

POVEZIVANJE KLIJENTSKIH APLIKACIJA SA REDUNDANTNIM SERVERIMA ZA PRISTUP VELIČINAMA

Darko Čapko, Srđan Vukmirović
Fakultet tehničkih nauka u Novom Sadu

Sadržaj – Distribuirani upravljački sistemi (SCADA sistemi) sve češće sadrže DA servere koji posreduju u razmeni podataka između klijenata i upravljačkih uređaja. Da bi se povećala pouzdanost, u sistem se uvode rezervna SCADA i rezervni DA server koji se aktiviraju u slučaju otkaza odgovarajućih primarnih servera. Klijentske aplikacije bi, u tom slučaju, nastavile svoju aktivnost komunicirajući sa novim primarnim DA serverom. Ideja je da klijenti ne komuniciraju sa DA serverom direktno, već preko dodatne komponente - DARB-a. Uloga DARB-a je da prati ponašanje servera u sistemu i posreduje u komunikaciji između klijenta i primarnog DA servera. U radu je predstavljena DARB komponenta.

1. UVOD

Razvojem savremenih DCS (*Distributed Control System*) ili SCADA sistema javila se potreba da DA (*Data Access*) serveri postanu njihov integralni deo. Izvori podataka za DA servere su, najčešće, PLC/RTU-ovi ili drugi SCADA sistemi. Uvođenje DA servera u sistem omogućilo je unificiranje pristupa ovim uređajima, pa su u skladu sa tim uvedeni brojni standardi za DA servere od kojih su najpoznatiji OPC i DAIS. OPC standard omogućuje pristup DA serveru preko propisanih COM interfejsa[1], pri čemu se OPC klijenti i serveri nalaze u Windows okruženju. DAIS, sa druge strane, propisuje CORBA interfejse[2], čime je omogućen rad klijenta i servera i pod Windows-om i u UNIX okruženju.

U cilju povećanja pouzdanosti sistema uvodi se hardverska i softverska redundancija. Hardverska redundancija podrazumeva udvajanje računara i mrežnih (komunikacionih) puteva. Softverska redundancija podrazumeva da u sistemu postoje dve SCADA-e i dva DA servera: primarni i rezervni.

Klijenti pristupaju DA serverima i na osnovu komunikacije dobijaju informacije o sistemu. DA serveri su kreirani u skladu sa postojećim standardima, ali se ne oslanjaju, u potpunosti, ni na jedan od njih. U okviru razmatranog sistema podrazumeva se da DA serveri samostalno vrše *failover*. Klijenti moraju komunicirati sa oba servera i očitavanjem statusa servera mogu saznati koji je od servera primarni, a koji rezervni.

U radu je opisana komponenta koja se nalazi sa klijentske strane i omogućuje klijentima povezivanje sa DA serverima. Ova komponenta je nazvana DARB (*Data Access Redundancy Broker*)[3]. Njegova namena je da omogući klijentima komunikaciju sa primarnim DA serverom. Ukoliko serveri promene svoje statuse u sistemu (desi se *failover*) DARB se prebacuje na novi primarni server i nastavlja komunikaciju sa njim. Ovim je pojednostavljena implementacija klijenta jer se potrebne aktivnosti u slučaju *failover*-a prebacuju sa klijenta na DARB. Dodatna prednost korišćenja DARB-a je povezivanje klijenta koji radi pod Windows operativnim sistemom (COM klijent) sa DA serverom pod UNIX-om (CORBA server).

2. ARHITEKTURA SISTEMA SA UDVAJANJEM DA SERVERA VELIČINA

Klijenti razmenjuju informacije sa aktivnim primarnim DA serverom. Kada klijent ustanovi da primarni DA server nije aktivan (npr. dođe do prekida u komunikacijama sa server mašinom, "padne" server mašina i sl.) on se automatski prebacuje na rezervni server, kojeg tretira kao primarni. Nakon toga, kada raniji primarni server postane dostupan – aktivan, on dobija ulogu rezervnog servera u sistemu i obaveštava klijente o tome. Klijenti ne komuniciraju direktno sa DA serverima, već preko DARB komponente. Svaki klijent kreira svoju DARB komponentu na klijentskoj strani (mašini).

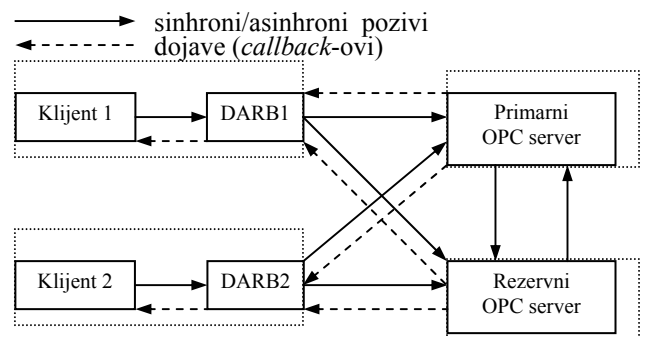
DARB komponenta ima dvostruku ulogu u DCS sistemima: serversku i klijentsku. DARB je server za klijentske aplikacije koje preko njega pristupaju podacima u DA serveru. S druge strane, DARB je klijent DA serverima, pri čemu za stvarnog klijenta ostaje skriveno postojanje DA servera u sistemu.

Osnovni zadatak DARB komponente je da obezbedi razmenu podataka između klijenta i primarnog DA servera. S obzirom na ovakav način pristupa, klijenti nisu svesni postojanja vruće rezerve u sistemu.

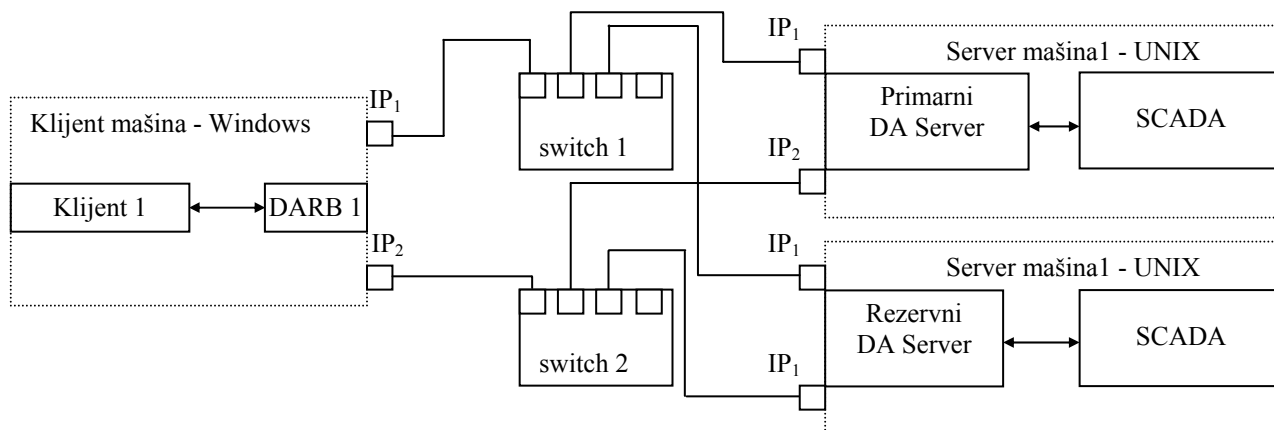
Pored toga, DARB ima sledeće funkcije[4]:

- proverava stanje primarnog DA servera i ako je on aktivan – RUNNING, prosleđuje mu klijentske zahteve;
- ako primarni server nije aktivan, DARB počinje komunikaciju sa rezervnim serverom, kojeg tretira kao primarni;
- preuzima i čuva interfejse primarnog i rezervnog DA servera;
- u slučaju *failover*-a, omogućuje slanje ranije postavljene klijentske zahteve ka novom primarnom DA serveru;
- ukoliko klijent zahteva informacije o stanjima servera u sistemu, DARB ga obaveštava o tome.

Mesto DARB komponente u sistemu je prikazano na slici 1.



Slika 1. Mesto DARB komponente u sistemu



Slika 2. Konfiguracija posmatranog sistema

Komunikacija između komponenti u sistemu može biti sinhrona i asinhrona. Sinhrono zahteve DARB prosleđuje DA serveru, a rezultate dobijenih operacija šalje klijentu. Kada klijenti pošalju DARB-u zahteve za asinhronim operacijama, a on ih prosleđuje primarnom DA serveru. Ukoliko je neka veličina promenjena, DA server prosleđuje DARB-u informaciju o tome, a ovaj obavestava klijenta o nastalim promenama.

Pored softverske, uvedena je i hardverska redundancija. Sistem je konfigurisan na sledeći način:

- postoje dve mreže u sistemu;
- svi računari (klijentske i serverske mašine) se nalaze na dvema mrežama – imaju dve IP adrese;
- komunikacija između komponenti u sistemu se odvija ili preko jedne ili druge mreže.

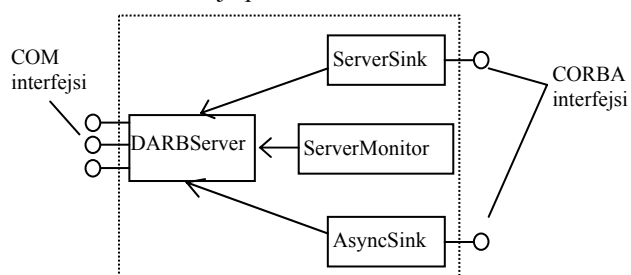
Konfiguracija posmatranog sistema je prikazana na slici 2.

Prema tome, kada na primer, primarni server svoju konekciju na mreži 1, komunikacija između klijenta (DARB-a) i primarnog DA servera se odvija kroz mrežu 2. Ukoliko klijent ne može komunicirati sa primarnim DA serverom ni preko mreže 2, on se prebacuje na rezervni server i tretira ga kao primarni.

DA server postavlja svoje stanje u skladu sa stanjem pripadajuće SCADA-e. Kada SCADA promeni svoje stanje sa primarnog na rezervno i odgovarajući primarni DA server menja stanje u rezervno.

3. ARHITEKTURA DARB KOMPONENTE

DARB komponenta se sadrži sledeće objekte: DARBServer, ServerSink, AsyncSink and ServerMonitor. Arhitektura DARB-a je prikazana na slici 3.



Slika 3. Arhitektura DARB-a

Centralni objekat DARB-a je DARBServer koji ima zadatak da preuzima zahteve od klijenta, obrađuje podatke i šalje zahteve primarnom DA serveru. Nakon toga, primarni

DA server obrađuje dobijene zahteve i šalje DARB-u rezultate izvršenih operacija. Preuzete rezultate DARB obrađuje i prosleđuje klijentu. DARBServer komponenta poseduje COM interfejsa na klijentskoj strani, a pristupa DA serverima preko CORBA interfejsa.

Klijent preko DARBServer-a kreira objekte ServerSink i AsyncSink koji su zaduženi za preuzimanje asinhronih dojava. Ukoliko je neka veličina promenjena na DA serveru, on šalje dojavu AsyncSink objektu, a DARBServer prosleđuje klijentu informaciju o promenama date veličine. DA server, uz to, u trenutku kada se "spušta" šalje dojavu (zahtev) za "spuštanjem" ServerSink objektu, pa ako rezervni server nije postao primarni, svaki DARBServer šalje klijentu zahtev za "spuštanjem".

ServerMonitor je objekat u DARB-u koji proverava stanja primarnog i rezervnog DA servera u sistemu. Ako stanje primarnog servera nije korektno (nije RUNNING), ServerMonitor proverava stanje rezervnog servera. Ako je rezervni server aktivan (RUNNING), DARB ga proglašava primarnim, u suprotnom šalje klijentu zahtev za "spuštanjem".

4. IMPLEMENTACIJA

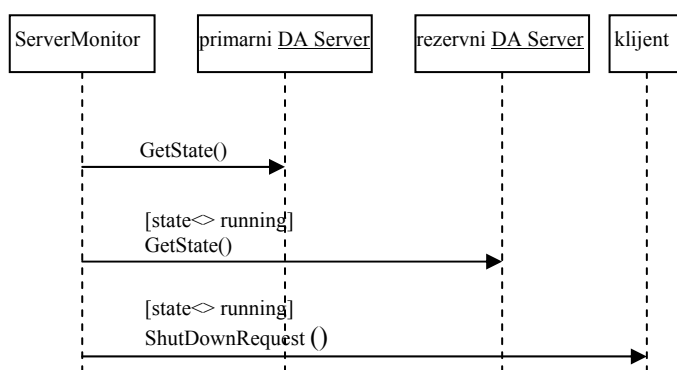
DARB je komponenta koja posreduje u razmeni informacija između klijenta i primarnog DA servera i kontroliše njihov tok. On pristupa DA serverima preko omniORB-a (Object Request Broker)[5] koji se oslanja na CORBA 2.6 specifikaciju. DARB radi na mašini pod Windows operativnim sistemom i preko omniORB-a se povezuje sa DA serverima koji rade u UNIX okruženju. Sa druge strane, klijenti se nalaze na istoj mašini sa DARB-om i povezuju se na DARB preko COM interfejsa. DARB je dll komponenta koja radi sve dok je klijent aktivan.

Implementacija DARB-a će biti ilustrovana kroz neke karakteristične aktivnosti pojedinih objekata.

Na slici 4. je prikazan dijagram interakcija rada ServerMonitor objekta.

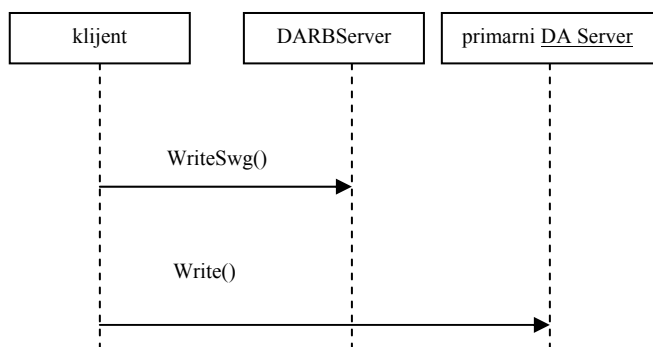
ServerMonitor poziva *GetState* metod na primarnom DA serveru i ako dobijeno stanje nije RUNNING, ServerMonitor proverava stanje rezervnog servera. U slučaju da se, preko mreže 1 (IP1), izgubi veza sa mašinom na kojoj je primarni server, ServerMonitor ponavlja poziv preko mreže 2 (IP2). Ukoliko ServerMonitor ne može da dobije stanje primarnog servera ni kroz drugu mrežu, on ponavlja poziv *GetState* na rezervnom serveru (ako je potrebno i kroz obe mreže) i ako

dobijeno stanje nije RUNNING, ServerMonitor šalje klijentu zahtev za spuštanjem (*ShutDownRequest*).



Slika 4. Dijagram interakcija rada ServerMonitor objekta

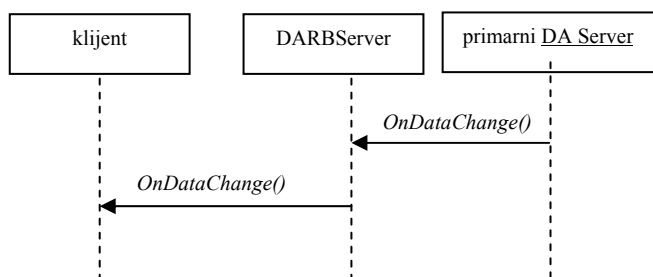
Slično, kada klijent pošalje zahtev za upisom, npr. WriteSwg (promena vrednosti određenog prekidača), DARB taj zahtev prosleđuje DA serveru. Kada DA server obradi dobijeni zahtev, šalje rezultate operacije DARB-u koji ove rezultate prosleđuje klijentu. Dijagram interakcija metode upisa je prikazan na slici 5.



Slika 5. Dijagram interakcija metoda upisa WriteSwg

Ukoliko se neka veličina promenila klijenti se o tome informišu preko mehanizma dojava (*callback*). DA Server dobija informaciju o promenama neke veličine i šalje tu informaciju AsyncSink objektu, koji preko DARBServer-a prosleđuje klijentu informacije o promenama određene veličine (*OnDataChange*). Na slici 6. je prikazan dijagram interakcija *OnDataChange* metode.

Klijent mašina takođe sadrži dve IP adrese i DA server šalje dojave preko raspoložive mreže. U toku rada DARB prosleđuje klijentu informaciju o stanju servera u sistemu.



Slika 6. Dijagram interakcija *OnDataChange* metode

5. ZAKLJUČAK

Imajući u vidu potrebu za povećanjem pouzdanosti distribuiranih upravljačkih sistema, razmatrani su osetljivi

delovi sistema i mogućnosti poboljšanja njihovog rada. Analizirani su sistemi sa udvojenim SCADA-ma: primarnom i rezervnom, koje dozvoljavaju pristupe klijentima u zavisnosti od ovlašćenja koja su pojedinim klijentima dodeljena. U ovakvim sistemima osetljive tačke sa aspekta pouzdanosti su DA serveri, čijim otkazivanjem bi se dovelo u pitanje funkcionisanje celog sistema. Zbog toga se javila potreba za udvajanjem DA servera, tj. postojanjem rezervnog servera koji bi u slučaju otkaza primarnog preuzeo njegovu ulogu u sistemu. Svaki DA server je povezan sa jednom SCADA-om i preuzima od nje svoje stanje (primarni DA server je povezan sa primarnom SCADA-om).

Na klijentskoj strani se nalazi DARB komponenta koja prati aktivnosti primarnog i rezervnog DA servera. Ona implementira COM interfejsa i predstavlja posrednika u komunikaciji između klijenta i primarnog DA servera. Zadatak ove komponente je proveravanje statusa DA servera i preuzimanje klijentskih zahteva. Pored toga, DARB je klijent za DA server, jer prosleđuje (preko CORBA interfejsa) dobijene zahteve DA serveru. Kada primarni server obradi dobijene zadatke, rezultate šalje DARB-u, a ovaj ih prosleđuje klijentu.

Upotrebom DARB-a je klijentska aplikacija rasterećena dodatnih aktivnosti vezanih za praćenje aktivnosti komponenti u sistemu, čime je, pored povećanja pouzdanosti, povećana i brzina rada sistema.

LITERATURA

- [1.] Dale E. Rogerson, *Inside COM*, Microsoft Press, Redmond, 1997.
- [2.] "Common Object Request Broker Architecture (CORBA) 2.6", OMG specification, <http://www.omg.org/>
- [3.] *OPC Redundancy Broker, Users' Manual, Version 1.1*, Matricon, February 2001.
- [4.] Darko Čapko, Aleksandar Erdeljan, *Hot backup of OPC Data Access Server*, XLVII ETRAN, 2003.
- [5.] omniORB (version 4.0.5) documentation, <http://omniorb.sourceforge.net/>

Abstract – SCADA systems often includes Data Access Server that mediates in communication between clients and devices. In order to improve reliability, the system is extended with one more (backup) server machine, which enables redundancy of the DA Server. Thus, there are two DA servers in the system, primary and backup. Clients application will be continue activity in communication with the new primary DA Server. The point is that clients don't communicate with DA Server directly than through an additive component – DARB. Role of the DARB is accompaniment DA Server status in the system and mediates in communication between clients and DA servers. This paper describes DARB component.

THE CONNECTION CLIENT APPLICATIONS WITH REDUNDANT DATA ACCESS SERVERS

Darko Čapko, Srđan Vukmirović