

Je weet 't, maar hoe heet 't

Verslag van een empirisch onderzoek naar de bijdrage die
metadata kunnen leveren aan een
query-by-hummingsysteem.

Erik H. van der Weijden

Doctoraalscriptie
Cognitieve Kunstmatige Intelligentie
Faculteit Geesteswetenschappen
Universiteit Utrecht
Eerste begeleider: dr. G. Bloothoof
Tweede begeleider: dr. M. Lievers
Derde begeleider: - (beoordelaar)
Utrecht/Amsterdam, juli 2007

Voorwoord

De jongens van de band vinden dat ik steeds moeilijker ga praten. Sla ik wartaal uit of gaat het werkelijk ergens over, dat gebasel over de eindigheid van berekenbaarheid of het neurien tegen computers? Is dit de vrucht van zes jaar studie? Om uiteindelijk Cognitief Kunstmatig Intelligent te worden? Dankzij Bram Groothoff en Ton Cornelissen, mijn medemuzikanten van het Pneumatisch Dance Trio heb ik het uitoefenen van een beroep als muzikant kunnen combineren met een universitaire studie. De strakke organisatie, de efficiënte aanpak, de goede verdiensten, de vriendschap en het grote plezier zijn voorwaardelijk geweest.

Mijn studie heb ik afgesloten met een zeer interessant onderzoeksproject. Een onderzoek dat in de lijn ligt van de onderzoeksgebieden van Cognitieve Kunstmatige Intelligentie (CKI), maar waar vooral mijn fascinatie aan ten grondslag ligt. Het idee dat mensen bij het zoeken naar een muziekstuk gebruik kunnen maken van computerapplicaties spreekt zeer tot mijn verbeelding. Ik heb het onderzoek met veel plezier uitgevoerd. Bijna vierhonderd mensen zijn als deelnemer betrokken geweest bij het beantwoorden van de vragen. Onder deze deelnemers waren mensen uit het vakgebied MIR, mensen uit mijn kennissenkring, studenten en leden van muziekgezelschappen.

Veel steun heb ik ondervonden van CKI, met name van dr. M. Lievers. Ook heb ik veel te danken aan de begeleiding van dr. G. Bloothoofd, vooral zijn deskundig en kritisch commentaar op mijn hersenspinsels, heeft mijn aandacht gescherpt. Dat is zeker ten goede gekomen aan de kwaliteit van dit onderzoek en aan de verslaglegging in deze scriptie.

Naast de dank aan de begeleiders, bedank ik Joke en Henk van der Weijden, mijn ouders, voor hun onvoorwaardelijke steun die zij mij gegeven hebben. Een steun die van onschatbare waarde is geweest voor de afronding van mijn studie. Veel dank ook aan mijn lieve vriendin Annette de Greeuw, die naast het engelachtig inzingen van de melodieën ook bereid was mee te denken en te delen in alle perikelen rond het afstuderen.

Inhoudsopgave

Voorwoord	III
Korte samenvatting/abstract	VII
1 Inleiding	1
1.1 Onderzoeksgebied	1
1.2 Indeling van deze studie	4
2 Probleemstelling en hypothesen	5
3 Theoretische Verkenningen	7
3.1 Music Information Retrieval	7
3.2 Query-by-Humming	11
3.3 Metadata	14
3.4 MAMI-taxonomie	16
4 Muziekstukken	17
5 Directe waardering van metadata	20
5.1 Bepalen van de metadata	20
5.2 Werkwijze en analyse	22
5.3 Resultaten en conclusie	22
6 Gebruik van perceptuele metadata	24
6.1 Samenstellen van de vragenlijst	24
6.2 Materialen	25
6.3 Deelnemers	25
6.4 Onderzoeksmethoden	27
6.4.1 Discriminatiekracht van de metadata	27
6.4.2 Factoranalyse	29
6.5 Resultaten en conclusie	29
7 Query-by-hummingsysteem	31
7.1 Opzet van een query-by-hummingsysteem	31
7.2 Vergelijken van melodieën	32
7.3 Materialen	34
7.4 Werkwijze en analyse	34
7.5 Resultaten en conclusie	34
8 Vinden van muziekstukken met metadata	36
8.1 Samenstellen van de vragenlijst	36
8.2 Deelnemers	37
8.3 Werkwijze en analyse	38
8.4 Resultaten en conclusie	40
9 Invloed van metadata	42
9.1 Werkwijze en analyse	42

9.2 Resultaten en conclusie	43
10 Eindconclusie en discussie	45
Geraadpleegde literatuur	50
Lijst met afkortingen	52
Bijlagen	53
A Lijst van muziekstukken	53
B Correspondentie met potentiële deelnemers (e-mail)	57
C Applicatie	58
C.1 Beoordeling van de muziekstukken	58
C.2 Query-by-humming en metadata	58
C.3 Opzet van de website	59
D Database	60
D.1 Databasestructuur	61
D.2 Beschrijving van de tabellen	62
E Genrevoorkeur van de deelnemers	66
F Testresultaten vinden van muziekstukken met metadata	67

Korte samenvatting

Muziek speelt een belangrijke rol in het leven van veel mensen. In deze kwantitatieve studie wordt nagegaan welke hulp mensen kunnen verwachten bij het zoeken van een muziekstuk. Daarbij kan gebruik gemaakt worden van gespecialiseerde methoden, zoals query-by-humming. Bij deze computergestuurde zoekmethode wordt een melodie ingezongen, gefloten of geneuried. De applicatie probeert dit te herkennen en geeft aan welke muziekstukken de ingezongen melodie het dichtst benaderen. Naast de melodie kunnen mensen ook over aanvullende informatie beschikken van het muziekstuk, metadata genoemd. Metadata worden verdeeld in twee categorieën: feitelijke metadata en perceptuele metadata. Feitelijke metadata zijn: de titel, de artiest, de liedtekst, het land van herkomst, de taal van de tekst en de periode waarin het muziekstuk is uitgebracht. Er zijn vijftien perceptuele metadata waaronder de mate van vrolijkheid, passie en dansbaarheid. In het onderzoek hebben vierhonderd mensen hun mening gegeven over honderdvijftig muziekstukken. De conclusie is dat de feitelijke metadata er toe doen en dat de perceptuele metadata een beperkte bijdrage leveren aan het vinden van het gezochte muziekstuk.

Abstract

Music plays an important role in everyday life of people. In this quantitative research project is observed which aim people can expect in finding music. In order to do this, specialised methodes can be used, like query-by-humming. This searching methode expects a melody that is sung, whistled or hummed. The application in use tries to recognize the sung fragment and will report which musical pieces are most similar to the given melody. Besides the melody, people could have additional information about musical excerpts, called metadata. Metadata are subdivided in two categories: factual and perceptual metadata. Factual metadata are: the title, the performer, the country, the songtext, the language of the text and the date of release of the song. Fiveteen different perceptual metadata are observed including the range of joy, passion and danceability. In this research project fourhundred people gave their opinion about hundred and fifty songs. The conclusion is that factual metadata are an import opportunity and that the contribution of perceptual metadata gives a limited profit in finding the musical piece in request.

1 Inleiding

1.1 Onderzoeksgebied

Muziek speelt een belangrijke rol in het dagelijks leven van veel mensen. Dat blijkt onder andere uit de grote vraag naar informatie over muziek op het internet en uit de verkoopcijfers van geluidsdragers. Het uitbrengen van tienduizenden muziekproducties per jaar en het gemak om digitale bestanden uit te wisselen via bijvoorbeeld diensten als i-Tunes of 'peer-to-peer'-netwerken, maakt muziek bovendien in toenemende mate toegankelijk voor een grote groep mensen (Downie, 2003b). De toenemende beschikbaarheid van muziek getuigt van een cultureel en commercieel belang voor mensen die muziek 'consumeren' en voor handelaren in muziek (Orio, 2006). De wetenschappelijke belangstelling voor muziek heeft een belangrijke impuls gekregen door de ontwikkelingen in de informatie- en communicatietechnologie. Wiering verwoordt deze belangstelling als volgt: 'The professional viewpoint of music is also much in evidence in an important tradition of computer-supported musicology that already emerged early in the history of computing.' (Wiering, 2006, 1). Een tak van wetenschap die zich specifiek bezighoudt met de verwerking, de opslag en het onderzoek naar geluid en muziek is Music Information Retrieval (MIR).

In het vervolg van dit hoofdstuk wordt achtereenvolgens aandacht besteed aan: Music Information Retrieval, Query-by-Humming en metadata.

Music Information Retrieval

Een wetenschappelijke discipline die zich richt op het onderzoek naar informatie over muziek heet Music Information Retrieval (MIR). Downie definieert MIR als: 'a multidisciplinary research endeavor that strives to develop innovative contentbased searching schemes, novel interfaces, and evolving networked delivery mechanisms in an effort to make the world's vast store of music accessible to all.' (Downie, 2003a, 25). Het doel van MIR is onder andere om te voldoen aan de behoefte van gebruikers aan informatie over muziek (Orio, 2006). Lesaffre geeft aan: 'The task of a music information retrieval action (e.g. a vocal query) is to retrieve the desired music or music information. Actions are transformation processes or techniques that support search of and retrieval from a digital database' (Lesaffre, 2005, 14).

De redenen waarom informatie gezocht wordt, kan variëren. Iemand kan bijvoorbeeld zoeken naar: specifieke muziekstukken, muziek die een bepaalde verwantschap vertoont met bekende muziek, bepaalde uitvoeringen of naar algemene informatie over muziek. Er is door Downie onderzoek gedaan naar de aard van deze informatie. Daaruit blijkt dat de mensen zoeken naar: bibliografische informatie (35%), liedteksten (30%), bepaalde opnames (17%), notatiemethodes (13%) of achtergrondinformatie (13%) (Downie, 2002). Hoewel het onderzoeksdomein van Downie vrij beperkt is, geven deze cijfers desondanks een globale indruk van de soort muziekinformatie die mensen zoeken via internet. In hetzelfde onderzoek wordt melding gemaakt van de manier waarop vragen geformuleerd worden. Ongeveer negentig procent daarvan is tekstgeoriënteerd, hetzij

bibliografisch van aard of op basis van de liedteksten. In een aantal gevallen wordt gerefereerd aan het genre, een verhaallijn of het tempo. Ook wordt andere informatie aangedragen om een vraag te formuleren, zoals: vergelijkbare muziek, gevoelswaarden of muziekvoorbeelden. In deze laatste gevallen maken vragenstellers gebruik van aspecten van de muziek die niet tot de gebruikelijke annotaties behoren.

Wiering onderscheidt twee benaderingen om informatie over muziek te zoeken: 'Binnen het onderzoeksgebied MIR zijn twee verschillende benaderingen te onderscheiden: een op metadatagebaseerde en een op inhoudgebaseerde benadering. De eerste benadering zoekt hoofdzakelijk bruikbare categorieën in beschrijvingen van muziek, bijvoorbeeld het onderscheid tussen verschillende uitvoeringen van eenzelfde compositie, tussen de artiest-als-maker en de artiest-als-uitvoerder, of om de myriade aan genrebeschrijvingen, die bestaan voor muziek, te ordenen. Deze categorieën worden in tekst uitgedrukt. Bestaande tekstgebaseerde zoeksystemen kunnen gebruikt worden om in beschrijvingen van muziek te zoeken, en kunnen ingezet worden om in een andere belangrijke eigenschap van muziek te zoeken: de tekst van vocale muziek. De meer uitdagende benaderingen in MIR zijn dus de benaderingen die uitgaan van de muzikale inhoud, bijvoorbeeld toonhoogte, melodie en ritme' (Wiering, 2006, 2).

De vraag naar de muzikale inhoud wordt in MIR van twee kanten bekeken. Ten eerste vanuit een fysische optiek (informatica en engineering), waar de inhoud van muziek refereert aan fysische eigenschappen van muziek (frequenties, intensiteit en timbre). Ten tweede vanuit de wijze waarop muziek beschreven wordt. Uit de fysische eigenschappen van muziek is het tot op zekere hoogte mogelijk om elementen als melodie, harmonie, ritme en structuur te extraheren. Daartoe worden statistische en probabilistische analysemodellen uit het vakgebied Information Retrieval (IR) ingezet. IR is een onderzoeksgebied dat zich bezighoudt met het zoeken naar documenten, naar de inhoud van documenten en naar metadata die de documenten beschrijven. Bovendien houdt IR zich bezig met het zoeken binnen databases naar tekst, geluid, beeld, of data.

Futrelle geeft aan dat de toepassing van IR-technieken een grote reikwijdte kan hebben. Hij beweert, op gezag van Smiraglia, dat het toepassen van IR-technieken op het domein muziek een grote uitdaging voor MIR is, vanwege de uitgebreide variëteit waarop muziek geproduceerd, gerepresenteerd en gebruikt wordt (Futrelle, 2002). Die grote variëteit uit zich in de verscheidenheid aan muzikaal materiaal (genres, bezettingen) en de verschillende formaten van muziek (muzieknotatie, audio), maar ook in de mogelijkheden die inmiddels ontwikkeld zijn om MIR-technieken toe te passen (Typke, 2005).

Er zijn nog veel problemen met het gebruik van MIR-systemen door:

- onvolledig geannoteerde databases. Er zijn geen protocollen die overeenstemming garanderen tussen de databases en de verschillende vormen van annotatie.
- weinig inzicht in de perceptie van muziek. De perceptuele aspecten van muziek komen in query-by-hummingsystemen nauwelijks aan bod;

- verschil in systeem- en gebruikersbenadering. De verwachtingen van de gebruikers en de ontwikkelaars zijn niet op elkaar afgestemd (zie Lesaffre, 2005).

Query-by-Humming

Wanneer iemand die muziek zoekt en niet voldoende bibliografische kennis heeft, of wil zoeken op basis van de melodie, kan gebruik maken van een zoekmethode die query-by-humming (QbH) wordt genoemd. QbH wordt ook wel aangeduid als 'query-by-voice' of 'query-by-melody'. De term query-by-humming is geïntroduceerd door Ghias en anderen (Ghias, 1995), en staat voor een methode om gezongen, gefloten of geneuriede melodieën te gebruiken om informatie uit een database te verkrijgen. Het uitgangspunt van QbH is de analyse van een geluidsfragment op eigenschappen als frequentie en amplitude, waardoor de melodie geëxtraheerd kan worden. De geproduceerde melodie wordt vergeleken met de muziek die in de database is opgeslagen. Het QbH-systeem levert een lijst met de meestgelijkende melodieën op.

Metadata

Metadata zijn kenmerken die de karakteristieken van bepaalde gegevens beschrijven (website 5). Naast de melodie zijn wellicht andere, aanvullende gegevens over het muziekstuk bij de 'zanger' bekend. In dit verband valt onder meer te denken aan: de titel, de uitvoerder (artiest of groep) of delen van de liedtekst. In deze studie worden deze aspecten metadata genoemd. Tot nu toe was er bij onderzoekers vooral aandacht voor de analyse van het door de zanger geproduceerde geluid: de niet-metadata. Lesaffre merkt in dit verband op: 'most of the research in the area of content-based music analysis has been bottom-up. It has principally been done from a viewpoint of computer science and electronic engineering. In other words, little attention has been paid to perception and cognitive characteristics of music.' (Lesaffre, 2005, 15). In mijn onderzoek vraag ik vooral aandacht voor de hier aangeduide perceptuele en cognitieve eigenschappen van muziek. Medewerkers van de universiteit van Gent hebben, onder leiding van professor Leman, een conceptueel raamwerk ontworpen, de MAMI-taxonomie. In deze taxonomie worden, naast de fysische, ook de perceptuele en de cognitieve eigenschappen van muziek opgenomen (zie Lesaffre, 2006). Deze taxonomie neem ik als vertrekpunt voor mijn onderzoek (zie hoofdstuk 3.4).

Samenvattend wordt geconcludeerd dat in de samenleving veel belangstelling is voor muziek. Het toegankelijk maken van het muziekdomein is derhalve van grote maatschappelijke en economische betekenis en vormt tevens een wetenschappelijke uitdaging. Het onderzoeksgebied dat zich richt op de verwerking van informatie over muziek is Music Information Retrieval. Een specifieke toepassing van MIR is de zoekstrategie Query-by-Humming. Deze biedt mogelijkheden om muziek te vinden zonder dat er gebruik gemaakt wordt van bibliografische kennis. Naast de productie van muziek (inzingen of muziek maken), spelen ook andere aspecten een belangrijke rol bij het zoeken naar informatie over muziek. In deze studie worden deze aspecten aangeduid met de term metadata. Door Leman is een taxonomie ontwikkeld om deze metadata in kaart te brengen, de zogeheten MAMI-taxonomie. Deze taxonomie is vertrekpunt van deze studie.

1.2 Indeling van deze studie

Hoofdstuk 2 schetst de probleemstelling en de daaruit voortvloeiende onderzoekshypothesen. In hoofdstuk 3 komen de theoretische verkenningen waarin dit onderzoek is geplaatst, aan bod. In hoofdstuk 4 worden de muziekstukken besproken. In de hoofdstukken 5, 6, 7, 8 en 9 worden de uitgevoerde onderzoeken beschreven. De eindconclusie en de discussie komt aan de orde in hoofdstuk 10. Verder bevat deze studie een samenvatting, een literatuurlijst en bijlagen.

2 Probleemstelling en hypothesen

Aan de basis van dit onderzoek ligt mijn fascinatie voor de wijze waarop muziek gerepresenteerd is in het menselijk brein en wat de uitdrukkingsmogelijkheden zijn van deze representaties. In deze studie gaat het niet om de neurologische of psychologische aspecten van deze representaties, maar om de beperkte informatie waarover mensen soms beschikken, te completeren. De aandacht gaat vooral uit naar strategieën die gebruikt kunnen worden om dit mogelijk te maken. Het gaat dan om de vraag welke aanvullende informatie, naast een melodie van een muziekstuk, mensen beschikbaar hebben om een muziekstuk nader te duiden. Hierbij valt te denken aan: een naam van een artiest, flarden van een tekst of een affectieve associatie. Die aanvullende informatie bestaat uit feitelijke en perceptueel georiënteerde informatie, de zogenoemde metadata. De door de Universiteit Gent ontwikkelde MAMI-taxonomie, biedt een conceptueel raamwerk om zowel de fysische eigenschappen van muziek als de meer perceptuele eigenschappen te kunnen plaatsen. De termen en categorieën die in dit onderzoek gebruikt worden om de metadata te formuleren zijn afkomstig uit onderzoeken van de universiteit van Gent (zie Leman, 2002).

In dit onderzoek richten we ons voornamelijk op de interpretatie en betrouwbaarheid van metadata, waarbij de term betrouwbaarheid inhoudt in hoeverre mensen in staat zijn om zelf (en onderling) consistent bepaalde oordelen op (bepaalde) metadata te geven, de zogeheten interbeoordelaarsbetrouwbaarheid (ibb). Volgens Lesaffre maken de huidige applicaties die met query-by-hummingmethodes werken, weinig gebruik van perceptuele annotaties van muziek, terwijl de menselijke perceptie van muziek een belangrijk aanknopingspunt vormt voor de beschrijving van muziek (zie Lesaffre, 2005). De query-by-hummingapplicaties die momenteel gebruikt worden, richten zich vooral op de automatische herkenning van de melodie (zie Typke, 2005). De relatie tussen QbH en metadata is nog weinig onderzocht met uitzondering van het onderzoek van Lesaffre (Lesaffre, 2005). Ik sluit met mijn onderzoek aan op haar bevindingen en conclusies. De bovengenoemde aspecten, geplaatst in het onderzoeksveld, zoals dat in de Inleiding is beschreven, leiden tot de volgende probleemstelling:

Welke metadata zijn, in aanvulling op een query-by-hummingsysteem, betrouwbaar om muziekstukken te onderscheiden?

Uit deze probleemstelling worden twee hypothesen afgeleid, te weten:

1. *Sommige metadata zijn betrouwbaarder om muziknummers te identificeren dan andere.*

Naast de melodie zijn er verschillende, andere eigenschappen (metadata) beschikbaar om muziekstukken te beschrijven. Het onderzoek moet aantonen welke metadata te onderscheiden zijn. De metadata verschillen niet alleen van inhoud maar ook van belangrijkheid. Duidelijk moet worden in welke mate metadata een bijdrage kunnen leveren aan het vinden van het gewenste muziekstuk. Zo wordt bijvoorbeeld voorondersteld dat als een deelnemer aan dit onderzoek een muziekstuk zoekt en daarbij de titel weet, er praktisch gespro-

ken een honderd procent score zal optreden bij het zoeken. Als de deelnemer echter eigenschappen als vrolijkheid, genre of dansbaarheid aandraagt, is het vinden van het gevraagde muziekstuk waarschijnlijk minder succesvol. Uit de toetsting van de hypothese zal blijken of er inderdaad sprake is of bepaalde metadata die succesvoller kunnen bijdragen aan het identificeren van een gevraagd muziekstuk.

2. Een query-by-hummingapplicatie zal door het betrekken van metadata bij het zoeken op melodische context in een database, hogere rankingposities bewerkstelligen voor het gezochte muziekstuk.

Het inzingen, neuriën of fluiten van een melodie kan succesvolle resultaten opleveren bij het zoeken van een muziekstuk. Dat is echter lang niet in alle gevallen zo. Voorondersteld wordt dat als deelnemers naast een melodie of een flard van een melodie, kennis hebben van een aantal andere eigenschappen van die melodie, deze kenbaar gemaakt kunnen worden en zo bij kunnen dragen aan het vinden van een gezocht muziekstuk. De combinatie van query-by-humming en het aangeven van metadata verhoogt het succes om muziekstukken te vinden.

De huidige applicaties maken weinig gebruik van de combinatie van query-by-hummingtechnieken en metadata om tot een vergelijk te komen (zie Typke, 2005). In mijn onderzoek wordt nagegegaan of de toevoeging van metadata van invloed is op het identificeren van muziekstukken.

3 Theoretische Verkenningen

In dit hoofdstuk wordt een aantal onderwerpen beschreven die gerelateerd zijn aan het onderzoek. Het betreft onderwerpen die theoretisch nader verkend moeten worden. Deze verkenning moet leiden tot een juist hanteren van de termen en tot een beter begrip van de achterliggende noties bij een onderwerp. De onderwerpen vormen het wetenschappelijk kader van mijn onderzoek. De volgende onderwerpen worden in afzonderlijke hoofdstukken besproken: Music Information Retrieval (4.1), Query-by-humming (4.2), Fysische analyse (4.3), Metadata (4.4) en de MAMI-taxonomie (4.5).

3.1 Music Information Retrieval

Futrelle omschrijft het onderzoeksgebied als volgt: 'Music Information Retrieval (MIR) is a rapidly growing interdisciplinary research area encompassing computer science and information retrieval, musicology and music theory, audio engineering and digital signal processing, cognitive science, library science, publishing, and law.' (Futrelle, 2002, 1). Deze omschrijving strookt met de omschrijving die Downie geeft, alhoewel laatstgenoemde zich bedient van meer poëtische bewoordingen: 'a multidisciplinary research endeavor that strives to develop innovative content-based searching schemes, novel interfaces and evolving networked delivery mechanisms in an effort to make the world's vast store of music accessible to all' (Downie, 2004, 1). Beide wetenschappers benadrukken het multidisciplinaire karakter van het onderzoeksgebied. Een onderzoeksgebied dat besproken wordt op ISMIR-conferenties (website 6). Vooraf aan de ISMIR-conferentie van 2007 is de volgende lijst met onderwerpen opgesteld. Onderwerpen die besproken kunnen worden en die de veelzijdigheid van het vakgebied aantonen, zijn:

- content-based querying and retrieval
- automatic classification
- music recommendation and playlist generation
- fingerprinting and digital rights management
- score following and audio alignment
- transcription and annotation
- music summarisation
- optical music recognition
- libraries, archives and digital collections
- database systems, indexing and query languages
- text and web mining
- compression and streaming
- modification and transformation of music data
- evaluation of MIR systems
- knowledge representation and metadata

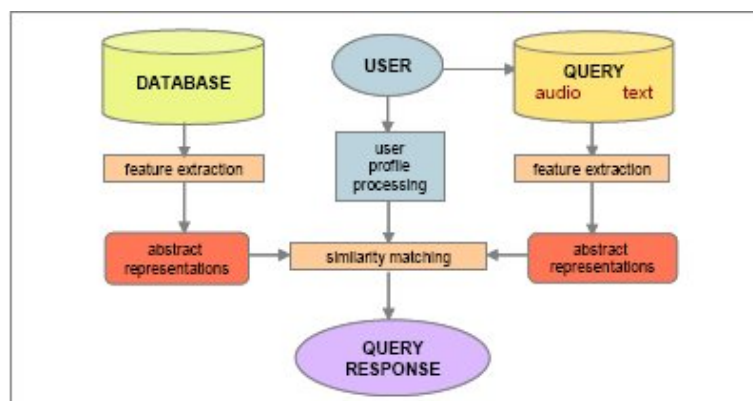
- melody and motives
- harmony, chords and tonality
- rhythm, beat, tempo and form
- timbre, instrumentation and voice
- genre, style and mood
- similarity metrics
- user interfaces and user models
- emotion and aesthetics
- perception and cognition
- social, legal, ethical and business issues
- methodological issues and philosophical foundations

MIR houdt zich specifiek bezig met: de verwerking, de opslag, het behoud en het onderzoek van muzikaal materiaal. Het grote aantal cd's dat wereldwijd verkocht wordt, tezamen met de hoeveelheid muziek die beschikbaar is via internet, leidt ertoe dat er veel belangstelling is voor de verwerking van informatie van en over muziek (Downie, 2003b, 296). De hoge verkoopcijfers tonen aan dat veel mensen zich, op wat voor manier dan ook, bezig houden met muziek en dat er grote commerciële, culturele en economische belangen mee gemoeid zijn. De grote beschikbaarheid van muziek brengt met zich mee dat er meer behoefte is aan methoden om muziek efficiënt te verwerken (zie Futrelle, 2002). Methoden die geschikt zijn om muziek te verwerken, zijn op te delen in methoden die zich bezig houden met het beschrijven van muziek zoals de titel of de uitvoerder en methoden die de inhoud van muziek analyseren.

Een beschrijving van muziek biedt niet altijd voldoende informatie om tegemoet te komen aan de eisen die de verschillende toepassingen stellen. Twee van deze toepassingen zijn bijvoorbeeld: het extraheren van een melodie uit een ruw geluidsbestand of de automatische toekenning van het genre aan muziekstukken. Door het toepassen van statistische- en waarschijnlijkheidmodellen uit het vakgebied Information Retrieval (IR) is het mogelijk informatie te verkrijgen uit ruw geluidsmateriaal. IR is een onderzoeksgebied dat zich bezig houdt met het zoeken naar inhoud of naar betekenisvolle informatie binnen tekst, audio, beeld, of data. Bovendien houdt IR zich bezig met het zoeken naar informatie in documenten, naar documenten zelf en naar metadata die de documenten beschrijven (zie website 1). De eerste benadering staat bekend als het zoeken op basis van inhoud, de tweede benadering staat bekend als het zoeken op basis van beschrijvingen (metadata). Onder het begrip metadata wordt in MIR informatie als de titel, de uitvoerder of de componist van een muziekstuk verstaan (Orio, 2006, 10; Downie, 2003b, 301). Het zoeken op basis van beschrijvingen kent vele toepassingen zoals bijvoorbeeld bij zoekmachines op het internet. Deze toepassingen scheiden zich af van toepassingen die informatie zoeken op basis van inhoud, door zich te concentreren op de verwerking van documenten of tekst. Toepassingen die zich baseren op de inhoud analyseren ruw materiaal. In muziek is dat bijvoorbeeld het vinden van ritme, toonhoogte of melodie. Typke geeft een overzicht van de meest bekende applicaties die zich baseren op de analyse van de inhoud van muziek (Typke, 2005). Er zijn verschillende mogelijkheden om op inhoud gebaseerde informatie te verkrijgen.

Een methode die 'fingerprinting' heet, kan gebruikt worden om fragmenten van geluid zonder verdere analyse letterlijk te vergelijken met originelen die opgeslagen zijn in een database, zodat het bijbehorende muziekstuk gevonden kan worden. Er zijn methoden die informatie betrekken uit symbolisch gerepresenteerde muziek zoals MIDI of MusicXML en er zijn methoden die analyses toepassen op ruw geluidsmateriaal. Bovendien bestaan er hybride toepassingen die eerst een ruw geluidsbestand omzetten naar een symbolische representatie, en op het verkregen resultaat verdere bewerkingen toepassen (Veltkamp, 2006, 2). Query-by-humming is hier een voorbeeld van.

De componenten van een MIR-systeem zijn: de database, de gebruiker, de queries, de inhoud en de handelingen. Schematisch geeft Lesaffre dit als volgt weer.



Figuur 1: Componenten van een MIR-systeem

Een MIR-systeem zou volgens Lesaffre aan de volgende criteria moeten voldoen:

- het omgaan met grote databases met muzikale geluidsbestanden moet mogelijk zijn;
- de accuratesse van muziekherkenning moet toereikend zijn;
- de computationele complexiteit moet acceptabel zijn;
- de terugkoppeling moet subjectief betekenisvol zijn (Lesaffre, 2006, 11).

Het laatste criterium wordt door Futrelle geaccentueerd. Hij geeft aan dat er geen algemene ideeën zijn om te bepalen wanneer een systeem goed werkt. Voort vermeldt hij dat deze systemen weinig vanuit het perspectief van de gebruikers zijn opgezet (zie Futrelle, 2002). In hetzelfde artikel somt Futrelle op welke drie principes gehanteerd moeten worden bij MIR-onderzoek:

1. MIR-systemen zijn ontwikkeld om aan de behoeften van specifieke gebruikersgroepen te voldoen;

2. MIR-technieken moeten geëvalueerd worden op basis van de mate waarin ze aan de behoeften van de gebruikersgroepen voldoen;
3. MIR-technieken moeten geëvalueerd worden aan de hand van overeengekomen maten tegen overeengekomen verzamelingen van data, zodat betekenisvolle vergelijkingen gemaakt kunnen worden tussen verschillende onderzoeksresultaten (Futrelle, 2002).

In mijn optiek zouden MIR-systemen moeten voorzien in technieken en mechanismen om resultaten te genereren die het best aansluiten bij de oorspronkelijke query van de gebruiker. Dat wordt onderschreven door Downie: 'Notwithstanding these technological advancements, MIR research is currently a systems-centered research domain. For a variety of reasons, including intellectual property law, limited access to substantial, multi-genre, multi-format collections and a lack of a historical user-base, MIR research has hitherto been unable to develop and exploit data concerning the nature of realworld user needs and use of music information' (Downie, 2002, 1).

Er zijn verschillende gebruikersgroepen die gebruik maken van MIR-systemen. Er is nog weinig wetenschappelijk onderzoek verricht naar de samenstelling van deze groepen, naar de wijze waarop zij muziek waarderen, welke zoekstrategieën zij hanteren en wat zij verwachten. De vraag is dus in hoeverre een MIR-systeem aangepast moet zijn aan de verschillende eisen die deze gebruikersgroepen stellen (zie Lesaffre, 2005, 15). In praktische zin worden op inhoud gebaseerde muziek-informatiezoeksysteem gebruikt voor het zoeken van muziek op internet en in platenwinkels. Bovendien zijn deze systemen bruikbaar voor musicologen, bijvoorbeeld om de onderlinge invloed van componisten aan te geven en om plagiaat op te sporen (vgl. Veltkamp, 2006, 1).

Vragen van gebruikers zijn niet altijd eenduidig te interpreteren. Downie deed onderzoek op internet naar de manier waarop mensen vragen formuleren wanneer zij zochten naar informatie over muziek. Ongeveer negentig procent van de vragen is tekstgeïntendeerd, hetzij bibliografisch van aard of op basis van de liedteksten. In een aantal gevallen wordt gerefereerd aan het genre, een verhaallijn of het tempo. Ook wordt andere informatie aangedragen om een vraag te formuleren, zoals: vergelijkbare muziek, gevoelswaarden of muziekvoorbeelden. In deze laatste gevallen maken vragenstellers gebruik van aspecten van de muziek die niet tot de gebruikelijke annotaties behoren (Downie, 2002). Aspecten die gebaseerd zijn op de inhoud van muziek.

Lesaffre deed onderzoek naar de aard van spontaan geformuleerde queries (Lesaffre, 2005). Zij geeft een opsomming van problemen die bestaan met de huidige MIR-applicaties:

- 'a conceptual framework for MIR purposes is still inexistent;
- systems for automated MIR are usually developed without a clear link with the nature and content of music;
- MIR research scarcely tackles the problem of databases containing real music;

- there is no metadata (created by humans) accessible for testing and training;
- there is no annotation methodology available to the MIR community;
- methods for evaluation are at a very primitive stage of development;
- few studies have been undertaken focusing on user behaviour;
- research barely involves real users: much experimental research relies on results from experts;
- user specific interests and the search context are usually neglected;
- the comprehension of music at higher levels is far from clear' (Lesaffre, 2005, 22).

Zij biedt voor een aantal van deze problemen oplossingen.

Ook andere auteurs signaleren problemen met MIR-systemen: Byrd geeft aan dat bijna al het onderzoek in MIR dat we kennen, mainstream westerse muziek behandelt. Deze muziek is niet noodzakelijk tonaal, of afgeleid van een specifieke traditie ('kunstmuziek' of andere vormen). Het is gebaseerd op noten met een gedefinieerde toonhoogte, geselecteerd uit de conventionele verdeling van twaalf onderverdelingen van het octaaf (zie Byrd, 2002, 3).

Wiering geeft verwoordt problem als volgt: 'In MIR research, is assumed that music is represented by its information content, that users wish to search for musical information, that such a search can be expressed as musical query, but that users don't succeed because they are bad at expressing their information need. My criticism on this view is that it considers music primarily as information. First, this view assumes untrained users think of music as information, and furthermore underestimates the importance of other user needs besides information (such as mood, emotion, exploration and surprise); second, that it does not sufficiently take spontaneously-developed musical skills of listeners into account' (Wiering, 2006, 4/5).

Bovenstaande problemem moeten als vertrekpunt genomen worden voor nader wetenschappelijk onderzoek. Het oplossen van deze problemen kan leiden tot 'development of new forms of interaction and integration of MIR techniques in more general applications' (Wiering, 2006, 5).

De mogelijkheden en beperkingen van systemen dicteren de handelwijze van gebruikers. De gebruiker moet zijn/haar vraag dus altijd stellen op zo'n manier dat interpretatie door de computer mogelijk is. Heeft de gebruiker de beschikking over een flard van de melodie, dan kan gebruik gemaakt worden van een query-by-hummingsysteem.

3.2 Query-by-Humming

Omschrijving

Onder de term 'query-by-humming' wordt een computerapplicatie verstaan,

waarbij een, door de gebruiker 'gehumde' (ingezongen, geneuried of gefloten) melodie, wordt vergeleken met muziek in een database. Het systeem retourneert een lijst van muziekstukken die het meest lijken op de door de gebruiker gegeven melodie.

In plaats van de term query-by-humming worden ook wel de termen 'query-by-voice', 'query-by-melody' of 'vocal query' gebruikt. De termen staan voor een verzameling van mogelijkheden om een zoekvraag te stellen door middel van de stem, ik gebruik verder de term 'inzingen'. De gebruiker kan zonder beschrijvingen of informatie over van muziekstukken, de gezochte muziek achterhalen. Het inzingen gebeurt via een microfoon zodat er een éénstemmig (monofoon) muziekfragment ontstaat. Dit fragment wordt door de applicatie vergeleken met elk muziekstuk dat in de database is opgeslagen. Deze vergelijkingen worden niet op de originele muziek uitgevoerd, maar worden eerst geanalyseerd en omgezet in een vergelijkbare, symbolische representaties. Deze omzetting wordt voor het ingezongen fragment uitgevoerd, voor de muziek in de database is dat echter vaak niet mogelijk, omdat dat die meerstemmige muziek bevat die erg moeilijk te analyseren is. In plaats daarvan wordt gebruik gemaakt van apart aangeleverde symbolische representaties. De vergelijking levert uiteindelijk een lijst op met de muziekstukken die het beste resultaat behalen.

Fragment inzingen

Het uiten van een zoekopdracht door een mens, gebeurt door het inzingen van een éénstemmige melodie. Deze melodie kan alleen melodisch of ritmisch materiaal bevatten. Het inzingen van harmonieën is onmogelijk omdat een mens niet meerdere tonen tegelijk te uiten. Ook grote verschillen in klankkleur kan de menselijke stem niet produceren. Problemen die op kunnen treden bij het inzingen van een melodie: de interactie met de applicatie, het niet goed inzingen van een melodie (verkeerde toonhoogte, verkeerde nootlengte, verkeerde toonsoort), door de query heen praten of door storende achtergrondgeluiden (Weinstein, 2007; website 7). Naast het 'hummen', daaronder valt het inzingen, neurien en fluiten, is het mogelijk om een query te uiten door een melodie in te spelen met een muziekinstrument of door een midibestand op te sturen. Problemen die optreden zijn vaak een gevolg van een 'mismatch' tussen systeem en gebruiker. De relatie tussen de manier waarop mensen muziek begrijpen en beschrijvingen van muziek op fysisch niveau is theoretisch niet onderbouwd (zie Lesaffre, 2005, 4).

Verwerken van de melodie

Als het fragment in de applicatie is ingezongen moet dit fragment geanalyseerd worden om de melodie uit het geluidsbestand te verkrijgen. Deze omzetting is nodig omdat de vergelijkingssoftware alleen symbolische muziekrepresentaties kan vergelijken. Orio geeft aan: 'Het uitgangspunt van query-by-hummingmethode is de analyse van een geluidsfragment op eigenschappen van geluid als toonhoogte, de intensiteit en de klankkleur. De toonhoogte is gerelateerd aan de perceptie van fundamentele frequenties, de intensiteit aan de amplitude. De klankkleur is gerelateerd aan de eigenschappen van geluid die luisteraars in staat stelt geluiden te onderscheiden met dezelfde toonhoogte en dezelfde intensiteit' (zie Orio, 2006, 5). Een melodie wordt met behulp van een analysemethode als bijvoorbeeld Fast Fourier Transformation, geëxtraheerd uit

de fysische eigenschappen van geluid. Fysische eigenschappen van geluid zijn onder andere: de frequentie van de melodie, de geluidsintensiteit en het timbre (spectrum) (zie Lursen, 1985, 181). De analyse van geluidsbestanden stuit echter in de praktijk op problemen. De resultaten van de analyse van éénstemmige (monofone) melodieën ligt rond de 70-80% goed, voor harmonie en timbre zijn de resultaten nog minder goed (zie Byrd, 2002, 18; Wiering, 2006, 8).

Database

In de database van een query-by-hummingsysteem is een beperkte selectie muziek opgenomen. Dat betekent dat een applicatie die met deze database werkt alleen de muziek kan vinden die in deze selectie is opgenomen. Er zijn in de verschillende query-by-hummingsystemen ook verschillende manieren waarop de muziek gerepresenteerd kan worden. Muziek kan in de vorm van formaten als Midi, MusicXML of als tekst representeerd worden. De kwaliteit van de database bepaalt ook in hoeverre de resultaten succesvol zullen zijn. Problemen met de kwaliteit van de database worden door Byrd beschreven (zie Byrd, 2002, 19; Downie, 2002, 2).

Het vergelijken van fragmenten met muziek in de database

Het symbolische gerepresenteerde muziekfragment wordt vergeleken met de muziek die in de database is opgeslagen. Doortoe zijn er een aantal vergelijkingsalgoritmes beschikbaar die op basis van het vergelijken van intervallen, contour, geïmpliceerde harmonieën, tekstrepresentaties en/of nootlengtes tot een resultaat komen. Orio geeft aan:

'The research work on melodic retrieval can be grouped depending on the methodologies that have been proposed to compute the similarity between the query and the documents. A classification in three categories is proposed: approaches based on the computation of index terms, which play a similar role of words in textual documents, approaches based on sequence matching techniques, which consider both the query and the documents as sequences of symbols and model the possible differences between them, and geometric methods, which can cope with polyphonic scores and may exploit the properties of continuous distance measures (in particular the triangular inequality) to decrease computational complexity' (Orio, 2006, 54).

Effecten

Een meer sociaal-psychologische kwestie is wat mensen precies zoeken en of een QbH-systeem aan de verwachtingen voldoet en of het het resultaat teruggeeft dan men verwacht. Er is op dit gebied veel onderzoek en ontwikkeling gedaan, maar er is weinig bekend over de effecten. Futrelle geeft aan: 'QbH-systemen zijn intensief ontwikkeld, maar er is geen overeenstemming dat gebruikers zulke systemen prefereren, sommigen suggereren zelfs van niet' (Futrelle, 2002, 5). Bovendien meldt Wiering dat de presentatie van de resultaten soms veel tijd vergt en dat het een zware taak voor het muzikale geheugen kan zijn (zie Wiering, 2006, 10). Om de resultaten van een query-by-hummingsysteem positief te beïnvloeden zouden mensen gebaat zijn bij een gestuurd proces waarin hulp en informatie geboden wordt bij inzingen van een melodie. De ontwikkeling van systemen zou kunnen profiteren van kennis en de mening van mensen die gebruik (gaan) maken van een geïntegreerde QbH-applicatie (zie Lesaffre, 2005, 15).

Bestaande applicaties

Lesaffre somt een aantal query-by-hummingsystemen op. Zij noemt achtereenvolgens: Meldex/Greenstone (volksliedjes), ThemeFinder (monofone klassiek en volksliedjes), MusiPedia (klassieke en populaire muziek, en volksliederen). Er zijn meer query-by-hummingsystemen bijvoorbeeld: Midomi, QbH research project at NYU, Query by Humming at Sloud Inc en MaART at Sourceforge (zie website 8).

3.3 Metadata

Omschrijving

Metadata geven informatie over bepaalde feiten, met andere woorden, het zijn data over data. Metadata zijn gegevens over een bepaalde documenten, muziekstukken, foto's, video's en websites. In deze studie wordt de term metadata zowel in de enkelvoudige als in de meervoudige betekenis gebruikt. Zo kan gesproken worden over de metadata titel (de titel van een muziekstuk). Het zijn niet de feitelijke gegevens van bijvoorbeeld de tekst of de muziek (melodie). In deze studie vervullen de metadata een belangrijke rol. Als iemand een zoekvraag heeft over een muziekstuk, dan kunnen aanvullende gegevens (metadata) een belangrijke rol vervullen bij het zoeken naar het antwoord. Het gaat dan vooral om de koppeling tussen het oorspronkelijke document of muziekstuk en de metadata (zie ook hoofdstuk Inleiding). Lesaffre geeft in haar promotieonderzoek aan dat 'het meeste onderzoek op het gebied van de op inhoudgebaseerde muzikanalyse een 'bottom-up' benadering kent. In principe wordt de analyse uitgevoerd vanuit het gezichtspunt van de computerwetenschap en electronica-engineering. Met andere woorden, er is weinig aandacht voor de perceptuele en cognitieve kenmerken van muziek' (Lesaffre, 2005, 15).

Feitelijke en perceptuele metadata

Metadata kunnen onderverdeeld worden in feitelijke en perceptuele metadata. In dit onderzoek worden onder feitelijke metadata de gegevens verstaan die 'onomstotelijk' verbonden kunnen worden met een muziekstuk, te denken valt aan de titel, de uitvoerder (artiest) en/of de liedtekst. De perceptuele metadata vertegenwoordigen een grotere mate van interpretatie en subjectiviteit: vrolijkheid, agressie of dansbaarheid. Kortom, de feitelijke metadata liggen vast en de perceptuele metadata worden geïnterpreteerd door de beschouwer. In dit onderzoek worden zeven feitelijke metadata onderscheiden. Deze lijst is samengesteld op basis van de analyse van een groot aantal websites, die beschrijvingen van muziek geven. Deze beschrijvingen leiden tot een categorisering van feitelijke metadata. Het gebruik van feitelijke metadata om te zoeken naar informatie op het internet, gebeurt veelal met behulp van algemene en gespecialiseerde zoekmachines of forums op internet; bijvoorbeeld voor het zoeken van liedteksten (zie website 9). De in dit onderzoek gebruikte perceptuele metadata zijn geselecteerd in een studie die verricht is aan de universiteit van Gent onder leiding van professor Leman. Aan dertien musicologiestudenten werd gevraagd of zij de meest typische emoties/gevoelens konden aangeven bij muziek die zij te horen kregen. Op basis van de aangegeven beoordelingen werd een aantal

tegenstellingen geformuleerd. In een vervolgonderzoek konden vijftien studenten twaalf paren van tegenstellingen kiezen. De metadata die deze procedure opleverde, werden bediscussieerd bij de IPeM te Gent en uiteindelijk gebruikt voor de beschrijving van muziek in een onderzoek van Lesaffre (Lesaffre, 2005). De perceptuele metadata die uit de onderzoeken van de universiteit van Gent zijn afgeleid, zijn in deze studie aangevuld met metadata die genuanceerde uitspraken over instrumentatie en de bewegelijkheid van muziek mogelijk maken. Een afleiding van de aanvullende metadata wordt beschreven in hoofdstuk 5. Het belang van uitgebreidere mogelijkheden van de annotatie van muziek wordt onderkend door de introductie van standaarden als MPEG-7. Deze standaard biedt annotatiemogelijkheden om muziek te beschrijven die uitstijgen boven beperkingen van andere notatiemogelijkheden. Voor een uitgebreidere beschrijving en gebruik van MPEG-7 is een aparte website beschikbaar (zie website 11).

Automatische analyse van muziek

Tot op zekere hoogte is het mogelijk analyses te maken van de inhoud van muziek, zodat er gegevens beschikbaar komen over meer perceptueel georiënteerde inhoud. Zo is het mogelijk statistische en waarschijnlijkheidsmodellen in te zetten om automatisch genres te determineren. Ook snelheid of instrumentatie zijn typering die gedeeltelijk afgeleid kunnen worden uit muzikale inhoud. SIMAC biedt een systeem dat de mogelijkheden van automatische analyse van muzikale inhoud in meer en andere perceptuele categorieën onderbrengt (zie website 10). Het analyseren van genres is uitgebreid onderzocht. Pachet heeft onderzoek gedaan naar de bestaande taxonomieën voor genres en introduceert een nieuwe taxonomie gebaseerd op meer consistente voorwaarden (Pachet, 2002). De generetaxonomie die Orio aangeeft, beschrijft een aantal hoofd- en subcategorieën van muziekgenres die af te leiden zijn uit de muzikale inhoud (Orio, 2006).

Automatische analyse van genres (Orio, 2006).

Genre	Subgenre
Classical	Choir Orchestra Piano String quartet
Country	
Disco	
Hiphop	
Jazz	Bigband Cool Fusion Piano Quartet Swing
Rock	
Blues	
Reggae	
Pop	
Metal	

De hier gepresenteerde taxonomie van Orio is een voorbeeld van het uiteenleggen van de mogelijkheden die automatische analyse oplevert en hoe deze verschilt van manueel geannoteerde metadata door de manier waarop de gegevens verkregen worden. Opgemerkt moet worden dat op de keper beschouwd de aanduidingen 'klassiek koor' of 'klassiek piano' geen genre vertegenwoordigden, maar een uitspraak doen over de instrumentatie van een muziekstuk.

3.4 MAMI-taxonomie

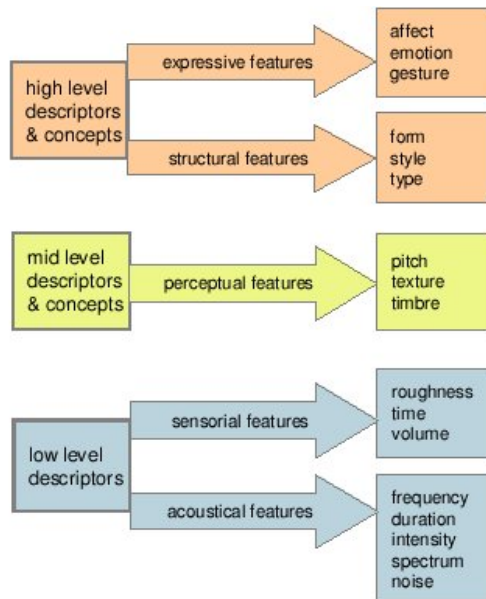
Om grip te krijgen op de perceptuele metadata is het van belang deze te ordenen. De MAMI-taxonomie biedt een raamwerk om metadata te structureren. Deze taxonomie is ontwikkeld door de universiteit van Gent. In het bijzonder is onderzoek naar deze taxonomie gedaan door Lesaffre. Zij onderzocht wat spontaan gedrag van gebruikers van 'query-by-humming'-systemen kan inhouden. Haar uitgangspunt was om met deze MAMI-taxonomie tot een hoger niveau van abstractie te komen met betrekking tot het inventariseren van eigenschappen van muziek. Volgens Lesaffre is een taxonomie om de volgende redenen nodig: '

- it helps to delineate the conceptual relationships that exist within and between various levels in the multitude of music descriptions;
- it provides a common language for system developers who tend to come from different disciplines;
- it provides a common language to users who interact with these systems;
- it reduces complexity' (Lesaffre, 2005, 36).

De taxonomie onderscheidt drie beschrijvende niveaus (zie Figuur 2). Deze drie niveaus zijn gerelateerd aan muzikaal geluid en worden met de termen low-level, mid-level en high-level aangeduid.

Een low-level beschrijving van muziek is gesplitst in een akoestisch en sensorisch gedeelte. Dit niveau beschrijft akoestische geluidseigenschappen als frequentie, toonduur, noise en intensiteit en sensorische eigenschappen als ruigheid, volume en tempo. Het mid-level niveau beschrijft toonhoogte, texture en klankkleur. De high-level beschrijving is onderverdeeld in een structureel gedeelte dat de vorm, de stijl en type beschrijft. Eigenschappen als emotie en affectie horen volgens deze taxonomie thuis in het high-level gedeelte 'expressieve' eigenschappen.

In Figuur 3 heeft het hoger-level niveau 'Expressive' een overkoepelende betekenis. De metadata die eerder afgeleid zijn uit het IPEM-onderzoek worden ondergebracht in deze categorie. Een specifieke onderverdeling van de expressieve, conceptuele metadata over de zes hoofdcategorieën die Lesaffre aangeeft: melodie, harmonie, ritme, timbre en loudness is lastig te realiseren en wordt door Lesaffre verder niet uitgewerkt.



Figuur 2: Beschrijvingsniveaus

STRUCTURE		CONCEPT LEVEL		MUSICAL CONTENT CATEGORIES AND FEATURES				
CONTEXTUAL	GLOBAL DESCRIPTORS	HIGH II	EXPRESSIVE	expression				
				affect experience				
		HIGH I	STRUCTURAL	melody	harmony	rhythm	source	dynamics
				key profile	tonality cadence	patterns tempo	instrument voice	trajectory articulation
		MID	PERCEPTUAL	successive intervallic pattern	simultane intervallic pattern	beat i o i	spectral envelope	dynamic range sound level
NON-CONTEXTUAL	LOCAL DESCRIPTORS	LOW II	SENSORIAL	pitch		time	timbre	loudness
				periodicity pitch pitch deviations fundamental frequency		note- duration onset offset	roughness spectral flux spectral- centroid	peak neural- energy
		LOW I	ACOUSTICAL	frequency		duration	spectrum	intensity

Figuur 3: MAMI Conceptueel framework

4 Muziekstukken

Wanneer we uitgaan van een situatie waarin proefpersonen wordt gevraagd een willekeurig nummer te zingen, liefst een nummer waarvan ze de titel niet weten, zou elke melodie die gezongen wordt, gevonden moeten kunnen worden. Een verzameling die alle muziek omvat, is niet voorhanden en is voor mijn onderzoek

ook niet strikt noodzakelijk. De muziekgebruikers putten in hun herinnering uit een beperkt arsenaal aan melodieën. Melodieën die veelal voortvloeien uit de contacten met hun muzikale omgeving. Zo zal een in Nederland opgegroeid persoon waarschijnlijk geen melodieën zingen uit de Chinese muziekcultuur. Daarnaast moet de verzameling muziekstukken in de database de volgende kenmerken hebben:

- van ieder muziekstuk moeten zo veel mogelijk gegevens beschikbaar zijn;
- de muziekstukken moeten een zekere bekendheid hebben bij de deelnemers;
- de deelnemers moeten een betrouwbaar oordeel kunnen vellen;
- de verzameling moet niet te groot zijn, om een werkbaar aantal oordelen te verkrijgen.

De lijst van muziekstukken die in dit onderzoek wordt gebruikt, bestaat voor de helft uit internationale popmuziek uit de periode 1950-nu en voor de helft uit Nederlandse popmuziek van 1965-nu.

Uit het proefschrift van Lesaffre blijkt dat pop en rock het meest als favoriete genre wordt aangegeven (zie Lesaffre, 2005). Dat betekent dat er een grote bekendheid verondersteld kan worden voor popmuziek. Het ligt voor de hand om een lijst van nummers samen te stellen uit een combinatie van hitlijsten, maar dan bestaat de mogelijkheid dat er slechts enkele nummers of zelfs maar één nummer per artiest voorkomt op de lijst. In dat verband verdient het de voorkeur, boven de aanpak van de hitlijsten, uit te gaan van de meest bekende artiesten en van elke artiest meerdere muziekstukken te selecteren.

Rekening houdend met gespreide leeftijden die ik verwacht van de deelnemers, is een spreiding van de artiesten over verschillende tijdspanes het meest raadzaam, zodat er voor elke leeftijdscategorie bekende nummers zijn.

Vanaf de jaren vijftig van de vorige eeuw, waar de popmuziek in opkomst was, tot aan nu, is een groot aantal artiesten bekend geworden. De selectie van de artiesten die op de lijst van muziekstukken zijn gekomen, is verricht naar aanleiding van informatie uit overzichtsartikelen op internet (website 3). Uit de verschillende decennia zijn artiesten en bands geselecteerd die een zeker belang gehad hebben voor de popgeschiedenis. Wat zij precies hebben bijgedragen doet hier minder ter zake. Het gaat om de bekendheid van de nummers binnen een verwachte leeftijdscategorie van de deelnemers. Bovendien heeft er een schifting plaatsgevonden voor wat betreft de graad van meezingbaarheid. Voor bijvoorbeeld een stroming als 'punk', 'rap' of voor een stroming als 'new-wave' is voornamelijk de begeleiding meer kenmerkend. De melodieën die in deze muziekstromingen gebruikt worden, zijn over het algemeen minder geschikt om mee te zingen, of om zich te nestelen in het brein van de deelnemers. Aangezien het in dit onderzoek gaat om de identificeerbaarheid van melodieën, is dit een reden geweest een aantal artiesten niet in de lijst op te nemen. Van de artiesten die grote invloed op de popcultuur hebben gehad zoals de Beatles, de Rolling

Stones, Prince of Michael Jackson zijn dus meerdere nummers opgenomen. Deze lijst geenzins volledig, maar geeft, in navolging van Lesaffre, een indicatie van de popgeschiedenis, waarvan verwacht wordt dat deze nummers een grote bekendheid genieten en genoeg melodische informatie bieden om het onderzoek succesvol te kunnen uitvoeren.

Een groot deel van de deelnemers is afkomstig uit Nederland, omdat ze uit mijn kennissenkring geselecteerd zijn, vandaar dat de lijst van muziekstukken aangevuld is met Nederlands muziekrepertoire. Dezelfde werkwijze zoals gebruikt is om internationale artiesten te selecteren is toegepast op de Nederlandse artiesten.

Uiteindelijk bestaat de lijst uit tachtig Nederlandse muziekstukken en zeventig stukken uit andere landen.

Het komt regelmatig voor dat een nummer meerdere malen uitgevoerd is door verschillende artiesten. Deze uitvoeringen van hetzelfde nummer hebben dezelfde naam. Om de ene uitvoering van de andere te onderscheiden is het nodig informatie over de uitvoerenden, het tijdstip van de opname, of andere eigenschappen van de uitvoering, die het nummer kenmerken, te betrekken om het muziekstuk te kunnen identificeren. In de praktijk leidt dat niet tot problemen; de database is toegerust voor dit verschijnsel dat ook wel 'coveren' heet, een bewerking van een nummer van een andere artiest (website 4).

In de database kan geen onderscheid gemaakt worden tussen muziekstukken die bijvoorbeeld in een andere taal vertaald zijn, of stukken die dezelfde naam hebben maar inhoudelijk anders zijn. In dit onderzoek wordt gewerkt met een vaste database zodat deze problemen niet bestaan. In de toekomst echter, zouden deze relaties in de applicaties afgedwongen kunnen worden.

5 Directe waardering van metadata

5.1 Bepalen van de metadata

In de Inleiding wordt de term metadata omschreven als: 'de kenmerken die de karakteristieken van bepaalde gegevens beschrijven' (hoofdstuk 1.1). Metadata worden in dit onderzoek gebruikt als eigenschappen van muziek, waarbij een onderscheid wordt gemaakt tussen descriptieve en perceptuele metadata. Onder descriptieve metadata worden de feitelijke eigenschappen verstaan die aan een muziekstuk worden toegekend; zie voor een overzicht de linkerkolom van de onderstaande tabel. Perceptuele metadata zijn eigenschappen van muziek die gekenmerkt worden door subjectiviteit en affectiviteit; zie de rechterkolom van de tabel. In het hoofdstuk Theoretische verkenningen wordt de term metadata nader uitgediept (hoofdstuk 3.3).

Hieronder volgt een lijst van metadata. Eerst wordt een overzicht gegeven, daarna volgt een beschrijving van de aard en de herkomst van de metadata.

Feitelijk	Perceptueel
1.De titel	7.Het genre
2.De tekst	8.De vrolijkheid
3.De taal van de tekst	9.Nervositeit
4.Het land van herkomst	10.Agressie
5.De uitvoerder	11.Rusteloosheid
6.De periode van de uitvoering	12.Passie
	13.Hard/zacht
	14.Snelheid
	15.Opgewektheid
	16.Ruigheid
	17.Dynamiek
	18.Luidheid van de bas
	19.Aanwezigheid van de drums
	20.Lyriek
	21.Aantal akkoorden
	22.Dansbaarheid

De metadata 1 tot en met 6 zijn descriptieve eigenschappen van een muziekstuk. Een muziekstuk heeft een titel, een uitvoerder (artiest) en eventueel een liedtekst. Tevens kan een land van herkomst, een taal en een datum eraan toegevoegd worden. De gegevens van deze stukken komen van cd's, platen of internet.

De metadata 7 tot en met 17 worden als perceptueel gekarakteriseerd en beschrijven meer subjectieve aspecten van muziek. Lesaffre onderscheidt deze metadata in haar onderzoek (zie Lesaffre, 2006, 137). Ik neem deze metadata over om ze te gebruiken bij het waarderen van muziekstukken. Ze bieden een overzichtelijk beeld van de perceptuele aspecten die kunnen worden toegeschreven aan muziek. Voor mijn onderzoek is deze lijst nog niet compleet. Ik voeg aan de lijst

van Lesaffre vijf nieuwe metadata toe. Hieronder volgt een toelichting op deze aanvulling.

De metadata 18 tot en met 22 zijn ontstaan uit een reductieproces. Het vertrekpunt was te bepalen over welke eigenschappen van muziek een uitspraak is te doen door mensen die geen muzikale (voor)opleiding hebben genoten. De vier categorieën die van oudsher de basis vormen voor het produceren en noteren van muziek door muziek(des)kundigen, zijn: *harmonie*, *melodie*, *ritme* en *timbre* (zie Lursen, 1985). Lesaffre vult deze vier categorieën aan met de begrippen *loudness* en *expressie*. (zie Lesaffre, 2006, 178). Zo ontstaan er zes categorieën waaruit ik vijf aanvullende metadata afleid: aantal akkoorden, lyriek, dansbaarheid, aanwezigheid van de drums en luidheid van de bas. Deze vijf metadata worden aan de lijst van Lesaffre toegevoegd. Hieronder volgt een beschrijving van de manier waarop ik de metadata uit de categorieën afleid.

harmonie

Uit de eerste vingeroefeningen met het onderzoeksinstrument bleek dat ongeschoolde mensen op muziekgebied, wanneer zij zich uitspreken over de categorie *harmonie*, dat vaak doen in termen van vrolijkheid of ruigheid. Metadata die ook door Lesaffre genoemd worden. Een uitspraak over harmonie is mogelijk door een metadata 'aantal akkoorden' te gebruiken. Vandaar dat de metadata (aantal akkoorden) door mij aan de lijst is toegevoegd.

melodie

In de categorie *melodie* ontbreekt, in het overzicht van Lesaffre, de mogelijkheid om een uitspraak te doen over de melodie van een muziekstuk. Mensen kunnen zich uitspreken over de melodie door informatie te geven over de beweeglijkheid ervan. Ik vat dit samen in het begrip lyriek. Vandaar dat lyriek aan de lijst met metadata wordt toegevoegd.

ritme

Door het gebruik van de metadata snelheid, rusteloosheid, nervositeit en dynamiek kan een uitspraak gedaan worden over *ritme*. Deze metadata worden ook door Lesaffre genoemd. Dansbaarheid wordt door haar niet genoemd, maar is toch een duidelijke metadata om uitspraken over te doen. Dansbaarheid is een belangrijke indicator voor ritme. Vandaar dat ik dansbaarheid heb toegevoegd aan de lijst van metadata.

timbre

Vanuit de metadata die door Lesaffre zijn aangegeven, is het niet mogelijk een uitspraak te doen over *timbre*. Termen die van toepassing zijn op het timbre hebben vaak betrekking op de instrumentatie of op de zangstemmen waarmee het muziekstuk is uitgevoerd. Plaatsvervangend voor timbre, hoewel het niet geheel de lading dekt, kunnen instrumentatiegerelateerde begrippen gebruikt worden. Ik heb de metadata 'aanwezigheid van de drums' en 'luidheid van de bas' toegevoegd om deelnemers de mogelijkheid te geven een uitspraak te doen over timbre. Deze metadata zijn speciaal voor popmuziek van belang omdat ze het mogelijk maken aan te geven in wat voor sfeer een muziekstuk gespeeld is. Een luide bas en duidelijke aanwezigheid van drums is immers een belangrijk kenmerk voor deze muziekstijl.

loudness

De categorie *loudness* kan in verband gebracht worden met de metadata luidheid en ruigheid. Metadata die ook door Lesaffre in haar onderzoek worden genoemd en in de door mij ontwikkelde lijst worden meegenomen.

expressie

Voor de categorie *expressie* zijn de begrippen passie en dynamiek beschikbaar. Deze metadata worden ook door Lesaffre onderscheiden en zijn in de lijst opgenomen.

Het moge duidelijk zijn dat de omzetting van categorieën naar metadata een interpretatieproces is. Dat houdt in dat er ook in bovenstaande opsomming andere metadata gekozen hadden kunnen worden. Zo heb ik bij de categorie timbre, voor de metadata 'aanwezigheid van de drums' en 'luidheid van de bas' gekozen. Deze termen zijn vooral van belang bij het beschrijven van popmuziek en zullen minder geschikt zijn bij het identificeren van klassieke muziek. Bij klassieke muziek speelt de instrumentatie een belangrijke rol. Bijvoorbeeld het verschil tussen strijkorkest, orgelmuziek of opera zegt iets over de klankkleur (timbre).

5.2 Werkwijze en analyse

Om na te gaan welke metadata een rol spelen bij het identificeren van muziekstukken, is aan honderd deelnemers een lijst voorgelegd met onder andere vragen over de metadata. Aan de deelnemers werd gevraagd de metadata te waarderen door een rapportcijfer toe te kennen op een schaal van 1 tot en met 10. De gemiddelde waardering die per metadata wordt aangegeven is een maat voor de identificeerbaarheid van de muziekstukken. Slechts zes deelnemers hebben gereageerd op het verzoek de metadata te beoordelen. De geringe respons heeft te maken met de meervoudige vraagstelling in het verzoek tot deelname aan het experiment. Ook de complexiteit van de vraag is daar debet aan geweest. Van de respons van de zes deelnemers is een beoordelingslijst opgesteld (zie figuur 4).

De zes deelnemers beoordelen de afzonderlijke metadata. De scores van de deelnemers worden gemiddeld. Dat leidt tot een prioriteitenlijst. Bovenaan de lijst komt de metadata met de hoogste score te staan. Daaruit kan geconcludeerd worden dat de hoogstscorende metadata door de deelnemers als het meest onderscheidend gezien wordt.

5.3 Resultaten en conclusie

De zes deelnemers aan het experiment hebben een rapportcijfer (1-10) toegekend aan alle afzonderlijke metadata. Deze deelnemers zien de metadata titel als belangrijkste identificatiefactor, gevolgd door de metadata uitvoerder. In de

onderstaande lijst wordt een overzicht gegeven van alle metadata. De hoogste waarde voor het gemiddelde geeft aan dat de deelnemers deze metadata als beste onderscheider hebben gekarakteriseerd. De hoogste score is titel (gemiddelde score 8.67) en de laagste is vrolijkheid (gemiddelde score 4.33).

1	Metadata	Dlr 1	Dlr 2	Dlr 3	Dlr 1	Dlr 1	Dlr 1	Gem
2	Titel	6	7	9	10	10	10	8.67
3	Uitvoerder	8	9	8	8	9	8	8.33
4	tekst	8	6	8	10	8	7	7.83
5	Taal	8	9	7	7	7	9	7.83
6	Instrumentatie	8	8	9	3	5	7	6.67
7	Componist	4	8	8	6	8	7	6.83
8	Genre	8	8	7	6	3	7	6.5
9	Lyriek	6	8	7	6	2	8	6.17
10	Land	5	7	4	6	7	8	6.17
11	Ruigheid	5	8	8	4	4	7	6
12	Passie	5	9	8	4	3	6	5.83
13	Dynamiek	5	8	8	4	3	7	5.83
14	Aanwezigheid drums	7	9	5	4	2	8	5.83
15	Luidheidvandebas	7	8	4	4	3	8	5.67
16	Aantal akkoorden	7	8	4	6	2	7	5.67
17	Dansbaarheid	6	7	3	6	4	8	5.67
18	Snelheid	5	8	5	6	3	7	5.67
19	Periode	6	6	5	4	6	7	5.67
20	Hard/zacht	5	8	5	4	3	7	5.33
21	Opgewektheid	5	8	5	4	3	6	5.17
22	Agressie	5	8	5	4	3	5	5
23	Nervositeit	5	8	5	4	4	3	4.83
24	Rusteloosheid	5	8	5	4	3	3	4.67
25	Vrolijkheid	5	8	3	4	3	3	4.33

Figuur 4: Waardering metadata door zes deelnemers

Bij de tabel valt op te merken dat de feitelijke metadata als belangrijkste aangemerkt kunnen worden. Dat sluit aan bij de verwachtingen, omdat metadata zoals titel, tekst, uitvoerder en componist goede selectiecriteria zijn als gezocht moet worden in een grote verzameling muziekbestanden om muziekstukken te identificeren. De verschillen tussen de feitelijke en perceptuele metadata zijn minder groot dan verwacht werd. Gemiddeld genomen beoordelen de deelnemers de perceptuele metadata als redelijk goede identificatiefactoren. De deelnemers geven in een nagesprek aan dat het invullen van de lijst een lastige taak is. Deze taak verwacht inderdaad enige kennis van de opzet van dit onderzoek, zoals kennis over de grootte en invulling van de database en de manier waarop selectieprocedures plaatsvinden in dit onderzoek. Dat het een lastige taak betreft, moge ook blijken uit het feit dat er niet gereageerd wordt via de email op het verzoek om aan dit onderdeel van het experiment deel te nemen.

Concluderend kunnen we opmerken dat de deelnemers de feitelijke metadata in zijn algemeenheid de beste maat vinden voor de identificeerbaarheid van muziekstukken. De meest maatgevende metadata is de titel en daarna de uitvoerder (artiest of groep). Van de perceptuele metadata zijn lyriek en ruigheid het best. Het minst goed zijn: vrolijkheid en nervositeit.

6 Gebruik van perceptuele metadata

6.1 Samenstellen van de vragenlijst

Op een website (zie website 2) wordt de deelnemers een vragenlijst aangeboden met daarop vragen over een muziekstuk. Dat gebeurt aan de hand van een weergave van het originele muziekstuk. De bedoeling is dat de deelnemers hun persoonlijke interpretatie over dit stuk geven. Het gaat hierbij om gegevens over de perceptuele metadata te verkrijgen. Omdat het originele muziekstuk wordt gespeeld, zijn de feitelijke (meta)data bij de ontwikkelaar bekend. De deelnemers krijgen informatie over deze feitelijke metadata: de titel en de uitvoerder (artiest of groep).

De volgende vragen voorgelegd:

1. *Tot welk genre behoort dit nummer?* Er kunnen één of meerdere keuzes aangevinkt worden. Een overzicht van de genres is te vinden in onderstaande afbeelding. De genres zijn geselecteerd uit een aantal websites die dit onderwerp behandelen (website 3).

☐ blues	☐ new wave
☐ gelegenheidsmuziek	☐ pop
☐ kinderliedjes	☐ punk
☐ klassiek	☐ r & b
☐ country	☐ rap
☐ disco	☐ reggea
☐ elektronische muziek	☐ rock
☐ volksmuziek	☐ rock n roll
☐ grunge	☐ levenslied
☐ house	☐ singer/songwriter
☐ jazz	☐ soul
☐ latin	☐ filmmuziek
☐ metal	☐ wereldmuziek
☐ new age	☐ anders

Figuur 5: Genreselectie

2. *Welk aspect is het meest karakteristiek?* De deelnemers kunnen hier aangeven welk aspect zij van een muziekstuk karakteristiek vinden. In gesprekken, die in een voorstadium van het onderzoek zijn gevoerd, is geïnventariseerd welke aspecten dat betreffen. Deze karakteristieken zijn in de volgende selectielijst opgenomen: speciaal intro, zang, solo, computergeluiden, instrumentatie, ritme, baslijn, melodie, onbekend of anders (zelf in te vullen).

3. *Doet dit nummer u ergens aan denken?* De deelnemers wordt gevraagd een associatie bij het muziekstuk aan te geven. De volgende keuzes kunnen in de betreffende selectielijst gemaakt worden: school, persoon, seizoen, stad, streek/land, horeca, concert, film, periode, niks speciaals, of anders. De alternatieven zijn samengesteld uit voorgesprekken met een aantal deelnemers aan het onderzoek.

De metadata die door Lesaffre zijn aangegeven, aangevuld met de metadata die uit het hiervoor beschreven reductieproces zijn ontstaan, worden in de vragenlijst verwerkt. Per metadata kunnen de deelnemers kiezen uit twee uiterste waarden, op een vijfpuntsschaal oplopend van inactief (score 1) naar actief (score 5). De totale lijst ziet er als volgt uit.

6.2 Materialen

In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van een door mijzelf ontwikkelde PHP internetapplicatie gebaseerd op een MySQL relationeel database management-systeem (RDBMS). De opzet van de applicatie en de database wordt in de bijlage beschreven (zie bijlage C en D). De deelnemers die aan het onderzoek deelnemen, moeten beschikken over een computer met internetaansluiting. Op de website waarop dit onderzoek te vinden is, is een vragenlijst beschikbaar (zie website 2). De deelnemers krijgen de originele muziek te horen, zodat zij niet uit hun herinnering hoeven te putten om een gefundeerd oordeel te kunnen vormen. Van de deelnemers wordt verwacht dat zij per muziekstuk de vragenlijst invullen. De gegenereerde gegevens worden verwerkt en opgeslagen in de database.

6.3 Deelnemers

Dit hoofdstuk beschrijft op welke wijze de deelnemers bij het onderzoek zijn betrokken. Het is de bedoeling dat meerdere mensen zich uitspreken over elk muziekstuk, zodat er een groot aantal beoordelingen plaatsvindt. Een grote deelname is bevorderlijk voor het onderzoek. Naar de mensen uit mijn kennissenkring die mij geïnteresseerd leken in dit onderzoek, heb ik een mail gestuurd met de vraag of zij de vragenlijst wilden invullen. In deze mail werd een summere uitleg gegeven over de aard van het onderzoek en er werd gewezen op de mogelijkheid dat er meerdere muziekstukken beoordeeld kunnen worden (bijlage B). De spreektrant van deze mail is bewust eenvoudig gehouden om de deelname laagdrempelig te laten zijn. De mail is doorgestuurd naar diverse adressenbestanden. Onder meer zijn de leden van de mailinglist MUSIC-IR music-ir@ircam.fr aangeschreven met het verzoek mee te doen aan het onderzoek. De deelnemers konden ook andere mensen interesseren voor deelname. De deelnemerslijst vormt geen representatief beeld van de Nederlandse bevolking.

De persoonlijke informatie die de deelnemers kunnen aangeven, bestaat uit het

Dit lied klinkt ...	verdrietig	vrolijk
	1 2 3 4 5	
De muziek ervaar ik als ...	zorgeloos	gespannen
	1 2 3 4 5	
Dit lied is ...	teder	agressief
	1 2 3 4 5	
Deze muziek maakt mij ...	kalm	rusteloos
	1 2 3 4 5	
De muziek is ...	terug houdend	gepassioneerd
	1 2 3 4 5	
Een bijpassend volume is ...	zacht	hard
	1 2 3 4 5	
Dit lied is ...	langzaam	snel
	1 2 3 4 5	
Dit lied is tamelijk ...	saai	opwindend
	1 2 3 4 5	
Ik ervaar dit lied als ...	harmonieus	ruig
	1 2 3 4 5	
De muziek is ...	statisch	dynamisch
	1 2 3 4 5	
Ik hoor ...	geen bas	harde bas
	1 2 3 4 5	
Er is ...	geen drums	harde drums
	1 2 3 4 5	
De harmonie ervaar ik in dit lied als ...	modaal	veel akkoorden
	1 2 3 4 5	
Ik vind de melodie ...	oppervlakkig	lyrisch
	1 2 3 4 5	
Ik ervaar deze muziek als ...	luister muziek	dansmuziek
	1 2 3 4 5	
Ruimte voor opmerkingen		
	Verder	

Figuur 6: Vragenlijst experiment 1

vermelden van: naam, geslacht, het aantal jaren dat er muziekonderwijs is genoten en de voorkeur voor bepaalde muziekgenres. Tevens kunnen de deelnemers een emailadres opgeven. Vooral het aantal jaren muziekonderwijs en de voorkeur voor een genre kan belangrijke informatie verschaffen over de beoordeling van muziekstukken.

Aan dit deel van het onderzoek hebben ongeveer vierhonderd mensen deelgenomen (405) in de leeftijden van 15 tot 70 jaar. De meeste deelnemers hebben een voorkeur voor popmuziek (187), gevolgd door jazz (159), klassieke muziek (159) en rock (150). De reeks wordt afgesloten met de 'voorkeur' voor housemuziek (19). Dit sluit aan bij de verwachting dat de meeste mensen van popmuziek

houden (zie Lesaffre, 2005). Het aantal mannen en vrouwen is ongeveer gelijk (192, respectievelijk 182).

De deelnemers aan de test konden zelf kiezen welk muziekstuk en hoeveel zij wilden beoordelen. Doorgaans werden 2 á 3 muziekstukken per deelnemer beoordeeld. Deze mensen hebben in totaal 928 beoordelingen uitgesproken. Gemiddeld is het aantal beoordelingen per muziekstuk ongeveer zeven.

Het aantal keren dat muziekstukken beoordeeld zijn:

aantal beoordelingen	aantal nummers
1	2
2	9
3	16
4	16
5	19
6	12
7	14
8	7
9	9
10	6
11	37
12	4
13	2

Voorbeeld: er zijn 37 muziekstukken in de database die 11 keer beoordeeld zijn.

6.4 Onderzoeksmethoden

Het doel van dit deel van het onderzoek is om aan te geven op welke wijze de onderscheidende metadata kunnen discrimineren. De metadata die het meest discrimineren, leveren een hoge bijdrage bij het vinden naar gezochte muziekstukken. Om het gebruik van de metadata te bepalen worden twee statistische methoden gehanteerd: discriminatiekracht van de metadata (A) en factoranalyse (B).

6.4.1 Discriminatiekracht van de metadata

De deelnemers aan het onderzoek hebben bij elk muziekstuk dat zij beoordelen, een lijst ingevuld met beoordelingen voor de perceptuele metadata. Voor elk metadata bij ieder muziekstuk is een gemiddelde van de oordelen van de deelnemers berekend.

Wanneer we de gemiddelde waarden van de metadata beschouwen over meerdere muziekstukken is een grote spreiding tussen de gemiddelden gewenst. Een grote spreiding van de gemiddelden maakt een metadata geschikt om muziekstukken adequaat te onderscheiden. Een voorbeeld moge dit duidelijk maken. Wan-

metadata	dpg
Danceability	1.1
Joy	0.95
Agression	0.93
Roughness	0.89
Restlessness	0.83
Speed	0.83
Loudness	0.8
Bass Loudness	0.73
Nervosity	0.71
DrumsPresence	0.64
Dynamics	0.61
Passion	0.59
Lyrical	0.54
Cheer	0.41
Number of Chords	0.41

Tabel 1: Resultaten voor de spreiding van het gemiddelde.

neer muziekstukken op de metadata vrolijkheid een kleine spreiding vertoont tussen de gemiddelde waarden, dan betekent dit dat de metadata vrolijkheid om muziekstukken te identificeren weinig waarde heeft; het is minder 'bruikbaar'. Dus een grotere spreiding van de gemiddelden is gewenst omdat dat de identificeerbaarheid verhoogt.

Onderstaande tabel geeft de spreiding weer per gemiddelde waarde van de beoordelingen (dpg).

Hier zien we dat dansbaarheid, vrolijkheid en agressie een grote afwijking vertonen wanneer hun gemiddelden bekeken worden. Voor het aantal akkoorden en opgewondenheid is de afwijking veel kleiner en dus hebben deze metadata een minder goed onderscheidend vermogen.

De beste maat om muziekstukken te onderscheiden is de metadata dansbaarheid. De keuze tussen luister- of dansmuziek heeft hier wellicht aan bijgedragen, omdat mensen misschien sneller een muziekstuk als een dansstuk of als een luisterstuk typeren. Het onderscheid is goed herkenbaar.

Een uitschieter bestaat ook voor de metadata aantal akkoorden. Waarschijnlijk omdat dit metadata voor veel mensen moeilijk is aan te geven, of omdat niet duidelijk is wat veel of weinig akkoorden voor verschil oplevert bij muziek. Deze metadata is voor mensen moeilijk in verbinding te brengen met de muziek die ze horen. Er zijn ook beduidend minder beoordelingen voor deze metadata (aantal beoordelingen: 773 tegenover 915 gemiddeld). Dit metadata is dus minder geschikt als middel om muziekstukken te onderscheiden.

De discriminatie van muziekstukken door metadata is alleen bekeken voor de perceptuele metadata. Op basis van de spreiding van het gemiddelde is dansbaarheid het meest betrouwbaar, gevolgd door vrolijkheid en agressie. De grote spreiding voor dansbaarheid kan het gevolg zijn van de tegenstelling 'luistermuziek - dansmuziek'.

6.4.2 Factoranalyse

Door het toepassen van factoranalyse op de dataset wordt nagegaan hoe de variantie in de deelnemersoordelen verklaard kan worden in veel minder factoren dan het oorspronkelijk aantal perceptuele metadata.

Uit de factoranalyse blijkt dat 61% van de variantie verklaard door drie factoren (componenten). Van dit percentage verklaarde variantie, wordt respectievelijk 36,7%, 13,6% en 10,2% verklaard door de componenten 1, 2 en 3. Deze drie componenten suggereren dat een opdeling van de metadata in drie groepen een oplossing biedt voor redundatie in de metadata.

Figuur 7 (Component Matrix) geeft aan wat de bijdrage is van de afzonderlijke metadata over de drie componenten.

De metadata agressie, rusteloosheid, luidheid, snelheid, ruigheid en in mindere mate passie, opwinding, dynamiek, aanwezigheid van de bas, aanwezigheid van de drums en dansbaarheid bepalen het karakter van component 1. Dat karakter is samen te vatten als één geheel onder de noemer ruigheid. Een term die nauw samenhangt met het ritme van muziek. De tweede component wordt overheerst door de metadata lyriek en aantal akkoorden, die samen een aanduiding vormen voor de beweeglijkheid van de muziek. Voor de derde component zijn de metadata nervositeit en vrolijkheid bepalend. De begrippen nervositeit en vrolijkheid vormen samen een aanduiding voor de sfeer van een muziekstuk. Uit de factoranalyse blijkt dat 61% van de variantie verklaard kan worden door de drie componenten: 1) ruigheid, 2) beweeglijkheid en 3) sfeer van muziek, waarbij ruigheid het belangrijkste is.

Het toepassen van een varimaxrotatie levert geen bijzondere verschillen op voor de indeling van de componenten. De metadata dynamiek en opwinding zouden beide van factor 1 naar factor 2 verplaatst worden.

6.5 Resultaten en conclusie

De discriminatiekracht van de perceptuele metadata is gemeten door de spreiding van de gemiddelde te meten van de beoordelingen per metadata. Het meest onderscheidend vermogen heeft de metadata dansbaarheid. De factoranalyse geeft aan dat de vijftien metadata in drie factoren opgedeeld kunnen worden: ruigheid, beweeglijkheid en sfeer. De drie factoren bepalen voor meer dan zestig procent de variantie.

Component Matrix(a)			
	Component		
	1	2	3
joy	.449	.140	-.691
nerv	.295	-.209	.796
agression	.741	-.358	.185
restlessness	.698	-.371	.128
passion	.589	.299	.219
loudness	.779	-.031	.049
speed	.733	-.012	-.235
cheer	.660	.404	.067
roughness	.746	-.212	.173
dynamics	.631	.468	.085
bass_loudness	.637	-.026	-.180
lyrical	.067	.799	.264
dr_presencs	.660	-.204	-.091
nr_of_chords	.184	.714	.022
danceability	.654	-.090	-.333
Extraction Method: Principal Component Analysis.			
a 3 components extracted.			

Figuur 7: Component Matrix

Als bovenstaande conclusies betrokken worden op de hypothese, dan kan gesteld worden dat de hypothese wordt aangenomen. Met andere woorden: sommige metadata zijn betrouwbaarder om muziekstukken te identificeren dan andere.

7 Query-by-hummingsysteem

Doel van dit deel van het onderzoek is het samenstellen van rankinglijsten op basis van het vergelijken van ingezongen muziekfragmenten met de muziekstukken uit de database.

7.1 Opzet van een query-by-hummingsysteem

In dit onderzoek kunnen de deelnemers zelf geen fragmenten inzingen. In plaats daarvan zijn de fragmenten door vier verschillende mensen ingezongen (twee mannen en twee vrouwen). Voor elk muziekstuk in de database is er een fragment aangeleverd.

Het zelf inzingen van de fragmenten door de onderzoekers is gedaan om de volgende redenen:

1. De database in het onderzoek heeft een beperkte omvang. Wanneer mensen een willekeurige melodie zouden inzingen, is de kans heel klein dat dit muziekstuk ook in de database voorkomt.
2. Bij het inzingen door de deelnemers kunnen zich veel problemen voordoen met de microfoon, de geluidskaart en andere hard- en software.
3. De kwaliteit bij het zelf inzingen van melodieën door de deelnemers kan beïnvloed zijn door achtergrondgeluiden. Geluiden die niet makkelijk zijn te filteren door de software.
4. De verwachting is dat de drempel om zelf een fragment in te zingen vrij hoog is. Voor sommige deelnemers is dat een reden om af te zien van deelname aan het experiment. In voorgesprekken met (potentiële) deelnemers kwamen deze meer psychologische problemen aan het licht.
5. De software die ter beschikking was voor de conversie van audio naar midi en de software voor het vergelijken van de ingezongen fragmenten met de muziekstukken in de database zijn niet geschikt voor on-linegebruik. Het zelf inzingen van melodiën werkt in dit onderzoek niet via de internetapplicatie.

Het inzingen van een melodiefragment door de onderzoekers in plaats van het inzingen door de deelnemers zelf, houdt in dat de melodische inzending als constant gegeven beschouwd kan worden. De invloed van een wisselende kwaliteit als de deelnemers zelf een fragment zouden inzingen, wordt hiermee omzeild. Het feit dat de deelnemers niet zelf hun fragment hebben ingezongen is wellicht van invloed op de uitvoering van het onderzoek. Het gaat in dit onderzoek echter niet om het herkennen van de melodie op zich, maar om het vinden van een muziekstuk door het combineren van een ingezongen melodie en metadata.

Voor alle muziekstukken in de database is een fragment ingezongen, meestal de melodie, maar voor een aantal nummers is de begeleiding zo kenmerkend,

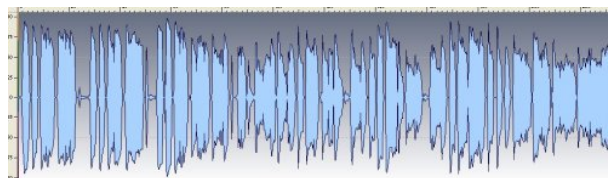
zoals het gitaarloopje van 'Smoke on the water' of de gitaar*riff* in 'Satisfaction' van de Rolling Stones, dat deze begeleiding meegezongen is. Bij de vergelijking tussen de fragmenten en de muziekstukken kan dit tot onvolkomendheden leiden omdat begeleidingsloopjes of -riffjes lang niet in alle gevallen opgeslagen zijn in de database.

7.2 Vergelijken van melodieën

In het query-by-hummingsysteem dat in dit onderzoek gebruikt wordt, wordt het ingezongen fragment vergeleken met de muziekstukken uit de database. Het is noodzakelijk dat zowel van het fragment, als van de stukken in de database, een symbolische representatie wordt gebruikt, omdat in het format waarin de muziekstukken nu opgeslagen zijn, de muziekstukken niet vergeleken kunnen worden. De gehanteerde software (Simile) werkt alleen met mscv-bestanden (zie Müllensiefen, 2006, website 12).

Door het extraheren van de melodie uit een monofoon geluidsbestand is het mogelijk van een audiofragment een symbolische representatie te maken. De geluidsfragmenten worden geanalyseerd en worden weergegeven in de vorm van een lijst van gebeurtenissen (symbolische representatie). Het in het onderzoek gebruikte muziekformaat midi is hier een voorbeeld van.

Een voorbeeld van een gezongen (geluids)fragment van het nummer 'Rock around the clock':



Figuur 8: Monofoon audiofragment Rock Around The Clock

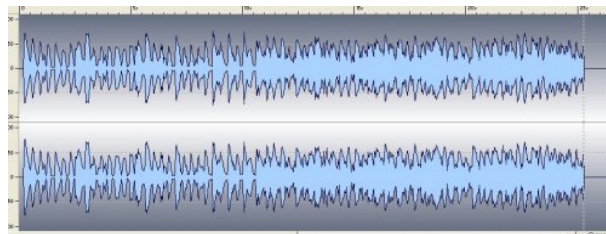
De geluidsfragmenten zijn met de MAMIMelodyTransformerDEMO van de Universiteit van Gent omgezet naar een midirepresentatie.

In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van een database met 150 muziekstukken. Van alle fragmenten die ingezongen zijn door de onderzoekers, is een midiversie vervaardigd. De kwaliteit van de omzetting laat te wensen over. De fragmenten zijn in midirepresentatie nog wel herkenbaar maar missen nuances en vormen een beperkt representatie van het originele fragment.

De muziekstukken in de database zijn polyfoon. Dat betekent dat er meerdere stemmen tegelijkertijd klinken. Voor monofone muziek is het, tot op zekere hoogte, mogelijk een omzetting te maken van een audio naar een midirepresentatie, voor polyfone muziek is deze omzetting nog onderwerp van onderzoek. Een symbolische representatie van de muziek die in de database is opgeslagen, moet



Figuur 9: midi versie fragment Rock Around The Clock



Figuur 10: Audio van origineel Rock Around The Clock

daarom extern betrokken worden. Voor 120 muziekstukken waren er midiversies te vinden op het internet. Het is echter niet gezegd dat deze midibestanden een kwalitatief goede representatie vormen van de originelen. Handmatige controle op de kwaliteit van de midibestanden van internet is een tijdrovende zaak en garandeert niet dat ze overeenkomen met het origineel.

Soms zijn er geen midibestanden te vinden. Ik heb ze dan zelf ingespeeld, van notenschrift dat soms voorhanden was. In een aantal gevallen was de enige mogelijkheid om 'op het gehoor' de melodie te vertolken. Deze melodieën heb ik ingespeeld met een elektronische saxofoon, de AKAI EWI 4000S. Dertig van de 150 muziekstukken zijn op deze manier ingespeeld. Dat houdt in dat er voor alle muziekstukken en voor alle ingezongen fragmenten midiversies beschikbaar zijn.

De software die vergelijking mogelijk maakt tussen de fragmenten en de muziekstukken in de database heet Simile (zie website 12). Omdat dit programma uitsluitend werkt met de mscvbestanden, worden de midibestanden omgezet naar een mscvformaat met het programma Melconv. De vergelijking tussen alle ingezongen fragmenten met hetzelfde aantal muziekstukken in de database levert een matrix op van 150 x 150 scores. Elke vergelijking levert één score op tussen 0 en 1, waar 1 staat voor een 'perfect match' en een 0 voor 'geen verband'.



Figuur 11: Midi versie van Rock Around The Clock

7.3 Materialen

In dit hoofdstuk wordt kort weergegeven welke materialen, voornamelijke software, in het onderzoek worden ingezet. De fragmenten zijn in een eerder stadium opgenomen met het programma Cakewalk SONAR LE, getransformeerd naar mp3 met CDeX, verder geconverteerd naar midi met het programma MAMIMelodyTransformDemo. Een conversie van midi naar het mcsvformaat is gedaan met Melconv en de vergelijking tussen de ingezongen fragmenten en de 'originele' midibestanden (naar mcsv geconverteerd) is gedaan met Simile.

7.4 Werkwijze en analyse

Het beluisterde fragment wordt vergeleken met de muziekstukken in de database met het programma Simile. Dat levert voor elk muziekstuk een score op waarin uitgedrukt wordt in hoeverre dit stuk lijkt op het fragment. Dat proces wordt herhaald voor alle muziekstukken, zodat uiteindelijk een lijst opgesteld kan worden van geordende stukken. Bovenaan de lijst staat het muziekstuk dat het meest lijkt op het fragment. De manier waarop deze score bepaald wordt door het programma Simile, is een combinatie van analyse op intervallen, informatie over nootlengte en geïmpliceerde harmoniën, samengevat onder de term 'opti3'. Er zijn in totaal in dit onderzoek ongeveer 22500 scores opgetekend. Voor elk ingezongen fragment is nu bekend in hoeverre dit fragment lijkt op de muziekstukken in de database.

7.5 Resultaten en conclusie

De vergelijkswaarden blijken op een schaal van 0 tot 1 niet boven de 0.3 uit te komen. De resultaten van deze vergelijking voldoen niet aan de verwachting dat de gezochte muziekstukken gevonden worden. In slechts vijf gevallen wordt ook daadwerkelijk het gezochte nummer gevonden (van de 150 muziekstukken).

Voor de tweede, derde, vierde en vijfde positie zijn de resultaten respectievelijk 4, 3, 1 en 3 (aantal keer dat een muziekstuk op een bepaalde positie techtkomt).

Een reden voor deze tamelijk lage scores is wellicht het feit dat de originele muziekstukken langer zijn dan de fragmenten, omdat de korte nummers over het algemeen een betere rankingpositie krijgen en omdat mensen over het algemeen geen compleet muziekstuk gaan inzingen. De gebruikte combinatie van algoritmes op basis waarvan de vergelijkingen zijn gemaakt, samengevat onder de noemer 'opti3', levert geen goede resultaten op in deze onderzoekscontext.

De conclusie is dat het query-by-hummingsysteem zeer beperkte resultaten oplevert. Dat houdt in dat in heel weinig gevallen het gezochte muziekstuk daadwerkelijk gevonden wordt.

8 Vinden van muziekstukken met metadata

Het doel van dit deel van het onderzoek is na te gaan welke rol metadata spelen bij het ordenen van een lijst met muziekstukken. Deze lijst wordt samengesteld door een test uit te voeren en met de berekende resultaten te bepalen welke positie ieder muziekstuk inneemt op deze lijst.

8.1 Samenstellen van de vragenlijst

De deelnemers krijgen in dit experiment een willekeurig gekozen melodie te horen die automatisch geselecteerd wordt door de applicatie uit een bestand van 150 melodieën. Deze melodieën zijn ingezongen door vijf verschillende zangers. Het is de bedoeling dat de deelnemers de melodie herkennen en via een vragenlijst zoveel mogelijk informatie over dit fragment verstrekken. Daartoe krijgen de deelnemers een vragenlijst in te vullen, met vragen over de titel, de tekst, de periode, het land van herkomst, de gebruikte taal, eventuele associaties en welk aspect ze van dit muziekstuk het meest karakteristiek vinden. Vervolgens worden vragen gesteld over de perceptuele metadata. De antwoorden kunnen gegeven worden op een schaal van 1 tot 5. De volgende vragen worden gesteld:

1. Weet u de titel?
2. Wie voert dit nummer uit?
 - Ik ken het niet
 - Ik zou het nummer herkennen
 - Ik kan delen meezingen.
 - Ik kan het helemaal meezingen.
 - Ik kan het zelfstandig uitvoeren.
3. Tot welk genre behoort dit nummer?
4. Uit welke periode stamt deze uitvoering?
5. Met welk land associeert u dit nummer?
6. Kunt u een stukje van de tekst opschrijven?
7. Als het nummer gezongen wordt, in welke taal gebeurt dit?
8. Welk aspect is het meest karakteristiek?
9. Doet dit nummer u ergens aan denken?

Vragen over de perceptuele aanduidingen:

- vrolijk - verdrietig
- zorgeloos - nerveus
- agressief - teder
- kalm - rusteloos
- gepassioneerd - gereserveerd
- zacht - hard
- langzaam - snel
- opgewekt - saai
- ruig - harmonieus
- statisch - dynamisch

- luidheid van de bas
- aanwezigheid van de drums
- zangerigheid van de melodie
- aantal akkoorden
- belang van de zang
- dansbaarheid

8.2 Deelnemers

Naar de mensen uit mijn kennissenkring die mij geïnteresseerd leken in dit onderzoek, heb ik een mail gestuurd met de vraag of zij aan een test willen meewerken. In deze mail wordt een summiere uitleg gegeven over de aard en omvang van de test. Bovendien wordt gewezen op de mogelijkheid dat er meerdere tests door de deelnemers uitgevoerd kunnen worden. De eerste aangeschreven deelnemers hebben ook andere mensen geïnteresseerd voor het onderzoek. Uiteindelijk is 129 keer deelgenomen aan de test. Er zijn 86 verschillende muziekstukken beoordeeld. Het aantal keer dat de deelnemers een specifiek metadata goed hebben beantwoord, wordt opgesomd in de volgende lijst. Voor de feitelijke metadata wordt een antwoord goedgekeurd op basis van de berekening die in het hoofdstuk Werkwijze en analyse uitgelegd worden. Voor de perceptuele metadata wordt een marge van 0.4 gehanteerd, boven of onder het gemiddelde voor het geteste muziekstuk voor elk metadata. Het lage aantal 'correcte' antwoorden voor genre is te wijten aan de rekenmethode.

metadata	aantal maal goed
land	72
taal	68
uitvoerder	54
ruigheid	45
title	43
periode	43
luidheid	41
vrolijkheid	40
snelheid	40
bas	40
rusteloosheid	39
drums	39
aantal akkoorden	39
dansbaarheid	37
passie	34
dynamiek	32
agressie	31
nervositeit	30
lyriek	28
text	22
opwinding	22
genre	7

De persoonlijke informatie die de deelnemers kunnen aangeven, bestaat uit de

onderdelen: naam, geslacht, het aantal jaren dat er muziekonderwijs is genoten en de voorkeur voor bepaalde muziekgenres. Tevens kunnen de deelnemers een emailadres opgeven.

8.3 Werkwijze en analyse

Aan de hand van een vragenlijst wordt informatie verzameld over de interpretatie van het beluisterde fragment. Wanneer de deelnemers het fragment herkennen als een bekende melodie, kunnen zij via vragen hun mening geven over de metadata. Als er geen sprake is van herkenning, dan kan slechts aangegeven worden wat hun mening is over het actueel aangeboden fragment. De informatie over de metadata die wordt aangegeven, wordt vergeleken met de gegevens van muziekstukken uit de database, wat een rankinglijst oplevert. Op deze lijst staat bovenaan het muziekstuk dat de meeste gelijkenis vertoont met het fragment. Omdat in de test bekend is welk origineel muziekstuk behandeld is, is de positie van dit muziekstuk op deze lijst bekend.

De gegeven antwoorden worden vergeleken met de gegevens uit de database. De volgende metadata worden geanalyseerd.

- de titel
- de uitvoerder (artiest of groep)
- de liedtekst
- de taal van de tekst
- het land van herkomst
- de periode waarin het nummer is uitgebracht
- het genre
- de perceptuele metadata

We behandelen de metadata stuk voor stuk op volgorde van bovenstaande lijst. Voor elk muziekstuk wordt de waarde die bekend is in de database, vergeleken met de waarde die door de deelnemer is aangegeven. De waarde wordt berekend op een schaal van 0 tot 1. Wanneer een gegeven antwoord overeenkomt met de waarde in de database, wordt voor dit metadata een score 1 behaald. Als de waarde niet of slechts gedeeltelijk overeenkomt, dan wordt er een waarde tussen 0 en 1 bepaald. Uiteindelijk worden alle berekende waarden opgeteld. Hieronder volgt een toelichting van berekening die gehanteerd wordt.

titel

Wanneer de deelnemer de titel correct aangeeft, wordt een score 1 behaald. Als de ingevulde titel niet overeenkomt met de titels in database, is de score, voor die muziekstukken, 0. Voor een aantal muziekstukken die onder verschillende titels bekend staan zoals 'Satisfaction' en 'I can't get no' van de Rolling Stones, worden alternatieven geboden en wordt de hoogste waardering toegekend wanneer één van beide titels overeenkomt met de aangegeven titel.

uitvoerder

Voor de uitvoerder of artiest van een muziekstuk gelden dezelfde criteria als voor titel. Geeft de deelnemer een goed antwoord, dan wordt de score 1 behaald.

liedtekst

De deelnemer kan een gedeelte van de liedtekst aangeven. Dit tekstfragment wordt vergeleken met alle beschikbare liedteksten. Als het tekstfragment geheel voorkomt in een liedtekst, is de score 1. Als dat niet het geval is, worden de overeenkomstige woorden, die in een tekst voorkomen, geteld en gerelateerd aan de lengte van het fragment.

land van herkomst

Het land van herkomst wordt door de deelnemers gekozen uit een selectielijst. Het gevolg is dat er een discrete uitspraak is voor dit onderdeel. Komt de aangegeven waarde voor 'land' overeen met de waarde in de database, dan krijgt het muziekstuk in de database voor dit metadata de waarde 1. Is er geen overeenkomst, dan krijgt het muziekstuk de waarde 0. Een effect dat hier optreedt, is dat bij het fout aangeven van een land, een nadelige invloed ontstaat op het eindresultaat omdat de muziekstukken uit een foutief aangegeven land desondanks een score 1 krijgen.

taal

Voor taal gelden dezelfde criteria als voor het land van herkomst.

periode

Voor elk muziekstuk wordt nagegaan of het jaartal waarop het muziekstuk is uitgebracht, valt binnen de periode die door de deelnemer uit een lijst is geselecteerd. Wanneer dit jaartal inderdaad in die periode valt, wordt de score 1 behaald. Valt het jaartal niet in deze periode, is de score 0.

genre

De deelnemers kunnen een genre aangeven voor het beluisterde fragment. Voor elk muziekstuk kunnen er meerdere genres aangegeven zijn. De berekening voor de score gaat als volgt: uitgaande van het genre dat de deelnemer aangeeft, wordt er geteld hoe vaak dit genre is aangegeven bij elk muziekstuk in de database. Vervolgens wordt geteld hoeveel genres er in totaal zijn aangegeven en wordt het resultaat van de eerst optelling gedeeld door het resultaat van de tweede optelling. Deze waarde, die tussen 0 en 1 ligt, geldt als de score voor genre.

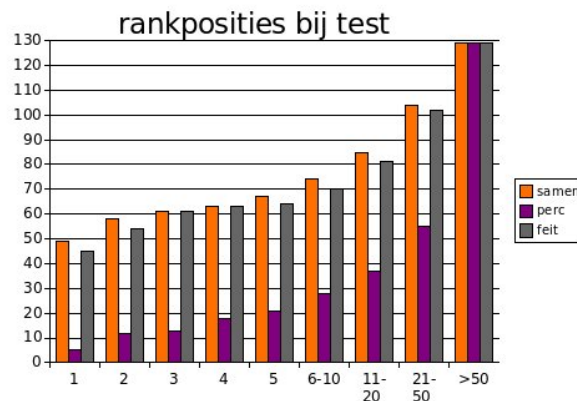
perceptuele metadata

In hoofdstuk 6 hebben de deelnemers beoordelingen uitgesproken over de metadata van alle muziekstukken. De gemiddelde beoordeling wordt gebruikt als referentie voor de antwoorden die bij deze test worden gegeven. De volgende formule wordt hiervoor gebruikt: $1 - (|testval - dbval|/4)$ waarbij 'testval' de testwaarde is en 'dbval' de gemiddelde waarde voor deze metadata is. Het verschil tussen de testwaarde en de databasewaarde wordt door 4 gedeeld omdat de waarden op een schaal van 1 tot 5 zijn uitgedrukt en naar 1 moeten opschalen en vervolgens van 1 afgetrokken omdat een kleiner verschil een hogere score moet opleveren.

Voor de perceptuele metadata wordt in de berekening gebruik gemaakt van de resultaten van de factoranalyse uit hoofdstuk 6.4.2. Omdat het aannemelijk is dat de metadata elkaar overlappen wordt gecorrigeerd voor redundante metadata. Uit de factoranalyse bleek dat drie factoren 61% van de variantie verklaren. Uit de vijftien beschikbare metadata leiden we drie factoren af onder de noemers ruigheid, bewegelijkheid en sfeer. Per component wordt bepaald wat het aandeel is van elke metadata. *Eindberekening*
Alle metadata kunnen maximaal de waarde 1 krijgen en de resultaten worden opgeteld.

8.4 Resultaten en conclusie

In bijlage F is een overzichtslijst opgenomen met posities die behaald zijn voor elke test. In onderstaande tabel worden cumulatief de behaalde rankingposities weergegeven. De parse staafdiagrammen geven de perceptuele metadata weer. De grijze staafjes geven de feitelijke metadata weer en de oranje staafdiagram toont een combinatie van beide. Uit de tabel blijkt dat een combinatie van feitelijke met perceptuele metadata ongeveer hetzelfde resultaat oplevert dan wanneer alleen de feitelijke metadata worden betrokken in de berekening.



Figuur 12: Behaalde rankingposities test

Onderstaande tabel geeft een overzicht van alle metadata en de invloed die elke metadata apart heeft op de positie van het aangeboden fragment in de rankinglijst. Uit deze lijst blijkt dat de uitvoerder (artiest) de meest invloed heeft. Ook is te zien dat de feitelijke metadata het meest bijdragen aan de onderscheidbaarheid van muziekstukken.

rankpos	metadata	gempos
1	performer	43.82
2	title	49.48
3	genre	53.28
4	text	55.1
5	periode	58.38
6	country	59.53
7	language	63.22
8	aggression	69.85
9	dynamics	70.31
10	nr of chords	71.39
11	restlessness	72.77
12	cheer	73.98
13	rough	74.86
14	loudness	75.19
15	passion	75.44
16	nervosity	76.18
17	joy	77.5
18	speed	78.81
19	lyricm	79.89
20	bassloudness	86.29
21	danceability	82.66
22	drums presence	85.11

Samenvattend wordt geconcludeerd dat de perceptuele metadata beperkt bijdragen aan de verbetering van het zoeken naar muziekstukken in een database in vergelijking met feitelijke metadata, die in ruime mate daaraan bijdragen.

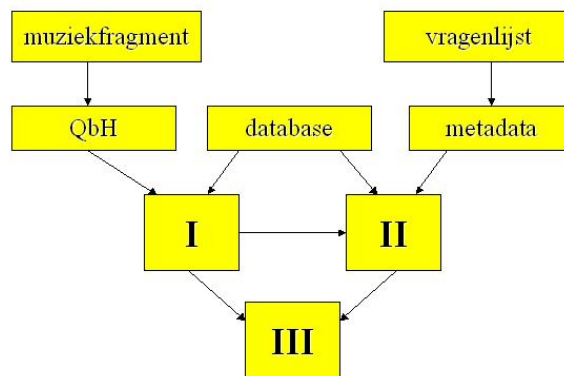
9 Invloed van metadata

Dit deel van het onderzoek vloeit voort uit de hypothese die in het hoofdstuk Probleemstelling en hypothesen is beschreven (hoofdstuk 2). Het doel is om te bepalen wat de invloed van de metadata is op het zoekproces van muziekstukken in de combinatie query-by-humming-systeem met metadata.

Normaliter zal iemand die op zoek is naar een muziekstuk, een deel of het geheel van de melodie kunnen reproduceren. Bovendien is het mogelijk dat deze persoon over meer informatie beschikt dan alleen de melodie van het stuk, zoals: de titel, een flard van de tekst of het land van herkomst. In de huidige query-by-hummingapplicaties wordt alleen gebruik gemaakt van de melodische informatie (Lesaffre, 2006; Typke, 2005). In dit onderzoek wordt de meer descriptieve kennis die de gebruiker van de applicatie wellicht beschikbaar heeft over het gezochte muziekstuk, betrokken bij het zoekproces naar het juiste muziekstuk.

9.1 Werkwijze en analyse

Er wordt een test uitgevoerd door de deelnemer. De deelnemer krijgt een fragment te horen en vult een vragenlijst in. Bij de analyse worden eerst de fragmenten met de muziekstukken in de database vergeleken (zie hoofdstuk 7), daarna wordt bepaald hoe de gescoorde waarden op de vragenlijst vergeleken worden met de metadata van de muziekstukken (zie hoofdstuk 8). Vervolgens wordt er een relatie gelegd tussen beide (zie hoofdstuk 9).



Figuur 13: Combinatie query-by-humming en metadata

I Lijst van muziekstukken, gerangschikt naar gelijkheid tussen fragment en

muziekstuk

- II Lijst van muziekstukken, gerangschikt naar gelijkheid tussen ingevulde waarden van de vragenlijst en de metadata
- III Overzicht van de verbeterde of verslechterde positie van een muziekstuk door het betrekken van de metadata.

Na uitvoering van de twee bovengenoemde vergelijkingsprocedures zijn er twee rankinglijsten ontstaan. Beide rankinglijsten bevatten een muziekstukken, gerangschikt naar gelijkheid met het beluisterde fragment. Omdat bekend is welk muziekstuk gekoppeld is aan het beluisterde fragment, kunnen we twee posities afleiden uit de rankinglijsten. Een verschil tussen de posities op deze twee lijsten geeft aan wat de invloed is van metadata op het betrekken van metadata bij een query-by-hummingsysteem.

De vergelijking levert bijvoorbeeld de volgende uitspraak op: 'Jailhouse Rock' (Elvis Presley) is door toevoeging van de metadata twee posities verbeterd ten opzicht van het QbH-systeem (vergelijking van I en II) ; de metadata hebben bijgedragen aan het beter identificeren van dit muziekstuk (III).

9.2 Resultaten en conclusie

De resultaten voor het betrekken van metadata bij het query-by-hummingsysteem worden weergegeven in de mediaan. Dat levert het volgende overzicht op: QbH 15, alle metadata 2, alleen perceptuele metadata 7,5, alleen feitelijke metadata 1,5.

Hieronder worden de resultaten in een tabel weergegeven. Alleen de resultaten waarbij een score in het query-by-hummingsysteem van groter dan 0 is behaald, worden getoond. De rankingposities die behaald zijn door vergelijking van het beluisterde fragment met de muziekstukken die een waarde 0 hebben opgeleverd, zijn onbetrouwbaar, omdat de score 0 aantoont dat er geen relatie gevonden kon worden met het vergeleken muziekstuk.

Van de rankingposities die behaald zijn, wordt de mediaan berekend. Hoe lager de mediaan, hoe beter deze combinatie van metadata behulpzaam is bij het zoeken van muziekstukken. De aanduiding qbh3 geeft aan dat het QbH-aandeel in de berekening voor drie maal een normaal metadata telt. Uit eerder tests is gebleken dat het optimum bij 3 ligt. Het vergelijken van rankingposities van het QbH-gedeelte met een combinatie van QbH met de metadata, dus de invloed van metadata op het proces, levert de volgende resultatentabel op:

	song title	qbh	qbh3all	qbh3perc	qbh3facts
1	Angels	20	5	3	5
2	Stairway to Heaven	5	1	1	1
3	De glimlach van een kind	45	45	45	45
4	Blauw	1	2	2	1
5	Human Nature	15	9	3	10
6	Sjakie van de hoek	15	8	8	15
7	The Real Slim Shady	21	24	24	21
8	When the lady Smiles	10	14	13	14
9	Sjakie van de hoek	15	1	8	1
10	Yellow Submarine	18	1	6	1
11	Foxy Lady	1	10	15	10
12	Tears in Heaven	20	1	19	1
13	n Vriend	1	1	1	1
14	Stil in mij	13	1	11	1
15	Stan	31	44	37	36
16	Youll never walk alone	49	11	42	12
17	Stiekem Gedanst	8	2	6	2
18	n Vriend	1	1	1	1
19	Als ze er niet is	30	31	31	31
20	Stiekem Gedanst	8	9	6	9
21	Is je moeder niet thuis	24	1	20	1
22	Riders on the Storm	1	1	7	1
23	Whole Lotta Love	2	1	1	1
24	Isnt She Lovely	19	6	10	10
25	Human Nature	15	9	3	10
26	Is dit alles	3	1	1	1
27	Vlieg met me mee	3	1	5	1
28	Vlieg met me mee	3	2	2	3
29	Blauw	1	2	2	1
30	De glimlach van een kind	45	1	39	1
31	Stan	31	26	40	26
32	Let me Entertain You	24	1	11	1
34	Stan	31	58	40	54
35	Rock around the clock	32	1	2	1
		15	2	7,5	1,5

Algemeen gezegd levert het betrekken van feitelijke metadata het beste resultaat op. Het betrekken van perceptuele metadata is minder succesvol, maar levert toch structurele verbetering op ten opzichte van het gebruikte QbH-systeem. Een combinatie van alle metadata levert ook een substantiële verbetering op.

De hypothese zoals die aan begin van dit hoofdstuk wordt verwoord, wordt aangenomen. Een query-by-hummingapplicatie zal door het betrekken van metadata bij het zoeken op melodische context in een database, hogere rankingposities bewerkstelligen voor het gezochte muziekstuk.

10 Eindconclusie en discussie

In dit hoofdstuk wordt een antwoord gegeven op de vraag die in dit onderzoek voorop staat (probleemstelling): Welke metadata zijn, in aanvulling op een query-by-hummingsysteem, betrouwbaar om muziekstukken te onderscheiden? Dat gebeurt door het toetsen van twee hypothesen:

1. Sommige metadata zijn betrouwbaarder om muziekstukken te identificeren dan andere.
2. Een query-by-humming applicatie zal door het betrekken van metadata bij het zoeken op melodische context in een database, hogere rankingposities bewerkstelligen voor het gezochte muziekstuk.

Uit het onderzoek blijkt dat beide hypothesen aangenomen worden. Met andere woorden, wanneer een query-by-hummingsysteem aangevuld wordt met feitelijke metadata zoals titel, uitvoerder, land van herkomst, taal van de tekst of liedtekst dan levert dit een waardevolle bijdrage aan de identificeerbaarheid van de gezochte muziekstukken. Dat geldt in mindere mate voor de perceptuele metadata zoals daar bijvoorbeeld zijn: vrolijkheid, passie en dansbaarheid.

Eindconclusie

Het betrekken van metadata bij een query-by-hummingsysteem draagt positief bij aan het identificeren van gezochte muziekstukken.

Discussie

Bij het onderzoek waarvan in deze studie verslag wordt gedaan, worden in deze paragraaf enkele discussiepunten geplaatst. Eerst in algemene zin, later toegepast op onderdelen. Discussiepunten waarin in evaluatieve zin opmerkingen worden gemaakt en suggesties worden gedaan voor mogelijk vervolgonderzoek.

1) Het onderzoek is opgezet op basis van een probleemstelling van waaruit twee hypothesen zijn afgeleid. De probleemstelling is na gesprekken met de begeleiders zo geformuleerd, dat het toetsen van de hypothesen uitsluitend geeft over de vraag die in de probleemstelling verborgen zit. Om de probleemstelling te beantwoorden was het nodig veel aandacht te besteden aan het ontwikkelen van de applicatie. Immers, de deelnemers aan het onderzoek moesten via het gekozen communicatiekanaal, internet, hun beoordeling van de metadata kenbaar maken. Voor het testen van de invloed die de metadata kunnen hebben op een query-by-hummingsysteem, moest de applicatie mogelijkheden bieden om muziekfragmenten te vergelijken en metadatagegevens te interpreteren. Een dergelijk applicatiesysteem was niet voorhanden en moest dus ontwikkeld worden.

Het ontwikkelen van de applicatie was geïncorporeerd in de probleemstelling. Vanzelfsprekend is goed nagedacht over de inzet en het toetsen van de applicatie in het totale onderzoek. Andere invalshoeken om het onderzoek op te zetten respectievelijk uit te voeren, waren ook mogelijk geweest. Het ontwikkelen van

de applicatie heeft veel tijd gekost. Dat heeft echter niet verhinderd dat de essentie van het onderzoek is uitgevoerd. De essentie van het onderzoek is tweeledig: ten eerste de beoordeling van de metadata en ten tweede het nagaan van de invloed van deze metadata op een query-by-hummingapplicatie.

2) Het onderscheidend vermogen van metadata is het vertrekpunt van deze studie. Een aantal metadata is geselecteerd door de groep van Leman in een IPE-Monderzoek (Leman, 2002). Deze metadata heb ik aangevuld met een aantal extra metadata. De door deze groep onderscheiden metadata zijn geselecteerd vanuit een relatief klein onderzoek, waardoor de representativiteit van deze metadata ter discussie staat. Dit onderzoek levert op dat de perceptuele metadata in mindere mate een bijdrage leveren aan het vinden van muziekstukken. Er zou veel meer onderzoek gedaan moeten worden naar de selectie van perceptuele metadata, vooral wat betreft de indeling in categorieën en terminologie. Zo kunnen de metadata variëren wanneer muziekstukken in verschillende genres worden geïdentificeerd, te denken valt aan genres als: kinderliedjes, volksmuziek, jazz of heavy metal. Mogelijk kan herbezinning en een andere indeling, andere perceptuele metadata opleveren. Metadata die muziekstukken beter kunnen identificeren. Bij dit onderzoek waren 150 muziekstukken betrokken en er zijn in totaal 928 beoordelingen geweest, door ongeveer 400 deelnemers. Per muziekstuk zijn er dus gemiddeld zeven beoordelingen geweest. Achteraf gezien is het aantal gebruikte muziekstukken in de database zó groot, dat er een minder betrouwbare invulling van metadata ontstaat. In een vervolgonderzoek zou er met veel minder muziekstukken gewerkt kunnen worden, in de orde van twintig stukken, en met meer beoordelingen per muziekstuk, om een betrouwbaarder beeld van de metadata te krijgen.

3) Door het slecht functioneren van de vergelijkingssoftware in de testsituatie, bleek het moeilijk te zijn om betrouwbare uitspraken te doen over het query-by-humminggedeelte van de applicatie. Zo bleek in mijn onderzoek dat het vergelijkingsprogramma Simile in slechts 5 van de 150 gevallen het juist lied vond bij het ingezongen fragment. Waarschijnlijk wordt dat veroorzaakt door het grote verschil in lengte tussen fragment en muziekstukken. Een oplossing zou kunnen zijn om de muziekstukken in gedeelten op te delen. Bijvoorbeeld een opdeling in frases of muziekstructuren. Dit leent zich voor vervolgonderzoek.

4) Het is waarschijnlijk dat mensen kenmerkende onderdelen van muziekstukken onthouden. Dat hoeft niet de melodielijn te zijn, maar kan ook bijvoorbeeld een gitaarloopje of een saxofoonsolo zijn. Onderzocht zou moeten worden in hoeverre daar sprake van is in muziekstukken en of deze kenmerkende delen belangrijk voor het identificeren van deze stukken. In dit onderzoek is aan dit fenomeen weinig aandacht besteed. Slechts in vijf muziekstukken is daar rekening mee gehouden.

5) Het feit dat deelnemers aan het onderzoek geconfronteerd worden met vooraf ingezongen muziekfragmenten heeft voor- en nadelen. Een nadeel is dat de resultaten van de testsituatie beïnvloed worden door het gezongen fragment zelf. De bedoeling is dat het fragment de herinnering aan een muziekstuk oproept, maar deze associaties kunnen niet los gezien worden van de nieuwe indruk die het fragment genereert. De herinnering aan een muziekstuk wordt sterk gekleurd

door de actuele uitvoering van het fragment. Dit meer psychologische effect zou verder onderzocht moeten worden.

6) Er ontstaat een probleem wanneer mensen het fragment dat zij gepresenteerd krijgen niet kennen. In dat geval is er alleen op basis van het fragment een indicatie aan te geven zonder dat er een sturing vanuit het geheugen is. Mensen kunnen in de applicatie aangeven hoe zeker ze zijn van hun inzending. In een query-by-hummingsituatie waarbij de deelnemers zelf hun fragment inzingen, zoals gebruikelijk bij QBH, bestaat dit probleem niet. In testsituaties moet hier nadrukkelijk rekening mee worden gehouden.

7) De applicatie noteert hoeveel muziekstukken de deelnemers beoordelen. Opmerkelijk is dat de meeste deelnemers slechts ongeveer drie (gemiddeld 2.75) muziekstukken beoordelen, ondanks het verzoek meerdere muziekstukken te scoren. Dit heeft tot gevolg dat er veel deelnemers nodig zijn om een voldoende aantal beoordelingen per muziekstuk te krijgen. Het verdient aanbeveling om een gecontroleerde testomgeving aan te bieden waarin nadrukkelijk aangegeven wordt dat er meerdere muziekstukken beoordeeld kunnen worden.

8) Uit afzonderlijke gesprekken met individuele deelnemers blijkt dat de vraag naar het opgeven van persoonlijke gegevens als naam en emailadres sommige deelnemers doet besluiten vroegtijdig de applicatie te verlaten. Dit heeft er toe geleid dat halverwege het onderzoek, het invullen van persoonsgebonden gegevens optioneel is gemaakt.

9) In dit onderzoek is gekozen om te werken met rankingslijsten. Het onderzoek had ook opgezet kunnen worden via een andere systematiek, waarbij systematische uitsluiting van onderdelen die er niet meer toe doen, het vertrekpunt vormt. Bijvoorbeeld: als een deelnemer aangeeft dat een muziekstuk uit Nederland komt, dan sluit de applicatie alle keuzemogelijkheden uit andere landen uit. Er wordt dan gezocht binnen de Nederlandse muziekstukken. Deze optie moet zeker bekeken worden wanneer grote aantallen muziekstukken in het onderzoek betrokken worden.

10) In de berekening van de rankinglijsten is voor elk metadata een punt te behalen. Er zijn argumenten aan te voeren om metadata verschillend te waarderen in de berekening. Metadata met een hoog identificeergehalte zouden meer punten moeten krijgen, omdat die meer bijdragen aan het vinden van het muziekstuk.

11) Een aantal metadata is in een vroeg stadium verwijderd. Te denken valt aan de metadata duur (lengte van het muziekstuk), componist, instrumentatie, leeftijd van de uitvoerder (artiest) of geslacht van de uitvoerder. Dat is gebeurd om verschillende redenen. Zo is de componist van een muziekstuk in popmuziek vaak onbekend bij de luisteraar, en daarom geen geschikt metadata voor dit genre. Het verdient aanbeveling om na te gaan of deze metadata alsnog bruikbaar zijn om in de lijst van metadata opgenomen te worden.

12) Het gevolg van het gebruik van vaststaande ingezongen muziekfragmenten is dat het query-by-humminggedeelte van het systeem is losgekoppeld van de gegevens over de metadata. De melodie wordt niet zelf geproduceerd maar de

herkenning van of de herinnering aan een melodie wordt onderzocht. Dat kan de metadata beïnvloeden, omdat het herkennen van een melodie andere associaties oproept dan het zelf zingen. Dit fenomeen wordt echter in het onderzoek niet meegenomen omdat spontaan opkomende muziekvragen niet afgedwongen kunnen worden.

Samenvatting

In deze studie wordt verslag gedaan van een empirisch onderzoek naar de bijdrage die metadata kunnen leveren aan een query-by-hummingsysteem (QbH). Een QbHsysteem is een methode om aan de hand van een melodie of een flard van een melodie het bijbehorende muziekstuk te zoeken. Een melodie die door de gebruiker wordt gezongen, gefloten of geneuried. Het computersysteem zoekt in de muziekverzameling naar de meest bijpassende muziekstukken. Degene die de melodie zingt, fluit of neuriet heeft veelal meer informatie beschikbaar over het muziekfragment dan alleen de melodie.

In dit onderzoek wordt nagegaan welke aanvullende informatie, naast de melodie, een bijdrage kan leveren aan het zo betrouwbaar mogelijk vinden van het gewenste muziekstuk: Je weet 't, maar hoe heet 't! De aanvullende informatie waar de gebruikers over beschikken, wordt metadata genoemd. In het onderzoek wordt een onderscheid gemaakt tussen feitelijke metadata (zeven stuks) zoals titel of uitvoerder (artiest of groep) en conceptuele metadata zoals daar bijvoorbeeld zijn passie, vrolijkheid of dansbaarheid. De lijst met de laatst genoemde metadata wordt samengesteld aan de hand van een onderzoek van de Universiteit Gent (tien stuks), aangevuld met zelfontwikkelde metadata (vijf stuks). In totaal worden tweeëntwintig metadata onderscheiden. Nagegaan wordt, wat de invloed van deze metadata is, op het steeds beter vinden van het gewenste muziekstuk. Als een metadata bijdraagt aan het succesvol vinden van het muziekstuk, dan kunnen we aannemen dat deze metadata betrouwbaar is. Dat leidt tot de volgende probleemstelling: Welke metadata zijn, in aanvulling op een query-by-hummingsysteem, betrouwbaar om muziekstukken te onderscheiden? Uit deze probleemstelling zijn twee hypothesen afgeleid. Deze hypothesen worden in het onderzoek getoetst. Het onderzoek bestaat uit beluisteren van muziekfragmenten, het invullen van vragenlijsten en het geven van waardeoordelen. Aan de experimenten hebben vierhonderd proefpersonen deelgenomen. Zij hebben ieder via internet ongeveer drie muziekstukken beoordeeld. In de database bevinden zich hondervijftig muziekstukken. Gemiddeld is elk muziekstuk zeven keer beoordeeld.

Dit onderzoek leidt tot de conclusie dat sommige metadata beter geschikt zijn om het query-by-hummingsysteem te ondersteunen dan andere. Aangetoond wordt dat de metadata het zoekproces positief ondersteunen. Dat houdt in dat het zinvol is deze metadata te betrekken bij het zoeken naar muziekstukken. In het eerste onderzoeksonderdeel wordt met behulp van statistische technieken (de spreiding van de gemiddelden en factoranalyse) en rechtstreekse waardering van metadata, de geformuleerde hypothese aangenomen. We weten nu hoe betrouwbaar de metadata zijn. In onderzoeksonderdelen 3, 4 en 5 wordt door middel van het vergelijken van de ingezongen fragmenten met de muziekstukken uit de database aangegeven welke metadata uiteindelijk bijdragen in het zoekproces naar de gezochte muziekstukken. Dat onderzoek vindt plaats met behulp van een testsituatie waarbij de deelnemers op internet een ingezongen muziekstuk moeten identificeren. De hypothesen die ten grondslag liggen aan dit onderzoek worden aangenomen.

Geraadpleegde literatuur

- Byrd, D. & Crawford, T. (2002). Problems of Music Information Retrieval in the Real World. *Information Processing and Management* 38, 249-272. Also available as Technical Report IR-214, Computer Science Dept., Univ. of Massachusetts/Amherst.
- Downie, J. S. (2003a). Toward the scientific evaluation of Music Information Retrieval Systems, In *Proceedings of the 4th International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR03)*, Baltimore, 25-32.
- Downie, J. S. (2003b). Music Information Retrieval. In B. Cronin (Ed.), *Annual Review of Information Science and Technology* 37, 295-340.
- Downie, J. S. & Cunningham, S. J. (2002). Toward a theory of music information retrieval queries: System design implications. In *Proceedings: Third International Conference on Music Information Retrieval. ISMIR 2002: 13-17 October 2002, Paris, France*.
- Futrelle, J., & Downie, J. S. (2002). Interdisciplinary communities and research issues in Music Information Retrieval. In *Proceedings of the 3rd International Conference on Music Information Retrieval (ISMIR02)*, 215-221.
- Ghias, A., Logan, J., Chamberlin, D., & Smith, B.C. (1995). Query by Humming: Musical Information Retrieval in an Audio Database. In *Proceedings of ACM International Conference and Exhibition*, 231-236, San Francisco.
- Greenspan, J. & Bulgar, B. (2001). *MySQL/PHP Database Applications*. Schoonhoven, Academic Service
- Hudson, P. (2006). *PHP in a Nutshell*. Sebastopol, O'Reilly Media.
- Krumhansl, C.L. (1990). *Cognitive Foundations of Musical Pitch*. New York, Oxford University Press.
- Leman, M. (2002). Musical Audio Mining. In J. Meij (Ed.) *Dealing with the Data Flood: Mining Data, text and multimedia*. Rotterdam, STT Netherlands Study Centre for Technology Trends.
- Lesaffre, M. (2005). *Music Information Retrieval: Conceptual Framework, Annotation and User Behavior*. Ghent: IPEM - Department of Musicology, Ghent University.
- Lursen, M.J.(1944; herziene herdruk 1985). *Grondslagen van de muziektheorie*. Katwijk aan zee, Servire.
- Martin, K.D., Scheirer, E.D. & Vercoe, B.L. (1998). Music content analysis through models of audition, In *ACM Workshop on Content Processing of Media for Multimedia Applications*, 1-8, Bristol.
- McNab, R., Smith, L.A., Witten, I.H., Henderson, C.L. & Cunningham, S.J. (1996). Towards the Digital Music Library: Tune Retrieval from Acoustical Input. In *Proceedings of the 1st ACM International Conference on Digital Libraries*, 11-18, Bethesda, USA.

- Meyer, L. B. (1956; zevende druk 1965). *Emotion and Meaning in Music*. Chigago/London, the University of Chicago Press.
- Meyer, L.B. (1967; tweede druk 1969). *Music, the Arts and Ideas. Patterns and Predictions in Twentieth-Century Culture*. Chigago/London, the University of Chicago Press.
- Orio, N. (2006). Music Retrieval: A Tutorial and Review. *Foundations and Trends in Information Retrieval Vol 1, No 1*, 1-90.
- Pachet, F. & Cazaly, D. (2000). A taxonomy of Musical Genres. *Content-Based Multimedia Information Access Conference (RIAO)*, Paris.
- Ramakrishnan, R. & Gehrke J. (1998, 2nd edition). *Database Management Systems*. Columbus, McGraw-Hill Higher Education, USA.
- Snyder, B. (2000). *Music and Memory: An Introduction*. Cambridge, London, The MIT Press.
- Typke, R., Wiering, F. & Veltkamp, R.C. (2005). A Survey of Music Information Retrieval Systems. In Joshua.D. Reiss & Geraint.A. Wiggins (Eds.), *Proceedings of 6th International Conference on Music Information Retrieval*, 153-160. London, University of London.
- Veltkamp, R.C., Wiering, F. & Typke, R. (2006). Content Based Music Retrieval. In B. Furht (Ed.), *Encyclopedia of Multimedia*, Springer.
- Wiering, F. (2006), Can Humans Benefit from Music Information Retrieval?. In *4th International Workshop on Adaptive Multimedia Retrieval*, 27-28 July 2006, 1-13. Geneva, University of Geneva, Switzerland.

Websites:

1. http://en.wikipedia.org/wiki/Information_retrieval
2. <http://www.sessionguide.com/mir/>
3. <http://nl.wikipedia.org/wiki/Popmuziek>
4. [http://nl.wikipedia.org/wiki/Cover_\(muziek\)](http://nl.wikipedia.org/wiki/Cover_(muziek))
5. <http://nl.wikipedia.org/wiki/metadata>
6. <http://mitpress.mit.edu>
7. <http://cs.nyu.edu/~eugenew/publication/humming-summary.pdf>
8. http://en.wikipedia.org/wiki/Query_by_humming
9. <http://forum/songteksten.nl/>
10. <http://www.semanticaudio.org/>
11. <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>
12. http://doc.gold.ac.uk/isms/mmm/SIMILE_algo_docs_0.3.pdf

Lijst met afkortingen

HTML	HyperText Markup Language
IPEM	Institute for Psychoacoustics and Electronic Music
IR	Information Retrieval
ISMIR	International Conference on Music Information Retrieval
LAMP	Linux, Apache, MySQL, PHP
MAMI	Musical Audio Mining
MIDI	Musical Instrument Digital Interface
MIR	Music Information Retrieval
MPEG	Moving Picture Experts Group
MUUGLE	Musical Utrecht University Global Lookup Engine
MySQL	My Structured Query Language
PHP	PHP: Hypertext Preprocessor
QbH	Query-by-Humming
QbM	Query-by-Melody
QbV	Query-by-Voice
RDBMS	Relational Database Management System

Bijlagen

A Lijst van muziekstukken

- abba - dancing queen
- abba - knowing me knowing you
- abba - money money money
- acda en de munnik - niet of nooit geweest
- all songs.tex
- andre hazes - de vlieger
- andre hazes - een beetje verliefd
- andre hazes - een vriend
- andre hazes - eenzame kerst
- andre hazes - zij gelooft in mij
- audio - player
- beatles - help
- beatles - hey jude
- beatles - let it be
- beatles - yellow submarine
- beatles - yesterday
- bill haley and the comets - rock around the clock
- blof - blauwe ruis
- blof - dansen aan zee
- blof - harder dan ik hebben kan
- blof - liefs uit london
- blof - wat zou je doen
- bob dylan - blowin in the wind
- bob dylan - like a rolling stone
- boudewijn de groot - land van maas en waal
- boudewijn de groot - testament
- boudewijn de groot - welterusten meneer de president
- brittany spears - baby hit me one more time
- brittney spears - oops...i did it again
- bruce springsteen - the river
- christina aguilera - beautiful
- christina aguilera - genie in a bottle
- conny vandenbos - 3 zomers lang
- conny vandenbos sjakie van de hoek
- david bowie - heroes
- david bowie - lets dance
- de dijk - als ze er niet is
- de dijk - dansen op de vulkaan

- de dijk - ik kan het niet alleen
- deep purple - child in time
- deep purple - smoke on the water
- destinys child - bootylicious
- destinys child - bugaboo
- destinys child - survivor
- doe maar - doris day
- doe maar - sinds een dag of twee
- doe maar - smoorverliefd
- dolly dots - do wah diddy diddy
- doors - riders on the storm
- duran duran - the reflex
- duran duran - wild boys
- elvis presley - blue suede shoes
- elvis presley - jailhouse rock
- elvis presley - love me tender
- elvis presley - my way
- eminem - stan
- eminem - the real slim shady
- eric clapton - tears in heaven
- frank sinatra - my way
- frank sinatra - new york new york
- frans bauer - als sterren aan de hemel staan
- frans bauer - heb je even voor mij
- george baker selectionuna paloma blanca
- gerard cox - t is weer voorbij die mooie zomer
- golden earring - radar love
- golden earring - twilight zone
- golden earring - when the lady smiles
- guus meeuwis - het is een nacht
- guus meeuwis - per spoor
- hazes andre - zij gelooft in mij
- herman brood - my way
- herman brood - saturday night
- herman van veen - anne
- herman van veen - liefde van later
- herman van veen - opzij
- herman van veen - suzanne
- het goede doel - belgie
- het goede doel - nooduitgang
- het goede doel - vriendschap
- jimi hendrix - foxy lady
- jimi hendrix - hey joe
- kane - rain down on me

- krezip - i would stay
- las ketchup - the ketchup song
- led zeppelin and pink floyd - whole lotta love on the run
- led zeppelin - stairway to heaven
- lee towers - i can see clearly now
- lee towers - youll never walk alone
- luv - you are the greatest lover
- madonna - holiday
- madonna - la isla bonita
- madonna - like a virgin
- madonna - material girl
- marco borsato - de waarheid
- marco borsato - dromen zijn bedrog
- marco borsato - ik leef niet meer voor jou
- marco borsato - je hoeft niet naar huis vannacht
- meat loaf - paradise by the dashboard light1
- michael jackson - bad
- michael jackson - beat it
- michael jackson - billie jean
- michael jackson - human nature
- michael jackson - thriller
- michael jackson - wanna be startin something
- nico haak - foxy foxtrot
- nico haak - honkie tonkie pianissie
- nico haak - is je moeder niet thuis
- nirvana - smells like a teen spirit
- normaal - oerend hard
- paul de leeuw - vlieg met me mee
- pearl jam - jeremy
- peter koelewijn - kom van dat dak af
- prince - 1999
- prince - kiss
- prince - purple rain
- queen - bohemian rhapsody
- queen - we are the champions
- queen - we will rock you
- rene froger - just say hello
- rene froger - your place or mine
- robbie williams - angels
- robbie williams - let me entertain you
- robbie williams - rock dj
- rob de nijs - banger hart
- rob de nijs - dag zuster ursula
- rob de nijs - het land van maas en waal

- rob de nijs - het werd zomer
- rob de nijs - jan klaassen de trompetter
- rob de nijs - malle babbe
- roberto jacketti and the scooters - i save the day
- rolling stones - angie
- rolling stones - paint it black
- rolling stones - satisfaction
- rolling stones - sympathy for the devil
- simon and garfunkel - bridge over troubled water
- spice girls - stop
- spice girls - wannabe
- spice girls - who do you think you are
- stevie wonder - isnt she lovely
- stevie wonder - superstition
- stevie wonder - you are the sunshine of my life
- the cure - a forest
- the eagles - hotel california
- the scene - blauw
- the scene de dijk - de wereld is van iedereen
- the scene - iedereen is van de wereld
- toontje lager - stiekem met je gedanst
- total touch - somebody elses lover
- total touch - touch me there
- trafassi - kleine wasjes grote wasjes
- trockener kecks - met hart en ziel
- van dik hout - laat het los
- van dik hout - stil in mij
- willeke willie alberti - de glimlach van een kind
- willy deville - hey joe
- wim sonneveld - het dorp
- zangeres zonder naam - ach vader lief toe drink niet meer
- zangeres zonder naam - het was aan de costa de sol
- zangeres zonder naam - mexico

B Correspondentie met potentiële deelnemers (e-mail)

From: Erik van der Weijden <erikvdw@xs4all.nl>
Date: 10 apr. 2007 15:35
Subject: onderzoek naar muziek
To: erikvdw@xs4all.nl

Hallo,

Voor de Universiteit in Utrecht doe ik een onderzoek naar wat mensen weten (en vinden) van bekende muzieknnummers.

Ter introductie: ik ben Erik van der Weijden, saxofonist en ik studeer Kunstmatige Intelligentie.

Het onderzoek kost weinig tijd; ongeveer anderhalve minuut per nummer, waarbij u tijdens het luisteren van een muziekje enkele gegevens kunt invullen.

Ik heb 18 april een deadline, u kunt tot die tijd zoveel liedjes "behandelen" als u wilt, liefst zo veel mogelijk.
U kunt meerdere keren meedoen.

Als u op de hoogte gehouden wilt worden van de ontwikkelingen kunt u een email adres invullen, maar dat hoeft niet.

Dit is internetadres van het onderzoek:
<http://www.sessionguide.com/mir/>

Misschien kunt u dit mailtje doorsturen naar al uw vrienden, het is voor het onderzoek belangrijk dat er zoveel mogelijk mensen meedoen.

Alvast bedankt en mail gerust als u een opmerking heeft,
vriendelijke groeten,
Erik

Figuur 14: Email naar deelnemers

C Applicatie

In deze bijlage volgt een beschrijving van de applicatie. De applicatie vormt een intermediair tussen de deelnemers aan het onderzoek en de database. De applicatie presenteert de onderzoeksomgeving, verwerkt de gegevens en slaat deze op in de database. In dit onderzoek is de applicatie vormgegeven als website. C.1 beschrijft de wijze waarop de deelnemers de gepresenteerde muziekstukken kunnen beoordelen. In het volgende hoofdstuk (C.2) wordt de query-by-hummingapplicatie in relatie gebracht met de metadata. In C.3 worden tenslotte de specificaties van de website beschreven. Daarbij wordt ingegaan op aspecten als: de ontwikkelomgeving, de taalkeuze en de navigatiemogelijkheden.

C.1 Beoordeling van de muziekstukken

In hoofdstuk 6 spreken de deelnemers hun oordeel uit over muziekstukken. Dat gebeurt aan de hand van een vragenlijst die in een webapplicatie is ondergebracht. Hieronder volgt een korte uitleg van het functioneren van de webapplicatie.

De aanwijzingen op de website leidt de deelnemer door het programma. Zo verwijst de knop "Nummers" naar de webpagina met daarop de muziekstukken die gebruikt worden in experiment 1. Aan de deelnemers wordt gevraagd een muziekstuk te kiezen dat zij daarna te horen krijgen. Vervolgens wordt een vragenlijst voorgelegd met vragen over het muziekstuk. Deze vragen gaan bijvoorbeeld over de mate van dynamiek, passie of snelheid. Over achttien verschillende metadata wordt informatie gevraagd. Alle aangeleverde gegevens worden in de database opgeslagen. Met behulp van een techniek die sessions heet, een techniek die beschikbaar is in de computertaal PHP, worden de ingevoerde gegevens van de deelnemers opgeslagen en blijven beschikbaar voor vervolgactiviteiten.

C.2 Query-by-humming en metadata

Hoofdstuk 8 is gewijd aan het analyseren van de invloed van metadata op een query-by-hummingproces. De deelnemers kunnen na het beluisteren van een gezongen muziekfragment aangeven wat hun herinnering aan of interpretatie van dit fragment is.

In de testomgeving krijgen de deelnemers een gezongen fragment te horen, zonder verdere aanvullende informatie. De deelnemers krijgen tevens een lijst met vragen over dit fragment. Na het beantwoorden van de vragen krijgt de deelnemer te horen welk nummer bedoeld was. Geluisterd kan worden naar het fragment, het origineel en/of naar een midi-representatie van het fragment. Bovendien krijgen de deelnemers een overzicht te zien van de gemiddelde waarden voor de metadata van het behandelde muziekstuk en, ter vergelijking, de waarden die zij zelf hebben aangegeven.

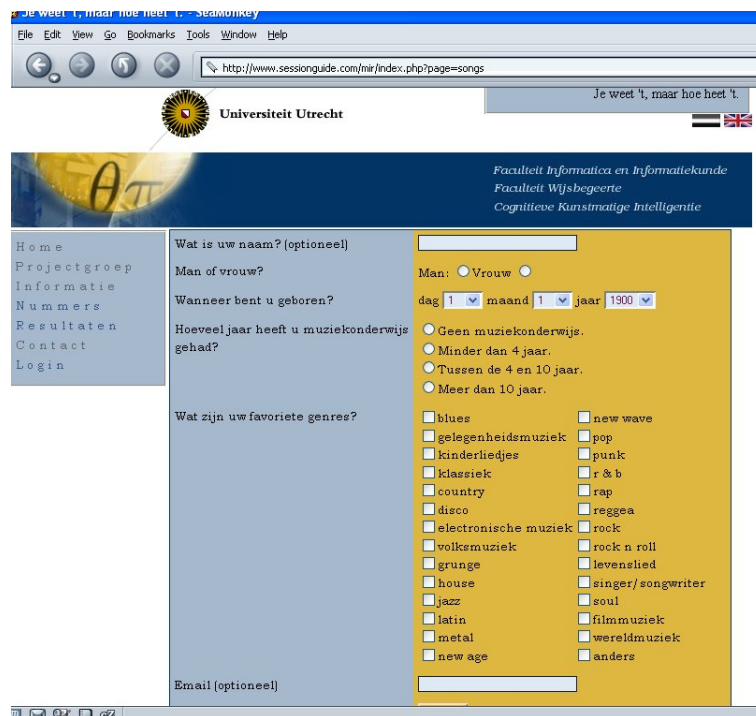
Figuur 15: Vragenlijst applicatie

C.3 Opzet van de website

De applicatie om de experimenten mee uit te voeren, heb ik gemaakt in een zogeheten LAMP-ontwikkelomgeving, een combinatie van het besturingssysteem Linux, de webserver Apache, het database managementsysteem MySQL en de scripttaal PHP. Deze applicatie is te benaderen als website via internet (website 2). De door mij ontworpen website kan bekeken worden in het Nederlands of in het Engels door het aanklikken van een vlag die correspondeert met de betreffende taal.

Een aantal knoppen op de website geeft de deelnemer de mogelijkheid te navigeren binnen de website. Er is uitgebreide informatie over het onderzoek te vinden onder de knop "informatie". Ook zijn er internetlinks beschikbaar die verwijzen naar projecten die zich bezighouden met MIR. De knop "Projectgroep" verwijst naar de onderzoeksgroep die dit onderzoek vanuit de Universiteit Utrecht begeleidt. Bij "Resultaten" wordt een lijst met muziekstukken gepresenteerd met daarbij de gemiddelde waarden voor de metadata die de deelnemers hebben aangegeven.

Bij het eerste onderdeel van het onderzoek op de website wordt aan de deelnemers gevraagd persoonlijke informatie te verstrekken: naam, geboortjaar, geslacht, en hun favoriete muziekgenre. Bovendien kunnen de deelnemers een emailadres opgeven om op de hoogte gehouden te kunnen worden van de ontwikkelingen van het onderzoek.



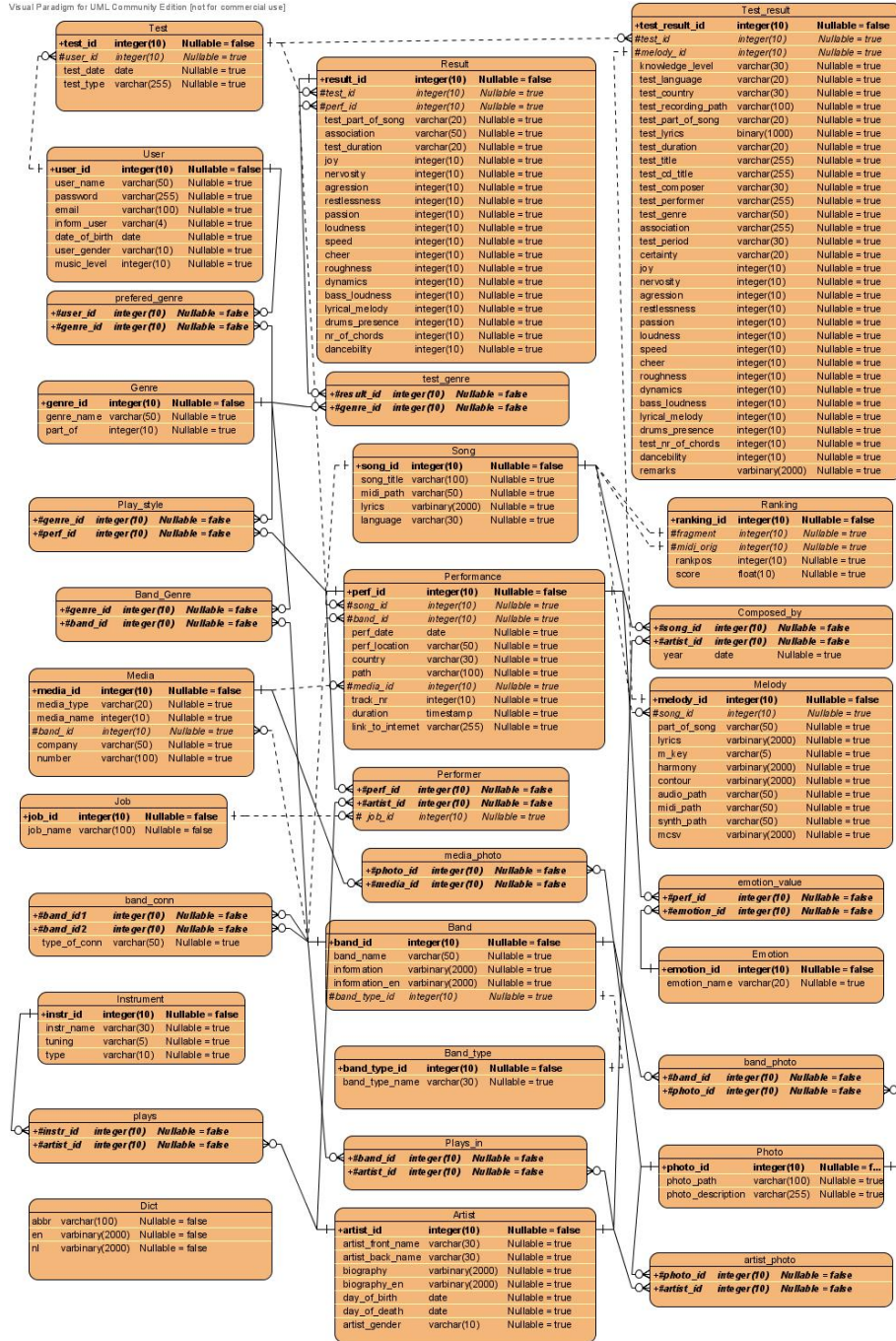
Figuur 16: Inlogscherm applicatie

D Database

In het onderzoek is een relationele database gebruikt die draait op het Relati-onele DataBase Management Systeem (RDBMS) MySQL. MySQL is een open source pakket dat zorg draagt voor de afhandeling van queries (opdrachten aan de database) en voor de relaties tussen de verschillende tabellen. Alle gegevens zijn geordend in een tabelstructuur, waarbij er mogelijkheden zijn om relaties tussen tabellen te gebruiken en om gerelateerde gegevens op te vragen. Bij dit type databases is het mogelijk ontwerptechnieken als normalisatie toe te passen. Normalisatie is een manier om te voorkomen dat data op verschillende plaatsen in de database worden opgeslagen. Wanneer er nieuwe gegevens moeten worden ingevoerd, of wanneer er gegevens moeten worden verwijderd of gewijzigd, is er minder kans op inconsistenties. Het relationele databaseschema dat gebruikt wordt is in de derde normaal vorm. Dat houdt in dat er slechts enkelvoudige gegevens worden gebruikt, dat er geen repeterende groepen zijn, dat alle niet-primare sleutels volledig afhankelijk zijn van de identificerende keys, en dat er geen functionele afhankelijkheden bestaan tussen niet-primaire keys onderling. Sommige tabellen zijn qua inhoud zo aan elkaar gerelateerd dat een samenbun-deling voor de hand ligt. Bijvoorbeeld de tabellen Band Photo, Artist Photo en Media Photo zijn specificaties van de tabel Photo, er wordt slechts een relatie aangegeven.

D.1 Databasesstructuur

Visual Paradigm for UML Community Edition (not for commercial use)



Figuur 17: Databaseschema invloed metadata

D.2 Beschrijving van de tabellen

Performance Eén van de belangrijkste tabellen is de tabel Performance. In deze tabel zijn de afzonderlijke opnames opgeslagen met de opnamedatum, de opnamelocatie, het land van herkomst, het tracknummer op een geluidsdrager, de tijdsduur en een link naar informatie op internet. Verder is er een verbinding met de tabellen song, band en media. Deze verbindingen zijn opgenomen om de titel van de opnames te kunnen achterhalen, alsmede de bandnaam en de naam van de geluidsdrager waarop de opname verschenen is. Een 'performance' of uitvoering is uniek, dus van elke uitvoering is er maar één.

Song In de tabel song is de titel van een muzieknummer opgeslagen, een pad naar een midibestand, de liedtekst en de taal waarin gezongen wordt. Het is mogelijk om meerdere keren dezelfde titel op te slaan, met eigen specificaties. Een uniek identificatienummer onderhoudt de uniciteit binnen de tabel. De tekst en de taal horen bij een nummer en ik acht ze uniek voor dat specifieke lied. Is de tekst anders of wordt het in een andere taal uitgevoerd dan geef ik aan dat het hier een ander nummer betreft. Het kan in de database bestaan dat twee nummers dezelfde titel hebben, maar wel een andere tekst hebben. De titel hoeft niet per se uniek te zijn. Om aan te geven dat er meerdere versies van een nummer zijn, met dezelfde titel, zoals Frank Sinatra en Elvis Presley die beiden 'My Way' hebben opgenomen, kan in de tabel Performance een verwijzing gemaakt worden naar dezelfde tabel, de uitvoeringen hebben wel een eigen identiteitsnummer.

Composed by Wie het nummer geschreven heeft, wordt bijgehouden in de tabel Composed by. Deze tabel geeft een relatie weer tussen de Songtabel en de Artistentabel. De verwijzing in Composed_by naar de tabel artist houdt in dat er een lied door meerdere componisten geschreven kan zijn en dat alle componisten als artiesten vermeld staan met alle specificaties die bij de tabel Artist horen. Tevens wordt het jaar waarin de compositie gemaakt is opgeslagen.

Artist Bij de gegevens van een artiest zoals deze opgeslagen zijn in de tabel Artist, worden de volgende eigenschappen aangegeven: voornaam, achternaam, biografie, geboorte- en sterfdag en geslacht. Het is mogelijk dat er meerdere artiesten met dezelfde naam bestaan. Hun uniciteit wordt gewaarborgd door een artiestidentificatienummer. Een artiest kan ook een componist zijn, maar dat wordt in de tabel Composed_by bijgehouden.

Instrument, Plays, Job en Performer Welke instrumenten een artiest bespeelt kan bijgehouden worden in twee, aan Artist gerelateerde, tabellen. De eerste tabel is de tabel Instrument, waarin de instrumenten met hun respectievelijke naam, stemming en type worden aangegeven. Met stemming bedoel ik een aanduiding als 'C' of 'Es' en het wordt hier gebruikt omdat het onderscheid tussen instrumenten soms bepaald wordt door stemming. Het type van een instrument is een aanduiding als 'blaasinstrument' of 'ritme-instrument'. De kolom 'naam' in tabel Instrument spreekt voor zich. De artiest wordt door middel van de tabel Plays verbonden aan het instrument. Door het gebruik van een 'many-to-many'-relatie, dat is een tabel

die een verbinding vormt tussen twee tabellen zodat er meerdere gegevens uit de eerste tabel gecombineerd worden met meerdere rijen uit de tweede tabel, kunnen artiesten meerdere instrumenten bespelen en kan een specifiek instrument door meerdere mensen bespeeld worden. Het is nu niet mogelijk om aan te geven bij welke opname een artiest op welk instrument heeft gespeeld. Dat zou eventueel kunnen door een verwijzing in Plays op te nemen naar de tabel Performance. De tabel Performer geeft in een many-to-many verband weer welke artiesten met welke uitvoering betrokken zijn geweest. De verwijzing naar de tabel Job geeft aan welke functie, die in Job vermeld staat, deze artiest heeft gehad tijdens de uitvoering. Door het niet uniek definiëren van de combinatie artiest-uitvoering in de tabel Performer kan een artiest ook meerdere functies hebben. Alle mogelijke functies moeten gespecificeerd worden in de Job tabel, omdat er slechts verwezen wordt van Job naar Performer. Het is niet wenselijk dat in de tabel Functie de functie componist als keuzemogelijkheid wordt geboden, omdat de componist verbonden is met het lied en niet met een bepaalde uitvoering. Dit laatste moet in de applicatie uitgesloten worden. Zoals de database nu is opgezet, betekent de koppeling van uitvoering aan de uitvoerenden, dat voor elke uitvoering gespecificeerd moet worden wie er meespelen.

Band en Band type In de tabel Performance kan, hoewel niet noodzakelijk, aangegeven worden door welke band of groep deze uitvoering is gedaan. Door deze manier van specificatie kan in één oogopslag gezien worden wie er in welke band speelt, op voorwaarde dat de band ten minste één uitvoering van een nummer heeft gemaakt. De tabel Band biedt de mogelijkheid de bandnaam te specificeren, en informatie over de band op te slaan. De tabel Band_type specificeert het type van de band, bijvoorbeeld popgroep of kamerorkest. Een enkelvoudige verwijzing in Band naar deze tabel, maakt het onmogelijk dat een band in meer dan één categorie valt. Ik gebruik de term band, maar bedoel hiermee ook andere groepen; de term band wordt doorgaans geassocieerd met popmuziek, maar in dit geval is dat geen bindende restrictie. Het is ook mogelijk hele symfonieorkesten, jazzbands, of kinderkoren op te nemen in de database.

Media De tabel Media is geschikt om gegevens over cd's, platen, liveuitvoeringen te vermelden. In deze tabel kan het opslagmedium of het type geluidsdrager gespecificeerd worden, met de titel, de platenmaatschappij en het labelnummer. In combinatie met de Performancetabel zijn de gegevens van de band, de tracknummers en de artiesten te achterhalen. Per uitvoering is in de tabel Performance (optioneel), een verwijzing naar de geluidsdrager beschikbaar.

Genre, Band Genre en Play Style Een selectie van de mogelijke genres wordt bijgehouden in de tabel Genre. Enkel de naam van het genre samen met een unieke identificeringsnummer. Van genres worden verder geen eigenschappen bijgehouden, omdat genres in hoge mate gedetermineerd zijn door de uitvoerenden en er moeilijk algemene kenmerken zijn aan te geven. De tabel Band_genre legt een connectie tussen een band en de stijlen of genres waarvan deze band zich bedient. Er kunnen meer genres per band aangegeven worden. Ook voor de uitvoeringen kunnen genres gespecifi-

ceerd worden, verzameld in de tabel `Play_style`. Elke uitvoering kan een eigen stijl hebben, onafhankelijk zelfs van de stijl die de uitvoerende band hanteert.

Photo, Band Photo, Artist Photo en Media Photo Een foto wordt opgeslagen naar een beschrijving van het afgebeelde. In de hoofdtabel `Photo` staat een beschrijving van de foto en waar het bestand te vinden is. Een many-to-many verband wordt gebruikt bij de andere tabellen `band_photo`, `artist_photo` en `Media_photo` om een connectie te maken naar respectievelijk een band, een artiest of een geluidsdrager. Het is mogelijk dat er meerdere foto's zijn van een band, artiest of geluidsdrager, zoals ook één foto tot meerdere categorieën kan behoren.

Emotion en Emotion Value De tabellen `emotion` en `emotion_value` bieden een mogelijkheid om bij elke uitvoering één of meer emotiewaardes op te slaan. De mogelijke aanduidingen van de emoties zijn opgeslagen in de tabel `emoties`. In `emotion_values` wordt de verbinding met specifieke uitvoeringen gelegd. Het kan waardevol zijn om een muzieknummer met slechts enkele aanduidingen te kunnen typeren.

Band Connectie De relatie tussen twee (of meerdere) muziekgroepen kan tot uitdrukking komen in de tabel `Band_conn`, waarbij twee bands met het type van de connectie in verband gebracht worden. In de database is geen restrictie aangebracht voor wat betreft het type connectie, de mogelijke connecties moeten in de applicatie gespecificeerd worden.

User en preferred genre Deze database biedt mogelijkheden om gegevens over de gebruikers van de applicatie op te slaan in de tabel `User`. Onder andere zijn dat de naam van de gebruiker, het emailadres, de geboortedatum en het geslacht. Ook is er de mogelijkheid om een wachtwoord op te slaan, maar in de applicatie wordt nu geen gebruik gemaakt van de mogelijkheid om in te loggen voor deelnemers. Eventueel zou dat in de toekomst geïmplementeerd kunnen worden. Als deelnemers aangeven wel of niet geïnformeerd te willen worden over een bepaald onderwerp, kunnen die gegevens opgeslagen worden in een kolom `inform_user`. Een aparte kolom is gereserveerd voor het muzikale niveau, aangegeven door de deelnemer zelf. Een deelnemer identificatienummer moet er voor zorgen dat alle deelnemers een unieke positie hebben. Er kunnen meer mensen met dezelfde naam in de database geregistreerd worden. De meest geapprecieerde genres van de deelnemer worden opgeslagen in de tabel `Preferred.genre`.

Test De tabel `Ttest` slaat een uniek testnummer op, samen met een deelnemer identificatienummer en een tijdstip waarop de test is uitgevoerd. Door op deze manier een test op te zetten, kunnen mensen ook aan verschillende tests meedoen tijdens één deelnemers"sessie". Er hoeft maar één keer aangegeven te worden wat de naam van de deelnemer is, deze wordt vervolgens tijdens de gehele test onthouden.

Result en Testgenre Resultaten die gevonden zijn bij het invullen door de deelnemers in de applicatie en bij de vragen over muziekwaarderingen, kunnen opgeslagen worden in de tabel `Results`. Het betreft hier voornamelijk de

waardering uitgedrukt in getallen. Deze tabel dient ook om aan te geven wat een muziekstuk voor associaties oproept of wat als belangrijkste onderdeel van het nummer ervaren wordt. Voor het genre is een aparte tabel gemaakt om meerdere genres te kunnen toekennen per lied. De tabel `Test_genre` maakt hiertoe een verbinding tussen het aangegeven genre en de resultaat tabel.

Test result In de applicatie krijgen gebruikers of de participanten een muziekfragment te horen, waarna ze een vragenlijst aangeboden krijgen. De antwoorden op deze vragen worden ingevoerd in de database in de tabel `Test_result`. Het betreft hier gegevens over de subjectieve waardering voor muziekstukken, maar ook de inschatting van de feitelijke informatie zoals de uitvoerder, de taal van de tekst, het land van herkomst van het muziekstuk, de titel van het muziekstukken, een gedeelte van de tekst en een aanduiding van het genre. Het type informatie van de laatste categorie kan gecontroleerd worden aan de hand van gegevens die horen bij een bepaalde uitvoering. Hierbij is het zinvol te vragen hoe zeker mensen zijn over de gegevens die ze geleverd hebben, zodat ook daarvoor ruimte is gereserveerd in de database. In deze tabel wordt ook bijgehouden wat voor associaties er bestaan bij de gedachte aan een muziekstuk. Evenals in de tabel `Results` bestaat de mogelijkheid een opmerking te maken.

Melody Gegevens over melodieën die ingezongen zijn, worden opgeslagen in de tabel `Melody`. Er worden gegevens over de tekst, de harmonie, de toonsoort, een "contour", het pad naar het midibestand, een audioversie van het midibestand, lilypond en mcsv, voor zover beschikbaar, opgeslagen. In het onderzoek wordt aan de deelnemers niet de mogelijkheid geboden zelf iets in te zingen, maar wordt een vooraf opgenomen muziekfragment ter beluistering aangeboden. De relatie tussen dit fragment en de titel wordt vastgelegd in een muziek-identificatienummer (`song_id`).

Ranking De tabel `Ranking` is bedoeld om de relatie tussen het ingezongen fragment en de originele muziek, dat wil zeggen de midiversie van muzieknummers aan te geven. De midi van het fragment is vergeleken met de "originele" muziek met behulp van het programma "Simile", en de resultaten zijn opgeslagen in de tabel `Ranking`. Het 'melody'nummer, het midinummer, de ranking positie en de score zelf kunnen opgeslagen worden.

Dict De laatste tabel `Dict` is een woordenboek. Een Engels woord of een Engelse zin, is samen met de vertaling in het Nederlands en, een voor dat woord of zin, typerende afkorting opgeslagen. Zodoende is het mogelijk met behulp van vertalingen in de database een tekst, ofwel in het Engels, ofwel in het Nederlands weer te geven.

E Genrevoorkeur van de deelnemers

genrevoorkeur 405 deelnemers.

aantal voorkeuren	genre naam
157	classical
187	pop
150	rock
19	house
21	rap
81	soul
33	reggae
159	jazz
104	blues
69	latin
82	world
78	folk
46	country
37	children
36	new wave
27	metal
38	punk
25	new age
93	soundtrack
48	celebration
83	rock n roll
90	singer/songwriter
40	electronic music
38	grunge
49	disco
53	r & b
72	sentimental_song

F Testresultaten vinden van muziekstukken met metadata

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de testresultaten van experiment 2. Aan de linkerkant staan de titels van de muziekstukken die gebruikt zijn bij alle tests. De eerste kolom geeft de resultaten weer wanneer alle metadata in het zoekproces betrokken worden. De tweede kolom geeft de resultaten van de perceptuele data weer. De derde kolom toont de resultaten van alleen de feitelijke metadata. Onderaan staat de gemiddelde positie die bereikt wordt. Hoe kleiner het getal, hoe beter deze combinatie van metadata behulpzaam is bij het zoeken van muziekstukken.

	song title	all eq	only perc	only facts
1	Una Paloma Blanca	1	35	1
2	Blauwe Ruis	1	90	1
3	Mexico	1	1	1
4	Bridge over Troubled Water	1	132	1
5	Twilight Zone	15	33	13
6	Una Paloma Blanca	8	35	16
7	Angels	9	8	6
8	I can see clearly now	86	70	104
9	Stairway to Heaven	7	4	7
10	Do way Diddy diddy	30	4	33
11	de Vlieger	135	127	134
12	Kiss	78	78	148
13	De glimlach van een kind	60	60	52
14	Hey Jude	1	66	1
15	Rain down on me	94	78	77
16	Blowin in the Wind	1	28	1
17	Blauw	44	44	37
18	Human Nature	43	25	43
19	Sjakie van de hoek	16	16	67
20	t Is weer voorbij die mooie zomer	2	2	73
21	The Real Slim Shady	126	126	120
22	Bad	1	38	1
23	Kiss	1	19	1
24	Liefs uit Londen	112	112	16
25	Zij gelooft in mij	1	2	2
26	Let me Entertain You	1	34	1
27	Mexico	7	113	19
28	Genie in a bottle	38	129	41
29	Testament	2	51	2
30	I can see clearly now	24	70	32

	song title	all eq	only perc	only facts
31	Per Spoor	2	49	2
32	Do way Diddy diddy	22	4	26
33	Je hoeft niet naar huis vannacht	92	92	70
34	Blowin in the Wind	1	4	1
35	Dansen aan zee	72	72	11
36	Je hoeft niet naar huis vannacht	54	54	31
37	Foxie Foxtrot	38	54	51
38	When the lady Smiles	67	134	29
39	Bridge over Troubled Water	20	1	20
40	Sjakie van de hoek	2	16	3
41	Liefde voor Later	4	26	4
42	Yellow Submarine	1	24	1
43	Foxy Lady	58	133	58
44	Tears in Heaven	1	76	1
45	Een beetje Verliefd	1	9	1
46	Vriendschap	1	12	1
47	Wanna be Startin Something	2	5	2
48	Genie in a bottle	88	88	129
49	Genie in a bottle	88	88	129
50	n Vriend	1	5	1
51	Stil in mij	1	53	1
52	Stan	141	141	150
53	t Is weer voorbij die mooie zomer	5	31	7
54	Youll never walk alone	13	28	12
55	Stiekem Gedanst	6	33	6
56	Oerend Hard	1	55	1
57	Doris Day	12	100	15
58	n Vriend	1	5	1
59	t Was aan de Costa del Sol	5	8	6
60	Money Money Money	1	17	1
61	Als ze er niet is	113	113	66
62	Stiekem Gedanst	25	33	24
63	Je hoeft niet naar huis vannacht	2	80	3
64	Is je moeder niet thuis	2	37	2
65	Riders on the Storm	1	86	1
66	Stop	66	13	68
67	I save the day	1	29	1
68	Whole Lotta Love	1	7	1
69	Liefs uit Londen	1	85	1
70	Beat it	1	55	1
71	Zij gelooft in mij	1	106	1
72	Isnt She Lovely	16	57	23
73	Human Nature	43	25	43
74	Wanna be Startin Something	6	84	6
75	Purple Rain	3	81	3
76	The River	1	58	1
77	Het is een Nacht	1	27	1
78	Malle Babbe	25	22	21
79	Is dit alles	1	4	1
80	Vlieg met me mee	1	34	1

	song title	all eq	only perc	only facts
81	We Will Rock You	1	2	1
82	Wasmasjien	47	47	76
83	Testament	1	3	1
84	Malle Babbe	2	125	2
85	Ach Vaderlief, toe drink niet meer	40	64	62
86	Wat zou je doen	13	55	13
87	Oerend Hard	1	142	1
88	Kom van dat dak af	50	101	44
89	Help	1	51	1
90	Stil in mij	1	111	2
91	Met Hart en Ziel	65	65	74
92	Vlieg met me mee	44	44	65
93	La Isla Bonita	20	20	27
94	Het werd zomer	2	2	2
95	Vriendschap	10	10	14
96	Blauw	119	119	38
97	Material Girl	3	6	3
98	Als ze er niet is	3	77	3
99	My way	42	132	45
100	Satisfaction	1	8	1
101	My way	11	24	11
102	De glimlach van een kind	1	21	3
103	Stan	63	128	55
104	My way	5	24	5
105	Help	83	83	101
106	La Isla Bonita	1	2	1
107	Like a Virgin	1	2	1
108	Like a Virgin	1	2	1
109	Superstition	40	40	88
110	Touch me there	20	91	21
111	Genie in a bottle	19	105	22
112	Het is een Nacht	1	27	1
113	Let me Entertain You	1	31	1
114	Rain down on me	1	19	1
115	Child in Time	117	102	109
116	de Vlieger	25	127	26
117	Jailhouse Rock	1	113	1
118	Het is een Nacht	1	52	2
119	Let me Entertain You	1	31	1
120	Ik kan het niet alleen	4	17	4
121	Stan	133	128	115
122	Rock around the clock	1	1	1
123	Saturday Night	84	123	79
124	Paint it black	1	1	1
125	Just say Hello	56	56	65
126	Hotel California	5	21	3
127	I can see clearly now	36	70	44
128	Een beetje Verliefd	15	92	20
129	A Forest	1	1	1
		25.217	52.72	25.97