

VEŽBA 3.2

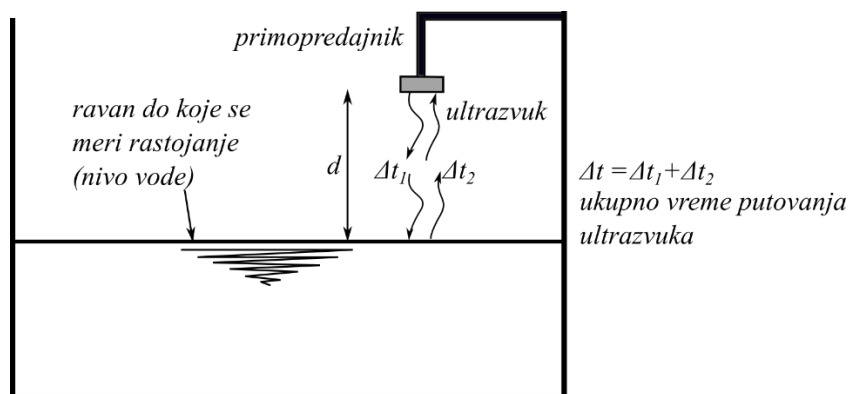
Naziv vežbe	Merenje nivoa vode i obrada signala
Trajanje vežbe	30'
Potrebno predznanje	Osnove statistike
Broj studenata	2
Cilj vežbe	U ovoj vežbi studenti se upoznaju sa merenjem nivoa vode. U ovoj vežbi se obavlja merenje nivoa u rezervoaru usled naglih promena na laboratorijskoj instalaciji. Cilj vežbe je upoznavanje sa načinom merenja nivoa promenljivog u vremenu i sa jednostavnim metodama za obradu (filtriranje) prikupljenih podataka.

TEORIJSKE OSNOVE

Merenje nivoa vode

U ovoj vežbi je potrebno izmeriti nivo vode u rezervoaru usled naglih promena koje uslovljavaju neustaljene režime. Zbog kompleksnosti problema u kom je potrebno kontinualno izmeriti promene nivoa i snimiti ih, koristi se Arduino ultrazvučni merač rastojanja. Ovakvi senzor se lako povezuju na računare što omogućava relativno jednostavan prenos podataka i njihovu obradu. Princip rada ovih senzora je zasnovan na merenju vremena putovanja ultrazvuka na putu od primopredajnika do nivoa vode i nazad. Ultrazvučni primopredajnik emituje ultrazvuk od referentne ravni na kojoj je postavljen, koji se kreće brzinom zvuka. Kada ultrazvuk dodje do površine u odnosu na koju je potrebno izmeriti rastojanje on se odbija nazad do primopredajnika. Na osnovu izmrenog vremena putovanja Δt [s] i procenjene brzine zvuka c [m/s], moguće je odrediti rastojanje koje je prešao ultrazvuk d [m]:

$$d[m] = c \left[\frac{m}{s} \right] \cdot \frac{\Delta t [s]}{2}$$



Slika 1. Princip rada ultrazvučnog senzora rastojanja

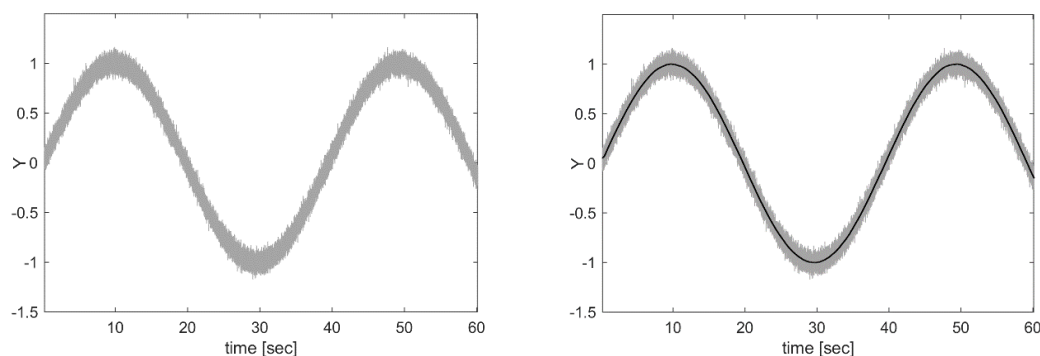
Obrada signala

Logeri koji služe za prikupljanje podataka sa senzora imaju mogućnost uzorkovanja sa različitim frekvencijama (npr. 50 Hz = 50 1/s = 50 uzoraka u sekundi – period uzorkovanja je 1/50 = 0.02 sec). U slučajevima prikupljanja podataka sa visokom frekvencijom vremenska serija nije glatka kriva usled pojave šuma, koji je posledica rada senzora i logera i uslova merenja. Kako bi se analizirao sistem na kom je meren nivo ili za potrebe upravljanja sistemima u realnom vremenu (npr. crpnim stanicama) potrebno je rezultate merenja obraditi filtriranjem. Cilj filtriranja je da se dobije glatka kriva (u ovom slučaju promene nivoa vode). Na osnovu filtriranih podataka može se jasnije utvrditi ponašanje sistema na kome su obavljena merenja.

Za filtriranje se koriste različiti postupci (filteri). Za potrebe ove vežbe koristiće se jedan od osnovnih filtera naziva Moving Average (putujuća srednja vrednost). Ovaj filter uklanja šum tako što se u svakoj tački (i) vremenske serije računa srednja vrednost za prozor koji se sastoji od N elementa pre i N elemenata posle posmatranog trenutka (od $i-N$ do $i+N$).

Primer: ako se podaci prikupljaju sa $\Delta t=1$ ms (milisekunda), a period osrednjavanja je $\Delta t_{osr}=1$ s, onda je $N= \Delta t_{osr} / \Delta t / 2 = 500$.

$$\bar{p}_i = \frac{p_{i-N} + p_{i-N+1} + \dots + p_i + \dots + p_{i+N-1} + p_{i+N}}{2N}$$



Slika 2. Primer primene Moving Average filtera: sinusoidni signal sa šumom (levo) i filtrirani sinusiodni signal (crna linija na desnoj slici)

POSTUPAK IZRADE VEŽBE

Vežba se sprovodi kroz sledeće korake:

1. Postaviti ultrazvučni senzor nivoa na merno mesto
2. Povezati senzor sa računarom preko USB veze
3. Uspostaviti komunikaciju sa loggerom pritiska preko *Arduino IDE* programa
4. Podesiti vremenski korak uzorkovanja
5. Napraviti fajl za snimanje podataka
6. Kalibrisati uredjaj (odrediti brzinu zvuka)
7. Pokrenuti akviziciju podataka
8. Naglo zatvoriti zatvarač na instalaciji
9. Obaviti snimanje nivoa do uspostavljanja novog ustaljenog stanja
10. Zaustaviti akviziciju
11. Snimiti rezultate u fajl kreiran u koraku 6.
12. Ponoviti postupak za slučaj naglog otvaranja zatvarača

OBRADA REULTATA MERENJA

Snimljene vremenske serije je potrebno obraditi (filtrirati) u odgovarajućem softveru/okruženju (npr Excel, Matlab, Octave, Python). U okviru obrade rezultata neophodno je:

1. Filtrirati snimljene vremenske serije tako da dužina prozora za osrednjavanje bude 1, 2, 5 i 10 sec
2. Usvojiti da je filtriranje sa dužinom prozora od 1 sec referentno (referentna vremenska serija)
3. Sračunati odstupanje vremenskih serija sa dužinom prozora za osrednjavanja od 2, 5 i 10 sec od referentne serije koristeći funkciju RMSE (root mean square error), tj. koren srednjeg kvadratnog odstupanja.

Potrebno je priložiti sledeće:

1. Dijagrame neobrađenih vremenskih serija
2. Dijagrame filtriranih vremenskih serija
3. Histogram RMSE vrednosti