

# Sustav za dijagnostiku i praćenje intenziteta mucanja primjenom strojnog učenja na rubnim uređajima



Autor: Petar Sušac Mentor: prof. dr. sc. Hrvoje Džapo  
Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet elektrotehnike i računarstva  
Zavod za elektroničke sustave i obradu informacija



## 1. Uvod

**Mucanje** je poremećaj tečnosti govora koji pogađa oko 1% populacije i u znatnoj mjeri utječe na sposobnost verbalne komunikacije i kvalitetu života. Iako se vrlo vjerojatno ne može izliječiti, logopedskom terapijom može se smanjiti utjecaj mucanja na komunikaciju. Vrlo važan dio terapije je mjerenje intenziteta mucanja, no **intenzitet mucanja nije isti u svim situacijama**, npr. veći je kad je osoba pod stresom ili razgovara s nepoznatima. Zbog toga su pouzdana mjerenja intenziteta mucanja **dugotrajna i nepraktična**. U odraslih osoba koje mucaju također se pojavljuju **psihološki simptomi, anksioznost i strah od govora**. Moderna logopedska terapija fokusira se prvenstveno na smanjenje tih simptoma, no **ne postoji pouzdan način** da se njihov intenzitet izmjeri u realnim situacijama.

## 2. Opis problema

Razviti **nosivi uređaj** za mjerenje:

- **intenziteta** mucanja,
- **relativnih frekvencija** mucajućih netečnosti (blokade, produljenja, ponavljanja),
- **razine stresa i anksioznosti** povezane s govorom.

Uređaj **ne smije trajno snimati govor** zbog zaštite privatnosti, dakle obrada govora mora biti implementirana na samom uređaju.

## 3. Metoda

Razvijen je **model neuronske mreže** koji u isječku govora duljine 3 sekunde detektira osnovne mucajuće netečnosti. Model je treniran na skupu podataka **SEP-28k** koji sadrži isječke iz *podcasta* s osobama koje mucaju. Iz zvučnog su signala izdvojeni **mel-frekvencijski kepralni koeficijenti (MFCC)**, a zatim predani modelu koji provodi klasifikaciju s više mogućih oznaka (engl. *multi-label classification*).



Model neuronske mreže

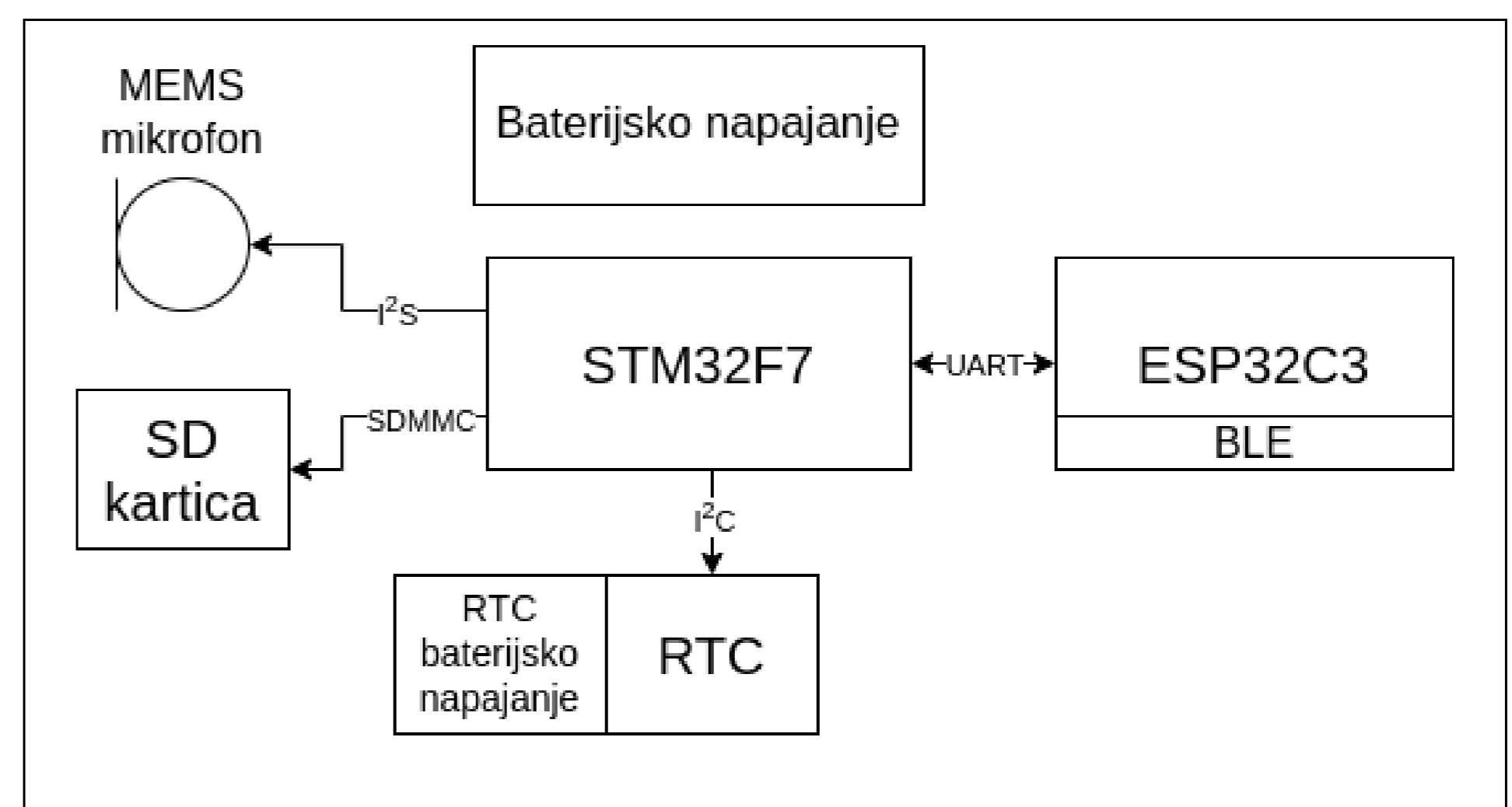
| Oznaka      | Točnost | Preciznost | Odziv  | F1     |
|-------------|---------|------------|--------|--------|
| Blokada     | 64.52%  | 64.47%     | 64.69% | 64.58% |
| Produljenje | 71.25%  | 72.17%     | 69.17% | 70.64% |
| Ponavljanje | 64.44%  | 65.21%     | 61.93% | 63.53% |

Rezultati klasifikacije modela

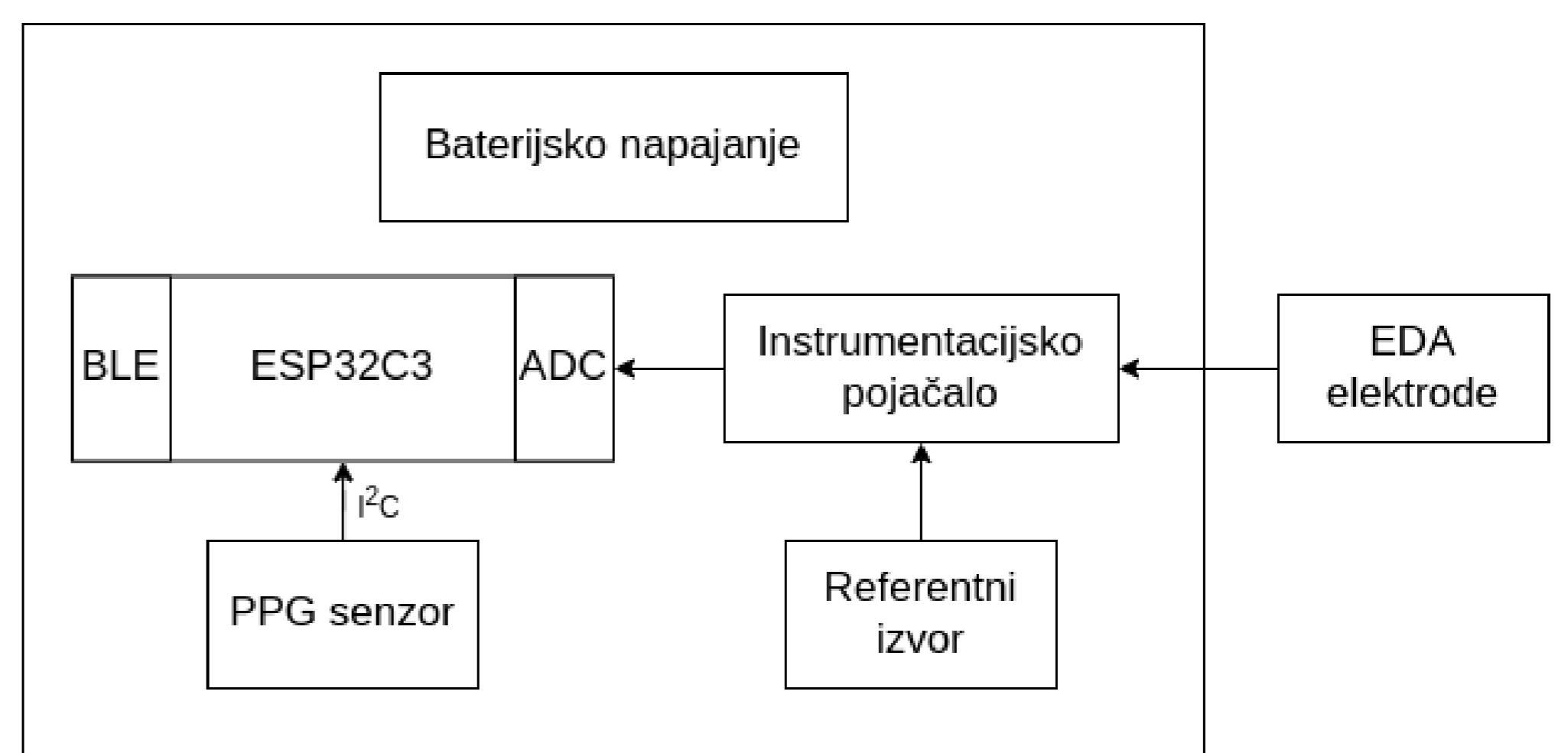
Razvijen je nosivi sustav koji se sastoji od dva uređaja:

- **Središnji uređaj** prikuplja zvuk, obrađuje govor neuronskom mrežom i sprema rezultate na SD karticu,
- **Periferni uređaj** je narukvica koja prikuplja biosignale i šalje ih bežičnom vezom na središnji uređaj.

Programska potpora oba uređaja implementirana je u operacijskom sustavu Zephyr RTOS.



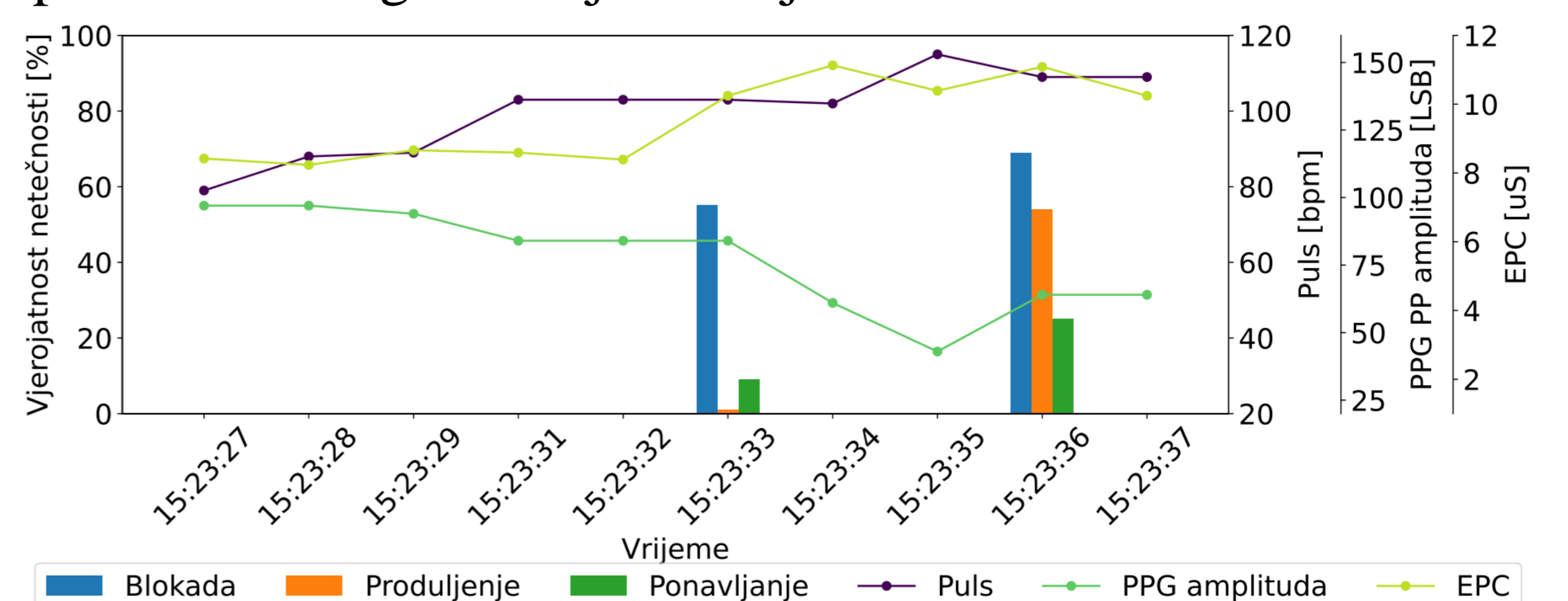
Središnji uređaj



Periferni uređaj (narukvica)

## 4. Rezultati

Analizom podataka s SD kartice može se izračunati intenzitet mucanja, relativne frekvencije netečnosti i grafički prikazati biosignale koji ukazuju na stres ili anksioznost.



Porast razine stresa prije i tijekom govora

## 5. Zaključak

Razvijeni sustav prvi je takve vrste i može biti vrlo koristan alat u dijagnostici ili praćenju terapije mucanja i drugih govornih poremećaja te popratnih psiholoških simptoma, uz dodatan rad na poboljšanju modela za detekciju netečnosti.