

EtnoFletno: slovenska ljudska pesem na spletu in mobilnih aplikacijah

EtnoFletno: Slovenian folk song on the web and in mobile applications

Sandi Gec¹, Gregor Strle², Tadej Mittoni¹, Ciril Bohak¹, Matija Marolt¹

¹ Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko

² Glasbenonarodopisni inštitut Znanstvenoraziskovalnega centra

Slovenske akademije znanosti in umetnosti

sandi.gec@fri.uni-lj.si

Povzetek. Prispevek predstavlja EtnoFletno, mobilno in spletno platformo slovenskih ljudskih pesmi. Namen platforme je prebuditi zanimanje za ljudsko pesem in glasbo ter jo z uporabo naprednih tehnologij približati tudi mlajšim generacijam. Razvita je hitra, odzivna in funkcionalna aplikacija, dostopna na vseh večjih mobilnih platformah, kot tudi preko spletnih brskalnikov. Aplikacija temelji na trislojni, prilagodljivi arhitekturi. Ponuja tako standardne načine iskanja in brskanja po vsebinah slovenskih ljudskih pesmi, kot tudi napredne možnosti iskanja, npr. na podlagi melodije in napeva.

Ključne besede: slovenska ljudska pesem, mobilna aplikacija, večnivojska arhitektura, algoritmi iskanja, metoda query-by-humming

Abstract. The paper presents EtnoFletno, a mobile and web platform of Slovenian folk songs. The aim is to revive our connection to folk song and music, and, based on modern technologies, bring it closer to younger generations. EtnoFletno is fast, responsive and functional, accessible on all major mobile platforms and web browsers. It uses a three-tier, scalable architecture and offers standard search and browsing, as well as more advanced interfaces such as query-by-humming.

Keywords: Slovenian folk song, mobile application, multi-tier architecture, search algorithms, query-by-humming

1 Uvod

Ljudska pesem je neločljivi del kulturne in zgodovinske identitete naroda, ki v sodobnem času, tudi zaradi globalnih in komercialnih trendov, počasi izginja v pozabo. S tem se izgublja poznavanje starih običajev in tradicij, kakor tudi preteklih načinov ljudskega petja in igranja. Namen projekta EtnoFletno je prebuditi zanimanje za ljudsko pesem in glasbo ter jo z uporabo naprednih tehnologij približati tudi mlajšim generacijam. Cilj

EtnoFletno je razvoj aplikacije na spletu in treh glavnih mobilnih platformah: Android, iOS in Windows Mobile. Predstavljene vsebine so del zbirk terenskih posnetkov ljudske pesmi iz arhiva Glasbenonarodopisnega inštituta (Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti).

Glasba je v današnji kulturi vseprisotna in v zadnjem času vse bolj na voljo tudi kot pretočni medij preko spleta. V ta namen je na voljo obsežen izbor aplikacij za klasično in popularno glasbo, ki ponujajo milijone glasbenih posnetkov, med bolj priljubljenimi so npr. iTunes [6], Spotify [5], Deezer [7] in SoundCloud [3]. Za ljudsko glasbo trenutno ni primerljivih aplikacij. Obstaja več spletnih strani, ki predstavljajo ljudsko glasbo, kot npr. EtnoMuza [14], Hymnary [9], Folktonfinder [10] in Themefinder [11], vendar so z omejeno funkcionalnostjo (v primerjavi s komercialnimi sistemi) na voljo le na spletu in osredotočene predvsem na potrebe etnomuzikologov in folkloristov.

EtnoFletno je mobilna in spletna aplikacija namenjena širokemu krogu uporabnikov. Temelji na modernih tehnologijah in izkorišča funkcionalnosti mobilnih sistemov za izboljšanje uporabniške izkušnje. Poseben poudarek pri razvoju je dan uporabi EtnoFletno v izobraževanju, kot interaktivno učno orodje, ki spodbuja petje in interaktivno podajanje zgodovinskih in geografskih informacij.

Glavni tehnološki elementi aplikacije EtnoFletno so povzeti iz dobrih praks uveljavljenih rešitev, kot je na primer uporaba ogrodja Elasticsearch za visoko zmogljivost iskanja in večnivojska arhitektura za zagotavljanje varnosti in razširljivost aplikacije. Poleg tega so na voljo različni algoritmi iskanja. Iskanje na podlagi melodije je razširjena metoda iskanja po bazah ljudskih pesmi (npr. EtnoMuza, Hymnary, Folktonfinder in Themefinder) in temelji na algoritmu predstavljenem v [12]. Algoritem uporablja učinkovito razprševanje simbolnih n-gramov z namenom, da posreduje hitre, približne poizvedbe na podlagi melodije, kot tudi ritma. Iskanje na podlagi geolokacije uporablja uporabnikovo trenutno lokacijo kot poizvedbo in poda vizualizacijo rezultatov na zemljevidu (podobno kot v komercialnih aplikacijah, npr. TripAdvisor [13]). Nenazadnje, metoda query-by-humming omogoča iskanje na podlagi napeva. Tu je bil uporabljen verjetnostni algoritem YIN [8], ki iz zvočnega posnetka izvleče višine tonov, in algoritem prilagodljivega iskanja, ki na podlagi nabora tonov poišče najbolj ustrezne melodije v bazi [22].

2 Predstavitev sistema

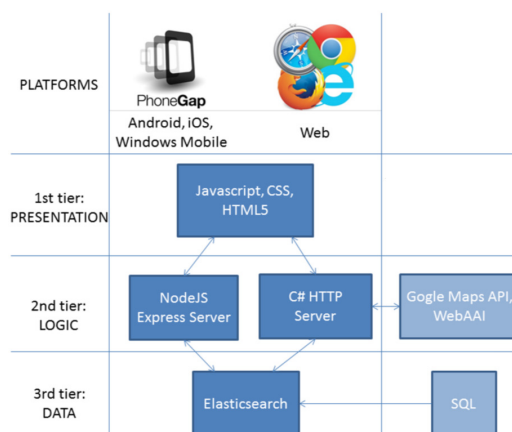
EtnoFletno temelji na trinivojski arhitekturi: (i) predstavitveni nivo, (ii) logični nivo in (iii) podatkovni nivo. Slednji je na voljo na treh glavnih mobilnih platformah (Android, iOS in Windows Phone) in spletu, s čimer smo pokrili 99% mobilni tržni delež [2]. Slika 1 prikazuje celotno arhitekturo rešitve.

Pri razvoju predstavitvenega nivoja je bil uporabljeno ogrodje PhoneGap (Adobe), ki omogoča uporabo iste izvirne kode za ustvarjanje hibridnih mobilnih aplikacij za več platform [15]. PhoneGap temelji na odprtokodnem ogrodju Apache Cordova in omogoča gradnjo mobilnih aplikacij na podlagi tehnologij HTML5, CSS in JavaScript. Ker so te tehnologije tudi osnova za razvoj spletnih strani, je posledično mogoč vzporedni razvoj mobilnih in spletne aplikacije, pri čemer je izvorna koda v veliki meri enaka. To

močno prispeva k optimizaciji celotnega procesa razvoja. V primeru EtnoFletno je do 95% izvorne kode uporabljeno na vseh platformah. Razlike med platformami so v obdelavi dogodkov (npr. interakcija z miško ali na dotik), specifičnih knjižnicah in grafičnih uporabniških vmesnikih (GUI) za posamezno okolje.

Razvoj logičnega nivoja temelji na dveh različnih strežnikih, uporabljenih za različne namene. NodeJs Express strežnik se uporablja za upravljanje asinhronih JavaScript in XML (AJAX) zahtev odjemalca [17]. Hypertext Transfer Protocol (HTTP) strežnik, napisan v programskem jeziku C#, tudi upravlja zahteve AJAX, vendar je njegov glavni namen podpora poizvedovalnim algoritmom (iskanje po melodiji in na podlagi zapete melodije). Hkrati skrbi za upravljanje z uporabniki in dostop do storitve WebAAI [20], ki uporabnikom omogoča prijavo uporabniških računov.

Osrednja točka podatkovnega nivoja je visoko zmogljiv podatkovni strežnik Elasticsearch [19]. To je besedilni iskalnik, indeksira vse tekstovne metapodatke pesmi in omogoča fleksibilno in hitro iskanje po poljubnem delu metapodatkov (npr. naslov, regija, opis, izvajalci itn.). Struktura baze temelji na digitalnem multimedijem arhivu EtnoMuza in je deloma prirejena specifikam EtnoFletno.

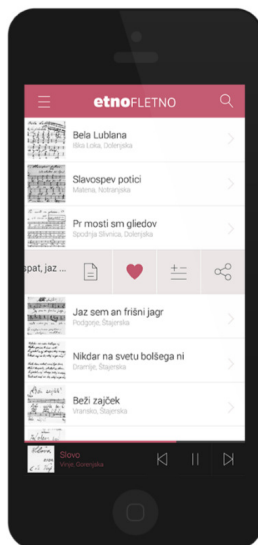


Slika 1: Pregled trinivojske arhitekture. Prvi nivo je implementiran s pomočjo Javascript, CSS, HTML5 in knjižnic kot so Bootstrap, Bootbox, internationalization (i18next), Waypoints in druge. Drugi nivo predstavljata dva strežnika (JavaScript in C#) in storitve (Google Maps API in WebAAI). Tretji nivo predstavlja podatkovna baza Elasticsearch, ki je povezana z SQL podatkovno bazo EtnoMuza.

3 Funkcionalnost

Aplikacija EtnoFletno omogoča različne funkcionalnosti, vezane predvsem na preglede in iskanje po zbirki ljudskih pesmi EtnoMuza, predstavitev metapodatkov o pesmih ter predvajanje posnetkov. Iskanje lahko temelji na besedilu, melodiji, geolokaciji, ali na podlagi napeva (več podrobnosti v naslednjem poglavju). Uporabniki lahko pesmi posredujejo preko socialnih in drugih komunikacijskih omrežij, ter jih v

EtnoFletno dodajo v osebne (priljubljene) ali skupinske sezname. Registrirani uporabniki lahko preko spletne aplikacije v podatkovno bazo dodajajo svoje vsebine in komentarje. Z ustvarjanjem skupinskih seznamov, poleg komentiranja in dodajanja novih vsebin, je EtnoFletno primerna tudi za izobraževalne in raziskovalne namene. Slika 2 prikazuje uporabniški vmesnik mobilne aplikacije.



Slika 2: Uporabniški vmesnik mobilne aplikacije s seznamom pesmi in nekaterimi funkcijami: podroben opis, dodaj k priljubljenim, dodaj v izbor in posreduj pesem

4 Iskanje

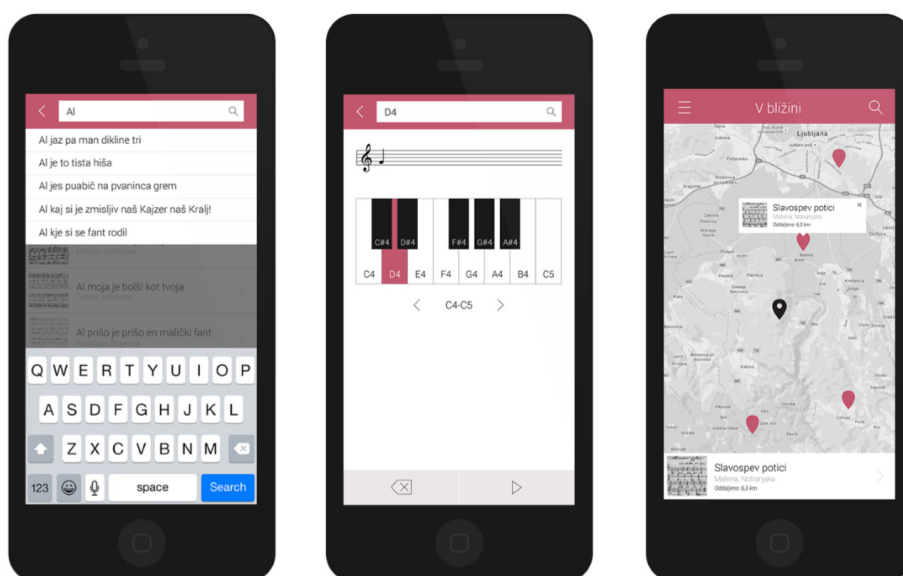
Da bi zagotovili dostop karseda širokemu krogu uporabnikov in jim omogočili prijetno uporabniško izkušnjo in multimedijško predstavitev vsebin, je razvoj EtnoFletno pogojeval različne načine iskanja po vsebinah. Ker gre za specifične vsebine, je bilo potrebno zagotoviti načine iskanja, ki uporabniku omogočajo poizvedbo brez predhodnega poznavanja vsebin. Uporabniki lahko tako iščejo po pesmih na podlagi tekstovnih atributov, geolokacije, preko melodije ali napeva. Grafični vmesniki za posamezne načine iskanja so prikazani na sliki 3.

4.1 Tekstovno iskanje

Učinkovito poizvedovanje po tekstovnih atributih je omogočeno s tehnologijo ElasticSearch, ki indeksira posamezne tekstualne metapodatke pesmi (npr. naslov, leto, regija, izvajalec, opis). Pridobivanje ustreznih dokumentov na podlagi Elasticsearch je posledično hitro, s časovno zahtevnostjo $O(n \cdot \log n)$, in omogoča visoko odzivnost tudi pri iskanju po večji količini podatkov.

4.2 Iskanje po melodiji

Iskanje po melodiji uporabniku omogoča preprosto poizvedbo po glasbenih kriterijih. Ko uporabnik vnese željeno melodijo v iskalnik preko virtualne tipkovnice ali tekstovnega polja, iskalnik podrobno preišče bazo melodij s pomočjo iskalnega algoritma (opisanega v [12] in implementiranega v [1]). Algoritem je učinkovit za iskanje enoglasnih melodij, oz. za ločene glasove, in omogoča tako iskanje po melodiji, kot tudi po melodiji in ritmu na podlagi natančnih, približnih, in transpozicijsko invariantnih poizvedb. Temelji na indeksu melodičnih signatur, ki je zgrajen iz algebraičnih podpisov posameznih melodičnih n-gramov. Ti podpisi združijo vrednosti razdalj med tonskimi višinami za posamezen n-gram v eno vrednost. Iskanje na podlagi podobnosti se izvaja s primerjavo melodičnih n-gramov. Večja je razlika, manj sta si melodiji podobni.



Slika 3: Grafični vmesniki treh iskalnikov: tekstovno iskanje (levo), iskanje po melodiji (sredina) in iskanje z geolokacijo (desno).

4.3 Iskanje z geolokacijo

Iskalnik na podlagi geolokacije omogoča iskanje po pesmih glede na vneseno lokacijo. Uporabnikova lokacija je pridobljena iz njegove trenutne GPS lokacije ali na podlagi IP naslova omrežnega mesta. Prav tako je mogoče določiti mesto iskanja ročno. Iskanje se izvede tako, da se izračuna razdalja točke poizvedbe do lokacij pesmi v zbirki podatkov, ki predstavljajo kraje zapisa pesmi. Odzivnost iskanja zagotavlja Elasticsearch in asinhron zapis podatkov (izračunane razdalje). Uporabniki lahko določijo obseg z izborom polmera rezultatov iskanja med 0 in 100 kilometri. Rezultati so prikazani na dva načina: kot seznam pesmi so razvrščeni glede na oddaljenost do točke poizvedbe,

in na zemljevidu. Za slednje je uporabljen API Google Maps, ki uporabnikom ponuja podrobne zemljevide in hkrati omogoča interaktivnost s postavljanjem značk.

4.4 Iskanje z napevom

Iskanje na podlagi napeva (*query-by-humming*) ponuja alternativo tekstovnemu iskanju in iskanju po melodiji. Tovrstno iskanje uporabniku omogoča iskanje po EtnoFletno na podlagi zapete melodije, žvižganja, itn., ki podani napev potem primerja z melodijami zvočnih posnetkov v bazi podatkov. Rešitev je sestavljena iz dveh različnih algoritmov. V prvi fazi se zapeta melodija preoblikuje v zaporedje not na podlagi verjetnostnega algoritma Yin [8]. Omenjeni algoritem je priredba znanega algoritma Yin za oceno osnovne frekvence, ki temelji na autokorelaciji. Namesto ocenjevanja enotne osnovne frekvence za posamezen korak, verjetnostni Yin ohranja več alternativ in s skritim markovskim modelom izračuna najverjetnejšo sosledje frekvenc. Prednost tovrstnega modela je, da teži k mehkim prehodom med frekvencami, prav tako pa minimizira število prehodov med zvočniki in nezvočniki. Zadnji korak algoritma je ekstrakcija notnih značilk, ki omogočajo segmentacijo zaporedja osnovnih frekvenc v zaporedje not z oceno njihovih frekvenc, začetnih časov in trajanj.

Iskano zaporedje not se nato uporabi kot poizvedba v bazi melodij. Ker lahko zaporedje vsebuje napake (bodisi zapete, bodisi v procesu pretvorbe), se za iskanje uporablja algoritem za ujemanje podzaporedij, ki dovoljuje napake tako v poizvedbi kot v ciljnih melodijah. Hkrati algoritem omogoča spremenljiv nivo ujemanja, ki se prilagaja povpraševanju, omogoča pa tudi omejitve maksimalne dolžine zadetkov [22]. Deluje na principu prostorsko in časovno učinkovite metode dinamičnega programiranja, ki na podlagi kratkega povpraševanja in velikega števila melodij v bazi učinkovito identificira podzaporedja v bazi melodij, ki se najbolje ujemajo s povpraševanjem.

5 Zaključek

V prispevku je bil predstavljen projekt EtnoFletno, katerega namen je približati ljudsko pesem širši javnosti preko modernih mobilnih in spletnih vmesnikov. Predstavljena je arhitektura sistema, funkcionalnosti in različni iskalni mehanizmi aplikacije EtnoFletno. V prihodnosti želimo izboljšati splošno uporabniško izkušnjo in EtnoFletno še bolj prilagoditi potrebam ciljnih skupin uporabnikov. Obsežna prizadevanja bodo namenjena diseminaciji EtnoFletno v izobraževalnih ustanovah, med raziskovalci in širše, z namenom, da bi zavedanje za ta del slovenske kulturne dediščine ponovno oživili.

6 Zahvala

Projekt EtnoFletno: slovenska ljudska pesem in glasba na mobilnih napravah je financiran s strani Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in šport (Javni razpis za sofinanciranje projektov razvoja in vzpostavitve e-storitev in mobilnih aplikacij na področju napredne uporabe IKT v izobraževanju 2014-2015).

Literatura

- [1] E. Ivnik, "Indeksiranje in iskanje po simboličnih glasbenih zbirkah", Faculty of computer and information science, Ljubljana, Slovenia. 2014.
- [2] Smartphone OS Market Share. (2015). Available: <http://www.idc.com/prodserv/smartphone-os-market-share.jsp>
- [3] SoundCloud. (2015). Available: <http://www.soundcloud.com>
- [4] Shazam. (2015). Available: <http://www.shazam.com>
- [5] Spotify. (2015). Available: <http://www.spotify.com>
- [6] iTunes. (2015). Available: <http://www.itunes.com>
- [7] Deezer Music. (2015). Available: www.deezer.com
- [8] M. Mauch and S. Dixon, "pYIN: A Fundamental Frequency Estimator Using Probabilistic Threshold Distributions", in Proceedings of the IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2014), 2014.
- [9] Hymnary. (2015). Available: <http://www.hymnary.org/>
- [10] FolkTuneFinder. (2015). Available: <http://www.folktunefinder.com/>
- [11] Themefinder. (2015). Available: <http://www.themefinder.org/>
- [12] Camelia Constantin, Cédric du Mouza, Zoé Faget, Philippe Rigaux, "The melodic signature index for fast content-based retrieval of symbolic scores", The 12th International Society for Music Information Retrieval Conference, Miami, USA, October 2011, pp. 363-368.
- [13] TripAdvisor LLC. (2015). TripAdvisor. Available: <http://www.tripadvisor.com/>
- [14] M. Marolt et al., "Ethnomuse: Archiving folk music and dance culture," in Proc. Eurocon 2009, St. Petersburg, Russia, 2009.
- [15] PhoneGap. (2015) Available: <http://phonegap.com/>
- [16] Apache Cordova. (2015) Available: <https://cordova.apache.org/>
- [17] NodeJS. (2015) Available: <https://nodejs.org/>
- [18] ExpressJS. (2015) Available: <http://expressjs.com/>
- [19] Elasticsearch. (2015) Available: <https://www.elastic.co/products/elasticsearch>
- [20] ArnesAAI. (2015) Available: <https://aai.arnes.si/>
- [21] A. Anžič, "Špletna aplikacija za pregled zbirke slovenske ljudske glasbe", Faculty of computer and information science, Ljubljana, Slovenia. 2014.
- [22] A. Kotsifakos, P. Papapetrou, J. Hollmén, D. Gunopulos, V. Athitsos and G. Kollios, "Hum-a-song: A Subsequence Matching with Gaps-Range-Tolerances Query-By-Humming System", Proceedings of the VLDB, Volume 5 Issue 12, August 2012.