

POVEZIVANJE SEKUNDARNIH MEMORIJA U RAID 0 I RAID 1 NIZ

Nikola Davidović, Slobodan Obradović

Elektrotehnički fakultet u Istočnom Sarajevu, Republika Srpska, Bosna i Hercegovina

email: nikola.davidovic@etf.ues.rs.ba; slobo.obradovic@gmail.com

Sažetak: Povezivanjem više sekundarnih memorijskih uređaja u jedan logički uređaj vrši se primjenom jednog od sedam načina uvezivanja u RAID niz. Prvenstveni cilj ovakvog povezivanja jeste povećanje performansi, kao i obezbjeđivanje redundantnosti. U radu su razmatrana dva načina povezivanja u RAID niz i to RAID 0 i RAID 1. Različite tehnologije proizvodnje sekundarnih memorijskih uređaja (HDD, SSD) i njihovo korišćenje daje nam i različite prednosti, ali i različite nedostatke takvog načina povezivanja.

Brzinu poboljšanja performansi osnovnih komponenti računarskog sistema centralnog procesora i primarne memorija, značajno je veća od brzine poboljšanja performanse sekundarne memorije računara. S obzirom na nesrazmjerno poboljšanje komponenti računarskog sistema uređaji za trajno čuvanje i skladištenje podataka postaju jedno od mjesta zagušenja i usporavanja rada računara. Performanse sekundarne memorije bilo je moguće povećati samo na dva načina:

1. Koristeći princip koji se primjenjuje i u drugim oblastima računarske performanse. Osnovna ideja principa je da ako postoji ograničenje naprezanja samo jedne komponente, poboljšanje performansi se ostvaruje korišćenjem višestrukih paralelnih komponenti. U slučaju sekundarnih memorija tj. memorija koje se koriste za čuvanje i skladištenje dovodi do razvoja niza diskova koji rade nezavisno i paralelno. Primjena ovog principa dovodi do razvoja RAID tehnologije (eng. Redundant Array of Inexpensive Disks ili češće eng. Redundant Array of Independent Disks).
2. Razvoj nove tehnologije čuvanja i skladištenja podataka, odnosno drugog tipa sekundarnih memorijskih uređaja. Poboljšanje performansi sekundarnih memorijskih uređaja ostvareno je na ovaj način razvojem poluprovodničkog diska - SSD (eng. Solid State Disk).

Za poboljšanje performansi sekundarne memorija prvo je primjenjen način, gdje je razvijeno više različitih RAID nivoa organizacije skladištenja i čuvanja podataka. Ova tehnologija najduže ima svoju primjenu u sistemima koji koriste magnetne diskove - HDD (eng. Hard Disk Drive) kao uređaje sekundarne memorije. Pojavom poluprovodničkih diskova i njihovim značajno boljim performansama u odnosu na magnetne diskove, postavlja se pitanje: Kako se različiti načini povezivanja dva tipa sekundarnih memorijskih uređaja (HDD-a i SSD-a) u sistem sa višestrukim diskovima odražava na performanse i na pouzdanost skladištenja i čuvanja podataka?

Povezivanje magnetnih diskova HDD u RAID 0 i RAID 1, pored zavisnosti koje postoje zbog magnetnih diskova kao uređaja, u velikoj mjeri zavisi od odabira veličine trake-štrafte, kao i veličine samog podatka koji se upisuje. Međutim veliko ograničenje u ovim načinima povezivanja predstavlja sama elektromehanička konstrukcija magnetnog diska, koja utiče i na način izbora veličine trake-štrafte kod konfigurisanja RAID nivoa.

Kako bi se povećale performanse magnetnog diska cilj je upisati ili pročitati što je moguće više podataka svaki put kada se glava za čitanje i/ili pisanje premjesti na drugu lokaciju diska. Jedna od bitnih funkcija koja ubrzava ovakav način rada je tzv. čitanje unaprijed, pri čemu operativni sistem ide naprijed i čita više podataka nego što je traženo pod pretpostavkom da bi ti podaci mogli biti korišćeni (prostorna lokalnost). Ovakav način rada OS daje velike benefite u slučajevima kada se radi o jednom magnetnom disku, ali može dovesti do značajnih problema pri radu sa RAID nizovima čija je veličina SU neodgovarajuća.

Za realizaciju RAID 0 nivoa sa magnetnim diskovima potrebno je voditi računa o karakteristikama magnetnog diska, pri čemu izrazito značajnu ulogu ima brzina rotacije diska. Suštinski kreiranje ovog RAID 0 niza predstavlja funkciju koja zavisi od brzine rotacije diska, broja bitova koji treba da se prenesu, broja bajtova na stazi, veličine podatka koji se upisuje ili čita, SU, SS, kao i broja diskova u nizu. Prilikom kreiranja RAID 0 niza sa magnetnim diskovima pouzdanost sistema opada srazmjerno broju diskova u nizu.

Realizacija RAID 1 niza sa magnetnim diskovima ostvaruje prednosti u tome što zahtjev za čitanje može da opsluži onaj disk koji ima minimalno vrijeme pozicioniranja i rotaciono kašnjenje. To suštinski može da dovede do bržeg starta čitanja, a u slučaju većeg podatka i istovremenog čitanja podataka sa oba diska čime se ostvaruje gotovo teorijska ubrzanje čitanja od 2 puta.

Kod magnetnih diskova stanje je izrazito jasno. Ako korisnik bira između realizacije RAID 0 ili RAID 1 niza uparenih diskova, mora da bira između pouzdanosti i performansi. Adekvatna konfiguracija RAID 0 niza od n diskova korisniku može omogućiti ubrzanje koja su skoro n puta. Konfiguracija RAID 1 niza može dovesti do poboljšanja čitanja od skoro 2 puta, pri čemu neće uticati na poboljšanje brzine upisa.

Kod magnetnih diskova jasna je granica između RAID 0 i RAID 1 konfiguracije, međutim kod poluprovodničkih diskova SSD ta granica je upitna. Prvenstveno razlog tome je sama priroda poluprovodničkog diska, koja je ukratko opisana u poglavlju 2. Dvije ključne komponente poluprovodničkog diska su kontroler i NAND čipovi. Poboljšanje performansi samog poluprovodničkog diska kao uređaja ostvaruje se paralelizacijom kako unutar čipa NAND memorijskih ćelija, tako i samom paralelizacijom NAND memorijskih čipova. Zbog same osobine NAND ćelija, da propadaju uslijed habanja izolacionog sloja, postavlja se pitanje: Da li je uopšte korisno kreirati RAID 1 korišćenjem istih poluprovodničkih diskova ili je bolje te diskove vezati u RAID 0?

Ako posmatramo dva ista poluprovodnička diska povezana u RAID 1 niz možemo zaključiti:

1. Diskovi su istog kapaciteta i vrši se upis istih podataka.
2. Kontroleri ova dva uređaja rade po istim algoritmima.
3. Upisivanjem istih podataka na oba uređaja istovremeno dolazi do habanja gotovo identičnog broja NAND memorijskih ćelija i čipova proizvedenih na isti način.

Zbog svega unaprijed navedenog može se zaključiti da:

1. Zbog same tehnologije proizvodnje poluprovodničkih diskova postoji velika vjerovatnoća da ako su isti poluprovodnički diskovi u nizu, u najgorem slučaju, da dođe do istovremenog otkaza oba diska u RAID 1! U nekom boljem i vjerovatnijem scenariju do otkaza oba diska dolazi u vremenski kratkom intervalu. Veličina ovog intervala zavisi u velikoj mjeri od količine upisa na disk.
2. Povezivanje poluprovodničkih diskova u RAID 1 niz povećava pouzdanost uslijed otkaza kontrolera. Ovo bi suštinski bila jedna od ključnih prednosti ovakvog načina povezivanja, jer još uvijek ne postoje odgovarajuće tehnike oporavka diska uslijed otkazivanja kontrolera uređaja.

Povezivanjem poluprovodničkih diskova u RAID 0 osim što dovodi do poboljšanja performansi sekundarnih memorija može da donese i određene benefite na sam vijek trajanja ovog uređaja sekundarne memorije. U ovom slučaju kreiranje RAID 0 niza predstavlja funkciju broja bitova koji treba da se prenese, kontrolera, memorijske ćelije, SU, SS i veličine podatka koja se upisuje.

Povezivanjem n poluprovodničkih diskova u RAID 0 suštinski povećava n puta vjerovatnoću otkaza i gubitka kompletnih podataka uslijed otkaza jednog od kontrolera na poluprovodničkim diskovima. Međutim povećanjem broja diskova povećava se i kapacitet RAID niza čime se znatno poboljšava vrijeme trajanja samog poluprovodničkog diska. U idealnom slučaju poboljšanje vijeka trajanja je srazmjerno broju diskova u nizu tj. za n diskova povećanje vijeka trajanja je n puta. Naravno prilikom kreiranja SU potrebno je voditi računa o veličini podataka koji se upisuju. Suštinski na poluprovodničkom disku potrebno je uzeti da je SU jednak veličini bloka ili umnošku veličine bloka kod poluprovodničkog diska korišćenog u nizu. Ovakvom konfiguracijom suštinski se postiže ono što proizvođači rade već unutar samog poluprovodničkog diska, s tim da se koriste benefiti više UI interfejsa i samim tim na neki način zaobilaze ograničenja u brzini UI interfejsa.

Dobici povezivanjem u RAID 0 i RAID 1 niz magnetnih diskova su jasni i već definisani.

Odabirom RAID 0 povećavaju se performanse, kao i kapacitet, dok se na pouzdanosti sistema gubi. Zbog svog načina izrade magnetni diskovi su izrazito osjetljivi na vanjske uticaje poput mehaničkih udara i magneta. Povezivanjem više ovakvih uređaja u RAID 0 povećava se i mogućnost da se ti podaci izgube sa jednog od diskova, a samim tim možda i u potpunosti. Jedna od prednosti korišćenja ove tehnologije je što postoje različiti načini kao i određene opremljene laboratorije sa specijalnom opremom u kojima je moguće u nekim slučajevima uraditi oporavak podataka sa uređaja. Da bi se povećala sigurnost podataka korisniku je na raspolaganju korišćenje RAID 1 niza, jer u slučajevima kada može doći do gubitka podataka manja je vjerovatnoća gubitka podataka sa više uređaja uslijed dijelovanja istog faktora.

Povezivanje poluprovodničkih uređaja u RAID nizove, a posebno RAID 0 i RAID 1 zahtijeva još istraživanja i ispitivanja. Faktori koji dovode do gubitka podataka na magnetnom disku više gotovo uopšte ne utiču na poluprovodničke diskove. Najveći problem koji je i nedostatak ovih uređaja je gubitak podataka uslijed otkaza kontrolera, kao i uslijed propadanja memorijskih ćelija. U tim slučajevima ne postoji mogućnost oporavka podataka.

LITERATURA

- [1.] Patterson, David; Gibson, Garth A.; Katz, Randy, "A Case for Redundant Arrays of Inexpensive Disks (RAID)", www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/1987/CSD-87-391.pdf, dec. 2018.
- [2.] William Stallings, "Organizacija i arhitektura računara – projekat u funkciji performansi", ISBN 978-86-7991-361-6
- [3.] Nikola Davidović, Borislav Đorđević, Valentina Timčenko, Slobodan Obradović, Bojan Škorić, Sistem za skladištenje podataka na uparenim nizovima magnetnih diskova - RAID 0, 18th INFOTEH Jahorina 2019, Mart 2019.
- [4.] Prof. Albert Fert, Unite Mixte de Physique CNRS/Thales, University Paris-Sud 11, France "Giant magnetoresistance" [Online]: http://www.scholarpedia.org/article/Giant_magnetoresistance
- [5.] Nikola Davidović, Slobodan Obradović, Perica S. Štrbac, Borislav Đorđević, Valentina Timčenko, "Komparativna analiza hibridnog diska sa hard diskom i poluprovodničkim diskom", Infoteh Jahorina Vol. 14, strane 776-781 Mart 2015, ISBN 978-99955-763-6-3
- [6.] Mark Minasi, Nadogradnja i organizacija računara, ISBN 86-7555-321-8
- [7.] <https://www.bhphotovideo.com/explora/computers/tips-and-solutions/anatomy-solid-state-drive>
- [8.] <https://www.hardwaresecrets.com/anatomy-of-ssd-units/>
- [9.] <https://patents.patsnap.com/v/US10073653-solid-state-disk.html>
- [10.] Jaehong Kim, Sangwon Seo, Dawoon Jung, Jin-Soo Kim, and Jaehyuk Huh, Member, IEEE, Parameter-Aware I/O Management for Solid State Disks (SSDs), <http://cs.lskku.edu/papers/CS-TR-2010-329.pdf>
- [11.] <https://codecapsule.com/2014/02/12/coding-for-ssds-part-3-pages-blocks-and-the-flash-translation-layer/>
- [12.] <https://codecapsule.com/2014/02/12/coding-for-ssds-part-2-architecture-of-an-ssd-and-benchmarking/>
- [13.] Slobodan Obradović, Nikola Davidović, Borislav Đorđević, Borivoje Milošević, Valentina Timčenko, THE INFLUENCE OF SETTING PARAMETERS ON RAID 0 MAGNETIC DISK ARRAY PERFORMANCE, Savremeni materijali, 1.-2. 9. 2019., Banja Luka
- [14.] Nikola Davidović, Borislav Đorđević, Valentina Timčenko, Slobodan Obradović, Bojan Škorić, RAID 0 on paired magnetic disk arrays, IcETRAN, Silver Lake, Serbia, pp. 855-859, ISBN 978-86-7466-785-9, 2019.
- [15.] Nikola Davidović, Slobodan Obradović, Borislav Đorđević, Valentina Timčenko, The influence of workloads and depth queue on the performance of SSD disk RAID 0 level array, INFOTEH-JAHORINA, 978-1-5386-4906-0/18/\$31.00 ©2018 IEEE, Vol. 17, Ref. RSS-3-1, pp. 216-221, 18-20. March 2020
- [16.] Nikola Davidović, Slobodan Obradović, Minka Jordanova, PERFORMANCE RAID 0 LEVEL ARRAY OF SSD DISKS, Academic Journal Industrial Technologies, ISSN: 1314-9911, Vol 7 (1), 2020, pp 33-39, "Prof. Dr. Assen Zlatarov" University – Burgas, Bulgaria
- [17.] Nikola Davidović, Slobodan Obradović, THE INFLUENCE OF SETTING PARAMETERS ON RAID 0 SSD DISK ARRAY PERFORMANCE, Savremeni materijali, 11.-12. sept, 2020, Banja Luka
- [18.] Nikola Davidović, Slobodan Obradović, Stanišević Ilija, POREĐENJE PERFORMANSI RAID 1 I RAID 0 NIZOVA SA DVA UPARENA KINGSTON SSD UREĐAJA, 19th International Symposium Infoteh Jahorina, RSS-3-1, pp.216-221, Jahorina, BiH, 17-19 March, 2020