

Razvoj didaktične mobilne igre za vzpodbujanje glasbene kreativnosti

Emir Hodžić¹, Matevž Pesek^{1,*}

¹University of Ljubljana, Faculty of computer and information science, Večna pot 113, 1000 Ljubljana, Slovenia

Povzetek

Članek predstavlja razvoj in začetno vrednotenje prototipa mobilne aplikacije za igrivo glasbeno ustvarjanje. Aplikacija, zgrajena v okolju Flutter, združuje sekvencer in Piano Roll v preprosto, a odziven vmesnik, ki spodbuja eksperimentiranje in glasbeno "čečkanje" tudi brez predznanja teorije. Ključna tehnična rešitev je ločen proces za sintezo zvoka, ki zagotavlja tekoče delovanje in neprekinjen ustvarjalni tok. Uporabniška raziskava potrjuje visoko stopnjo stimulacije, jasnosti in privlačnosti, kar podpira hipotezo o motivacijskem učinku igrive zasnove, čeprav omejitve vzorca (7 udeležencev) zahtevajo obsežnejše nadaljnje študije. V primerjavi z obstoječimi orodji, kot sta GarageBand in Soundtrap, prototip izstopa po preprostosti ter potencialu za sodelovalno in didaktično rabo. Načrtovana nadgradnja vključuje mrežno sodelovanje, poigritvene elemente in testiranje v realnem pedagoškem okolju. Razviti prototip prikaže možnost združevanja dostopnosti za začetnike z možnostjo kompleksnega ustvarjanja ter odpiranja novih poti za sodobno glasbeno izražanje.

Keywords

kreativnost, glasbeno izražanje, mobilna aplikacija, sodelovalno učenje

1. Uvod

Glasbeno izražanje se tradicionalno osredotoča na tehnično dovršenost, interpretacijo obstoječih del in učenje glasbene teorije. Čeprav so ti elementi temeljni za razvoj glasbenih veščin, pogosto ostaja v ozadju ključna komponenta glasbenega udejstvovanja – kreativnost. Spodbujanje učencev k samostojnemu ustvarjanju, improvizaciji in skladanju je pogosto zapostavljeno, kar lahko vodi v zmanjšano motivacijo in omejen razvoj celostnega glasbenega razumevanja [1].

Ta prispevek izhaja iz prepričanja, da je kreativnost temeljna človekova sposobnost, ki jo je potrebno sistematično negovati tudi pri glasbenem pouku. Pojav mobilnih tehnologij odpira nove možnosti za preoblikovanje pedagoških pristopov, saj lahko aplikacije delujejo kot interaktivna in dostopna orodja, ki olajšajo glasbeno ustvarjanje in spodbujajo učenje skozi igro. Na tej podlagi smo zasnovali in razvili prototip mobilne aplikacije, ki kot zbirka skupinskih didaktičnih iger krepi ustvarjalnost pri glasbenem pouku.

V teoretičnem delu članka bomo najprej opredelili pojem kreativnosti in predstavili ključne modele, ki pojasnjujejo ustvarjalni proces. Sledil bo pregled nevroznanstvenih dognanj o tem, kaj se dogaja v možganih med glasbenim ustvarjanjem, s posebnim poudarkom na procesih improvizacije in sodelovanja. V nadaljevanju bomo analizirali vlogo tehnologije, sodelovalnega učenja in obstoječih digitalnih rešitev v sodobnem izražanju. Ta pregled bo služil kot podlaga za identifikacijo vrzeli, ki jih poskušamo zapolniti z novo aplikacijo.

V nadaljevanju predstavimo razvoj mobilne aplikacije za podporo kreativnemu ustvarjanju glasbe pri samostojnem in skupinskem glasbenem izražanju. Z aplikacijo naslavljamo problematiko sodelovalnega učenja v sodobnem izražanju in jo preliminarno evalviramo z namenom nadaljnje uporabe med učitelji glasbe in učenci v pedagoškem procesu.

Human-Computer Interaction Slovenia 2025, October 13, 2025, Koper, Slovenia

*Corresponding author.

✉ eh3501@student.uni-lj.si (E. Hodžić); matevz.pesek@fri.uni-lj.si (M. Pesek)

🌐 <https://matevzpesek.si/> (M. Pesek)

🆔 0000-0001-9101-0471 (M. Pesek)



© 2025 Copyright for this paper by its authors. Use permitted under Creative Commons License Attribution 4.0 International (CC BY 4.0).

<https://doi.org/10.26493/978-961-293-559-7.3>

2. Pregled področja

V akademski skupnosti je splošno sprejeto, da kreativnost pomeni sposobnost ustvarjanja novih in uporabnih idej ter izdelkov [2]. Ta definicija zajema dva ključna elementa: novost in uporabnost. Dinamična definicija opisuje kreativnost kot dejanje, ki izvira iz zaznavanja okolja in prepoznavanja določenega neravnovesja. To vodi v produktivno aktivnost, ki izziva ustaljene miselne procese in norme ter ustvarja nekaj novega – bodisi v obliki fizičnega predmeta, bodisi zamisli ali čustvenega doživetja [3]. Kombinatorna narava kreativnosti se kaže v tem, da nove ideje, koncepti in izdelki nastajajo s povezovanjem obstoječih elementov na nove načine [4, 1], kar poudarja pomen znanja in izkušenj kot temeljnih gradnikov kreativnega izražanja.

Pri opredeljevanju kreativnosti se pogosto poudarja element ustvarjanja nečesa novega. Vendar pa je pomembno razumeti, da se ta novost lahko nanaša na ravni posameznika. Koncept “vsakdanje kreativnosti” [4, 1] priznava, da so lahko kreativna dejanja tudi otroška risba ali študentska pesem, čeprav ta dela morda niso prelomna v globalnem merilu. Za razumevanje kreativnosti v izobraževalnem kontekstu je ključna razmejitev, ki jo je uvedla filozofinja Margaret A. Boden. Razlikuje med dvema temeljnima vrstama kreativnosti: psihološko (P-kreativnost) in historično (H-kreativnost) [5]. **P-kreativnost (psihološka kreativnost)** se nanaša na ideje ali izdelke, ki so novi, presenetljivi in predstavljajo vrednost posamezniku, ki jih je ustvaril. Pri tem ni pomembno, ali je kdo drug v zgodovini že prišel do enake zamisli. Gre za osebni preboj, za trenutek, ko posameznik sam zase odkrije nekaj novega. To je vrsta kreativnosti, ki jo doživlja otrok, ko prvič uspešno sestavi hišo iz kock, ali študent, ki samostojno najde novo rešitev za programerski problem. P-kreativnost je temeljna za učenje, saj predstavlja proces osebnega odkrivanja in osmišljanja sveta. **H-kreativnost (historična kreativnost)** na drugi strani opisuje ideje, ki niso nove le za posameznika, temveč za celotno človeško zgodovino. Gre za prelomna dela in odkritja genijev, kot so Mozartove simfonije ali Einsteinova teorija relativnosti. H-kreativnost je izjemno redka in predstavlja poseben primer P-kreativnosti – vsaka H-kreativna ideja mora biti namreč najprej P-kreativna.

Ta razdelitev je za načrtovano mobilno aplikacijo bistvenega pomena, saj postavlja cilje v realen in pedagoško smiseln okvir. Cilj naše aplikacije ni spodbujanje H-kreativnosti oziroma iskanje novega Mozarta. Takšen cilj bi bil nerealen in večine uporabnikov ne bi motiviral. Namesto tega je naša aplikacija zasnovana kot orodje za sistematično spodbujanje P-kreativnosti. Želimo ustvariti dostopno in varno digitalno okolje, v katerem lahko vsak uporabnik, ne glede na predznanje, doživi lastno izkušnjo glasbenega ustvarjanja. Z omogočanjem preprostega kombiniranja ritmičnih in melodičnih elementov aplikacija uporabnika vabi k eksperimentiranju in igrivemu raziskovanju. Končni izdelek – melodija ali ritem – morda ne bo zgodovinsko prelomen, a za uporabnika bo predstavljal nekaj novega in osebno pomembnega. Prav ta izkušnja osebnega dosežka in “aha” trenutka je ključna za razvoj notranje motivacije, samozavesti in dolgoročnega zanimanja za glasbo, kar je temeljni namen našega didaktičnega orodja.

2.1. Kreativnost v glasbenem izobraževanju

Kreativnost predstavlja ključni element sodobnega glasbenega izobraževanja, ki presega tradicionalno osredotočenost na ponavljanje in tehnično dovršenost. V kontekstu glasbenega izobraževanja kreativnost zajema sposobnost učencev, da raziskujejo, eksperimentirajo in ustvarjajo lastne glasbene izraze, pri čemer povezujejo teoretično znanje s praktično uporabo. V kontekstu glasbenega izobraževanja lahko skladanje razumemo kot kreativni proces reševanja problemov, kjer učenci sprejemajo odločitve in raziskujejo različne možnosti, dokler ne najdejo rešitve, ki najbolj ustreza njihovim ustvarjalnim namenom. Burnard ta proces opisuje kot iskanje “najboljše ustreznosti”, s poudarkom na tem, kako pomembni so iteracija, eksperimentiranje in izpopolnjevanje pri glasbenem ustvarjanju [6].

Tehnologija je spremenila področje glasbenega izobraževanja in odprla nove možnosti za kreativno raziskovanje. Tehnologija učencem omogoča ukvarjanje z “mikro-fenomeni” zvoka, kar jim daje možnost za podrobno manipulacijo in eksperimentiranje [7]. Orodja, kot so *reverb*, *delay* in digitalne avdio delovne postaje, učencem omogočajo neposredno interakcijo z zvokom ter razširjajo obseg ustvarjalnih

možnosti. Ključen vidik kreativnosti v glasbi je proces raziskovanja, pogosto opisan kot glasbeno "čečkanje". Savage ta pojem opisuje kot neformalno in intuitivno interakcijo z zvokom, kjer "nek srečen slučaj gibanja ujame domišljijo – ritmični utrip, fraza ali sprememba tempa" [7]. To spontano eksperimentiranje spodbuja inovativnost in služi kot osnova za bolj strukturirano ustvarjalno delo.

Razumevanje nevroloških osnov glasbene kreativnosti nam omogoča boljši vpogled v to, kako zasnovati orodja, ki podpirajo naravne kognitivne procese. V tem razdelku se osredotočamo na dogajanje v možganih med ustvarjalnim procesom, s poudarkom na prehodih med spontan in strukturiranim delom. Kreativni procesi, kot so improvizacija, komponiranje in glasbeno eksperimentiranje, vključujejo delovanje več možganskih delov, ki prispevajo k ustvarjanju, ocenjevanju in izvedbi novih idej. Raziskave so pokazale, da so pri teh procesih aktivna tako območja, povezana s spontanostjo, kot tudi območja, ki omogočajo strukturirano razmišljanje.

Improvizacija, na primer, pogosto vključuje dorzolateralni prefrontalni korteks (DLPFC), kar nakazuje, da gre za transformativno vedenje, ki zahteva kompleksno presojo in intelektualni napor [8]. Kljub temu pa se v drugih študijah improvizacija povezuje z delovanjem privzetega omrežja (DMN), ki je bolj aktivno med notranje usmerjenimi miselnimi procesi, kot so domišljija in razmišljanje brez konkretnih ciljev [8]. To kaže, da lahko različni vidiki ustvarjalnosti aktivirajo različna možganska omrežja, odvisno od narave naloge. Prehodi med spontanimi in strukturiranimi oblikami ustvarjalnosti predstavljajo dinamičen proces, v katerem sodelujejo različna možganska omrežja. Spontana ustvarjalnost se običajno pojavi brez zavestnega napora in vključuje privzeto omrežje (DMN) [8]. Nasprotno pa strukturirana ustvarjalnost zahteva zavestno osredotočenost [9] in vključuje omrežja, povezana s kognitivnim nadzorom, kot je dorzolateralni prefrontalni korteks [8]. Prehodi med spontanimi in strukturiranimi procesi vključujejo izmenjavo med privzetim omrežjem in omrežji, ki so odgovorna za pozornost in nadzor. Ta dinamična izmenjava, imenovana tudi "ustvarjalna sistola in diastola" [8], omogoča, da se ustvarjalni procesi prilagajajo spreminjajočim zahtevam nalog.

2.2. Obstoječe aplikacije

Apple GarageBand, *BandLab* in *Figure* ponujajo tri različne pristope k digitalnemu glasbenemu ustvarjanju, ki pa vsak zase ne zadostijo ciljem našega projekta. *GarageBand* je brezplačna, zelo razširjena aplikacija z bogato knjižnico zvokov in zmogljivim večslednim snemalnikom, a je primarno namenjena produkciji, z zahtevnim vmesnikom in omejenim sodelovanjem [10]. *BandLab* uvaža sodelovalno delo v oblaku in učiteljem omogoča dodeljevanje nalog ter spremljanje napredka, vendar ostaja osredotočen na sodelovalno produkcijo, kar ni optimalno za spontano, igrivo učenje [11]. *Figure* pa s svojo izjemno preprostostjo in vizualno privlačnimi kontrolniki omogoča takojšnje ustvarjanje in stanje zanos, a je namenjen posamezniku in nima didaktične nadgradnje [12].

Analiza sorodnih del jasno pokaže, da obstaja nezapolnjena niša. Na eni strani so zmogljiva, a kompleksna produkcijska orodja (*GarageBand*, *BandLab*), ki so za didaktično rabo v začetnih fazah učenja manj primerna. Na drugi strani imamo izjemno intuitivne in igrive aplikacije (*Figure*), ki pa so omejene na individualno izkušnjo in nimajo pedagoške nadgradnje.

Naša rešitev je zasnovana kot neposreden odgovor na to vrzel, pri čemer njena zasnova zavestno temelji na teoretičnih modelih kreativnosti, predstavljenih v prejšnjih poglavjih. Ne gre zgolj za tehnološko orodje, temveč za pedagoško okolje, ki skuša v praksi udejanjiti spoznanja o tem, kako ljudje ustvarjamo. V naši rešitvi zato združujemo najboljše iz teh pristopov: dostopnost in igrivost *Figure*, strukturiran proces ustvarjanja (npr. z orodjem *Piano Roll*) in sodelovalne funkcije, ki jih je navdihnil *BandLab*, ob hkratnem zavestnem odmiku od kompleksnosti in profesionalne paradigme *GarageBanda*. Tako nastaja pedagoško okolje, ki podpira P-kreativnost, omogoča ravnoesje med divergentnim in konvergentnim mišljenjem ter v realnem času spodbuja sodelovanje, s čimer zapolnjuje vrzel med profesionalnimi orodji in preprostimi, a individualnimi aplikacijami.

V prvi vrsti naša aplikacija naslavlja razlikovanje med P-kreativnostjo in H-kreativnostjo. Zavestno se odklikamo od paradigme profesionalne produkcije, značilne za H-kreativnost, ki jo pooseblja *GarageBand*. Namesto tega ustvarjamo prostor za P-kreativnost – osebno, vsakdanjo ustvarjalnost. Cilj ni ustvariti zgodovinsko pomembno delo, temveč omogočiti vsakemu uporabniku, da doživi lasten

“aha” trenutek in zadovoljstvo ob ustvarjanju nečesa, kar je novo in vredno zanj osebno. To dosegamo z implementacijo filozofije, ki smo jo spoznali pri aplikaciji Figure, in jo neposredno povezujemo s konceptom zanosa (ang. *flow*). Z nizkim vstopnim pragom, intuitivnim vmesnikom in takojšnjo zvočno povratno informacijo ustvarjamo pogoje, v katerih je izziv v ravnovesju z uporabnikovimi sposobnostmi. To zmanjšuje frustracijo, ki jo povzroča kompleksnost avdio postaj (angl. Digital Audio Workstation – DAW), in preprečuje dolgočasje, v katerega lahko vodijo preveč omejene aplikacije. Uporabnik je povabljen v stanje popolne osredotočenosti, kjer je dejavnost sama sebi nagrada – to je bistvo glasbenega “čečkanja” in igrivega raziskovanja, ki sta temelj za razvoj kreativnosti.

Hkrati naša aplikacija ponuja pot naprej. Medtem ko je Figure osredotočen predvsem na spontano ustvarjanje, naša rešitev z vključitvijo bolj strukturiranih orodij, kot je Piano Roll, podpira celoten kreativni proces po Wallasovem [1, 6] ali Websterjevem [6, 13] modelu. Uporabnik lahko preklaplja med divergentnim mišljenjem (igrivo postavljanje not v sekvencerju) in konvergentnim mišljenjem (natančno urejanje melodije v *Piano Roll*-u), kar ustreza fazam od priprave in iluminacije do končne verifikacije in izpopolnjevanja ideje.

3. Aplikacija

Razvita aplikacija je večplatformni prototip za Android/iOS, zgrajen v Flutterju (Dart) z upravljanjem stanja prek Providerja, zasnovan po večplastni arhitekturi (UI - State - Services - Data Models), ki omogoča razširljivost, ločeno odgovornost in odziven uporabniški vmesnik. Jedro predstavljata hibridni avdio pogon in nizkoločljivostne odločitve: SoLoud predvaja prednaložene .wav vzorce z minimalno zakasnitvijo za ritmične sledi, medtem ko Soundfont v ločenem izolatu (Isolate) sintetizira melodične tone iz SoundFont (.sf2) in vrne PCM medpomnilnike za tekoče predvajanje; asinhroni tokovi in async/await skrbijo, da uporabniški vmesnik ostaja neblokiran. Podatkovni model je kompakten in namenski: Track (koraki + akcenti + glasnost), Note (višina, nevezano pozicioniranje s pozicijo in dolžino), Pattern (ritem + melodija z metapodatki: BPM, swing, accent, instrument), Song (aranžma zaporedij vzorcev).

Uporabniški vmesnik je zasnovan kot jasno strukturiran tok ustvarjanja z ViewSelectorjem in tremi pogledi: Sequencer za ritem na Sliki 2, Piano Roll za melodijo na Sliki 3 ter Song Mode za aranžma. Takšna organizacija omogoča osredotočeno delo na enem kognitivnem problemu naenkrat, hkrati pa podpira naravni prehod od igrivega eksperimentiranja k strukturiranemu urejanju. Vizualna metaforika posnema fizične naprave (mreža korakov, rotacijski gumbi, drsniki), kar zmanjšuje kognitivno breme in olajša prenos obstoječih mentalnih modelov v digitalni kontekst.

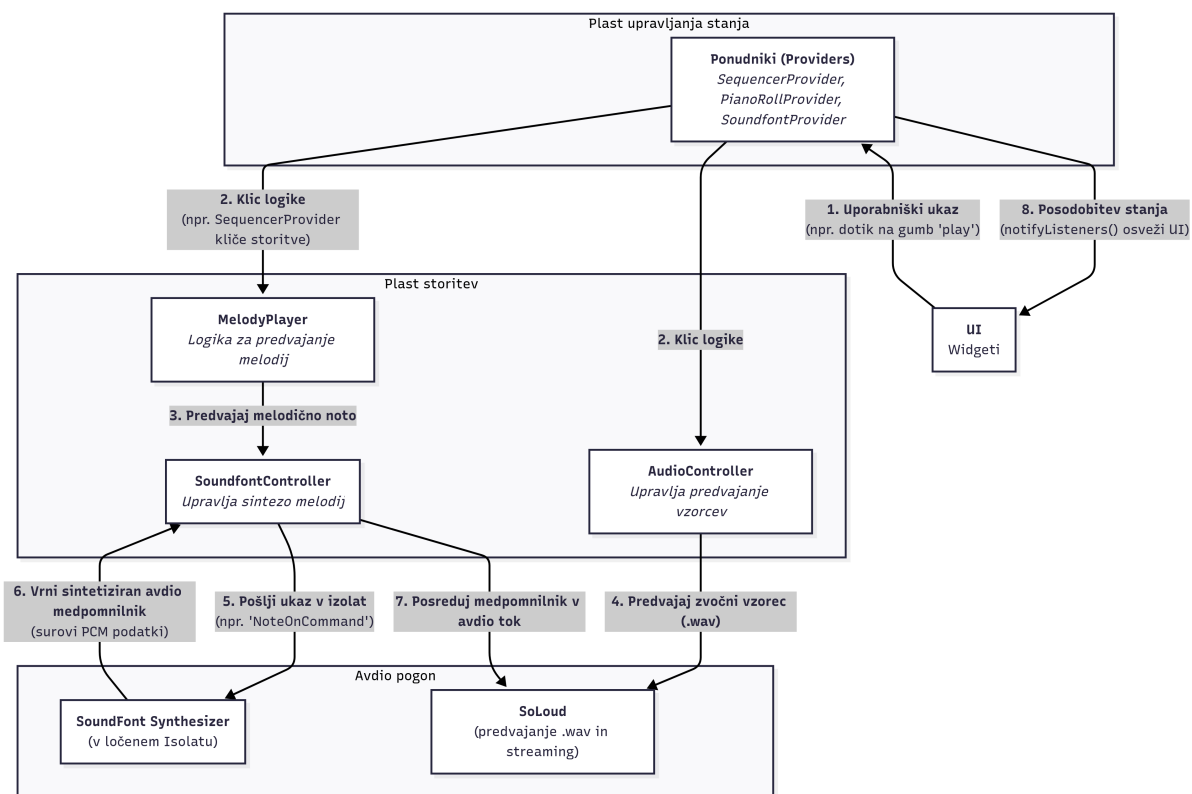
V Sequencerju mreža SequencerGrid operacionalizira “tinkering”: onTap vklopi/izklopi korak, onLongPress doda akcent, aktivni korak je med predvajanjem osvetljen, ob strani pa so drsniki za glasnost po sledeh. V Piano Rollu dvodimenzionalna mreža omogoča dodajanje not z dotikom, njihovo premikanje v času in spreminjanje trajanja z vlečenjem roba; “snap to grid” omogoča preklap med natančnostjo in svobodo, izbirnik instrumenta pa takojšnjo zvočno primerjavo. Song Mode omogoča sestavljanje vzorcev v celoto z minimalnim naborom gest, kar sklene pot od ideje do aranžmaja brez izhoda iz ustvarjalnega toka.

Interakcije temeljijo na GestureDetector in reaktivnem posodabljanju prek Providerja (notifyListeners()), zato se ob spremembah prerišejo le odvisni gradniki, medtem ko začasna vizualna stanja (npr. med vlečenjem note) ohranjajo 60 fps odzivnost. Vmesnik daje takojšnjo vizualno in zvočno povratno informacijo (nizka latenca avdio pogona), uporablja dosledno barvno kodiranje stanj (aktivno/akcentirano/izbrano) in ohranja tipografsko hierarhijo za orientacijo. Skupaj te odločitve ustvarijo okolje z nizkim vstopnim pragom, ki spodbuja hitro iteracijo, učenje skozi igro in prehod od divergentnega h konvergentnemu mišljenju.

3.1. Diagram arhitekture in tok podatkov

Za lažje razumevanje medsebojnega delovanja opisanih plasti smo pripravili diagram arhitekture sistema, ki prikazuje ključne komponente in tok informacij med njimi. Diagram na Sliki 1 ponazarja celoten

proces, od uporabnikove interakcije do generiranja zvoka in osvežitve uporabniškega vmesnika.



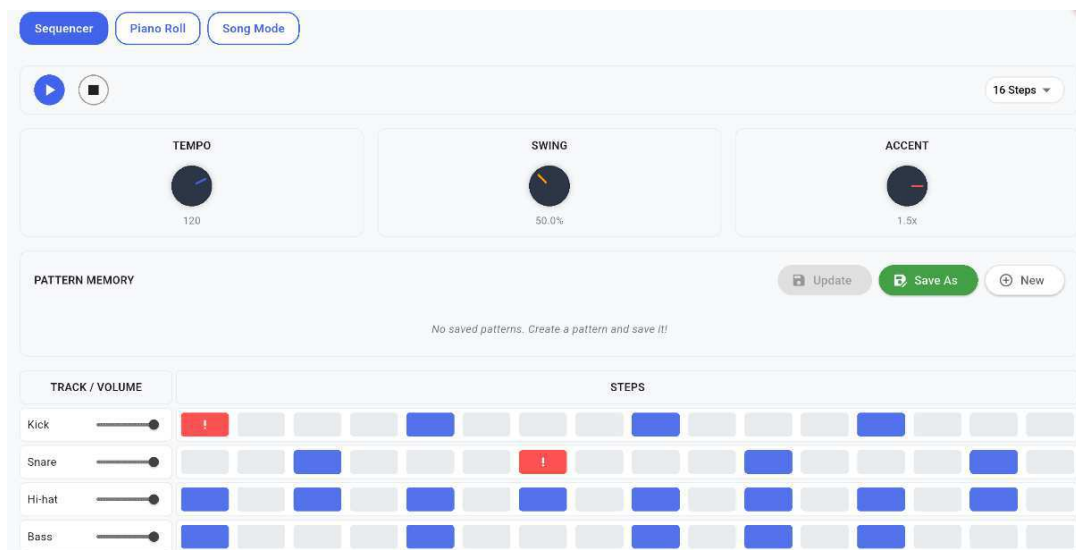
Slika 1: Diagram arhitekture sistema, ki prikazuje tok podatkov od uporabniškega vmesnika preko plasti za upravljanje stanja in storitev do avdio pogona. Številke ponazarjajo zaporedje ključnih korakov v procesu.

Celoten proces, ki ga sproži uporabnik, poteka po naslednjih korakih, oštevilčenih na diagramu:

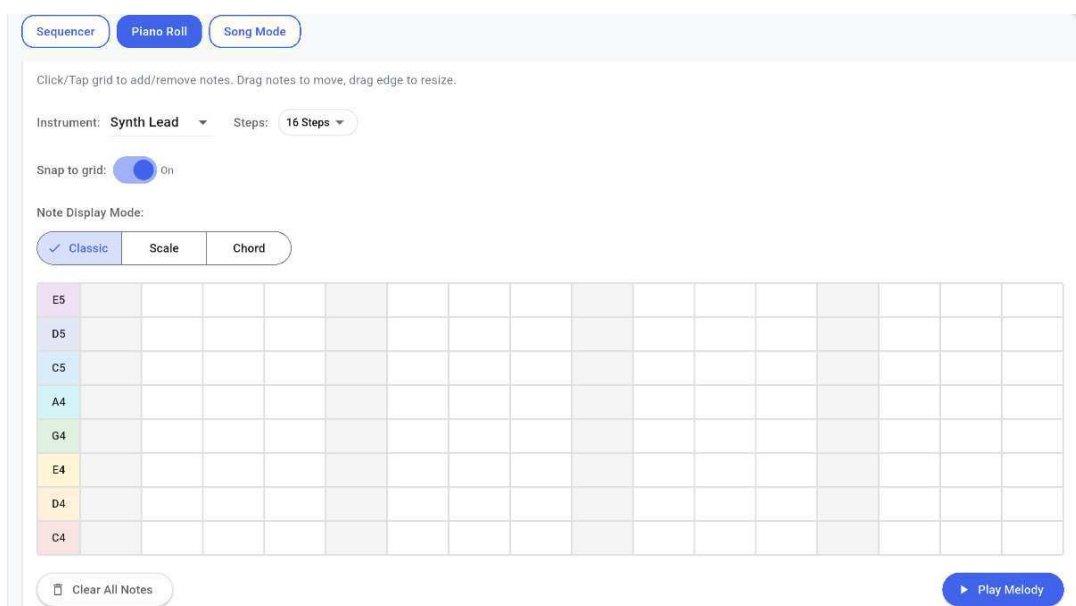
- 1. Uporabniški ukaz:** Proces se začne v plasti uporabniškega vmesnika, ko uporabnik izvede dejanje, na primer pritisne gumb za predvajanje ali doda noto v mrežo. Gradnik (ang. *Widget*) ne vsebuje logike, temveč zgolj pokliče ustrezno metodo v plasti za upravljanje stanja.
- 2. Klic logike:** Ponudnik (npr. *SequencerProvider*) sprejme ukaz in sproži logiko, ki je implementirana v plasti storitev. To pomeni klic metod v ustreznih krmilnikih, kot sta *MelodyPlayer* ali *AudioController*.
- 3. Razdelitev na avdio poti:** Na tej točki se tok razdeli glede na tip zvoka. Če je treba predvajati melodično noto, *MelodyPlayer* sproži ukaz v *SoundfontController*. Če pa je treba predvajati kratek zvočni vzorec (npr. udarec bobna), *AudioController* neposredno komunicira s knjižnico *SoLoud*, ki vzorec predvaja iz pomnilnika z minimalno zakasnitvijo.
- 4. Ukaz za sintezo:** Za melodične note *SoundfontController* zapakira informacije o noti (višina, jakost) v ukazni objekt (npr. *NoteOnCommand*) in ga preko namenskega komunikacijskega kanala pošlje v ločen proces (izolat).
- 5. Sinteza v izolatu:** Izolat, ki teče v ozadju in ne blokira uporabniškega vmesnika, sprejme ukaz. V njem delujoč sintetizator na podlagi datoteke *SoundFont* generira surove zvočne podatke (v formatu PCM) za zahtevano noto in jih zapakira v medpomnilnik. Ta medpomnilnik nato pošlje nazaj na glavni proces.
- 6. Posredovanje avdio toka:** *SoundfontController* sprejme sintetiziran medpomnilnik in ga posreduje knjižnici *SoLoud*, ki ga doda v neprekinjen avdio tok za predvajanje. Ta pristop omogoča tekoče predvajanje kompleksnih melodij brez prekinitev.
- 7. Posodobitev stanja in osvežitev vmesnika:** Po izvedeni logiki ponudnik posodobi svoje stanje (npr. spremeni trenutni korak sekvencerja) in pokliče metodo *notifyListeners()*. S tem obvesti vse

gradnike v UI, ki “poslušajo” ta del stanja, da se morajo osvežiti in prikazati novo stanje. S tem se sklone zanka in uporabniški vmesnik vedno odraža trenutno stanje aplikacije.

Ta arhitektura, ki jasno ločuje odgovornosti in prenaša računsko zahtevne operacije v ozadje, je ključna za zagotavljanje odzivne in tekoče uporabniške izkušnje, kar je pri glasbenih aplikacijah bistvenega pomena.



Slika 2: Uporabniški vmesnik pogleda “Sequencer”. Vidna je mreža s sledmi, koraki in kontrolnimi elementi.



Slika 3: Uporabniški vmesnik pogleda “Piano Roll” za urejanje melodičnih linij.

4. Evalvacija

Za objektivno oceno razvitega prototipa in preverjanje doseganja zastavljenih ciljev je bila izvedena empirična evalvacija z uporabniki. Namen vrednotenja je bil pridobiti vpogled v to, kako uporabniki z različnimi stopnjami predznanja dojemajo aplikacijo, ter na podlagi kvantitativnih in kvalitativnih podatkov identificirati njene ključne prednosti in področja za nadaljnje izboljšave.

4.1. Udeleženci

V raziskavi je sodelovalo 7 prostovoljcev, starih med 20 in 30 let. Vzorec je bil heterogen glede na predhodne izkušnje z glasbeno programsko opremo, kar je omogočilo celovitejšo oceno dostopnosti in intuitivnosti aplikacije:

- 3 udeleženci niso imeli predhodnih izkušenj.
- 3 udeleženci so imeli osnovne izkušnje (npr. z aplikacijo GarageBand).
- 1 udeleženec je bil izkušen uporabnik (npr. FL Studio, Ableton Live).

Vsak udeleženec je individualno izvedel sejo, ki je vključevala naslednje korake:

1. **Uvodna predstavitev (2 min):** Udeležencu je bil na kratko predstavljen namen aplikacije. Poudarjeno je bilo, da testiramo aplikacijo in ne njihovih sposobnosti.
2. **Izvedba nalog (10–15 min):** Udeleženec je samostojno rešil niz vnaprej pripravljenih nalog, ki so pokrivalo ključne funkcionalnosti: ustvarjanje ritma v sekvencerju, dodajanje poudarkov, komponiranje melodije v pogledu *Piano Roll* ter shranjevanje in nalaganje vzorcev.
3. **Izpolnjevanje vprašalnika (5–10 min):** Takoj po uporabi aplikacije je vsak udeleženec izpolnil standardiziran vprašalnik uporabniške izkušnje (UEQ) in odgovoril na odprta vprašanja.
4. **Intervju:** Po uporabi smo z udeležencem izvedli intervju.

5. Rezultati

5.1. Kvantitativni rezultati (UEQ)

Podatki, zbrani od 7 udeležencev, so bili obdelani z uradnim orodjem za analizo UEQ. Tabela 1 prikazuje povprečne vrednosti za vsako od šestih lestvic (na intervalu od -3 do +3) in njihovo primerjalno uvrstitev (ang. *Benchmark*) glede na obsežno bazo podatkov več sto drugih produktov.

Tabela 1

Povprečni rezultati analize UEQ (N=7).

Lestvica	Povprečna vrednost	Interpretacija
Privlačnost	1.95	Dobro
Jasnost	1.62	Dobro
Učinkovitost	1.48	Nadpovprečno
Zanesljivost	1.71	Dobro
Stimulacija	2.15	Odlično
Novost	1.88	Dobro

Kot je razvidno iz grafičnega prikaza na Sliki 4, je aplikacija dosegla visoke ocene na vseh področjih. Izstopa izjemno pozitivna ocena na lestvici **stimulacije**, kar neposredno naslavlja osrednji cilj raziskave – spodbujanje motivacije in kreativnosti.

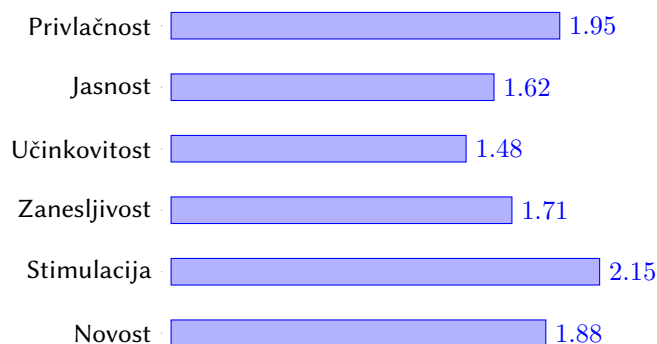
5.2. Kvalitativni rezultati

Analiza odprtih vprašanj je ponudila kontekst za kvantitativne rezultate.

5.2.1. Identificirane prednosti aplikacije

Analiza odgovorov je pokazala, da so uporabniki kot ključno prednost soglasno izpostavili neposrednost interakcije in igrivost, kar neposredno potrjuje uspešnost zasnove, ki temelji na konceptu glasbenega "čečkanja". Uporabniki, zlasti tisti brez predhodnih izkušenj, so poudarili, da takojšnja zvočna povratna informacija omogoča hitro učenje in ustvarjanje brez potrebe po branju navodil. Interakcija z mrežo v sekvencerju je bila opisana kot intuitivna in zabavna, kar prispeva k visoki oceni stimulacije. Izkušenejši uporabniki so opazili, da takšna zasnova spodbuja hitro preizkušanje idej in omogoča doseganje stanja ustvarjalnega zanosa (ang. *flow*).

Slika 4: Grafični prikaz rezultatov UEQ po lestvicah.



5.2.2. Identificirane pomanjkljivosti in težave

Kritike in opažene težave so bile večinoma povezane z vidiki uporabniškega vmesnika, ki bi lahko bili bolj učinkoviti, ter z odkrivanjem naprednejših funkcij. Ponavljajoča se pripomba se je nanašala na odkrivanje funkcij, ki so dostopne preko specifičnih gest, kot je dolgi pritisk za dodajanje poudarkov ("accent"). Uporabniki so to funkcionalnost odkrili pretežno po naključju. Nadalje je bila izpostavljena manjša natančnost pri interakciji v pogledu Piano Roll, kjer je bilo na manjših zaslonih težko ločiti med premikanjem note in spreminjanjem njene dolžine. Tretje področje za izboljšave je jasnost delovnega toka pri upravljanju z vzorci, saj logika shranjevanja in nalaganja uporabnikom brez izkušenj ni bila takoj intuitivna.

5.2.3. Predlogi za nadaljnji razvoj

Na podlagi povratnih informacij udeležencev so bile identificirane štiri ključne smeri za nadaljnji razvoj, osredotočene na izboljšanje uporabnosti in razširitev funkcionalnosti v skladu z zastavljenimi didaktičnimi cilji.

- **Podpora za nelinearni potek dela:** Najpogosteje izpostavljena potreba je bila implementacija funkcije za razveljavitev in uveljavitev dejanj (ang. *Undo/Redo*). Odsotnost te temeljne zmožnosti predstavlja tveganje za nenamerno izgubo dela, kar lahko zavira ustvarjalno eksperimentiranje, ki je v središču zasnove aplikacije. Vključitev te funkcionalnosti bi uporabnikom omogočila bolj svobodno in brezskrbno raziskovanje.
- **Izboljšanje uvajanja uporabnikov:** Za lažje odkrivanje funkcij, zlasti tistih, ki so vezane na specifične geste (npr. dolgi pritisk), so udeleženci predlagali vključitev kratkega interaktivnega vodiča ob prvem zagonu. Sistematičen uvodni postopek bi pospešil učno krivuljo, zmanjšal kognitivno obremenitev in zagotovil, da uporabniki razumejo celoten spekter orodij, ki so jim na voljo.
- **Povečanje učinkovitosti delovnega toka:** Izkušenejši udeleženci so izrazili potrebo po naprednejših orodjih za urejanje, kot je kopiranje in lepljenje ritmičnih ter melodičnih fraz med različnimi vzorci. Implementacija takšnih funkcij bi bistveno zmanjšala ponavljajoče se delo in omogočila hitrejšo gradnjo kompleksnejših glasbenih struktur, kar podpira prehod od enostavnega eksperimentiranja k bolj strukturiranemu komponiranju.
- **Implementacija osrednje vizije – sodelovanja:** Vsi udeleženci so pokazali veliko zanimanje za načrtovani sodelovalni način in ga prepoznali kot ključni potencial aplikacije. Ta ugotovitev potrjuje, da je socialna in skupinska dimenzija glasbenega ustvarjanja pomemben motivacijski dejavnik, zato mora biti implementacija mrežnih funkcionalnosti za igro v realnem času prednostna naloga pri nadaljnjem razvoju.

6. Diskusija

Cilj članka je bil zasnovati in razviti orodje, ki niža vstopni prag za glasbeno ustvarjanje in spodbuja kreativnost skozi igro in sodelovanje. Razviti prototip ta cilj dosega z več ključnimi značilnostmi. Uporabniški vmesnik, zlasti pogled sekvencerja, s svojo preprosto mrežo omogoča takojšnje eksperimentiranje z ritmi. Ta neposredna interakcija uteleša koncept glasbenega "čečkanja", kjer lahko uporabniki brez predznanja teorije glasbe raziskujejo in odkrivajo glasbene zamisli. S tem se naslavlja problem, kjer tradicionalni pristopi pogosto zahtevajo visoko stopnjo tehničnega znanja, preden dovolijo ustvarjalno izražanje.

V primerjavi s sorodnimi aplikacijami, kot sta GarageBand ali Soundtrap, ki sta močni, a kompleksni produkcijski okolji, naša aplikacija ponuja bolj osredotočeno in igrivo izkušnjo. Medtem ko GarageBand in podobna orodja ponujajo profesionalne zmožnosti, lahko njihova kompleksnost na začetnike deluje zastrašujoče. Naša rešitev se bolj zgleduje po preprostosti aplikacije Figure, a jo nadgrajuje z bolj strukturiranimi pogledi, kot je Piano Roll, in z arhitekturo, ki je pripravljena na prihodnjo implementacijo sodelovalnih in didaktičnih funkcionalnosti.

Arhitekturna zasnova, ki ločuje avdio pogon v ločen proces (izolat), se je izkazala za ključno pri zagotavljanju odzivnega uporabniškega vmesnika. To je pomembno, saj vsaka zakasnitev ali zatikanje med ustvarjalnim procesom prekine tok misli in zmanjša motivacijo. S tehničnega vidika je torej aplikacija robustna osnova za nadaljnji razvoj.

Kljub temu pa ima prototip v trenutni fazi pomembne omejitve. Čeprav je bilo izvedeno začetno vrednotenje uporabniške izkušnje, je treba njegove rezultate interpretirati z zadržkom zaradi pomembne metodološke omejitve. Testni vzorec je bil z zgolj sedmimi udeleženci relativno majhen, kar zadošča za zbiranje prvih kvalitativnih vtisov, ne pa tudi za statistično zanesljive zaključke. Za pridobitev bolj robustnih in posplošenih ugotovitev bi bilo nujno izvesti obsežnejšo raziskavo, ki bi v vsako od treh opredeljenih skupin uporabnikov – začetnike, osnovno izkušene in napredne – vključila vsaj za en velikostni razred (50-100) večje število udeležencev.

Poleg omenjene metodološke omejitve ima prototip tudi funkcionalne in vsebinske pomanjkljivosti. Največja je, da kljub zasnovi, usmerjeni v sodelovanje, dejanske mrežne funkcionalnosti za skupinsko delo še niso implementirane. Aplikacija trenutno deluje kot orodje za enega uporabnika. Nadalje manjka formalna evalvacija v realnem izobraževalnem okolju; testiranje z učenci in učitelji bi bilo nujno za pridobitev povratnih informacij o didaktični vrednosti in motivacijski privlačnosti. Nazadnje je tudi nabor didaktičnih iger zaenkrat le konceptualen; implementiran je osnovni ustvarjalni način, ki pa še ne vključuje specifičnih elementov poigritve, kot so cilji, točkovanje ali vodeni izzivi.

Empirično vrednotenje je potrdilo, da razviti prototip uspešno naslavlja zastavljene cilje in je s strani uporabnikov zelo dobro sprejet. Izjemno visoka ocena na lestvici stimulacije (2.15, "Odlično") neposredno potrjuje osrednjo hipotezo zastavljenega cilja – da igriv in neposreden pristop k ustvarjanju glasbe učinkovito spodbuja kreativnost, motivacijo in doseganje stanja zanosa. Visoke ocene na lestvicah jasnosti in privlačnosti kažejo, da je aplikacija dostopna tudi popolnim začetnikom, kar je bil eden od ključnih ciljev zasnove. Nekoliko nižja, a še vedno nadpovprečna ocena učinkovitosti, skupaj s kvalitativnimi komentarji, jasno nakazuje na najpomembnejša področja za izboljšave: dodajanje funkcije "Undo/Redo", izboljšanje natančnosti vmesnika v pogledu *Piano Roll* in boljše komuniciranje naprednih funkcij. Vrednotenje je pokazalo, da je prototip trdna in obetavna osnova. Z upoštevanjem priporočil ima aplikacija velik potencial, da postane učinkovito in priljubljeno orodje za glasbeno izobraževanje.

7. Zaključek

Osrednji prispevek dela je funkcionalni prototip mobilne aplikacije, razvit v ogrodju Flutter. Aplikacija združuje sekvencer za ustvarjanje ritmov in Piano Roll za komponiranje melodij v intuitivnem in odzivnem uporabniškem vmesniku. Ključna tehnična rešitev je bila uporaba ločenega procesa (izolata) za sintezo zvoka, kar zagotavlja tekoče delovanje aplikacije brez zakasnitev, ki bi motile ustvarjalni proces. Arhitektura sistema je zasnovana modularno in razširljivo, kar omogoča preprosto dodajanje

novih funkcionalnosti v prihodnosti.

Z razvojem prototipa smo uspešno dokazali, da je mogoče ustvariti orodje, ki je hkrati dostopno začetnikom in dovolj zmogljivo za kompleksnejše ustvarjanje. Zasnova vmesnika neposredno podpira koncepte, kot sta kombinatorna kreativnost in glasbeno "čečkanje", ter s tem aktivno spodbuja eksperimentiranje in raziskovanje.

Razvita aplikacija odpira številne možnosti za nadaljnji razvoj. Ključni naslednji korak je implementacija mrežnega modula za omogočanje sodelovanja v realnem času, kar bi aplikacijo preoblikovalo v pravo orodje za skupinske didaktične igre. Nadalje bi bilo potrebno razviti specifične mehanizme poigritve (izzive, cilje, povratne informacije), ki bi učence vodili skozi učne vsebine. Nujna bo tudi izvedba sistematičnega testiranja s ciljno skupino – učenci in učitelji glasbe –, da bi pridobili empirične podatke o učinkovitosti našega pristopa in zbrali predloge za izboljšave. Verjamemo, da ima predstavljeni koncept potencial, da postane dragocen pripomoček pri sodobnem glasbenem pouku, ki v ospredje postavlja ustvarjalnost, sodelovanje in veselje do glasbe.

Literatura

- [1] M. Fautley, J. Savage, *Creativity in Secondary Education*, 2007. doi:10.4135/9781446278727.
- [2] B. Gaut, *The philosophy of creativity*, *Philosophy Compass* 5 (2010) 1034–1046. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1747-9991.2010.00351.x>.
- [3] C. Walia, *A dynamic definition of creativity*, *Creativity Research Journal* 31 (2019) 237–247. doi:10.1080/10400419.2019.1641787.
- [4] R. A. Beghetto, *Creative learning: A fresh look*, *Journal of Cognitive Education and Psychology* 15 (2016) 6–23. doi:10.1891/1945-8959.15.1.6.
- [5] M. A. Boden, Chapter 9 - creativity, in: M. A. Boden (Ed.), *Artificial Intelligence, Handbook of Perception and Cognition*, Academic Press, San Diego, 1996, pp. 267–291. doi:<https://doi.org/10.1016/B978-012161964-0/50011-X>.
- [6] P. Burnard, B. Younker, *Problem-solving and creativity: Insights from students' individual composing pathways*, *International Journal of Music Education* 22 (2004) 59–76. doi:10.1177/0255761404042375.
- [7] J. Savage, *Working towards a theory for music technologies in the classroom: how pupils engage with and organise sounds with new technologies*, *British Journal of Music Education* 22 (2005) 167–180. doi:10.1017/S0265051705006133.
- [8] *Cambridge Handbooks in Psychology*, Cambridge University Press, 2018, p. i–ii.
- [9] A. Abraham, *The Neuroscience of Creativity*, *Cambridge Fundamentals of Neuroscience in Psychology*, Cambridge University Press, 2018.
- [10] Apple Inc., *Garageband*, <https://www.apple.com/mac/garageband/>, 2025. Digital audio workstation software.
- [11] BandLab Technologies, *Bandlab*, <https://www.bandlab.com/>, 2025. Online digital audio workstation and social music platform.
- [12] Reason Studios, *Figure*, <https://www.reasonstudios.com/mobile-apps>, 2025. Mobile music-making app.
- [13] P. R. Webster, *Creativity and music education: Creative thinking in music: Advancing a model*, *Creativity and Music Education* 1 (2002) 16.