

Składowanie danych

Tomasz Lewicki

WWSIS, Wrocław

maj 2007

Nośniki danych

Kryteria techniczne

- trwałość zapisanej informacji
- odporność na uszkodzenie lub zniszczenie
- odporność na nadpisanie lub skasowanie
- pojemność
- czas dostępu do danych (swobodnego i sekwencyjnego)
- prędkość zapisu i odczytu

Nośniki danych — c.d.

Kryteria eksploatacyjne

- łatwość klonowania
- łatwość przechowywania i transportu
- łatwość obsługi
- przenośność i kompatybilność
- całkowity koszt eksploatacji
- odsetek nośników utraconych w czasie normalnej eksploatacji

Technologie składowania danych

- taśmy magnetyczne
- dyski magnetyczne stałe i wymienne
- dyski magnetoptyczne
- dyski optyczne
- pamięci błyskowe (*flash*)

Taśmy magnetyczne

„Perły z lamusa”

- + zadowalająca trwałość zapisu: ponad 20–30 lat w przypadku nowych rozwiązań (według deklaracji producentów)
- + duża pojemność
- + wysoka prędkość zapisu i odczytu (w nowych rozwiązaniach)
- + pełna odporność na nadpisanie lub skasowanie (w przypadku taśm jednokrotnego zapisu)
- + duża dokładność (mało błędów zapisu i odczytu)
- + łatwość klonowania, przechowywania i transportu
- czas dostępu do danych dłuższy niż w przypadku innych rozwiązań
- stosunkowo mała odporność na uszkodzenie i zniszczenie (duża wrażliwość na działanie pól elektromagnetycznych oraz zalanie, niewielka odporność na uszkodzenia mechaniczne, np. upadek)
- konieczność czasowych przeglądów i czyszczenia *streamerów*
- sporadyczne przypadki zacięć — konieczność nadzoru

Taśmy magnetyczne

„Perły z lamusa”

- + zadowalająca trwałość zapisu: ponad 20–30 lat w przypadku nowych rozwiązań (według deklaracji producentów)
- + duża pojemność
- + wysoka prędkość zapisu i odczytu (w nowych rozwiązaniach)
- + pełna odporność na nadpisanie lub skasowanie (w przypadku taśm jednokrotnego zapisu)
- + duża dokładność (mało błędów zapisu i odczytu)
- + łatwość klonowania, przechowywania i transportu
- czas dostępu do danych dłuższy niż w przypadku innych rozwiązań
- stosunkowo mała odporność na uszkodzenie i zniszczenie (duża wrażliwość na działanie pól elektromagnetycznych oraz zalanie, niewielka odporność na uszkodzenia mechaniczne, np. upadek)
- konieczność czasowych przeglądów i czyszczenia *streamerów*
- sporadyczne przypadki zacięć — konieczność nadzoru

Rodzaje taśm magnetycznych

- DDS (*Digital Data Storage*) — pojemność do 36 GB (DAT-72)
- AIT (*Advanced Intelligent Tape*) — pojemność do 200 GB (AIT-4), planowane do 800 GB (AIT-6)
- DLT (*Digital Linear Tape*) — pojemność do 800 GB (DLT-S4)
- LTO (*Linear Tape-Open*) — pojemność do 800 GB (LTO-4), planowane do 3,2 TB (LTO-6)

Dyski magnetyczne

Pojemne i szybkie

- + duża pojemność
- + wysoka prędkość zapisu i odczytu
- + duża dokładność (mało błędów zapisu i odczytu)
- stosunkowo niewielka trwałość zapisu wynikająca z konstrukcji dysku wymusza stosowanie dodatkowych zabezpieczeń (macierze, replikacja)
- utrudnione klonowanie, przechowywanie i transport
- brak odporności na nadpisanie lub skasowanie
- mała odporność na uszkodzenie i zniszczenie (duża wrażliwość na działanie pól elektromagnetycznych, zalanie oraz uszkodzenia mechaniczne, np. uderzenie lub upadek)
- znaczne koszty eksploatacji (zasilanie i chłodzenie macierzy dyskowych, duża przestrzeń przez nie zajmowana, serwis, modernizacja, wymiana uszkodzonych elementów macierzy, zabezpieczenia, replikacja)

Dyski magnetyczne

Pojemne i szybkie

- + duża pojemność
- + wysoka prędkość zapisu i odczytu
- + duża dokładność (mało błędów zapisu i odczytu)
- stosunkowo niewielka trwałość zapisu wynikająca z konstrukcji dysku wymusza stosowanie dodatkowych zabezpieczeń (macierze, replikacja)
- utrudnione klonowanie, przechowywanie i transport
- brak odporności na nadpisanie lub skasowanie
- mała odporność na uszkodzenie i zniszczenie (duża wrażliwość na działanie pól elektromagnetycznych, zalanie oraz uszkodzenia mechaniczne, np. uderzenie lub upadek)
- znaczne koszty eksploatacji (zasilanie i chłodzenie macierzy dyskowych, duża przestrzeń przez nie zajmowana, serwis, modernizacja, wymiana uszkodzonych elementów macierzy, zabezpieczenia, replikacja)

Rodzaje dysków magnetycznych

- dyskietki (różne formaty, najczęściej 3,5"; pojemność rzędu 1 MB) — niegdyś najpopularniejszy nośnik, obecnie rzadko spotykany
- dyskietki Zip (format dyskietki 3,5"; pojemność 100–750 MB) — mało rozpowszechnione, bardzo rzadko spotykane
- dyskietki REV (pojemność 35 i 70 GB) — mało rozpowszechnione
- dyski twarde (różne formaty; pojemność rzędu kilkudziesięciu–kilkuset GB) — bardzo popularne i szeroko rozpowszechnione

Dyski magnetoptyczne

Najwyższa trwałość

- + bardzo duża trwałość zapisu: nawet do 100 lat według deklaracji producentów
- + zadowalająca prędkość zapisu i odczytu
- + wysoka odporność na nadpisanie lub skasowanie
- + duża dokładność (mało błędów zapisu i odczytu)
- + duża odporność na uszkodzenie i zniszczenie (bardzo mała wrażliwość na działanie pól elektromagnetycznych oraz zalanie, stosunkowo mała odporność na uszkodzenia mechaniczne)
- + łatwe klonowanie, przechowywanie i transport
- niewielka pojemność prowadząca do szybkiego przyrostu ilości nośników w repozytorium
- sporadyczne przypadki zacięć — konieczność nadzoru

Dyski magnetoptyczne

Najwyższa trwałość

- + bardzo duża trwałość zapisu: nawet do 100 lat według deklaracji producentów
- + zadowalająca prędkość zapisu i odczytu
- + wysoka odporność na nadpisanie lub skasowanie
- + duża dokładność (mało błędów zapisu i odczytu)
- + duża odporność na uszkodzenie i zniszczenie (bardzo mała wrażliwość na działanie pól elektromagnetycznych oraz zalanie, stosunkowo mała odporność na uszkodzenia mechaniczne)
- + łatwe klonowanie, przechowywanie i transport
- niewielka pojemność prowadząca do szybkiego przyrostu ilości nośników w repozytorium
- sporadyczne przypadki zacięć — konieczność nadzoru

Rodzaje dysków magnetoptycznych

- Jaz (pojemność 1 i 2 GB)
- Orb (pojemność 2,2 GB)
- Maxoptix, Mitsubishi (pojemność 5,2 GB)
- Sony i HP (pojemność 9,1 GB)

Istnieje wiele innych rozwiązań różnych producentów o zbliżonych parametrach.

Dyski optyczne

Przewrotne pytanie: tanie i zawodne czy droższe i zawodne?

- + duża pojemność
- + zadowalająca prędkość zapisu i odczytu
- + wysoka odporność na nadpisanie lub skasowanie
- + łatwe klonowanie, przechowywanie i transport
- + niski koszt eksploatacji
- stosunkowo niewielka trwałość zapisu: przeciętnie 3–5 lat dla nośników „no name”, kilkanaście–kilkadziesiąt lat dla nośników na bazie ftalocyjaniny zabezpieczonych powłoką z metalu szlachetnego, kilkadziesiąt lat dla fabrycznie tłoczonych płyt)
- mała odporność na uszkodzenie i zniszczenie (duża wrażliwość na działanie pól elektromagnetycznych w przypadku fabrycznie tłoczonych nośników, duża wrażliwość na temperaturę i bezpośrednie oświetlenie, mała odporność na uszkodzenia mechaniczne; mała wrażliwość na zalanie)
- stosunkowo niewielka dokładność, silnie zależna od jakości nośnika i urządzenia przechowywania danych

Dyski optyczne

Przewrotne pytanie: tanie i zawodne czy droższe i zawodne?

- + duża pojemność
- + zadowalająca prędkość zapisu i odczytu
- + wysoka odporność na nadpisanie lub skasowanie
- + łatwe klonowanie, przechowywanie i transport
- + niski koszt eksploatacji
- stosunkowo niewielka trwałość zapisu: przeciętnie 3–5 lat dla nośników „no name”, kilkanaście–kilkadziesiąt lat dla nośników na bazie ftalocyjaniny zabezpieczonych powłoką z metalu szlachetnego, kilkadziesiąt lat dla fabrycznie tłoczonych płyt)
- mała odporność na uszkodzenie i zniszczenie (duża wrażliwość na działanie pól elektromagnetycznych w przypadku fabrycznie tłoczonych nośników, duża wrażliwość na temperaturę i bezpośrednie oświetlenie, mała odporność na uszkodzenia mechaniczne; mała wrażliwość na zalanie)
- stosunkowo niewielka dokładność, silnie zależna od jakości nośnika i urządzenia przechowywania danych

Rodzaje dysków optycznych

- CD (różne formaty, najczęściej 12 cm; pojemność około 700 MB) — szeroko rozpowszechnione w formie nośników tłoczonych fabrycznie lub do samodzielnego zapisu jednokrotnego (CD-R) lub wielokrotnego (CD-RW)
- DVD (format jak dla CD; pojemność 4,7 (tzw. *single layer*) lub 8,5 GB (tzw. *double layer*)) — szeroko rozpowszechnione w formie nośników tłoczonych fabrycznie lub do samodzielnego zapisu jednokrotnego (DVD-R) lub wielokrotnego (DVD-RW)
- HD DVD (*High Definition DVD*) — parametry fizyczne jak dla płyt DVD, pojemność około 15 GB, stosunkowo mało rozpowszechnione
- Blu-ray DVD — parametry fizyczne jak dla płyt DVD, pojemność około 25 GB, stosunkowo mało rozpowszechnione, ale popularniejsze od HD DVD

„Niebieski laser”

- „niebieski laser” to potoczna nazwa urządzenia emitującego światło o krótszej długości fali niż w przypadku zwykłego (czerwonego) lasera
- niebieski laser operuje światłem o długości fali 405 nm (Blu-ray i HD DVD), natomiast czerwony laser — 780 nm (CD) i 650 nm (DVD)¹
- ze względu na mniejszą długość fali wiązka światła jest bardziej skupiona; plamka światła niebieskiego zajmuje mniejszą powierzchnię niż plamka światła czerwonego
- dzięki „zagęszczeniu” wiązki można tę samą ilość informacji zapisać na mniejszej powierzchni
- **mając do dyspozycji nośnik o danej powierzchni niebieski laser może zapisać na nim więcej informacji niż czerwony laser**

¹w różnych źródłach można spotkać odmienne wartości, podane są najczęściej spotykane

Dyski optyczne — porównanie technologii

Parametr	CD	DVD	Blu-ray	HD DVD
Prędkość transmisji	do 1,4 Mb/s	do 11 Mb/s	do 36 Mb/s	do 36 Mb/s
Długość fali lasera	780 nm	620 nm	405 nm	405 nm
Szerokość ścieżki	1600 nm	740 nm	320 nm	340-400 nm
Pojemność	do 800 MB	do 17 GB	do 50 GB	do 40 GB

Przewidywana pojemność płyt Blu-ray może wzrosnąć do 100 GB pod koniec obecnego roku (płyty czterowarstwowe), a nawet do 200 GB w 2009 r. (płyty ośmiowarstwowe).

Pamięci błyskowe (flash)

Pamięć przyszłości?

- + bardzo małe rozmiary → łatwe przechowywanie i transport
- + niskie zużycie energii ze względu na brak części mechanicznych
- + zadowalająca odporność na uszkodzenie i zniszczenie
- + połączenie zalet pamięci ROM (nieulotność) i RAM (możliwość modyfikacji lub usunięcia zapisanej informacji)
- stosunkowo niewielka pojemność
- niewielka prędkość zapisu i odczytu w porównaniu z innymi współczesnymi rozwiązaniami
- brak odporności na nadpisanie lub skasowanie
- stosunkowo niewielka trwałość zapisu

Pamięci błyskowe (flash)

Pamięć przyszłości?

- + bardzo małe rozmiary → łatwe przechowywanie i transport
- + niskie zużycie energii ze względu na brak części mechanicznych
- + zadowalająca odporność na uszkodzenie i zniszczenie
- + połączenie zalet pamięci ROM (nieulotność) i RAM (możliwość modyfikacji lub usunięcia zapisanej informacji)
- stosunkowo niewielka pojemność
- niewielka prędkość zapisu i odczytu w porównaniu z innymi współczesnymi rozwiązaniami
- brak odporności na nadpisanie lub skasowanie
- stosunkowo niewielka trwałość zapisu

Rodzaje pamięci błyskowych

- karty pamięci (różne formaty i standardy, np. MMC (*Multi Media Card*), SD (*Secure Digital*), CF (*Compact Flash*), *Memory Stick*; pojemności od kilku MB do kilkudziesięciu GB)
- zewnętrzne pamięci USB (pojemności podobne jak w przypadku kart pamięci)

Pamięci *flash* ewoluują bardzo szybko. Przewiduje się, że w ciągu najbliższych kilkunastu lat mogą wyprzeć dyski twarde z niektórych obszarów zastosowań, szczególnie w urządzeniach przenośnych.

Jednostki ilości informacji

Skrót	Nazwa	Wartość
b	bit	0 lub 1
B	bajt	8 b
kB	kilobajt	$1024 (2^{10}) \text{ B} = 8192 \text{ b}$
MB	megabajt	$1024 (2^{10}) \text{ kB} = 1048576 (2^{20}) \text{ B}$
GB	gigabajt	$1024 (2^{10}) \text{ MB} = 1048576 (2^{20}) \text{ kB}$
TB	terabajt	$1024 (2^{10}) \text{ GB} = 1048576 (2^{20}) \text{ MB}$
PB	petabajt	$1024 (2^{10}) \text{ TB} = 1048576 (2^{20}) \text{ GB}$
EB	eksabajt	$1024 (2^{10}) \text{ PB} = 1048576 (2^{20}) \text{ TB}$

Jednostka „marketingowa” często różni się od jednostki „informatycznej”, z czego wynikają różnice w deklarowanej i rzeczywistej pojemności nośników (przykład: założenie, że $1000 \text{ kB} \approx 1 \text{ MB}$ lub odwrotnie zależnie od kontekstu).