

# Veb platforma za ocenjivanje znanja uz praćenje pokreta oka

Marko Vuković  
Fakultet Tehničkih Nauka  
Univerzitet u Novom Sadu  
Novi Sad, Srbija  
marko.vukovic9@uns.ac.rs

**Apstrakt**—U poslednjih nekoliko decenija, težnja obrazovnih institucija modernizaciji je u konstantnom porastu. Pandemija virusa korone iz 2020. godine u prvi plan stavlja mnoge probleme koji se tiču modernizacije u obrazovanju, uključujući i problem ocenjivanja na daljinu, koji je u literaturi nedovoljno obrađen. Ovim radom predlaže se rešenje koje daje odgovor na to istraživačko pitanje, ali i pokušava da odgovori na problem unapređenja procesa ocenjivanja. Unapređenje se sprovodi praćenjem pokreta oka učenika za vreme rešavanja testova, kako bi nastavnici na osnovu tako prikupljenih podataka mogli da poboljšaju svoje testove, prilagode način na koje izvode gradivo, kao i da bolje razumeju misaoni proces učenika prilikom odgovaranja na pitanja. Sistem je implementiran na način da ne stoji na putu svojim korisnicima, već da nastavnicima omogući fleksibilnost pri definisanju testova, pitanja i oblasti od interesa za praćenje pogleda, kao i prezentaciju rezultata učenika; dok se učenicima prilagođava na način da ne nameće prestroke sistemske zahteve u pogledu stabilne internet konekcije ili obaveznog posedovanja veb kamere. Prilikom implementacije platforme, pažljivo se pristupilo implementaciji podsistema za autentifikaciju i autorizaciju, kako bi se doprinelo sigurnosti i očuvanju akademskog integriteta. Rešenje predstavlja veb aplikacija, implementirana korišćenjem MERN (MongoDB, Express.js, ReactJS, Node.js) skupa tehnologija, uz korišćenje programskog jezika JavaScript i formata za predstavljanje podataka - JSON (JavaScript Object Notation). Ostavljen je i prostor za dalja istraživanja i sugerisu se pravci za njih: istažiti koje još podatke je moguće prikupiti bez narušavanja privatnosti učenika i na koji način bi se ti podaci, kao i podaci koji su već prikupljeni, mogli iskoristiti za dalje poboljšanje obrazovnog procesa.

**Glavne reči**—praćenje pokreta oka, ocenjivanje znanja na daljinu, veb aplikacija

## 1. UVOD

Tokom prethodnih nekoliko decenija sve je evidentnija težnja obrazovnih institucija modernizaciji. Glavni pokretač ove težnje je sve veća rasprostranjenost računara i interneta, ali i veliki broj novih tehnologija koje mogu da olakšaju, ali i da poboljšaju proces obrazovanja. Dosadašnja upotreba savremenih tehnologija u obrazovanju ogledala se pre svega u sledećim slučajevima korišćenja: u obavljanju administrativnih poslova, u distribuciji nastavnih materijala putem interneta i u komunikaciji, koja se prenosi iz striktno fizičkog u hibridno fizičko-elektronski prostor. Iako je na polju modernizacije u obrazovanju dosta postignuto, preostalo je dovoljno prostora za nadgradnju. Učenje i ocenjivanje znanja na daljinu su problemi koji nisu dovoljno istraženi, a dobili su na značaju nastupanjem pandemije virusa korone početkom 2020. godine,

kada je većina obrazovnih institucija preko noći zatvorena i prebačena na elektronski vid nastave. Više od godinu dana je prošlo od nastupanja pandemije, a obrazovne institucije i dalje većinski izvode nastavu preko interneta što je dodatno istaklo značaj ovog istraživačkog pitanja.

Osim uvoda i literature, rad sadrži sledeća poglavlja: poglavlje 2, koje daje pregled relevantne literature, odnosno istraživanja značajnih za ovaj rad, kao i njihovih rezultata; poglavlje 3, koje daje pregled metodologije korišćene za rešavanje problema, odnosno opisuje arhitekturu rešenja i detalje implementacije; poglavlje 4, koje predstavlja pregled rešenja problema, odnosno opisuje način na koji kranji korisnici koriste sistem i poglavlje 5, koje predstavlja zaključak, sumarizuje rad i daje smernice za dalja istraživanja.

## 2. PREGLED RELEVANTNE LITERATURE

Analizom pronađenih istraživanja iz oblasti ocenjivanja znanja na daljinu i praćenja pokreta očiju učenika uočeno je nekoliko istraživačkih struja. U nastavku, svaka od njih biće detaljno opisana i analizirana, na osnovu reprezentativnih primera.

Fokus prve grupe istraživača usmeren je ka implementaciji platforme koja bi omogućila ocenjivanje znanja učenika, bez pokušaja da se iskoriste inovativne tehnologije, poput praćenja pokreta oka, za poboljšanje tog procesa [1]. Relevantnost ove struje i konkretnih istraživanja ogleda se u tome što daje uputstva za implementaciju platforme za ocenjivanje znanja, koja predstavlja osnovu za ovaj rad, i skreće pažnju na razne probleme i nedoumice na koje su naišli autori prilikom njihove izrade. Nedostatak ove grupe istraživanja, s obzirom na ovaj rad, leži u tome što autori ne teže da upotrebom savremenih tehnologija unaprede proces obrazovanja.

Druga grupa istraživača, na osnovama istraživanja iz prethodno opisane grupe, teži da proces ocenjivanja znanja unapredi tako što predlaže načine za očuvanje akademskog integriteta, pre svega upotrebom tehnologija za praćenje pokreta očiju učenika i prepoznavanje lica za sprečavanje prepisivanja i drugih vidova neakademskog ponašanja [2]. Softverska rešenja koja su trenutno u upotrebi, a nastala su na osnovu istraživanja iz ove grupe, nailaze na oprečne reakcije. Prednosti koje donosi upotreba softvera zasnovanog na istraživanjima iz ove grupe jasno su evidentirane: pre svega nastavnici cene visok nivo očuvanja akademskog integriteta prilikom ocenjivanja

učenika. Problemi koje donosi upotreba softvera zasnovanog na ovim istraživanjima teže je kvantifikovati, ali su njihovi kritičari sve glasniji. Neki od problema koje su uočili učenici, nastavnici, ali i lica i organizacije zadužene za očuvanje privatnosti i drugi aktivisti su sledeći: modeli za automatsku detekciju prepisivanja iskazuju predrasude (engl. *bias*) koje za posledice mogu imati diskriminaciju lica na rasnoj osnovi, ili lica sa invaliditetom [3]; kao i neadekvatno rukovanje osetljivim ličnim podacima učenika, jer je zabeleženo više situacija kada su im neovlašćenih lica pristupala ili ih javno objavljivala [4]. Pored toga, kompanije koje su razvile sisteme zasnovane na ovim istraživanjima nereko pokreću sudske postupke protiv svojih kritičara koji su često nastavnici i učenici [5], kojima one neretko uskrate i pristup svojim servisima što ih direktno sprečava da učestvuju u nastavi, iako ih sama obrazovna institucija ni na koji način nije kaznila [6]. Dodatno, prethodno opisana istraživanja i njihove aplikacije nameću i određene systemske zahteve, pre svega stabilnu internet konekciju, što često nije moguće obezbediti, posebno u mestima sa slabije razvijenom infrastrukturuom ili u siromašnijim domaćinstvima [7]. Prednosti prethodno opisane grupe istraživanja, s obzirom na ovaj rad, su naznake da se tehnologija za praćenje pokreta oka učenika može vršiti i to sa veoma dobrim uspehom, dok su nedostaci mnogo značajniji kao pravila za implementaciju platforme koja neće narušavati privatnost svojih korisnika, koja će omogućiti poboljšanje procesa testiranja i samih testova i koji učenicima neće dodatno otežati proces ocenjivanja znanja nametanjem nerealnih systemskih zahteva.

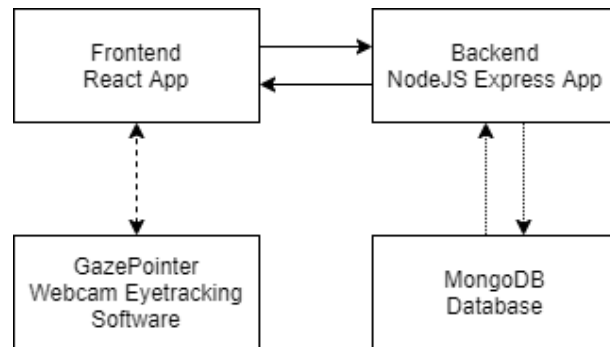
Poslednja grupa istraživača koristi tehnologiju za praćenje pokreta oka za analizu učinka i unapređenje nastavnih materijala, pri čemu je njihov fokus sužen na jednu nastavnu oblast i na jednu vrstu testa, poput otkrivanja i uklanjanja grešaka u programskom kodu (engl. *debugging*) [8]. Pristup autora ove grupe istraživanja podrazumeva ograničenje domena istraživanja, pa iako daje dobre rezultate za specifične probleme, ti rezultati često mogu biti primenjeni samo u uslovima koji su propisani samim istraživanjem, pa je tako uticaj koji oni mogu imati na ovaj rad izuzetno ograničen.

### 3. METODOLOGIJA

Ovim radom biće obuhvaćena dva istraživačka pitanja: problem implementacije platforme za ocenjivanje znanja i problem unapređenja testova za ocenjivanje znanja.

Platforma je implementirana pomoću skupa tehnologija MERN (MongoDB, Express.js, ReactJS, Node.js) [9]. Ovaj skup tehnologija koristi se za implementiranje veb aplikacija (klijentske i serverske aplikacije). Njegova prednost u odnosu na druge skupove tehnologija je u tome što omogućava korišćenje jednog programskog jezika - JavaScript, i jedne reprezentacije podataka - JSON (JavaScript Object Notation), u svim slojevima aplikacije.

Kao što je već napomenuto, aplikacija se sastoji iz sledećih delova: klijentske aplikacije, serverske aplikacije, baze podataka i softvera GazePointer [10]. Šema arhitekture rešenja prikazana je na Slici 1. U nastavku će svaki od prethodno navedenih delova biti detaljnije opisan.



Slika 1. Prikaz arhitekture rešenja

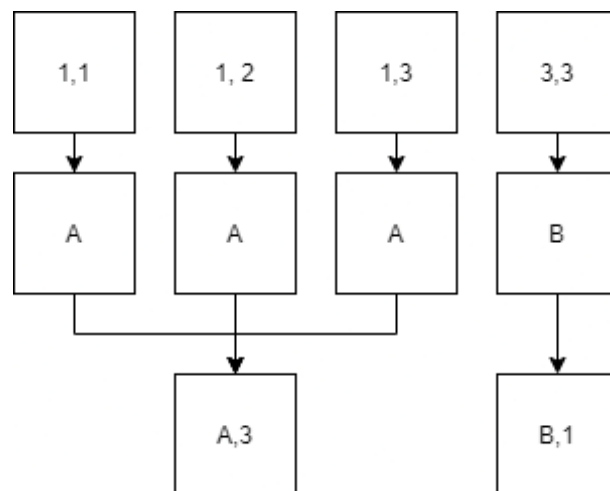
Klijentska aplikacija implementirana je pomoću JavaScript biblioteke ReactJS. ReactJS je biblioteka koja služi za kreiranje interfejsa i nudi mogućnost izdvajanja programskog koda u komponente i njegovo ponovno korišćenje, što predstavlja ogromnu prednost zbog toga što se mnogi delovi interfejsa mogu iskoristiti i u aplikaciji namenjenoj učenicima, kao i u aplikaciji namenjenoj nastavnicima, te nije bilo potrebno duplirati kod i razdvajati te aplikacije. Za kreiranje i manipulaciju interesnim oblastima, iskorišćena je biblioteka Konva.js [11]. Aplikacija vrši komunikaciju sa drugim delovima rešenja na sledeći način: HTTP zahtevima i odgovorima vrši se komunikacija sa serverskom aplikacijom, dok se komunikacija sa softverom GazePointer vrši putem protokola WebSocket. Prilikom prijavljivanja na sistem, u zavisnosti od toga da li je korisnik registrovan sa ulogom nastavnika ili učenika, otvara se odgovarajući interfejs aplikacije. Aplikacija nastavnicima nudi sledeće funkcionalnosti: pregled prethodno kreiranih testova; pregled učenika koji su rešavali pojedinačni test; pregled rezultata testova za pojedinačnog učenika, pri čemu je nastavniku dostupan uvid u svako pitanje koje se nalazi u testu uz vizuelni prikaz regiona od interesa koje je nastavnik prethodno definisao, kao i grafički prikaz podataka o pokretima oka učenika u vidu dva dijagrama (pri čemu prvi predstavlja sekvencu kretanja pogleda učenika između regiona, dok drugi dijagram predstavlja pregled ukupnog vremena koje je učenik proveo gledajući u pojedinačne regione od interesa); kao i kreiranje novih testova (pri čemu je omogućeno kreiranje regiona od interesa za svako pitanje, kao i njihovo imenovanje, preimenovanje, pomeranje i promena veličine). Testovi koje nastavnici kreiraju mogu biti sledećih tipova: esejski, testovi višestrukog izbora i mešoviti testovi. Aplikacija učenicima nudi sledeće funkcionalnosti: mogućnost pregleda svih testova koji su dostupni za polaganje; pregled testova koje su učenici prethodno rešavali, zajedno sa rezultatima koje su na njima ostvarili; kao i pristupanje rešavanju testova sa prikupljanjem podataka o kretanju pogleda. Bitno je napomenuti da se prilikom prvog pristupanja učenika testu beleži datum i vreme pristupanja testu, kao i prilikom predaje popunjenog testa. Prilikom predaje popunjenog testa, ukoliko je test tipa višestrukog izbora, učenik dobija broj ostvarenih poena kao povratnu informaciju.

Serverska aplikacija implementirana je kao RESTful servis. Implementirana je u programskom jeziku JavaScript, pomoću radnog okruženja Node.js, koje omogućava izvršavanje JavaScript koda na serverskoj strani, odnosno van internet pretraživača. Za implementaciju RESTful servisa iskorišćeno je radno okruženje Express.js. Serverska aplikacija, osim sa klijentskom, komunicira i sa MongoDB bazom podataka. Ova komunikacija vrši se pomoću biblioteke Mongoose, koja nudi funkcionalnost objektnog modelovanja i omogućava komunikaciju sa bazom podataka putem standardnih funkcija programskog jezika JavaScript.

Jedna od najvažnijih karakteristika platforme ove vrste svakako je sigurnost. Autorizaciji i autentifikaciji posvećena je velika pažnja, te je proces autentifikacije i autorizacije implementiran na sledeći način: prilikom logovanja, korisniku se izdaju dva tokena, prvi za pristupanje resursima, a drugi za osvežavanje prvog tokena. Token za pristup resursima sadrži informaciju o tome koja uloga je korisniku dodeljena (da li je korisnik nastavnik ili učenik). Tokeni predstavljaju JSON Web Tokene (JWT) koji nude mogućnost digitalnog potpisivanja, kako bi neovlašćena lica bila sprečena da izdaju svoje tokene. Prvi token ima veoma kratak životni vek od dvadeset minuta, dok životni vek drugog tokena iznosi sedam dana. Token za pristup resursima šalje se u telu HTTP odgovora, a u klijentskoj aplikaciji se čuva u memoriji glavne ReactJS komponente, što znači da se prilikom svakog osvežavanja stranice on gubi. Pošto bi ovo predstavljalo preveliko narušavanje korisničkog iskustva, u pomoć priskače token za osvežavanje tokena za pristup resursima. Ovaj token se šalje kao HttpOnly kolačić (engl. *cookie*). Kolačići tipa HttpOnly odlikuju se svojstvom da im nije moguće pristupiti iz JavaScript koda na klijentskoj strani, već se automatski šalju pri svakom HTTP zahtevu ka određenoj putanji na serverskoj strani. Na ovaj način smanjena je ranjivost sistema na napade tipa CSRF (Cross-Site Request Forgery). Prilikom napada tipa CSRF, korisnik otvara veb stranicu sa malicioznim programskim kodom koja upućuje zahtev ka aplikaciji koja je cilj napada i izvršava za korisnika nepoželjnu akciju. S obzirom na to da se token za pristupanje resursima čuva u memoriji ReactJS frontend aplikacije, prilikom ovakvog napada napadač nema pristup tom tokenu, već je jedina akcija do koje može doći je osvežavanje tokena, pri čemu napadač ne može dobiti pristup odgovoru, odnosno tokenu za pristupanje resursima.

Od značaja je i opisati na koji način se rukuje podacima o kretanju pogleda učenika za vreme rešavanja testova. Prikupljanje podataka vrši se pomoću softvera GazePointer. Ovaj softver omogućava kalibraciju, koja se preporučuje pre svakog pristupanja servisu (što je standardna praksa i sa profesionalnim uređajima za praćenje kretanja oka), i prikupljanje diskretnih pozicija u koje je učenik gledao prilikom popunjavanja testa, odnosno njihove x i y koordinate. Prilikom pristupanja testu, klijentska aplikacija otvara WebSocket konekciju ka softveru GazePointer i započinje memorisanje koordinata pozicije u koju korisnik gleda u svakom trenutku, i povezuje se sa pitanjem koje je u tom trenutku aktivno na ekranu. Po završetku rešavanja testa i predaji, šalju se i

neobrađeni podaci o kretanju oka. Serverska aplikacija, po prijemu popunjenih testova učenika i automatskog ocenjivanja u slučaju da se radi o testovima višestrukog izbora, obrađuje podatke na način koji će biti opisan u nastavku. Za svaku tačku u koju je korisnik gledao, proverava se da li odgovara nekoj od interesnih oblasti koje je nastavnik odredio. Ukoliko odgovara, koordinate se menjaju identifikatorom te oblasti, a ukoliko ne odgovara, beleži se da učenik nije gledao ni u jednu od prethodno definisanih oblasti. Zatim se tako dobijeni podaci transformišu: ukoliko je učenik prilikom popunjavanja testa u više uzastopnih trenutaka gledao u tačke koje pripadaju jednoj interesnoj oblasti, ti zapisi se menjaju identifikatorom oblasti i brojem uzastopnih trenutaka koje je učenik proveo gledajući u njih. Primer je prikazan na slici 2, pri čemu kvadrati u prvom redu predstavljaju niz tačaka u koje je učenik gledao, sa koordinatama; kvadrati u drugom redu predstavljaju te iste tačke, samo sa oznakom kojom regionu od interesa pripadaju; dok kvadrati u trećem redu predstavljaju sekvence regiona od interesa, pri čemu su tačke u koje je učenik gledao, a koje pripadaju istom regionu od interesa, spojene u jedan element niza sa uzastopnim brojem tačaka koje pripadaju istom regionu. Na ovaj način dobija se sekvenca kretanja oka učenika koja je prikazana na prvom dijagramu koji je nastavnicima dostupan u klijentskoj aplikaciji. Ukupan pregled pokreta oka učenika za pojedinačno pitanje dobija se iz prethodnog dijagrama, sumiranjem ukupnog broja trenutaka koje je učenik proveo gledajući u svaku pojedinačnu interesnu oblast. Ovako dobijene vrednosti prikazane su na drugom dijagramu u klijentskoj aplikaciji. Nastavnik na osnovu ovih podataka može lakše da uoči eventualne nedostatke svojih testova, kao i da bolje razume načine na koje učenici dolaze do odgovora, pa da u skladu sa tim promeni nastavne materijale, način na koji izlaže gradivo, ili da obrati posebnu pažnju na učenika, bilo time što će mu pružiti priliku da ocenu popravi na nekom narednom testiranju, ili da učenika na kog posumnja da je prepisivao u narednom testiranju u tome spreči.



Slika 2. Grafički prikaz algoritma za kreiranje sekvence regiona od interesa

#### 4. REŠENJE

U nastavku biće opisani i prikazani najznačajniji slučajevi korišćenja platforme: kreiranje testova (za nastavnike), popunjavanje testova (za učenike) i uvid u rezultate testova (za nastavnike).

##### A. Kreiranje testova

Kreiranje testova dostupno je korisnicima u ulozi nastavnika. Nakon prijavljivanja, sa početne stranice nastavnik bira opciju Kreiraj test. Nakon toga, nastavnik unosi naziv testa i potvrđuje. Nakon toga, prikazuje se interfejs za kreiranje testova, koji je prikazan na slici 3. U okviru interfejsa, nastavniku su dostupne opcije: kreiranje novog pitanja, izmena trenutnog pitanja, kreiranje nove oblasti od interesa, promena pozicije i veličine postojećih oblasti od interesa, navigiranje kroz sva kreirana pitanja i završetak kreiranja testa, odnosno njegovo objavljivanje na platformi. Na slici 4 prikazani su: dijalog za kreiranje novog pitanja (levo) i dijalog za kreiranje nove oblasti od interesa (desno). Forma dijaloga za izmenu trenutnog pitanja ekvivalentna je dijalogu za kreiranje novog pitanja, s tim što je ona po otvaranju popunjena podacima o trenutnom pitanju, te ona neće biti posebno prikazana. Prilikom kreiranja i izmene pitanja nastavnik navodi sledeće informacije: tekst pitanja, tip pitanja (esejsko ili pitanje višestrukog izbora), broj poena koje pitanje nosi i ponuđene odgovore (sa označenim tačnim odgovorom), za pitanja tipa višestrukog izbora. Prilikom kreiranja interesne oblasti nastavnik navodi naziv oblasti.

##### B. Popunjavanje testova

Popunjavanje testova dostupno je korisnicima u ulozi učenika. Nakon prijavljivanja, na početnoj stranici učeniku su prikazani svi testovi koji su dostupni mu za popunjavanje, izuzev onih koje je već popunio. Uz naslov testa, učeniku su dostupne i informacije o tipu testa i o maksimalnom broju bodova koje na njemu može da ostvari. Učenik bira opciju Pristupi testu i prikazuje mu se interfejs za rešavanje testova, koji je prikazan na slici 5. U okviru interfejsa, učeniku su dostupne sledeće opcije: odgovaranje na pitanja, navigacija kroz pitanja, privremeno napuštanje testa i slanje odgovora zajedno sa podacima o kretanju oka. Ukoliko učenik ne poseduje veb kameru, dostupno mu je korišćenje aplikacije bez ikakvih posledica.

##### C. Uvid u rezultate testova

Uvid u rezultate testova dostupan je korisnicima u ulozi nastavnika. Nakon prijavljivanja, na početnoj stranici nastavniku su prikazani svi testovi koje je pre toga kreirao. Uz naslov testa, dostupne su i informacije o tipu testa i o maksimalnom broju bodova koje učenik na njemu može ostvariti. Nastavnik bira opciju Pregledaj rezultate i prikazuju mu se svi učenici koji su pristupili polaganju testa, zajedno sa datumom i vremenom prvog pristupanja testu, kao i datumom i vremenom predaje odgovora. Odabirom korisničkog imena učenika iz tabele, prikazuje se interfejs za uvid u rezultate testa učenika, koji je prikazan na slici 6. Nastavniku su u okviru interfejsa

dostupne sledeće opcije: uvid u informacije o testu (naslov testa, tip testa, korisničko ime učenika koji ga je polagao, kao i maksimalan broj poena); uvid u pitanja i odgovore učenika, pri čemu je u slučaju pitanja tipa višestrukog izbora tačan odgovor označen zelenom bojom, a ukoliko je učenik netačno odgovorio, takav odgovor je označen crvenom bojom; uvid u kreirane interesne oblasti; podaci o kretanju pogleda učenika - dijagram koji predstavlja sekvencu regiona od interesa u koje je učenik gledao, kao i dijagram koji predstavlja ukupan pregled i raspodelu interesnih oblasti u koje je učenik gledao; kao i navigacija kroz pitanja i napuštanje interfejsa.

#### 5. ZAKLJUČAK

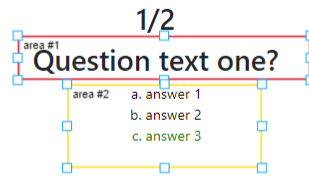
U ovom radu predstavljena je veb platforma za ocenjivanje znanja učenika uz praćenje pokreta oka. Ovaj problem bio je značajan za rešavati zbog sve veće potrebe obrazovnih institucija za sistemom za ocenjivanje znanja na daljinu, kako zbog prilagođavanja događajima poput pandemije virusa korone iz 2020. godine, tako i zbog prilagođavanja učenicima sa invaliditetom. Praćenjem pokreta oka učenika prilikom rešavanja testova i transformacijom i grafičkim predstavljanjem prikupljenih podataka pokušano je doprineti rešenju drugog istraživačkog pitanja - problema unapređenja nastavnog procesa.

Za implementiranje platforme, korišćeni su: skup tehnologija MERN i softver GazePointer. U okviru skupa tehnologija MERN, korišćen je programski jezik JavaScript, a za reprezentaciju podataka korišćen je format JSON. Veb platforma sastoji se od dve aplikacije: klijentske i serverske. Klijentska aplikacija predstavlja interfejs koji koriste nastavnici i učenici kako bi komunicirali sa serverskom aplikacijom, koja je implementirana kao RESTful servis.

Platforma omogućava nastavnicima da kreiraju testove (pitanja i oblasti od interesa za praćenje kretanja oka učenika), pregledaju prethodno kreirane testove i da dobiju uvid u rezultate učenika na testovima, uz grafički prikaz podataka o kretanju oka učenika. Nastavnicima je omogućena fleksibilnost prilikom kreiranja testova, u vidu tipova pitanja koje je moguće kreirati (esejska i pitanja višestrukog izbora). Fleksibilnost prilikom kreiranja oblasti od interesa ogleda se u tome da je moguće imenovati svaku od oblasti, a nakon postavljanja moguće joj je promeniti veličinu i poziciju.

Platforma omogućava učenicima da pregledaju testove dostupne za polaganje, da dobiju uvid u svoje rezultate na prethodnim testovima i da pristupe polaganju testa. Težnja prilikom implementiranja platforme bila je da se izbegne dodatan stres za učenika prilikom korišćenja platforme, što je uočeno kao problem analiziranjem literature, što je urađeno, između ostalog, omogućavanjem učenicima koji ne poseduju stabilnu internet konekciju da koriste platformu (internet konekcija potrebna je prilikom pristupanja testu i slanja odgovora, ali ne i za vreme odgovaranja na pitanja), kao i omogućavanjem učenicima da pristupe testiranju i bez posedovanja veb kamere.

Značajna karakteristika sistema je i očuvanje akademskog integriteta, insistiranjem na pravilnoj implementaciji podsistema za autorizaciju i autentifikaciju. Jasno je definisano kojim



[Edit Question](#) [New Area](#) [New Question](#) [Submit](#)

Slika 3. Interfejs za kreiranje testova

The image shows two side-by-side modals for creating new content.

**New Question Modal:**

- Question:** A text input field containing "Question text 1?".
- Question type:** A dropdown menu set to "Multiple choice".
- Points:** A text input field containing "10".
- Correct Answer Table:**

Correct	Answer
<input type="checkbox"/>	answer 1
<input type="checkbox"/>	answer 2
<input checked="" type="checkbox"/>	answer 3
- Buttons:** "Add new answer", "Dismiss", and "Save Question".

**Add New Area of Interest Modal:**

- Title:** A text input field containing "area #1".
- Buttons:** "Dismiss" and "Add Area".

Slika 4. Dijalozi za kreiranje novog pitanja i nove oblasti od interesa

1/2  
Question text one?

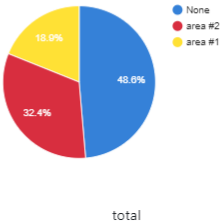
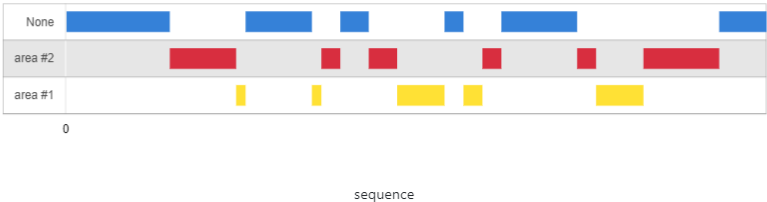
- ☐ answer 1  
☒ answer 2  
☐ answer 3



Slika 5. Interfejs za rešavanje testova

1/2  
Question text one?

- a. answer 1  
b. answer 2  
c. answer 3



Slika 6. Interfejs za uvid u rezultate testova

korisnicima spram njihove uloge je dozvoljen pristup kom servisu, pa se ne može dogoditi da učenik slanjem HTTP zahteva direktno ka serverskoj aplikaciji pristupi podacima o testovima ili podacima o drugim učenicima. Kao mehanizam za dozvolu pristupa platformi korišćeni su JWT tokeni, koji moraju biti potpisani, te nije moguće da korisnik na svoju ruku kreira token za pristup servisu za koji nije ovlašćen. Takođe, za pristup servisu korišćena su dva tokena, jedan za pristup, a drugi za osvežavanje tokena, i iskorišćen je preporučeni pristup za njihovo korišćenje u skladu sa literaturom iz oblasti, čime je doprineto da platforma bude bezbedna od CSRF napada.

Mogući pravci za dalja istraživanja pre svega se odnose na drugo istraživačko pitanje - problem unapređenja nastavnog procesa. Potrebno je istražiti da li je moguće iskoristiti prikupljene podatke za praćenje pokreta oka učenika na još neki način osim na način koji je opisan u ovom radu. Misli se pre svega na eventualno kombinovanje prikupljenih podataka svih učenika koji su pristupili rešavanju određenog testa i na osnovu tako sabranih podataka trenirati model koji bi mogao da generiše automatske sugestije za unapređenje testa za nastavnika. Prikupljanje podataka o kretanju oka učenika samo je jedna od savremenih tehnologija koja bi mogla biti iskorišćena za unapređenje nastavnog procesa. Potrebno je istražiti koje bi se tehnologije još mogle iskoristiti, bez da imaju negativan uticaj na korisničko iskustvo ili na pravo na privatnost svojih korisnika.

#### LITERATURA

- [1] Liu, L., Shi, H. and Zhai, R., 2014. The Design and Implementation of Online Exam System. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 687, pp. 2506-2509). Trans Tech Publications Ltd.
- [2] Bawarith, R., Basuhail, A., Fattouh, A. and Gamalel-Din, S., 2017. E-exam cheating detection system. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 8(4), pp.176-181.
- [3] Morrison, S. and Heilweil, R., 2021. How teachers are sacrificing student privacy to stop cheating. [online] Vox. Available at: <https://www.vox.com/recode/22175021/schoolcheating-student-privacy-remote-learning>
- [4] Lee, S., 2020, Proctorio CEO releases student's chat logs, sparking renewed privacy concerns. The Ubyyssey [online]. Available at: <https://www.ubyssey.ca/news/proctorio-chat-logs/>
- [5] Alden, C. and Ha, A., 2020, Proctorio sues UBC staff member for tweets sharing 'confidential' information about the software. The Ubyyssey [online]. Available at: <https://www.ubyssey.ca/news/proctorio-sues-linkletter/>
- [6] Harwell, D., 2020, Cheating-detection companies made millions during the pandemic. Now students are fighting back., The Washington Post [online]. Available at: <https://www.washingtonpost.com/technology/2020/11/12/test-monitoring-student-revolt/>
- [7] Bajaj, M. and Li, J., 2020, Students, faculty express concerns about online exam invigilation amidst COVID-19 outbreak. The Ubyyssey [online]. Available at: <https://www.ubyssey.ca/news/Students-express-concerns-about-online-exams/>
- [8] Lin, Y.T., Wu, C.C., Hou, T.Y., Lin, Y.C., Yang, F.Y. and Chang, C.H., 2015. Tracking students' cognitive processes during program debugging—An eye-movement approach. *IEEE transactions on education*, 59(3), pp.175-186.
- [9] MongoDB, 2020. What is the MERN Stack? Introduction & Examples [online]. Available at: <https://www.mongodb.com/mern-stack>
- [10] GazeRecorder, 2021. GazePointer — Real-Time WebCam Eye-Tracking Software. GazeRecorder [online]. Available at: <https://gazerecorder.com/gazepointer/>
- [11] Konva.js, 2020. Konva.js — JavaScript 2d canvas library [online]. Available at: <https://konvajs.org/>