

Vyhledávání hudbou a jeho vazby na portály se sdíleným videem

Mgr. Ondřej Voců / doktorand ÚISK FF UK / vocu@upcmil.cz

Resumé:

Článek analyzuje problematiku vyhledávání hudbou a jeho vazby na portály se sdíleným videem. Nejprve jsou definovány zásadní pojmy hudební terminologie a důležité vlastnosti zvukových záznamů, mající vliv na úspěch vyhledávání hudbou. Dále je uvedeno autorem sestavené (a odborné zdroje respektující) rozdělení metod vyhledávání hudbou a jejich stručné představení. Posléze jsou objasněny vazby mezi tímto druhem vyhledávání a portály se sdíleným videem. Jádrem článku je praktické představení výsledků rozboru dvou portálů sloužících k vyhledávání hudbou, přičemž jsou podrobně představeny různé metody tohoto typu vyhledávání, včetně praktických příkladů. V závěru autor článku shrnuje, hodnotí a komentuje různé metody vyhledávání hudbou, včetně osobních zkušeností s portály specializujícími se na vyhledávání hudbou.

Klíčová slova: hudební vyhledávání – vyhledávání hudbou – vyhledávání hudebních informací – vyhledávání hudebních informací podle metadat – vyhledávání hudebních informací podle obsahu – vyhledávání broukáním – vyhledávání hvízdáním – vyhledávání hlasem – vyhledávání zpěvem – vyhledávání ukázkou – vyhledávání notovým zápisem – vyhledávání vytůkáváním – vyhledávání beatboxem – vyhledávání rytmem – vyhledávání zahráním – YouTube – Musipedia – Midomi – PROBADO – zvuková nahrávka – notový zápis.

Summary:

The article deals with music information retrieval (music search) and its relations to video-sharing websites. First of all, the basic terms of musical terminology and important properties of sound recordings are defined. These characteristics influence success of music retrieval. Author's generated (but sources respecting) separation of music search methods and its brief introduction is stated below. Then the relations between this kind of searching and video-sharing websites are explained. Core of the article consist of practical introduction of analysis results of two websites made for music search, whereas different methods of music search are closely introduced, including the examples. In conclusion, author of the article summarises, evaluates and comments the different methods of music search, including personal experiences with the websites, focusing on music search.

Keywords: music search – music information retrieval – metadata-based music information retrieval – content-based music information retrieval – query by humming – query by whistling – query by voice – query by singing – query by example – query by musical notation – query by note – query by tapping – query by beat-boxing – query by rhythm – query by playing – YouTube – Musipedia – Midomi – PROBADO – sound recording – music(al) notation.

Vymezení problematiky vyhledávání hudbou

Většina rešerší, jejichž požadovaným výsledkem je hudební dokument, probíhá na základě znalosti jména autora, jména interpreta, názvu skladby nebo v případě písně části textu. Jde tedy o tradiční rešerši, při níž jsou do vyhledávače zadávány textové řetězce spolu s operátory a výstupem této rešerše může být zvukový či video dokument nebo notový zápis.

Mnohdy je ale uživatel (nyní pomiňme, zda má muzikální talent, hudební vzdělání nebo ne) postaven před situaci, kdy si pamatuje pouze melodii. V takovýchto přípa-

dech lidé většinou vyhodnotí znalost melodie jako informaci nepostačující k rešerši, nebo posečkají, až si vzpomenou na doplňující informace, uchopitelné do textově pojaté rešerše.

Právě pro tyto případy, kdy jediné, co si jednoznačně pamatujeme, je melodie, slouží různé metody vyhledávání hudbou.

Než dojde k představení technik vyhledávání hudbou, je nutné nejprve stručně zmínit charakteristiky, které definují píseň či hudební dílo. Některé z těchto charakteristik mají úzkou vazbu na míru úspěšnosti vyhledávacích algoritmů, díky nimž lze vyhledávání hudbou uskutečnit.

Většina hudebních skladeb je vyjádřitelná notovým zápisem, ať už tradičním či elektronickým, včetně souboru MIDI. MIDI (Musical Instrument Digital Interface) je rozhraní a mezinárodní protokol, sloužící k výměně dat mezi digitálními hudebními nástroji, počítači i jinými přístroji. Základní jednotkou souboru MIDI je kanál, v němž jsou obsaženy informace o tom, jaké tóny znějí, jak dlouho znějí a který nástroj z rejstříku nástrojů je přehrává. Samotný soubor *.mid je tedy série příkazů, které jsou odesílány zvukové kartě na počítači; ta je dále zpracovává a výsledkem je zvuk v reproduktorech či sluchátkách připojených k počítači. Obsahem souboru je de facto elektronický notový zápis.

Nejdůležitějšími údaji u skladby (resp. v notovém zápise, kromě not a pomlk) jsou: posuvky, předznamenání, takt, předtaktí, tempo a rytmus.

- Posuvky jsou grafické symboly měnící výšku tónu, ať už centrálně z předznamenání nebo u jednotlivých not. [1, 2]
- Předznamenání lze definovat jako sdružení posuvek (mající striktní pravidla pro jejich zápis a přibývání) v notové osnově, zapsané za klíčem. Předznamenání platí pro celou skladbu, není-li u jednotlivých not přítomna jiná posuvka. Předznamenání může být rovněž „zrušeno“ novým či žádným předznamenáním. [1, 3]
- Takt je prostor v notovém zápisu vymezený z obou stran taktovou čarou. Údaje o taktu jsou zaneseny na začátku skladby za klíčem a předznamenáním ve tvaru zlomku. Čtenář udává, kolik not se vejde do taktu, jmenovatel vyjadřuje základní délku těchto not. [1, 4]
- Předtaktím se rozumí neúplný takt na začátku skladby. Analogicky konec (či ukončení dílčí části) skladby je kratší o dobu trvání předtaktí. [1, 5]
- Tempo označuje rychlost, jakou je skladba hrána. Tempo skladby nemusí být v její celé délce konstantní. [1, 6]
- Rytmus je střídání (not) tónů různé délky v průběhu celé skladby. [1, 4]

O vlivu výše zmíněných charakteristik na vyhledávání hudbou podrobněji pojednávají kapitoly „Ukázky z praxe“.

Problematikou vyhledávání hudby se zabývá interdisciplinární vědní oblast nazývaná anglickým termínem „**music information retrieval**“ (MIR). Music information retrieval má kořeny především v počítačové a knihovní vědě, v muzikologii, psychologii, inženýrství (zpracování zvuku), filozofii a právu. [7, 8, 9] Nutno podotknout, že (na rozdíl od bohaté anglické terminologie, s níž je mnohdy poněkud volně nakládáno) ustálená česká terminologie pro tento typ vyhledávání

vůbec neexistuje, proto veškeré překlady anglické terminologie jsou autorské návrhy, nicméně návrhy v duchu etablovaných termínů zejména České terminologické databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV). [10]

Music information retrieval lze do češtiny přeložit jako **vyhledávání hudebních informací**. [9, 11, 12] Vyhledávání hudebních informací se dále dělí na vyhledávání **hudebních informací podle obsahu (content-based music information retrieval**; o tomto druhu pojednává tento článek) a **vyhledávání hudebních informací podle metadat (metadata-based music information retrieval**; toto vyhledávání předmětem článku není). [8, 13, 14, 15, 16] **Music information retrieval** má i kratší anglický výraz *music search* [11, 17, 18, 19], což se dá do češtiny přeložit dvěma způsoby. První překlad nechť zní **hudební vyhledávání**, a to v případě, že hovoříme o *music information retrieval* obecně a nebo o *metadata based music information retrieval*. Pak-liže hovoříme o *content based music information retrieval*, považuji za vhodný překlad **vyhledávání hudbou**, protože v tomto typu vyhledávání je jako rešeršní dotaz (bez ohledu na jeho povahu a charakteristiku) použit hudební úryvek nebo jeho symbolická reprezentace. Terminologická úskalí, včetně synonym a návrhů překladů, jsou zdokumentována na Obr. 1 níže.

Zatímco *music search* je dominantní termín v prostoru povrchového webu a u samotných portálů a služeb zprostředkovávajících vyhledávání hudbou (zároveň je spíše souslovím, nežli termínem v odborných bázích a článcích), *music information retrieval* dominuje v odborných hudebních či knihovnicko-informačních bázích a článcích, avšak u koncových produktů zmiňován toliko není. (V článku budu dále pracovat s kratším termínem **vyhledávání hudbou**, příp. **music search**.)

Vyhledávání hudbou lze, vzhledem ke způsobu zadávání rešeršního požadavku, dále rozdělit na 6 hlavních podkategorií: **vyhledávání broukáním** (angl. *query by humming*) [20], **vyhledávání ukázkou** (angl. *query by example*) [21], **vyhledávání vyťukáváním** (angl. *query by tapping*) [22], **vyhledávání zahráním** (angl. *query by playing*) [23], **vyhledávání notovým zápisem** (angl. *query by music(al) notation*) [24] a **vyhledávání obrysem melodie** (angl. *query by contour*) [25]. Je důležité zmínit, že v závislosti na charakteru portálů na vyhledávání hudbou jsou přítomny různé druhy vyhledávání, zahrnující i jejich vzájemné kombinace. O úskalích a přednostech jednotlivých druhů vyhledávání hudbou je uvedeno více informací v kapitolách „Ukázky z praxe“.



Obr. 1. Rozdělení vyhledávání hudebních informací

Vyhledávání broukáním (resp. hlasem, zpěvem či hvízdáním) funguje na principu porovnávání vzorku zadaného uživatelem skrze mikrofon a vzorku uloženého v databázi. V závislosti na parametrizaci algoritmu většina portálů určených k vyhledávání hudbou v nápovědách směřuje uživatele, jakou má mít vzorek podobou. [11, 20, 26, 27] Tento typ vyhledávání umožňují mj. i portály *Musipedia* a *Midomi*.

Vyhledávání ukázkou je podobné vyhledávání broukáním, avšak s tím rozdílem, že zadaným vzorkem je zvuková nahrávka. Tento typ vyhledávání zprostředkovává komerční portál pro mobilní platformy, Shazam. [21, 24, 28, 29] Portály *Musipedia* ani *Midomi* toto vyhledávání nepodporují.

Vyhledávání vytukáváním (resp. rytmem či beatboxem) zcela upozaďuje melodickou složku vyhledávaného díla a staví do popředí rytmus (v případě vyhledávání beatboxem bicí). Uživatel zadává vzorek pomocí klávesnice či mikrofonu. [22, 29, 30, 31] Vyhledávání vytukáváním umožňují portály *Musipedia* či *SongTapper*.

Vyhledávání zahráním dovoluje uživateli zadávat vzorek přes externí klaviaturu či ve webovém prohlížeči hrát pomocí klávesnice na virtuální hudební nástroj [11, 23, 32, 33]. Tento druh vyhledávání je k dispozici např. na portálech *Musipedia*, *MelodyCatcher* či *Music N-Gram Viewer*.

Vyhledávání notovým zápisem se podobá tvorbě elektronického notopisu, poněvadž uživatel do (ne nutně jediné) notové osnovy (či mřížky) zadává noty (příp. pomlky) [20, 24, 34, 35]. Tento typ vyhledávání poskytují mj. portály *Musipedia*, *Music N-Gram Viewer* či *MelodyCatcher*.

Vyhledávání obrysem melodie slouží pro případy, že si uživatel není zcela jist intervalovými rozestupy vyhledávaného díla. Toto vyhledávání je uskutečňováno zadáváním předdefinovaných symbolů do textového pole, přičemž tyto symboly stanovují výšku dvou vzájemně sousedících not (tónů) nebo určují pozici not (tónů) skladby vůči první notě (prvnímu tónu). [7, 24, 25, 34] Tento typ vyhledávání je přítomen na portálech *Musipedia* či *MelodyCatcher*.

Portály se sdíleným videem – praktický zdroj dat

Všeobecně lze říci, že portály a webové stránky, jež uživateli nabízejí vyhledávání hudbou, samy o sobě neobsahují a nebo nezpřístupňují databáze s kompletními hudebními nahrávkami. Pokud tedy uživatel provede úspěšné vyhledávání hudbou, výsledkem bývá pouze textový výpis, časově omezené ukázky skladeb či odkazy na soubory typu MIDI.

Jak může vhodné doplnění portálů zaměřených na vyhledávání hudbou o zdroj s kompletními hudebními díly vypadat, ukazuje níže představovaný portál *Musipedia*, který k rešeršním výsledkům uvnitř portálu přikládá odkazy na videa z *YouTube*. Právě portály se sdíleným videem, jako *YouTube*, *Metacafe*, *Dailymotion* aj., obsahují kromě jiného videoklipy, záznamy z koncertů a nebo zvukové nahrávky, tj. data, o jejichž zisk uživatelé, kromě názvu skladby, interpreta aj., usilují.

Vyhledávání hudbou je tedy vhodné obohatit o následné dohledání (video)souboru v rámci jimi vybraného videoportálu k poslechu či stažení do počítače. Za optimální videoportál lze považovat *YouTube*, jehož fond čítá 150 až 200 milionů videí a denní návštěvnost se pohybuje okolo dvou a čtvrt miliardy uživatelů. Existuje tedy velká pravděpodobnost, že většina, ne-li všechna vyhledávání hudbou, mohou být úspěšně završena dohledáním konkrétní zvukové nahrávky právě zde.

Za zrodem *YouTube* stojí trojice tehdejších zaměstnanců firmy *Paypal*, Američan *Chad Hurley*, narozen 1977, absolvent *Indianské univerzity v Pensylvánii*, Číňan *Steve Chen*, narozen roku 1978, a Němec *Jawed Karim*, narozen v roce 1979, oba absolventi oboru počítačové vědy na *Illinoiské univerzitě*. 14. února 2005 došlo k registraci domény *YouTube.com*, 23. dubna téhož roku bylo na stránky nahráno první video. Roku 2006 byl portál odprodán společnosti *Google* za 1,65 miliardy dolarů (v přepočtu přibližně 37 miliard Kč), 9. 11. 2008 byla spuštěna česká verze *YouTube*.

Předmětem vyhledávání v rámci portálu *YouTube* jsou nejčastěji názvové údaje (viz Obr. 2). Masky pro vyhledávání (modul s panely nástrojů) jsou přístupné na valně většině stránek *YouTube*. Vyhledávací proces probíhá v názvech videí, v popisech videí a v tagových mračnecích. Výsledky lze třídit za pomoci různých kritérií – povaha

Výsledky vyhledávání pro dotaz **El condor pasa**

Přibližně 6 320 výsledků

Řadit podle: Relevance ▾

Možnosti vyhledávání

Typ výsledků:

Vše
 Video
 Kanály
 Seznamy videí

Seřadit podle:

Relevance
 Data nahrání
 Počtu zhlédnutí
 Hodnocení

Datum nahrání:

Kdykoli
 Dnes
 Tento týden
 Tento měsíc

Kategorie:

Vše
 Hudba
 Cestování a události

Trvání:

Vše
 Krátké (méně než 4
 minuty)
 Dlouhé (20 a více
 minut)

Funkce:

Vše
 Skryté titulky
 HD (vysoké rozlišení)
 Videá partnerů
 Výpůjčka
 WebM

Přeložit výsledky do mého jazyka



Překladáč: **El condor pasa - PERU**

Peruvian melody

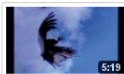
od: Irenzoll | před 3 lety | **Počet zhlédnutí: 3 931 933**



Překladáč: **Simon & Garfunkel: El Condor Pasa (1970)**

I'd rather be a sparrow than a snail, 'Yes I would, If I could, I surely would, I'd rather be a hammer than a nail, 'Yes I would, If I only could, I, ...

od: TheInvaders1967 | před 1 rokem | **Počet zhlédnutí: 1 280 116**



Překladáč: **El Condor Pasa (with pan pipes)**

Title says all. Vocal starts at 1:51.

od: alvar1304 | před 3 lety | **Počet zhlédnutí: 1 353 457**



Překladáč: **EL CONDOR PASA**

ESPIRITU ANDINO

od: romasedi | před 3 lety | **Počet zhlédnutí: 1 416 500**



Překladáč: **12 girls band - El Condor Pasa**

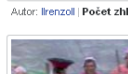
El Condor Pasa

od: foxbookmoon | před 4 lety | **Počet zhlédnutí: 2 095 279**



El condor pasa - PERU

Peruvian melody



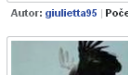
EL CONDOR PASA

ESPIRITU ANDINO



Placido Domingo sings **El condor pasa**

Yaw kuntur (El Cóndor Pasa - Kuntur phawan) El Cóndor Pasa



El condor pasa

Images from BBC Documentary 'Andes'

Autor: peppob | **Počet zhlédnutí: 1 695 253**

Doporučená videa

Obr. 2. YouTube – proces vyhledávání

výsledků, řazení výsledků, datum nahrání, kategorie, délka videa, původ a dostupné funkce. Při sledování (poslechu) vyhledaných videí je nanejvýš vhodné věnovat pozornost i modulu „Příbuzná videa“, což je soupis videí, která mají nějakou souvislost s videem právě přehrávaným. [36]

Ukázky z praxe – portál Musipedia

Musipedia je portál dostupný na adrese www.musipedia.org nabízející různé metody vyhledávání hudbou. *Musipedia* (tehdy ještě pod názvem *Melodyhound*) byla spuštěna Rainerem Typke roku 1997 jako webové sídlo shromažďující naskenované notové partitury a partitury zapsané v „abc“ kódu, což je zjednodušeně řečeno textová podoba notového zápisu. V roce 2004 došlo ke změně názvu z *Melodyhound* na *Musipedia* a stránky se přeměnily v portál fungující na „wiki“ principu, tj. principu okamžité editace s historií uskutečněných zásahů. Od roku 2006 lze přes Musipedii vyhledávat hudbou i soubory MIDI ve volném webu. Index souborů MIDI, jež jsou do vyhledávání začleněny, je přebírán z webového sídla (a společnosti) Alexa, zaměřeného na statistická šetření volného webu. [37, 38, 39] *Musipedia* nabízí celkem 6 různých způsobů vyhledávání hudbou.

1. Vyhledávání zahráním na klavír

Vyhledávání zahráním probíhá na dvouoktávové výšeci klavíru (24 kláves). Tento způsob se řadí mezi **vyhledávání zahráním**. Uživatel jednoduše zahraje myši, klávesnicí nebo přes externí klaviaturu melodii a může volitelně nastavit, zda má být vyhledávání provedeno **uvnitř** či **vně** portálu *Musipedia* a dále může zadat (pokud si pamatuje) **textové údaje** vztahující se ke skladbě. Lze rovněž zvolit, zda zahrany úsek skladby je jejím **začátkem**, částí **nepřiliš vzdálenou od počátku** skladby nebo zahrany úsek zazní **jinde v průběhu skladby**. Poslední nastavitelný údaj je číselná hodnota ve škále $\langle 0,1 \rangle$ s rozmezím jedné desetiny. Tato hodnota při rešerši upřednostní buď **rytmus skladby** (0) nebo melodii, **čili vzdálenost tónů** (1). Přednastaveno je 0,5 a tato hodnota příkládá rytmu i melodii stejnou (poloviční) váhu. Uživatel má možnost si své zadání znovu poslechnout díky tlačítku Přehrát (viz Obr. 3).

Obr. 3. Vyhledávání zahráním na klavír

Metoda této rešerše vyžaduje od uživatele znalost alespoň základů hry na klavír, dále cvik a trpělivost s ovládáním a co nejkonstantnější umělecký přednes stran tempa skladby. Nutno podotknout, že dvouoktávový výsek klavíru nemusí být postačující. Tři či čtyři oktávy by byly vhodnější.

2. Vyhledávání klaviaturou

Vyhledávání klaviaturou je kombinací **vyhledávání zahráním a vyhledávání notovým zápisem**. Uživatel stejně jako v případě vyhledávání zahráním na klavír hraje na dvouoktávovou výšeč klavíru, avšak stisk každé klávesy je doprovázen výběrem noty různé délky, která se následně zapíše do notové osnovy pod klaviaturou. Volitelná nastavení u tohoto druhu rešerše jsou totožná, jako v případě vyhledávání zahráním na klavír, navíc lze určit, zda mají být posuvky u not křížky či béčka (viz Obr. 4).

Tato vyhledávací metoda vyžaduje od uživatele kromě základů hry na klavír také znalost základů notového zápisu. Rytmus v tomto druhu rešerše utvářejí noty, nikoliv samotný stisk kláves.

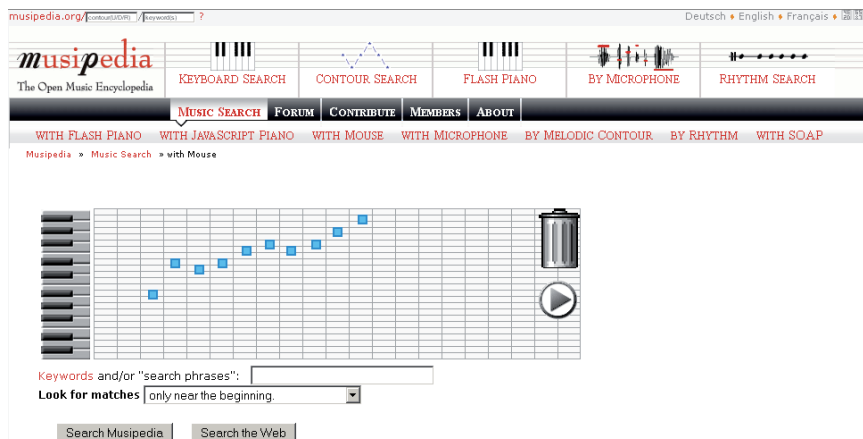
The screenshot shows the Musipedia website interface for keyboard search. At the top, there is a navigation bar with 'MUSIC SEARCH' highlighted. Below this, there are several search options: 'WITH FLASH PIANO', 'WITH JAVASCRIPT PIANO', 'WITH MOUSE', 'WITH MICROPHONE', 'BY MELODIC CONTOUR', 'BY RHYTHM', and 'WITH SOAP'. The main search area features a piano keyboard with a 'hoversound' control (On/Off) and a 'Play' button. Below the keyboard, there is a text input field for keywords and a 'Search Musipedia' button. The page also includes a 'Switch to using computer keyboard' button and a 'Delete note' checkbox.

Obr. 4. Vyhledávání klaviaturou

3. Vyhledávání tahem myši

Vyhledávání tahem myši se řadí mezi **vyhledávání notovým zápisem**. Uživatel tahem myši zadává tóny (každý má totožnou délku) do jakési čtvercové soustavy a jako nápověda, který tón zadává, slouží klaviatura na boku této soustavy (viz Obr. 5).

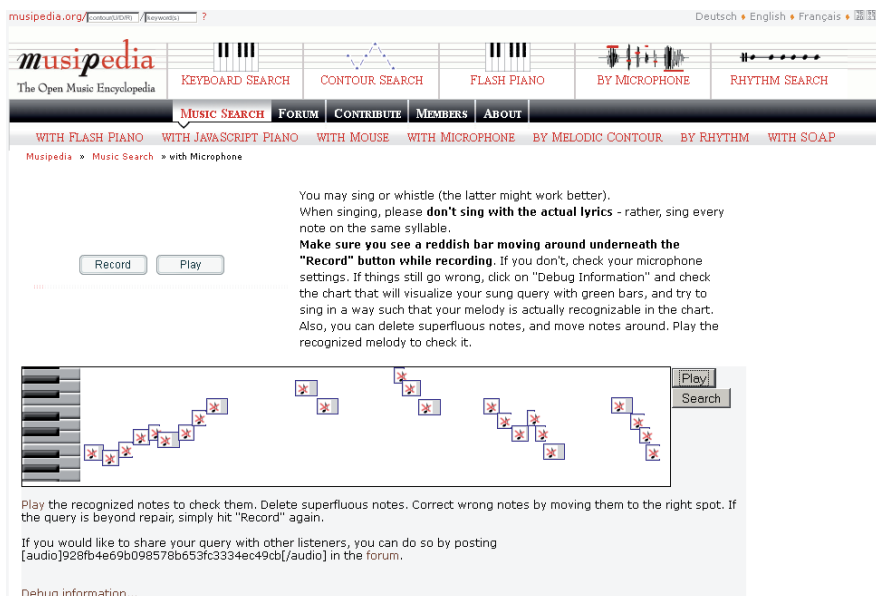
Bohužel, toto vyhledávání vykazuje chyby – zapsané tóny nelze mazat, zápis tónů si nelze přehrát a výsledky rešerše jsou většinou nulové, poněvadž některé zadané tóny po odeslání rešeršního dotazu prostě zmizí.



Obr. 5. Vyhledávání tahem myši

4. Vyhledávání hlasem

Vyhledávání hlasem, při němž mikrofon snímá lidský hlas a tóny v něm obsažené transformuje do zápisové podoby, se řadí mezi **vyhledávání broukáním**. Po nahrání hlasového vzorku (zpěvu) může uživatel ještě jemně doladit výšku jednotlivých přepsaných tónů (viz Obr. 6).



Obr. 6. Vyhledávání hlasem

Užití tohoto postupu je plně závislé na kvalitě uživatelského mikrofonu a zpěvu, není tudíž vhodné pro ty, kteří nemají hudební sluch, resp. neumějí co nejlépe zpívat.

5. Vyhledávání obrysem melodie

Vyhledávání pomocí obrysu melodie je **samostatná vyhledávací kategorie**. Uživatel vykonává rešerši pomocí Parsonsova kódu. Tento kód přiřazuje každé po sobě jdoucí dvojici not (tónů) jednu ze tří hodnot – U (z angl. Up, druhá nota/tón je výš než nota první), D (z angl. Down, druhá nota/tón je niž než nota první) a R (z angl. Repeat, sousedící noty/tóny jsou totožné výšky). Každý zápis kódu je zahájen hvězdičkou „*“ (viz Obr. 7). Hvězdička je znak pro první notu (tón), poněvadž tato nota logicky nemá „sousedu po levici“ a nemůže tudíž vykazovat žádný výškový rozdíl.

Obr. 7. Vyhledávání obrysem melodie – Parsonsov kód

Pokud uživatel použije tento rešeršní postup, měl by zadat co nejdelší část skladby ve tvaru Parsonsova kódu, významně tím ovlivní množinu relevantních výsledků. Výlučně u tohoto typu vyhledávání může autor při modifikování rešerše zohlednit tematické zařazení skladby dle portálu *Musipedia* (klasická hudba, populární hudba, lidová hudba, ódy a koledy, hymny). Podle mého názoru je Parsonsov kód přímo vhodný pro jednoznačnou identifikaci hudebních skladeb v celosvětovém měřítku.

6. Vyhledávání rytmem

Obr. 8. Vyhledávání rytmem

Vyhledávání rytmem se řadí mezi **vyhledávání vyřukáváním**. Uživatel stiskne tlačítko myši či klávesu na klávesnici s každým novým tónem. Rešeršní dotaz tedy pozbývá melodii, zůstává rytmický profil skladby (viz Obr. 8).

Tento způsob vyhledávání nevyžaduje žádnou znalost hudební teorie či hry na hudební nástroj. Uživatel si musí hlídat, aby zadal každý tón zapamatované melodie a dodržel konstantní tempo stisků kláves v duchu skladby.

Bez ohledu na zvolený způsob vyhledávání hudbou výsledky uvnitř portálu *Musipedia*, jsou-li nějaké (viz Obr. 9), obsahují:

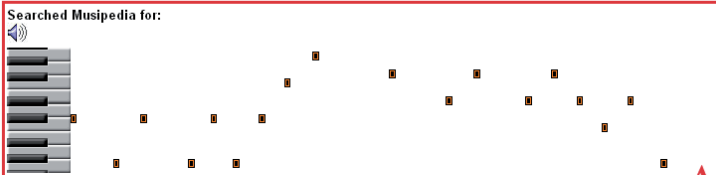
- A) Schematické vyobrazení zadané hudební ukázky s možností nového vyhledávání nebo doplňkového vyhledávání, v závislosti na tom, zda byla rešerše vykonána uvnitř či vně portálu *Musipedia*.
- B) Okno pro modifikaci rešerše – zde lze doplnit název či jméno autora skladby, jsou-li tyto informace uživateli známy. Zde je rovněž možné (po)změnit pomocí posuvu jezdců primární vyhledávací kritérium – vzdálenost tónů či rytmus skladby (viz podkapitola „Vyhledávání zahráním na klavír“). Posuv jezdců je velmi jemný, tudíž se uživatel nemusí povinně přiklonit k jednomu kritériu. Posledním ukazatelem v této oblasti je počet výsledků, jenž je znázorněn čísly, která reprezentují vždy desítku vyhledaných skladeb.
- C) Nabídka vyhledávání obrysem melodie. Při každé rešerši je vytvořen obrys melodie, pro případ vyhledávání tímto způsobem.
- D) Samotné výsledky vyhledávání.
 - D.1) Názevové údaje o skladbě (název, jméno autora, jméno interpreta aj.).
 - D.2) Ukázka notace (ta bývá přítomna u většiny výsledků, avšak zvuková ukázka notace, zmiňovaná v bodě D.3, je mnohdy nefunkční).
 - D.3) Zvuková ukázka notace (viz D.2), detaily vyhledaného výsledku, možnost jeho vyhledávání v internetu a odkazy ke koupi nahrávky či not dané skladby.
 - D.4) Okno s náhledy a odkazy vyhledaného výsledku na YouTube (tento panel nemusí být přítomen vždy). Bohužel, ve většině případů neodpovídají všechna videa dohledané skladbě, proto lze doporučit provedení rešerše na daný hudební výsledek v rámci portálu YouTube v separátním okně webového prohlížeče.

Pokud uživatel vybral jako oblast vyhledávání „internet“, podoba výsledků rešerše je o mnoho stručnější. Uživateli jsou předloženy údaje o souborech MIDI (jejich názvy a WWW adresa) v sériích po deseti. Je připojena poznámka o časovém úseku souboru MIDI, jež odpovídá rešeršnímu dotazu (viz Obr. 10). Jako poslední položka každého výsledku je vyobrazen jednoduchý přehrávač pro poslech souboru MIDI.

Portál *Musipedia* pokrývá v převážné většině klasickou hudbu, je tudíž vynikajícím doplňkem portálu *Midomi*, jehož doménou je převážně moderní hudba.

Musipedia » Music Search »

Searched Musipedia for:



New Search Search the Web for this


Keywords/phrases:

Importance: Pitch Rhythm

0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70

Maybe you also want to try searching for the melodic contour of your query: *DUDUDUUUUDDUDUDDUD. (what? why?)

[C] Mozart, Wolfgang Amadeus: Serenade in G K525 Eine kleine Nachtmusik, 1st movement




▶ 00:00 Je in G K525 Eine kleine Nachtmusik

view details, edit, or delete this entry

Search the Web for this

Buy MP3 look for this at Amazon.com / de.frl.co.uk/ / ca.jp or Musicnotes.com / Sheetmusicplus.com

YouTube Wolfgang Amadeus Mozart - Eine kleine Nachtmusik - Serenade in G-Dur KV 525 - 1. Allegro

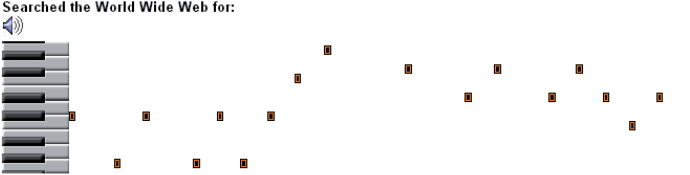


show 9 more...

Obr. 9. Zobrazení výsledků vyhledávání uvnitř portálu Musipedia

Musipedia » Music Search »

Searched the World Wide Web for:



New Search Search Musipedia for this

0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90

mozart_medley.mid - 21.0 K
www.midi.edunet.ru/audio/midi/mozart_medley.mid
from askd killakoch DEEPCANCE
matching part: 0:00-0:07

▶ 00:00 mozart_medley.mid

An identical MIDI file can also be found here:

- mozart_medley.mid (from <http://home.arcor.de/80/killakoch.de/kkde/handy...>)
- mozart_medley.mid (from <http://home.pages.at/80/killakoch/kkde/handy-mi...>)
- mozart_medley.mid (from <http://home.pages.at/80/killakoch/kkde/deepdanc...>)

Obr. 10. Výsledky vyhledávání v internetu

Příklad č. 1 – El Condor pasa

předtaktí

nejpozměňovanější úseky

nejpozměňovanější úseky

Skladba je původem peruánskou (andskou) lidovou melodií, za oficiálního autora textu (a tedy i písně) je považován *Daniel Alomía Robles*, hlavním popularizátorem je duo *Simon and Garfunkel*. Skladba má relativně jednoznačnou hlavní melodii, nicméně jde o lidový popěvek, tudíž každý interpret drobně upravuje i hlavní melodii. Skladba obsahuje na svém počátku předtaktí a jeho nepřítomnost v rešeršním dotazu typu Přednes a Zadání (vč. Parsonova kódu) činí skladbu velmi těžko vyhledatelnou. Při zvukovém vyhledávání nepřítomnost předtaktí nevadí. Skladbu lze nalézt na portálu *Midomi* i na portálu *Musipedia*.

Ukázka č. 1-1 : El Condor pasa (Simon and Garfunkel) - www.youtube.com/watch?v=T6i8HHz2BI

Ukázka č. 1-2 : El Condor pasa (instrumentální verze) - www.youtube.com/watch?v=M_gSydN_BYM

Ukázka č. 1-3 : El Condor pasa (amatérský čtyřruční klavírní přednes) - www.youtube.com/watch?v=ZzbBtbBuwfY

Ukázka č. 1-4 : El Condor pasa (přednes operního pěvce Plácida Dominga) - www.youtube.com/watch?v=-qmOKsDb3AY

Příklad č. 2 – Antonín Dvořák – Serenáda pro smyčcové nástroje E-dur, druhá věta (Tempo di Valse)

předtaktí

předznamenání

I tato skladba obsahuje předtaktí, bez nějž se těžko vyhledává. Skladba obsahuje (ve své první části) předznamenání 3 # (fis moll), tudíž **vyhledávání zahráním či notovým zápisem** úvodní melodie v původní tónině může činit lidem bez hudebního vzdělání potíže. Nicméně žádný způsob vyhledávání hudbou není závislý na tónině, nýbrž na vzdálenosti tónů, tudíž transpozice (změna tóniny) pro potřeby **vyhledávání zahráním či notovým zápisem** neovlivňuje výsledky rešerše. Skladbu lze nalézt na portálu *Musipedia*.

Ukázka č. 2 : Antonín Dvořák – Serenade for strings E major (Tempo di Valse, pouze zvuková nahrávka) - www.youtube.com/watch?v=NZ0tvAV_IQ

Ukázky z praxe – portál Midomi

Midomi je komunitně tvořený webový portál společnosti Melodis Corporation, určený pro **vyhledávání broukáním**, jež byl veřejnosti představen roku 2007. Portál Midomi je komerční produkt a výdělků dosahuje tím, že uživatelům nabízí možnost zakoupení hledané skladby na portálu Amazon. Portál je dostupný na adrese www.midomi.com. Vyhledávání funguje na základě algoritmu porovnávajícího hlasový vstup uživatele s obsaženými vzorky v databázi. Uživatel má k dispozici 30 sekund, aby svým hlasem do mikrofону reprodukoval požadovanou píseň nebo melodii. Vzorky v databázi tvoří originály skladeb a přednesy skladeb od registrovaných uživatelů.

Mezi metody **vyhledávání broukáním** patří **vyhledávání zpěvem** včetně textu, což ovšem vede ke zvýšené nerelevantnosti výsledků, protože zpěv slov písně zastírá samotné tóny skladby. Ani **vyhledávání hvízdáním** nepřináší maximální relevanci, poněvadž obsahuje šum, který je prostřednictvím mikrofónu umocněn. Jako nejvhodnější se jeví brumendo, tj. prozpěvování, broukání melodie skladby se zavřenými ústy. Je nutné podotknout, že přiložení mikrofónu k jinému záznamovému zařízení, jež právě přehrává dotyčnou skladbu (tj. **vyhledávání ukázkou**), není vhodnou řešeršní technikou. Výsledky takové řešerše jsou „silně neodpovídající“ hledané skladbě.

Výsledkem vyhledávání je seznam čítající tituly na základě podobnosti se zadáním, uživatel může rovněž výsledky filtrovat pomocí jazykového či žánrového kritéria. Procházení výsledků je možné z přiložených ukázek a uživatelských přednesů – zvukové ukázky originálů mají délku 30 sekund a jsou přístupny v horší kvalitě zvuku, uživatelem přednesená skladba, je-li k dispozici, může být i celá (viz Obr. 11).

The screenshot shows the Midomi website interface. At the top, there is a search bar with the text "Find music: Click and Sing or Hum" and a dropdown menu for "Artist, song, album, or user". Below the search bar, there are navigation links like "Studio", "midomi Stars", "Hot Artists", and "Explore". The main content area displays search results for "El Condor Pasa / If I Could" by Simon & Garfunkel. Each result includes a user recording icon, the song title, artist name, and a "Matched part" indicator. There are also buttons for "Find Videos", "Play All Recordings", and "Buy Song". On the right side, there is a "SoundHound" advertisement and a "BONUS" section offering a 1000-point clubcard. At the bottom, there are search filters for "Voice Search" and "Text Search".

Obr. 11. Výsledky vyhledávání na portálu Midomi

Důvod, proč jsou ukázky originálů skladeb při zobrazení výsledků rešerše horší kvality a pouze v délce třiceti sekund, přestože jsou pro rešeršní potřeby v databázi uloženy celé, je nasnadě – uživatel má maximálně znesnadněný pokus o stažení originální skladby z portálu do počítače.

Filozofie portálu *Midomi* spočívá v komunitním přispívání registrovaných uživatelů do databáze. Uživatel může přispět svým hlasovým předvedením k již dostupné skladbě nebo vložit originál či svůj přednes prozatím neobsažené skladby.

Slabinu tohoto vyhledávání představuje skutečnost, že člověk, který zpívá falešně, tiše, třese se mu hlas nebo mu špatně funguje mikrofon, má jen mizivou šanci na úspěšnou rešerši. Další fakt, jenž činí vyhledávání na portálu složitějším, je množství a (bohužel) příkladná aktivita asijských uživatelů. Asijská hudba zná i menší rozdíl mezi tóny, než je půltón (a to sice čtvrttón), a proto portál mnohdy vyhodnotí nepřesnost v uživatelské zpěvu jako úryvek skladby obsahující čtvrttóny. Není bez zajímavosti, že čím víc má hledaná skladba v databázi uživatelských uměleckých přednesů, tím snáze se vyhledává. Analogicky skladba, jejímž jediným vzorkem k porovnávání je originál, je vyhledatelná složitěji, resp. na pěvecký výkon uživatele jsou tím pádem kladeny větší nároky. [39, 40, 41]

Portál *Midomi* se specializuje zejména na tituly populární hudby, hudba cca posledních sta let. Je tudíž vynikajícím doplňkem portálu *Musipedia*, jehož doménou jsou převážně tituly hudby klasické.

Příklad č. 3 – Terence Trent D'Arby – Delicate



Hlavní melodie



ukázka melodie na úvodu první sloky

Tuto píseň je třeba zařadit mezi ukázkové příklady vyhledávání hudbou pro její, dle mého mínění zcela „odstrašující“ vlastnosti. Instrumentální melodie je téměř po celou dobu svého trvání sestavena ze dvou taktů, *Terence Trent D'Arby a Des'Ree* rovněž zpívají až na mezihru stále se opakující melodii o délce jednoho taktu. Pro vyhledávání takovýchto „problémových“ kousků je zapotřebí, aby byl uživatel dobrým zpěvákem a ovněž znal alespoň fragmenty textu. Tuto skladbu lze s obtížemi dohledat na portálu *Midomi*, nicméně pokud bude někdy v budoucnu zařazena na portál *Musipedia*, bude její snazší dohledání možné skrze Parsonsův kód.

Ukázka č. 3: Terence Trent D'Arby – Delicate (videoklip) - www.youtube.com/watch?v=jtZ0E5NPRHE

Příklad č. 4 – Dire Straits – Walk of life



Takty 4 a 8 se jako jediné v motivu liší a prodlužují jej

Na písni *Walk of Life* lze demonstrovat dva jevy. Jev první – skladbu lze vyhledávat i dle výrazné melodie, jež je hrána hudebním nástrojem (nikoliv zpívána), v tomto případě dle „rockových“ varhan. Jev druhý – stejně jako v případě skladby *Delicate* v příkladě č. 3 je řeč o poměrně krátkém opakujícím se motivu, tentokrát 2 x 4 takty, přičemž takty 1-3 a 5-7 jsou totožné, pouze takty 4 a 8 se liší. Původní tónina je E-dur, proto lze, stejně jako v příkladu č. 2, doporučit transpozici, čímž dojde k eliminaci posuvek. Tuto skladbu lze dohledat na portálu *Midomi*, nicméně vzhledem k přítomnosti ostatních skladeb od skupiny *Dire Straits* na portálu *Musipedia* lze předpokládat, že i tato skladba bude doplněna a časem k dohledání.

Ukázka č.4 – Dire Straits – Walk of life (pouze zvuková nahrávka) - www.youtube.com/watch?v=k9_VOy7VipQ

Příklad č. 5 – Paloma Faith – Upside down

I tell you what what I have fo - und that I'm no
fo - ol I'm just up - side down Ain't got no

Neobvyklý takt skladby

Na písni *Upside Down* (v ČR zpívané Alžbětou Kolečkářovou pod názvem *Andělskej flám*) je možné demonstrovat složitý hudební takt. Zatímco většina „moderní hudby“ je psána ve 4/4 či 3/4 taktu, píseň *Upside Down* je psána v taktu 12/8. Při tvorbě not či vyhledávání takto složité písně notovým zápisem se musí mít i „profesionál“ na pozoru, neboť skladba zprvu budí dojem 4/4 taktu. Avšak pokud uživatel začne v tomto taktu zapisovat hlavní melodii, líčí na sebe nevědomky past, poněvadž rytmus skladby je najednou v příkrém rozporu s (nesprávně očekávaným) taktem. Taktové čáry 4/4 taktu nepřírozeně rozdělí tóny (noty), skladba začne postrádat rytmus a v daný okamžik žádný další tón (nota) nemá uspokojivou délku. Proto lze pro případy tohoto druhu doporučit **vyhledávat zahráním a nebo ukázkou či broukáním**.

Ukázka č. 5-1 – Paloma Faith – Upside down (videoklip) - www.youtube.com/watch?v=yKIM3SkR45I

Ukázka č. 5-2 – Alžběta Kolečkářová – Andělskej flám (videoklip) - www.youtube.com/watch?v=7XU7UE0UyWQ

Závěr

Problematika vyhledávání hudbou není (na rozdíl od anglicky psaných materiálů od autorů mnoha národností, zejména USA a Japonska) v českém prostředí popravdě příliš reflektována z hlediska publikačního pokrytí. Množstevně jde o jednotlivé dokumenty, a jsou jimi články v online pokračujících zdrojích zaměřených na PC a elektroniku. Nejlepším počinem je v tomto ohledu článek Jakuba Čížka ze serveru živě.cz. [42] Všechny ostatní dostupné informace jsou kusé, nestrukturované a bez jednoznačné autorské identifikace.

Je nutné uvést, že *Musipedia* a *Midomi* nejsou jedinými webovými portály specializujícími se na vyhledávání hudbou. Mezi jejich konkurenty se řadí např. portály *Shazam*, *Name my tune*, *MelodyCatcher*, *SongTapper*, *Music N-Gram Viewer*, *Theme-Finder* nebo *Tunebot Music Search*. Nicméně z hlediska pokrytí (indexovaných či dohledatelných dokumentů), přívětivosti rozhraní a způsobů vyhledávání jsou portály *Musipedia* a *Midomi* vzájemně se doplňujícími „jedničkami“ svého druhu, mj. také proto, že na portálu *Musipedia* lze dohledat skladby českých autorů klasické hudby, stejně jako na portálu *Midomi* se pomalu začínají objevovat české písně, kapely a interpreti populární hudby.

Na tomto místě je nutné stručně zmínit také projekt PROBADO, provozovaný univerzitami v Bonnu a Darmstadtu, Německou Národní vědeckotechnickou knihovnou a Bavorskou státní knihovnou. Jde o portál, který umožňuje vyhledávat v rámci 3D objektů a děl klasické hudby. Vyhledávat lze notovým zápisem, ukázkou, pomocí metadat, textu skladby nebo databázi procházet. Po úspěšném vyhledávání lze zobrazit modul s notovou partiturou a modul s náhledem obalu od (právě přehrávané) CD spolu s vlnovým zobrazením (přehrávané) zvukové stopy. Mezi moduly lze plynule přecházet nebo zobrazit miniaturu aktuálně nezobrazeného modulu. Unikátní vlastností je synchronní posun ukazatelů (jezdců) u všech výše popsaných dílo zobrazujících modulů. Tato databáze byla v době vzniku tohoto článku přístupná pouze do okamžiku zadání rešeršního dotazu, pro zobrazení výsledků bylo vyžadováno heslo, testovací přístup nebyl umožněn. [43, 44, 45]

Co se týká vyhledávacích metod, dle mých praktických zkušeností jsou těmi nej-použitelnějšími – **vyhledávání broukáním a obrysem melodie**. Zatímco **vyhledávání broukáním** je za podmínky kvalitního hlasu / zpěvu nedostižné pro tituly z oblasti populární hudby, k níž mnohdy nejsou vytvořeny nebo poskytnuty notové partitury, Parsonsův kód svou neúprosně matematickou logikou 3 možností vztahu dvou sousedících not (tónů) poskytuje záchranou síť pro ty, kteří vyhledávají instrumentální či klasickou hudbu.

Jak jsem uvedl výše, Parsonsův kód má (vedle hudebního incipitu) neobyčejný potenciál z hlediska jednoznačné identifikace hudebních děl v celosvětovém měřítku, poněvadž skladby, k nimž existují notové partitury nebo soubory MIDI, jež jsou vytvářeny profesionálními i amatérskými uživateli a způsoby, mohou být jednoznačně identifikovány vlastní melodií a jejími charakteristikami. Zvážit lze rovněž případné propojení takových Parsonsových kódů skladeb, jež jsou v různých vztazích dle modelu FRBR.

S **vyhledáváním zahráním a notovým zápisem** mám kladnou zkušenost, nicméně v případě portálu *Musipedia* tyto způsoby vyhledávání nenabízejí potřebné pohodlí a jsou relativně okleštěny – 2 oktávy klaviatury pro přednes jsou málo, v případě zadávání not je k dispozici pouze jedna osnova, pouze s houslovým klíčem, nelze vložit předznamenání a při zápisu not nejsou přítomny taktové čáry.

Vyhledávání vytukáváním je spíše zábavná forma, neboť jedinečných a neopakovatelných rytmů skladeb není mnoho, za všechny jmenujme předeheru k opeře Vilém Tell, první větu Beethovenovy 5. symfonie nebo skladbu Bolero od Maurice Ravela.

Vyhledávání ukázkou je použito na portálu *Shazam*, který slouží výlučně pro mobilní platformy, na nichž lze při přítomnosti mikrofону ihned zaznamenat znějící skladbu, tento záznam odeslat jako rešeršní dotaz a následně si prohlédnout výsledky vyhledávání. S tímto typem vyhledávání nemám osobní zkušenost.

Bezsporu zajímavou metodou vyhledávání je vyhledávání pomocí hudebního incipitu [46, 47, 48], tj. úvodu skladby, které je k dispozici např. v odborných databázích *Répertoire International des Sources Musicales* (zkr. RISM), *Global Chant Database* či *Melodiarum Hymnologicum Bohemiae*. Vyhledávání prostřednictvím (hudebního) incipitu se zčásti podobá vyhledávání obrysem melodie a vyhledávání notovým zápisem s třemi výraznými odlišnostmi:

- 1) uživatel musí bezpečně znát tóny či intervaly skladby, kterou vyhledává, a zároveň zvládnout poněkud složitější syntax rešeršního dotazu (v něm se totiž někdy uvádějí i údaje o klíči, předznamenání a taktu skladby), viz vyhledávání na portálu ThemeFinder (www.themefinder.org);
- 2) tento typ vyhledávání je k dispozici valnou měrou v databázích s díly klasické a duchovní hudby (nikoliv hudby populární);
- 3) pokud si uživatel pamatuje jiný fragment, nežli počátek skladby, nemůže úspěšně skladbu dohledat, neboť incipit = úvod, počátek skladby.

Z hlediska budoucích let bude bezsporu zajímavé sledovat zdokonalování vyhledávání hudbou, zejména pokud by se podařilo vyhledávací algoritmy zdokonalit natolik, aby dokázaly z uživatelského hlediska uspokojivě pracovat s nepřesnostmi a šumy při zpěvu, přednesu či zadávání not. Bude-li takové zdokonalení realitou, možná se laická i odborná veřejnost dočká akvizice tohoto vyhledávacího způsobu firmou Google stejně, jako bylo odkoupení největšího portálu pro sdílená videa na světě, tj. YouTube.

Zdroje a literatura

- 1) DANES, Emma. *Hudební teorie pro každého*. Praha: Svojtka & Co., 1998. 47 s. ISBN 80-7237-090-1.
- 2) ŠTEFL, Vítězslav. *Základy hudební nauky v otázkách a odpovědích* [online]. Praha: Nakladatelství Muzikus, 2004-09-02 [cit. 2011-10-05]. Téma č. 3: Tónová soustava (3. část). ISSN 1210-1443. Dostupné z WWW: <<http://www.muzikus.cz/pro-muzikanty-clanky/Zaklady-z-hudebni-nauky-v-otazkach-a-odpovedich-3-Tonova-soustava-3cast~02~zari~2004/>>.
- 3) ŠTEFL, Vítězslav. *Základy hudební nauky v otázkách a odpovědích* [online]. Praha: Nakladatelství Muzikus, 2005-06-11 [cit. 2011-10-05]. Téma č. 7: Stupnice (3. část). ISSN 1210-1443. Dostupné z WWW: <<http://www.muzikus.cz/pro-muzikanty-workshopy/Zaklady-z-hudebni-nauky-v-otazkach-a-odpovedich-TEMA-C-7-STUPNICE-3-CAST~11~cerven~2005/>>.
- 4) ŠTEFL, Vítězslav. *Základy hudební nauky v otázkách a odpovědích* [online]. Praha: Nakladatelství Muzikus, 2004-11-25 [cit. 2011-10-05]. Téma č. 4: Rytmika a metrika (1. část). ISSN 1210-1443. Dostupné z WWW: <<http://www.muzikus.cz/pro-muzikanty-clanky/Zaklady-z-hudebni-nauky-v-otazkach-a-odpovedich-4rytmika-a-metrika-1cast~25~listopad~2004/>>.
- 5) ŠTEFL, Vítězslav. *Základy hudební nauky v otázkách a odpovědích* [online]. Praha: Nakladatelství Muzikus, 2004-12-30 [cit. 2011-10-05]. Téma č. 4: Rytmika a metrika (2. část). ISSN 1210-1443. Dostupné z WWW: <<http://www.muzikus.cz/pro-muzikanty-clanky/Zaklady-z-hudebni-nauky-v-otazkach-a-odpovedich-4rytmika-a-metrika-2cast~30~prosinec~2004/>>.
- 6) ŠTEFL, Vítězslav. *Základy hudební nauky v otázkách a odpovědích* [online]. Praha: Nakladatelství Muzikus, 2005-01-08 [cit. 2011-10-05]. Téma č. 5: Tempo, dynamika, přednes (1. část). ISSN 1210-1443. Dostupné z WWW: <<http://www.muzikus.cz/pro-muzikanty-workshopy/Zaklady-z-hudebni-nauky-v-otazkach-a-odpovedich-Tema-c5-tempo-dynamika-prednes~08~leden~2005/>>.

- 7) TYPKE, Rainer. *Music retrieval based on melodic similarity*. Utrecht (Nizozemsko): 2007. 119, 19 s. Proefschrift (Dr.). Universiteit Utrecht. Vedoucí práce M. H. Overmars. ISBN 90-393-4441-8. ISBN 978-90-393-4441-5. Dostupné též z WWW: <<http://www.cs.uu.nl/groups/MG/multimedia/publications/art/typke-thesis.pdf/>>.
- 8) WIERING, Frans. *Can humans benefit from music information retrieval?* [online]. Utrecht (Nizozemsko) : Department of Information and Computing Sciences, 2006 [cit. 2012-01-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.cs.uu.nl/groups/MG/multimedia/publications/art/AMRWiering.pdf/>>.
- 9) DOWNIE, J. Stephen. *Music information retrieval. Annual Review of Information Science and Technology*. 2003, vol. 37, Issue 1, s. 295-340. ISSN 1550-8382 (online). ISSN 0066-4200 (tištěná verze). Dostupné též z WWW: <http://www.music.mcgill.ca/~ich/classes/mumt611_06/downie_mir_arist37.pdf/>.
- 10) KTD: *Česká terminologická databáze knihovnictví a informační vědy (TDKIV)* [online]. Praha: Národní knihovna České republiky, 2003- [cit. 2012-01-05]. Dostupné z WWW: <<http://aleph.nkp.cz/cze/kttd/>>.
- 11) ORIO, Nicola. *Music retrieval: a tutorial and review. Foundations and trends in information retrieval*. 2006, vol. 1, no. 1, s. 1-91. ISSN 1554-0669 (tištěná verze). ISSN 1554-0677 (online). Dostupné též z WWW: <<http://www.nowpublishers.com/getpdf.aspx?doi=1500000002&product=INR/>>. Dostupné též z WWW: <<http://dx.doi.org/10.1561/1500000002/>>.
- 12) BYRD, Donald, CRAWFORD, Tim. *Problems of music information retrieval in the real world. Information processing & management*. March 2002, vol. 38, Issue 2, s. 249-272. ISSN 0306-4573. Dostupné též z WWW: <<http://www.music.mcgill.ca/~ich/classes/mumt614/MIR/Byrd&Crawford/>>.
- 13) CASEY, Michael A. [et al.]. *Content-based music information retrieval: current directions and future challenges. Proceedings of the IEEE*. April 2008, vol. 96, Issue 4, s. 668-696. ISSN 0018-9219. Dostupné též z WWW: <<http://www.slaney.org/malcolm/yahoo/Casey2008-ContentBasedMIR-IEEEProc.pdf/>>.
- 14) TYPKE, Rainer, WIERING, Frans, VELTKAMP, Remco C. A survey of music information retrieval systems. In: *ISMIR 2005: 6th International Conference on Music Information Retrieval, London, UK, 11-15 September 2005*. London (Velká Británie): University of London, 2005, s. 153-160. ISBN 0-9551179-0-9. Dostupné též z WWW: <http://igitar-archive.library.uu.nl/math/2006-0727-200329/Typke_05_Survey_of_Music_Information_Retrieval_Systems.pdf/>.
- 15) KONTAKI, Maria, KARYDIS, Ioannis, MANOLOPOULOS, Yannis. Content-based information retrieval in streaming music. In: *PCI: 11th Panhellenic Conference on Informatics, Patras, Greece, May 18-20, 2007. Patras (Recko): Greek Computer Society, 2007, s. 249-260*. ISBN 978-960-89784-1-6. (svazek A). ISBN 978-960-89784-0-9 (oba svazky). Dostupné též z WWW: <<http://delab.csd.auth.gr/papers/PCI07kkm.pdf/>>.
- 16) WIERING, Frans. *Multimediale Information retrieval: music information retrieval* [online]. Utrecht (Nizozemsko): Utrecht University, Faculty of Science, Department of Information and Computing Sciences, 2008 [cit. 2012-01-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.cs.uu.nl/docs/vakken/mir/materials/hoorcollege/college5.pdf/>>. Prezentace k 5. přednášce cyklu Multimedia Information Retrieval.
- 17) KUZNETSOV, Andrey, PYSHKIN, Evgeny. Searching for music: from melodies in mind to the resources on the web. In: *HC '10: 13th International Conference on Humans and Computers, Aizu-Wakamatsu, Japan, December 6-10, 2010. Aizu-Wakamatsu (Fukushima-ken, Japonsko): University of Aizu Press, 2010, s. 152-158*. ISBN 978-4-900721-01-2. Po přihlášení dostupné též z WWW: <<http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1994523&dl=ACM&coll=DL&CFID=60876867&CFTOKEN=22796988/>>.
- 18) MIOTTO, Ricardo. *Content-based Music Access: ombining Audio Features and Semantic Information for Music Search Engines*. Padova (Itálie): 2011. 132 s. Disertační práce. Università degli studi di Padova, dei dipartimento di ingegneria dell'informazione. Vedoucí práce Nicola Orio. Dostupné též z WWW: <<http://paduaresearch.cab.unipd.it/3638/1/Miotto-Thesis.pdf/>>.
- 19) Music search. In: *PCMag.com* [online]. New York (New York): Ziff Davis, 2012 [cit. 2012-01-05]. Encyklopedické heslo. Dostupné z WWW: <http://www.pcmag.com/encyclopedia_term/0,2542,t=music+search&i=60040,00.asp/>.
- 20) SINANAN, Samantha. The future is here: query by humming as an example of content-based music information retrieval. *Library student journal* [online]. April 2010, vol. 5 [cit. 2012-01-06]. ISSN 1931-6100. Dostupné z WWW: <<http://www.librarystudentjournal.org/index.php/lsj/article/view/148/272/>>.

- 21) HELÉN, Marko. *Similarity measures for content-based audio retrieval*. Tampere (Finsko): 11th June, 2009. Disertační práce (TkD). Tampereen teknillinen yliopisto. ISBN 978-952-15-2168-3 (tištěná verze). ISBN 978-952-15-2356-4 (E-Book). ISSN 1459-2045. Dostupné též z WWW: <<http://URN.fi/URN:NBN:fi:tyy-201004261110/>>. Dostupné též z WWW: <<http://dspace.cc.tut.fi/dpub/bitstream/handle/123456789/6556/helen.pdf?sequence=3/>>.
- 22) EISENBERG, Gunnar, BATKE, Jan-Mark, SIKORA, Thomas. Efficiently computable similarity measures for query by tapping systems. In: *DAFx'04: 7th International conference on digital audio effects, Naples, Italy, October 5-8, 2004*. Naples (Itálie): Federico II University of Naples, 2004, s. 189-192. ISBN 88-901479-0-3. Dostupné též z WWW: <http://dafx04.na.infn.it/WebProc/Proc/P_189.pdf/>.
- 23) DUGGAN, Bryan. Tunepal: the traditional musicians toolbox. In: *eHeritage 2010: 2nd ACM Workshop on eHeritage and digital art preservation, Firenze, Italy, 25 October, 2010*. Firenze (Itálie): Università di Firenze, Italy, 2010, s. 25-30. ISBN: 978-1-4503-0156-5. Dostupné též z WWW: <http://dl.acm.org/ft_gateway.cfm?id=1877931&type=pdf&CFID=76864492&CFTOKEN=69598374/>. Dostupné též z WWW: <<http://dx.doi.org/10.1145/1877922.1877931/>>.
- 24) RHO, Seungmin [et al.]. MUSEMBLE: a novel music retrieval system with automatic voice query transcription and reformulation. *Journal of systems and software*. July 2008, vol. 81, Issue 7, s. 1065-1080. ISSN 0164-1212. Dostupné též z WWW: <<http://seungminrho.kr/pubs/JSS2008/JSS2008.pdf/>>. Dostupné též z WWW: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jss.2007.05.038/>>.
- 25) LANDRETH, Aaron. *Content-based queries for music applications* [online]. Durango (Colorado): Fort Lewis College, 2007-02-28 [cit. 2012-01-06]. Dostupné z WWW: <http://faculty.fortlewis.edu/ADAMS_E/CLASSES/CS496SENIORSEMINAR/CS496W07/FinalPapers/Landrethseniorpaper.doc/>. Přednáškový materiál.
- 26) LESAFFRE, Micheline [et al.]. User-dependent taxonomy of musical features as a conceptual framework for musical audio-mining technology. In: *SMAC 03: Stockholm Music Acoustics Conference, Stockholm, Sweden, August 6-9, 2003*. Stockholm (Švédsko): Kungliga Tekniska högskolan, 2003, s. 635-638. ISBN 91-7283-559-1. ISSN 1104-5787. Dostupné též z WWW: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.58.801&rep=rep1&type=pdf/>>.
- 27) SHEN, Hung-Che, CHUNGNAN, Lee. Whistle for music: using melody transcription and approximate string matching for content-based query over a MIDI database. *Multimedia Tools and Applications*. December 2007, vol. 35, Issue 3, s. 259-283. ISSN 1380-7501 (tišená verze). ISSN 1573-7721 (online). Dostupné též z WWW: <<http://www.springerlink.com/content/pm2rv657m2226052/fulltext.pdf/>>. Dostupné též z WWW: <<http://dx.doi.org/10.1145/290747.290776/>>.
- 28) SALAMON, Justin. *J. MuSearch Query by Example Search Engine* [online]. Cambridge (Velká Británie): 14th May, 2007 [cit. 2012-01-06]. Seminární práce. Cambridge University, Clare College. Dostupné z WWW: <http://justinsalomon.weebly.com/uploads/4/3/9/4/4394963/justin_salamon_-_dissertation.pdf/>.
- 29) LANGER, Tim. *Music Information Retrieval & Visualisation* [online]. Mnichov (Německo): 2009 [cit. 2012-01-06]. Seminární práce. Ludwig-Maximilians-Universität München, Fakultät für Mathematik, Informatik und Statistik, Institut für Informatik. Dostupné z WWW: <<http://www.medien.ifi.lmu.de/lehre/ws0809/hs/docs/langer.pdf/>>. Dostupné z: WWW <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.164.2901&rep=rep1&type=pdf/>>.
- 30) KAPUR, Ajay, BENNING, Manj, TZANETAKIS, George. Query-by-beat-boxing: music retrieval for the DJ. In: *ISMIR 2004: 5th International Conference on Music Information Retrieval, Barcelona, Spain, October 10-14, 2004*. Barcelona (Španělsko): Universitat Pompeu Fabra, 2004. ISBN 84-88042-44-2. Dostupné též z WWW: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.92.9438&rep=rep1&type=pdf/>>.
- 31) CHEN, James C.C., CHEN, Arbee L.P. Query by rhythm: an approach for song retrieval in music databases. In: *RIDE '98: 8th Workshop on Research Issues in Database Engineering, Orlando, Florida, USA, February 23-24, 1998*. Orlando (Florida): Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1998, s. 139-146. ISBN 0-8186-8389-9. Dostupné též z WWW: <http://make.cs.nthu.edu.tw/makeWeb/alp/alp_paper/Query%20by%20Rhythm%20An%20Approach%20for%20Song%20Retrieval%20in%20Music%20Databases.pdf/>.
- 32) AL-TAEI, Majid. A. [et al.]. Analysis and Pattern Recognition of Woodwind Musical Tones Applied to Query-by-Playing Melody Retrieval. *Lecture notes in engineering and computer science*. 2009, vol. 2176, Issue 1, s. 118-123. ISSN 2078-0958 (tištěná verze). ISSN 2078-0966 (online). Dostupné též z WWW: <http://www.iaeng.org/publication/WCE2009/WCE2009_pp118-123.pdf/>.

- 33) DUGGAN, Bryan, O'SHEA, Brendan. Tunepal: disseminating a music information retrieval system to the traditional Irish music community. In: *ISMIR 2010: 11th International Society for Music Information Retrieval Conference, Utrecht, Netherlands, August 9-13, 2010*. Utrecht (Nizozemsko): Universiteit Utrecht, 2010, s. 583-588. ISBN 978-90-393-53813. Dostupné též z WWW: <<http://ismir2010.ismir.net/proceedings/ismir2010-100.pdf/>>.
- 34) RHO, Seungmin, HWANG, Eejun, KIM, Minkoo. Music information retrieval using a GA-based relevance feedback. In: *MUE '07: 2007 International Conference on Multimedia and Ubiquitous Engineering, Seoul, Korea, April 26-28, 2007*. Soul (Jižní Korea): Korean Bible University, 2007, s. 739-744. ISBN 978-0-7695-2777-2. Dostupné též z WWW: <<http://seungminrho.kr/pubs/MUE2007/MUE2007.pdf/>>.
- 35) RHO, Seungmin [et al.]. M-Musics: mobile content-based music retrieval system. *Multimedia Systems*, July 2011, vol. 17, Issue 4, s. 313-326. ISSN 0942-4962 (tištěná verze). ISSN 1432-1882 (online). Dostupné též z WWW: <http://seungminrho.kr/pubs/ACM_MULTIMEDIA2007/ACMMM2007.pdf/>. Dostupné též z WWW: <<http://dx.doi.org/10.1145/1291233.1291345/>>.
- 36) VOCŮ, Ondřej. Když se řekne YouTube.... Ikaros [online]. 2011, roč. 15, č. 4 [cit. 2012-01-06]. Dostupné z WWW: <<http://ikaros.cz/node/6758/>>. URN-NBN:cz-ik6758. ISSN 1212-5075.
- 37) TYPKE, Rainer. *Musipedia: the Open Music Encyclopedia* [online]. Gelsenkirchen (Německo): [s.n.], 2005- [cit. 2011-10-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.musipedia.org/>>.
- 38) THOMI, Martina. Überblick und Bewertung von Musiksuchmaschinen. *HTW: Chur* [online]. Februar 2011, Schrift 45 [cit. 2012-01-06]. Dostupné z WWW: <http://www.fh-htwchur.ch/uploads/media/CSL_45_Thomi.pdf/>. Dostupné z WWW: <[http://eprints.rclis.org/handle/10760/15451#TwdauIgoFID/](http://eprints.rclis.org/handle/10760/15451#.TwdauIgoFID/)>.
- 39) KHAN, Nauman Ali, MUSHTAQ, Mubashar. Hybrid Query by Humming and Metadata Search System (HQMS) Analysis over Diverse Features. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*. September 2011, vol. 2, Issue 9, s. 58-66. ISSN 2158-107X (tištěná verze). ISSN 2156-5570 (online). Dostupné z WWW: <<http://thesai.org/Downloads/vol.2No9/Paper%2011%20-%20Hybrid%20Query%20by%20Humming%20and%20Metadata%20Search%20System%20%28HQMS%29%20Analysis%20over%20Diverse%20Features.pdf/>>.
- 40) *Midomi* [online]. San Jose (Kalifornie): Melodis Corporation, © 2009 [cit. 2011-10-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.midomi.com/>>.
- 41) COLVIN, Jenny. Naming that tune: mobile music information retrieval systems. *Music reference services quarterly*. 2009, vol. 12, Issue 1-2, s. 29-32. ISSN 1058-8167 (tištěná verze). ISSN 1540-9503 (online). Dostupné z WWW: <<http://ehis.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?sid=c653d3c6-dcb4-48e0-b015-1a8dba1845d9%40sessionmgr111&vid=2&hid=103/>>.
- 42) ČÍŽEK, Jakub. Čtyři programy, které rozpoznají neznámou písničku. *ŽIVĚ: computer* [online]. Praha: MAFRA, 2010-04-02 [cit. 2011-10-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.zive.cz/clanky/ctyri-programy-kttere-rozpoznaji-neznamou-pisnicku/sc-3-a-151656/default.aspx/>>. ISSN 1212-8554.
- 43) DAMM, David [et al.]. A demonstration of the PROBADO music system. In: *ISMIR 2011: 12th International Society for Music Information Retrieval Conference, Miami, Florida, USA, October 24-28, 2011*. Miami (Florida): University of Miami, 2011, s. 1391-1392. ISBN 978-0-615-54865-4. Dostupné též z WWW: <<http://ismir2011.ismir.net/latebreaking/LB-6.pdf/>>.
- 44) DIET, Jürgen, KURTH, Frank. The PROBADO music repository at the Bavarian State Library. In: *ISMIR 2007: 8th International Conference on Music Information Retrieval, Vienna, Austria, September 23-27, 2007*. Wien (Rakousko): Österreichische Computer Gesellschaft, 2007, s. 501-504. ISBN 978-3-85403-218. Dostupné též z WWW: <http://ismir2007.ismir.net/proceedings/ismir2007_p501_diet.pdf/>.
- 45) *PROBADO* [online]. Bonn: University of Bonn, 2011 [cit. 2012-01-07]. Dostupné z WWW: <http://www.probado.de/en_music.html/>.
- 46) TYPKE, Rainer [et al.]. A ground truth for half a million musical incipits. *Journal of digital information management*. March 2005, vol. 3, Issue 1, s. 34-39. ISSN 0972-7272. Dostupné též z WWW: <<http://www.cs.uu.nl/research/techreps/repo/CS-2004/2004-060.pdf/>>.
- 47) ŽBODÁK, Michal. *Hudební incipit v bibliografickém záznamu*. Brno, 2007. v. s., 22 s. Bakalářská práce (Bc). Masarykova univerzita, Fakulta informatiky. Vedoucí bakalářské práce Martin Šárky. Dostupné též z WWW: <http://is.muni.cz/th/60712/fi_b/bp.pdf/>.
- 48) ŽABIČKA, Petr. Hudební incipit v bibliografickém záznamu. In: *AKP 2005: automatizace knihovnických procesů 2005: 10. ročník semináře, Liberec, 3. až 4. květen 2005*. Liberec (Česká republika): Asociace knihoven vysokých škol České republiky, 2005, 6 s. ISBN 80-01-03228-0. Dostupné též z WWW: <<http://www.akvs.cz/akp-2005/05-zabicka.pdf/>>.