

SOFTVERSKO REŠENJE ZA POVEZIVANJE MERNE OPREME I SAVREMENIH SOFTVERSKIH ALATA

MIDDLEWARE FOR DATA ACQUISITION EQUIPMENT AND MODERN SOFTWARE TOOLS

Vladimir Ćirić¹, Oliver Vojinović¹, Aleksandar Krstić², Aleksandar Vučetić¹

¹Elektronski fakultet, Univerzitet u Nišu,

²P.D. ED Jugoistok d.o.o. Niš,
email: vciric@elfak.ni.ac.yu

Sadržaj – U industrijskim sistemima, hardver za akviziciju podataka se menja i modifikuje znatno ređe od softvera za obradu podataka. Svaka modifikacija i izrada novog softvera produžuje upotrební vek mernoj, u većini slučajeva skupoj opremi, s tim da podrazumeva detaljno poznavanje formata podataka uređaja koji vrši akviziciju. Cilj ovog rada je projektovanje modela softverskog alata za transformaciju podataka dobijenih akvizicijom u format prepoznatljiv savremenim softverskim sredstvima za slućajeve kada formati i protokoli merne opreme nisu dostupni projektantima softvera. U radu je detaljno prikazan model rešenja. Predloženi model je realizovan u vidu aplikacije za preuzimanje podataka sa uređaja "KUMER-3", koji se koriste za praćenje opterećenja u trafo stanicama. Implementacija modela izvedena je u okviru projekta SIMEPS.

Abstract – Data acquisition hardware, used in industrial systems, is not changed or replaced frequently. Each upgrade, or software replacement, is done to increase the usability of, in most cases expensive, measurement equipment, and requires a software developers to know the acquisition protocols and data formats of the equipment. The goal of this paper is development of middleware model for transformation of acquired data, without previous knowledge of protocols and data formats of the equipment, into the format that can be used by modern software tools. The model is presented in detail. Proposed model is implemented as software tool for "KUMER-3" data acquisition, which are used for monitoring of power demands in power systems. Model implementation is carried out within the frame of SIMEPS project.

1. UVOD

Zahtevi koji se stavljaju pred današnje sisteme za merenje i praćenje procesa u industriji su sve veći i složeniji. Od softvera za obradu podataka očekuje se da, pored jednostavnog prikaza izmerenih vrednosti, vrše i sistematizaciju i sve složeniju obradu podataka. Jedan od trendova u razvoju sistema za praćenje procesa u industriji je korišćenje podataka,

dobijenih merenjem, za predviđanje ponašanja sistema u različitim okolnostima [1], [2].

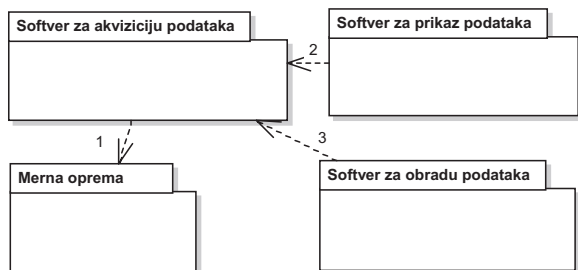
U elektrodistributivnim sistemima, prognoza potrošnje električne energije je veoma bitna za planiranje i efikasnu eksploataciju elektroenergetskog sistema, pa upravo zbog toga, ova tema već duži vremenski period zaokuplja interesovanje stručne javnosti. Elektroenergetska industrija se oslanja kako na kratkoročne prognoze, koje sežu nekoliko minuta, sati ili dana u budućnost, tako i na dugoročne prognoze kojima se predviđa potrošnja električne energije za nekoliko godina ili nekoliko desetina godina unapred [1].

Sistemi za akviziciju i obradu podataka uključuju mernu opremu kao izvor podataka, softver za prikupljanje (akviziciju) podataka i softver koji vrši obradu podataka dobijenih akvizicijom. Zahtevi koji se odnose na obradu podataka locirani su isključivo u softveru za obradu, i predstavljaju deo sistema koji je najpodložniji promenama. Naćini prognoze potrošnje električne energije u elektrodistributivnim sistemima evoluirali su tokom vremena [2], [3], ali se uvek oslanjaju na grupu parametara potrošnje dobijenu merenjem [4].

Merna oprema je u većini slučajeva skupa oprema koja se retko menja i dograđuje. Svaka modifikacija i izrada novog softvera za obradu podataka produžuje upotrební vek mernoj opremi, s tim da podrazumeva detaljno poznavanje protokola i formata podataka uređaja koji vrši akviziciju. Cilj ovog rada je projektovanje modela softverskog alata za transformaciju podataka dobijenih akvizicijom u format prepoznatljiv savremenim softverskim alatima za slućajeve kada formati i protokoli merne opreme nisu dostupni projektantima softvera. U radu će detaljno biti prikazan model rešenja. Analiza performansi će biti izvršena na primeru realizacije softvera za transformaciju podataka dobijenih sa mernih uređaja "KUMER-3", koji se koriste za praćenje opterećenja u trafo stanicama. Predloženi model je realizovan u vidu aplikacije za preuzimanje podataka sa uređaja "KUMER-3", i u upotrebi je u ED Niš.

2. MODEL SISTEMA ZA AKVIZICIJU I OBRADU PODATAKA

Uopšteni UML model koji prikazuje celine sistema za akviziciju i obradu podataka, u pogledu zavisnosti celina po podacima, prikazan je na slici 1. Sistem za akviziciju i obradu podataka se, u opštem slučaju, sastoji od četiri celine. Softver za akviziciju podataka, koji se postavlja u direktnu vezu sa mernom opremom (slika 1), prikuplja podatke, kodira ih u određeni format i prosleđuje softveru za prikaz podataka, ili snima na disk računara, odakle se vrši dalja obrada. Proces prikupljanja podataka sa merne opreme prikazan je isprekidanom linijom, označenom brojem 1, na slici 1. Isprekidanim linijama označenim brojevima 2 i 3 na slici 1 prikazani su proces prikaza podataka i proces snimanja podataka na disk računara, respektivno.



Slika 1. Uopšteni UML model sistema za akviziciju i obradu podataka

Softver za akviziciju, s obzirom da predstavlja specijalno izrađeni softver za konkretni mereni uređaj, poznaje protokole mernog uređaja i vrši prosleđivanje podataka alatu za prikaz, ili vrši snimanje podataka na disk računara (slika 1). Kako je merna oprema skup i retko promenljiv deo sistema, čest je slučaj da je softver za akviziciju, koji je, uslovno rečeno, sastavni deo merne opreme i uglavnom se isporučuje zajedno sa mernom opremom, zastarela aplikacija sa specifičnim načinom kodiranja podataka. Ovakve aplikacije za akviziciju uglavnom su podržane softverom za prikaz podataka (slika 1). Izgled softvera za prikaz podataka dobijenih akvizicijom sa mernih uređaja "KUMER-3", koji služe za merenje opterećenja u trafo stanicama, prikazan je na slici 2.

MTS 3.1 - Tabela struja i napona											
U11	U12	U13	Isr	I56	I56	I56	Isr	U1	U2	U3	
A	A	A	A	A	A	A	A	U	U	U	
18.08.2006.	-	0	petak	66	50	89	68	231	233	231	11:00
0	0	0	0	76	57	89	74	231	232	230	11:15
0	0	0	0	76	57	89	74	231	232	230	11:30
18.08.2006.	-	0	petak	69	85	72	75	231	232	230	11:45
0	0	0	0	67	72	71	70	230	231	230	12:00
0	0	0	0	61	72	76	70	230	230	229	12:15
0	0	0	0	79	66	74	73	229	230	229	12:30
0	0	0	0	71	55	60	62	231	232	231	12:45
0	0	0	0	74	58	70	64	232	233	231	13:00
0	0	0	0	71	75	72	72	231	232	231	

Slika 2. Izgled programa MTS 3.1 za akviziciju i prikaz podataka za merne ređaje "KUMER-3"

Softver za prikaz podataka, prikazan na slici 2, je soft-

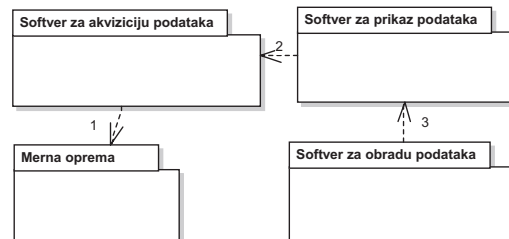
ver koji radi u *Microsoft* DOS okruženju. Ovaj softver, odnosno, ova klasa softvera za prikaz podataka dobijenih akvizicijom, nudi mogućnost tabelarnog prikaza i štampanja podataka.

U cilju projektovanja softvera za obradu podataka specifične namene koji bi omogućio dalju obradu, neophodno je poznavati formate zapisa softvera za akviziciju (slika 1). U slučaju zastarelih aplikacija, kao što je aplikacija sa slike 2, postoji mogućnost da dokumentacija sa opisom formata i protokola ne postoji, ili nije dostupna projektantima softvera za obradu podataka. U tom slučaju je skupa merna oprema neupotrebljiva, tj. značajno se skraćuje vek opremi. U narednom poglavlju su diskutovana moguća rešenja ovog problema i dat je model softvera za transformaciju podataka, koji transformiše podatke sa unapred nepoznatim formatom u neki od standardnih formata zapisa.

3. MODEL SOFTVERA ZA TRANSFORMACIJU PODATAKA

Jedno od mogućih rešenja za ostvarivanje veze između akvizicije i obrade podataka (slika 1) je "ručno prepisivanje" podataka sa odštampanih listinga. Međutim, obim podataka može biti izuzetno veliki, pa ovakvo rešenje očigledno nije dobro što po pogledu ljudskih resursa koje je potrebno uposliti, što zbog velike verovatnoće pojave greške pri unosu podataka. Drugo rešenje je utrošiti, u najboljem slučaju, par projektant-meseci i "otkriti" način na koji merna oprema kodira podatke, prepoznati protokole i projektovati novi, savremeni softver za akviziciju, koji ima mogućnost snimanja podataka u neki od standardnih formata.

Međutim, rešenje je moguće naći na jednostavniji način, sa minimalnim utroškom ljudskih resursa, imajući u vidu specifičnosti DOS aplikacija. Na slici 3 prikazan je model alternativnog rešenja, koji predstavlja kompromis prethodno pomenutih rešenja.



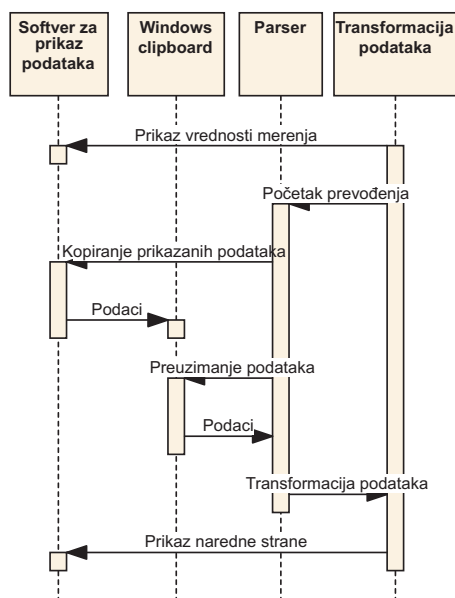
Slika 3. Modifikovani UML model sistema za akviziciju i obradu podataka

Model sa slike 3 koristi tekstualnu prirodu ispisa rezultata merenja u okviru DOS aplikacija, i simulira "ručno prepisivanje" podataka sa ekrana, čime se postiže transformacija podataka u standardni format, na način prikazan na slici 4.

Aplikacije koje rade u *Microsoft* DOS okruženju imaju

standardan prikaz u vidu matrice ASCII karaktera veličine 80x25. Tabelarni prikaz (slika 2) se kod DOS aplikacija postiže poravnavanjem vrsta i kolona i umetanjem specijalnih karaktera '-', '=' i '|'.

UML model sekvence transformacije prikazanih podataka dat je na slici 4. Model sa slike 4 čine četiri objekta. Transformacija počinje tako što objekat za transformaciju podataka pokreće softver za prikaz podataka dobijenih akvizicijom (slika 3), koji su sačuvani na disku računara. Podaci se prikazuju u okviru prozora DOS aplikacije (slika 2). Objekat za transformaciju podataka, inicijalizuje parser, koji korišćenjem *Windows API* poziva, signalizira aplikaciji za prikaz da kopira prikazane podatke (slika 2) na klipbord operativnog sistema.



Slika 4. UML model procesa transformacije podataka

Kada podaci iz softvera za prikaz postanu dostupni na klipbordu operativnog sistema, parser objekat preuzima podatke u vidu matrice karaktera veličine 80x25 (slika 4). Matrica karakter podataka se zatim parsira, pronalazi se zaglavlje tabele i formira struktura podataka na osnovu dobijenog zaglavlja. Zaglavlje tabele je jednostavno pronaći u matrici karaktera imajući u vidu da se zaglavlje nalazi uvek između prve dve linije sa specijalnim simbolima (horizontalne crte, slika 2). Na osnovu zaglavlja, matrica karaktera se parsira dalje i pronalaze se vrednosti, koje se smeštaju u strukturu napravljenu na osnovu zaglavlja. Nakon parsiranja cele matrice, struktura se prosleđuje objektu za transformaciju podataka, koji podatke iz strukture snima u standardni format (XML) i šalje poruku softveru za prikaz podataka da pređe na narednu stranu. Uslov za završetak procesa, zbog nedostatka signalizacije između DOS i *Windows* aplikacija, je potrebno odrediti u zavisnosti od sadržaja matrice karaktera.

Softver koji implementira model sa slike 4 obezbeđuje vezu, označenu brojem 3 na slici 3, čime obezbeđuje

transformaciju podataka u slučaju nepoznatog formata podataka u standardni format. Međutim, UML dijagram modela procesa transformacije podataka sadrži tri diskontinuiteta (slika 4). Ovi diskontinuiteti su posledica prirode *Microsoft* DOS aplikacija i klipborda operativnog sistema. Prvi diskontinuitet u modelu javlja se nakon pokretanja softvera za prikaz od strane objekta za transformaciju podataka, pre signala za iniciranje početka prevođenja (slika 4). Naime, ne postoji mehanizam kojim bi DOS aplikacija povratno signalizirala objektu koji je inicirao pokretanje aplikacije trenutak završetka inicijalizacije. Ovaj diskontinuitet zahteva da objekat koji je inicirao pokretanje aplikacije čeka dovoljno dugo dok se DOS aplikacija ne inicijalizuje. Problem može biti to što na različitim hardverskim platformama inicijalizacija DOS aplikacija ne traje podjednako. Problem čekanja na inicijalizaciju DOS aplikacije moguće je rešiti postavljanjem objekta za transformaciju podataka u stanje čekanja za određeni vremenski period za koji se smatra da će se DOS aplikacija pokrenuti na bilo kom računaru čija je konfiguracija jednaka ili bolja od minimalno propisane za rad softvera.

Drugi diskontinuitet se javlja nakon postavljanja prikazanih podataka na klipbord operativnog sistema. Razlog je nepostojanje mehanizma za signaliziranje postavljanja sadržaja na klipbord operativnog sistema. Treći diskontinuitet je posledica nedovoljno dobre sprege između DOS i *Windows* aplikacija i javlja se nakon signala za prikaz naredne strane koji se upućuje softveru za prikaz (slika 4).

Diskontinuiteti u modelu sa slike 4 mogu se prevazići, kao što je već pomenuto, umetanjem konstantnih vremenskih perioda čekanja, uz napomenu da je u tom slučaju neophodno definisati minimalnu softversku platformu na kojoj će se softver izvršavati. Međutim, bez obzira na navedene nedostatke modela, postoje primene u kojima ovo rešenje značajno produžuje upotrebnii vek mernoj opremi.

4. IMPLEMENTACIJA MODELA U SOFTVERSKOM PAKETU SIMEPS

SIMEPS je aplikacija koja se razvija na Elektronskom fakultetu u Nišu, u okviru projekta TR-6203B, "Simulator potrošnje električne energije u elektroenergetskom sistemu sa dinamičkom dodelom tarifa", koji finansira Ministarstvo za nauku i zaštitu životne sredine. Namena aplikacije SIMEPS je simulacija ponašanja sistema za proizvodnju i distribuciju električne energije i predviđanje opterećenja u različitim tarifnim režimima, čime se omogućava poboljšanje efikasnosti pri proizvodnji, distribuciji i potrošnji električne energije [4].

P.D. ED Jugostok d.o.o. Niš, Elektrodistribucija Niš, Služba Energetike, za potrebe praćenja opterećenja

u trafo stanicama, pored modernih mernih sredstava koristi i merne uređaje "KUMER-3" uz specijalizovani softver za akviziciju podataka MTS 3.1 (slika 2). "KUMER-3" je merni uređaj koji snima krivu opterećenja trafo stanice i poseduje memoriju u kojoj može da zapamti vrednosti merenja u trajanju do 12 dana sa rezolucijom merenja od 5 minuta (3.456 slogova). Da bi se dobila jasna slika, merenja se vrše od 7 do 12 dana. Nakon završetka merenja, merni uređaj se povlači iz trafo stanice u Službu Energetike, gde se vrši akvizicija. Softver za akviziciju (slika 3) preuzima podatke iz mernih uređaja, snima ih u nestandardni format i krajnjem korisniku nudi jedino mogućnost prikaza merenih podataka na ekranu, u tabelarnom obliku. Kako ovaj softver nema mogućnost snimanja podataka u neki od standardnih formata, za potrebe simulatora SIMEPS, javlja se potreba za transformacijom merenih vrednosti.

Simulator SIMEPS izvršava simulaciju nad modelom grupe potrošača koji je formiran, pored ostalog, od podataka dobijenih praćenjem opterećenja u trafo stanicama [4]. Model potrošača koji formira simulator, zbog pomenute prirode merenja, moguće je obnavljati sa periodom ne manjom od 7 dana, što znači da vreme transformacije podataka nije kritično.

Imajući u vidu diskontinuitete sa slike 4, a u cilju omogućavanja izvršenja transformacije na minimalnoj konfiguraciji P1 na 233MHz, eksperimentalno su određene sledeće vrednosti: diskontinuitet prilikom pokretanja DOS aplikacije – 10 sec, diskontinuitet prilikom preuzimanja podataka sa klipborda operativnog sistema – 0.3 sec, diskontinuitet pri promeni strane – 5 sec (slika 4). Vreme potrebno za parsiranje matrice karaktera na min. konfiguraciji je 2 sec. Kako je ukupan broj slogova 3.456, a na jednom ekranu je prikazano 10 slogova, vreme transformacije (T) može se odrediti na sledeći način:

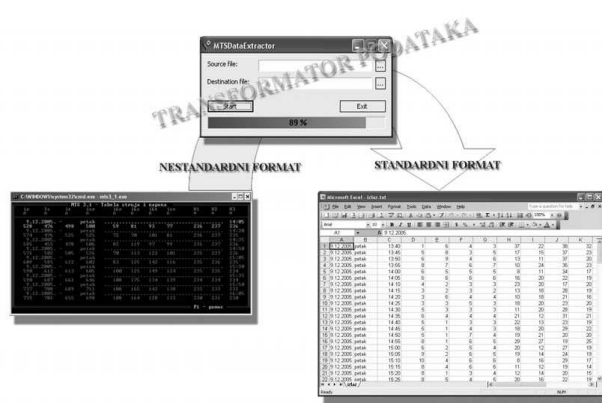
$$T = 10sec + (0.3 + 2 + 5)sec \frac{3456slog.}{10slog./str.} = 42.2min \quad (1)$$

Rezultat (1), imajući u vidu učestalost akvizicije, potvrđuje da je model sa slike 4, bez obzira na diskontinuitete, upotrebljiv za potrebe simulatora SIMEPS.

MTS Data Extractor [5] je softversko rešenje koje implementira model prikazan na slici 4 i transformiše podatke u standardni, XML format, koje predstavlja most između MTS 3.1 i simulatora na način prikazan na slici 3. Ovim je omogućeno arhiviranje i dalja obrada podataka čime je produžen vek skupim mernim uređajima.

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu je predstavljen model softverskog alata za transformaciju podataka dobijenih akvizicijom u



Slika 5. Proces transformacije podataka dobijenih merenjem opterećenja trafo stanica

format prepoznatljiv savremenim softverskim alatima za slučajeve kada formati i protokoli merne opreme nisu dostupni projektantima softvera. U radu je detaljno prikazan model rešenja. Predloženi model je realizovan u vidu aplikacije za preuzimanje podataka sa uređaja "KUMER-3", koji se koriste za praćenje opterećenja u trafo stanicama. Performanse implementacije modela u okviru simulatora SIMEPS su analizirane i prikazane. U industrijskim sistemima, gde se hardver za akviziciju podataka menja i modifikuje znatno ređe od softvera za obradu podataka, predloženi model softvera za transformaciju podataka produžuje upotrebnii vek mernoj, u većini slučajeva skupoj opremi.

LITERATURA

- [1] D. Kolokotsa, K. Kalaitzakis, G. Stavrakakis, *Advanced artificial neural networks for short-term load forecasting*, Proceedings of the EREC Conference on Renewable Energy Sources, Greece, pp. 26–28 May 2003.
- [2] M. Bodil, N. Larsen and N. Runa, *How to quantify household electricity end-use consumption*, Discussion Papers No. 346, Statistics Norway, Research Department, March 2002.
- [3] M. Rasanen, J. Ruusunen and R.P. Hamalainen, *Customer level analysis of dynamic pricing experiments using consumption-pattern models*, Energy Vol. 20. No. 9, pp. 897–906, 1995.
- [4] A. Vučetić, V. Čirić, *Adaptivni korisnički interfejs za simulator potrošnje električne energije*, 12. YuInfo, Kopaonik, Srbija, Mart 2006.
- [5] A. Vučetić, V. Čirić, O. Vojinović, I. Milentijević, *MTS Data Extractor*, Tehničko rešenje, JP Elektrodistribucija, Sektor Niš, 2006.