

EFIKASNO PRETRAŽIVANJE VELIKIH SNMP TABELA IZVRŠAVANJEM SQL UPITA NA UREĐAJU

Petar Knežević, Ninko Radivojević, *IRITEL Beograd*
Grozdan Petrović, *Elektrotehnički fakultet u Beogradu*

Sadržaj – *Pristup SNMP tabelama izvršavanjem SQL upita na uređaju omogućava značajne uštede u binarnom protoku između uređaja i menadžera. Ovaj rezultat posebno je bitan u mrežama u kojima se paketi protokola za upravljanje prenose kanalima ograničenog kapaciteta, što je slučaj u SDH sistemima prenosa. Program koji izvršava SQL upite oslanja se na postojeću funkcionalnost SNMP agenta i nezavisan je od tipa upravljanog uređaja.*

1 UVOD

SNMP (Simple Network Management Protocol) [1]-[3] je široko rasprostranjen protokol za upravljanje telekomunikacionim mrežama. Svoju popularnost SNMP u velikoj meri duguje jednostavnosti koja je omogućila brzu i ekonomičnu implementaciju. Međutim, u nekim zahtevnijim aplikacijama upravo nedostatak naprednijih karakteristika može ograničiti performanse sistema. Ovaj rad razmatra jedno rešenje za poboljšanje performansi pri upravljanju složenim uređajima koji imaju veliki broj parametara.

SNMP modelira parametre uređaja u vidu objekata upravljanja. Svaki objekat upravljanja ima svoju vrednost koju je moguće očitavati i, ako je dozvoljeno, menjati. Važna osobina SNMP-a je mogućnost grupisanja objekata upravljanja u tzv. konceptualne tabele. Termin "konceptualne" označava da je pojam tabele poznat isključivo menadžeru, odnosno aplikaciji koja zadaje komande SNMP agentu. SNMP agent koji se izvršava na uređaju ne poznaje pojam tabele, što značajno pojednostavljuje implementaciju. Menadžer može raditi sa tabelama zahvaljujući načinu formiranja identifikatora objekata upravljanja koji čine tabelu. Ova funkcionalnost omogućava apstrakciju SNMP objekata upravljanja relacionom bazom podataka. Organizacija objekata u tabele omogućava formiranje veza između pojedinih objekata, kao i jednostavno formiranje novih instanci objekata proširivanjem tabele.

Da bi menadžer mogao da vrši operacije na SNMP tabelama, potrebno je da prethodno očita objekte upravljanja koji čine zahtevane tabele. To je posledica činjenice da SNMP omogućava isključivo operacije na pojedinačnim objektima. Ovakav način rada sa tabelama zahteva razmenu velike količine podataka između agenta i menadžera, a samim tim i produženo vreme odziva sistema. Osnovni faktori koji utiču na količinu podataka koji se prenose su:

- zbog nepostojanja selektivnih upita, u većini slučajeva je potrebno očitavati jednu ili više

kompletnih tabela da bi se izdvojila polja koja zadovoljavaju određene kriterijume,

- pošto se obavljaju operacije na pojedinačnim objektima, sa vrednošću svakog objekta se prenosi i poseban identifikator čija binarna predstava je često veća od binarne predstave vrednosti samog objekta.

Način pristupa tabelarnim podacima pomoću SQL (Structured Query Language) upita prevazilazi oba pomenuta nedostatka. Postojanje selektivnih upita omogućava prenos samo potrebnih informacija. Pri tome su sami podaci kodovani u kompaktnom obliku, bez eksplicitnog navođenja identifikatora uz svaku pojedinačnu vrednost.

Relacione baze podataka i SQL prisutni su preko dvadeset godina [4] i danas se intenzivno koriste. Model relacione baze zasnovan je na nezavisnosti podataka od konkretne implementacije skladišta. Podaci u relacionoj bazi organizovani su u tabele na način kojim se izbegava redundantnost i postiže skalabilnost. Podacima u relacionoj bazi se pristupa i manipuliše korišćenjem SQL jezika.

Rasprostranjenost i pristupačnost SQL standarda olakšavaju i ubrzavaju modifikaciju menadžera u cilju izvršavanja SQL upita na uređaju.

U ovom radu je razmotrena mogućnost korišćenja SQL upita za rad sa velikim SNMP tabelama. Razmotren je način implementacije podrške za SQL upite na upravljanom uređaju, kao i uticaj takvog rešenja na performanse sistema.

Povezivanje SNMP i SQL tehnologija je ideja koja ima dugu istoriju. Jedna od prvih implementacija je snmpql [5]. Ova implementacija predstavlja program kome se iz komandne linije može zadati upit u formatu koji liči na SQL. Program zatim koristi SNMP zahteve za prikupljanje podataka od agenta. Vremenom su se pojavljivala i druga, komercijalna rešenja, sa sličnom funkcionalnošću.

Rešenje predloženo u ovom radu razlikuje se od pomenutih rešenja po činjenici da se program koji odgovara na SQL upite nalazi na upravljanom uređaju. Motivacija za ovu modifikaciju je smanjenje protoka između upravljačke radne stanice i upravljanog uređaja. Ovo smanjenje protoka je značajno u mrežama u kojima su komunikacioni kanali namenjeni upravljanju ograničenog kapaciteta, što je slučaj u SDH mrežama. U takvim mrežama smanjenje protoka dovodi do značajnog ubrzanja izvršavanja funkcija upravljanja.

Rešenje je namenjeno upravljanju multiservisnog SDH uređaja OTS622/ODS622. OTS622/ODS622 ima izmenljive optičke ili električne STM-4 i STM-1 SDH portove, električne E1 i E3 portove, kao i 4 električna i jedan optički

Ethernet port [6]. OTS622/ODS622 opciono ima SNMP upravljanje [7] koje je preduslov za implementaciju opisanog rešenja.

Neželjeni efekat izvršavanja SQL upita na uređaju je povećan broj operacija koje procesor treba da izvrši da bi odgovorio na upit, što dovodi do produženog vremena potrebnog za generisanje odgovora. Performanse procesora korišćenih u savremenim telekomunikacionim uređajima su takve da je ovo produženje za red veličine manje od uštede vremena koje je posledica smanjenja saobraćaja između uređaja i menadžera.

2 ELEMENTI SISTEMA

Podrška za SQL upite nije integralni deo SNMP-a. To znači da je potrebno proširiti funkcionalnost softvera na upravljanoj uređaju. Savremeni telekomunikacioni uređaji raspolažu multitasking operativnim sistemima, što omogućavaju proširenje funkcionalnosti sistema dodavanjem novih programa.

U razmatranom rešenju posebna pažnja je posvećena portabilnosti rešenja i minimizaciji intervencija koje je potrebno izvršiti pri dodavanju nove funkcionalnosti. Pri tome su preskočene eventualne optimizacije vezane za pojedinačne implementacije, uz pretpostavku da korišćeni procesori mogu postići zadovoljavajuće performanse i sa generičkim rešenjem. Da bi postavljeni kriterijumi bili zadovoljeni usvojena su sledeća ograničenja:

- modifikacije postojećeg SNMP agenta na uređaju nisu dozvoljene,
- program koji omogućava SQL upite treba da bude nezavisan od konkretnog tipa uređaja.

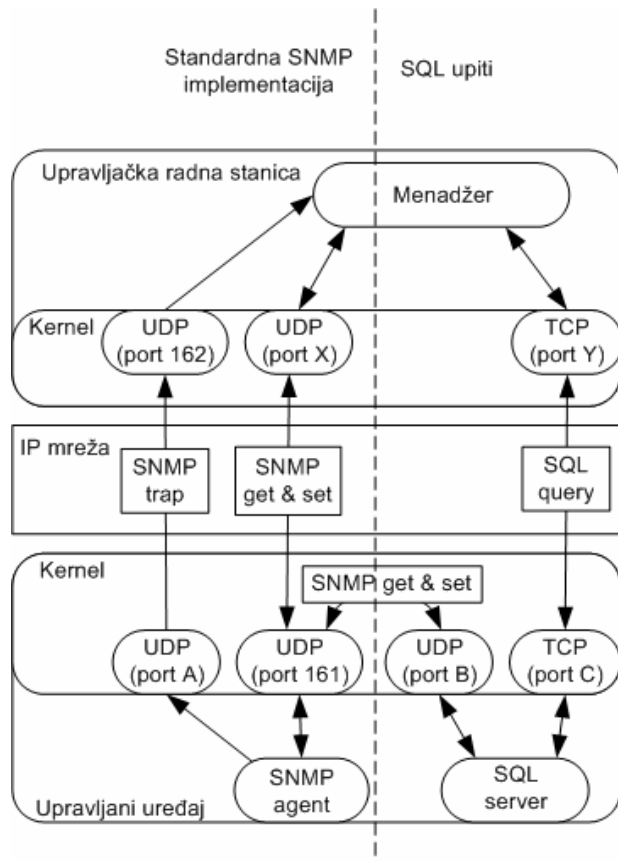
Organizacija softvera koja zadovoljava postavljene uslove prikazana je na Slici 1.

Levi deo Slike 1 prikazuje funkcionalnost standardnog SNMP sistema upravljanja. SNMP agent prihvata SNMP zahteve na UDP portu 161 i šalje asinhrona obaveštenja (trapove) na UDP port 162. Na taj način menadžer unapred zna koje portove da koristi za komunikaciju sa agentom.

Proširenje sistema je prikazano u desnom delu Slike 1. Na upravljanoj uređaju se izvršava program koji SQL upite prevodi u SNMP zahteve, i na osnovu SNMP odgovora formira SQL odgovor. Sa stanovišta menadžera ovaj program se ponaša kao SQL server, sa bazom podataka koja predstavlja preslikane SNMP tabele i pojedinačne objekte upravljanja. SNMP objekti upravljanja koji nisu uključeni u neku od konceptualnih tabela grupišu se na odgovarajući način u posebne tabele SQL servera koje imaju samo jednu vrstu.

Može se primetiti da SQL upiti mogu zameniti SNMP zahteve za očitavanje i modifikaciju objekata upravljanja, ali i da SQL ne podržava asinhrona obaveštenja, što znači da je potrebno i dalje koristiti SNMP trapove. Ovakva organizacija nije nepoznata u praksi. Većina SQL servera koristi upravo SNMP trapove za slanje asinhronih obaveštenja o važnim promenama stanja sistema.

Sistem na Slici 1 ispunjava postavljeno ograničenje koje se odnosi na zabranu modifikacije postojećeg SNMP agenta. Drugo postavljeno ograničenje zahteva da SQL server bude nezavisan od konkretnog tipa uređaja. Ovo ograničenje je moguće zadovoljiti zahvaljujući činjenici da SNMP standard definiše način formalnog opisa strukture objekata upravljanja na uređaju.



Slika 1: Organizacija sistema

Za formalni opis strukture objekata upravljanja na uređaju SNMP standard predviđa korišćenje podskupa ASN.1 notacije. Ovako formirani opisi sadrže informacije o objektima upravljanja raspoloživim na uređaju, njihovim identifikatorima, sintaksi i organizaciji. Pored tih informacija, ASN.1 opisi sadrže i tekstualni opis namene i funkcionalnosti objekta upravljanja koji je formiran u govornom jeziku i namenjen prvenstveno ljudima koji održavaju sistem.

Formalni opis u ASN.1 notaciji je moguće računarski parsirati i na osnovu njega izvući informacije o strukturi objekata upravljanja na sistemu. Ova funkcionalnost je ključna za portabilnost SQL servera na uređaju, koji na osnovu ASN.1 opisa može izvući informacije potrebne za translaciju između SQL-a i SNMP-a.

Po generisanju konfiguracionih informacija SQL server može odgovarati na SQL upite. Za razliku od klasičnih SQL servera, SQL server prikazan na Slici 1 ne raspolaže u svakom trenutku kompletnim sadržajem tabela

koje čine relaciju bazu podataka. Posle prijema i analize SQL zahteva, SQL server na uređaju očitava potrebne podatke sa SNMP agenta. Tako dobijeni podaci se koriste za formiranje odgovora na SQL upit.

Očitavanje podataka sa SNMP agenta je oblast funkcionalnosti u kojoj je moguće izvršiti određene optimizacije i time smanjiti opterećenje procesora upravljanog uređaja. Detaljno razmatranje interakcije SQL servera i SNMP agenta prevazilazi okvire ovog rada.

3 PERFORMANSE SISTEMA

Pri planiranju funkcija upravljanja koje menadžer treba da izvršava bitna je procena količine podataka koje je potrebno razmeniti između menadžera i agenta. Iako se sistem upravljanja projektuje za scenario najgoreg slučaja, poželjno je imati i kvalitativnu i kvantitativnu procenu odziva sistema u različitim situacijama. Jedan od načina za dobijanje takve procene je korišćenje matematičkog aparata verovatnoće. U cilju prikaza ove procene u nastavku će biti razmotrano nekoliko ilustrativnih rezultata matematičke analize.

Formule (1) i (2) predstavljaju srednje vrednosti broja bajtova potrebnih za očitavanje podataka iz jedne tabele sa n_C kolona korišćenjem SNMP-a odnosno SQL-a. Formula (3) predstavlja srednju vrednost uštede koja se postiže korišćenjem SQL upita. U formulama (1)-(3) nisu uračunati bajtovi koji predstavljaju zaglavlja paketa.

$$E[S^{SNMP}] = E[N_V^{SNMP}] \cdot \sum_{i=1}^{n_C} E[T^{TIP(i)}] + \quad (1)$$

$$E[N_V^{SNMP}] \cdot n_C \cdot (E[T^{SQ}] + E[T^{OID}])$$

$$E[S^{SQL}] = E[N_V^{SQL}] \cdot \sum_{i=1}^{n_C} (E[T^{TIP(i)}] - 1) \quad (2)$$

$$E[D] = E[S^{SNMP}] - E[S^{SQL}] =$$

$$E[N_V^{SQL}] \cdot n_C \cdot (E[T^{SQ}] + E[T^{OID}] + 1) + \quad (3)$$

$$(E[N_V^{SNMP}] - E[N_V^{SQL}]) \cdot \left(\sum_{i=1}^{n_C} E[T^{TIP(i)}] + n_C \cdot (E[T^{SQ}] + E[T^{OID}]) \right)$$

Formule (1)-(3) pružaju uvid u faktore koji utiču na količinu očitavanja.

Slučajne promenljive koje utiču na broj prenetih bajtova su:

N_V^{SNMP} i N_V^{SQL} – broj vrsta koje se očitavaju korišćenjem SNMP-a, odnosno SQL-a. Ovaj broj se razlikuje zato što selektivni upiti omogućavaju da se u SQL odgovorima prenose samo vrste koje zadovoljavaju postavljene uslove.

T^{SQ} , T^{OID} i T^{TIP} – broj bajtova potrebnih za kodovanje zaglavlja ASN.1 sekvence, SNMP identifikatora objekta i vrednosti objekta tipa TIP.

Formula (3) daje srednju vrednost uštede u broju prenesenih bajtova pri korišćenju SQL upita za pretraživanje SNMP tabela. Prvi faktor u formuli (3) posledica je uštede zbog razlike u načinu kodovanja

odgovora: u SNMP odgovorima uz svaku vrednost prenose se i identifikator ASN.1 sekvence (T^{SQ} bajtova), identifikator objekta (T^{OID} bajtova) i tip objekta (1 bajt). Ovi elementi se u SQL odgovorima ne prenose.

Drugi faktor u formuli (3) predstavlja uštedu u broju prenesenih bajtova koja je posledica selektivnih upita. Pošto SQL ima podršku za selektivne upite N_V^{SNMP} - N_V^{SQL} vrsta neće biti prenošeno od uređaja do menadžera.

Tabela 1 predstavlja izmerenu srednju vrednost i varijansu slučajnih promenljivih T^{SQ} , T^{OID} i T^{TIP} , koje predstavljaju broj bajtova potrebnih za kodovanje pojedinih SNMP tipova podataka.

Tip	Srednja vrednost	Varijansa
Integer32	3.72	0.32
OCTET	9.16	88.37
STRING		
OBJECT IDENTIFIER	25.30	78.38
Counter32	3.36	0.48
IpAddress	6	0
Gauge32	3.80	1.47
TimeTicks	5.67	0.87
NULL	2	0
SEQUENCE*	2.03	0.06

* uzeti su u obzir samo bajtovi koji čine tip i dužinu sekvence. Sadržaj sekvence je uračunat kroz dužine elemenata sekvence.

Tabela 1: Parametri raspodele broja bajtova potrebnih za kodovanje pojedinih SNMP tipova podataka

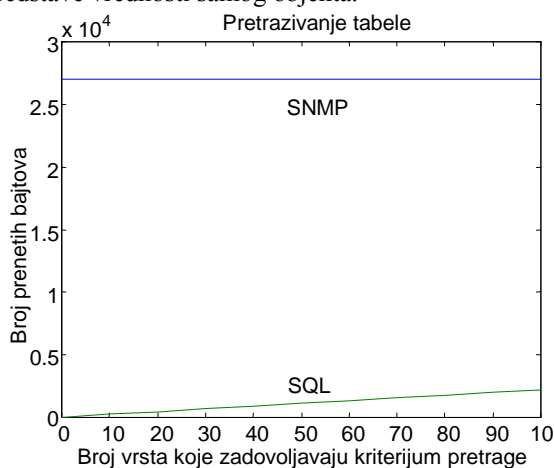
Merenje vrednosti prikazanih u Tabeli 1 obavljeno je očitavanjem parametara sa više različitih uređaja koji imaju podršku za SNMP upravljanje, sa ciljem dobijanja opšteg uvida u ponašanje posmatranih slučajnih promenljivih. Može se primetiti da tipovi string i identifikator objekta imaju relativno velike varijanse. Vrednost objekta tipa string varira od praznog stringa do predefinisane maksimalne vrednosti, što rezultira u relativno velikoj vrednosti varijanse.

Identifikator objekta sastoji se od indentifikatora tipa i identifikatora instance. Identifikator tipa ima predefinisanu vrednost koja je fiksna za određenu kolonu tabele. Identifikator instance sastoji se od vrednosti indeksa tabele. U slučaju indeksa tipa stringa, dužina različitih identifikatora može uzimati vrednosti iz širokog opsega. Zbog navedenih razloga pri proceni koja se odnosi na konkretnu tabelu, potrebno je koristiti srednju vrednost i varijansu koja se odnosi na identifikatore objekata iz posmatrane tabele. Ostali tipovi navedeni u Tabeli 1 imaju dužine ograničene u uskom opsegu i relativno male varijanse.

Na Slici 2 prikazan je broj bajtova potreban za kodovanje elemenata tabele koji se u toku pretrage prenose od uređaja ka menadžeru. Na grafiku su prikazane srednje vrednosti broja prenesenih bajtova, izračunate na osnovu

formula (1)-(3). Na osnovu zaključaka vezanih za rezultate prikazane u Tabeli 1, srednja vrednost i varijansa identifikatora objekata računati su za konkretnu tabelu, koja sadrži tri kolone celobrojnog tipa i šest kolona koje sadrže brojače. Na taj način je ograničena varijansa dužine identifikatora objekata. Kao posledica toga varijansa ukupnog broja prenesenih bajtova takođe je relativno mala.

Abscisa predstavlja broj vrsta tabele koje zadovoljavaju uslov pretrage. Ovaj broj se kreće između 0 i 100. Broj bajtova u SQL odgovoru raste sa brojem vrsta koje zadovoljavaju kriterijum pretrage. Međutim, čak i kada se u SQL odgovoru prenosi svih 100 vrsta, broj prenesenih bajtova je značajno manji nego u slučaju SNMP očitavanja. Ovaj rezultat je posledica činjenice da je binarna predstava SNMP identifikatora objekta znatno duža od binarne predstave vrednosti samog objekta.



Slika 2: Pretraživanje tabele

U opštem slučaju, za proveru kriterijuma pretrage potrebno je očitati kompletnu SNMP tabelu, pa broj prenetih bajtova u slučaju korišćenja SNMP protokola ne zavisi od broja vrsta tabele koje zadovoljavaju kriterijum pretrage.

Vreme potrebno za prenos određenog broja bajtova od uređaja do menadžera zavisi od kapaciteta i zauzetosti prenosnih puteva, kao i od broja deonica preko kojih se vrši prenos. U slučaju primene SQL-a, u toku pretraživanja upit se prenosi od menadžera do uređaja. Zatim se od uređaja do menadžera prenosi odgovor na upit koji predstavlja rezultat pretrage.

Ako se koristi SNMP protokol, moguće su situacije kada nije moguće preneti kompletnu tabelu korišćenjem jednog zahteva. U tim situacijama posle prvog odgovora potrebno je poslati sledeći zahtev itd. Ovakvi uzastopni upiti dodatno produžuju trajanje pretrage zbog čekanja na odgovor pre formiranja sledećeg zahteva. Takođe, svaki upit

i odgovor imaju svoja zaglavlja koja povećavaju broj prenesenih bajtova.

4 ZAKLJUČAK

Prikazani rezultati ukazuju da korišćenje SQL upita za pristup SNMP tabelama omogućava značajno ubrzanje funkcija upravljanja. Na taj način poboljšane su karakteristike SNMP sistema upravljanja korišćenjem široko rasprostranjene i pristupačne tehnologije.

Sa stanovišta menadžera, postojeći sistem u potpunosti zadržava postojeću funkcionalnost. Novu funkcionalnost koja obuhvata SQL upite prema uređaju moguće je podržati korišćenjem postojećih rešenja i alata.

Sa stanovišta softvera na upravljanoj uređaju izmene su takođe minimalne. Potrebno je dodati program koji je nezavisan od konkretnog tipa uređaja i učitati u njega podatke o prisutnim SNMP objektima upravljanja.

LITERATURA

- [1] RFC1155, RFC1157, RFC1212 – osnovne preporuke za SNMPv1
- [2] RFC3416, RFC3417, RFC3418 – osnovne preporuke za SNMPv2
- [3] RFC3411, RFC3412, RFC3413, RFC3414, RFC3415 – osnovne preporuke za SNMPv3
- [4] E.F. Codd. "A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks" CACM 13, 6 (June 1970) pages 377-387.
- [5] W. Yeong. SNMP Query Language. Technical Report 90-03-31-1, Performance Systems International, March 1990.
- [6] OTS622 IRITEL Tehnička dokumentacija
- [7] P. Knežević, N. Radivojević, G. Petrović. „Principi SNMP upravljanja u SDH optičkom digitalnom sistemu ODS622 IRITEL”, TELFOR 2004.

Abstract – Browsing SNMP tables using device-side SQL queries result in considerable reduction of traffic between managed device and manager. This feature is important when management packets are transmitted through limited capacity channels.

SQL support relies on existing SNMP functionality. It is independent of managed device type, and requires only definitions of supported managed objects.

EFFICIENT BROWSING OF LARGE SNMP TABLES USING DEVICE-SIDE SQL QUERIES

Petar Knežević, Ninko Radivojević, Grozdan Petrović