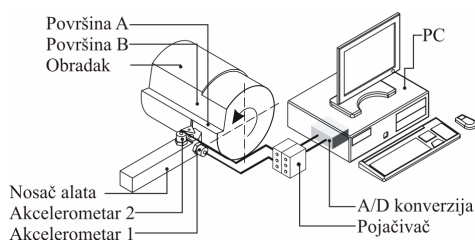


kasnije biti upotrebljeni za formiranje Voronoi ćelija (učenje), zasnovano na FSD (Feature Space Deformation – deformacija prostora obeležja) algoritmu klasterovanja [4]. FSD algoritam je zasnovan na ideji da svaki oblik x_k svojim potencijalnim poljem P_k deformiše prostor obeležja. Modeliranje potencijalnog polja se vrši pomoću Gausove funkcije. Ukupna deformacija prostora obeležja Φ predstavlja sumu parcijalnih deformacija P_k . Intenzitet ukupne deformacije je korelisan sa rasporedom oblika - ukupna deformacija će biti najveća na mestu gde je gustina oblika najveća. U skladu sa tim, tačka u kojoj je maksimum funkcije Φ uzima se za centar prvog klastera c_1 . Centar drugog klastera se dobija kada se oduzme uticaj prvog i novi oblik koji je sada najbliži maksimumu funkcije Φ se uzme za centar drugog klastera c_2 . Data procedura se ponavlja sve dok se ne identifikuju svi prisutni klasteri. Broj klastera nije unapred zadat.

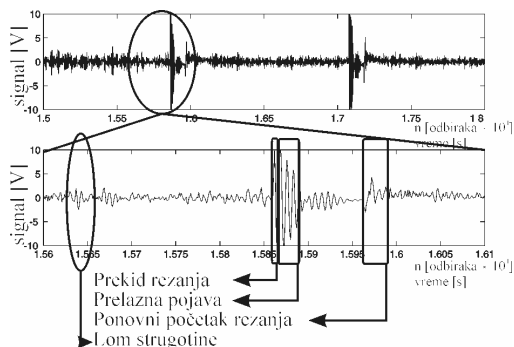
Prototipovi određeni FSD algoritmom predstavljaju osnovu za definisanje Voronoi dijagrama. Particija FSD algoritmom je podacima vođena - proces/objekat preko svojih U/I preslikavanja direktno utiče na particiju prostora obeležja.

3. EKSPERIMENTALNA VERIFIKACIJA

Eksperimentalna postavka za verifikaciju predložene mašine za identifikaciju prekida u procesu rezanja prikazana je na slici 2. Obradivan je deo koji ima žljeb u obliku dve ravne međusobno upravne površine. Na površini A dolazi do naglog prestanka procesa rezanja, a na površini B rezanje se ponovo uspostavlja. U ovom radu cilj je prepoznati trenutak ponovnog ulaska alata u proces rezanja. Tokom eksperimenta vršeno je snimanje vibracija na nosaču alata. Deo snimljenog signala je prikazan na slici 3. Na osnovu snimljenog signala potrebno je formirati dovoljno reprezentativne i diskriminativne vektore obeležja koji će omogućiti razlikovanje trenutka ponovnog ulaska u proces rezanja od pojava koje se takođe preslikavaju u velike amplitude vibracija kao što su lomljenje strugotine, izlaz iz procesa rezanja i sl. Pošto se posmatrane pojave preslikavaju u nagle promene u signalu kao osnova za formiranje obeležja odabrana je diskretna vejtlet transformacija (DWT) dobijenog signala vejtletom Daubechies 2 – ‘db2’ [3]. Na osnovu DWT dekompozicije signala formirana su obeležja data relacijama (1) koja su prikazana na slici 4.



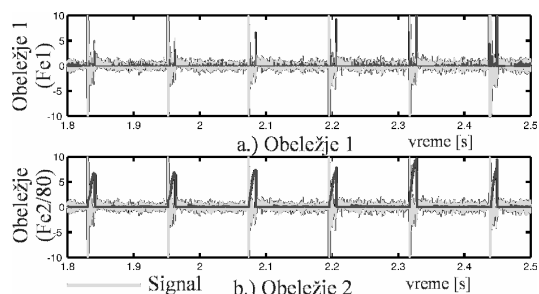
Slika 2. Eksperimentalna postavka



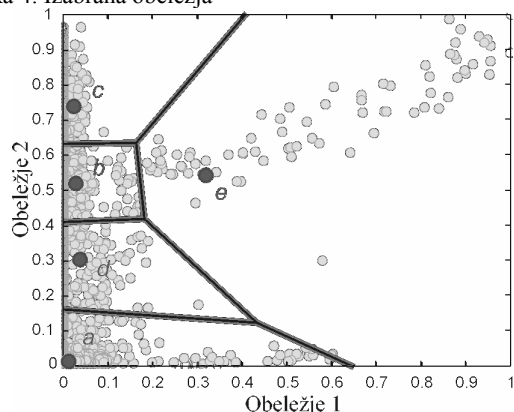
Slika 3. Deo snimljenog signala sa akcelerometra 2
 OBELEŽJE 1: $(diff(a_3(n)) > 0) \cdot (-sign(a_3(n-1))) < 0$ (1)
 OBELEŽJE 2: $(RMS(a_3, 100))^2 \cdot (-sign(a_3)) < 0$.

pritom a_3 predstavlja koeficijente aproksimacije na trećem nivou DWT dekompozicije signala, operator *diff* označava razliku dva susedna odbirka, *sign* je signum funkcija, a *RMS* (Root mean square) je srednja kvadratna vrednost odbiraka.

Oblici formirani na osnovu prikazanih obeležja su prikazani u prostoru obeležja datom na slici 5. Na istoj slici su prikazani i centri klastera identifikovani tokom obučavanja korišćenjem FSD algoritma. Klasteri *b*, *c* i *d* odgovaraju periodu prekida rezanja, klaster *e* odgovara trenucima kada se ponovo ulazi u proces rezanja, dok klaster *a* odgovara svim ostalim oblicima. Na osnovu identifikovanih centara klastera formiran je odgovarajući Voronoi dijagram koji se dalje može koristiti za prepoznavanje u realnom vremenu u toku rada.



Slika 4. Izabrana obeležja



Slika 5. Particija prostora obeležja Voronoi dijagramom

4. ZAKLJUČAK

U radu je dat koncept mašine za prepoznavanje prekida u procesu rezanja koja vrši podacima vođenu particiju na koju utiče sam proces preko U/I preslikavanja. Predložena mašina za prepoznavanje je verifikovana na primeru prekidnog struganja, ali ona poseduje generička svojstva. Izborom odgovarajućih obeležja i dodatnim obučavanjem moguće je formirati Voronoi dijagrame za prepoznavanje različitih pojava koje se manifestuju kao prekidi u procesu rezanja.

5. LITERATURA

- [1] Byrne, G., Dornfeld, D., Denkena, B. Advancing Cutting Technology. Annals of the CIRP, 52/2, 483–507, 2003
- [2] Jain, A., K., Duin, P., W., Mao, J., Statistical Pattern Recognition: A Review, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 22/1, pp. 4-37, 2000.
- [3] Petrovic, P., B., Jakovljevic, Z., Intelligent Real-time Cutting Tool Condition Monitoring Based on DWT and Fuzzy Force Pattern Recognition, Mechatronics and Robotics 2004, Vol III, pp. 1078-1083, Aachen, 2004.
- [4] Petrovic, P.B. A Fast One-Pass Algorithm for Data Driven Fuzzy Pattern Recognition. International Journal of Fuzzy Systems, 4/2, pp. 680--688., 2002

Autori: mr Živana Jakovljević, Prof. dr Petar B. Petrović, Mašinski fakultet u Beogradu, Katedra za proizvodno mašinstvo, Kraljice Marije 16, Tel.: +381 11 3302-236, E-mail: zjakovljevic@mas.bg.ac.yu pbpetrovic@mas.bg.ac.yu