



**Zavod za elektroniku,
mikroelektroniku, računalne
i inteligentne sustave**

Programsko inženjerstvo

Goran Rajić, mr.sc.

SatCom aplikacija

Web aplikacija za komunikaciju sa satelitima

Zagreb, listopad 2022.

1. Opis problema

Povećana troškovna dostupnost postavljanja kilograma korisnog tereta u niže Zemljine orbite u posljednjem desetljeću rezultirala je velikim brojem projekata implementacije satelita u kontekstu akademskih istraživanja pa i općenito. CubeSat projekt je samo jedan on projekata otvorenog sklopovlja koji omogućava transportiranje satelita manjih i standardiziranih dimenzija kao dodatnog tereta u Zemljinu orbitu.

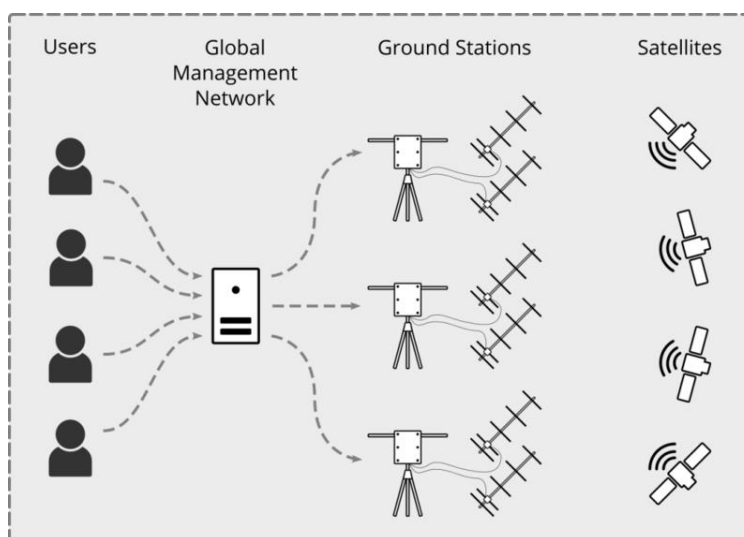
Pojavom većeg broja satelita otvorenog, akademskog tipa nametnulo se pitanje komunikacije s njima. Uobičajeno, u komercijalnom kontekstu, sateliti komuniciraju s namjenski izgrađenim zemaljskim stanicama. Bilo da se radi o većim količinama podataka u oba smjera kod komunikacijskih satelita ili u samo jednom smjeru kod nadzornih satelita, svaki od njih mora ostvariti komunikaciju za održavanje i upravljanje. Ovisno o tipovima komunikacije odabiru se prikladni načini komunikacije te se ostvaruje komunikacijski sustav najčešće korištenjem radio komunikacijskih veza. Realizacija odgovarajućih sustava komunikacije čini veći dio troška realizacije zemaljskih postaja.

Ovisno o tipu orbite satelita kao i prirodi funkcija realiziranih na satelitu, potreban je veći ili manji broj zemaljskih stanica. Povoljnija situacija je kada su sateliti geostacionarni i kada ih ima manje. Tada je potrebno manje zemaljskih stanica i njihov broj je tada sumjerljiv i često manji od broja satelita s kojima se namjerava komunicirati. Kada su sateliti u nižim orbitama, što odgovara činjenici da nisu geostacionarni, komunikacija s njima je dodatno otežana iz niza razloga. Orbita i putanja takvih satelita određuje vrijeme preleta konkretne zemaljske stanice. Odabir tipa komunikacijskog linka kao što je područje frekvencijskog pojasa određuje klasu antenskih sustava koji se mogu koristiti kao pa i radijalnu širinu korisnog komunikacijskog područja bez promjene azimuta i elevacije antenskog sustava. Širina frekvencijskog pojasa određuje mogući maksimalni kapacitet linka, a time i količinu podataka prenesenih u jednom preletu jedne zemaljske postaje. Vrste modulacije i kodiranja kao i izvedba primopredajnika u postaji kao i na satelitu nameću dodatna ograničenja.

Sve te činjenice pridonose problemu komunikacije s malim satelitima akademske zajednice. Komunikacija s njima bi treba biti određenog kapaciteta kao i dostupnosti u vremenu. Gradnja većeg broja zemaljskih postaja je skupa i često nedostupna. Potreba za geografski raznolikim razmještajem takvih

stanica u svrhu smanjenja vremena kašnjenja i povećanja dostupnosti komunikacijske funkcije posebno je ograničavajuća za pojedinačne akademske organizacije.

Kao odgovor na takvu situaciju nastalo je nekoliko projekata otvorenog koda izgradnje mreže takvih zemaljskih postaja i sučelja za komuniciranje s njima. Projektima otvorenog sklopovlja i koda omogućene su realizacije više vrsta zemaljskih postaja i komunikacijskih linkova u njima. Jedna takva mreža je [SatNOGS](#).



Slika 1. Shematski prikaz SatNOGS mreže (preuzeto sa mrežne stranice SatNOGS)

Mreža SatNOGS se sastoji od velikog broja zemaljskih postaja i centralnog korisničkog aplikacijskog sustava koji održava listu postaja i njihovih karakteristika te korisnicima omogućuje slanje i primanje poruka na satelite preko postaja dostupnih i prikladnih za odabrani tip komunikacije (Slika 1).

Zadatak ovog projekta je kreirati Web aplikaciju za komunikaciju sa satelitima putem mreže zemaljskih stanica u sustavu SatNOGS. Aplikacija omogućava slanje zahtjeva za komunikaciju sa satelitima koji su podržani mrežom SatNOGS. Ovlašteni korisnici mogu vlastitim satelitima slati zaštićene poruke i primiti povjerljive podatke vlastitih satelita. U razradi aplikacije pretpostaviti postojanje vlastitih CubeSat satelita te ostvariti mogućnost simulirane komunikacije bilo u svrhu provjere trenutnog statusa ili zadavanja specifičnih naredbi koje će pokrenuti neku od funkcionalnosti.

2. Funkcionalni zahtjevi sustava

Korisnicima aplikacije omogućeno je udaljeno korištenje aplikacije u svim korisničkim ulogama nakon registriranja i prijave u sustav.

Korisnici aplikacije imaju jednu od uloga pridijeljenih svom korisničkom računu. Uloge korisnika su: administrator aplikacije, administrator satelita i obični uporabni korisnici.

Registriranom korisniku omogućena je prijava u sustav unosom adrese e-pošte i lozinke te promjena inicijalno im dodijeljene lozinke.

Sukladno ulozi korisnika, korisnicima su nakon prijave u aplikaciju omogućene različite aktivnosti u aplikaciji.

Korisnici koji su administratori aplikacije jedini mogu kreirati nove korisnike sustava. Svaki kreirani korisnik ima pridijeljenu ulogu.

Administratori satelita mogu kreirati nove satelite i komunikacijske linkove pridijeljene tim satelitima. Linkovi imaju predefinirane parametre kao što je modulacija i frekvencijski opseg (podržane mrežom SatNOGS). Sateliti mogu podržavati više komunikacijskih linkova za povezivanje sa zemaljskim stanicama za razne namjene (npr. UHF, S, X, Ka...). Administratori satelita mogu mijenjati parametre navedenih objekata i njihovih poveznica kao i brisati objekte.

Sve opisane konfiguracijske informacije trajno se pohranjuju u sustavu korištenjem baze podataka, odnosno u njoj brišu i mijenjaju postupcima administratorima satelita.

Aplikacija mora ostvariti komunikaciju s mrežnom aplikacijom SatNOGS koristeći njenu dokumentaciju i dostupna aplikacijska sučelja ([jedna mogućnost](#)). Aplikacija periodički ili na zahtjev komunicira s mrežnom aplikacijom SatNOGS mreže i dobavlja karakteristike aktivnih zemaljskih postaja i značajke njihovih linkova.

Uporabni korisnici mogu u aplikaciji pripremati odgovarajuće poruke za slanje na satelit putem mreže zemaljskih stanica SatNOGS. Poruke za slanje specificiraju se u tekstualnom obliku bez kodiranja.

Ovisno o mogućnostima aplikacijskog sučelja SatNOGS mrežne aplikacije potrebno je realizirati mogućnost slanja poruka na prikladan način. Uporabni korisnik specificiranu poruku pridjeljuje određenom satelitu odnosno

njegovom konkretnom linku definiranom u aplikaciji. Slanje poruke na SatNOGS mrežu ostvaruje se dodjeljivanjem konkretne SatNOGS zemaljske stanice toj poruci i izvršavanjem komande slanja. Pri tome aplikacija provjerava sukladnost parametara odabrane SatNOGS zemaljske stanice s parametrima odabranog satelita i njegovog linka te odbija slanje uz poruku o uzroku nesukladnosti.

Ako aplikacijsko sučelje SatNOGS mrežne aplikacije omogućuje zahtjeve koji sadrže samo tip linka i poruku potrebno je realizirati opciju slanja poruke bez odabira konkretne SatNOGS zemaljske stanice. U tom slučaju bi se omogućilo SatNOGS mreži da odabere najpogodniju zemaljsku stanicu. Ako takva funkcionalnost nije podržana potrebno je realizirati slanje poruke i na način bez odabira zemaljske stanice. Pri tome aplikacija nasumično bira jednu od stanica koja ima sukladne likove onima u satelitskom liku odabranom kao cilj slanja poruke.

Aplikacija provjerava dostupnost odgovora na poslane poruke i uparuje ih s poslanim porukama.

Aplikacija trajno pohranjuje zahtjeve poslane i rezultate dobivene od zemaljskih stanica. Oni se prezentiraju samo korisniku koji ih je slao i mogu biti obrisani samo komandom tog korisnika.

3. Ostali zahtjevi

Aplikacija treba biti izvedena kao web aplikacija kojoj će korisnici pristupati uz pomoć korisničkog imena i lozinke. Oblikovanje aplikacije mora slijediti načela objektno-orijentiranog programiranja.

Aplikacija treba biti jednostavna za korištenje, a sučelje pregledno i intuitivno.

Sustav treba podržavati radi više korisnika u stvarnom vremenu kao i više komunikacijskih sjednica za jednog korisnika.

Aplikacija koristi javna sučelja za komunikaciju sa SatNOGS aplikacijom.

Detaljnija pojašnjenja moguća su na laboratorijskim vježbama kod demonstratora Andija Škrgata (andi.skrgat@fer.hr) i asistenta Gorana Rajića (goran.rajic@fer.hr) prema važećem rasporedu objavljenom na stranicama predmeta. Svaki dolazak je potrebno **najaviti mailom barem jedan dan ranije.**