam. Podobnie jak w przypadku pamięci człowieka pamięć komputerów podzielić możemy na dwa rodzaje: krótkotrwałą i długotrwałą. Oczywiście pamięć komputera nie przypomina w niczym pamięci człowieka. W szczególności pamięć komputera podzielona jest na odrębne komórki, przechowujące najczęściej pojedyncze bajty lub słowa. W komputerach jako pamięć krótkotrwałą używa się prawie zawsze pamięci półprzewodnikowych RAM (Random Access Memory, czyli pamięci przypadkowego dostępu) a jako pamięć długotrwałą pamięci dyskowej lub taśmowej.

1.1 Pamięć RAM.

Jedną z przyczyn gwałtownego upowszechnienia się komputerów w ostatnich kilkunastu latach jest wielki wzrost ich możliwości przetwarzania danych wywołany zwiększeniem szybkości mikroprocesorów oraz zwiększeniem dostępnej pamięci RAM (czyli pamięci roboczej komputera) oraz pamięci dyskowych. Większa pamięć to większe możliwości to większa sprzedaż komputerów, a to niesie za sobą obniżenie cen pamięci i montowanie jeszcze większych pamięci a więc większe możliwości ...

Początkowo pamięć RAM była bardzo droga. Pierwsze komputery IBM-PC z 1981 roku miały maksymalnie 64 KB pamięci, a komputery domowe ZX 80 Sinclara miały zaledwie 1 KB RAM. Specjaliści z IBM i Microsoftu uznali 640 KB za tak wielką pamięć, że prawie nikogo nie będzie na nią stać, stąd podstawowe oprogramowanie komputerów osobistych (system operacyjny MS-DOS) oparte było na zupełnie błędnej strategii zarządzania pamięcią, strategii do dzisiaj powodującej dużo zamieszania i wymagającej od użytkownika studiowania książek o zarządzaniu pamięcią. Kłopotów takich uniknęli producenci innych systemów, opracowanych nieco później od MS-DOSu. Szybki wzrost liczby sprzedanych komputerów spowodował bowiem znaczny spadek cen pamięci i w ciągu kilku lat typowe wielkości pamięci komputerów zwiększyły się do 256KB, 512KB i 640 KB. Ze względu na wspomniane ograniczenia systemu operacyjnego ta wielkość pamięci stała się standardem dla komputerów klasy IBM-PC. Jeszcze przy końcu lat 80-tych pamięć rzędu 8 MB na komputerach centralnych wydawała się ogromna.

Pojawienie się środowiska graficznego MS-Windows oraz pewne ulepszenia systemu operacyjnego spowodowały znaczny wzrost zapotrzebowania na pamięć ustalając nowy

standard wielkości minimalnej pamięci RAM na 4 MB dla komputerów PC-486 i lepszych. W praktyce na płycie głównej w komputerach opartych na procesorze i486 lub Pentium zmieścić można nawet 128 MB RAM. Podobne wielkości pamięci stosuje się w komputerach osobistych innego typu (Amiga, Macintosh). Rozsądną wielkością pamięci dla środowiska graficznego Windows 3.1 jest obecnie 8 MB a dla Windows 95 wskazane jest 16 MB. Jedyne do obliczeń numerycznych lub przetwarzania grafiki wysokiej jakości potrzeba pamięci większych. Nowsze systemy operacyjne dla komputerów osobistych, takie jak Windows NT czy różne wersje Unixa, wymagają przynajmniej 16 MB. W stacjach roboczych pamięci standardowe zaczynają się od 8 lub 16 MB a nierzadko na płycie głównej stacji roboczej zamontować można prawie gigabajt RAM. W dużych komputerach centralnych i superkomputerach zdarzają się pamięci rzędu gigabajtów.

W komputerach osobistych spotyka się pamięci ROM (typowo 16-64 KB) zawierające jedynie niezbędne fragmenty systemu operacyjnego potrzebne do inicjacji pracy komputera. Program pozwalający komputerowi wykonywać podstawowe funkcje (system operacyjny) zapisany jest na dysku stałym lub na dyskietce, jednak by zadziałał po włączeniu prądu konieczny jest niewielki program inicjujący, który musi być zapisany w pamięci stałej. Oprócz tego w pamięci stałej zapisane są niektóre podstawowe funkcje systemu pośredniczące pomiędzy światem programów a światem elektroniki. Pamięci ROM działają wolniej od pamięci RAM, stąd w niektórych komputerach możliwość zwiększenia wydajności systemu przez używanie kopii programu zawartego w pamięci ROM w pewnych obszarach pamięci RAM (shadow RAM). Zdarzają się również pamięci ROM rzędu 300-1000 KB, zawierające cały system operacyjny i oprogramowanie użytkowe (np. w komputerach Atari lub Amiga). Niektóre palmtopy (np. Hewletta-Packarda) mają więcej pamięci ROM niż RAM.

W starszych komputerach stosowano kości pamięci DRAM o pojemności 64 Kbitów (8 KB), dość często spotyka się jeszcze komputery z kośćmi pamięci 256 Kbitów (32 KB) ale w nowszych konstrukcjach standardem są kości 1 Mb (128 KB), ustępujące kościom 4 Mbitów (0.5 MB). Pamięć 4 MB składa się z ośmiu takich kostek. Od 1993 roku produkowane są również kości 16 Mbitów (2 MB). Osiem takich kości to już 16 MB. Z tego powodu oferowane są rozszerzenia pamięci RAM do komputerów typu notebook w zestawach po 4 lub 16 MB, zależnie od typu kości pamięci. W opracowaniu są kości o jeszcze większych pojemnościach.

Specjalny rodzaj kości pamięci stosuje się w kartach grafiki. Pamięci **VRAM** (Video RAM) mogą przekazywać dane dwukrotnie szybciej niż normalna pamięć DRAM. Zapisują przy tym całe bloki danych jednocześnie. Kości tej pamięci są droższe i dlatego tylko stosują ją karty graficzne najwyższej jakości.

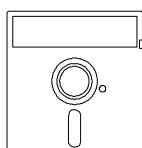
Cache memory to bardzo szybka pamięć podręczna, kilka razy szybsza od zwykłej pamięci RAM. W wielu zastosowaniach taka pamięć znacznie przyspiesza wykonywanie programów udostępniając w sposób natychmiastowy procesorowi (CPU) najczęściej

używane dane. Pamięć cache powinna mieć czas dostępu przynajmniej 20 ns, stąd stosuje się w tym celu droższe kostki pamięci statycznej (SRAM). Najczęściej jest jej tylko kilka kilobajtów, w wyjątkowych przypadkach do 256 KB.

Pamięć cache stosuje się też w sterownikach dysków, jako bufor dysku. **Cache dysku** jest zwykłą pamięcią dynamiczną RAM, działającą znacznie szybciej niż pamięć dyskowa. W trakcie pisania danych na dysk przesyłane są one do pamięci cache dysku i w czasie gdy mikroprocesor pracuje dalej kopiowane z tej pamięci na dysk. Przechowuje się w niej również często czytane dane tak, że kolejne odwołanie do wcześniej użytych danych znajduje je w pamięci cache szybciej niż można odszukać i odczytać dane z dysku. Szybkie sterowniki dysków mogą zawierać nawet kilka megabajtów pamięci RAM.

W komputerach osobistych pamięć RAM wykorzystuje się czasami jako rodzaj podręcznego dysku, zwanego RAM-dyskiem. Najczęściej jest to kilkaset kilobajtów do kilku megabajtów pamięci. Jest to wygodne jeśli chcemy błyskawicznie uruchomić program (oczywiście po uprzednim skopiowaniu go na RAM-dysk) lub skrócić czas wykonania przyspieszając operacje dyskowe. W superkomputerach zamiast RAM-dysku stosuje się specjalną pamięć półprzewodnikową, nieco wolniejszą niż zwykła pamięć RAM, jako bardzo szybki dysk. Urządzenie takie nazywa się **SSD** (Solid State Disk), czyli Dysk Półprzewodnikowy, a pojemności takich dysków dochodzą do gigabajtów (przy odpowiednio wysokiej cenie). Skromniejsza wersje SSD to pamięć podtrzymywana bateryjnie, sprzedawana w postaci kart nazywanych **B-cards**. W mikrokomputerach (np. palmtop Atari Portofolio) służy ona zamiast dyskietek, ale jest również bardzo kosztowna.

Do przechowywania programów, tekstów i innych danych przez dłuższy okres czasu służy pamięć masowa. Podobnie jak w przypadku muzyki stosuje się dwa rodzaje nośników informacji: płyty, czyli dyski, i kasety, czyli taśmy magnetyczne. Dyski, w odróżnieniu od muzycznych płyt, pokryte są również nośnikiem magnetycznym, pozwalającym nie tylko na odczyt informacji ale i jej zapis. Dzielimy je na dyskietki, czyli dyski elastyczne, i dyski stałe, nazywane twardymi lub sztywnymi.



1.2 Dyskietki

Do wprowadzania danych, programów, przenoszenia informacji pomiędzy komputerami najczęściej stosuje się dyskietki. To na dyskietkach przenosimy swoje pliki na inne komputery lub wysyłamy je pocztą, to z dyskietek instalujemy nowe programy. Z czego robi się dyskietki? Zrobione są ze specjalnego plastiku pokrytego nośnikiem magnetycznym, podobnie jak taśma magnetofonowa. Ponieważ nośnik ten był w pierwszych dyskietkach o dużym rozmiarze

dość giętka w języku angielskim przyjęła się nazwa „floppy disks”, czyli „wyginające się” dyski lub elastyczne dyski. Do 1976 roku stosowano dyskietki o średnicy 8 cali, o niewielkiej pojemności ale znacznych rozmiarach (te duże dyskietki istotnie bardzo się wyginały). Jeszcze do dzisiaj spotyka się je w minikomputerach MERA czy minikomputerach SM (była to radziecka seria komputerów wzorowana na maszynach serii PDP firmy DEC). Od tego czasu wprowadza się coraz mniejsze formaty dyskietek o coraz większej pojemności. Dość często są nadal spotykane dyskietki 5.25 cala chociaż dominują dyskietki o rozmiarach 3.5 cala.

1.3 Formatowanie

Ponieważ tych samych dyskietek używać mogą systemy komputerowe wielu różnych producentów, korzystając z różnorodnego oprogramowania systemowego, czyste (tj. nie zawierające żadnej informacji) dyskietki sprzedawane są najczęściej w postaci niesformatowanej, czyli nieprzygotowanej do pracy w żadnym konkretnym systemie. Zanim będziemy mogli cokolwiek na dyskietce zapisać konieczny jest proces formatowania dyskietek, przygotowujący je do użytku na danym systemie komputerowym. W czasie formatowania na powierzchni magnetycznej dyskietki zapisana zostaje informacja umożliwiająca szybkie i niezawodne odszukanie danych, które będą na niej przechowywane.

☹ Co to jest?

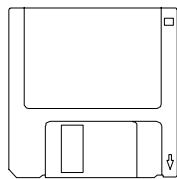
W procesie formatowania czysta powierzchnia magnetyczna dysku otrzymuje informacje sterujące zapisem i odczytem danych. Wykonywane jest również sprawdzanie, czy nie ma na niej błędów a w przypadku ich wykrycia uszkodzone obszary są wyłączane z użytku. Jedynie 70-80% powierzchni magnetycznej wykorzystywanych jest do przechowywania danych, pozostałe 20-30% zajmują obszary używane przez napęd dyskietek do szybkiego wyszukiwania informacji. Każda dyskietka zawiera **skorowidz**, czyli **FAT** (File Allocation Table, tablica alokacji plików), informujący o tym, które jej fragmenty (sektory) są jeszcze wolne a które używane przez zapisane na niej dane. Nowsze programy formatujące (w komputerach IBM-PC począwszy od DOSu w wersji 5) i niektóre programy narzędziowe pozwalają na „quick format”, czyli szybki format, trwający kilka sekund. Nie jest to prawdziwe formatowanie, trwające znacznie dłużej, a tylko wymazanie całego skorowidza, bez wymazywania danych ani zmiany struktury formatu dysku. Nowsze programy formatujące wykonują również „bezpieczne formatowanie” (safe format), czyli formatowanie, po którym daje się odwrócić całą operację i odzyskać informację ze skorowidza - pełne formatowanie niszczy całą informację zawartą na dysku.

Niektóre programy usiłując zabezpieczyć się przed kopiowaniem zapisane są na dyskietkach sformatowanych w niestandardowy sposób tak, że nie można nawet obejrzeć ich zawartości.

1.4 Rodzaje dyskietek magnetycznych.

Nośnik magnetyczny znajduje się prawie zawsze po obu stronach dyskietki (oznaczenie DS, od double side, na dyskietkach właśnie do tego się odnosi), jedynie w komputerach domowych spotyka się jeszcze jednostronne napędy dysków elastycznych (dyskietki z oznaczeniami SS, single side - w praktyce mają one również nośnik magnetyczny po obu stronach ale dziurki do odczytu po jednej stronie). Takie napędy dysków elastycznych odczytują niezależnie obie strony dyskietek DS i trzeba te dyskietki, podobnie jak płyty gramofonowe, przekładać na drugą stronę (jeśli najpierw zrobimy im odpowiednie wcięcie). We wszystkich innych napędach dyskietek, np. w komputerach osobistych, dyskietki zapisywane dwustronnie są odczytywane jednocześnie z obu stron i trzeba je wkładać tylko jedną stroną.

Reliktem czasów minionych jest określenie „podwójna gęstość”, znajdujące się na dyskietkach najczęściej w postaci symbolu DD (od Double Density). Rzadko spotyka się dyskietki o gęstości poczwórnej (QD). W komputerach osobistych IBM trudno jest dyskietki QD formatować bo system operacyjny MS-DOS tego nie przewiduje i wymagany jest specjalny program formatujący. W Polsce najczęściej spotyka się je w komputerach szkolnych typu „Junior”. Jeszcze większą gęstość zapisu umożliwiają dyskietki HD, czyli High Density (wysoka gęstość zapisu); w porównaniu z dyskietkami o pojedynczej gęstości jest to gęstość 8-krotna. Określenie DSDD oznacza więc nośnik magnetyczny po obu stronach i podwójną gęstość zapisu. Nie spotyka się raczej określenia DSHD gdyż HD oznacza zawsze zapis dwustronny.



Dyskietki 3.5” stały się nowym standardem przy końcu lat 80-tych. W komputerach osobistych i wielu innych formatowane są na 720 KB, 1.44 MB lub 2.88 MB (łącznie z obszarem zużytym na formatowanie mają odpowiednio 1, 2 i 4 MB). Są one wygodniejsze niż dyskietki 5.25” z kilku względów: ich powierzchnia magnetyczna odsłania się dopiero po wsunięciu dyskietki w odpowiedni napęd, a więc są one lepiej chronione przed kurzem; są bardziej sztywne (stąd nazwa „floppy disk” czyli wyginająca się dyskietka przestaje do nich pasować) i mieszczą się łatwo w kieszeni.

Program formatujący przygotowuje na powierzchni magnetycznej niewielki obszar mieszczący 512 bajtów. Sektor jest najmniejszym obszarem dysku czytany lub zapisywany, a więc nawet jeśli mamy bardzo mały plik, kilka bajtów, to zajmie on cały

sektor, zostawiając resztę miejsca niewykorzystaną. Dlatego wiele małych plików zajmuje na dysku więcej miejsca niż jeden większy plik o tej samej liczbie bajtów.

Dyskietki wysokiej gęstości zapisu HD 5.25" mają pojemność 1.2 MB. Na napędach przeznaczonych dla dyskietek HD można zapisywać i odczytywać dyskietki DD, ale nie odwrotnie, nie można za to na napędach DD używać dyskietek HD. Czasami zdarzają się kłopoty przy formatowaniu i próbie zapisu dyskietek HD jako DD - jest to oczywiście niezbyt rozsądne podejście, gdyż dyskietki HD są bardziej pojemne i droższe.

Dyskietki 3.5" o pojemności 720 KB (DD) i 1.44 MB (HD) są bardziej sztywne i rzadziej się psują ale wymagają bardziej precyzyjnych napędów. Dyskietki 3.5" okazały się tak wygodne, że stosowane są obecnie w komputerach MacIntosh (choć sposób ich formatowania jest różny i wymagany jest odpowiedni program by na Mac'u odczytać dyskietki formatowane pod DOSem) i na niektórych stacjach roboczych. Dla potrzeb komputerów przenośnych pojawiły się ostatnio napędy dyskietek 3.5" odporne na wstrząsy.

Niektóre firmy robią obecnie dyskietki odporne na zabrudzenie, np. Verbatim pokrywa je teflonem i reklamuje je pokazując, jak się na nich smaży jajka a dane jeszcze dają się odczytać! Dyskietki formatowane bywają na wiele różnych sposobów przez różne systemy operacyjne. Znacznie mniej jest dyskietek o różnych rozmiarach. Oprócz 5.25" i 3.5" spotyka się dyskietki 3" do komputerów 8-bitowych, np. serii Schneider/Amstrad CPC. Są one droższe niż dyskietki do PC (mniejszy rynek), niesformatowane mają pojemność 200 KB lub 1 MB, a po sformatowaniu 173KB i 720KB. Zdarzają się też dyskietki 2" do mikrokomputerów.

Najnowszym formatem, który nie rozpowszechnia się jednak szybko w świecie komputerów zgodnych z IBM-PC jest propagowany przez IBM format 2.88 MB na 3.5" dyskietkach (niesformatowane to 4 MB). DOS 5.0 jest przystosowany do formatowania takich dyskietek, wymagane są jednak odpowiednie napędy. Nowsze komputery serii PS firmy IBM takie napędy mają ale czy format ten naprawdę się przyjmie okaże się wkrótce. Na przeszkodzie stoją wysokie ceny takich dyskietek i konkurencja ze strony pojemniejszych dyskietek magnetoptycznych.

Jak wykazują testy przeprowadzone w różnych firmach komputerowych nie ma związku między cenami dyskietek i jakością choć lepiej nie kupować produktów całkiem bez nazwy („no-name”).

1.5 Inne rodzaje dyskietek

Stała, podtrzymywana bateryjnie przez około 3 lata, pamięć wielkości karty kredytowej, sprzedawana jest pod nazwą **B-card** z pojemnością 256, 512 i 1024 KB. W notesach menadżerskich i superminiaturowych komputerkach wprowadzono standard pamięci stałej dla nowego **sprzęgu** (interfejsu) o nazwie PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association). Są to karty pamięci wielkości karty kredytowej posiadające 68 styków połączeniowych. Standard przewiduje również możliwość przyłączenia do złącz PCMCIA innych urządzeń takich jak modemy czy zewnętrzne pamięci dyskowe, są to jednak na razie drogie urządzenia i rzadko spotykane. Urządzenia PCMCIA zdobyły popularność bardzo szybko i początkowo były pewne problemy ze zgodnością sprzętu różnych producentów przyłączanych do tego sprzęgu ale teraz można mieć do nich pełne zaufanie.

Pamięć stała nie wymaga mechanicznych części i jest działa oczywiście znacznie szybciej niż dyskiety ale też jest znacznie droższa nie jest więc jeszcze zbyt popularna. Przyszłość należy jednak do pamięci stałych, określanych często jako SSD (Solid State Disk, czyli dysk półprzewodnikowy), nawet w superkomputerach. Firmy dające w 1991 gwarancję na dyski na pięć lat liczyły, że po 1993 roku dyski te zaczną znikać ze sceny, zastąpione przez SSD. Tak się jednak nie dzieje, gdyż ceny pamięci nie spadły jeszcze dostatecznie nisko.

O dyskietskach optycznych i magnetoptycznych napisałem w następnym podrozdziale.

Kilka dobrych rad.

Dyskiety zapisują informację na powierzchni magnetycznej, należy więc unikać zakłócających pól magnetycznych, w szczególności nie przykładać do nich magnesików ani nie przywieszać dyskietek magnesikami na ścianie, jak to robi się z notatkami w niektórych biurach. Należy również unikać kładzenia dyskietek na monitorze, który wytwarza przecież silne pola magnetyczne. O tym, że nie należy dyskietek dziurawić wydawałoby się, że nie trzeba wspominać a jednak ... znam i takie przypadki!

Na lotnisku nie należy obawiać się prześwietlenia bagażu promieniami Roentgena czy neutronami, należy natomiast unikać wykrywaczy metalu przy kontroli osobistej i przy przenoszeniu dyskietek przez bramki kontroli pasażerów. Wykrywacze metalu wytwarzają silne pola magnetyczne mogące łatwo zniszczyć dane na dyskietcie.

1.6 Dyski twarde.

Dyski twarde nazywane są również dyskami stałymi, gdyż są zwykle zamontowane na stałe w komputerze. Nośnik magnetyczny w tych dyskach znajduje się na sztywnej powierzchni ceramicznej. Są znacznie szybsze od dyskietek (ponad 10 razy) i bardziej od nich pojemne, mieszcząc tyle danych ile kilkadziesiąt do kilku tysięcy dyskietek. W komputerach osobistych ich pojemność wynosi od kilkudziesięciu (w starszych modelach) megabajtów do gigabajta a dyski o pojemności wielu GB nie należą do rzadkości w stacjach roboczych. Technologia dysków twardych rozwija się niezwykle szybko a ich ceny znacznie się obniżają. W ciągu jednego roku, od 1994 do 1995, średnia pojemność twardego dysku instalowanego w komputerach osobistych wzrosła aż trzykrotnie. Na szczęście już w połowie lat 90-tych ceny pamięci dyskowej spadły poniżej pół dolara za megabajt i nadal spadają.

Dyski stałe wymagają również formatowania, chociaż użytkownicy najnowszych dysków prawie nigdy nie muszą się tym zajmować, gdyż producenci dostarczają zwykle dyski gotowe do pracy. Dyski najczęściej montowane są wewnątrz obudowy komputera i korzystają z jego zasilacza, jedynie dyski o większej pojemności sprzedaje się z własnym



zasilaniem jako niezależne urządzenia. Można też kupić dyski o bardzo dobrych parametrach na kartach (hardcards) wciskanych do szczelin na płycie głównej komputera. Dyski takie zawierają na karcie również całą elektronikę potrzebną do współpracy z płytą główną, czyli kontroler dysku. Czasami (choć już coraz rzadziej) stosuje się nazwę „dysk Winchester”, gdyż taką nazwę przyjęto w firmie IBM na zamknięte w szczelnej obudowie, wirujące w próżni małe dyski - wcześniej używane były duże napędy dysków o wymiennych nośnikach w obudowach otwartych.

Dyski twarde przydają się bardzo nie tylko do przechowywania danych ale przede wszystkim programów jakie chcemy mieć pod ręką. Programy zajmują często megabajty pamięci i bez twardego dysku po prostu nie da się ich używać. Dla orientacji: gęsto zadrukowana strona zajmuje około 4000 bajtów (4 KB), więc 40 MB to 10 tysięcy takich stron. Jednak jeden większy pakiet oprogramowania dla komputerów osobistych zajmować może 10-50 MB. Producenci sprzętu zalecają dla Windows 95 dyski o pojemności powyżej 500 MB.

Dyski to bardzo precyzyjne urządzenia mechaniczne - lepiej nie stukać w ich obudowę w czasie pracy. W starszych modelach przy przenoszeniu komputera z miejsca na miejsce należało **parkować głowice** dysków (polega to na uruchomieniu programu, który przesuwają głowice poza powierzchnię magnetyczną). Nowsze dyski same parkują głowice

po krótkim czasie nieużywania i są odporne na wstrząsy. Dotyczy to zwłaszcza miniaturowych dysków, wielkości pudełka od zapalek, przeznaczonych do komputerów przenośnych, wytrzymujących nawet silne wstrząsy.

W komputerach przenośnych rozpowszechniły się dyski o średnicy 2.5 cala, początkowo o pojemnościach 20 MB, pod koniec 1992 roku kilka firm oferowało już takie dyski o pojemnościach do 200 MB a w połowie lat 90-tych pojemności sięgały już gigabajta (ponad 2 GB w 1996 roku)! Takie dyski to istne cuda techniki: pudełeczka wielkości pudełka zapalek, o wadze poniżej 200 gramów, wymagające do zasilania mocy rzędu 1 wata. Jeszcze mniejszym dyskiem, o średnicy 1.3 cala (3.3 cm), jest opracowany przez kilka firm komputerowych dysk o nazwie KittyHawk. Dysk ten wyróżnia się wprost niewiarygodną odpornością na wstrząsy - w czasie pracy wytrzymuje przeciążenia rzędu 100 g¹⁶, a wyłączony nawet 250 g, można go więc praktycznie rzecz biorąc zrzucić z dowolnej wysokości na twarde podłoże bez obawy uszkodzenia! Małe rozmiary nie oznaczają małej pojemności - osiągnięte gęstości zapisu pozwalają zmieścić na talerzykach magnetycznych o średnicy 1.3 cala kilkaset megabajtów a wkrótce i gigabajty danych. Takie małe dyski dostępne są też w wersji dla kontrolerów SCSI.

W komputerach trzymany w dłoni i takie dyski są jednak za duże. Stosuje się w nich karty pamięci typu Flash Eprom (pamięci nieulotne, czyli nie tracące swojej zawartości po odłączeniu zasilania), zgodne ze standardem PCMCIA. Karty te szybko tanieją i karta o pojemności 20 MB (wielkości karty kredytowej) przy końcu 1992 kosztowała trzy razy więcej niż zwykły dysk magnetyczny o tej samej pojemności. Należy się spodziewać, że pojemność dysków w tym formacie przekroczy wkrótce 100 MB chociaż ceny dysków magnetycznych spadają szybciej niż ceny pamięci półprzewodnikowych.

W komputerach osobistych używa się dyski bardzo wielu typów, różniące się takimi parametrami jak liczba głowic czy powierzchni magnetycznych. Nierzaz zdarzają się problemy z optymalnym wykorzystaniem dysku, z jego właściwym formatowaniem. Nie wszystkie typy dysków opisane są poprawnie w systemie MS-DOS i jeśli mamy nietypowy dysk to musimy sięgnąć do specjalistycznych, drogiej wydawnictw opisujących formaty dysków. Na szczęście opis wielu dysków znaleźć można w plikach rozprowadzanych darmowo w sieciach komputerowych lub w punktach sprzedaży oprogramowania sharewarowego. Problem ten zanika wraz z rozpowszechnieniem się nowych wersji systemów operacyjnych, coraz lepiej radzących sobie z wykorzystywaniem dużych dysków magnetycznych.

Chociaż dyski twarde nazywa się też stałymi niektóre z nich można wymieniać! Vobis, jedna z większych sieci sklepów w Europie, mająca filie również w Polsce, sprzedaje już od 1991 roku wszystkie komputery z dyskami w wymiennych ramkach. Wiele typów dysków można umieścić w wyciąganej ramce, dzięki czemu można je przenosić pomiędzy komputerami, chować dla bezpieczeństwa w sejfie lub wozić z domu do pracy.

¹⁶ czyli 100 razy większe niż przyspieszenie ziemskie. Organizm ludzki może wytrzymać przyspieszenie 10g jedynie w bardzo krótkim czasie.

Ramki takie montuje niezbyt drogo większość firm zajmujących się serwisem komputerów. Nowa generacja sztywnych dyskietek o wielkiej pojemności jest całkowicie odmiennym typem dysków, o nieco tylko gorszych parametrach od dysków stałych.

Pierwsze sztywne dyskietki o parametrach zbliżonych do dysków stałych nazywane były „pudełkami Bernoulliego” (Bernoulli boxes), od nazwiska odkrywcy praw aerodynamiki, Daniela Bernoulliego (dyski te wykorzystują zjawisko Bernoulliego do maksymalnego zbliżenia głowic do powierzchni magnetycznej). Dyski takie sprzedaje się w różnych formatach już od dawna, ale dopiero w połowie lat 90-tych zaczęły się rozpowszechniać na dobre ze względu na znaczną obniżkę cen. Przewodzi w tej dziedzinie firma Iomega, oferując dyskietki sztywne o pojemnościach 80-270 MB, podobne pojemności oferują dyskietki opracowane przez inne firmy, takie jak Matsushita, Compaq, 3M Data Storage i Syquest. Ta ostatnia firma oferuje dyskietki o pojemnościach do 270 MB na grubym, aluminiowym podkładzie, dzięki czemu są na tyle sztywne, by działać z podobnymi prędkościami obrotowymi co normalne dyski stałe i w efekcie oferować podobne parametry. Konkurencyjne rozwiązania w postaci dyskietek magnetoptycznych o podobnej lub jeszcze większej pojemności nie oferują aż tak dobrych parametrów technicznych.

Takie dyski mogą się stać konkurencyjne w stosunku do pojemnych dyskietek magnetoptycznych i dysków optycznych, gdyż ich ceny ciągle maleją a ich szybkość działania jest ciągle wyraźnie wyższa niż konkurencyjnych nośników pamięci magnetycznej. W 1995 roku pojawiło się kilka napędów dyskietek sztywnych podobnych do typowych dyskietek 3.5 cala, o nieco gorszych parametrach od dysków wymiennych typu Bernoulli, które mają szansę całkowicie wyprzeć dyskietki o niskiej pojemności. Niewielki napęd dyskietek Zip (Iomega) o pojemności 20 lub 100 MB przyłączyć można do portu równoległego lub do portu SCSI. Oferuje on szybkości odczytu i zapisu rzędu 1 MB/sekundę przy cenach dyskietek o pojemności 100 MB niższych około dwukrotnie od kosztów dyskietek o tej samej pojemności. Zip był prawdziwym przebojem lata 1995 a firma Iomega nie mogła nadążyć z dostarczaniem dyskietek - na szczęście będą je również robić duże firmy specjalizujące się w produkcji nośników magnetycznych. Napęd Jaz (Iomega) kosztuje znacznie taniej niż konkurencyjne urządzenia magnetoptyczne a na dyskietce 3.5 cala (koszt takiej dyskietki nie przekracza 100\$) mieści cały gigabajt danych! Takie napędy dyskietek nadają się więc do robienia kopii zapasowych lub archiwizacji danych, można na nich nawet przechowywać cyfrowo zapisane filmy.

Jak działa dysk stały?

Jego talerze wirują z prędkością 3600-7200 obrotów na minutę (60-120 obrotów na sekundę), prawie w próżni, ale gazu (resztek powietrza) wystarcza na tyle, by poduszka powietrzna unosiła nieco głowicę. Na powierzchni dysku znajduje się trochę smaru by nie uszkodzić jej przy opadnięciu głowic odczytujących/zapisujących. Głowic jest zwykle 4 do 8 (spotyka się i 12), para głowic przypada na jedną płytkę magnetyczną, a płytek

takich może być w jednej obudowie kilka a nawet kilkanaście. Okręgi na powierzchniach magnetycznych, czyli ścieżki, znajdujące się na wszystkich powierzchniach magnetycznych, czyli pionowy przekrój dysku, tworzą „cylinder”. Na formatowanie zużywa się około 20% czynnej powierzchni magnetycznej, a więc 1/5 pojemności dysku. Średnice dysków stałych są takie same jak dyskietek, czyli 5.25, 3.5 do 2 cali. Do miniaturowych komputerów przenośnych opracowywane są jeszcze mniejsze dyski. Pierwsze dyski magnetyczne, wprowadzone w 1956 roku przez firmę IBM, wymagały płyt o średnicy 24 cali do zapisania 100 KB danych. Gęstości zapisu osiągnęte w 1995 roku pozwalały zapisać na jednym talerzyku o średnicy 3.5 cala aż 500 MB.

Programy narzędziowe robią kopie najważniejszych informacji określających strukturę dysku (piszemy o tym omawiając oprogramowanie narzędziowe) pozwalając na odtworzenie struktury dysku po jego uszkodzeniu. Chociaż różne systemy operacyjne i różne kontrolery dysków organizują dane na dysku w inny sposób organizacja ta ma pewne cechy wspólne. Przede wszystkim należy rozróżnić **fizyczną** strukturę dysku od jego organizacji **logicznej**. Użytkownika rzadko interesuje, jak naprawdę zbudowany jest dysk lub jakie operacje wykonuje fizyczny mechanizm dysku; bardziej interesującym jest jak wygląda organizacja dysku od strony logicznej, czyli jak oprogramowanie systemowe wydawać może polecenia kontrolerowi dysku. Często jeden dysk fizyczny wykorzystuje się jako kilka niezależnych dysków logicznych o różnych nazwach. Chociaż informacje zapisane są na tym samym dysku fizycznym każdy z dysków logicznych ma swój niezależny skorowidz i kartotekę główną a użytkownik często nawet nie wie, czy to, co wygląda z jego punktu widzenia na niezależne dyski realizowane jest przez niezależne urządzenia. Można dokonać również operacji odwrotnej, tj. kilka niezależnych dysków fizycznych traktować jako jeden dysk logiczny, duży wspólny obszar z jednym skorowidzem.

1.7 Dyski optyczne i magnetoptyczne

Na początku lat 90-tych pojawiły się masowo oparte na zupełnie nowej technologii dyski optyczne i magnetoptyczne.

☪ Co to jest?

Dyski optyczne działają tak samo jak płyty kompaktowe (CD), stąd nazywa się je również CD (Compact Disc), a ponieważ działają tak jak pamięć ROM gdyż można z nich tylko odczytywać informację nazywa się je CD-ROM. Zamiast muzyki zawierają wytłoczone na ich powierzchni informacje tekstowe i graficzne. Każdy z napędów CD-ROM można, korzystając z odpowiedniego oprogramowania, wykorzystać jako odtwarzacz płyt kompaktowych.

Dyski typu **CD-ROM** o pojemnościach 200-1000 MB to nowy, wspaniały świat informacji. Ile informacji zmieścić można na takim dysku? 1000 stron gęsto zadrukowanych zmieścić można w 4 MB bez trudu. Książka o tej objętości ma około 25 cm grubości. Na jednym CD-ROMie wielkości dyskietki 5.25" zmieścić można do 250 takich książek, zajmujących ponad 60 metrów na półkach! W połowie lat 90-tych jedynie 5% informacji zawartych w bibliotekach świata dostępnych było w formie elektronicznej. Do czego przydatna jest tak duża pojemność? Dyski optyczne stwarzają dużo większe możliwości niż tylko proste przeniesienie tekstów i grafiki - napisałem o tym więcej w rozdziale o systemach wielomodalnych (multimedia). Dostępne są na nich encyklopedie, mapy, dzieła literackie, książki telefoniczne całych krajów. Dźwięk, sekwencje wideo i obrazy wysokiej jakości stwarzają znacznie większe wymagania pamięciowe niż teksty.

Coraz częściej spotyka się również oprogramowanie sprzedawane na CD-ROMach. Może to być oprogramowanie sharewarowe - na jednym dysku można wówczas znaleźć setki a nawet tysiące drobniejszych programów. Oprogramowanie systemowe na stacje robocze zajmować może kilkadziesiąt lub nawet kilkaset megabajtów - najtańszym i najlepszym sposobem rozprowadzania takiego oprogramowania jest CD-ROM. Wiele nowszych programów na komputery osobiste wymaga również kilkudziesięciu megabajtów - programy graficzne mają bardzo bogate biblioteki obiektów graficznych a kompilatory języków zorientowanych obiektowo mają biblioteki równie rozbudowane. Zamiast kilkudziesięciu dyskietek dużo wygodniej jest rozprowadzać je na CD-ROMie. Szybkość instalacji oprogramowania z CD-ROMu jest przy tym znacznie większa niż z dyskietek.

Rozmiary:

Najczęściej spotykanym rozmiarem tych dysków jest obecnie 5.25" i 3.5". Takie dyski, wykonane z poliwęglanów, mają gwarancję na 10 lat, podobnie jak dyski kompaktowe. Nie znaczy to, że po upływie tego czasu muszą się zepsuć. W niektórych zastosowaniach używa się dysków większych i odpowiednio bardziej pojemnych, o średnicy 12" i 14", wykonanych ze szkła, z gwarancją na 30 lat.

Do odczytywania informacji z dysków CD-ROM używa się promienia lasera, jest to więc technika czysto optyczna. Napędy CD-ROM działają wolniej niż dyski twarde ale znacznie szybciej niż dyskietki. Średnie czasy dostępu do danych na CD-ROM są rzędu 200-700 ms a szybkość czytania danych wynosi 150 KB dla napędów o standardowej szybkości, 300 KB dla napędów o podwójnej szybkości i 600 KB dla szybkości poczwórnej. Konstrukcje oferujące większe prędkości odczytu używają większych prędkości wirowania dysku, a dla zachowania zgodności ze standardem audio takie napędy mają dwie szybkości wirowania (nazywa się je „dual speed”). Pojawiły się też napędy CD-ROM wysokiej klasy pozwalające na odtwarzanie dysków zapisanych w różnych formatach, nie tylko audio i CD-ROM.

Rozwój.

Rynek ten rozwija się niezwykle szybko: w 1992 tempo wzrostu wynosiło ponad 50% a w 1994 roku liczba sprzedawanych napędów CD-ROM przekroczyła 10 milionów rocznie.

Komputery w nie wyposażone staną się wkrótce standardem, gdyż ceny tych napędów nie są wysokie. Chociaż pojemności rzędu gigabajta wydają się dzisiaj ogromne wprowadzenie nowych laserów o krótszej długości fali (światło niebieskie) pozwoli na dwukrotne zwiększenie pojemności takich dysków (jak też i dwukrotne wydłużenie czasu nagrań płyt kompaktowych). Nowe napędy będą mogły czytać dyski starszego formatu.

Największą wadą dysków CD-ROM był brak możliwości zapisu, a więc modyfikacji przygotowanych na dysku informacji. W roku 1989 zaczęły pojawiać się dyski o nazwie **WORM** częściowo likwidujące ten problem.

☹ **Co to jest?**

Dyski **WORM** (**Write Once Read Many**, czyli zapisz raz, czytaj wielokrotnie) pozwalają na jednokrotny zapis i wielokrotne odtwarzanie. Pojedyncze dyski WORM mają pojemności rzędu gigabajtów i przydatne są do archiwizacji danych. W wielu zastosowaniach niemożność wymazania informacji i powtórnego jej nagrania jest dużą zaletą, dlatego można się spodziewać, że wprowadzenie wielokrotnie zapisywalnych dysków magnetoptycznych jedynie ograniczy, ale nie zlikwiduje całkowicie zapotrzebowania na ten rodzaj dysków. Problemem dysków WORM jest niezgodność formatów stosowanych przez różnych producentów, co bardzo utrudnia stosowanie ich jako wielokrotnie powielanych nośników dużych ilości danych przeznaczonych do rozpowszechniania. Wymagają one specjalnych napędów i nie można ich odczytywać w zwykłych napędach CD-ROM, chociaż w przyszłości może się to zmienić. Dyski WORM produkuje się w różnych rozmiarach, nawet do średnicy 12 cali, co daje pojemność ponad 6 GB. Automatyczne podajniki dysków pozwalają na szybką wymianę kilku dysków jeszcze bardziej zwiększając dostępną pojemność. W sumie są to dyski do zastosowań specjalnych, szczególnie w administracji.

☹ **Co to jest MO?**

MO, czyli **dyski MagnetoOptyczne** - są to dyski pozwalające zarówno na wielokrotny zapis jak i odczyt. Informacja zapisywana jest na nośniku magnetycznym, używa się jednakże przy tym również lasera, jak w CD-ROM. Najszybsze dyski magnetoptyczne nie ustępują parametrami stałym dyskom magnetycznym i gdyby nie wysoka cena ich napędów (przy niskiej cenie samego dysku, sprzedawanego podobnie jak dyskietki) dominacja dysków magnetycznych jako podstawowego nośnika danych i programów mogłaby się skończyć.

☺ **Rozwój.**

Już przy końcu roku 1989 pojawił się pierwszy magnetoptyczny dysk (firmy MaxTor) o pojemności 1 GB, przy czym cena napędu przekraczała 5000\$ przy cenie dysku około 100\$. Po raz pierwszy dyski magnetoptyczne pojawiły się masowo w komputerach firmy Next (miały one pojemność 256 MB). Nowe zapisywalne dyskietki magnetoptyczne mają czasy dostępu około 60 ms ale szybkość zapisywania informacji jest znacznie wolniejsza niż dla twardych dysków magnetycznych. Ponieważ w niektórych

zastosowaniach niewymazywalne dyski WORM mają pewne zalety istnieją napędy dysków MO pozwalające na zablokowanie powtórnego zapisu. Nie jest to jednak prawdziwy zapis jednokrotny i przy pewnym wysiłku da się taką blokadę obejść. Nieliczne firmy oferują napędy dysków MO i WORM w jednej obudowie. Dyski MO formatu 3,5 cala mają pojemność 128 lub 230 MB (po sformatowaniu) a ich napędy mieszczą się w standardowej obudowie stacji dyskietek wewnątrz komputera. Sprzedawane są również jako urządzenia zewnętrzne, wyposażone we własne zasilanie i obudowę. Dyski 5.25 cala mają pojemności 650-1300 MB. Pod koniec 1995 roku pojawił się napęd oferujący pojemności 2.6 GB i możliwość odczytania dysków 650 MB oraz 1.3 GB. Pinnacle Micro Apex oferowała dysk MO o rozmiarach 5.25 cala i pojemności 4.6 GB. Sony wprowadziła małe 2.5 calowe dyski magnetoptyczne o pojemności 140 MB.

Do końca 1995 roku nie było jeszcze dysków MO o pojemnościach powyżej 5 GB, za to montowano kilka napędów dysków MO w biblioteki dyskowe (jukeboxes). Czas dostępu do danych uwzględniając wymianę dysków nie przekracza w nich 10 sekund. Pojemności takich bibliotek sięgają 500 GB a najczęściej żądane pliki przechowywane są na dysku stałym.

Jak się to robi?

Z technologicznego punktu widzenia dyski magnetoptyczne stanowią duże osiągnięcie. Nie możemy się powstrzymać by o tym nie wspomnieć a więc uwaga! Do zrozumienia jak się to dzieje potrzeba pewnej znajomości fizyki. W czasie zapisu promień lasera służy w nich do podgrzania punktów na pokrytej materiałem ferromagnetycznym powierzchni płytki. Punkty podgrzane do dostatecznie wysokiej temperatury (zwanej temperaturą Curie) dają się łatwo przemagnesować - nie trzeba do tego superprecyzyjnej głowicy magnetycznej, bo punkty zimniejsze nie zmieniają swojego stanu namagnesowania. W czasie odczytu promień lasera odbija się od namagnesowanego punktu i proporcjonalnie do jego namagnesowania płaszczyzna polaryzacji światła laserowego ulega skręceniu, które można zmierzyć i dzięki temu odczytać, czy w danym punkcie zapisano 0 czy 1. Na szczęście do używania takich dysków znajomość fizyki nie jest konieczna.

Ciekawostką jest wprowadzenie przez firmę Sony przy końcu 1992 roku MiniDysków, czyli dyskietek magnetoptycznych przeznaczonych do zapisu dźwięku. Nie wiadomo czy format ten się przyjmie, gdyż konkuruje z nim kilka innych nowych sposobów zapisu dźwięku, np. cyfrowe kasety DCC. Z technicznego punktu widzenia Minidyski są najbardziej zaawansowane. W dziedzinie masowej konsumpcji względy techniczne nie są jednakże najważniejsze. Upowszechnienie takiego formatu przyczyniłoby się do bardzo szybkiego spadku cen na dyskietki magnetoptyczne.

Co to jest floptical?

Nowe 3.5" dyskietki o pojemności około 20 MB o nazwie **floptical** są skrzyżowaniem techniki optycznej i magnetycznej. Z płytą główną komputera łączą się przez kontroler i złącze SCSI. Ceny samych dyskietek są niewielkie a napęd pozwalający je używać kosztuje kilkukrotnie drożej niż zwykły napęd dysku magnetycznego. Głowica

zapisująco-odczytująca naprowadzana jest na ścieżki dyskietki promieniem małego lasera, takiego jak w optycznych płytach kompaktowych, dane zapisywane i odczytywane są jednak magnetycznie. Zastosowanie takiej techniki mieszanej (floptical, czyli dyskietek i elementów optycznych) pozwala na znacznie zwiększenie gęstości ścieżek na nośniku magnetycznym (jako nośnik stosowany jest ferrytek baru). Napęd 3.5 calowych dyskietek „floptical” nie tylko czyta i zapisuje w formacie 20 MB, osiągając średnie czasy szukania danych rzędu 50 ms (znacznie szybciej niż typowa dyskietka) i szybkości odczytu rzędu 0.5 MB/sekundę, lecz również odczytuje i zapisuje zwykłe dyskietki 720KB i 1.44 MB z szybkością trzykrotnie większą od typowych napędów dyskietek. Dyskietki floptical stosowane są między innymi w stacjach roboczych Silicon Graphics.

☉ Co to jest CD-R?

Na początku 1993 roku pojawiły się (wprowadzone przez Phillipsa) stosunkowo tanie urządzenia **CD-R** pozwalające niewielkim firmom a nawet prywatnym przedsiębiorcom na nagrywanie dysków CD-ROM. Koszty nagrywania nie są wysokie. Stosowanie CD-R jest opłacalne tylko przy produkcji niewielkiej liczby dysków gdyż ceny produkcji masowej CD-ROM już przy 50-100 kopii są całkiem niskie. Możliwość produkcji własnych dysków CD-ROM znacznie powiększy już i tak ogromną ofertę takich dysków stwarzając zupełnie nowe możliwości rozpowszechniania informacji grupom wspólnych zainteresowań, kolekcjonerom, amatorom historii czy archeologii.

Wielką zaletą dysków CD-R jest ich standaryzacja - każdy napęd CD-ROM powinien je odtwarzać. Urządzenia CD-R wypierają szybko starsze urządzenia do jednorazowego zapisu typu WORM a sama nazwa WORM jest również czasami stosowana na ich określenie. Pojawiły się już urządzenia CD-R nagrywające i odtwarzające z poczwórną prędkością. Firma Kodak używa nazwy CD-WO. Więcej o standardach technicznych i różnych rodzajach napędów CD napisałem w rozdziale o systemach wielomodalnych.

Inne urządzenia korzystające z technologii dysków kompaktowych to:

CD-I, interakcyjne dyski do interakcyjnych zastosowań multimedialnych.

CD Plus, umożliwiające przechowywanie oprócz dźwięku informacji multimedialnych.

CD-ROM/XA, rozszerzony standard dysków CD-ROM, pozwalający na odczyt informacji z różnych obszarów dysku, np. grafiki i dźwiękowego komentarza jednocześnie.

Photo CD, dyski CD Kodaka do przechowywania zdjęć

Video CD, pozwalające przechować do 72 minut obrazów wideo

MMCD, czyli Multimedialne dyski CD, o dużej pojemności (3.7 lub 7.4 GB), przeznaczone do zapisu danych multimedialnych.

CD Bridge, dyski zgodne z CD-I i CD/XA, które można odtwarzać na napędach współpracujących z komputerem jak i telewizorem.

☉ Dyski półprzewodnikowe

Pamięć półprzewodnikowa może służyć jako dysk. Takie dyski nie zawierają żadnych części ruchomych i oferują wielokrotny wzrost szybkości przesyłu danych. Znana firma Quantum oferuje dyski o standardowych rozmiarach, przeznaczone do instalacji w stacjach roboczych i komputerach osobistych, o pojemnościach rzędu 250-1000 MB. Pracują one w oparciu o standard SCSI-II. Jediną wadą tych dysków jest ich wysoka cena. Bliższe informacje znaleźć można w Internecie pod adresem <http://www.quantum.com>.

1.8 Sterowniki dysków i magistrale



☉ Co to jest?

Pracą napędów dyskowych steruje bezpośrednio kontroler dysku, czyli sterownik, znajdujący się zwykle na osobnej karcie. Kontroler obsługuje najczęściej dwa lub więcej napędów dysków twardych i dwa lub więcej napędów dyskietek różnego rodzaju. Kontrolery mogą się od siebie bardzo różnić: niektóre są bardzo szybkie, przechowując część danych w podręcznej pamięci, inne formatują dyski dwa razy gęściej, są też takie, które robią automatycznie kompresję

a potem dekompresję danych, zapisując w ten sposób na jednym dysku znacznie więcej informacji (2-3 razy, a przy bazach danych nawet do 5 razy).

Kontrolery decydują o sposobie zapisu informacji na dysku, mogą bardzo przyspieszyć i zagęścić zapis informacji na nim. Szybkość działania dysku zależy od kilku czynników. Pierwszym z nich są możliwości przesyłania danych przez magistralę, od mikroprocesora do kontrolera.

☞ Rodzaje magistral.

Najczęściej spotykane są **magistrale ISA** (Industry Standard Architecture, czyli standardowa architektura). Firma IBM wprowadziła swój własny standard o nazwie **MCA** (Microchannel Architecture); ponieważ standard ten chroniony jest patentami inne firmy komputerowe (w 1988 roku, na czele z Compaqiem) uzgodniły między sobą nowy standard o nazwie **EISA** (Extended ISA, czyli rozszerzona architektura standardowa). Zarówno MCA jak i EISA pracują ze stosunkowo niską częstotliwością 8-10 MHz. Potrzeby dalszego przyspieszenia przesyłania informacji powodują, że pojawia się coraz więcej niestandardowych magistrali zwanych „lokalnymi” (local bus), które pracują z lokalną częstotliwością mikroprocesora znacznie zwiększając swoją przepustowość. Lokalne magistrale stosuje się do komunikacji zarówno z kartą graficzną jak i kontrolerem dysków. Najbardziej rozpowszechnił się standard magistrali lokalnej **PCI**.

Jeśli zależy nam na bardzo szybkim dostępie do danych na dysku warto poświęcić trochę uwagi kontrolerom. Są to urządzenia elektroniczne pośredniczące przy przesyłaniu danych przez magistralę do mikroprocesora i pamięci RAM oraz kontrolujące sposób zapisu i odczytu danych przez napędy dysków. W komputerach wyposażonych w magistralę ISA (AT-bus) dużą popularność zdobył powstały w 1988 roku **kontroler IDE**. Najbardziej rozpowszechnionym (od 1984 roku) standardem zapisu i wymiany informacji dla dużych dysków jest **SCSI** (Small Computer System Interface) i kontrolery dysków pracujące w oparciu o ten standard nazywa się kontrolerami SCSI. Do ich upowszechnienia przyczyniła się firma Apple Computers stosując je w serii komputerów Macintosh. Standard SCSI rozszerzono o możliwość sterowania innymi urządzeniami oprócz dysków magnetycznych, takich jak skanery, CD-ROMy, a nawet drukarki. Do jednego sterownika SCSI podłączyć można aż 8 urządzeń. Kontrolery te pracują odmiennie od innych, ich instalacja nie wymaga ustawienia typu dysku a za ich pomocą można podłączyć duży dysk nawet do komputera IBM PC-XT. Korzystanie z więcej niż jednego urządzenia SCSI wymaga stosowania sterownika programowego (instalacji w pamięci odpowiedniego programu rezydentnego). Więcej informacji o kontrolerach dyskowych i magistralach znajduje się w Dodatku C.

☹ Co to jest?

Macierze dyskowe, znane pod akronimem **RAID** (Redundant Array of Independent Discs, czyli „nadmiarowa grupa niezależnych dysków”), składają się z kilku sprzężonych ze sobą dysków w jednej obudowie. Informacja jest na nich zapisywana w sposób rozproszony, z pewną nadmiarowością, np. każdy bit z bajtu zapisywany jest na niezależnym dysku a dysk pomocniczy zapisuje informację o tym, czy liczba bitów o wartości 1 jest parzysta czy nie. Dzięki temu zepsucie się jednego z dysków nie prowadzi do utraty danych, gdyż brakujący bit można odtworzyć korzystając z dysku nadmiarowego. Nie traci się przy tym niepotrzebnie pamięci na trzymanie kopii danych w kilku miejscach. Określa się różne poziomy techniki RAID, od poziomu zerowego do piątego, o największym poziomie bezpieczeństwa.

Aby zabezpieczyć się przed utratą danych na skutek uszkodzenia dysku zaleca się robienie „backupu”, czyli kopii zabezpieczających. Szansę odzyskania informacji w przypadku awarii dysku znacznie poprawia stosowanie programów tworzących kopię informacji o strukturze formatu i skorowidzu dysku. Wiele zestawów programów narzędziowych pozwala na przygotowanie „dyskietek ratowniczych”, zawierających podstawowe informacje o formacie i skorowidzu dysku. Jeśli mamy takie informacje uszkodzenie lub przypadkowe sformatowanie dysku nie musi kończyć się nieodwracalną utratą danych.

Parametry dysków:

Średni czas dostępu: najczęściej podawany parametr dla dysku. Jest to czas, jaki średnio jest potrzebny dla odszukania zapisanych na dysku danych. Starsze dyski, uznawane

obecnie za wolne, potrzebowały na to 60-100 ms, obecnie trudno znaleźć dysk o czasie dostępu powyżej 40 ms, standardem są raczej czasy dostępu poniżej 20 ms, a bardzo dobre dyski mają czasy poniżej 15 ms. Najnowsze superkontrolery dysków z dużą lokalną pamięcią cache wykazują czasy dostępu rzędu ułamków milisekund. Są to czasy nierealne, związane ze sposobem testowania dysku bardziej niż z szybkością jego działania - jeśli program testujący żąda danych z kilku sektorów dysku wielokrotnie a dane te mieszczą się w pamięci cache kontrolera dysku lub komputera to wynikiem testu jest czas dostępu do pamięci RAM a nie do danych na dysku. Realne czasy dostępu rzędu kilku milisekund są jednak całkiem możliwe.

Czasami podawany jest również czas potrzebny na przesunięcie się głowic z jednej ścieżki na drugą (track to track), który jest oczywiście znacznie krótszy.

Szybkość przesyłu (transfer rate) jest parametrem rzadziej podawanym ale ważniejszym nawet od średniego czasu dostępu. Dla dyskietek wynosi ona często zaledwie kilkadziesiąt KB/s, dla dysków optycznych CD ROM i najstarszych dysków magnetycznych nie przekracza 150 KB/s. W bardzo dobrych dyskach magnetycznych i magnetooptycznych przy magistrali ISA szybkość przesyłu przekracza obecnie megabajt na sekundę. Kontrolery SCSI-2 (Small Computer System Interface) podłączone przez magistralę PCI, MCA lub EISA pozwalają osiągnąć nawet 10 MB/s. Szybkość przesyłania danych z dysku jest ograniczona zarówno przez mechaniczne własności dysku, prędkość obrotów talerza czy sposób zapisu danych jak i przez szybkość przesyłania danych z lokalnego, znajdującego się w napędzie dysku bufora pamięci do kontrolera. Czasami producenci dysków podają tylko tą ostatnią szybkość, znacznie wyższą niż prawdziwa szybkość, z którą dysk może przesyłać dane.

Przeplot dysku (interleave) - ile obrotów musi wykonać by przeczytać kolejny sektor, 1:1 oznacza, że czyta wszystkie po kolei, 2:1 że musi przepuścić jeden sektor by czytać następny. Programy do optymalizacji potrafią znaleźć optymalny przeplot dla danego dysku.

MTBF (Mean Time Before Failure), czyli średni czas życia pomiędzy naprawami, podawany tylko dla lepszych dysków wynosi od 10 000 do 250 000 godzin (odpowiada to około 30 lat) ciągłej pracy. Najbardziej wyrafinowane konstrukcje dysków o dużej pojemności wyposażone są w systemy śledzące poprawność działania dysku i ostrzegające użytkownika przed możliwą awarią.

Do najbardziej znanych producentów dysków twardych należą firmy: Seagate, Western Digital, Quantum, NEC, Miniscribe i Microscience.

1.9 Taśmy

☹ Co to jest?

Dane przechowywać można również na taśmach. Są one znacznie wolniejsze niż dyski, ale koszty przechowywania danych na taśmach są wyjątkowo niskie.

Dawniej duże przewijaki taśmowe niemal utożsamiano z komputerami. Takie taśmy już prawie wyszły z użycia, chociaż do połowy lat 80-tych były praktycznie jedynym sposobem przesyłania dużych plików z danymi na większe odległości. Przewijaki taśmowe były bardzo duże i dość zawodne. Odczytywanie takich taśm było często bardzo kłopotliwe. Współczesne taśmy nie są pod tym względem dużo lepsze. Brakuje jednak nadal standardów i nie zawsze taśma zapisana przy pomocy urządzenia jednego producenta daje się dobrze odczytać gdzie indziej.

Kasety magnetofonowe spotyka się tylko w domowym sprzęcie. Do komputera osobistego dla archiwizacji dużej ilości danych najtaniej jest podłączyć magnetowid. W tym celu wymagana jest specjalna karta w komputerze, do której dołączyć można kabel z magnetowidu. Magnetowid nie jest urządzeniem cyfrowym i stąd jego możliwości sterowania, szybkość i czas dostępu do danych nie mogą konkurować z urządzeniami wyspecjalizowanymi. Pomimo niskich kosztów nie jest to więc rozwiązanie popularne.

Taśmy są bardzo pojemne, służą głównie do robienia kopii dysku (zrzutu), lub przechowywania wielkich zbiorów danych, do których nie zaglądamy zbyt często. Kopie dysku można też robić na dyskietkach przy pomocy programów do archiwizacji (backup), na dobrych komputerach osiągając szybkości kilku MB na minutę. Jest to bardzo wygodna metoda przenoszenia danych ale przy dużych ilościach danych zapis na taśmie jest znacznie bardziej wygodny. Na stacjach roboczych kasety taśmowe w formatach Exabyte lub QIC o pojemnościach 80-250 MB są dość rozpowszechnione. Podobnie jak inne nośniki magnetyczne taśmy wymagają formatowania. Przy pojemności taśmy rzędu 100 MB może to trwać nawet godzinę.

☹ Co to jest streamer?

Do cyfrowego zapisu i odczytu taśm stosuje się specjalne urządzenia zwane „**streamerami**”. Korzystają one z taśm w kasecie o różnych formatach. Awaria większego dysku w dużym systemie komputerowym może prowadzić do ogromnych strat wielu użytkowników. Mało kto dba samemu o zabezpieczenie własnych danych. Streamery pozwalają na automatyczne kopiowanie danych w większych systemach komputerowych, zrzucając zawartość dysków np. o ustalonej godzinie w nocy lub w czasie weekendu.

Najbardziej pojemne są niewielkie kasety z taśmami **DAT** (Digital Audio Tape), stosowane w nagraniach cyfrowych dźwięku. Mieszczą on 1-2 GB danych bez kompresji

lub ponad dwukrotnie więcej przy zastosowaniu kompresji danych dokonywanej w czasie archiwizacji. Pomimo tak wielkich pojemności taśm DAT odszukanie danych na kasecie nie powinien przekraczać 2 minut (średnio 30 sekund) a szybkość archiwizacji jest rzędu 10 MB na minutę. Dla najbardziej wymagających polecić można pamięci taśmowe firmy ADIC, np. Adic 1200 zapisujące na jednej taśmie 48 GB, lub VLS 4 mm przechowujące do 120 GB danych bez kompresji. Do zastosowań specjalnych - np. zbierania danych z aparatury pomiarowej - produkuje się napędy taśmowe umożliwiające bardzo szybki zapis setek gigabajtów danych na specjalnych, szerokich taśmach.

Bardzo interesującym rodzajem przenośnego streamera jest urządzenie o nazwie Pereos produkowane przez amerykańską firmę Datasoft. Na kasecie magnetofonowej wielkości znaczka pocztowego to ważące 300 gramów i pracujące wiele godzin na bateriach AA urządzenie może przechować 600 MB danych bez kompresji lub 1 GB danych z kompresją. Można je przyłączyć do portu równoległego osiągając szybkość archiwizacji (Z kompresją) nawet do 10 MB/sekundę. Cztery wirujące głowice Peresa odczytują zapisywane dane zapewniając wysoki stopień wiarygodności poprawnego zapisu. Oprogramowanie działające pod MS-Windows pomaga w szybkim odnalezieniu szukanego pliku, zabezpieczanie archiwizowanej informacji systemem haseł oraz szybką synchronizację plików tworzonych na komputerach stacjonarnych i notebookach. Jest to duży krok w kierunku hierarchicznych systemów przechowywania danych (**HSM, Hierarchical Storage Management**).

Systemy HSM stosowane w dużych instalacjach wykorzystują dane statystyczne o częstotliwości używania plików. Wszystkie często używane pliki dostępne są bezpośrednio na szybkich dyskach, rzadziej używane poddawane są kompresji a pliki używane jedynie sporadycznie odsyłane są do archiwizacji na taśmy lub magnetoptyczne dyskietki. Po odwołaniu się do pliku z archiwum hierarchiczny system sprowadza go na jakiś czas do szybkiej pamięci. Systemy takie działają od lat w instalacjach komputerów centralnych, a od niedawna pojawiły się również w wersji dla komputerów osobistych (np. w środowisku MS-Windows program Infinite Disk). W dalszym ciągu brakuje jednak dobrych systemów do zarządzania wszystkimi zasobami pamięci dla lokalnych sieci komputerowych. Dobry system HSM powinien zapewnić użytkownikowi nieograniczoną pamięć wirtualną działając w sposób niewidoczny dla użytkownika. Powinien również zapewnić bezpieczną archiwizację danych. Podsumowanie kosztów i czasów dostępu różnych rodzajów pamięci (ceny z 1995 roku) podane jest poniżej.

Typ nośnika	Koszt w US \$/MB	Czas dostępu
RAM, półprzewodniki	60-100	<1 ms
Macierze dyskowe RAID	2-10	8-20 ms
Dyski stałe	0.5-2	8-20 ms
Dyski magnetoptyczne MO	1-4	50-100 ms
Zmieniacze dysków MO	0.4-1	10-30 s
Taśmy magnetyczne	0.4-2	0.5-3 minut
Zmieniacze taśm magnetycznych	0.05-1	1-5 minut

Literatura

Mike Miller, *Zarządzanie pamięcią. Przewodnik dla zupełnych nowicjuszy*. (Wydawnictwo PLJ, Warszawa 1993)

Dana Parker, Bob Starrett, *Przewodnik po CD-ROM* (Intersoftland, Warszawa 1993)