

RAID

Definicja

RAID (ang. *Redundant Array of Independent Disks*, nadmiarowa macierz niezależnych dysków) – polega na współpracy dwóch lub więcej dysków twardych w taki sposób, aby zapewnić dodatkowe możliwości, nieosiągalne przy użyciu jednego dysku.

RAID używa się w następujących celach:

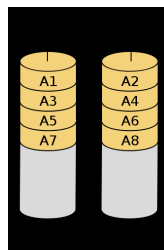
- zwiększenie niezawodności (odporność na awarie),
- zwiększenie wydajności transmisji danych,
- powiększenie przestrzeni dostępnej jako jedna całość.

Podczas projektowania macierzy RAID uwzględniane są różnorodne zastosowania pamięci masowej w systemach komputerowych. Przeznaczenie macierzy implikuje wybór odpowiednich technologii w zakresie dysków, kontrolerów, pamięci podręcznej, sposobu przesyłania danych oraz poziomu niezawodności (odpowiedniej nadmiarowości/redundancji podzespołów i połączeń).

Standardowe poziomy RAID

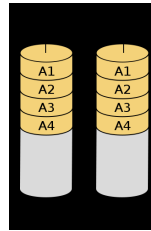
Poziom RAID	Minimalna liczba dysków (N)	Dostępna przestrzeń	Maksymalna liczba dysków, które mogą ulec awarii bez utraty danych
RAID 0	2	N	0
RAID 1	2	1	N – 1
RAID 2	3	$N - \log N$	1
RAID 3	3	N – 1	1
RAID 4	3	N – 1	1
RAID 5	3	N – 1	1
RAID 6	4	N – 2	2
RAID 0+1	4	zależnie od konfiguracji	zależnie od konfiguracji
RAID 1+0	4	zależnie od konfiguracji	zależnie od konfiguracji

RAID 0



Polega na połączeniu ze sobą dwóch lub więcej dysków fizycznych tak, aby były widziane jako jeden dysk logiczny. Powstała w ten sposób przestrzeń ma rozmiar taki jak $N \times \text{rozmiar najmniejszego}$ z dysków. Dane są przeplacane pomiędzy dyskami. Dzięki temu uzyskujemy znaczne przyspieszenie operacji zapisu i odczytu ze względu na zrównoleglenie tych operacji na wszystkie dyski w macierzy. Warunkiem uzyskania takiego przyspieszenia jest operowanie na blokach danych lub sekwencjach bloków danych większych niż pojedynczy blok danych macierzy RAID 0 – ang. *stripe unit size*.

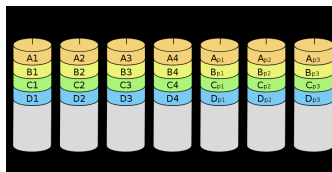
RAID 1



Polega na replikacji pracy dwóch lub więcej dysków fizycznych. Powstała przestrzeń ma rozmiar najmniejszego nośnika. RAID 1 jest zwany również lustrzanym (ang. mirroring). Szybkość zapisu i odczytu zależy od zastosowanej strategii:

- Zapis:
 - zapis sekwencyjny na kolejne dyski macierzy – czas trwania operacji równy sumie czasów trwania wszystkich operacji
 - zapis równoległy na wszystkie dyski macierzy – czas trwania równy czasowi trwania operacji na najwolniejszym dysku
- Odczyt:
 - odczyt sekwencyjny z kolejnych dysków macierzy (ang. *round-robin*) – przy pewnej charakterystyce odczytów możliwe osiągnięcie szybkości takiej jak w RAID 0
 - odczyt wyłącznie ze wskazanych dysków – stosowane w przypadku znacznej różnicy w szybkościach odczytu z poszczególnych dysków

RAID 2



Dane na dyskach są paskowane. Zapis następuje po 1 bicie na pasek. Potrzebujemy minimum 8 powierzchni do obsługi danych oraz dodatkowe dyski do przechowywania informacji generowanych za pomocą kodu Hamminga potrzebnych do korekcji błędów. Liczba dysków używanych do przechowywania tych informacji jest proporcjonalna do logarytmu liczby dysków, które są przez nie chronione. Połączone dyski zachowują się jak jeden duży dysk. Dostępna pojemność to suma pojemności dysków przechowujących dane.

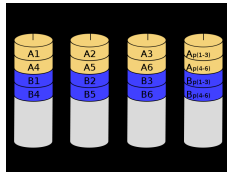
Korzyści:

- każdy dowolny dysk (zarówno z danymi jak i z kodem Hamminga) może w razie uszkodzenia zostać odbudowany przez pozostałe dyski

Wady:

- konieczność dokładnej synchronizacji wszystkich dysków zawierających kod Hamminga (w przeciwnym wypadku dezorganizacja i całkowita nieprzydatność tych dysków)
- długotrwałe generowanie kodu Hamminga przekładające się na wolną pracę całego systemu

RAID 3



Dane składowane są na N-1 dyskach. Ostatni dysk służy do przechowywania sum kontrolnych. Działa jak striping (RAID 0), ale w macierzy jest dodatkowy dysk, na którym zapisywane są kody parzystości obliczane przez specjalny procesor.

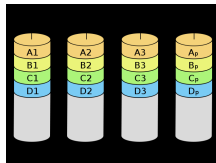
Korzyści:

- odporność na awarię 1 dysku
- zwiększona szybkość odczytu

Wady:

- zmniejszona szybkość zapisu z powodu konieczności kalkulowania sum kontrolnych (eliminowana poprzez zastosowanie sprzętowych kontrolerów RAID)
- w przypadku awarii dysku dostęp do danych jest spowolniony z powodu obliczeń sum kontrolnych
- odbudowa macierzy po wymianie dysku jest operacją kosztowną obliczeniowo i powoduje spowolnienie operacji odczytu i zapisu
- pojedynczy, wydzielony dysk na sumy kontrolne zazwyczaj jest wąskim gardłem w wydajności całej macierzy

RAID 4



RAID 4 jest bardzo zbliżony do RAID 3, z tą różnicą, że dane są dzielone na większe bloki (16, 32, 64 lub 128 kB). Takie pakiety zapisywane są na dyskach podobnie do rozwiązania RAID 0. Dla każdego rzędu zapisywanych danych blok parzystości zapisywany jest na dysku parzystości.

Przy uszkodzeniu dysku dane mogą być odtworzone przez odpowiednie operacje matematyczne. Parametry RAID 4 są bardzo dobre dla sekwencyjnego zapisu i odczytu danych (operacje na bardzo dużych plikach). Jednorazowy zapis małej porcji danych potrzebuje modyfikacji odpowiednich bloków parzystości dla każdej operacji I/O. W efekcie, za każdym razem przy zapisie danych system czekałby na modyfikację bloków parzystości, co przy częstych operacjach zapisu bardzo spowolniłoby pracę systemu.