

UNIVERZITA PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA V KOŠICIACH
PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA

HLADANIE PODOBNOSTÍ V MELÓDIÁCH ĽUDOVÝCH
PIESNÍ

Diplomová práca

UNIVERZITA PAVLA JOZEFA ŠAFÁRIKA V KOŠICIACH
PRÍRODOVEDECKÁ FAKULTA

HĽADANIE PODOBNOSTÍ V MELÓDIÁCH ĽUDOVÝCH
PIESNÍ

Diplomová práca

Študijný program:	Informatika
Študijný odbor:	9.2.1. Informatika
Školiace pracovisko:	Ústav informatiky
Vedúci práce:	doc. RNDr. Stanislav Krajčí, PhD.

Podakovanie

-

Abstrakt

Tento článok sa zaoberá základnou ideou, postupmi a algoritmami diplomovej práce *Hľadanie podobností v melódiách ľudových piesní*. Postupne popisujeme potrebné teoretické základy z muzikologickej a etnomuzikologickej vedy, ktorá s touto prácou úzko súvisí. Ďalej tieto postupy skúmame na základe poznatkov z dvoch vedeckých oblastí: Získavanie hudobných informácií (*Music information retrieval*) a Výskum folklórnych piesní (*Folk song research*). Popisujeme a snažíme sa nájsť prístup, ktorým môžeme tieto metódy čo najlepšie uspôsobiť na porovnávanie slovenských ľudových piesní.

Poznámka: Zvolili sme tento formát článku len kvôli šablóne, ktorú sme použili aj v bakalárskej práci. Tento článok je pracovná verzia práce a preto sa abstrakt bude určite meniť. V článku teda nebude ani poďakovanie, ani anglický abstrakt.

Kľúčové slová: *folklór, piesne, porovnávanie melódií, hľadanie podobností, model vektorového priestoru, konfigurácia algoritmu, rodiny melódií.*

Abstract

-

Keywords: -.

Obsah

Úvod	7
1 Ilustračný príklad, databáza a technológie	9
1.1 Databáza	10
1.1.1 Formát MusicXML	10
1.1.2 Programovací jazyk	11
1.1.3 Iné technológie	11
2 Existujúce riešenia	13
2.1 Slovenský výskum	13
2.1.1 Výskumy s využitím výpočtovej sily	13
2.1.2 Výskumy týkajúce sa syntetickej analýzy slovenských ľudových piesní	16
2.1.3 Zahraníčny výskum	17
3 Návrh riešenia	21
3.1 Varianty fráz	21
3.1.1 Analytický prístup	22
Zoznam použitej literatúry	24

Úvod

Podobne ako pri bakalárskej práci *Hľadanie podobností v textoch ľudových piesní* inšpiráciou pre túto prácu bola hudba a folklór. Pri vypracovávaní bakalárskej práce sme si uvedomili, že prístup, ktorý sme navrhli na porovnávanie textov je navrhnutý veľmi vhodne a to v tom zmysle, že jeho veľká časť sa dá využiť pri porovnávaní rôznych iných objektov. Najzaujímavejší však pre nás bol objekt reprezentujúci melódiu piesne.

Slovensko je krajina bohatá na mnoho vecí a jednou z jej najväčších pokladov je jej folklór. Slováci sú veselý národ a prácu, oslavy a zábavu v minulosti vždy doprevádzal spev, hudba a radosť z maličkostí. Piesne sa tradovali z pokolenia na pokolenie, od spevákov k spevákom a od muzikantov k muzikantom. Neskôr prišiel čas, kedy piesne začali byť aj zapisované do zbierok odborníkmi a študovanými umelcami z rôznych kútov Európy. Rovnako ako sa zapisoval text, tak sa zapisovala aj melódia.

Teraz nastal čas digitalizácie týchto zápisov a úlohou vedcov ako my je tieto digitalizované dáta analyzovať a skúmať. Je známe, že piesne prešli svojím historickým vývojom, čo malo za výsledok ich textovú, ale aj melodickú modifikáciu. Zaoberať sa budeme práve melodickou modifikáciou.

Povedať, či pri dvoch rôznych melódiách ide o variant jednej piesne je netriviálna úloha a často sa na nej nezhodujú ani odborníci v muzikovedných oblastiach. V mnohých prípadoch sa to však dá presne algoritmicky popísať a práve to bude naším cieľom. Rozhodli sme sa preto porovnávať symbolické monofónické zápisy ľudových piesní a pre každú dvojicu piesní vytvoriť tabuľku, ktorá bude do hĺbky popisovať ich podobnosť na základe ich viacerých vlastností, ktoré budeme starostlivo vyberať. Každú vlastnosť bude skúmať rôzna konfigurácia algoritmu. Túto tabuľku neskôr vyhodnotíme a na základe nej sa pokúsime rozhodnúť, či tieto piesne pochádzajú z jednej melodickéj rodiny - skupiny zápisov piesní, ktoré si sú navzájom variantmi.

Pri zaznamenávaní piesní dochádzalo k mnohým nepresnostiam, ktoré často vedia odhaliť len odborne študovaní vedci. Tieto nepresnosti spočívajú v tom, že interpreti piesne často nespievali správne alebo zapisovatelia ich mohli nepresne zaznamenať. Naším sekundárnym cieľom je tieto nepresnosti identifikovať tak, že piesne navzájom budeme porovnávať s korektnými zápismi piesní.

Absolútnym cieľom práce je vybudovať systém, ktorý čo najpresnejšie porovná dve melódie tak, aby jeho výsledky čo najviac korešpondovali s názormi odborných etnomuzikológov. Výsledkom má byť graf príslušnosti piesní do melodických rodín.

1 Ilustračný príklad, databáza a technológie

Na ilustráciu problematiky využijeme ukážku z práce P. van Kranenburga [5]. Táto ukážka je z piesní, ktoré nie sú slovenské, sú však ľudové a teda charakter ukážky bude veľmi podobný našej problematike a obrázok je veľmi ilustratívny:

Figure 2 First lines of the search results. **Q** is the query. **R1** is found by the Danish engine, **R2** and **R3** by the Finnish engine, **R4** and **R5** both by Themefinder and Meldex, **R6** and **R7** by Musipedia, and **R8** by YahMuugle. All melodies are transposed to G major. The titles are: **Q** *Dat gaat naar Den Bosch toe*, **R1** *air Om al Verden er*, **R2** [without title], **R3** *Nelosta*, **R4** *Loot ons noch ens drinken*, **R5** *Ueber die Beschwerden dieses Lebens*, **R6** *Scottisch Simple de Guemene*, **R7** *I'm a little tea pot*, **R8** *Variations* by Aloys Schmitt. Two phrases from the original composition by Pierre Gaveaux, **G1** and **G2**, are added for comparison

Obr. 1: Ukážka harmonicky podobných melódií

V tomto článku je využívaný princíp dopyt - výsledky dopytu z databázy. Na obrázku sa nachádza riadok s dopytom Q a výsledky dopytu R1 – R8 a ilustratívne melódie G1, G2 z umelej hudby. Môžeme vidieť, že napríklad riadok R7 je od dopytu Q značne rozdielny, dá sa však povedať, že sú do istej miery podobné. Avšak, už na prvý pohľad je R7 v porovnaní s riadkom R2 značne menej podobný s dopytom Q – je menej pravdepodobné, že je sú navzájom variantmi. Naším cieľom je, aby výsledky R1 až R8 z dopytu Q považoval náš systém za varianty, či už s vyššou alebo nižšou pravdepodobnosťou.

1.1 Databáza

Práca sa nebude zaoberať nahrávkami, pretože získať spoľahlivý symbolický zápis melódie z nahrávky je v momentálnom stave tejto vedeckej oblasti veľmi náročné a v mnohých prípadoch aj nemožné. Je to spôsobené aj tým, že v ľudových nahrávkach sa okrem spevu nachádzajú aj iné nástroje, ktoré svojou farbou a textúrou ovplyvňujú extrakciu čistej melódie. Nehovoriac o tom, že v nahrávkach je melódia veľmi často ornamentálna a inak ľudovo alebo umelecky štylizovaná, čo ovplyvňuje autenticnosť dát, ktoré by sme aj pri tých najlepších podmienkach z týchto nahrávok vedeli dostať. Je zrejmé, že všetky nuánsy ľudového spevu je často nemožné zapísať do nôt, avšak najväčšiu šancu korektnosti máme pri analyzovaní zápisov odborníkov. Aj kvôli tomu použijeme databázu z projektu *Ludo Slovenský*¹, ktorý je dobrovoľníckym projektom, ktorý sa snaží o centralizovanie databázy piesní tak, aby boli použiteľné aj na také vedecké účely, ako táto práca. Piesne sa získavajú z rôznych historických prameňov, konkrétne zo zborníkov melódií zapísaných odborníkmi počas minulého storočia. V databáze sa už teraz nachádza viac ako 500 piesní a je predpoklad, že databáza do ukončenia práce bude rásť.

1.1.1 Formát MusicXML

Všetky dáta, ktoré budeme mať k dispozícii, sú uložené v štandardizovanom formáte MusicXML². Tento formát bol navrhnutý na archivovanie a zdieľanie symbolického notového zápisu medzi aplikáciami. Formát poskytuje viac možností, ako potrebujeme my (poskytuje aj viacstopový polyfónický zápis), je to však širokopoužívaný formát, ku ktorému existuje množstvo knižníc. Jedna takáto knižnica je napríklad Java knižnica *proxymusic*³, pomocou ktorej budeme serializovať a deserializovať objekty re-

¹Viac na <https://ludoslovensky.sk/>

²<https://www.musicxml.com/>

³<https://github.com/Audiveris/proxymusic>

prezentujúce melódiu. Zrejme budeme potrebovať naprogramovať /emphDTO na to, aby sme mohli využívať objekty navrhnuté nami podľa našich potrieb.

1.1.2 Programovací jazyk

Asi najdôležitejšou voľbou na začiatku programovania veľkého softvéru je práve voľba hlavného, nosného programovacieho jazyka. Pre jazyk Java sme sa rozhodli z viacerých dôvodov. Cieľom nášho dizajnu je, aby bolo jednoduché algoritmus rozdeliť na fázy a týmto fázam nezávisle meniť implementáciu. Pri správnom *OOP* návrhu nám toto Java vďaka jej vlastnostiam ponúkne. Takisto prácu plánujeme neskôr rozšíriť na rozsiahlu webovú *enterprise* aplikáciu, na čo je Java jeden z najvhodnejších jazykov. Ďalej v dokumente budeme predpokladať čitateľovu základnú znalosť jazyka Java a *OOP* návrhu, rovnako, ako sa budeme odkazovať na triedy a metódy v daných syntaktických konvenciách jazyka (kvôli čitateľnosti textu tieto fragmenty označíme **špeciálnym modrým fontom**). Celý algoritmus je implementovaný za pomoci rozhraní, ktoré patrične implementujeme, čím dosiahneme modulárnosť a jednoduchú zameniteľnosť častí kódu. Tým, že sa odvolávame na rozhranie, budeme myslieť, že metódy, na ktoré sa odvolávame, vykonáva implementácia tohto rozhrania.

1.1.3 Iné technológie

1.1.3.1 *GitHub*

Na zálohovanie a kontrolu verzií projektu sme použili známy nástroj *Git*, konkrétne *GitHub*. Repozitár projektu môžete nájsť tu:

<https://github.com/MichalMizak/SimFolk>.

1.1.3.2 Knižnica *JOOQ*

Na prepojenie Java kódu s databázou sme použili knižnicu *JOOQ*. Jej najväčšou výhodou oproti štandardnému *JDBC Template* je, že písanie *select-ov* z kódu je typovo bezpečné a zároveň zachováva rýchlosť, svižnosť a expresívnosť písania čistého *SQL*. Zvažovali sme aj *ORM* knižnice, ako napríklad *Hibernate*, avšak pre náš problém sme potrebovali čo najrýchlejšie pracujúcu knižnicu, a preto sme si zvolili práve *JOOQ*. Samozrejme, existujú špecifické prípady, kedy sú *ORM* knižnice rýchlejšie, avšak aj kvôli tomu, že je to knižnica, ktorá nepotrebuje takmer žiadnu konfiguráciu, sme ju považovali za jednoduchšiu alternatívu aj napriek tomu, že budeme musieť písať viac duplicitného kódu v porovnaní s *ORM* knižnicami.

2 Existujúce riešenia

2.1 Slovenský výskum

2.1.1 Výskumy s využitím výpočtovej sily

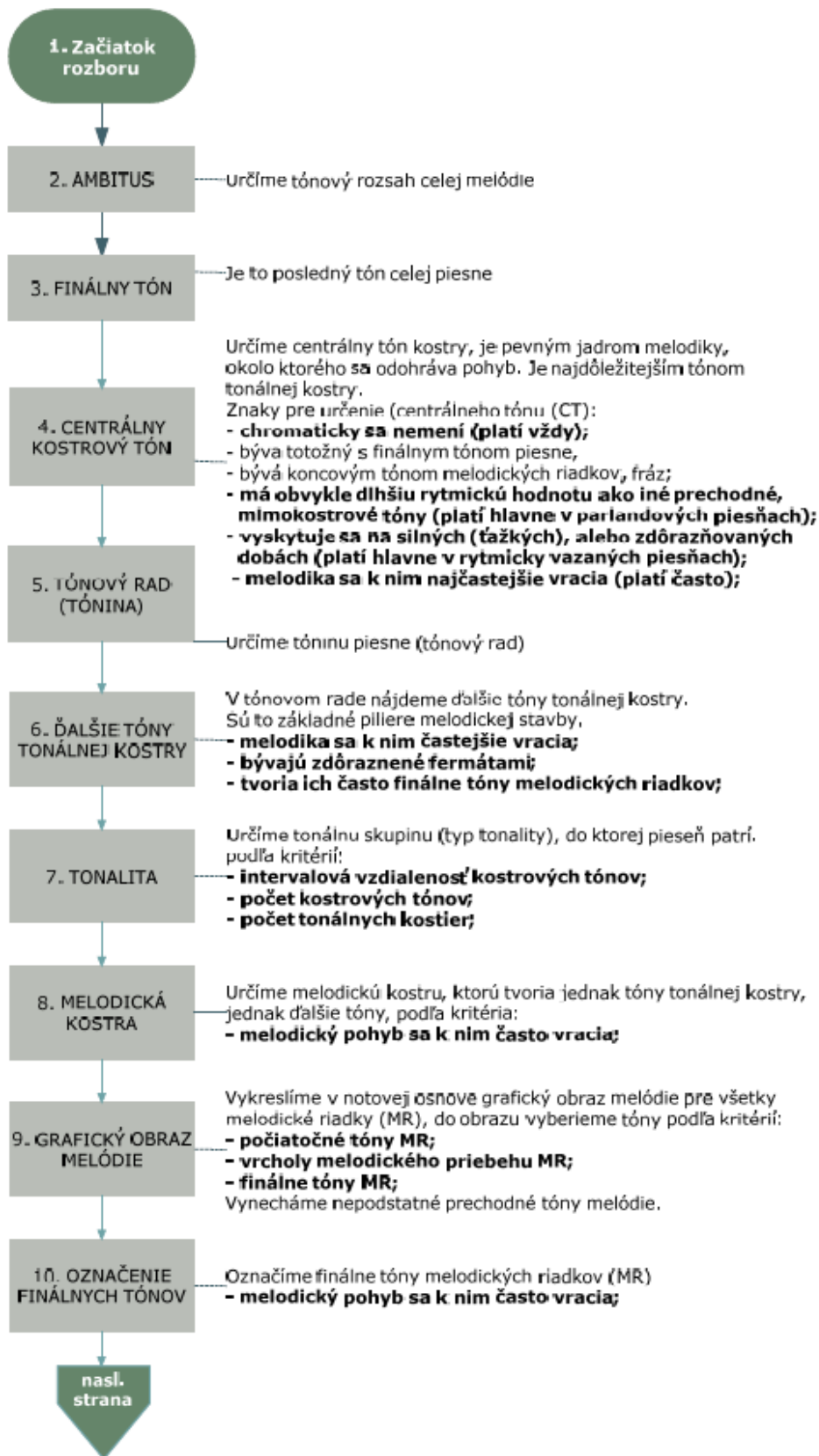
Pozrime sa na výsledky výskumov na slovenských ľudových piesňach využívajúcich počítačové technológie.

Výsledky za pomoci počítača *MSP 2A*

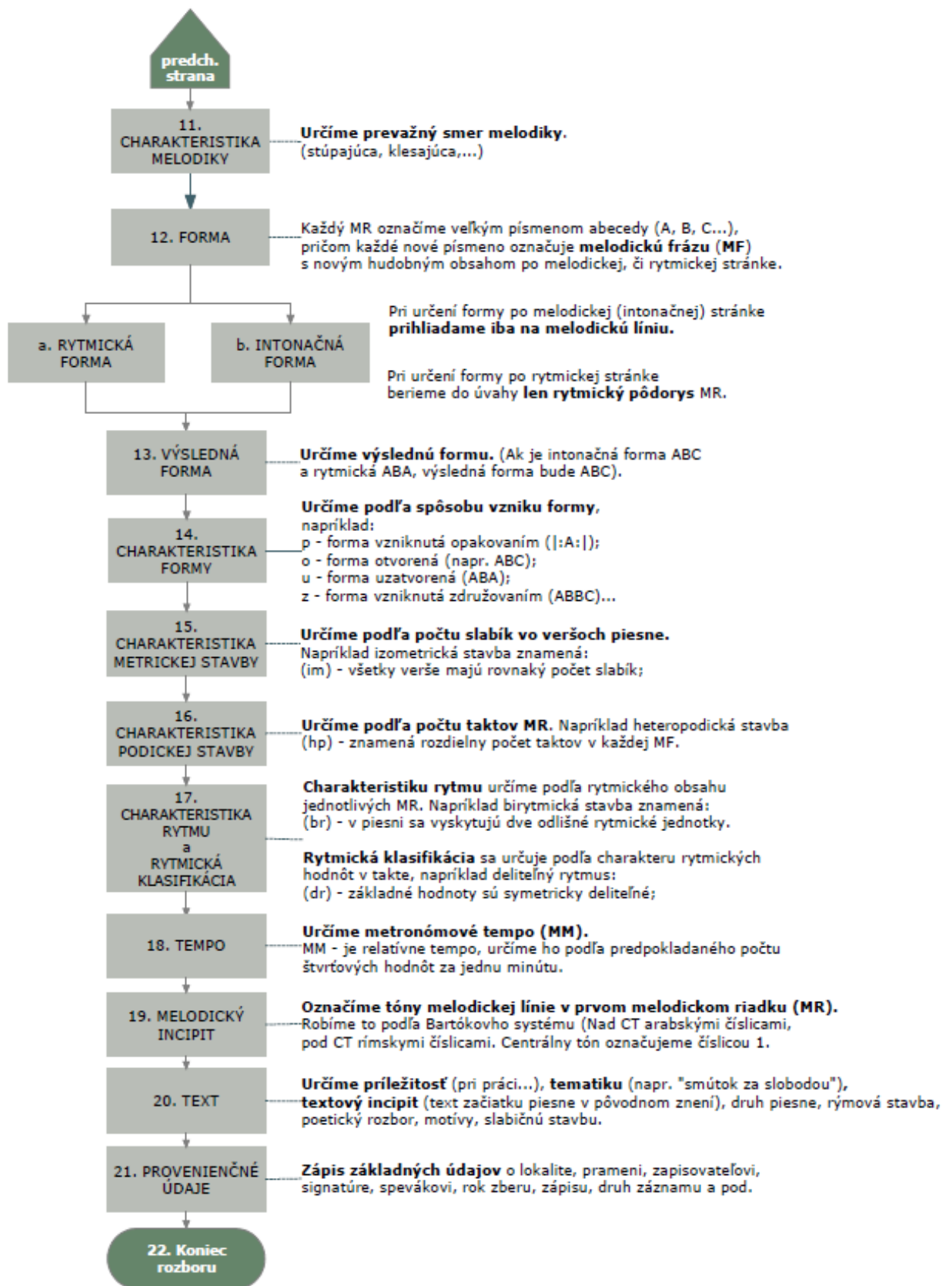
Základy automatizovaného výskumu folklórnych piesní sa položili už v polovici minulého storočia. Pekné zhrnutie spolupráce českých a slovenských vedcov zo 70. rokov uplynulého storočia na tejto problematike popísal Ľubomír Chalupka v [4]. V jednej z popisovaných vedeckých prác išlo o experiment, aby sa zistilo, do akej miery dokáže počítač *MSP 2A* heuristickým programovaním vykonať tonálnu a formálnu analýzu 758 piesní zo Záhoria, ktoré vyzbieral autor Janko Blaho. Práca zhrňa, ako sa vedcom podarilo automatizovane zostaviť požadované intervalové štruktúry (kostry), vytvoriť frekvenčné poradnia jednotlivých tónov rozpoznávať, či je pieseň v durovej (iónske), molovej (aiolské) tónine, prípadne v inom modálnom type (dórsky, frygický, lydický a myxolydický) alebo dokonca v molovej melodickej a molovej harmonickej tónine (v piesňach v tónine c sa často vyskytoval klaster *g-as-a-b-h-c*). Za spomenutie stojí aj automatizované identifikovanie formovej schémy (*AA, AB...*). Niektoré z týchto algoritmov budeme musieť implementovať aj my.

Počítačová podpora EM

Článok [2] sa zaoberá prevažne štatistickou analýzou piesní. Diagramovo popísali analytický prístup manželov Elschekovcov z [1], ktorý nám môže byť v budúcnosti nápomocný. Pozrime sa naň:



Obr. 2: Navrhnutý diagram, časť 1



Obr. 1 Postup pri rozbere hudobnofolklornej štruktúry (2 časti)

Diagramy sú bližšie popísané v článku. Ako však je vidieť, tento diagram modeluje potenciálne vlastnosti, ktoré môžeme využiť pri porovnávaní piesní. Čím viac týchto vlastností majú dve piesne spoločné, tým sú si podobnejšie. Vieme pozorovať podobnosť s predošlou spomínanou analýzou, kde sa tiež analyzovali finálne, centrálné kostrové tóny, tóniny, tonality a melodická kostra. Špeciálnu pozornosť by sme vedeli venovať bodu 20. z druhého diagramu, keďže v bakalárskej práci sme sa venovali porovnávaní textov piesní. Implementovanie tohto porovnávania by mohlo mať za následok vybudovanie veľmi robustného systému.

Pri automatizovanej analýze sa v tomto článku však zaoberali nahrávkami piesní, keď pre každú nahrávku vytvorili oscilogram, spektrálnu analýzu, spektrogram, sonogram, melogram a analýzu intenzity zvuku. Pre náš problém sú to, žiaľ, nevyužiteľné výskumné výsledky, pretože naša databáza je čisto symbolického charakteru.

2.1.2 Výskumy týkajúce sa syntetickej analýzy slovenských ľudových piesní

Manželia Elschekovci

Na slovensku sú v etnomuzikológii jednými z najvýraznejších vedcov Alica a Oskár Elschekovi. Tí sa už dlhé roky venujú klasifikácii slovenskej ľudovej piesne a popísaniu jej atribútov. Vo svojej práci využívajú výsledky práce mnohých (celosvetovo) uznávaných vedcov, zberateľov a bádateľov, menovite napríklad H. Riemann, H. Schenker, H. Gräbner, L. Riemann, B. Bartók, K. Medvecký, K. Plicka, J. Kresánek a mnoho ďalších. Relevantným zdrojom bude pre nás zhrňajúci článok [1], kde popisujú metodiku hudobných analýz folklórnych prejavov ako rozbor týchto stránok ľudovej piesne: tonalita, tónina, melodika, rytmika, metrika, forma, prednes, tempo. Popisujú aj vertikálnu analýzu pri viachlasnej piesni, tou sa však zaoberať nebudeme. Značnú časť ich práce budeme využívať aj v našom algoritme, detaily tejto metodiky popíšeme nižšie.

Kysuce

Príklad využitia štruktúrneho spracovania hudobných materiálov manželov Elschekovcov sme našli v [3]. Príklad analýzy piesne:

Dudaľi dudanki

$\text{♩} = 75$

Du - da - ľi du - dan - ki, keď iš - li
od Han - ki, du - da - ľi ve - se - ľe,
keď iš - li cez po - ľe.

Názov piesne: Císlo piesne: 62.		Lokalita:	Záner:	
Dudaľ, dudanki		Riečnica	k tancu "Stolkovi"	
Tonalita, tónina:	Ambitus:	Incipit:		Úvodný interval: Záverečný interval:
kvintakordálna, lydická	00/09 v. 6	04,04,06 07,06,04		v. 3 v. 3
Tempo:	Metrum:	Vrcholný takt:	Rytmus: jednoduchý	
4 = 75	2/4	3,8	8,8,4 8,8,4	
Forma:	Počet taktov:	Počet veršov a slabik v jednej strofe:		
A, A' 5 5	10	4, 24 (6+6+6+6) 12+12 5 + 5		

Obr. 4: Príklad analýzy piesne v [3]

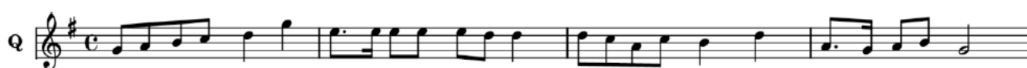
Ako vidíme, analýza spočíva v analýze podobných atribútov, ako v predošlých, automatizovaných výskumoch. Výsledky týchto výskumov boli vhodné na kategorizovanie a porovnávanie piesní, ale keďže tieto analýzy boli vykonané ručne, nám znova len ostáva navrhnúť algoritmus, ktorý tieto atribúty bude vedieť identifikovať. Až potom tieto atribúty budeme vedieť využiť pri porovnávaní piesní.

2.1.3 Zahraničný výskum

O existujúcich riešeniach podobných tomu nášmu sme sa nahliadli do zahraničia, konkrétne do článku [5], v ktorom je dopodrobna popísaný problém melodickéj variácie. Cieľ článku je konkrétne o lepšej spolupráci medzi vedeckými oblasťami *MIR* (*Music information retrieval* – získavanie informácií z hudby), *CM* (*Computational musicology* – počítačová muzikológia) a *FSR* (*Folk song research* – výskum folklórnej

piesne). Rozoberajú sa v ňom mnohé, v tom čase ešte otvorené, problémy, napríklad absencia všeobecnej teórie ústneho podania piesní a jej prepojenie s inými hudobnými kognitívnymi procesmi ako: ukladanie piesní do (ľudskej) pamäte, spievanie piesne spaťmáti a vytváranie novej piesne. Ďalší popisovaný problém je konkrétnosť už vybudovaných modelov – všetky systémy, ktoré vyhľadávajú varianty sú programované s tým, že programátor dôverne pozná databázu a vie teda algoritmus prispôbiť čo najlepšie pre svoje potreby. Za dôsledok to má to, že zatiaľ neexistuje všeobecné riešenie. Nakoniec spomenieme problém testovania týchto systémov. Na poriadne otestovanie takéhoto systému treba odborníkov, ktorí systematicky budú prezerat všetky výsledky, ktoré im systém vráti. To je nesmierne zdĺhavé a teda toto testovanie nikdy nebude urobené tak, ako by to bolo možné, keby bolo automatizovateľné.

Už v ilustračnom príklade, ktorý bol z tohto článku, je v popise naznačené, že jednotlivé výsledky dopytu sú nájdené rôznymi systémami v rôznych databázach. Pozrime sa na prístupy reprezentácií tejto melódie z dopytu jednotlivých vyhľadávacích systémov:



Obr. 5: Ilustračný dopyt Q v článku [5]

Dánske folklórne archívy – *Danish Folklore Archives*

Melódia je reprezentovaná ako reťazec prízvuchných tónov, vzhľadom na charakter severských melódií je prízvuchná prvá doba. Tieto tóny sú reprezentované ako stupeň vrámci tóniny, čo nám dá sekvenciu 13516665 pre prvých osem dôb.

Digitálny archív fínskych folklórnych piesní – *Digital Archive of Finnish Folk Songs*

Tu je melódia reprezentovaná ako postupnosť intervalov reprezentujúcich každý interval počtom poltónov, čo nám dá postupnosť $+2+2+1+2+5-3$ pre prvých 7 tónov.

Themefinder

Systém *Themefinder* používa reprezentáciu cez stupne tónov vrámci stupnice - 1 2 3 4 5 1 6 pre prvých 7 tónov.

MELDEX

Systém *MELDEX* využíva absolútnu reprezentáciu melódií, teda pre dopyt Q to je $g a b c' d' g' e'$. Apostrof reprezentuje oktavu tónu.

Databáza *Musipedia* a *YahMuugle*

V tejto databáze sa používa podobná absolútna reprezentácia, je však rozšírená aj o trvanie tónov – $c''4 d''2 g''2 e''4$.

2.1.3.1 Zhrnutie

Všetky tieto reprezentácie sú založené na tom, že najdôležitejší je začiatok piesne. V slovenskej piesni to však takto ani zďaleka nie je, musíme brať do úvahy začiatky a konce všetkých melodických riadkov, rovnako ako aj osobitne brať do úvahy rytmickú podobnosť piesní. Vyplýva to však aj z charakteru článku, pretože ich cieľom je navrhnuť čo najlepší vyhľadávací systém a nie porovnávací systém, ako to máme za cieľ my.

3 Návrh riešenia

Na začiatok si pomôžeme citáciou manželov Elschekovcov z [1]:

Z doterajšieho rozboru hudobnoštruktúrného ústrojenstva ľudovej piesne je zrejmé, že ľudová pieseň je organizmom veľmi zložitým, mnohovýrovým; nie je útvárom ani jednoduchým, naivným, či primitívnym, ako sa to často tvrdí. Preniknúť do zložitého ústrojenstva ľudového hudobného myslenia je občas ťažšie ako urobiť prehľadný rozbor skladieb umelej hudby, v ktorých je niekedy viac šablónovitosti, konvenčnosti a schematizmu ako v neviazanom útvare hudobného folklóru.

Tento citát implikuje, že nájsť pravidelnosť ľudovej piesni je náročné, niekedy dokonca náročnejšie, ako v umelej hudbe. Napriek tomu sa tomu venuje mnoho odborníkov a dosahujú významné výsledky v oblasti nachádzania vzorov v ľudových piesňach. Tieto vzory sú ale často špecifikované len pre podskupiny piesní (či už historicky, geograficky alebo typovo – tanečné, parlandovité...). Pre nás to znamená to, že naším cieľom nesmie byť jeden algoritmus, ktorý spoľahlivo povie, či dve piesne sú alebo nie sú navzájom variantmi – takýto neexistuje. Preto náš algoritmus bude testovať rôzne vlastnosti melódií, ktoré môžu naznačovať to, že sú variantmi. Môže sa stať, že na základe jednej z týchto vlastností piesne budú totožné a na základe inej budú úplne rôzne. Preto tento systém nikdy nebude stopercentne spoľahlivý, ale vždy bude potrebovať kontrolu odborníkom. Môže teda slúžiť ako systém, ktorý bude odporúčať odborníkom dvojice piesní, ktoré sú potenciálnymi variantmi. O tom, či sú aj reálne variantmi musia rozhodnúť títo odborníci a ak áno, tak budú môcť popísať výsledok a skúsiť vydedukovať historickú/ geografickú príčinu tohto variantu na základe dát zo zbierok, kde sa tieto piesne nachádzajú. Je dôležité poznamenať, že je to takto nutné aj kvôli tomu, že takmer žiadne dáta zo zbierok nie sú dostupné v elektronickej forme použiteľnej programátorsky (existujú pdf skeny, tie však využiť nevieme).

3.1 Varianty fráz

Pozrime sa na takéto melodické útržky:



Obr. 6: Ukážka harmonicky podobných melódií

Obe tieto frázy sa vyskytujú v ľudových piesňach pomerne často (napríklad v známej piesni *Odam sé neodam*) a veľmi často sú navzájom zamieňané kvôli tomu, že jedna je za istých podmienok harmonizácia druhej. Zároveň sú obe príjemné melódie, čo je predpoklad na to, aby si ich speváci spievali samostatne (druhé a tretie hlasy spievané samostatne bez hlavnej melódie často nedávajú zmysel a je teda malá pravdepodobnosť, že si ich speváci budú spievať sólovo). Dá sa teda povedať, že tieto frázy sú navzájom melodickými *variantmi*. Tento pojem sme síce vyššie definovali pre celé piesne, ale dá sa to definovať aj v menšom merítku - na frázy. Pieseň A obsahujúca frázu označenú červenou a pieseň B totožná s piesňou A až na túto frázu, ktorá bola nahradená frázou označenou modrou, sú teda jednoduchý prototyp toho, ako vznikajú varianty piesní. Naším cieľom teda bude sledovať aj takéto javy.

3.1.1 Analytický prístup

Riešenie tohto problému vieme modelovať triedami ekvivalencie presne tak, ako sme ich využívali v bakalárskej práci. Pieseň teda reprezentujeme ako reťazec znakov (podľa vyššie popísaných možných reprezentácií) a rozdelíme ju do menších celkov, napríklad taktov. Problém však nastáva pri identifikácii toho, kedy frázy zaradiť do jednej triedy a kedy nie. Jeden z priamočiarych prístupov v tomto príklade je povedať, že keď sú od seba frázy vzdialené terciu vrámci stupnice, tak ich označíme za podobné. To nám však môže dávať nepresnosti napríklad kvôli tomu, že tieto frázy nemusia byť modulované o terciu celé, ale, ako je vidno aj na príklade, len ich časť (v príklade prvý a posledný tón ostal nezmenený). Nateraz riešenie vidíme v prístupe, ktorý povie, že ak sú tóny vzdialené o terciu, tak sú bližšie ako keby boli vzdialené o sekundu alebo iný interval. Podobný prístup vieme použiť pri jave kolísavých tónov. S týmto pojmom sme sa prvýkrát stretli vo folkloristickej praxi, avšak je rozoberaný aj na akademickej pôde, napríklad v článku [3], kde konkrétne popisujú zväčšenú kvartu ako kolísavý tón. V databáze kysuckých piesní, ktorou sa článok zaoberal, je to veľmi častý jav. V tomto článku je popisovaná lydická kvarta, ktorá kolíše vrámci jednej piesne, v iných zdrojoch je však popisovaná lydická/ nelydická kvarta vrámci rôznych zápisov tej istej piesne. Z

tohto sa dá dedukovať, že chromatická zmena na kvarte je častý jav vrámci variantov piesní.

Edit distance

Edit distance, ktorú sme implemetovali v praxi, je perfektná na definovanie takejto podobnosti tónov. Namiesto jednoduchšej implementácie tohto algoritmu vieme využiť implementáciu s tabuľkou, ktorá bude definovať podobnosť jednotlivých stupňov vrámci stupnice a teda *pravdepodobnosť zámieny* týchto tónov podobne ako keď sú bližšie klávesy na klávesnici tak je väčšia pravdepodobnosť preklepu.

Zoznam použitej literatúry

- [1] ELSCHEK, O., AND ELSCHEKOVÁ, A. *Úvod do štúdia ľudovej hudby*. Hudobné centrum, Bratislava, 2008.
- [2] JANOŠCOVÁ, R. Počítačová podpora em, 08 2015.
- [3] LARIŠ, B. *Tonálna a rytmická charakteristika hudobného folklóru Kysúc*. PhD thesis, Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta, Olomouc, 2010.
- [4] ĽUBOMÍR CHALUPKA. Modelovanie tonálnej a formovej analýzy ľudových piesní zo záhoria na počítači msp 2a (spomienka na 70. roky uplynulého storočia). *K otázkam typologie tradičnej hudby, Sborník referátu ze stejnojmenné mezinárodní konference konané 21.9 – 22.9.2016 v Praze* (2016), 61 – 72.
- [5] VAN KRANENBURG, P., GARBERS, J., VOLK, A., WIERING, F., GRIJP, L., AND VELTKAMP, R. Collaboration perspectives for folk song research and music information retrieval: The indispensable role of computational musicology. *Journal of Interdisciplinary Music Studies* (2009).