

NTFS fajl sistem u MS Windows i Linux okruženju

Valentina Timčenko, Borislav Đorđević
Institut Mihajlo Pupin, Univerzitet u Beogradu
Beograd, Srbija

valentina@kondor.imp.bg.ac.rs, bora@impcomputers.com

Nemanja Maček
VIPOS
Valjevo, Srbija
stonerhate@gmail.com

Sadržaj—U ovom radu su predstavljeni rezultati dobijeni ispitivanjem performansi NTFS sistema datoteka pod MS Windows i Linux operativnim sistemima. Istraživanje je imalo za cilj da se ispituju i uporede potencijalna poboljšanja performansi NTFS na Linux OS u odnosu na nativno MS Windows okruženje kao i upotrebna vrednost NTFS fajl sistema u mešovitom Windows/Linux okruženju. Performanse su ispitivane u okruženju IOzone benchmark aplikacije.

Ključne reči – NTFS, Linux, MS Windows, sistemi datoteka, performanse

I. UVOD

Usled česte potrebe da se na jednom računaru podignu i koriste dva različita operativna sistema, pri čemu je jedan najčešće Microsoft Windows, a drugi uglavnom neka od distribucija Linux operativnog sistema, javila se potreba za korišćenjem već postojećih fajl sistema jednog od instaliranih operativnih sistema u okviru drugog operativnog sistema. Windows operativni sistem nema mogućnost čitanja Linux *native* fajl sistema (ext2, ext3, ext4, Reiser, itd.) [1-3], već jedino onih razvijenih od strane Microsoft korporacije – NTFS, FAT16 i FAT32, međutim, može se iskoristiti opcija aktiviranja NTFS i FAT fajl sistema na odabranoj distribuciji Linuxa i time obezbediti razmenu fajlova između dva izabrana operativna sistema.

II. CILJ I MOTIV RADA

Cilj ovog rada da se ispita primena NTFS fajl sistema na MS Windows i Linux operativnim sistemima, a takođe da se izvrše merenja performansi NTFS fajl sistema kako bi se utvrdilo da li ima usporenja ili možda poboljšanja performansi na Linux OS u odnosu na nativno MS Windows okruženje. Osim toga, potrebno je da se ispita mogućnost efikasne primene NTFS fajl sistema u mešovitom Windows/Linux okruženju.

III. NTFS

NTFS (*New Technology File System*) je fajl sistem za Windows NT 4.NTFS, ali je prvobitno bio razvijen kao HPFS (*High Performanse File System*), proizvod kompanija Microsoft i IBM za operativni sistem IBM OS/2 [4]. Poslednja verzija ovog fajl sistema je NTFS v3.1 se često obeležava i po oznaci kernelskog NTFS modula operativnog sistema.

Kod NTFS-a svi podaci o fajlovima, ime fajla, datum kreiranja, dozvole pristupa, kao i sadržaj se čuvaju kao metadata podaci u MFT (*Master File Table*).

U odnosu na prethodne verzije, NTFS v3.0 je poboljšana dodavanjem kvota, enkripcije, i “šupljih” fajlova, dok su u v3.1 prošireni MFT zapisi dodavanjem kopije MFT tabele.

Interno, NTFS koristi B+ grananje kako bi indeksirao fajlove. Iako je kompleksan za implementaciju, ovaj način pretrage nudi dobre performanse fajl sistema. Dnevnik transakcija (*file system journal*) se koristi kako bi se osigurao integritet metadata podataka, ali ne i sadržaja samih fajlova.

Metafajlovi su datoteke koje definišu i vrše organizaciju NTFS fajl sistema. Oni definišu fajlove, vrše čuvanje kritičnih podataka fajl sistema, baferišu promene fajl sistema, organizuju i prate slobodan prostor, pamte loše delove diska (*bad allocation*) i čuvaju sigurnosne i informacije o iskorišćenosti prostora na disku. S obzirom na to da tehnički detalji NTFS sistema datoteka nisu dostupni nezavisnim proizvođačima softvera, otežano je generisanje alata za ovaj sistem. Osim toga, operativni sistemi iz porodice Linux imaju poteškoća u korišćenju NTFS sistema datoteka. NTFS-3G je implementacija Microsoft Windows NTFS fajl sistema otvorenog koda, može se koristiti na velikom broju platform i ima mogućnost čitanja i upisa na NTFS particiju [5-7]. NTFS-3G najčešće koristi FUSE fajl sistem interfejs, tako da se neizmenjen može koristiti na mnoštvu operativnih sistema (Linux, FreeBSD, NetBSD, OpenSolaris, BeOS, QNX, WinCE, Nucleus, VxWorks, Haiku i Mac OS X). Licenciran je koristeći GNU licencu, a postoji i verzija pod vlasničkom licencom (Tuxera NTFS) [8].

NTFS-3G podržava sve operacije pri upisu fajlova – fajlovi svih veličina se mogu kreirati, menjati, pomerati, brisati i menjati ime na NTFS particijama. Podržana je i transparentna kompresija, ali nema podrške za šifrovanje. Takođe se mogu menjati liste kontrole pristupa (*access control lists*) kao i dozvole. NTFS particije se montiraju (*mount*) koristeći FUSE (*Filesystem in Userspace*) interfejs. NTFS-3G delimično podržava i NTFS journaling opciju, pa ukoliko se desi nepredviđen rad računara i fajl sistem dođe u nekonzistentno stanje, particija se može popraviti. U određenim verzijama je predviđeno da se particija sa dnevnikom koji nije u čistom stanju automatski popravljiva pri montiranju. Postoji opcija “norecover” koja se poziva prilikom montiranja particije i tada se dnevnik (*journal*) ne proverava.

IV. BENCHMARK PROGRAM IOZONE

IOzone je benchmark program za merenje performansi fajl sistema. Pokreće se iz komandne linije, a rezultati se mogu ispisivati na ekranu, u Excel formatu, kao i direktno u Excel datoteku. IOzone generiše i meri performance izvršavanja različitih operacija nad datotekama fajl sistema posmatranog OS okruženja. Primenljiv je uslovima rada u okviru različitih arhitektura i operativnih sistema, a za potrebe istraživanja koje predstavlja ovaj rad IOzone je primenjen za rad u okviru Linux i Windows operativnih sistema [9].

IOzone testira I/O performanse sledećih operacija nad fajlovima: čitanje, upis, ponovno čitanje, ponovni upis, čitanje unazad, čitanje sa preskokom, nasumično čitanje/upis i druge. Ukoliko je veličina sistemске memorije veća od 512 MB, tada maksimalna veličina datoteke sa kojom se radi testiranje treba da se poveća na veću vrednost od memorije.

V. OPIS SISTEMA I EKIVALENTNI USLOVI TESTIRANJA

Tokom vršenja testova su korišćena dva operativna sistema, Windows XP SP3 x86 i Fedora 15 i686 sa kernelom 2.6.38.6-26. Oba operativna sistema su 32-bitna.

Testiranje se zasnivalo na poređenju jednog fajl sistema (NTFS 3.1) na dva različita operativna sistema (Windows i Linux), a zbog različite arhitekture pomenutih sistema izbor programa za testiranje i merenje performansi je bio ograničen. Testovi su zbog toga rađeni koristeći benchmark program IOzone koji su dostupni u verzijama za Windows i Linux kako bi se razlike u uslovima pri merenju svele samo na operativni sistem i uslovi testova bili što približniji u oba OS.

A. Test platforma

Specifikacija hardvera korišćene tokom testiranja je predstavljena u Tabeli I.

TABELA I. SPECIFIKACIJA HARDVERA ZA TESTIRANJE

Matična ploča:	ABIT NF7-S2
Procesor:	AMD Sempron 2300+ (1583 MHz) (Bus speed (MHz) - 333, Level 1 cache - 64 KB code, 64 KB data, Level 2 cache-256 KB)
Memorija:	768 MB DDR1 PC400
Kontroler:	Promise
Hard disk (sa operativnim sistemima):	WDC WD800JB-00FMA0 ATA - 80GB
Hard disk (korišćen za testiranje):	Hitachi HDT721010SLA360 SATA2 - 1TB

Specifikacija korišćenih particije su predstavljene u Tabeli II.

TABELA II. SPECIFIKACIJA KORIŠĆENIH PARTICIJA

	Veličina	Type	
/dev/sda1	55GB	NTFS 3.1	Windows XP
/dev/sda5	19GB	ext4	Root
/dev/dm-1	932GB	NTFS 3.1	Test FS

Particija /dev/dm-1 montirana u Linuxu na /mnt/test je u Windowsu particija E:\. Ona je kreirana na celoj površini diska Hitachi Deskstar 7K1000.B pod Windowsom XP i kao takva je korišćena u svim merenjima. Verzija NTFS-a je v3.1, tj. poslednja verzija koja se koristi još od Windowsa XP. Specifikacije hard diska korišćenog za testiranje je predstavljena u Tabeli III.

TABELA III. SPECIFIKACIJA HARD DISKA KORIŠĆENOG ZA TESTIRANJE

Hitachi HDT721010SLA360 SATA2	
Configuration	
Interface	SATA 3Gb/s
Capacity	1TB
Max. arealdensity (Gbits/sq in)	244
Performance	
Data buffer (MB)	16
Rotational speed (RPM)	7200
Media transfer rate (Mbits/s)	1406
Interface transfer rate (MB/s)	300

VI. TESTOVI-IOZONE

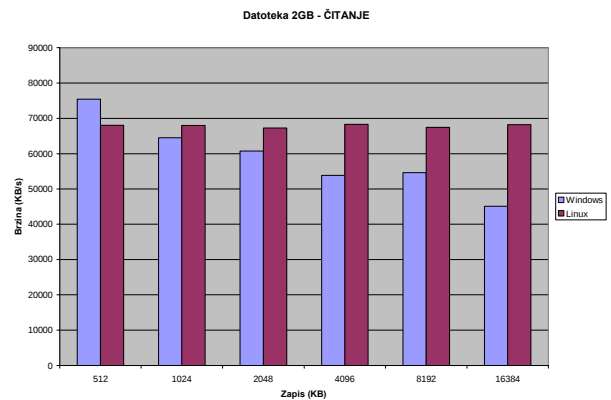
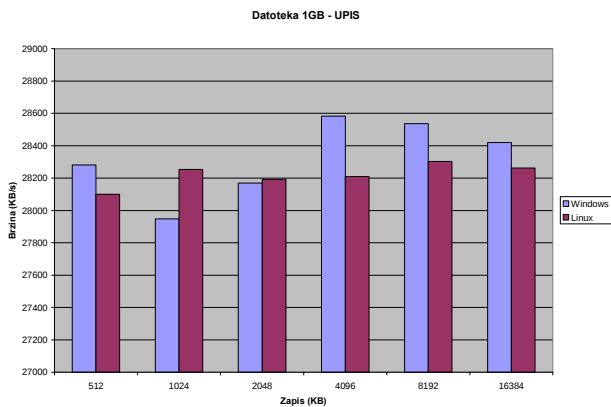
IOzone softver za merenja performansi fajl sistema ima mnoštvo podešavanja. Komanda kojom je pokrenut IOzone glasi, *iozone -Rab (destinacija fajla za upis) -g 2G -f (destinacija temp datoteke za testiranje)*.

Opcija *-R* služi da IOzone formatira izlaz za excel datoteku, opcija *-a* pokreće automatsko podešavanje svih testova, *-b [destinacija]* govori programu u koju datoteku da upiše rezultate testiranja, *-g* postavlja gornju granicu veličine datoteke za testiranje i na kraju *-f [destinacija]* definiše gde će biti izvršeni testovi u okviru programa.

Od svih testova za potrebe ovog istraživanja će biti izvršeni: upis, čitanje, nasumični upis i nasumično čitanje. Da bismo izbegli uticaj keširanja koji zavisi od jednog do drugog operativnog sistema (sistemski keš u radnoj memoriji i korišćenje L1 i L2 keša), posmatračemo rezultate za velike datoteke (1GB i 2GB), koje ne mogu da stanu u radnu memoriju, kao i veličine zapisa veće od 256 KB da bismo izbegli uticaj L1 i L2 procesorskog keša (veličina L1 „data“ keša je 64KB, dok je veličina L2 keša 256 KB).

1) Test upisa podataka - IOzone

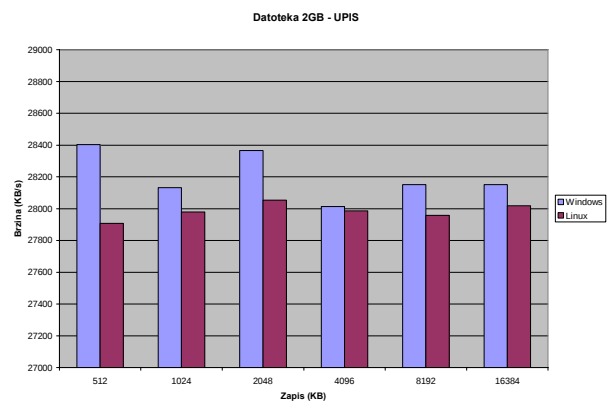
Za male veličine zapisa i datoteka (datoteke zaključno sa 16 MB i zapisi do 256 KB), Windows je pokazao ogromnu razliku u brzini. Čini se da u tim uslovima Linux ne koristi najbolje keširanje podataka na NTFS platformi, te se ne snalazi dobro sa malim datotekama i zapisima. Pri merenju velikih zapisa i datoteka, Linux je u svim testovima pokazao iste, a negde i bolje performanse.



Slika 2. Rezultati testa čitanja podataka

3) Test nasumičnog čitanja podataka – IOzone

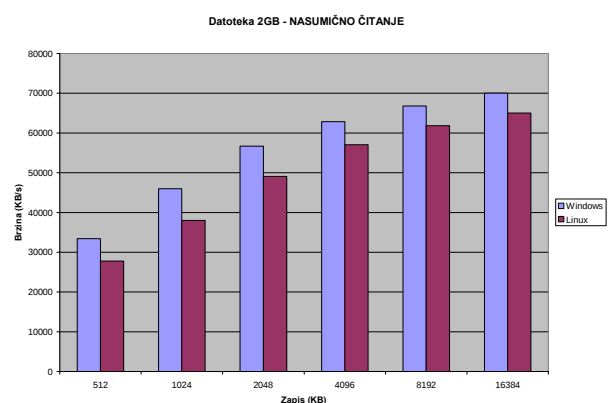
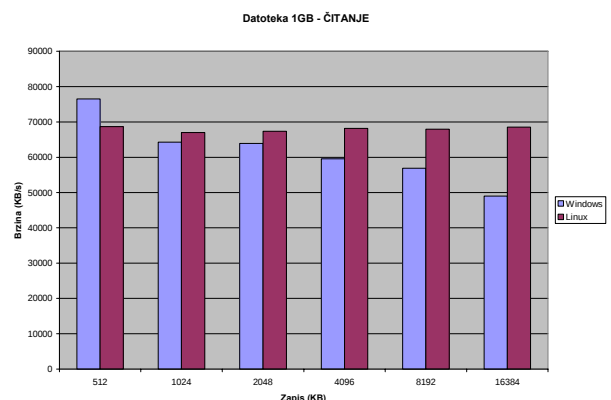
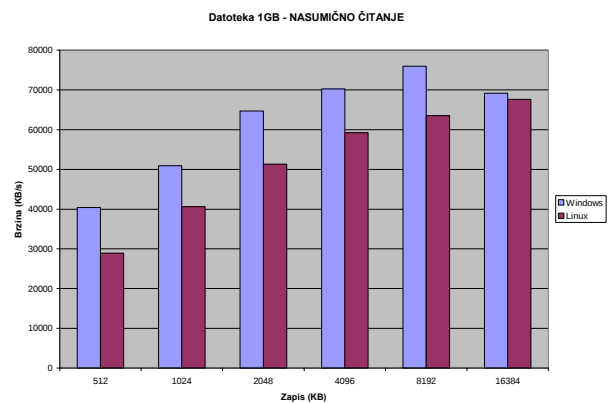
Testovi nasumičnog čitanja na datoteci od 1GB su pokazali da Windows u proseku snalazi dosta bolje u ovoj vrsti testova i to od oko 39% brže za zapise od 512KB, 25% brže za 1024KB i 2048KB, kod zapisa 4096KB i 8192KB prednost je oko 18%, dok se tek na zapisu od 16384KB rezultati mogu nazvati približno jednakima.



Slika 1. Rezultati testa upisa podataka

2) Test čitanja podataka – IOzone

U ovom testu, samo kod zapisa veličine 512KB Windows pokazuje bolje performanse (1GB – 11.5%, 2GB – 10.9%), za zapise veličine 1024KB i 2048KB blaga prednost je na strani Linux OS, dok kod zapisa 4096KB, 8192KB, a posebno 16384KB, Linux ima značajno bolje performanse (za zapis 16384KB, datoteka 1GB – 40%, a datoteka 2GB – 51.4%).



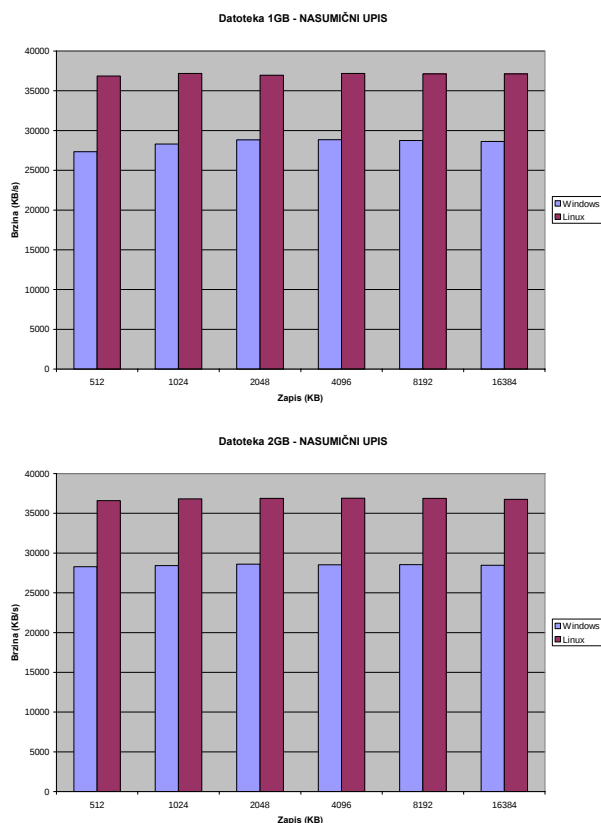
Slika 3. Rezultati testa nasumičnog čitanja podataka

Što se tiče datoteka veličine 2GB, rezultati na Windows OS nisu toliko ubedljivi kao za 1GB datoteke, ali su i dalje

značajno bolje performanse brzine čitanja u odnosu na Linux OS i kreću se između 10 i 20% (što veći zapis, manja razlika u brzini).

4) Test nasumičnog upisa podataka – IOzone

Linux se bolje snalazi sa nasumičnim upisom podataka za sve veličine zapisa. Vrednosti dobijene u ovom testu su najbolji pokazatelj realne brzine upisa, pošto se efekat keširanja svodi na minimum (pri nasumičnom upisu ti podaci ne postoje u baferu diska, nisu prethodno upisivani).



Slika 4. Rezultati testa nasumičnog upisivanja podataka

Naime, Linux je pokazao da je u ovakvom načinu upisa konstatno brži, u proseku za 28%.

VII. ZAKLJUČAK

Pri upisu malih datoteka, NTFS na Windowsu se pokazao bolje nego na Linuxu. Kod sekvencijalnog upisa velikih datoteka, rezultati su prilično izjednačeni. Sekvencijalno čitanje velikih datoteka se odvija dosta brže na Linuxu, čiji su i rezultati konstantni, dok kod Windowsa dolazi do pada brzine sa porastom veličine kako datoteke, tako i zapisa. Nasumično čitanje velikih datoteka je neznatno brže na

Windowsu. Nasumični upis velikih datoteka je konstatno brži za sve veličine zapisa na Linuxu.

Prethodne konstatacije da je Windows brži pri radu sa malim datotekama se mogu potkrepiti činjenicom da je NTFS fajl sistem ipak Microsoftov proizvod zatvorenog tipa, te se pri upisu datoteka koriste neke od prednosti NTFS.sys drajvera koji je iz verzije u verziju Windows sve bolji, brži i fleksibilniji. Verzija **ntfs.sys** drajvera koja je korišćena je v5.1. Međutim, sa aspekta ostalih rezultata nije bilo očekivano da Linux pokaže bolje performanse u radu sa NTFS fajl sistemom, ali se to može objasniti i implementacijom manjeg broja naprednih funkcija samog NTFS fajl sistema koji ponekada mogu i usporiti rad, npr. ACL, dozvole pristupa, sigurnosna podešavanja, itd.

ZAHVALNICA

Rad je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije (Projekat III43002, TR32037 i TR 032025).

REFERENCE

- [1] M. Seltzer, G. Ganger, M. McKusick, K. Smith, C. Soules, C. Stein, "Journaling versus Soft Updates: Asynchronous Meta-data Protection in File Systems", USENIX Conf. Proc., San Diego, June 2000. pp. 71-84
- [2] A. Mathur, M. Cao, S. Bhattacharya, A. Dilger, A. Tomas, L. Vivier, "The new ext4 filesystem: current status and future plans" in Proceedings of the Linux Symposium, Ottawa, Canada, June 2007.
- [3] V. Danen, "Set up Logical Volume Manager in Linux", March 2007.
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/NTFS>
- [5] <http://en.wikipedia.org/wiki/NTFS-3G>
- [6] http://www.hitachigst.com/tech/techlib.nsf/products/Deskstar_7k1000.b
- [7] <http://linux.die.net/man/8/mount.ntfs-3g>
- [8] <http://www.tuxera.com/community/ntfs-3g-faq/>
- [9] <http://www.iozone.org/>

ABSTRACT

This paper presents the results of performance evaluation of NTFS file system under MS Windows and Linux operating systems. The aim is to determine if there are slowdowns or performance improvements for NTFS on Linux OS over MS Windows environment as well as to determine the utility value of the NTFS file system in a mixed MS Windows/Linux environment. Performance is measured using the IOzone benchmark application.

NTFS FILE SYSTEM IN MS WINDOWS AND LINUX ENVIRONMENTS

Borislav Đorđević, Valentina Timčenko, Nemanja Maček