

Primena mašinskog učenja za prepoznavanje šablona pokreta oka

Sažetak: U ovom radu je rešavan problem prepoznavanja šablona pokreta oka u obrazovne svrhe, tačnije konzumiranja elektronskih testova i prilagođavanja istih specifičnim kategorijama učenika. Za prikupljanje podataka pokreta oka korišćen je GazePoint uređaj. Klijentskom aplikacijom su prikupljeni podaci sa uređaja. Sirovi podaci su prevedeni u podatke, sakadna distanca i sakadni ugao, prilagođene za kasniju klasterizaciju istih. Sledeći korak je prepoznavanje *Micro* i *Macro* sekvenci kako bi se posebno kategorisale sekvence samih regija od interesa i sekvenci unutar istih. Nakon dodele semantike dobijenim klasterima biće moguća personalizacija testova učenicima specifičnih kategorijama.

Ključne reči: Mašinsko učenje, Šablon, Klasterizacija, Kategorizacija, *GazePoint*, Praćenje pokreta oka, *Micro* i *Macro* sekvence, Sakadna udaljenost, Sakadni ugao.

1. Motivacija

Motivacija rada proizilazi iz potrebe za prilagođavanjem vizualne organizacije elektronskih testova onima koji ih polažu. Da bi se takav vid primenio u obrazovne svrhe i samo polaganje potrebno je prikupiti podatke metodom praćenja učenikovog pokreta oka, analizirati dovoljan broj učenika zatim ih grupisati u određene šablone i dati im semantiku. Rad je baziran na pomenutim metodama. Benefiti ovakvog pristupa su personalizacija testova svakom tipu korisnika nakon prepoznavanja kom šablonu isti pripada. Takvim testovima bi se mogla povećati prosečna prolaznost specifičnim kategorijama učenika, bez degradacije kompleksnosti samih testova.

2. Istraživačka pitanja

Rešavani problem rada sastoji se iz prikupljanja podataka pokreta oka, prepoznavanja šablona pokreta oka i grupisanja istih. Rad [2] koji se bavi sličnim problemom, većinski je usmeren ka veb platformama, analiziranjem korisničkih sekvenci pokreta oka i izmenama grafičkog prikaza na način da zadovolji što širi dijapazon istih. Istraživanja u edukativnom domenu su prikazana u radu [4] i tiču se predavanja, tačnije materijala koji se, na sličan način kao i veb platforme, adaptira nakon analize prikupljenih podataka. Primetan je manjak prepoznavanja šablona u tehničkim radovima, rad [4] samo teorijski razmatra klasifikaciju pomenutu temu i daje predlog prvobitne klasifikacije studenata u tri grupe po njihovom znanju što u ovom radu nije tema. Rad je proistekao baš iz tih manjkavosti, teži ka tome da istraži deo domena koji nije izučen u potpunosti i oslanja se na rad [1] koji je baziran na klasterizaciji sekvenci po načinu konzumiranja veb sadržaja. Rad [3] je zasnovan na hipotezi da podaci pokreta oka prikupljeni od većeg broja ljudi nisu korisni za predviđanje poteškoća pri učenju i polaganju individua. Mnoštvo faktora utiču na podatke kao što su maternji jezik i disleksija utiču na podatke iako nemaju veze sa poteškoćama pri učenju. Predlog je da se od podataka pokreta oka naprave dve grupe osobina i time dobiju bolji rezultati u predviđanju poteškoća pri učenju i polaganju testova. Ovaj rad će uzeti u razmatranje hipotezu prethodno opisanog rada ukoliko rezultati budu slični predviđenim rezultatima rada [3]. U suprotnom će rad opovrgnuti hipotezu istog rada.

3. Metodologija

Rad se sastoji iz četiri glavna koraka istraživanja. Prva podrazumeva prikupljanje podataka putem uređaja za praćenje pokreta oka dok učenik ma zadatak da rešava određeni test. Izlaz iz prve faze predstavlja skup podataka reprezentovan sekvencom x i y koordinata kao i vremenskom oznakom. Tako koncipiran set je previše sirov za uočavanje šablona pa je primarni cilj naredne faze da ga projektuje na sekvencu regija od interesa za dati test. Prvenstveno sirove podaci se moraju prevesti u sakadnu udaljenost i sakadni ugao kako bi *K-Nearest Neighbor search* i *Density-Based Clustering* mogli prepoznati *Macro* i *Micro* sekvence. Prva vrsta sekvence je zasnovana na regijama od interesa i sakadama između istih. Druga vrsta predstavlja sakade unutar samih regija od interesa čime se mogu pronaći šabloni unutar samih regija od interesa. Nakon pronalaska dve vrste sekvenci *Directional Sequence Encoding* je primenjen kako bi se sakadne sekvence enkodovale na sekvence karaktera koji su bazirani na njihovom sakadnom uglu tako što ih diskretizuje na četiri karaktera a-d koji označavaju direkciju konzumiranja sadržaja. Nakon završetka gorepomenute faze kreiran je set podataka koji se može kategorisati, što ćemo raditi u poslednjoj trećoj fazi. U ovoj fazi biće korišćen *top-k* pristup za pronalaženje frekventnih *Macro* sekvenci. Frekventne *Micro* sekvence se pronalaze korišćenjem *Apriori-like*. Izvučenim šablonima pokreta oka će biti pridodata semantika. Četvrta i poslednja faza je klasifikacija učenika prema dobijenim kategorijama prethodne faze, što je preduslov za personalizaciju testova učenicima specifičnih kategorija.

4. Rešenje i Diskusija

Prikupljanje podataka sa *GazePoint* uređaja biće izvršeno *.NET* aplikacijom koja će biti razvijena u okviru rada. Aplikacija se sastoji iz dva segmenta, klijentski deo koji interaguje sa klijentom sa jedne strane, tako što prikazuje pitanja i beleži odgovore, i serverskim delom, koji je drugi segment aplikacije, tako što ga obaveštava kada da snima podatke a kad to nije potrebno. Takođe putem klijentskog dela aplikacije biće omogućeno izračunavanje koordinata regija od interesa automatski, prilikom pravljenja istih. Podaci o regijama od interesa i pokretima oka će biti sačuvani u *csv* datoteci. Nakon prikupljenih informacija biće korišćen *Python* programski jezik, za implementaciju celog procesa opisanog u poglavlju 3, uz korišćenje biblioteka *NumPy*, *Pandas*, *SkLearn*, *Keras* itd. Krajnji ishod rada je softverska biblioteka za prepoznavanje šablona pokreta oka. Biblioteka rešava problem grupisanja učenika osnovu njihovog načina konzumiranja elektronskog testa i sekvence zadržavanja pogleda na određenim regijama od interesa u datom momentu. Doprinos rada obrazovanju odgleda se u mogućnosti personalizacije testova iste kompleksnosti različitim grupama učenika čime će se povećati zbirna prolaznost na istim. Bitno je napomenuti da time većina grupa neće biti oštećene, već će one specifične dobiti tehničku podršku za ekvivalentnu mogućnost polaganja testa.

5. Reference

- [1] M. P. McGuire i J. Chakraborty, Directional Scah Path Characterization of Eye Tracking Sequences: A Multi-Scale Approach, San Francisco, 2016.
- [2] M. Schiessl, S. Duda, A. Tholke i R. Fischer, Eye tracking and its application in usability and media research, Berlin, 2003.
- [3] S. Parikh i H. Kalva, Eye Gaze Feature Classification for Predicting Levels of Learning, 2018.
- [4] T. Ujbanyi, J. Katona, G. Sziladi i A. Kovari, Eye-Tracking Analysis of Computer Networks Exam Question Besides Different Skilled Groups, 2016.
- [5] R. Zemblys, D. C. Niehorster, O. Komogortstev i K. Holmqvist, Using machine learning to detect events in eye-tracking data, 2017.