

AUTOMATSKO VREDNOVANJE ALGORITAMSKIH ZADATAKA

AUTOMATIC EVALUATION OF ALGORITHM TASKS

Stjepan Šalković¹, Nenad Sikirica²

¹ Veleučilište Hrvatsko zagorje Krapina, Šetalište hrvatskog narodnog preporoda 6, 49000 Krapina, Republika Hrvatska, stjepan.salkovic@vhzk.hr,

² Veleučilište Hrvatsko zagorje Krapina, Šetalište hrvatskog narodnog preporoda 6, 49000 Krapina, Republika Hrvatska, nsikirica@vhzk.hr

Sažetak

Ishodi učenja algoritama i programiranja najvećim dijelom se usvajaju kroz rješavanje zadataka. Vrednovanje uradaka zahtijeva od nastavnika mnogo uloženog vremena i truda, pogotovo s većim brojem učenika. Važno je da svaki učenik dobije povratnu informaciju kako bi dodatno radio na sadržajima koje nije usvojio. Stoga je poželjno da nastavnik upotrijebi određeni alat kojim može evaluirati rješenja, voditi evidenciju o napretku, te eventualno i analizirati plagijate. U radu je opisano vrednovanje pomoću alata Moodle Virtual Programming Lab i Autogradr.com. Eksperiment na nekoliko različitih cjelina pokazao je prednosti i nedostatke svakog alata. Uspoređeni su rezultati automatske evaluacije i ostalih načina vrednovanja. Automatsko ocjenjivanje zahtijeva promjenu vremenskog rasporeda rada nastavnika. Mnogo više vremena potrebno je za pripremu, no zato se smanjuje vremenska opterećenost prilikom evaluacije. Osim toga učenici imaju više povratnih informacija, a vrednovanje i ocjenjivanje je objektivnije. Vrijeme koje nastavnik troši na evaluaciju neznatno raste s većim brojem učenika. Usprkos uporabi alata, nastavnik je i dalje nezamjenjiv, kako u postupku usvajanja sadržaja, tako i prilikom uvježbavanja i stjecanja vještine rješavanja algoritamskih zadataka. Za vrednovanje rada učenika je poželjno osim automatske evaluacije pratiti napredak učenika i drugim metodama.

Abstract

The learning outcomes of algorithms and programming are mostly achieved through task solving. Evaluating student work requires a lot of time and effort from teachers, especially with a larger number of students. It is important for each student to receive feedback in order to further work on content that was not adopted. It is therefore desirable for a teacher to use a specific tool to evaluate solutions, keep track of progress, and possibly analyze plagiarism. The paper describes the evaluation using the Moodle Virtual Programming Lab and Autogradr.com. The experiment on several different units showed the advantages and disadvantages of each tool. Results of automatic evaluation were compared with other evaluation methods. Automatic grading requires a change in the teacher's schedule. Much more time is needed to prepare, but time for evaluation is greatly reduced. In addition, students have more feedback, and evaluation is more objective. The time spent by the teacher on the evaluation is slightly increasing with a larger number of students. Despite the use of the tool, the teacher is still unreplaceable, both in the process of adopting the content, as well as in training and acquiring the skill of solving algorithmic tasks. To evaluate students work, it is desirable, in addition to automatic evaluation, to track students' progress using variety of other methods.

KLJUČNE RIJEČI

Automatsko vrednovanje, programiranje

KEYWORDS

Automatic evaluation, programming

1. UVOD

1. INTRODUCTION

Usvajanje vještine algoritamskog razmišljanja i rješavanja zadataka zahtijeva puno truda i vremena. Osim uporabe udžbenika, predavačke nastave i rješavanja zadataka na vježbama, nužno je da učenik samostalno rješava zadatke. Ukoliko nastavnik želi učenicima dati što više zadataka za samostalno vježbanje, postoji i potreba da se zadaci evaluiraju. Ukoliko nema evaluacije, nema ni povratne informacije i s vremenom učenici sve manje rješavaju zadatke. Posljedično tome, usvojenost znanja i vještina traženih na tržištu je puno manja. Moguća rješenja da nastavnik smanji opterećenje su smanjiti količinu zadataka, procijeniti slučajne uzorke zadataka, uključiti učenike u vrednovanje ili koristiti automatske sustave za vrednovanje zadataka.

Postoji više različitih načina kako koristiti evaluator. Neka od njih zahtijevaju instalaciju i održavanje poslužitelja. Takva rješenja bi od nastavnika zahtijevala dodatni angažman, pa nisu razmatrana u radu. Prema istraživanju Lidije Kralj 78% učenika više se sviđa učiti u virtualnom okruženju i smatraju da će na taj način naučiti više nego na klasičan način[1].

Evaluator uobičajeno radi kao crna kutija kojoj prosljeđujemo ulaze i provjeravamo izlaze. Postavlja se pitanje da li je takav princip dobar za poučavanje[2]. Na natjecanjima se rješenja učenika najčešće ne pregledavaju, no u nastavi je situacija ipak drukčija. Kako nastavnik ima mogućnost pregledati rješenja učenika, problem ipak nije toliko izražen.

Rješenja koja su razmatrana su online alati, odnosno modul koji je dostupan unutar Moodle-a. Naravno, Moodle također netko treba instalirati i održavati. Škole imaju rješenje na način da koriste Loomen, CARNetovu instalaciju Moodle-a koja ima i integriran AAI@EduHr sustav identifikacije i autorizacije. Autogradr je besplatan za uporabu u nastavi, a nastavnik će se pobrinuti kako bi se nastavnici prijavili unutar njegovog tečaja/razreda.

2. VIRTUAL PROGRAMMING LAB

2. VIRTUAL PROGRAMMING LAB

Moodle platforma nudi nastavniku otvaranje kolegija kako bi kombinirao s nastavom u učionici ili se sva nastava može prebaciti online. Resursi su nastavni materijali za kolegij koje studenti pregledavaju ili pohrane. To mogu biti dokumenti, poveznice, multimedijске datoteke i slično. Obično nema interakcije s nastavnikom ili drugim učenicima.

Aktivnosti omogućuju interakciju nastavnika s učenicima, te učenicima međusobno. Odabir aktivnosti ovisi o koncepciji kolegija, prirodi sadržaja i procjeni nastavnika kako će najbolje dostići željene ishode učenja.

Virtual Programming Lab (VPL) je sustav za provjeru studentskih rješenja integriran unutar Moodle poslužitelja, a ta rješenja su računalni programi. Rješenje, odnosno računalni program se mora izvršiti kako bi se utvrdilo da li je točno. Izvršavanje i provjeru omogućuje

VPL. Zbog sigurnosti se izvršavanje odvija na odvojenom virtualnom poslužitelju, tzv. Jail poslužitelju.

Može se koristiti za zadavanje domaćih zadaća, gdje se može, ali i ne mora koristiti automatsko pregledavanje i ocjenjivanje. Osim toga može se koristiti i za vrednovanje kao online test.

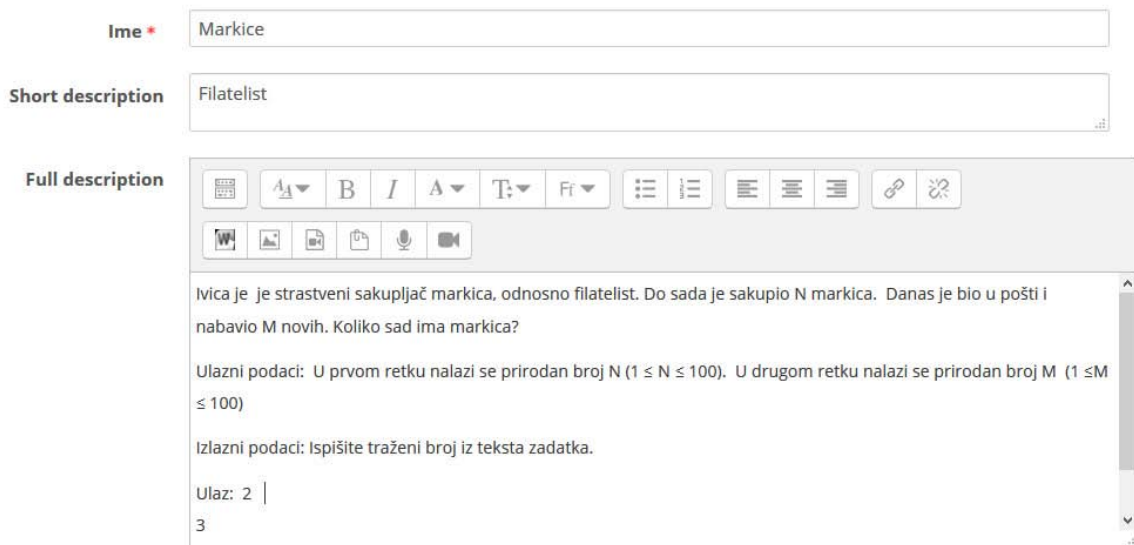
VPL omogućuje analizu sličnosti rješenja. Na taj način je učenicima u početku jasno da ne bi bilo dobro prepisivati rješenja. Analiza je pouzdanija kod zadataka koji zahtijevaju više koda, jer se u kratkim i jednostavnim zadacima može dogoditi da učenici imaju jako slična rješenja – iako nisu prepisivali.

Učenici dobivaju povratne informacije i mogu pratiti vlastiti proces učenja. Prema provedenim istraživanjima uporaba aktivnosti su sklopu Moodle-a doprinosi povećanju kvalitete i uspješnosti poučavanja, ali i smanjenju opterećenosti nastavnika [2].

2.1. Postavljanje zadatka

2.1. Setting tasks

Aktivnost VPL dodaje se u kolegij slično kao i ostale aktivnosti. Ima svoje ime, opis, vrijeme kad postaje dostupna i rok izvršavanja. U odjeljku ocjenjivanja podešava se broj bodova, ocjena za prolaz, postavke za smanjivanje ocjene nakon zatraženih novih evaluacija.



The image shows a screenshot of the VPL settings form. It contains three main sections:

- Ime ***: A text input field containing the value "Markice".
- Short description**: A text input field containing the value "Filatelist".
- Full description**: A rich text editor with a toolbar and a text area. The text area contains the following content:
Ivica je je strastveni sakupljač markica, odnosno filatelist. Do sada je sakupio N markica. Danas je bio u pošti i nabavio M novih. Koliko sad ima markica?
Ulazni podaci: U prvom retku nalazi se prirodan broj N ($1 \leq N \leq 100$). U drugom retku nalazi se prirodan broj M ($1 \leq M \leq 100$)
Izlazni podaci: Ispišite traženi broj iz teksta zadatka.
Ulaz: 2 |
3

Slika 1: postavke VPL-a

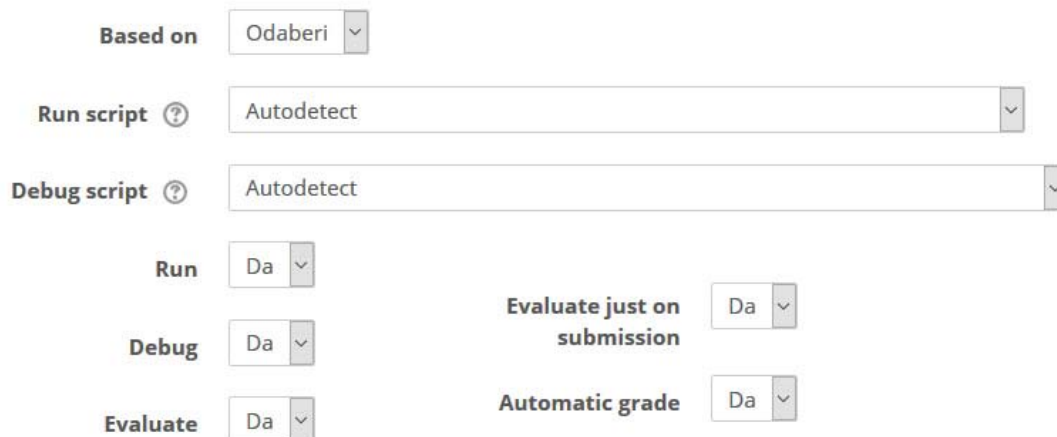
Figure 1: VPL settings

Automatska evaluacija moguća je ako postavimo testne primjere. Blok počinje ključnom riječi *case* (npr. *case=prvi*). Slijedi ključna riječ *input* koja podrazumijeva ulaze na kojima će biti testiran program. Iza ključne riječi *output* je izlaz koji bi program trebao generirati. Moguće je koristiti i *grade reduction* koji označava smanjivanje ukupnog postotka zbog greške. Ako nije zadan, postotak se smanjuje kvocijentom ukupne ocjene i broja testnih primjera.

2.2. Evaluacija

2.2. Evaluation

Postavka Execution options određuje da li će se rješenje moći pokretati i automatski evaluirati. Može se odabrati skripta za otkrivanje grešaka, i za pokretanje programa. Podržano je mnoštvo jezika: C, C++ (CPP-98, CPP-11, CPP-14, CPP-17), C#, Java, Python (Python 2 i Python 3).



The image shows a form for configuring evaluation options. It includes several dropdown menus and checkboxes. The 'Based on' dropdown is set to 'Odaberi'. The 'Run script' and 'Debug script' dropdowns are both set to 'Autodetect'. The 'Run', 'Debug', and 'Evaluate' checkboxes are all checked. The 'Evaluate just on submission' and 'Automatic grade' checkboxes are also checked.

Based on	Odaberi		
Run script	Autodetect		
Debug script	Autodetect		
Run	Da	Evaluate just on submission	Da
Debug	Da	Automatic grade	Da
Evaluate	Da		

Slika 2: opcije evaluacije
Image 2: evaluation options

Nakon što učenici predaju svoja rješenja nastavnik može pogledati listu rješenja i ocjene. Svakom učeniku može dati povratnu informaciju, kako bi upotpunio proces učenja. Kako VPL podržava mnoštvo jezika te ima fleksibilne postavke, vrijedan je alat za vrednovanje programerskih vještina [3].

3. AUTOGRADR

3. AUTOGRADR

Prilikom registracije na AutoGrad, moguća je registracija u svojstvu nastavnika ili učenika. Nastavnik u kontrolnoj ploči kreira tečaj. Tečaj ima kod koji će učenici upisati kako bi mu se pridružili. Na tečaju može biti više nastavnika, a nastavnik može učenicima slati i pozivnicu na mail. Podržani su najčešće korišteni jezici kao C, C++, C#, Python 2 i Python 3, Java, MySQL.

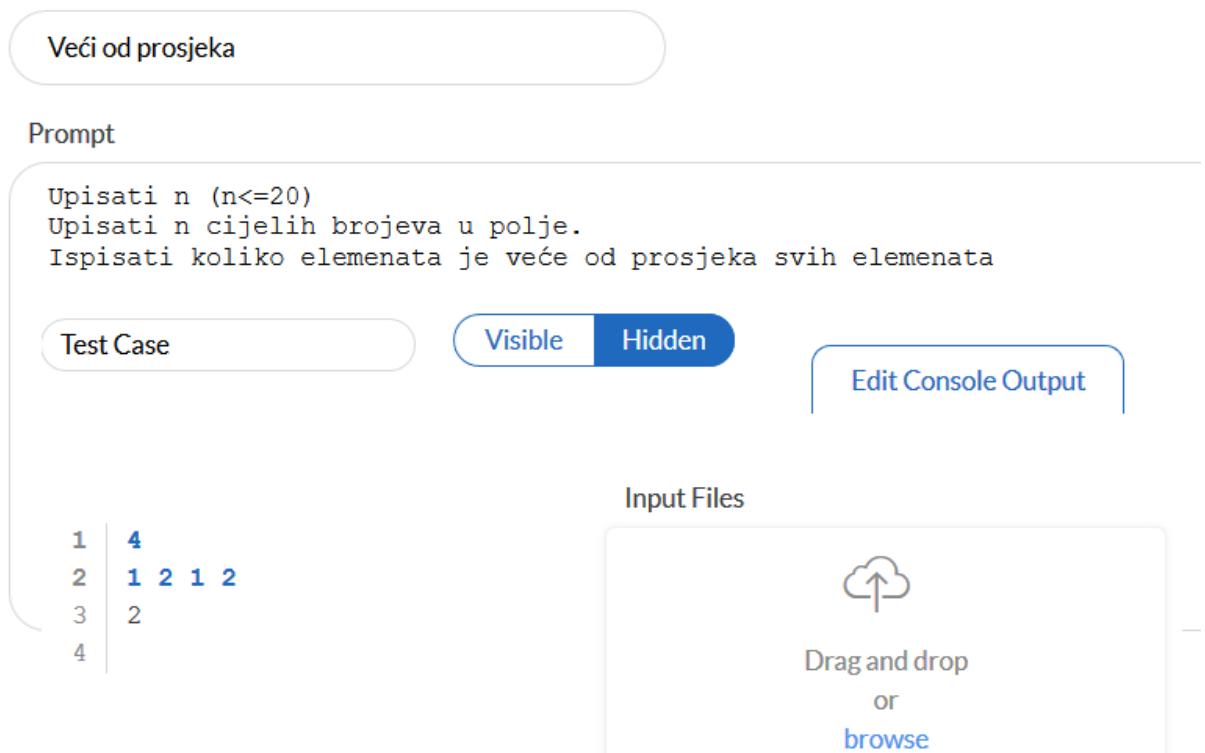
3.1. Izrada zadataka

3.1. Making tasks

AutoGradr koristi dva tipa pitanja: zadatke (*labs*) i projekte. Zadaci su pogodni za obradu sadržaja. Sastoje se od manjih individualnih podzadataka. Učenik napreduje kroz gradivo rješavajući zadatke u pregledniku.

Projekt je obično kompleksniji algoritamski zadatak. Učenici rade u razvojnom sučelju koje im odgovara, a predaju gotovo rješenje. Zadaci i projekti se automatski evaluiraju.

Izrada zadataka i projekata je slična. Nastavnik upisuje tekst zadatka i test podatke (*test case*). Dio test podataka nastavnik ostavi vidljiv, kako bi učenik lakše razumio zadatak. Osim test podataka mogu se koristiti i datoteke.



Slika 3: izrada zadatka u AutoGradr
 Figure 3: making task in Autograder

2.2. Evaluacija

2.2. Evaluation

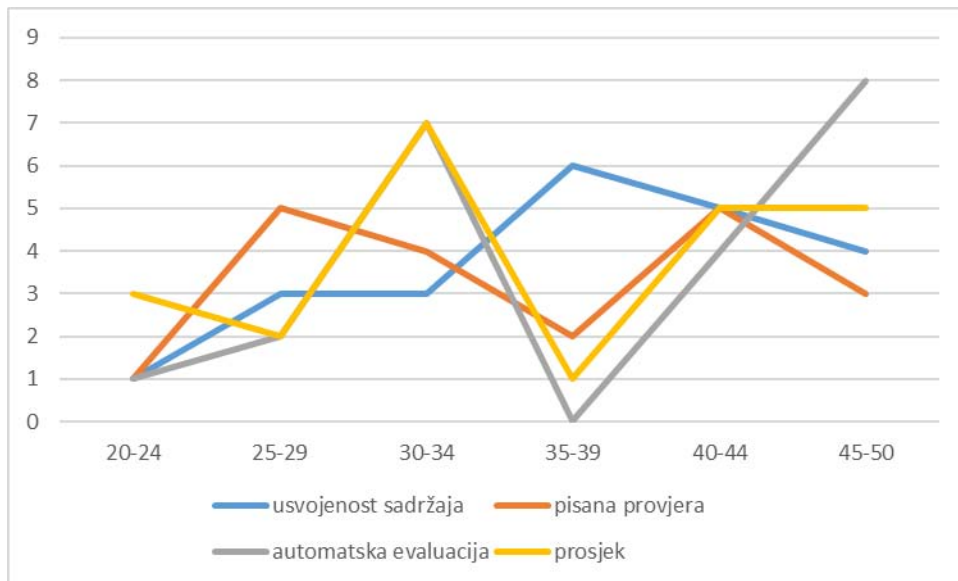
Nakon što učenici predaju zadatke AutoGradr vrednuje rješenja. Učenik će dobiti povratnu informaciju na kojim testnim podacima mu je rješenje radilo. Dio rješenja učenika koji treba pogledati nastavnik označen je, te nastavnik daje i konačni broj bodova.

4. ANALIZA VREDNOVANJA

4. EVALUATION ANALYSIS

Sa ciljem usporedbe ostalih načina vrednovanja i automatske evaluacije, napravljena je usporedba ocjena prema različitim elementima. Prvi element bila je usvojenost sadržaja i vrednovana je zadacima objektivnog tipa, uglavnom provedenim kroz kvizove u Moodle-u. Drugi element bile su praktične provjere znanja provedene tako da su učenici pisali rješenja na papiru. Vrednovali su se i djelomično riješeni zadaci. Treći element bila je automatska evaluacija rješenja koje su učenici rješavali za domaću zadaću i tijekom vježbanja.

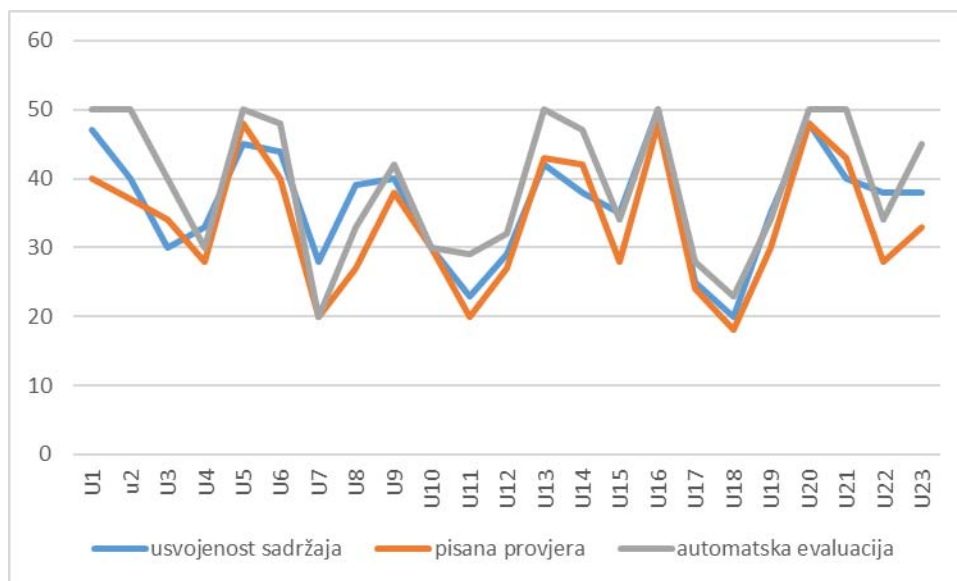
Uzorak na kojem je provedeno istraživanje je grupa od 23 učenika. Raspon bodova za svaki element je od 0 do 50 bodova u promatranom razdoblju.



Slika 4: raspodjela rezultata u razredima veličine 5

Figure 4: distribution of results grouped by 5

Slika 4 prikazuje raspodjelu rezultata. Rezultati su grupirani po 5 bodova. Najmanji ostvareni broj bodova bio je 20,3, a najveći 50. Prosječni rezultat bio je 36,3 bodova. Raspodjela se većim dijelom poklapa sa Gaussovom krivuljom, s malim pomakom udesno. Kod automatske evaluacije krivulja je pomaknuta prema desno, odnosno trećina učenika većinu zadataka je uspješno riješila s tek ponekom greškom.



Slika 5: vrednovanje prema različitim kriterijima

Figure 5: evaluation by different criteria

Na slici 5 je vidljivo da se vrednovanje po sva tri kriterija uglavnom poklapa. Prosječni rezultat usvojenosti sadržaja je bio 36,4, a medijan 38. Prosječni rezultat pisanih provjera je bio 33,6, a medijan 33. Prosječni rezultat automatske evaluacije bio je 39, a medijan 40.

5. ZAKLJUČAK

5. CONCLUSION

Nakon što se uloži dosta vremena u pripremu zadataka i postavke, VPL i AutoGradr omogućuju automatsko pregledavanje i ocjenjivanje. Vrednovanje je objektivno, ali često se kod jednostavnih zadataka događa da su riješeni u potpunosti, ili nisu riješeni jer učenik nije pročitao kako treba izgledati izlaz. Kroz kontinuiranu uporabu alata, ovaj problem s vremenom je sve manji.

Prednost obaju alata je brza povratna informacija i jednostavno sučelje. Nedostatak je što nema interakcije studenta i nastavnika, djelomična rješenja ne nose bodove, a studenti razmjenjuju gotova rješenja zadataka koji su im dani za vježbanje. VPL ima ugrađenu mogućnost traženja sličnih rješenja, dok je u AutoGradru ta mogućnost u najavi. Oba alata imaju jednostavno i intuitivno sučelje. Administracija učenika nije zahtjevna.

Analiza vrednovanja automatskom evaluacijom pokazala je da su rezultati ostvareni na taj način bili bolji od rezultata dobivenih drugim načinima praćenja i vrednovanja. Kako učenici nisu imali ograničeno vrijeme za rješavanje zadataka, te im je bila dostupna literatura i pomoć, možda nisu u potpunosti objektivni.

6. REFERENCE

- [1] **Kralj L.**, *Učenje i suradnja u virtualnom okruženju za učenje*. [online] Zagreb: Pedagogy and the Knowledge Society, 2008., str. 7
- [2] **Skūpienė J.**, *Automated evaluation of computer programs at undergraduate level: suitability study for competitive events*, [online] Mykolas Romeris University, 2011., dostupno na https://www.mruni.eu/upload/iblock/77f/012_skupiene.pdf, str. 3
- [3] **Jugo G., Matotek I., Carev M., Domović D.** *Uporaba Moodle-a 2.0 u vrednovanju znanja*. Medijska istraživanja 18, br.1, 2012., str 161
- [4] **Thiebaut D.** *Automatic evaluation of computer programs using Moodle's virtual programming lab (vpl) plug-in*. [online] Department of Computer Science Smith College, 2015, dostupno na <http://www.science.smith.edu/>, str. 6