



DOI: 10.4312/mz.58.2.51-79
UDK 78:37.091.3:004.738.5

Razvoj platforme Trubadur in novi izzivi v prihajajočih letih

Matevž Pesek,^a Peter Šavli,^b Matija Marolt^a

^a*Univerza v Ljubljani*

^b*Konservatorij za glasbo in balet Ljubljana*

IZVLEČEK

Trubadur je odprtokodna platforma za urjenje glasbenega posluha z avtomatiziranimi vajami ritmičnega in intervalnega nareka. Platformo smo ovrednotili z dijaki Konservatorija za glasbo in balet Ljubljana v šolskih letih 2018/19–2020/21. Rezultati evalvacije so pokazali, da lahko uporaba platforme poveča uspešnost pri testih in predstavlja dopolnitev učenja na daljavo.

Ključne besede: e-izobraževanje, urjenje glasbenega spomina, ritmični in intervalni narek, evalvacija IKT pripomočkov pri pouku

ABSTRACT

Trubadur (Troubadour) is an open source platform for training of the musical ear with automated rhythmic and interval dictation exercises. We evaluated the platform together with students of the Ljubljana Music and Ballet Conservatory in the school years 2018/19 – 2020/21. The results of the evaluation showed that using the platform can increase test performance and complement studying from home.

Keywords: e-learning, musical memory training, rhythmic and interval dictation, evaluation of ICT materials in the learning process

Uvod

Učenje glasbe v Sloveniji poteka v okviru različnih formalnih in neformalnih izobraževalnih procesov v osnovnih in srednjih šolah ter na Akademiji za glasbo ter v specializiranih glasbenih šolah in različnih tečajih. Čeprav glasba prinaša veselje tako izvajalcem kot poslušalcem, sta učenje glasbene teorije in posluha pogosto manj zaželeno med otroki in mladostniki, ki obiskujejo glasbene programe. Vaje iz glasbene teorije in urjenja posluha so tudi v sami obliki učnega procesa precej monotone. Običajno jih mladostnik izvaja s pomočjo svinčnika oz. pisala in papirja, ob izvajanju vaje s strani učitelja ali s pomočjo posnetka. Ne glede na razvoj pripomočkov informacijsko-komunikacijskih tehnologij (IKT) se računalniki in mobilne naprave le redko uporabljajo kot orodje za vajo v formalnih študijskih procesih in programih. Z modernimi IKT orodji lahko povečamo zavzetost dijakov in jim omogočimo vaje doma brez fizične prisotnosti v učilnici. Z orodji lahko tudi zagotovimo takojšnjo povratno informacijo o pravilnosti izpolnjene naloge. Hkrati ni potrebno, da sta dijak in učitelj fizično prisotna v istem prostoru ali časovno sinhronizirana pri izvedbi in pregledu vaj.

V članku poročamo o razvojnem procesu in evalvaciji platforme *Trubadur* v šolskih letih 2018/19–2020/21. Platforma je bila razvita v sodelovanju s Konservatorijem za glasbo in balet v Ljubljani. Konservatorij je ena od dveh srednješolskih glasbenih ustanov, ki ju obiskujejo dijaki, ki se večinoma odločajo za poklice, povezane s poučevanjem in izvajanjem glasbe. Čeprav smo se osredotočili na dijake, ki že imajo nekaj glasbenega znanja, se dijaki ob vpisu na konservatorij – še posebej dijaki prvega letnika – pomembno razlikujejo po stopnji znanja glasbene teorije. Obravnava morebitnega vključevanja teh dijakov v spletno platformo za učenje glasbene teorije zato predstavlja izziv.

Vpliv platforme smo ocenili v dveh ocenjevalnih obdobjih v letih 2018/19 in 2019/20, pri čemer smo analizirali uspešnost dijakov pri vajah intervalnega in ritmičnega nareka. Analiza uspešnosti dijakov je pokazala, da se je uspešnost dijakov, ki so uporabljali platformo *Trubadur*, povečala. Dijaki so v obeh študijah dali tudi pozitivne povratne informacije o platformi. V obeh eksperimentih so bile na platformi uvedene nove oblike glasbenega usposabljanja, sprva intervalni narek, nato ritmični narek. V tretjem letu razvoja platforme smo uvedli dodatne pristope interakcije med dijaki in učitelji: domače naloge, izzive in poglobljeno statistiko posameznega dijaka ter razreda kot celote. Da bi učiteljem zagotovili vpogled, smo razširili modul za upravljanje, ki zdaj zagotavlja individualne in zbirne statistične podatke o uspešnosti dijakov. V tem eksperimentu smo analizirali vključenost, interakcijo in neposredne povratne informacije dijakov s platformo *Trubadur* v trimesečnem ocenjevalnem obdobju. Cilj te raziskave je bil oceniti prednosti in preostale izzive platforme, pri čemer smo zbirali povratne informacije uporabnikov v trimesečni študiji. Zaradi omejitev javnega življenja zaradi Covid-19 so dijaki v tem časovnem obdobju obiskovali konservatorij preko

spleta (marca in aprila 2021) in v razredu (maja in junija 2021). Zato smo pridobili dragocen vpogled v motiviranost dijakov v obeh načinih učenja (na spletu in v razredu). V tem delu poročamo o rezultatih prvih treh let razvoja platforme in se nato osredotočimo na analizo trenutnega stanja in razvoj v prihodnjih letih glede na trenutne in prihodnje izzive in priložnosti za podporo izobraževalnemu procesu v slovenskem jeziku in na slovenskem prostoru.

Sorodna dela

Orodja za učenje

Sistemi za upravljanje učenja (angl. *learning management systems* – LMS) učiteljem omogočajo, da učno gradivo na preprostejši način preko spleta delijo z dijaki. Kakovost gradiv se lahko razlikuje glede na količino razpoložljivega časa in znanja posameznega učitelja, ki uporablja LMS.¹ Za glasbeno teorijo je bilo za uporabo v LMS izdelanih več tematsko specifičnih paketov. Carney² je na primer zgradil sistem za učenje glasbene teorije v klavirski učilnici s paketi SCORM za LMS Moodle, ki je eden najpogosteje uporabljenih sistemov³ in se tudi najpogosteje uporablja v slovenskih šolah. Paketi so vključevali uporabniški vmesnik, zgrajen s tehnologijo Adobe Flash, in čeprav so podprti gradniki, specifični za glasbeno teorijo (klavirska tipkovnica), je integracija z osnovnim sistemom LMS omejena, uporabljena tehnologija pa je v zadnjih letih zastarela glede na novodobne trende. S strani učitelja pa je nemogoče pričakovati nadaljnji razvoj, posodobitve in vzdrževanje paketov, za kar je potrebno strokovno znanje in dostop do izvirne kode.

Ustvarjanje in vzdrževanje digitalnih gradiv zahteva čas in znanje IKT. Da bi zmanjšali delovno obremenitev učiteljev, je mogoče del vsebine (npr. naključne vaje) ustvariti samodejno.⁴ Čeprav obstajajo vtičniki, ki omogoča-

- 1 Debbi Weaver, Christine Spratt in Chenicheri Sid Nair, »Academic and Student Use of a Learning Management System: Implications for Quality,« *Australasian Journal of Educational Technology* 24, št. 1 (2008), <http://ajet.org.au/index.php/AJET/article/view/1228>, DOI:10.14742/ajet.1228.
- 2 Robert Carney, »Using Web-Based Instruction to Teach Music Theory in the Piano Studio: Defining, Designing, and Implementing an Integrative Approach« (doktorska disertacija, University of North Texas, 2010), 175, <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc28404/>.
- 3 Yahaya Abd. Rahim in dr., »A Study On The Effects Of Learning Material Handling Procedures Towards Information Integrity in Moodle Learning Management System (LMS),« paper presented at *2nd International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICon EEI)*, 81–85, <https://ieeexplore.ieee.org/document/8784322/>, DOI:10.1109/ICon-EEI.2018.8784322; Hsien-Tang Lin in dr., »Annotating Learning Materials on Moodle LMS,« paper presented at *2009 International Conference on Computer Technology and Development*, 455–459, <http://ieeexplore.ieee.org/document/5360189/>, DOI:10.1109/ICCTD.2009.131.
- 4 Prim. Rubén Jesús García Hernández in dr., »E-Cecilia: Implementation of a Music Game,« *CEUR Workshop Proceedings*, št. 1196 (2014): 66–77, <https://gaia.fdi.ucm.es/sites/cosceci14/es/papers/12.pdf>; Lorenzo J. Tardón in dr., »Music Learning: Automatic Music Composition and Singing Voice Assessment,« *Springer Handbooks*, ur. R. Bader (Heidelberg: Springer Berlin, 2018), 873–883, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-55004-5_42, DOI:10.1007/978-3-662-55004-5_42.

jo samodejno generiranje vaj v obstoječih sistemih LMS (npr. vtičniki Music Theory, Music Scale in Music Key Signature za Moodle),⁵ ti vtičniki zahtevajo precejšen učiteljev prispevek za pripravo vaj. Več projektov se osredotoča na razvoj LMS s samodejnim ocenjevanjem, večinoma za teme, povezane s tehnologijo.⁶ Cilj teh orodij je zmanjšati delovno obremenitev učiteljev in povečati zahtevnost dijakov. Vendar so prejšnje raziskave⁷ pokazale, da bi pomanjkanje tehnične podpore in računalniškega znanja lahko preprečilo, da bi učitelji in tudi dijaki v celoti sprejeli sistem LMS.⁸ Tako je v razredih, ki niso povezani s tehnologijo, potencial in hkrati izziv za razvoj poigrenih učnih orodij večji kot v razredih, povezanih s tehnologijo. S samodejnim generiranjem poigrenih vaj bi lahko zmanjšali tehnološko in vsebinsko obremenitev učiteljev.

V zadnjih desetletjih je zanimanje za izobraževanje, podprto z IKT, naraslo.⁹ Na področju glasbenega usposabljanja in izobraževanja so bili v teoretični ali prototipni obliki predstavljeni različni pristopi,¹⁰ ki segajo od računalniško podprtega učenja, kot je učenje instrumenta in glasbene teorije, do

- 5 »Moodle Plugins Directory,« *Moodle*, <https://moodle.org/plugins/index.php?q=music>.
- 6 Prim. Janine G. Moura, Leônidas O. Brandão in Anarosa A. F. Brandão, »A Web-Based Learning Management System with Automatic Assessment Resources,« paper presented at *2007 37th Annual Frontiers In Education Conference – Global Engineering: Knowledge Without Borders, Opportunities Without Passports*, F2D–1–F2D–6, <http://ieeexplore.ieee.org/document/4418100/>, DOI:10.1109/FIE.2007.4418100; Christopher Douce, David Livingstone in James Orwell, »Automatic Test-Based Assessment of Programming,« *Journal on Educational Resources in Computing* 5, št. 3 (2005): 4–es, <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1163405.1163409>, DOI:10.1145/1163405.1163409; Stephan Krusche in Andreas Seitz, »ArTEMiS: An Automatic Assessment Management System for Interactive Learning,« paper presented at *SIGCSE'18: Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (New York: ACM Press, 2018), 284–289, <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3159450.3159602>, DOI:10.1145/3159450.3159602; Abderrahmane Adda Benattia, Abdelhalim Benachenhou in Mohammed Moussa, »Development of an Automatic Assessment in Remote Experimentation Over Remote Laboratory,« v *Lecture Notes in Networks and Systems 47: Smart Industry & Smart Education*, ur. Michael E. Auer in Reinhard Langmann (Cham: Springer, 2019), 136–143, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-95678-7_15, DOI:10.1007/978-3-319-95678-7_15.
- 7 Mohammed Asiri in dr., »Factors Influencing the Use of Learning Management System in Saudi Arabian Higher Education: A Theoretical Framework,« *Higher Education Studies* 2, št. 2 (2012): 125, <http://www.ccsenet.org/journal/>, DOI:10.5539/hes.v2n2p125; Sultan Hammad Alshammari in dr., »The Influences of Technical Support, Self Efficacy and Instructional Design on the Usage and Acceptance of LMS: A Comprehensive Review,« *Turkish Online Journal of Educational Technology* 15, št. 2 (2016): 116–125, <https://eric.ed.gov/?id=EJ1096463>.
- 8 Samar Ghazal, Hosam Al-Samarrate in Hanan Aldowah, »I am Still Learning': Modeling LMS Critical Success Factors for Promoting Students' Experience and Satisfaction in a Blended Learning Environment,« *IEEE Access* 6 (2018): 77179–77201, <https://ieeexplore.ieee.org/document/8523678>, DOI:10.1109/ACCESS.2018.2879677.
- 9 Mihai Andronie in Maria Andronie, »Information and Communication Technologies (Ict) Used for Education and Training,« *Contemporary Readings in Law and Social Justice* 6, št. 1 (2014): 378–386.
- 10 Nico Schüler, »Modern Approaches to Teaching Sight Singing and Ear Training,« *Facta Universitatis, Series: Visual Arts and Music* 6, št. 2 (2021): 83, DOI:10.22190/fuvam2002083s.

pomožnih orodij za usposabljanje in izvajanje, povezano z glasbo, kot je sledenje partituram.¹¹

Zanetti in Loh¹² sta predlagala spletno rešitev za urjenje posluha za razločevanje tonskih višin. Z uporabo predlagane rešitve sta zbirala podatke o uspešnosti udeležencev in njihove povratne informacije. Avtorja sta poročala o pozitivnem vplivu predlaganega pristopa na dosežke udeležencev. Ugotovila sta tudi, da bi bila za celovito raziskavo učinkov glasbene inteligence in glasbenih sposobnosti na glasbene dosežke potrebna obsežna longitudinalna študija. Kiraly in drugi¹³ so predlagali alternativni računalniško podprt pristop k vajam. Poročali so, da je avdio-vizualna okrepitev pozitivno vpliva na motivacijo dijakov, in poudarili prihodnjo uporabo učitelja-računalnika za usposabljanje v prostorsko-časovno neodvisnem okolju v nasprotju s tradicionalnim, prostorsko-časovno fiksnim pristopom v razredu. Seddon in drugi¹⁴ so poročali o izkušnjah udeležencev pri prehodu iz razreda v spletno okolje in opazili pozitivne izkušnje pri glasbenem usposabljanju desetletje pred tem, ko je takšen pristop postal nujen zaradi pandemije Covid-19. V zadnjih dveh letih so zaradi pandemije Covid-19 poročali o prehodu s tradicionalnega na učenje na daljavo.¹⁵ Čeprav je več vidikov učenja, ki jih je mogoče ponoviti na daljavo, je usposabljanje, povezano z glasbo, brez ustreznih orodij težje prenesti v oddaljeno okolje.

Poigritev

Trenutne raziskave kažejo, da igre na splošno ne veljajo več za nekaj negativnega ali nejasnega v učnem procesu, temveč za pomembno spodbudo k učenju.¹⁶

- 11 Prim. Matthias Dorfer, Andreas Arzt in Gerhard Widmer, »Towards Score Following in Sheet Music Images,« paper presented at *Proceedings of the 17th International Society for Music Information Retrieval Conference New York City, USA, 7–11 August 2016*, 789–795, DOI:10.5281/zenodo.1415548.
- 12 David Zanetti in dr., »Mona Listen: A Web-Based Ear Training Module for Musical Pitch Discrimination,« paper presented at *Proceedings of E-Learn 2004: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*, eds. J. Nall & R. Robson, 2026–2032 (2004), <https://www.learnlib.org/oaaccess/11620/>.
- 13 Zsuzsanna Kiraly, »Solfeggio 1: A Vertical Ear Training Instruction Assisted by the Computer,« *International Journal of Music Education* 40, št. 1 (2003): 41–58, <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/025576140304000105>, DOI:10.1177/025576140304000105.
- 14 Frederick Seddon in Michele Biasutti, »Evaluating a Music E-Learning Resource: The Participants' Perspective,« *Computers and Education* 53, št. 3 (2009): 541–549, DOI:10.1016/j.compedu.2008.12.011.
- 15 Alanna Gillis in Laura M. Krull, »COVID-19 Remote Learning Transition in Spring 2020: Class Structures, Student Perceptions, and Inequality in College Courses,« *Teaching Sociology* 48, št. 4 (2020): 283–299, <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0092055X20954263>, DOI:10.1177/0092055X20954263.
- 16 Cristina Muntean, »Raising Engagement in E-Learning through Gamification,« v *The 6th International Conference on Virtual Learning ICVL 2012* (Bucharest University Press, 2012), 323–329; Richard Van Eck, »Digital Game-Based Learning: It's not Just the Digital Natives Who are Restless,« *EDUCAUSE Review* 41, št. 2 (2006): 16; Eric Sanchez, Shawn Young in Caroline JounEAU, »Classcraft: From Gamification to Ludicization of Classroom Management,« *Education and Information Technologies* 22, št. 2 (2017): 497–513.

Številni pristopi poigritve se tako uporabljajo pri e-učenju.¹⁷ V raziskavah je bilo vrednotenju poigritve¹⁸ in vključevanju dijakov¹⁹ posvečeno veliko pozornosti, razvoj specializiranih platform in aplikacij za e-učenje pa je doživel razcvet.²⁰

Al-Othman in drugi poročajo o več primerih, v katerih so bila specializirana učna orodja, kot so učne platforme, resne igre in okolja, podprta z igrami, uporabljena za izboljšanje učnih rezultatov in povečanje zavzetosti dijakov.²¹ Cheng in drugi so opravili pregled sorodnega dela, ki opisuje uporabo resnih iger v naravoslovnem izobraževanju od leta 2002 do 2013, in predlagali metodologijo, v kateri so analizirane igre, pedagogika in raziskovalne metode.²² Zaradi motivacije uporabnikov so resne igre na splošno dojete kot učinkovito in močno orodje za učenje naravoslovja. Connolly in drugi so v raziskavi pregledali širši spekter iger, kot so jezikovne in zgodovinske igre, igre za samopomoč in družbeno usmerjene igre (brezdomstvo, vožnja, urbanizem in druge), da bi ugotovili morebitne pozitivne učinke in rezultate običajnih in resnih iger na učenje in sodelovanje.²³ Poudarili so tudi pomen prihodnjega razvoja resnih

-
- 17 Thomas Connolly, Mark Stansfield in Thomas Hainey, »An Application of Games-Based Learning within Software Engineering,« *British Journal of Educational Technology* 38 (2007): 416–428, <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8535.2007.00706.x>, DOI:10.1111/j.1467-8535.2007.00706.x; S. C. Ng, Andrew K. Lui in W. S. Lo, »An Interactive Mobile Application for Learning Music Effectively,« paper presented at *Knowledge Sharing through Technology: 8th International Conference on Information and Communication Technology in Teaching and Learning, ICT 2013, Hong Kong, China, July 10–11, 2013*, ur. Jeanne Lam, Kam Cheong Li, Simon K. S. Cheung in Fu Lee Wang (Heidelberg: Springer Berlin, 2013), 148–157, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-45272-7_14, DOI:10.1007/978-3-642-45272-7_14.
- 18 Bradley E. Wiggins in Bradley E., »An Overview and Study on the Use of Games, Simulations, and Gamification in Higher Education,« *International Journal of Game-Based Learning* 6, št. 1 (2016): 18–29, <http://services.igi-global.com/resolvedoi/resolve.aspx?doi=10.4018/IJGBL.2016010102>, DOI:10.4018/IJGBL.2016010102; Simone de Sousa Borges in dr., »A Systematic Mapping on Gamification Applied to Education,« paper presented at *Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing – SAC '14* (New York: ACM Press, 2014), 216–222, <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2554850.2554956>, DOI:10.1145/2554850.2554956.
- 19 Caroline E. Morton in dr., »Blended Learning: How Can We Optimise Undergraduate Student Engagement?« *BMC Medical Education* 16, št. 1 (2016): 195, <http://bmcmmeduc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-016-0716-z>, DOI:10.1186/s12909-016-0716-z.
- 20 Carolyn Wagner, »Digital Gamification in Private Music Education,« *Antistasis* 7, št. 1 (2017), <https://journals.lib.unb.ca/index.php/antistasis/article/view/24904>.
- 21 Maryam A. Al-Othman in dr., »An Adaptive Educational Web Application for Engineering Students,« *IEEE Access* 5 (2017): 359–365, <http://ieeexplore.ieee.org/document/7865892/>, DOI:10.1109/ACCESS.2016.
- 22 Meng-Tzu Cheng in dr., »The Use of Serious Games in Science Education: A Review of Selected Empirical Research from 2002 to 2013,« *Journal of Computers in Education* 2, št. 3 (2015): 353–375, <https://link.springer.com/article/10.1007/s40692-015-0039-9>, DOI:10.1007/s40692-015-0039-9.
- 23 Thomas M. Connolly in dr., »A Systematic Literature Review of Empirical Evidence on Computer Games and Serious Games,« *Computers & Education* 59, št. 2 (2012): 661–686, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360131512000619>, DOI:10.1016/j.compedu.2012.03.004.

iger, ki bi presegal preproste ugankarske igre, in vključevanja resnih iger v učni proces dijakov. Chou je predlagal celoten okvir poigritve. Okvir zajema vse vidike poigritve s strukturo v obliki osmerokotnika, pri čemer vsako stran predstavlja osem osnovnih gonilnih sil. Avtor je kot alternativni izraz za poigritev predlagal na človeka osredotočeno načrtovanje, ki v nasprotju z osredotočanjem na funkcionalnosti optimizira motivacijo človeka v sistemu.²⁴

Pridobivanje informacij iz glasbe

Na področju pridobivanja informacij iz glasbe (angl. *music information retrieval* – MIR) so raziskovalci razvili poigrene aplikacije kot medij za skupno zbiranje podatkov.²⁵ Uporabljenih je bilo več pristopov za poigritev glasbenih anotacij in zbiranja metapodatkov. Uyar in drugi so predlagali orodje za urjenje ritma, osredotočeno na posebno glasbeno zvrst usul v turški glasbi makam (maqam).²⁶ Kim et al. so predlagali igro Moodswings za označevanje razpoloženja, kjer so morali uporabniki narisati razpoloženje na graf prijetnosti in aktivnosti.²⁷ Zbrali so več kot 50.000 točkovnih oznak (angl. *valence-arousal points*) za več kot 1.000 pesmi. Avtorji so opredelili poigritev kot ključno sestavino vključevanja uporabnikov. Na podoben način sta Mandel in Ellis predlagala spletno igro za zbiranje metapodatkov o pesmih, kot sta žanr in instrumentarij.²⁸ Law in drugi so ustvarili igro TagATune za anotacijo glasbe in zvoka.²⁹ Igra zbira primerjalne podatke o zvokih in glasbi, pri čemer uporabniki igrajo igro v parih. Avtorji so zbrali odgovore 54 testnih uporabnikov. Osredotočili so se tudi na vključenost uporabnikov s tremi vidiki: občutek kompetentnosti za

24 Yu-kai Chou, »Octalysis: Complete Gamification Framework,« *Yu-kai Chou: Gamification & Behavioral Design*, dostop 27. aprila 2020, <https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/>.

25 Richard A. Bartle, »Information Reconstruction: Unpicking the GamifIR call for Papers,« paper presented at *Proceedings of the First International Workshop on Gamification for Information Retrieval: GamifIR@ECIR '14, Amsterdam, The Netherlands, April 13* (New York, NY: Association for Computing Machinery, 2014), DOI:10.1145/2594776.2597423.

26 Burak Uyar in Baris Bozkurt, »An Interactive Rhythm Training Tool for Usuls of Turkish Makam Music, « paper presented at *5th Int. Workshop on Folk Music Analysis (FMA), Paris, France, 10–12 June 2015* (Paris: University Pierre et Marie Curie, 2015), 126–129, <https://zenodo.org/record/1211661>, DOI:10.5281/ZENODO.1211661.

27 Youngmoo E. Kim, Erik M. Schmidt in Lloyd Emelle, »MoodSwings: A Collaborative Game for Music Mood Label Collection,« paper presented at *ISMIR 2008: 9th International Conference on Music Information Retrieval, Drexel University, Philadelphia, PA, USA, September 14–18, 2008*, ur. Juan Pablo Bello, Elaine Chew in Douglas Turnbull, 231–236, <https://archives.ismir.net/ismir2008/paper/000257.pdf>.

28 Michael I. Mandel in Daniel P. W. Ellis, »A Web-Based Game for Collecting Music Metadata,« *Journal of New Music Research* 37, št. 2 (2008): 151–165, DOI:10.1080/09298210802479300.

29 Edith Law in dr., »TagATune: A Game for Music and Sound Annotation,« paper presented at *Proceedings of the International Conference on Music Information Retrieval, ISMIR 2007, Vienna, September 23–27, 2007*, <https://www.semanticscholar.org/paper/TagATune%3A-A-Game-for-Music-and-Sound-Annotation-Law-Ahn/50bae0a30cf26601cb14574a53c990bda744e7fa>.

uporabnika, prijetnost in čutna uporabniška izkušnja ter možnost povezovanja s partnerjem. Burgoyne in drugi so predstavili igro z imenom Hooked za raziskovanje »udarnosti« pesmi na podlagi odgovorov 26 uporabnikov.³⁰ Nabor podatkov je bil sestavljen iz 32 pesmi. Aljanaki in drugi so razvili »igro z namenom« za zbiranje čustvenih odzivov na glasbo. Zbrali so več kot 15.000 odzivov od 1.595 udeležencev.³¹

Na splošno so v skupnosti MIR razvite aplikacije služile predvsem kot medij za zbiranje podatkov. Glede na sorodno delo na to temo v MIR predlagane igre, ki so bile narejene za zbiranje podatkov manjših skupin uporabnikov, običajno niso poudarjale vključenih elementov poigrivte, medtem ko so avtorji tistih iger, ki so bile razvite za večje število uporabnikov, prav tako poročali, da sta poigritev in vključevanje uporabnikov pomembna vidika za uspeh njihovih aplikacij. Predlaganih je bilo tudi več nekomercialnih aplikacij za učenje glasbe, ki so vključevale poigritev, da bi dosegle zavzetost in izboljšale uspešnost dijakov. Na primer, Gomes in drugi so za učenje glasbe predlagali aplikacijo Flappy Crab, klon znane igre Flappy Bird.³² Rizqyawan et al. so predlagali pustolovsko igro za učenje glasbene teorije in posluha.³³ Poročali so o znatnem izboljšanju rezultatov pri preizkusih dojemanja relativnih intervalov pri štiridesetih osnovnošolcih.

Komercialne rešitve

Za samostojno učenje glasbe je bilo predlaganih več pristopov. V zadnjem desetletju je bilo razvitih veliko različnih aplikacij za učenje instrumentov v obliki aplikacij za mobilne naprave, ki so na voljo v trgovinah Google Play in Apple App. Več aplikacij vključuje tudi elemente poigrivte. Med različnimi instrumenti je najbolj zastopano učenje klavirja. Ena izmed najbolj priljubljenih poigrenih platform za učenje instrumentov je Yousician.³⁴ Podobno

30 Mandel in Ellis, »A Web-Based Game for Collecting Music Metadata.«

31 Anna Aljanaki, Frans Wiering in Remco Veltkamp, »Collecting Annotations for Induced Musical Emotion via Online Game with a Purpose Emotify,« *Technical Report Series 2014.UU- CS-2014-015* (2014), <https://www.semanticscholar.org/paper/Collecting-annotations-for-induced-musical-emotion-Aljanaki-Wiering/7159b180c729795b998c53ef735bb91bb1a70d81>.

32 Cristina Maria Cardoso Gomes in dr., »Project Flappy Crab: An Edugame for Music Learning,« *Competencies in Teaching, Learning and Educational Leadership in the Digital Age*, ur. J. Michael Spector, Dirk Ifenthaler, Demetrios G. Sampson, Pedro Isaias (Cham: Springer, 2016), 287–301, https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-30295-9_18, DOI:10.1007/978-3-319-30295-9_18.

33 Muhammad Ilham Rizqyawan in Galih Hermawan, »Adventure Game as Learning Media for Introducing Music Interval and Ear Training to Kids,« paper presented at *2015 International Conference on Automation, Cognitive Science, Optics, Micro Electro-Mechanical System, and Information Technology (ICACOMIT)*, 172–175, <http://ieeexplore.ieee.org/document/7440200/>, DOI:10.1109/ICACOMIT.2015.7440200.

34 <https://yousician.com/> – na voljo tudi v trgovinah App in Play; Anamaria Claudia Eli, »Platforma de educație muzicală 'Yousician',« *Tehtnologii informatice și de comunicații în domeniul muzical* 8, št. 1 (2017): 37–41, <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=596853>.

priljubljena je aplikacija Simply piano.³⁵ Synthesia³⁶ vizualno predstavlja klavirski trak (angl. *piano roll*) in tako olajša prve korake pri vadbi klavirja, ne da bi uporabnik potreboval znanje o notnem zapisu. Projekt z imenom ForteRight je med drugimi podobnimi pristopi za podoben namen predlagal tudi klavirski trak. Druga priljubljena možnost za učenje klavirja je My Piano Assistant.³⁷ Od drugih instrumentov so dobro zastopani tudi kitara in pihala. Poleg programa Yousician, ki podpira tudi učenje kitare, ponuja zelo poigrena aplikacija za učenje kitare Rocksmith³⁸ izkušnjo, podobno igri Guitar Hero, in je na voljo tudi za uporabnike osebnih računalnikov in konzol (Microsoft XBOX 360 in Sony Play Station 3). Za pihala aplikacija Tonestro³⁹ ponuja podobno izkušnjo za dijake flavte. Aplikacija Finger Charts ponuja flavtistom, saksofonistom, oboistom in klarinetistom orodje za vadbo položajev prstov. Tudi za glasbeno teorijo in učenje posluha je na voljo več aplikacij. Aplikacija Tenuto⁴⁰ ponuja 24 vrst vaj za glasbeno teorijo v obliki kviza. Podobno aplikacija ABRSM Theory Works⁴¹ ponuja kvizu podobno okolje za vadbo glasbene teorije. Nekatere aplikacije v svoje platforme običajno vključujejo uporabniške profile in deljenje dosežkov. Na primer, aplikacija MusicTheoryPro vključuje elemente uporabniških profilov in deljenja dosežkov med uporabniki aplikacije.⁴² Vendar je večina razpoložljivih komercialnih aplikacij osredotočena na mladostnike ali odrasle uporabnike. Serdaroglu je opravil pregled približno 60 aplikacij v trgovini Apple App Store, ki so bile na voljo leta 2018, in raziskoval njihovo morebitno uporabo v predšolskem in osnovnošolskem izobraževanju.⁴³ Odkril je, da je le majhna podskupina razpoložljivih aplikacij za urjenje glasbenega sluha, ki jih najdemo v trgovini Apple App Store, namenjena mlajšim otrokom.

35 <https://www.joytunes.com/> – prav tako na voljo v trgovinah App in Play.

36 »A Fun Way to Learn How to Play the Piano,« Synthesiagame, dostop 24. oktobra 2022, <https://synthesiagame.com/>; Thomas E. Brow in Nico Benitez, »Method and System for Interactive Musical Game,« *Google Patents* (2010), <https://patents.google.com/patent/US8445767B2/en>.

37 Na voljo v trgovinah Play in App Store

38 <https://www.ubisoft.com/en-us/game/rocksmith>.

39 »Learn to Play a Brass or Woodwind Instrument,« *Tonestro*, dostop 24. oktobra 2022, <https://www.tonestro.com/>.

40 <https://www.musictheory.net/products/tenuto> – na voljo tudi v App store.

41 Na voljo v trgovini App store.

42 <http://musictheorypro.net> – prav tako na voljo v App store.

43 Emine Serdaroglu, »Ear Training Made Easy: Using IOS Based Applications to Assist Ear Training in Children,« *European Journal of Social Science Education and Research* 5, št. 3 (2018): 202–209, <http://archive.sciendo.com/EJSER/ejser.2018.5.issue-3/ejser-2018-0071/ejser-2018-0071.pdf>, DOI:10.2478/ejser-2018-0071.

Platforma Trubadur

Trubadur je odprtokodna spletna platforma za urjenje glasbenega posluha. Cilj platforme je postati dopolnilno orodje za individualno vadbo in opravljanje domačih nalog, ki dijakom in učiteljem zagotavlja takojšnje povratne informacije in predstavlja IKT pripomoček za vodeno učenje, ki je komplementaren obstoječim procesom in orodjem. Platforma vsebuje več elementov poigritve, vključno s takojšnjimi povratnimi informacijami, ravnmi, lestvicami in avatarji.

Platforma vključuje aplikacije za ritmični in intervalni narek, z željo po razbremenitvi učiteljev pri pripravi in avtomatiziranem ocenjevanju učenčevih domačih nalog. Aplikacija ustvarja, pregleduje in popravlja vaje ter učitelju omogoča vpogled v uspešnost dijakov, dijakom pa daje takojšnjo povratno informacijo in možnost izboljšanja razumevanja trenutne vaje. Poleg tega platforma zmanjšuje učiteljevo obremenjenost z generiranjem vaj, saj učitelju ni potrebno ročno generirati in popravljati vaj.

Tehnične specifikacije

Platforma je bila razvita kot odzivna spletna aplikacija, ki se dobro prilagaja mobilnim napravam. Na ta način sta razvoj in vzdrževanje platforme poenostavljena, saj je platforma dostopna prek brskalnika na vseh glavnih platformah – Windows, Linux, MacOS X za namizna okolja ter Android in iOS za mobilne naprave. Platforma omogoča intuitivno nadgradljivost aplikacij in razrešitev z novimi vrstami aplikacij. Aplikacije vključujejo več možnosti poigritve. Možno je tudi prilagajanje vaj glede na uporabnikove osebne preferenice ter prilagajanje težavnosti vaj glede na (pred)znanje.

Aplikaciji za intervalni in ritmični narek

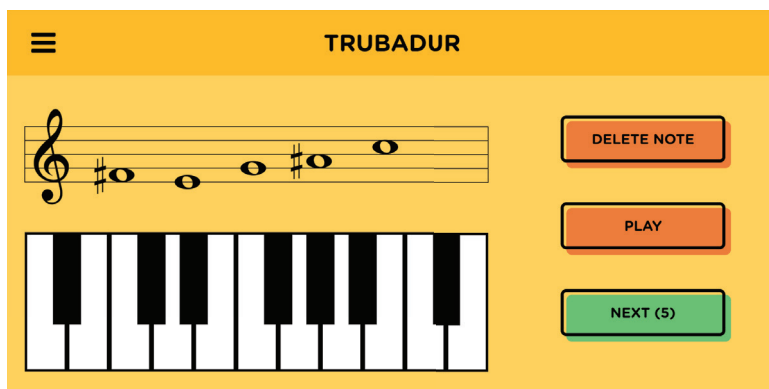
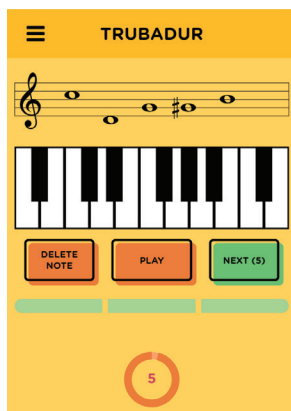
Intervalni narek

Sprva smo razvili dve aplikaciji s samodejnim generiranjem vaj za intervalni in ritmični narek. Prva razvita aplikacija na platformi Trubadur je bila intervalni narek. Zaslonski prikaz aplikacije je prikazan na Sliki 1: zaslonski posnetek aplikacije za vadbo intervalnega nareka. Zaslonski prikaz se prilagaja orientaciji mobilne naprave: a) pokončna postavitev in b) ležeča postavitev. Vaja je sestavljena iz petih intervalnih zaporedij. Vsako intervalno zaporedje je sprva zaigrano, prva nota zaporedja pa se samodejno prikaže v notnem zapisu. Učenčeva naloga je, da prepozna slišane tone in jih vnese v prikazani notni zapis. Dijak lahko svoj odgovor vnese s klikom na klaviško tipkovnico, ki je prikazana pod notnim zapisom.

Samodejno zgenerirane vaje so razdeljene na štiri ravni. Težavnost posamezne ravni je ustrezala posameznemu konferenčnemu obdobju, vsaka pa je bila razdeljena na dodatne štiri težavnostne (pod)ravni. Vaje so podpirale tudi več elementov poigritve, kot so značke in pogledi na lestvico. Z napredovanjem se

v igrach povečuje število not, generirana zaporedja vključujejo več specifičnih intervalov (tritonski, kromatični pristopi) v izmeničnih smereh, več nepopolnih konsonanc kot popolnih konsonanc in več disonanc kot konsonanc. Ker je Peter Šavli didaktično povezal algoritemske rešitve s pevskim obsegom, lahko učenci intervale med zapisovanjem s klaviaturo pevsko preverjajo, jih ponotrajnijo in bolje napredujejo. Vaje se lahko zapisujejo sproti (noto vpišemo takoj, ko jo algoritem predvaja) ali pa po končanem predvajanju v celoti.

Ustvarjanje smiselnih psevdonaključnih intervalnih zaporedij je netrivialen proces. Razvili smo algoritem za generiranje zaporedij, ki upošteva več vidikov kompleksnosti zaporedja: dolžino zaporedja, velikost intervalov in pogostost pojavljanja intervalov. S pomočjo učiteljev smo analizirali njihova obstoječa gradiva in oblikovali začetne porazdelitve pojavljanja intervalov za različne težavnostne stopnje. Poznavanje porazdelitev intervalov je potrebno za generiranje psevdonaključnih vaj, da bi dosegli njihovo različno težavnost, pa tudi, da bi bile vaje smiselne.



Slika 1: Zaslonski posnetek aplikacije za vadbo intervalnega nareka. Zaslonec se prilagaja orientaciji mobilne naprave.

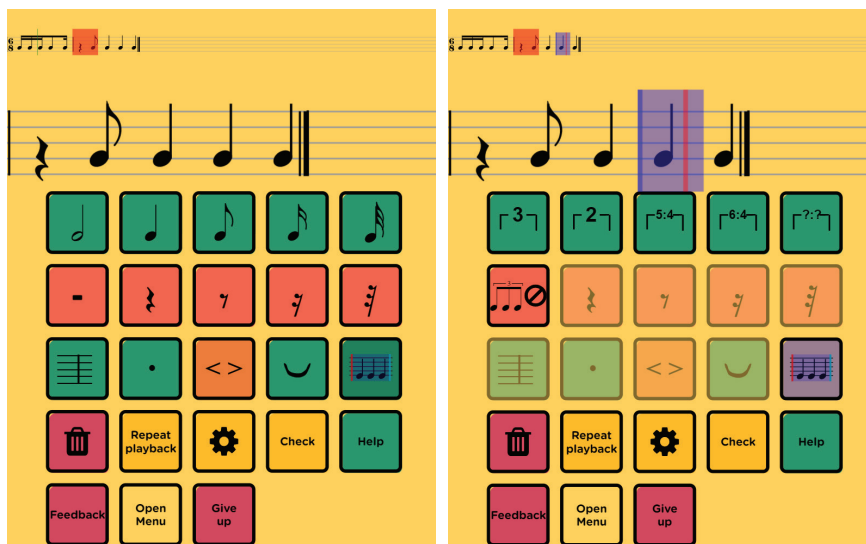
Uporaba zgolj naključnih zaporedij glasbeno ne bi bila »smiselna«: če bi bil na primer interval prime v izhodnem zaporedju prisoten z enako pogostostjo kakor drugi intervali (npr. mala terca), bi bilo izhodno zaporedje naključno, ne pa smiselno, saj se takšne kombinacije v glasbi redko pojavljajo. Zbrane porazdelitve intervalov so bile vključene kot privzete vrednosti algoritma za ustvarjanje intervalnega zaporedja. Da bi ohranili prilagodljivost platforme, smo implementirali vmesnik za spreminjanje teh vrednosti, da bi ustrezale potrebam posameznega učitelja. Rezultat algoritma za generiranje zaporedja je intervalno zaporedje, ki ga določajo omejitve glede dolžine zaporedja, velikosti intervala in intervalnih porazdelitev. Peter Šavli je ritmične vaje didaktično zasnoval kot dvotaktne fraze, kjer je en takt relativno prelahek, dva takta pa sta relativno tako zahtevna, da ju je težko zapisati v prvem poskusu.

Ritmični narek

Druga razvita aplikacija je bila ritmični narek. Uporabniški vmesnik ritmične aplikacije sledi običajnim korakom v praksi: dijaki poslušajo ritmično zaporedje, ki ga morajo zapisati v notnem zapisu. Glavni del uporabniškega vmesnika aplikacije za ritmični narek (Slika 2a – glavni zaslon aplikacije za ritmični narek na mobilni napravi, glavni pogled aplikacije) zato vključuje dve vrsti notnega črtovja, ki prikazujeta vhodno ritmično zaporedje, in vmesnik za vnos ritma. Zgornje (manjše) notno črtovje prikazuje celotno zaporedje z rdečim pravokotnikom, ki označuje območje, prikazano na spodnjem notnem črtovju, kamor uporabnik vnese svoj odgovor na narek. Vajo je mogoče večkrat predvajati in jo med predvajanjem ustaviti.

Vsaka vaja se prične z metronomom, ki označuje taktovski način, temu pa sledi predvajanje ritmičnega nareka. Dijak lahko prilagodi hitrost in glasnost predvajanja. Narek se predvaja z zvokom orgel. Zvok je bil izbran v pogovoru z učitelji glasbene teorije zaradi hitrega začetka, enakomernega trajanja in jasnega konca (angl. *offset*) zvočne predloge. Čeprav se zvok klavirja pogosto uporablja za intervalni narek, vendar zvok po udarcu na klavirsko tipko dlje časa izzveneva oz. sam »udarec« na tipko ne traja dlje časa, kar lahko povzroči nejasnosti pri določanju dolžine dogodka (npr. pavze).

Čeprav obstaja več uveljavljenih smernic za razvoj uporabniškega vmesnika, je specifičnost ritmičnih vaj razkrila zanimiv izziv uporabniške izkušnje. Tipkovnica za vnos ritma podpira različne ritmične vnose: dolžine not in pavz, delitve in sinkopiranje. Da bi se prilagodili majhnim zaslonom mobilnih naprav, so vhodi razdeljeni na dve postavitvi: na osnovni postavitvi so prikazane najpogostejše dolžine not in pavz. S tipkami za delitev in sinkopiranje se postavitev spremeni in prikaže niz dodatnih možnosti vnosa, kot je prikazano na Sliki 2b (sekundarna postavitev vnosne tipkovnice z možnostmi za dodajanje in spreminjanje podrazdelkov je prikazana na desni). Ob upoštevanju obeh usmeritev zaslona se vnos dodatno prilagodi v ležeči postavitvi naprave, kot je prikazano

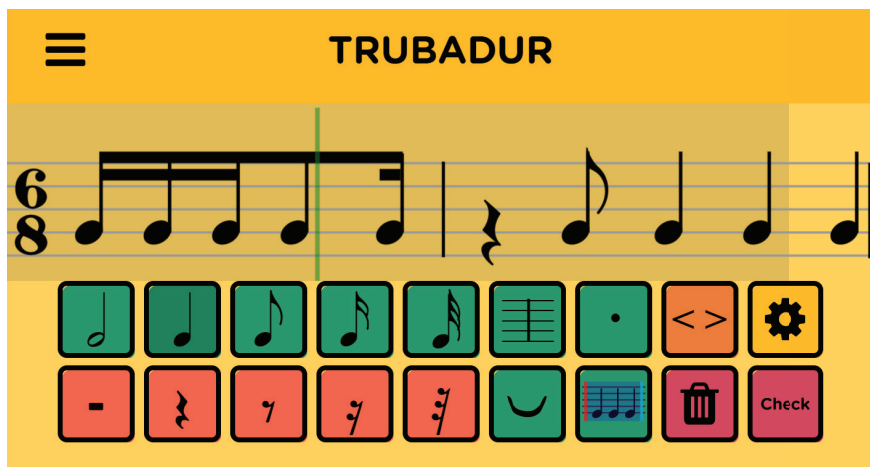


Slika 2: Glavni zaslon aplikacije za ritmični narek na mobilni napravi (levo). Primarni vmesnik za vnos ritma je prikazan pod notnim črtovjem. Sekundarna postavitev tipkovnice z možnostmi za dodajanje in spreminjanje podrazdelkov je prikazana na desni.

na Sliki 3 (postavitev aplikacije za ritmični narek na mobilni napravi v ležeči postavitvi zaslona). Zgornja (manjša) vrstica je odstranjena, spodnja vrstica pa je povečana čez zgornjo polovico zaslona.

Aplikacija za ritmični narek vključuje generator vaj, ki lahko ustvari vaje različnih težavnostnih stopenj. Težavnost ritmične vaje je odvisna od več parametrov, glede na vključenost tonskih trajanj in istoimenskih pavz (od celink do dvaintridesetink), ritmičnih posebnosti (duole, triole, sinkope), kombinacije omenjenih tonskih trajanj in njihovega števila v posameznem nareku. Za ustvarjanje smiselnih naključnih zaporedij je treba uravnavati porazdelitve teh parametrov, sicer lahko pri generiranju nastanejo glasbena nesmiselna in (glasbeno gledano) nerealna zaporedja. Tudi težavnost takšnih zaporedij bi bila zelo različna, kar bi vplivalo na motivacijo dijakov.

Za začetne vrednosti porazdelitve parametrov smo analizirali obstoječa učna gradiva, ki so jih izdelali in zagotovili učitelji. Z njihovo pomočjo smo gradiva razdelili na šestnajst različnih težavnostnih stopenj, ki so temeljile na učnem načrtu. Rezultat tega pristopa so naključno generirana zaporedja, ki so primerno težka in glasbeno smiselna, zato dijaka individualno pritegnejo z zadostno težavnostjo, hkrati pa ga ne preobremenijo s pretežkimi, prelahkimi ali nesmiselnimi zaporedji. Šestnajst težavnostnih stopenj vključuje težavnostne standarde v razponu osnovne glasbene šole, konservatorija in akademske sfere. Ravni so razdeljene na štiri glavne ravni, vsaka glavna raven pa je razdeljena na dodatne štiri



Slika 3: Postavitev aplikacije za ritmični narek na mobilni napravi v ležeči postavitvi zaslona. Vnosna tipkovnica je preurejena, da bi uporabniku olajšala izkušnjo v tem položaju.

manjše ravni. Ravni so označene s številkami (11–14, 21–24, 31–34 in 41–44), pri čemer prva številka ustreza glavni oz. najvišji težavnostni stopnji, druga številka pa nižji težavnosti stopnji. Porazdelitve parametrov za vsako raven so bile določene kot privzete vrednosti za ustvarjanje vaj v aplikaciji za ritmični narek. Vendar lahko posamezni učitelji dodatno spremenijo porazdelitve v skladu s svojim specifičnim učnim načrtom.

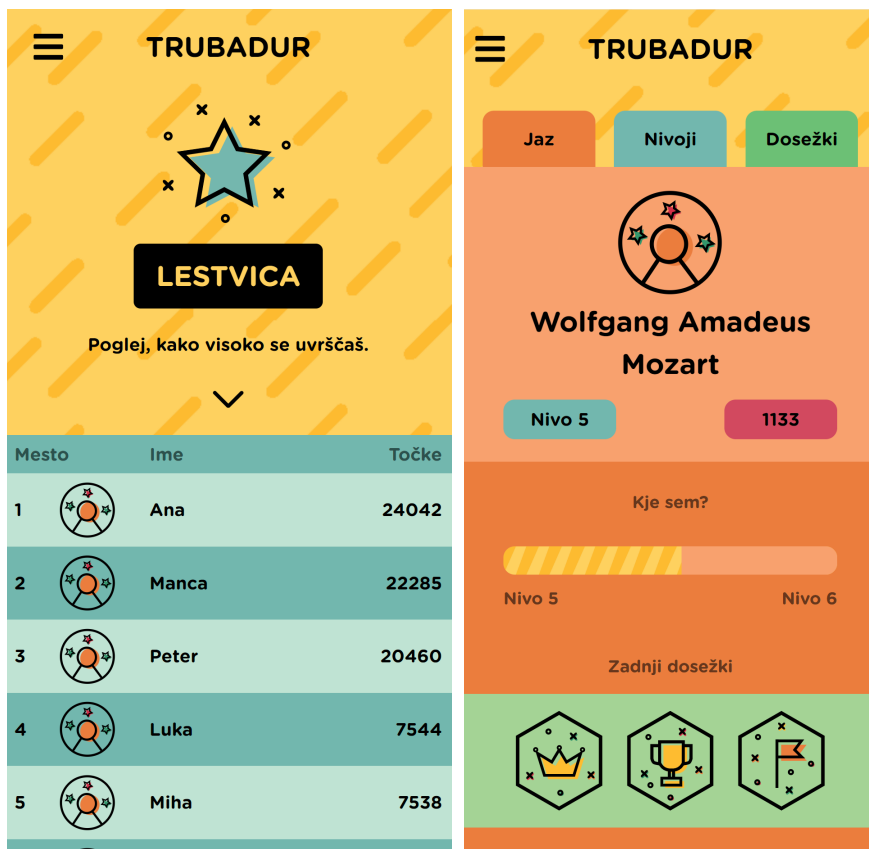
Poigritve na platformi Trubadur

Da bi povečali motivacijo dijakov za uporabo aplikacije, smo jo obogatili z elementi poigritve. Uporabljamo tri elemente poigritve, ki se nanašajo na uspešnost dijakov: ustvarjanje uporabniškega profila in avatarja, značke za dosežke, stopnje napredovanja in vodilno tablo. Stopnje napredovanja (Slika 4a prikazuje pot skozi različne nivoje) in značke za dosežke (Slika 4b prikazuje značke, pridobljene med učenjem) so vidne na začetnem zaslonu dijaka. Z reševanjem več vaj in napredovanjem po težavnostnih stopnjah dijaki zvišujejo svojo raven znanja. Ravni, ki so jih predlagali učitelji, predstavljajo dosežke dijaka skozi popotovanje po različnih oblikah vključenosti v glasbeno skupnost – od lokalnega orkestra do različnih tekmovanj in mednarodnih institucij. Značke, prikazane na Sliki 4b, odražajo tri različne vidike napredka dijakov. Prvi vidik je natančnost, ki se nanaša na dokončanje vaje brez določenega števila napak (od 50 % do 100 % pravih odgovorov). Drugi vidik je kontinuiteta učenčeve uporabe platforme in se nanaša na igranje vaje določeno število dni zapored – tri dni, pet dni, teden, dva tedna, mesec. Tretji vidik je učenčeva hitrost čas, potreben za dokončanje vaje v petminutnih intervalih, od 25 minut do 5 minut.



Slika 4: Elementi poigritev v platformi. Levi zaslon prikazuje pot skozi različne nivoje, desni zaslon pa značke, pridobljene med učenjem.

V svojem profilu lahko dijaki nastavijo ali spremenijo tudi svojo profilno sliko, uporabniško ime, institucijo in šolsko leto (Slika 5a – zaslona uporabniškega profila in lestvice najboljših), z grafičnim prikazom zbranih točk in doseženih ravni, ter opazujejo lestvico (Slika 5b – uporabnik lahko opazuje zbrane točke drugih igralcev na zaslonu lestvice najboljših). Na lestvici so prikazane kumulativne točke, ki so jih posamezni igralci zbrali med uporabo platforme. Več točk lahko dijak doseže tako z več rešenimi vajami kot s povečanjem težavnosti vaj. Dijaki lahko opazujejo svojo uspešnost in jo primerjajo z drugimi igralci. S klikom na enega od uporabnikov platforme se prikaže profilna stran izbranega uporabnika z njegovimi doseženimi ravni in značkami.



Slika 5: Zaslona uporabniškega profila in lestvice najboljših. Uporabnik lahko nastavi svoj avatar in spremeni podatke o svojem profilu (levo). Uporabnik lahko opazuje zbrane točke drugih igralcev na zaslonu lestvice najboljših (desno).

Eksperimenti

Evalvacija intervalnega nareka

Pri raziskavi v šolskem letu 2018/19 so nam pomagali dijaki prvega in drugega letnika Konservatorija za glasbo in balet Ljubljana ter njihovi učitelji. Po izkušnjah učiteljev imata ta dva letnika običajno največ težav pri prilagajanju na povečano obremenitev in zahtevnost ob vpisu na konservatorij, saj se nižje glasbene šole razlikujejo po zahtevnosti. V pričakovanju učinkovitosti platforme bi lahko aplikacija za intervalni glasbeni narek ponudila zanimivo okolje za prilagajanje povečani zahtevnosti na ravni konservatorija z izboljšanjem njihove izvedbe na nevsiljiv način vadenja.

Dijaki so platformo aktivno uporabljali en mesec med poukom in doma, nato pa je sledil izpit, ki je ocenil njihovo uspešnost pri prepoznavanju intervalov. Da bi ocenili učinek platforme na uspešnost dijakov, smo jih razdelili v testno in kontrolno skupino. Analizirali smo rezultate izpita in primerjali uspešnost obeh skupin.

V testni skupini je bilo šest dijakov prvega letnika in pet v kontrolni skupini. V drugem letniku je bilo trinajst dijakov v testni skupini in devet v kontrolni skupini. Če povzamemo, je bilo v kombinirani testni skupini devetnajst dijakov in štirinajst dijakov v kombinirani kontrolni skupini.

Konec naše študije je sovpadal s koncem šolskega leta, ko so dijaki opravljali zaključni izpit. Izpit je potekal na običajen način, tako da je učitelj na klavirju igral intervalna zaporedja, dijaki pa so svoje odgovore pisali na papir. Dijaki prvega letnika, ki so uporabljali platformo (testna skupina), so v povprečju dosegli 69,8 %, kar je bilo za 9,2 % bolje od dijakov, ki niso uporabljali platforme (kontrolna skupina), ki so v povprečju dosegli 60,6 %. Pri dijakih drugega letnika je bila ta razlika bistveno manjša (približno 1 %), saj so dijaki testne skupine v povprečju dosegli 73,4 %, dijaki kontrolne skupine pa 72,2 %.

Da bi ocenili pomembnost razlik med rezultati izpitov, smo v obeh letnikih izvedli Mann-Whitneyjev U-test med skupinami. Pri dijakih prvega letnika je bila verjetnost različne porazdelitve 0,17 ($p=0,1$, $U=8$) in s tem statistično značilna, medtem ko je verjetnost različne porazdelitve v skupinah drugega letnika ostala visoka pri 0,90, torej nepomembna ($U=52$, $p=0,34$). Povprečja porazdelitev pomenijo bistveno večji (pozitiven) vpliv na rezultate izpitov pri dijakih prvega letnika kot pri dijakih drugega letnika. Vendar so bile skupine zaradi relativne majhnosti konservatorija majhne, kar prav tako omejuje statistični vpogled v njihovo uspešnost. Da bi dodatno ocenili učinek na uspešnost dijakov, smo izvedli test naključne izbire na dveh neodvisnih vzorcih s 5.000 ponovitvami in opazili, da je bil odstotek povprečne razlike enak ali večji od dobljene vrednosti ter je dosegel 0,15 za skupine dijakov prvega letnika in 0,76 za skupine dijakov drugega letnika. V primeri uspešnosti testne skupine dijakov prvega letnika vrednost kaže na razmeroma majhno možnost (15 %) za statistično značilno izboljšanje rezultatov dijakov testne skupine napram kontrolni skupini.

Glede na razliko med dijaki obeh letnikov ta rezultat lahko pripišemo dodatnim izkušnjam in znanju, ki so jih dijaki drugega letnika pridobili med konvencionalno prakso, opravljeno v prvem letu obiskovanja konservatorija. Kljub temu se platforma izkaže kot koristna za pospešitev učnega procesa med dijaki prvega letnika, kar so kot koristno izpostavili tudi učitelji konservatorija. Zato je bila predlagana longitudinalna študija, s katero bi temeljito opazovali vpliv uporabe platforme v višjih letnikih in jo optimizirali za dijake z več znanja.

Evalvacija ritmičnega nareka

V šolskem letu 2019/20 smo dijakom predstavili aplikacijo za ritmični narek. Zopet smo izvedli eksperiment s prvima dvema letnikoma na konservatoriju in analizirali tudi rezultate kontrolne in testne skupine dijakov z opazovanjem njihove uspešnosti pri običajnem testu v razredu. Analizirali smo rezultate izpita in primerjali ocene znotraj skupin in med njimi. Rezultati izpita so bili ocenjeni z ocenami od 1 (najslabša ocena) do 5 (najboljša ocena). Dijaki prvega letnika kontrolne skupine so dosegli povprečno oceno 4,3, dijaki testne skupine pa povprečno oceno 4,5 (4 % povprečje). Rezultati so bili statistično preverjeni z Mann-Whitneyjevim U-testom in razlika ni bila statistično značilna ($U=16$, $p=0,05$). Večja razlika je bila opažena pri dijakih drugega letnika, kjer je kontrolna skupina dosegla povprečno oceno 3,58, testna skupina pa 4,44 (19 % boljša ocena, kar je pomembna razlika, $U=24$, $p=0,001$). Ker so boljši rezultat dosegli dijaki, ki so uporabljali aplikacijo za ritmični narek, lahko potrdimo, da je uporaba aplikacije pozitivno vplivala na njihovo uspešnost pri izpitu. Ker sta bili obe skupini razmeroma majhni, smo za primerjavo skupinskih povprečij uporabili tudi metodo ponovnega vzorčenja. Pri 1.000 ponovitvah je metoda ocenila 69,2-odstotno verjetnost, da je bil povprečni rezultat testne skupine večji od povprečnega rezultata kontrolne skupine za skupini dijakov prvega letnika. Za rezultate drugega letnika je algoritem pri 1.000 ponovitvah ocenil, da je ta verjetnost 99,6 %. Te ocene so potrdile Mann-Whitneyjev U-test, zato so pokazale, da so se dijaki, ki so uporabljali aplikacijo, pri izpitu bolje odrezali.

Evalvacija daljšega obdobja uporabe v času zaprtja šol med epidemijo Covid-19

V primerjavi s prejšnjimi raziskavami je bil eksperiment v šolskem letu 2020/21 izveden v trimesečnem obdobju, da bi se izognili potencialni pristranskosti novitete (angl. *novelty bias*) iz preteklih raziskav in vplivom na motivacijo dijakov. Ker platforma ni vključevala funkcionalnosti, ki bi omogočale dolgotrajno in izvenrazredno interakcijo z učitelji, smo dodali module domačih nalog in izzivov, ki so tedensko dodajali nove izzive. Dijaki so se hitro seznanili s platformo in jo sprejeli kot glasbeno-izobraževalno orodje. Glede na eksperimentalno postavitev, ki je bila posebej zasnovana tako, da je čim manj posegala v ustaljeno učenje v razredu in zunaj njega, se je število novih registracij uporabnikov znotraj platforme povečalo za večje število od predvidenega. Na koncu je bilo število dijakov, ki so uporabljali platformo v prvem mesecu eksperimenta, večje od števila dijakov, ki jim je bila sama platforma v prvem tednu predstavljena. Za število prijav in igranih iger rezultati kažejo, da so dijaki po treh mesecih uporabe platformo še vedno uporabljali tedensko. Rezultati tega poskusa so presegli tudi pričakovanja avtorjev. Na splošno sklepamo, da se je vključenost dijakov v platformo ohranila tudi po

trimesečnem obdobju in domnevamo, da se bo ohranila tudi po zaključku eksperimenta.

Tudi smernice Covid-19, ki so vplivale na prisotnost dijakov v šoli, niso bistveno vplivale na vključenost dijakov v platformo. Čeprav je bilo pričakovano, da se bo njihova zavzetost nekoliko zmanjšala, so dijaki platformo še naprej uporabljali za urjenje posluha. To pripisujemo dejstvu, da je učenje slušnih vaj v domačem okolju težko brez orodij, podprtih z IKT, in dejstvu, da je učitelj prek platforme lahko ustvarjal neobvezne domače naloge, medtem ko so dijaki, ki so bili platforme že vajeni, platformo še naprej uporabljali doma.

Iz izbranih podatkov tekom eksperimenta smo ugotovili, da dijaki niso pretirano marali dizajna platforme, ki je bil po njihovem mnenju preveč otroški. Ko si bile platformi dodane nove aplikacije in funkcije, je platforma ohranila obliko, ki je potencialno uporabna za mlajše občinstvo (osnovnošolce). Zato bi bilo treba s temeljitejšo analizo uporabniške izkušnje za ciljno skupino na ravni konservatorija preoblikovati zasnovo platforme s sodobnejšim videzom. S tega vidika bo naše prihodnje delo obsegalo preoblikovanje sodobnejše platforme v slogu mobilne aplikacije, kot je prikazano na Sliki 6.



Slika 6: Okvirni osnutek sodobnejše postavitve za platformo Trubadur.

Ostajajoči izzivi

Glede na rezultate obstaja več vidikov te študije, ki jih je še potrebno nasloviti. Medtem ko je bil vpliv na uspešnost dijakov že predhodno ovrednoten in se je izkazal za pozitivnega pri izpitih iz ritmičnega in intervalnega nareka, je potrebno vpliv uporabe orodja IKT namesto običajnega pisala in papirja na druge kompetence dijakov še raziskati na podoben način kot problem pisanja proti tipkanju.⁴⁴

Glede na fizično lokacijo dijakov smo opazili, da je bila platforma uporabljena med učenjem na daljavo, pa tudi med učenjem v razredu. Domača naloga, ki so jo dobili dijaki, ni bila vključena v oceno njihove uspešnosti na tradicionalen način (tj. ocene domače naloge). Vendar je bila domača naloga močno povezana z delom v razredu, zato so učitelji lahko delno vplivali na motivacijo dijakov. Čeprav ta vpliv ne zmanjšuje rezultatov te študije, rezultatov tudi ne bi smeli posploševati na uporabo platforme za individualno ali od učnega načrta neodvisno usposabljanje.

V zvezi s povratnimi informacijami dijakov o njihovi izkušnji s platformo je bilo podanih več pripomb o vizualnem izgledu platforme. Obstaja možnost, da bi drugačna zasnova platforme pozitivneje vplivala na sodelovanje dijakov med eksperimentom. Ker so bili ti komentarji zbrani po eksperimentu, je potrebno to hipotezo še ovrednotiti.

Zaradi majhnega števila dijakov, ki obiskujejo konservatorij, je število udeležencev v tej študiji manjše od želenega. Poleg tega sta bila zaradi razmer v epidemiji Covid-19 dostop in zanesljivost komunikacije z dijaki otežena v primerjavi s prejšnjimi študijami izvedenimi v tem okolju. Po drugi strani pa so te razmere avtorjem omogočile tudi opazovanje morebitnih razlik v sodelovanju dijakov v dveh različnih učnih okoljih (na daljavo in v razredu), ki sta bili uporabljeni zaradi pandemije Covid-19. Takšno opazovanje bi bilo precej težko ponoviti v razmerah brez pandemije, saj bi to zahtevalo precejšnjo prekinitev učnega procesa, poleg tega pa bi ga bilo nemogoče izvesti brez izrecne odobritve pristojnega državnega organa. Glede na izzive zbiranje podatkov med zaprtjem šol menimo, da zbiranje podatkov v tej študiji zaradi navedenih omejitev ni bilo na predvidenem nivoju. Ne glede na to pa nam je ravno sprememba okolja zaradi zunanjih dejavnikov omogočila vpogled v učenčev učni proces in v dijakovo samostojno učenje, saj je zaprtje šol redek pojav, ki ga v realnem okolju predvidoma ne bomo več doživeli.

44 Prim. Marieke Longcamp in dr., »Remembering the Orientation of Newly Learned Characters Depends on the Associated Writing Knowledge: A Comparison between Handwriting and Typing,« *Human Movement Science* 25, št. 4–5 (2006): 646–656, DOI:10.1016/j.humov.2006.07.007; Marieke Longcamp, Marie Thérèse Zerbato-Poudou in Jean Luc Velay, »The Influence of Writing Practice on Letter Recognition in Preschool Children: A Comparison between Handwriting and Typing,« *Acta Psychologica* 119, št. 1 (2005): 67–79, DOI:10.1016/j.actpsy.2004.10.019; Sabine Wollscheid, Jørgen Sjaastad in Cathrine Tømte, »The Impact of Digital Devices vs. Pen(cil) and Paper on Primary School Students' Writing Skills: A Research Review,« *Computers and Education* 95 (2016): 19–35, DOI:10.1016/j.compedu.2015.12.001.

Diskusija in prihodnji razvoj

Platforma Trubadur je bila razvita za urjenje glasbenega posluha in vključuje aplikacije za vadenje intervalnih in ritmičnih narekov. Pri razvoju smo se sprva osredotočali na razvoj aplikacij, kasneje pa na podporne module, saj platforma ni vključevala funkcionalnosti, ki bi omogočale dolgoročno interakcijo med učenci in učitelji. Tako smo dodali domače naloge in module izzivov, ki so vključevali nove izzive na tedenski ravni. Administrativni modul učiteljem omogoča opazovanje in ustrezno ukrepanje pri učnem procesu na podlagi statistike na nivoju posameznikov in razredov. Moduli domačih nalog in izzivov so bili dobro sprejeti in so pozitivno vplivali na vsakotedensko motivacijo dijakov.

Kratkotrajni eksperimenti v prvih dveh šolskih letih so pokazali odličen potencial platforme za izboljšanje rezultatov. V zadnjem šolskem letu eksperimenta je situacija z zapiranjem šol v pandemiji Covid-19 vplivala tudi na našo zmožnost izvedbe takšnih eksperimentov, hkrati pa nam je ponudila odlično priložnost za dolgoročno spremljanje dijakov in njihove interakcije s platformo v različnih oblikah učnega procesa – tako v razredu kot tudi na daljavo. Da bi ocenili sodelovanje dijakov s platformo in zbrali vpogled v dolgoročno uporabo platforme, smo v treh mesecih zbrali njihove podatke. Dijaki so imeli vaje neodvisno od razreda, tedensko. Za sodelovanje ni bilo nobene spodbude, količina domačih nalog, ki jih je opravil dijak, pa ni vplivala na njegovo oceno v razredu ali dajala bonusov. Zbrani podatki so pokazali visoko angažiranost dijakov v celotnem obdobju. Na obdobje ocenjevanja so vplivali tudi zunanji dejavniki, ki so bili posledice pandemije Covid-19. Dijaki so imeli prva dva meseca pouk na daljavo (marec–april), nato pa v razredu (maj–junij). Zanimivo je, da so dijaki uporabljali platformo za urjenje glasbenega posluha v prvem delu – medtem ko je redni pouk potekali na daljavo – kot tudi v drugem delu evalvacijskega obdobja, ko se je učni proces preselil nazaj v učilnico. Platforma se je izkazala kot uporabno orodje za domače vaje glasbenega posluha, saj je učitelju olajšala pripravo vaj, dijaku pa omogočila takojšnje povratne informacije o uspešnosti reševanja in neskončen vir samodejno generiranih vaj.

Novo razviti moduli za upravljanje z razredi, domače naloge in izzivi so se izkazali za pomembno pomoč učiteljem pri uporabi platforme. Kljub temu je treba še implementirati številne funkcije. Naslednji razvojni cikel bo vključeval vaje harmonskega nareka in bo dopolnil zbirko aplikacij v obliki treh temeljnih vidikov urjenja ritmičnega, melodičnega in harmonskega znanja ter glasbenega posluha. Poleg tega bomo obstoječe aplikacije razširili z različnimi stili usposabljanja. Na primer, aplikacija za ritmični narek bo vključevala odziv s tapkanjem po mobilni napravi glede na prikazano ritmično zaporedje. Podobno bo imela aplikacija za intervalni narek tudi inverzno različico vaje, kjer uporabnik opazuje intervalno zaporedje in zapoje ali zamrmra odgovor. S tem načrtujemo izdelavo aplikacije, ki bo tekla neposredno na mobilni napravi. Vmesnik API,

ki bo omogočal komunikacijo med mobilno napravo in zalednim delom, je že na voljo in lahko podpira integracije mobilnih aplikacij, pa tudi druge oblike ali uporabe v različnih izobraževalnih orodij, vključno z obstoječimi LMS in slušalkami za virtualno resničnost.

Kot eden izmed ključnih izzivov, ki se jih je treba lotiti, se je pojavil izziv uporabniške zasnove platforme. Zbrali smo povratne informacije dijakov in ugotovili, da je treba slog oblikovanja izboljšati, saj je bil trenutni dizajn sprva osredotočen na najstnike, a so ga srednješolci zavrnil kot preveč otroškega. Začetni osnutki, predstavljeni v tem delu, temeljijo na povratnih informacijah učiteljev in dijakov. Izdajo nove različice platforme Trubadur skupaj z novo aplikacijo za vaje harmonije načrtujemo do konca leta 2022.

Čeprav platforma trenutno vključuje samo aplikacije za urjenje glasbenega posluha, je mogoče njeno podporo razširiti na teorijo glasbe in usposabljanje za instrumente. Prej omenjene nove tipe vaj, ki kot uporabniški odziv namesto natiptkanega vnosa sprejemajo mrmranje, petje ali tapkanje uporabnika, je mogoče prilagoditi za podporo vadenja petja ali glasbil. Odločitev za prehod s spletne platforme na spletno in mobilno implementacijo v bližnji prihodnosti temelji tudi na zmožnosti učinkovite obdelave zvočnega vhoda za tovrstne prilagoditve.

Literatura

- Al-Othman, Maryam A., John H. Cole, Carla B. Zoltowski in Dimitrios Peroulis. »An Adaptive Educational Web Application for Engineering Students.« *IEEE Access* 5 (2017): 359–365. <http://ieeexplore.ieee.org/document/7865892/>. DOI:10.1109/ACCESS.2016.2643164.
- Aljanaki, Anna, Frans Wiering in Remco Veltkamp. »Collecting Annotations for Induced Musical Emotion via Online Game with a Purpose Emotify.« *Technical Report Series, 2014 UU-CS-2014-015* (2014). <https://www.semanticscholar.org/paper/Collecting-annotations-for-induced-musical-emotion-Aljanaki-Wiering/7159b180c729795b-998c53ef735bb91bb1a70d81>.
- Alshammari, Sultan Hammad, Mohamed Bilal Ali in Mohd Shafie Rosli. »The Influences of Technical Support, Self Efficacy and Instructional Design on the Usage and Acceptance of LMS: A Comprehensive Review.« *Turkish Online Journal of Educational Technology* 15, št. 2 (2016): 116–125. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1096463>.
- Andronie, Miah, in Maria Andronie. »Information and Communication Technologies (Ict) Used for Education and Training.« *Contemporary Readings in Law and Social Justice* 6, št. 1 (2014): 378–386.
- Asiri, Mohammed, Rosnaini Mahmud, Kamariah Abu Bakar in Ahmad Fauzi Mohd Ayub. »Factors Influencing the Use of Learning Management System in Saudi Arabian Higher Education: A Theoretical Framework.« *Higher Education Studies* 2, št. 2 (2012): 125–137. <http://www.ccsenet.org/journal/>. DOI:10.5539/hes.v2n2p125.
- Bartle, Richard A. »Information Reconstruction: Unpicking the GamifIR Call for Papers.« Paper presented at *Proceedings of the First International Workshop on Gamification for Information Retrieval: GamifIR@ECIR '14, Amsterdam, The Netherlands, April 13, 2014*. New York, NY: Association for Computing Machinery, 2014. DOI:10.1145/2594776.2597423.

- Benattia, Abderrahmane Adda, Abdelhalim Benachenhou in Mohammed Moussa. »Development of an Automatic Assessment in Remote Experimentation Over Remote Laboratory.« V *Lecture Notes in Networks and Systems 47: Smart Industry & Smart Education*, uredila Michael E. Auer in Reinhard Langmann, 136–143. Cham: Springer, 2019. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-95678-7_15. DOI:10.1007/978-3-319-95678-7_15.
- Borges, Simone de Sousa, Vinicius H. S. Durelli, Helena Macedo Reis in Seiji Isotani. »A Systematic Mapping on Gamification Applied to Education.« Paper presented at *Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing – SAC '14*. New York, NY: Association for Computing Machinery, 2014. <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2554850.2554956>. DOI:10.1145/2554850.2554956.
- Carney, Robert. »Using Web-Based Instruction to Teach Music Theory in the Piano Studio: Defining, Designing, and Implementing an Integrative Approach.« Doktorska disertacija, University of North Texas, 2010. <https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc28404/>.
- Cheng, Meng-Tzu, Jhih-Hao Chen, Sheng-Ju Chu in Shin-Yen Chen. »The Use of Serious Games in Science Education: A Review of Selected Empirical Research from 2002 to 2013.« *Journal of Computers in Education 2*, št. 3 (2015): 353–375, <https://link.springer.com/article/10.1007/s40692-015-0039-9>, DOI:/10.1007/s40692-015-0039-9
- Chou, Yu-kai. »Octalysis: Complete Gamification Framework.« *Gamification & Behavioral Design* (Blog), Yu-kai Chou. Dostop 27. aprila 2020. <https://yukaichou.com/gamification-examples/octalysis-complete-gamification-framework/>.
- Connolly, Thomas M., Mark Stansfield in Thomas Hainey. »An Application of Games-Based Learning within Software Engineering.« *British Journal of Educational Technology 38* (2007): 416–428. <https://bera-journals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8535.2007.00706.x>. DOI:/10.1111/j.1467-8535.2007.00706.x.
- Connolly, Thomas M., Elizabeth A. Boyle, Ewan MacArthur, Thomas Hainey in James M. Boyle. »A Systematic Literature Review of Empirical Evidence on Computer Games and Serious Games.« *Computers & Education 59*, št. 2 (2012): 661–686. <https://www.science-direct.com/science/article/abs/pii/S0360131512000619?via%3Dihub>. DOI:/10.1016/j.compedu.2012.03.004.
- Dorfer, Matthias, Andreas Arzt in Gerhard Widmer. »Towards Score Following in Sheet Music Images.« Paper presented at *Proceedings of the 17th ISMIR Conference, New York City, USA, 7–11 August 2016*, 789–795. DOI:10.5281/zenodo.1415548.
- Douce, Christopher, David Livingstone in James Orwell. »Automatic Test-Based Assessment of Programming.« *Journal on Educational Resources in Computing 5*, št. 3 (2005): 1–13. <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=1163405.1163409>. DOI:10.1145/1163405.1163409.
- Eck, Richard van. »Digital Game-Based Learning: It's not Just the Digital Natives Who are Restless.« *EDUCAUSE Review 41*, št. 2 (2006): 16–30.
- Eli, Anamaria Claudia. »Platforma de educație muzicală Yousician.« *Tehnologii informatice și de comunicații în domeniul muzical 8*, št. 1 (2017): 37–41. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=596853>.
- Ghazal, Samar, Hosam Al-Samarraie in Hanan Aldowah. »'I am Still Learning': Modeling LMS Critical Success Factors for Promoting Students' Experience and Satisfaction in a Blended Learning Environment.« *IEEE Access 6* (2018): 77179–77201. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8523678>. DOI:10.1109/ACCESS.2018.2879677.

- Gillis, Alanna, in Laura M. Krull. »COVID-19 Remote Learning Transition in Spring 2020: Class Structures, Student Perceptions, and Inequality in College Courses.« *Teaching Sociology* 48, št. 4 (2020): 283–299. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/0092055X20954263>. DOI:10.1177/0092055X20954263.
- Gomes, Cardoso Cristina Maria, Mauro Jorge Guerreiro Figueiredo, José Bidarra in José Duarte Cardoso Gomes. »Project Flappy Crab: An Edugame for Music Learning.« *V Competencies in Teaching, Learning and Educational Leadership in the Digital Age*, uredili J. Michael Spector, Dirk Ifenthaler, Demetrios G. Sampson, Pedro Isaias, 287–301. Cham: Springer, 2016. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-30295-9_18. DOI:10.1007/978-3-319-30295-9_18.
- Hernández, Rubén Jesús García, Isabel Barbancho Pérez, Lorenzo José Tardón García, Jon Arambarri, Milán Magdics in Mateu Sbert. »E-Cecilia: Implementation of a Music Game.« *CEUR Workshop Proceedings*, št. 1196 (2014): 66–77. <https://gaia.fdi.ucm.es/sites/cosecivi14/es/papers/12.pdf>.
- Krusche, Stephan, in Andreas Seitz. »ArTEMiS: An Automatic Assessment Management System for Interactive Learning.« Paper presented at *SIGCSE'18: Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*. New York: Association for Computing Machinery Press, 2018, 284–289. <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=3159450.3159602>. DOI:10.1145/3159450.3159602.
- Law, Edith, Louis von Ahn, Roger B. Dannenberg in Mike Crawford. »TagATune: A Game for Music and Sound Annotation.« Paper presented at *Proceedings of the International Conference on Music Information Retrieval, ISMIR 2007, Vienna, September 23–27, 2007*. <https://www.semanticscholar.org/paper/TagATune%3A-A-Game-for-Music-and-Sound-Annotation-Law-Ahn/50bae0a30cf26601cb14574a53c990bda744e7fa>.
- Lin, Hsien-Tang, Chih-Hua Wang, Chia-Feng Lin in Shyan-Ming Yuan. »Annotating Learning Materials on Moodle LMS.« Paper presented at *2009 International Conference on Computer Technology and Development*, 455–459. <https://ieeexplore.ieee.org/document/5360189>. DOI:10.1109/ICCTD.2009.131.
- Longcamp, Marieke, Céline Boucard, Jean-Claude Gilhodes in Jean-Luc Velay. »Remembering the Orientation of Newly Learned Characters Depends on the Associated Writing Knowledge: A Comparison between Handwriting and Typing.« *Human Movement Science* 25, št. 4–5 (2006): 646–656. DOI:10.1016/j.humov.2006.07.007.
- Longcamp, Marieke, Marie Thérèse Zerbato-Poudou in Jean Luc Velay. »The Influence of Writing Practice on Letter Recognition in Preschool Children: A Comparison between Handwriting and Typing.« *Acta Psychologica* 119, št. 1 (2005): 67–79. DOI:10.1016/j.actpsy.2004.10.019.
- Mandel, Michael I., in Daniel P. W. Ellis. »A Web-Based Game for Collecting Music Metadata.« *Journal of New Music Research* 37, št. 2 (2008): 151–165. DOI:10.1080/09298210802479300.
- Morton, Caroline E., Sohag N. Saleh, Susan F. Smith, Ashish Hemani, Akram Ameen, Taylor D. Bennie in Maria Toro-Troconis. »Blended Learning: How Can We Optimise Undergraduate Student Engagement?« *BMC Medical Education* 16, št. 1 (2016). <http://bmcmmeduc.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12909-016-0716-z>. DOI:10.1186/s12909-016-0716-z.
- Moura, Janine G., Leônidas O. Brandão in Anarosa A. F. Brandão. »A Web-Based Learning Management System with Automatic Assessment Resources.« Paper presented at *2007 37th Annual Frontiers in Education Conference – Global Engineering: Knowledge Without Borders, Opportunities Without Passports*, F2D-1–F2D-6. <http://ieeexplore.ieee.org/document/4418100/>. DOI:10.1109/FIE.2007.4418100.

- Muntean, Cristina. »Raising Engagement in E-Learning through Gamification.« V *The 6th International Conference on Virtual Learning ICVL 2011*. Bucharest University Press, 2012, 323–329.
- Ng, S. C., Andrew K. Lui in W. S. Lo. »An Interactive Mobile Application for Learning Music Effectively.« V *Knowledge Sharing through Technology: 8th International Conference on Information and Communication Technology in Teaching and Learning, ICT 2013, Hong Kong, China, July 10–11, 2013*, uredili Jeanne Lam, Kam Cheong Li, Simon K. S. Cheung in Fu Lee Wang, 148–157. Heidelberg: Springer Berlin, 2013. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-45272-7_14. DOI:10.1007/978-3-642-45272-7_14.
- Rahim, Yahaya Abd., Othman Mohd, Muhammad Amin Sahari, Nurhizam Safie in Zulki-flee Bin Abd Rahim. »A Study on The Effects of Learning Material Handling Procedures towards Information Integrity in Moodle Learning Management System (LMS).« Paper presented at *2nd International Conference on Electrical Engineering and Informatics (ICon EEI)*, 81–85. <https://ieeexplore.ieee.org/document/8784322/>. DOI:10.1109/ICon-EEI.2018.8784322.
- Rizqyawan, Muhammad Ilham, in Galih Hermawan. »Adventure Game as Learning Media for Introducing Music Interval and Ear Training to Kids.« Paper presented at *2015 International Conference on Automation, Cognitive Science, Optics, Micro Electro-Mechanical System, and Information Technology (ICACOMIT)*, 172–175. <http://ieeexplore.ieee.org/document/7440200/>. DOI:10.1109/ICACOMIT.2015.7440200.
- Sanchez, Eric, Shawn Young in Caroline Jouneau-Sion. »Classcraft: From Gamification to Ludicization of Classroom Management.« *Education and Information Technologies* 22, št. 2 (2017): 497–513.
- Schüler, Nico. »Modern Approaches to Teaching Sight Singing and Ear Training.« *Facta Universitatis, Series Visual Arts and Music* 6, št. 2 (2020): 83–92. DOI:10.22190/fuam2002083s.
- Seddon, Frederick, in Michele Biasutti. »Evaluating a Music E-Learning Resource: The Participants' Perspective.« *Computers and Education* 53, št. 3 (2009): 541–549. DOI:10.1016/j.compedu.2008.12.011.
- Serdaroglu, Emine. »Ear Training Made Easy: Using IOS Based Applications to Assist Ear Training in Children.« *European Journal of Social Science Education and Research* 5, št. 3 (2018): 202–209. <http://archive.sciendo.com/EJSER/ejser.2018.5.issue-3/ejser-2018-0071/ejser-2018-0071.pdf>. DOI:10.2478/ejser-2018-0071.
- Tardón, Lorenzo, Isabel Barbancho, Carles Roig, Emilio Molina in Ana M. Barbancho. »Music Learning: Automatic Music Composition and Singing Voice Assessment.« *Springer Handbook of Systematic Musicology*, uredil R. Bader, 873–883. Heidelberg: Springer Berlin, 2018. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-662-55004-5_42. DOI:10.1007/978-3-662-55004-5_42.
- Uyar, Burak, in Barış Bozkurt. »An Interactive Rhythm Training Tool for Usuls of Turkish Makam Music.« Paper presented at *5th Int. Workshop on Folk Music Analysis (FMA), Paris, France, 10–12 June 2015*. Paris: University Pierre et Marie Curie, 2015, 126–129. <https://zenodo.org/record/1211661>. DOI:10.5281/ZENODO.1211661.
- Wagner, Carolyn. »Digital Gamification in Private Music Education.« *Antistasis* 7, št. 1 (2017). <https://journals.lib.unb.ca/index.php/antistasis/article/view/24904>.
- Weaver, Debbi, Christine Spratt in Chenicheri Sid Nair. »Academic and Student Use of a Learning Management System: Implications for Quality.« *Australasian Journal of Educational Technology* 24, št. 1 (2008). <http://ajet.org.au/index.php/AJET/article/view/1228>. DOI:10.14742/ajet.1228.

- Wiggins, Bradley E. »An Overview and Study on the Use of Games, Simulations, and Gamification in Higher Education.« *International Journal of Game-Based Learning* 6, št. 1 (2016): 18–29. <http://services.igi-global.com/resolvedoi/resolve.aspx?doi=10.4018/IJGBL.2016010102>. DOI:10.4018/IJGBL.2016010102.
- Wollscheid, Sabine, Jørgen Sjaastad in Cathrine Tømte. »The Impact of Digital Devices vs. Pen(cil) and Paper on Primary School Students' Writing Skills: A Research Review.« *Computers and Education* 95 (2016): 19–35. DOI: 10.1016/j.compedu.2015.12.001.
- Youngmoo, Kim, Erik Schmidt in Lloyd Emelle. »MoodSwings: A Collaborative Game for Music Mood Label Collection.« Paper presented at *ISMIR 2008: 9th International Conference on Music Information Retrieval, Drexel University, Philadelphia, PA, USA, September 14–18, 2008*, uredili Juan Pablo Bello, Elaine Chew in Douglas Turnbull, 231–236. <https://archives.ismir.net/ismir2008/paper/000257.pdf>.
- Zanetti, David, D. Krejci, K. Oliveira in A. R. Rocha. »Mona Listen: A Web-Based Ear Training Module for Musical Pitch Discrimination.« Paper presented at *Proceedings of E-Learn 2004: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education*, uredila J. Nall in R. Robson, 2026–2032. <https://www.learn-tech-lib.org/noaccess/11620/>.

SUMMARY

Development of the Trubadur (Troubadour) Platform and the Review of New Challenges in the Coming Years

Troubadour is an open source and flexible online platform for training of the musical ear. The platform was developed to support music theory lessons with automated rhythmic and interval dictation exercises. In the course of development, we analyzed the needs and feedback of teachers and students. Based on the collected information, we provided the platform with elements of play, exercise management, and learning tools for the periodical testing of knowledge in accordance with the curricula. We developed and evaluated the platform together with the students of the Ljubljana Music and Ballet Conservatory in the school years 2018/19–2020/21. The didactic musical content was designed by Assoc. prof. Peter Šavli, who teaches solfeggio and composition at the Conservatory. In the first two years, we evaluated the use with A/B testing, and in the third academic year, we monitored and analyzed the long-term use of the platform through learning from home as well as in the classroom during the period of covid school closures. The results of the evaluation showed that the use of the platform can increase performance in testing and that it represents a good addition to studying from home. The article thus summarizes the implementation and results of the evaluations and outlines the path for further development.

O AVTORJIH

MATEVŽ PESEK (matevz.pesek@fri.uni-lj.si) je docent in raziskovalec na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani, kjer je leta 2012 diplomiral in leta 2018 doktoriral. Od leta 2009 je član Laboratorija za računalniško grafiko in multimedije. Njegovi raziskovalni interesi so iskanje glasbenih informacij, glasbeno e-učenje, biološko navdahnjeni modeli in globoke arhitekture. Raziskoval je tudi kompozicijsko hierarhično modeliranje kot alternativne globoke transparentne arhitekture in večmodalno zaznavanje glasbe, vključno z interakcijo človek-računalnik ter vizualizacijo za analizo zvoka in ustvarjanje glasbe.

PETER ŠAVLI (peter.savli@kgbl.si) je na Akademiji za glasbo v Ljubljani diplomiral iz glasbene pedagogike in kompozicije ter leta 1995 na univerzi Yale prejel umetniško diplomo. Doktoriral je na Univerzi Cornell, kjer je leta 1999 obranil disertacijo z naslovom »Harmonska gostota pri Messiaenu.« Simfoniki RTV Slovenija in orkester SF so izvedli in posneli njegova orkestrska dela. Uveljavil se je predvsem kot skladatelj z obširnimi komornimi, zborovskimi in mladinskimi opusom in bil večkrat nominiran za nagrado Prešernovega sklada. Med njegova pomembnejša dela sodijo predvsem instrumentalni koncerti (za saksofon, klavir, violino, tolkala, kitaro in marimbo) ter kvarteti za najrazličnejše zasedbe. Veliko ustvarja tudi za mlajše občinstvo. Pomembno vlogo pri vzgoji le-tega ima njegova mladinska pravljicna opera *Pastir* (2011), za katero je sam napisal libreto po predlogi tolminske ljudske pravljice, na besedila Maje Vidmar pa je napisal kantato *Prisotnost*. Od leta 2004 je profesor na Konservatoriju za glasbo in balet v Ljubljani, kjer spodbuja mlade talente pri njihovih prvih skladateljskih dosežkih. Kot docent za teoretične predmete na Akademiji za glasbo občasno predava solfeggio, oblikoslovje in specialno glasbeno didaktiko.

MATIJA MAROLT (matija.marolt@fri.uni-lj.si) je izredni profesor na Fakulteti za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani, kjer je vodja Laboratorija za računalniško grafiko in multimedije. Med njegove raziskovalne interese sodijo pridobivanje informacij iz glasbe, računalniška grafika in vizualizacija. Osredotoča se na probleme, kot so ocenjevanje melodijske in ritma, segmentacija in organizacija zvoka ter iskanje in vizualizacija glasbenih zbirk.

ABOUT THE AUTHORS

MATEVŽ PESEK (matevz.pesek@fri.uni-lj.si) is an Assistant Professor and researcher at the Faculty of Computer and Information Science at the University of Ljubljana, where he graduated in 2012 and received his doctorate in 2018. Since 2009, he has been a member of the Laboratory for Computer Graphics and Multimedia. His research interests are information retrieval from music, including e-learning, biologically inspired models and deep architectures. He has also researched compositional hierarchical models as alternative deep transparent architectures and multimodal music perception, including human-computer interaction, and visualization for sound analysis and music creation.

PETER ŠAVLI (peter.savli@kgbl.si) graduated from the Academy of Music in Ljubljana with a degree in music pedagogy and composition. In 1995, he received an Artist Diploma from Yale University in the USA. He received his doctorate in 1999 at Cornell University, for his dissertation entitled "Harmonic Density in Messiaen." Both the RTV Slovenia Symphony Orchestra and the Slovenian Philharmonic Orchestra performed and recorded

his orchestral works. He created concertos for saxophone, piano, violin, percussion, guitar, and marimba. Šavli's chamber and choral oeuvre is extensive, including his music output dedicated to younger generations. He wrote quartets for saxophones, guitars, strings, flutes, percussion, and clarinets. His youth fairy tale opera *Pastir (Goatherd)* plays an important role in the education of young opera audiences. Written in 2011, the libretto, also written by Peter Šavli, is based on a fairy tale from Tolmin. He also composed the cantata *Prisotnost (Presence)* based on Maja Vidmar's lyrics. As a composer, he was nominated for the Prešeren Fund Award several times. In 2004, he started work at the Ljubljana Music and Ballet Conservatory, where he encourages young talents in their first compositional achievements. As an assistant professor for theoretical subjects at the Academy of Music, he occasionally teaches solfeggio, design, and special musical didactics.

MATIJA MAROLT (matija.marolt@fri.uni-lj.si) is an Associate Professor at the Faculty of Computer and Information Science, where he is the head of the Computer Graphics and Multimedia Laboratory. His research interests are information retrieval from music, computer graphics, and visualization. It focuses on problems such as melody and rhythm estimation, segmentation and organization of sound, search and visualization of music collections.