



Diplomski studij

**Informacijska i
komunikacijska
tehnologija**

Telekomunikacije i
informatika

Računarstvo

Programsko inženjerstvo i
informacijski sustavi

Računarska znanost

Raspodijeljeni sustavi

Upute za izradu 1. domaće zadaće
**Prikupljanje i obrada senzorskih
podataka u Internetu stvari**

Ak. g. 2020./2021.

Sadržaj

1. Uvod.....	3
2. Arhitektura raspodijeljenog sustava	4
3. Komunikacija između senzora i poslužitelja koristeći web-usluge	4
4. TCP komunikacija između dva senzora	5

1. Uvod

CILJ DOMAĆE ZADAĆE

U praksi utvrditi i ponoviti gradivo s predavanja. Studenti će naučiti programski izvesti raspodijeljeni sustav temeljen na modelu klijent-poslužitelj koristeći dvije vrste komunikacijske međuopreme (Socket API za protokol TCP i web-usluge).

ZADATAK

Ova domaća zadaća sastoji se od sljedeća 3 dijela:

1. proučavanje primjera s predavanja (Socket API za TCP i web-usluge),
2. programiranje *poslužitelja raspodijeljenog sustava*,
3. programiranje *klijenta raspodijeljenog sustava*.

Studenti trebaju programski izvesti klijent i poslužitelj opisanog raspodijeljenog sustava.

PREDAJA

Studenti su dužni u zadanom roku putem sustava *Moodle* predati arhivu koja se sastoji od sljedećih dijelova:

1. izvorni kod poslužitelja,
2. izvorni kod klijenta.

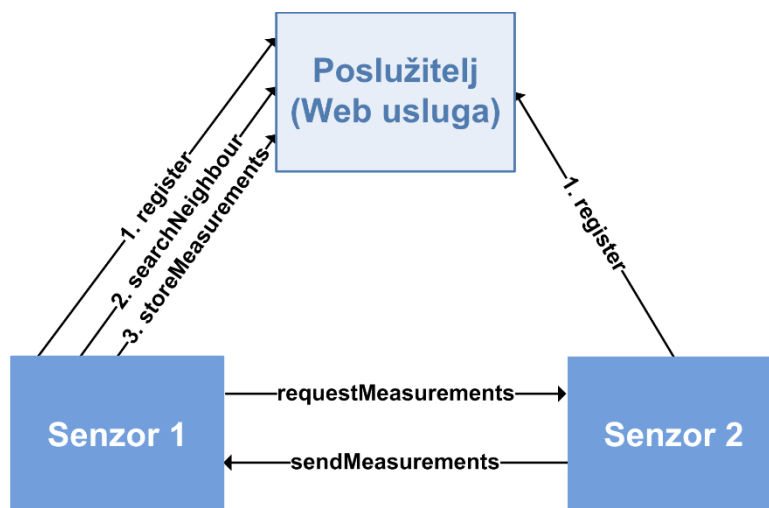
Navedene komponente trebaju biti realizirane u nekom od objektno-orijentiranih programskih jezika kao što su Java, C++, C# itd. s ograndom da su primjeri s predavanja izvedeni u programskom jeziku Java. Arhiva s izvornim kodom treba biti imenovana „Ime_Prezime“ (bez diakritičkih znakova), a unutra se trebaju nalaziti 2 mape (jedna za klijenta, druga za poslužitelja) s datotekama izvornog koda.

Dozvoljeno je predati .zip exporta projekta u slučaju da je zadaća implementirana u IDE-u (Eclipse, NetBeans, itd.).

Osim predaje datoteka u digitalnom obliku, bit će organizirana i usmena predaja putem sustava Microsoft Teams na kojoj će se ispitivati razumijevanje koncepata potrebnih za izradu domaće zadaće te poznavanje vlastitog programskog koda. Svi studenti trebaju proučiti primjere s predavanja, a moguće je da pri usmenoj predaji bude ispitivano i znanje studenta o tim primjerima.

Studenti koji budu kasnili s predajom dobit će 0 bodova iz domaće zadaće. Za sve studente su organizirane konzultacije za izradu programskog rješenja utorkom od 10:00 do 11:00 putem sustava Microsoft Teams, uz najavu e-mailom.

2. Arhitektura raspodijeljenog sustava



Raspodijeljeni sustav služi za praćenje senzorskih očitavanja na nekom zemljopisnom području uz pomoć poslužitelja koji će biti implementiran kao web-usluga i skupine klijenata na koje pretpostavljamo da su spojeni senzori. *Klijent raspodijeljenog sustava* (od sada nadalje koristi se riječ **senzor**) sastoji se od klijenta web-usluge, TCP klijenta i TCP poslužitelja. Cilj senzora je da svoja očitavanja usporede s očitanjima geografski najbližih senzora jer su senzori često podložni ispadima, te da svoja „umjerena“ očitavanja prijave *poslužitelju web-usluge* (od sada nadalje koristi se riječ **poslužitelj**). Dakle, sustav se sastoji od jednog poslužitelja i više instanci senzora (prave fizičke senzore nećemo spajati u sustav, već će se generiranje podataka emulirati na temelju pripremljenih očitavanja iz datoteke). Uloga poslužitelja je da održava podatke o registriranim raspoloživim sensorima, njihovim geografskim lokacijama i prijavljenim umjerenim očitanjima (svi podaci se održavaju u radnoj memoriji poslužiteljskog računala). **Osim komunikacije s poslužiteljem, senzori mogu komunicirati i međusobno koristeći protokol TCP.**

Senzor se prilikom pokretanja **registrira kod poslužitelja**, a nakon toga pozivom odgovarajuće metode poslužitelja može pronaći geografski najbliži senzor za umjeravanje. Senzor **traži najbližeg susjeda** kako bi provjerio kvalitetu vlastitog mjerenja uspoređujući ga s mjerenjem susjednog senzora. Zatim **umjereno očitavanje** koje računa kao prosječnu vrijednost vlastitog i primljenog očitavanja od najbližeg susjeda **šalje poslužitelju** koristeći odgovarajuću metodu web-usluge.

Napomena: Prilikom ostvarivanja ove dvije vrste komunikacije posebnu pozornost obratite na to da senzor i poslužitelj moraju biti realizirani u dva odvojena projekta odabrane razvojne okoline (npr. Eclipse, NetBeans, Visual Studio, IntelliJ Idea, ...), ali zato projekti trebaju dijeliti zajednička sučelja (sučelje web-usluge).

3. Komunikacija između senzora i poslužitelja koristeći web-usluge

Po uzoru na prikazani postupak s predavanja izvedite komunikaciju senzora i poslužitelja koji komuniciraju koristeći web-usluge temeljene na prijenosu prikaza stanja resursa (**REST**). Poslužitelj treba implementirati 3 usluge. Jedna **usluga** će služiti **za registraciju senzora** kod poslužitelja (usluga vraća adekvatni HTTP odgovor, ovisno o uspješnosti, a usluzi se predaje: `register(SensorDescription description)`). `SensorDescription` objekt sadrži: `String username`, `double latitude`, `double longitude`, `String ipAddress`, `int port`. Registracija je neuspješna onda kada već postoji senzor za zadani `username`. Druga **usluga** vraća informacije **o geografski najbližem senzoru** među sensorima koji su trenutno spojeni na poslužitelj (usluga vraća `UserAddress`, a predaje joj se `searchNeighbour(String`

username)). Treća usluga služi za prijavljivanje umjerenih podataka. Usluzi se predaje: `storeMeasurement(Measurement measurement)`. `Measurement` sadrži: `String username`, `String parameter`, `float averageValue`. Izvođenje druge i treće metode treba bilježiti u zapisu (engl. *log*) aplikacijskog (REST) poslužitelja tako da je moguće pratiti tijekom njihovog izvođenja (npr. računanje udaljenosti za drugu metodu, odnosno ispisati primljenu vrijednost svih mjerenja od jednog klijenta za treću metodu). **Pripazite da URL-ovi resursa odgovaraju dobrim praksama REST arhitekture.**

Udaljenost između dva senzora odredite korištenjem Haversinove formule koja je definirana sljedećim pseudo kodom (6371 km je Zemljin radijus):

```
R = 6371
dlon = lon2 - lon1
dlat = lat2 - lat1
a = (sin(dlat/2))^2 + cos(lat1) * cos(lat2) * (sin(dlon/2))^2
c = 2 * atan2( sqrt(a), sqrt(1-a) )
d = R * c
```

4. TCP komunikacija između dva senzora

Prilikom izrade domaće zadaće potrebno je maksimalno iskoristiti programski kod s predavanja te programski izvesti dohvaćanje mjerenja od susjeda koristeći **Socket API za komunikacijski protokol TCP**. **Senzori moraju biti u mogućnosti održavati više konkurentnih konekcija**, tj. **istodobno komunicirati s više senzora** koji od njih traže očitavanja te po potrebi otvoriti novu konekciju prema susjednom senzoru.

Mjerenje senzora će se emulirati slučajnim dohvaćanjem vrijednosti iz priložene ulazne datoteke (*mjerenja.csv*). Ulazna datoteka je strukturirana datoteka koja sadrži informacije o temperaturi, tlaku zraka, relativnoj vlažnosti te plinovima CO, NO₂ i SO₂. Senzori koji su korišteni za stvaranje ulazne datoteke sadrže samo dva senzora plina (CO, NO₂ ili SO₂), te prilikom učitavanja ulazne datoteke vodite računa da mogu nedostajati vrijednost za pojedini plin.

Nakon pokretanja, senzor učitava ulaznu datoteku i na slučajan način odabire jednu geografsku lokaciju iz intervala [15.87, 16] za Longitude i [45.75, 45.85] za Latitude (ova lokacija se ne mijenja tijekom životnog ciklusa klijenta), a svoj identifikator definira proizvoljno. S tim podacima **senzor se registrira kod poslužitelja** i čeka daljnje naredbe (bilo od krajnjeg korisnika ili od drugih senzora) koje će kontinuirano pratiti do zaustavljanja.

1. Krajnji korisnik može započeti proces mjerenja kada senzor na slučajan način prvo generira očitavanje iz datoteke (postupak je definiran u nastavku), potom otvara konekciju prema susjedu kako bi dohvatio njegova očitavanja te prijavio umjerena očitavanja poslužitelju. Potom se cijeli postupak na senzoru ponavlja (generiranje očitavanja, dohvat podataka od susjeda i slanje podataka na poslužitelj) do njegovog zaustavljanja od strane krajnjeg korisnika.
2. **Senzor treba** primiti zahtjev za otvaranjem konekcije od svojih susjeda te **kontinuirano slati očitavanja generirana iz datoteke do zahtjeva za zaustavljanjem** kojega definira njegov susjed ili do naprasnog prekida konekcije. **Kada dođe do prekida TCP konekcije na sučelju senzora treba ispisati odgovarajuću poruku te uredno obraditi iznimku.**

Proces mjerenja senzor emulira dohvaćajući podatke iz priložene datoteke (*mjerenja.csv*). Za generiranje očitavanja iz ulazne datoteke koristite sljedeću formulu kako biste dobili redni broj retka datoteke iz kojega ćete očitati mjerenja za temperaturu, tlak zraka, relativnu vlažnost te plinove CO i NO₂ ili SO₂:

```
Int redni_broj = (broj_aktivnih_sekundi % 100) + 2
```

Broj aktivnih sekundi je vrijeme koje je senzor aktivan (to vrijeme se računa od pokretanja klijenta i izražava u sekundama). Koristite operaciju ostatak (*mod*) 100 i dobivenu vrijednost uvećajte za 2. Dobiveni broj predstavlja redak ulazne datoteke iz kojeg treba dohvatiti mjerenja. Ovaj postupak emuliranja mjerenja treba koristiti u oba slučaja: kada senzor želi generirati vlastito očitavanje i za postupak kada je potrebno očitati mjerenje na zahtjev drugog senzora. **Prilikom mjerenja potrebno je na sučelju senzora ispisati sve informacije** (*broj_aktivnih_sekundi* i izračunati *redni_broj* korištenog retka datoteke) te **dohvaćene podatke iz datoteke**.

Obratite pozornost da je poslužitelju potrebno dostaviti samo prethodno umjerene podatke, a **umjeravanje izvršite računanjem prosječne vrijednosti između dva mjerenja** (jedno je očitavanje samog senzora, a drugo njegovog susjeda). Nakon dohvaćanja vlastite izmjerene vrijednosti, drugo mjerenje, koje služi za umjeravanje, dohvatite (koristeći **TCP konekciju**) od geografski najbližeg susjeda (informaciju o adresi i vratima na kojima susjed sluša dolazne zahtjeve dobivate od poslužitelja). Dohvaćanje mjerenja od susjeda započinje slanjem zahtjeva susjedu (sami definirajte formu zahtjeva), a susjedni senzor će odgovoriti slanjem vlastitog mjerenja. Za dohvaćanje uzastopnih mjerenja koristite **istu TCP konekciju (konekcija se zatvara tek prilikom zaustavljanja procesa mjerenja)**.

Obratite pažnju da prilikom umjeravanja računate prosječnu vrijednost za isti tip mjerenja (za temperaturu, tlak zraka, relativnu vlažnost te plinove CO, NO₂ i SO₂), a **ako nedostaju vrijednosti za umjeravanje** (slučaj sa susjednim senzorima koji npr. mjere SO₂ i NO₂ pa nije moguće izračunati srednju vrijednost) odnosno ako je izmjerena vrijednost 0 (tj. postoji greška u očitavanju parametra na senzoru), **tada objavite samo vlastitu vrijednost mjerenja**.