

POREĐENJE PERFORMANSI NIZOVA UPARENIH MAGNETNIH DISKOVA RAID 0, RAID 5 i RAID 50

Bojan Škorić¹, Nikola Davidović², Slobodan Obradović², Borisav Đorđević³, Valentina Timčenko³

1)VISER, Beograd, Srbija

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

3) Institut Mihajlo Pupin, Beograd, Srbija

Sažetak: Magnetni diskovi (HDD) još uvek predstavljaju osnovu za skladištenje velikog broja podataka. S druge strane dimenzije su praktično dostigle svoje teoriske granice. Zahtevi koji se postavljaju su u velikoj meri protivrečni: što veća brzina, kapacitet i pouzdanost a što manja cena zapamćene informacije. Korišćenjem nizova nezavisnih (i jeftinih) uparenih diskova (RAID) moguće je u velikoj meri ostvariti sve ove zahteve. Postoji više načina da se realizuju RAID nizovi ali se u praksi najviše koriste: RAID 0 za povećanje kapaciteta i brzine čitanja i RAID 5 koji dodatno osigurava pouzdanost podataka i mogućnost oporavka u slučaju otkaza jednog diska. U praksi se koristi i njihova kombinacija: RAID 50. Karakteristike nizova uparenih diskova zavise od mnogih parametara: veličine niza (N, broj diskova), veličine bloka podataka na disku (Stripe Unit, SU), radnog opterećenja (workload), dubine reda (Queue Depth, QD). Konačne performanse zavise od podešavanja ovih parametara i u slučaju lošeg izbora niz diskova može imati slabije performanse od jednog diska. U radu su date uporedne karakteristike brzina čitanja i upisa podataka kod nizova uparenih diskova: RAID 0, RAID 5 i RAID 50. Merenja brzina upisa i čitanja za sve tri vrste RAID nizova urađena su za različite veličine blokova podataka na disku (SU): vrlo male 8KB, srednje 64KB i vrlo velike 1MB.

Nizovi uparenih sekundarnih uređaja za skladištenje podataka (RAID, Redundant Array of Independent Drives) predstavljaju više nezavisnih uređaja koji se ponašaju kao jedan logički prostor za skladištenje[1][2]. Memorijski prostor svakog pojedinačnog uređaja deli se na fizičke blokove – jedinice trake za skladištenje (Stripe Unit, SU) tako da se susedni blokovi, jedinice trake, nalaze na različitim fizičkim uređajima i predstavljaju traku podataka. Kako jedan podatak može biti raspodeljen na više diskova, njegov celokupan integritet sada zavisi od svih tih diskova istovremeno. Odnosno, sa otkazom samo jednog diska u nizu, podatak postaje nepotpun, a u praksi se najčešće može smatrati potpuno izgubljenim. Tako sa svakim novim diskom u nizu, statistički raste rizik od gubitaka svih podataka koje diskovi nose. Ovo je mana koja je u većini slučajeva nedopustiva. Teorijski model RAID-a deluje kao unapređenje računarskog sistema sa aspekta ukupnog prostora za skladištenje (izuzev RAID 1) i brzine čitanja podataka a najčešće i upisa podataka. Svaki novi ređaj - disk u nizu povećava performanse sistema, proširuje ukupan prostor, dok sa druge strane podaci u RAID nizu imaju osiguran integritet (izuzev RAID 0). Praktična realizacija donosi neka ograničenja i probleme koji na kraju rezultuju performansama koje mogu često da budu toliko daleko od teorijskih očekivanja, da u određenim slučajevima loše konfigurisanog niza, mogu dovesti i do neželjenog pada krajnjih performansi sistema.

Na bazi opisa načina rada i performansi RAID 0, možemo da sumiramo njegove prednosti i mane u odnosu na pomenute tri grupe karakteristika:

- Sekvencijalno pisanje: **odlično**
- Sekvencijalno čitanje: **odlično**
- Nasumično pisanje: **odlično**
- Nasumično čitanje: **odlično**
- Minimum diskova: **2**
- Tolerancija otkaza: **nema**
- Iskorišćenje prostora: **100%**

Prednost ima u sistemima gde su najbitnije performanse, odnosno brzina čitanja i upisa: za radne stanice i super računare kao medijum za skladištenje. U poslovima poput video montaže, audio produkcije, za potrebe obrade i privremenog skladištenja velike količine podataka u super računarskim sistemima ili ubrzanje rada operativnog sistema. Nije idealan za primenu gde se zahteva veliki broj ulaznih i izlaznih operacija nad različitim podacima pa je ređe korišćen na serverima.

Prednosti i mane RAID 5 niza uparenih diskova:

- Sekvencijalno pisanje: **dovoljno**
- Sekvencijalno čitanje: **vrlo dobro do odlično**
- Nasumično pisanje: **tek dovoljno**
- Nasumično čitanje: **odlično**
- Minimum diskova: **3**
- Tolerancija otkaza: **1 disk**
- Iskorišćenje prostora: **od 67% do preko 95%**

Dobru primenu nalazi u sistemima gde je čitanje podataka najčešća operacija: fajl i multimedijalnim serverima, poslovnim sistemima, malih i velikih preduzeća, a u poslednje vreme i za kućne potrebe. Treba ga izbegavati na mestima gde su upisivanja česta, kao što je slučaj sa bazama podataka u bankarskim ili sličnim sistemima i za potrebe organizacije veoma velikog prostora, posebno ako takav prostor mora biti pod intenzivnom upotrebom.

Ako zanemarimo vrlo visoku cenu i složenost realizacije i posmatramo samo pomenute karakteristike, možemo da sumiramo prednosti i mane RAID 50:

- Sekvencijalno pisanje: **dobro**
- Sekvencijalno čitanje: **vrlo dobro do odlično**
- Nasumično pisanje: **dobro**
- Nasumično čitanje: **odlično**
- Minimum diskova: **6+**
- Tolerancija otkaza: **1 disk pod nivoa**
- Iskorišćenje prostora: **od 67% do preko 95%**

RAID 50 ima odličnu primenu opšte namene za velika skladišta podataka, posebno ako postoji potreba za boljim performansama upisivanja. Nalazi primenu u velikim korporativnim sistemima i mrežama, fajl serverima ili kao nosilac masivnih baza podataka.

RAID 0 je najjednostavniji za realizaciju. Minimalan broj uređaja je 2 što ga čini pogodnim čak i za vrlo jeftine kućne varijante računarskih sistema. Ima odlične performanse i pri sekvencijalnom i pri nasumičnom upisu i čitanju. Ako su diskovi identični (upareni) iskorišćenost prostora je potpuna (100%). Da ne postoji problem gubljenja integriteta podataka u nizovima diskova i smanjene pouzdanosti (veći broj uređaja ima veću verovatnoću otkaza), RAID 0 bi bio idealno rešenje za sve slučajeve primene.

Upravo ove mane eliminiše RAID 5 niz uparenih diskova. U sklopu sa fleksibilnim prostorom smatra se najboljim izborom opšte namene za potrebe skladišta podataka - mass storage. Ukoliko se radi o sistemima sa velikim brojem izmena i upisa podataka nije pogodan jer su brzine upisa i sekvencijalne i nasumične vrlo loše. Prednost ima u sistemima koji imaju mnogo učestalija čitanja u odnosu na upise. Minimalni broj uređaja je 3, ali je tada iskorišćenost prostora samo 67%. Pri realizaciji RAID 5 nizova uparenih diskova treba koristiti veliki broj uređaja, jer se povećava iskorišćenost prostora. RAID 5 sa 6 uređaja ima iskorišćenost prostora 83%.

RAID 50, u odnosu na RAID5, znatno povećava brzine i sekvencijalnog i nasumičnog upisa. Za realizaciju zahteva vrlo veliki broj uređaja, najmanje 6 i pri tome je iskorišćenost prostora samo 67%. zbog velikog broja uređaja i visoke cene (hardverski kontroleri) isplativ je samo za velike korporacije. Performanse upisa i rad sa malim podacima su dovoljno poboljšani da negde može biti i isplativije rešenje od RAID 10, jer ima znatno bolje iskorišćenje ukupnog prostora diskova.

Naravno, konfigurisanje svakog sistema skladištenja zavisi od primene i radnog opterećenja. Parametri: veličina jedinice trake, broj uređaja i dubina reda moraju biti pažljivo izabrani.

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.] Microsoft storage, <https://docs.microsoft.com/en-us/windows-server/storage/storage-spaces/storage-spaces-fault-tolerance>, decembar 2018.
- [4.] Software RAID, https://www.softraid.com/pages/features/software_raid_benefits.html, decembar 2018.
- [5.] Valentina Timčenko, Borisav Đorđević, Nikola Davidović „Performance comparison of RAID-1, RAID-0 and single disk on operating system MS Windows 7“, Proceedings of 1st International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering IcETran 2014, Vrnjačka Banja, Serbia, June 2 – 5, 2014.
- [6.] F. Wan, N.J. Dingle, W.J. Knottenbelt, and A.S. Lebrecht, "Simulation and modelling of RAID 0 system performance," In 22nd Annual European Simulation and Modelling Conference (ESM), 2008.
- [7.] V. Timčenko, B. Djordjevic, "The comprehensive performance analysis of striped disk array organizations - RAID-0," invited paper, in proc. of Proceedings of the 2013 International Conference on Information Systems and Design of Communication, Lisbon, Portugal, 2013.
- [8.] Nikola Davidović, Borivoje Milosević, Slobodan Obradović, Karakteristike sekundarnih memorija računara bazirane na različitim tehnologijama, Savremeni materijali, 1-2-9-2018. Banja Luka
- [9.] Nikola Davidović, Borisav Đorđević, Valentina Timčenko, Slobodan Obradović, Bojan Škorić, Influence of different factors on the RAID 0 paired magnetic disk arrays, Vol 3 No 2 (2019): IJEEC, <https://doi.org/10.7251/IJEEC1902070D>
- [10.] Nikola Davidović, Borisav Đorđević, Valentina Timčenko, Slobodan Obradović, Bojan Škorić, RAID 0 on paired magnetic disk arrays, 6th IcETran 2019, Srebreno jezero, Jun 2019.
- [11.] Lavanya Mandava, Liudong Xing, Optimizing Imperfect Coverage Cloud-RAID Systems Considering Reliability and Cost, International Journal of Reliability, Quality and Safety Engineering, VOL. 27, NO. 02, <https://doi.org/10.1142/S021853932040001X>
- [12.] Jong-Hyun Choi, Jungheum Park, Reassembling Linux-based Hybrid RAID, <https://doi.org/10.1111/1556-4029.14258>