

w: dołkowski

O obrotach sfer i dysków

Od lat obserwujemy burzliwy rozwój techniki komputerowej. Każdego roku pojawia się nowa generacja procesorów, kart graficznych i innych urządzeń peryferyjnych. Ewolucja nie ominęła i twardych dysków.

Jeszcze rok temu zakup dysku o pojemności 500 MB wydawał się dobrą inwestycją, pozwalającą zaspokoić wymagania „puszystych” programów. Jednak z chwilą pojawienia się Windows 95 i aplikacji przystosowanych do nowego systemu operacyjnego Microsoftu okazało się, że przestrzeń takiego dysku można bardzo szybko spożytkować. Na szczęście rozwój technologii produkcji twardych dysków pozwolił na zwiększenie pojemności i jednocześnie redukcję związanych z tym kosztów. Dzięki temu pojawiły się i spopularyzowały się urządzenia o pojemności 1 GB i większej.

Większość dostępnych teraz na rynku dysków posiada interfejs E-IDE lub Fast ATA 2, co zapewnia szybkość porównywalną z dyskami SCSI – co najważniejsze – cena tego popularnego złącza jest bardzo niska. Na typowych płytach głównych interfejs E-IDE montowany jest już fabrycznie, co świadczy o jego ogromnej popularności. Fast ATA 2 w trybie PIO 4 lub DMA 2 pozwala uzyskać transfer do 16,6 MB/s, natomiast Fast SCSI oferuje „jedynie” 10 MB/s.

W laboratorium sprawdziliśmy nowe modele twardych dysków o pojemności powyżej 1 GB. Na placu boju stały się dyski znanych firm, takich jak Maxtor,

Quantum, Seagate oraz IBM. Urządzenia te różnią się między sobą technologią produkcji, wydajnością i ceną. Wszystkie komunikują się poprzez wspomniany interfejs Fast ATA 2 oraz używają trybu PIO 4. Informacja na nośnikach magnetycznych urządzeń jest kodowana algorytmem RLL lub nowszym, wymagającym cyfrowej obróbki PRML (Partial Response, Maximum Likelihood). Ponieważ przekłamanie informacji mogą przynieść użytkownikowi komputera duże straty, producenci napędów dysków stosują różnorodne algorytmy sprawdzające i ewentualnie korygujące błędy zapisu i odczytu. Najpopularniejszym sposobem korekcji danych jest ECC (Error Correction Code). Większość dysków dysponuje także funkcją S.M.A.R.T. czyli Self-Monitoring Analysis and Reporting Technology, pozwalającą na monitorowanie, analizę oraz raportowanie stanu urządzenia.

Dyski Maxtor z serii 7000 i Seagate Medalist 32140 A zostały wykonane w typowych technologiach stosowanych w produkcji dysków twardych. Głowice urządzeń wykonano w technice cienko-warstwowej, a jako algorytm kodowania danych na nośniku wykorzystano RLL 1.7. Na dyskach Maxtora zainstalo-

wano pamięć cache wielkości 64 KB, natomiast Seagate posiada o 64 KB więcej, czyli 128 KB. Prędkość wirowania talerzy Medalista jest większa niż w przypadku dysków serii 7000 i wynosi 5400 obrotów na minutę. Dyski Maxtora 71336 A, 71626 A oraz 72004 A dysponują objętością odpowiednio 1,3 GB, 1,6 GB oraz 2 GB, a ST 32140 A posiada 2 GB przestrzeni dyskowej.

Napędy Quantum Bigfoot wyprodukowano stosując technologie głowic cienko-warstwowych. Różnicą w stosunku do wyżej wymienionych napędów jest użycie nowocześniejszego sposobu zapisu danych – PRML. Zależnie od ilości talerzy Bigfoot dysponuje 1286 megabajtami lub 2577 MB. Wielkość bufora umieszczonego na dysku wynosi 128 KB, a prędkość wirowania tylko 3600 RPM. Warto zauważyć, że Bigfoot jako jedyne urządzenie posiada nośnik magnetyczny o średnicy 5.25 cala.

Najnowsze dyski a systemy operacyjne

Za rozwojem sprzętu jak zawsze nie nadąża oprogramowanie. Windows 95 pomimo przełamania wielu ograniczeń swoich poprzedników posiada system plików odziedziczony po MS-DOS. Pomimo rozszerzenia systemu plików o możliwość użycia długich nazw VFAT adresuje przestrzeń dyskową 16-bitowo, co pozwala na utworzenie ponad 65 tys. jednostek alokacji; tak zwanych klastrów. Maksymalna wielkość klastra także jest ograniczona i może wynosić najwyżej 32 KB. Ogólnie Windows 95, podobnie jak DOS, może zaadresować maksymalnie 2 GB ($64K \times 32 KB$), a przecież pojawiły się już dyski przekraczające pojemnością 3 GB. Dopiero 32-bitowe adresowanie umożliwia bezproblemowe obsługiwanie takich, lub nawet dużo większych dysków. Teoretycznie można wtedy utworzyć 2^{22} ($4\,294\,967\,296$) jednostek alokacji. Przyjmując, że najmniejsza fizyczna jednostka alokacji dysku ma rozmiar 512 bajtów, przy 32-bitowym systemie plików można uzyskać 2 199 023 255 552 bajtów (2 terabajty). Jeśli chcielibyśmy użyć 16-bitowego systemu plików i najmniejszego rozmiaru klastra (512 bajtów) otrzymamy jedynie 33 554 432 bajtów – pamiętna granica systemu MS-DOS w wersji 3.3. Obecnie najpopularniejszymi systemami operacyjnymi obsługującymi 32-bitowy opis dysku są: Windows NT (NTFS), OS/2 (HPFS) oraz darmowy unix na PC – Linux.

Z powyższych rozważań nie wynika na szczęście, że dyski o pojemności powyżej 2 GB nie nadają się do systemów DOS/Windows – aby rozwiązać problem, wystarczy po prostu założyć dwie lub więcej partycji, z których każda będzie miała, oczywiście, nie więcej niż 2 GB pojemności...

Ostatnimi urządzeniami są dyski IBM z serii Deskstar 3. W napędach tych użyto najnowszych głowic magnetorezystywnych, dzięki czemu możliwe było uzyskanie wysokich pojemności: 2.1 GB i 3.2 GB. Urządzenia IBM charakteryzują się wysoką prędkością obrotową, która wynosi 5400 RPM oraz nietypowym rozmiarem bufora o wielkości 96 KB.

Do zbadania wydajności urządzeń użyto programu CHIP Benchmark (CBench) oraz specjalnie przygotowanej wersji programu do obsługi baz danych – DBASE'a. CBench podczas testu wykonywał operacje na zakładanych fizycznie plikach, co pozwoliło

uzyskać warunki najbardziej zbliżone do rzeczywistych. Również test Dbase polegał na przeprowadzeniu różnych operacji na dużej bazie danych. Wszystkie pomiary przeprowadzano z – oraz bez buforowania. W pierwszym przypadku użyto programu NCACHE2 z pakietu Norton Utilities 8 z buforem wielkości 2048 KB. Norton Cache nie sprawiał kłopotu przy transmisji dużych plików, tak jak się to zdarza powszechnie używanemu Smartdrive'owi, dzięki czemu uzyskane wyniki obrazują maksymalne osiągi danego dysku.

Rezultaty testu przedstawia tabelka. Ogólnie wszystkie dyski prezentowały

przynajmniej dobry poziom. Wyjątek stanowiły dyski IBM, które pod względem wydajności uzyskiwały znaczącą przewagę nad konkurentami (prawie 20% różnicy). Rywalizacja była bardzo wyrównana i na dobrym poziomie, o czym świadczą ostateczne wyniki – żaden z dysków nie otrzymał oceny dostatecznej lub gorszej. Zwycięzcami zostały: 3,2 GB dysk IBM za rewelacyjną wydajność oraz 2,5 GB Quantum za najlepszy (po IBM-ie) stosunek możliwości do ceny i najniższy koszt 1 MB nośnika.

Krzysztof Sokołowski

Dane techniczne	DAQA-32160	DAQA-33240	Bigfoot 1.2 A	Bigfoot 2.5 A	Medalist 2140-ST32140 A	Maxtor 71336A	Maxtor 72004A	Maxtor 71626A
Producent	IBM	IBM	Quantum	Quantum	Seagate	Maxtor	Maxtor	Maxtor
Dostarczył	Polcom, Kraków	Polcom, Kraków	Karma, Warszawa	Karma, Warszawa	JTT, Wrocław	Karma, Warszawa	Karma, Warszawa	Karma, Warszawa
e-mail	office@polcom.krakow.pl	office@polcom.krakow.pl			office@jtt.wroc.pl			
tel.	(0-12) 36 71 77	(0-12) 36 71 77	(0-22) 618 09 83	(0-22) 618 09 83	(0-71) 72 87 02	(0-22) 618 09 83	(0-22) 618 09 83	(0-22) 618 09 83
fax	(0-12) 37 60 62	(0-12) 37 60 62	(0-22) 618 09 83	(0-22) 618 09 83	(0-71) 72 87 07	(0-22) 618 09 83	(0-22) 618 09 83	(0-22) 618 09 83
Cena	985 zł	1446 zł	586 zł	830 zł	1051 zł	614 zł	859 zł	723 zł
Gwarancja [lat]	b.d.	b.d.	3	3	3	b.d.	b.d.	b.d.
Złącze	ATA-3	ATA-3	FAST ATA-2	FAST ATA-2	FAST ATA-2	FAST ATA-2	FAST ATA-2	FAST ATA-2
Pojemność po sformatowaniu [mln B]	2160	3240	1286	2577	2140	1336	2004	1670
Liczba talerzy	2	3	1	2	4	2	3	3
Liczba głowic	4	6	2	4	8	4	6	6
Liczba obrotów na minutę	5400	5400	3600	3600	4500	4480	4480	4480
Średni czas dostępu [ms]	9,50	9,50	15,50	11,00	10,50	12,00	12,00	12,00
Tryb pracy	PIO-4	PIO-4	PIO-4	PIO-4	PIO-4	PIO-4	PIO-4	PIO-4
Cache [KB]	96	96	128	128	128	64	64	64
MTBF [h]	b.d.	b.d.	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000	300 000
Format (5,25", 3,5", 2,5")	3,5"	3,5"	5,25"	5,25"	3,5"	3,5"	3,5"	3,5"

Wyniki testu Wydajność

	Wyniki bez buforowania					Wyniki z programem buforującym				
	Transfer [KB/s]	Transfer dużych plików [KB/s]	Transfer małych plików [KB/s]	Średni czas dostępu [ms]	dBase [s]	Transfer [KB/s]	Transfer dużych plików [KB/s]	Transfer małych plików [KB/s]	Średni czas dostępu [ms]	dBase [s]
DAQA-32160	6790	6094	167	8,98	191	6790	5626	1445	8,63	171
DAQA-33240	6866	5956	170	8,68	191	6944	5526	1448	8,39	174
Bigfoot 1.2 A	2341	5302	125	15,40	279	5268	4395	922	14,93	253
Bigfoot 2.5 A	2332	5432	139	14,61	262	5658	4388	994	14,10	237
Medalist 2140-ST32140 A	5009	4689	145	9,49	222	4020	4528	1521	9,10	204
Maxtor 71336A	4737	4437	110	12,19	271	4812	3517	1033	11,35	243
Maxtor 72004A	4737	3594	105	13,08	277	4812	3592	783	12,36	250
Maxtor 71626A	4560	4254	113	18,15	312	4560	4816	940	17,33	268

Wydajność

	Wydajność (średnia)	Ocena za wydajność	Cena [zł]	Koszt 1 MB [zł]	M/C	Ocena M/C
DAQA-32160	98	Bardzo dobry	985	0,46	97	Bardzo dobry
DAQA-33240	99	Bardzo dobry	1446	0,45	100	Bardzo dobry
Bigfoot 1.2 A	66	Dobry	586	0,46	65	Dobry
Bigfoot 2.5 A	69	Dobry	830	0,32	98	Bardzo dobry
Medalist 2140-ST32140 A	83	Bardzo dobry	1051	0,49	77	Dobry
Maxtor 71336A	69	Dobry	614	0,46	68	Dobry
Maxtor 72004A	65	Dobry	859	0,43	69	Dobry
Maxtor 71626A	64	Dobry	723	0,43	68	Dobry

Wydajność średnią wyliczono na podstawie pomiarów przedstawionych wyżej. Stosunek możliwości do ceny (M/C) jest ilorazem wydajności do znormalizowanej ceny 1 MB miejsca na dysku.

Wydajność	M/C	Ocena
<20	<20	Niedostateczny
20-40	20-40	Dostateczny
41-60	41-60	Dobry
61-80	61-80	Bardzo dobry

IBM Deskstar 3 DAQA-32160

Napęd DAQA-32160 z serii Deskstar produkcji IBM mieści w swojej obudowie dwa talerze z nośnikiem magnetycznym oraz cztery głowice magneto-rezystywne. Całkowita pojemność urządzenia wynosi 2160 MB.

Napęd charakteryzuje się wysoką prędkością obrotową wynoszącą 5400 RPM. Połączenie najnowszej technologii z szybkim wirowaniem nośnika zaowocowało doskonałymi osiągnięciami dysku. Niebagatelny wpływ na wyniki miał także dobry algorytm wewnętrzny 96 KB cache'u dzięki czemu napęd osiągnął dobry transfer małych plików także bez aktywnego programowego buforowania. Ogólny transfer danych z dysku wynosił 6790 KB/s, a średni czas dostępu zmierzony w czasie testu wynosił 8,7 ms, co jest wartością lepszą niż podana w specyfikacji producenta.



IBM Deskstar 3 DAQA-33240

Dysk DAQA-33240, podobnie jak jego mniejszy odpowiednik, jest urządzeniem najbardziej zaawansowanym technicznie. Ta konstrukcja IBM posiada trzy talerze magnetyczne oraz sześć głowic magnetorezystywnych. Podobnie jak w mniejszym modelu prędkość obrotowa talerzy urządzenia wynosi 5400 RPM, rozmiar bufora 96 KB, a czas dostępu poniżej 9 ms. Napęd IBM osiągnął najlepsze rezultaty w większości testów ustępując jedynie dyskowi Seagate ST 32410 w transferze małych plików przy aktywnym programowym buforowaniu. Najnowsze technologie użyte do produkcji tego urządzenia zaowocowały doskonałymi parametrami i dzięki temu dysk IBM zasłużył sobie na miano zwycięzcy. Wydajność produktu IBM jest imponująca dlatego napęd Deskstar 3 DAQA-33240 uzyskał najlepsze noty.



Maxtor 71336 A

Maxtor 71336 A jest najmniejszym z rodziny dysków twardych Maxtor 7000, które dostarczono do testów. Na dwóch talerzach urządzenia można zmieścić 1336 MB danych. Z pojemnością Maxtora związana jest także cena – oprócz ceny Quantum Bigfoot 1.2 A – najniższa wśród wszystkich testowanych urządzeń. Dysk oparty o technologie głowic cienkowarstwowych oraz kodowanie RLL uzyskał charakterystyczną dla tej techniki wydajność. Przy 4480 obrotach na minutę potrafi dostarczać dane maksymalnie z prędkością 4811 KB/s. Deklarowana przez producenta wartość czasu dostępu wynosząca 12 ms jest zgodna z wynikami testów. Ogólnie dysk okazał się najbardziej wydajny wśród Maxtorów. Stosunek możliwości do ceny urządzenia był zbliżony do innych napędów dyskowych serii 7000 oraz dysku Seagate Medalist.

**Maxtor 71626 A**

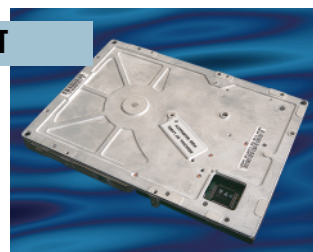
Pomimo oznaczenia 71626 A, urządzenie w przeciwieństwie do dwóch pozostałych testowanych modeli tego producenta, zostało zakwalifikowane do starszej serii Durango. Także i ten dysk Maxtora, mogący na trzech talerzach nośnika magnetycznego zmieścić do 1626 MB danych, korzysta z wypróbowanej technologii głowic cienkowarstwowych oraz z algorytmu RLL. Liczba obrotów na minutę wynosi 4480, co w połączeniu z programową pamięcią cache pozwoliło na osiągnięcie najwyższego transferu dużych plików wśród napędów stosujących technologie głowic cienkowarstwowych. Niestety, wartość czasu dostępu podana przez producenta (12 ms) nie była zgodna z wynikami naszych testów, co odbiło się na ostatecznych wynikach. Najdłuższy czas dostępu wynoszący ponad 17 ms dawał znać o sobie także podczas testu Database – napęd uplasował się na ostatnim miejscu.

**Maxtor 72004 A**

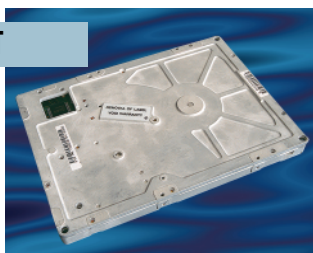
Największym z rodziny Maxtorów jest napęd 72004 A, mieszczący na swoich trzech krążkach ponad 2 GB danych. Także i ten dysk korzysta z technologii cienkowarstwowej oraz z techniki zapisu danych RLL. Wartość czasu dostępu podana w specyfikacjach niewiele różniła się od zmierzonej w testach (nieco ponad 12 ms przy włączonym programowym cache'u). Napęd charakteryzował się wysokim transferem ogólnym wynoszącym, tak jak w przypadku mniejszego Maxtora 71336 A, około 4811 KB/s. Firmware dysku zawiera między innymi funkcję MaxCache, co mimo niewielkiego rozmiaru bufora zintegrowanego z napędem wynoszącego 64 KB pozwoliło na uzyskanie dobrych wyników. Ogólnie napęd przy znacznie niższym koszcie i pojemności porównywalnej z dyskiem Seagate Medalist 32140 A osiągnął nieco gorszy stosunek możliwości do ceny.

**Quantum Bigfoot 1.2 AT**

Dyski Quantum Bigfoot AT są jedynymi urządzeniami posiadającymi nośnik o średnicy 5,25 cala. Poprzez takie rozwiązanie konstrukcyjne osiągnięto dużą prędkość liniowego odczytu danych przy zachowaniu niskiej prędkości obrotowej samego dysku wynoszącej tylko 3600 RPM (obrotów na minutę). Dzięki temu uproszczono także konstrukcję mechaniczną urządzenia. Ubocznym skutkiem posiadania przez dysk tak dużego gabarytowo nośnika magnetycznego jest długi średni czas dostępu. Dysk używa głowic cienkowarstwowych oraz nowej cyfrowej techniki zapisu PRML. Rozmiar bufora wynosi 128 KB, dzięki czemu wydajność urządzenia była na dobrym poziomie. Bigfoot posiada najmniejszą pojemność spośród wszystkich urządzeń biorących udział w teście i, mimo bardzo niskiego kosztu zakupu oraz przyzwoitych parametrów, stosunek możliwości do ceny dla tego napędu nie jest najniższy.

**Quantum Bigfoot 2.5 AT**

Bigfoot 2.5 AT firmy Quantum, podobnie jak model 1.2 AT, korzysta z nośnika o średnicy 5,25 cala. W takiej samej obudowie, jak w mniejszym modelu zmieszczono dwa talerze z nośnikiem magnetycznym, na których można przechowywać maksymalnie 2,5 GB danych. Dysk, oprócz podobnej konstrukcji mechanicznej, używa identycznych technologii. Informacja na nim jest kodowana nową cyfrową techniką PRML przy użyciu popularnych głowic cienkowarstwowych. Wysoki transfer dużych plików wynoszący 5432 KB/s, w połączeniu ze 128 KB buforem predestynuje ten dysk do zastosowań multimedialnych. Podsumowując, urządzenie osiągnęło dobre rezultaty ustępując jedynie dyskom IBM oraz Seagate. Dobre wyniki i najniższa cena jednego megabajta dały w efekcie jeden z najlepszych stosunków możliwości do ceny.

**Seagate Medalist 32140 A**

Medalist jest dyskiem wykonanym, podobnie jak napędy Maxtora, przy użyciu technologii głowic cienkowarstwowych oraz stosuje algorytm RLL do zapisu danych. Pomimo użycia podobnych technik produkcji, napęd Seagate osiągnął znaczącą przewagę nad konkurentami. Bardzo wysokie transfery oraz krótki czas dostępu pozwalają stwierdzić, że ST 32140 A jest najbardziej wydajnym dyskiem spośród urządzeń wyprodukowanych przy użyciu starszych technologii, ustępującym jedynie najnowszym produktom IBM. Uzyskanie tak dobrych wyników Medalista zawdzięcza dużej prędkości obrotowej wynoszącej 5400 RPM, 128 KB pamięci cache oraz niewątpliwie doskonałemu opanowaniu technik produkcji przez firmę Seagate. Niestety, na skutek wysokiego kosztu 1 MB nośnika stosunek możliwości do ceny nie był tak rewelacyjny jak w przypadku zwycięzców w tej konkurencji.

