

Exploração Interactiva de Colecções Musicais usando Treemaps Ordenados Semanticamente

Ricardo Dias Manuel J. Fonseca
 Departamento de Engenharia Informática
 INESC-ID/IST/Universidade Técnica de Lisboa
 R. Alves Redol, 9, 1000-029 Lisboa, Portugal
 ricardo.dias@ist.utl.pt, mjf@inesc-id.pt

Resumo

Neste artigo apresentamos o *MuVis*, uma nova abordagem para visualização e exploração interactiva de colecções de música, com base no conteúdo musical e informação semântica. A solução desenvolvida é constituída por três componentes principais: componente de visualização de informação (baseado em treemaps ordenados semanticamente), mecanismos de recuperação de informação musical (para a extracção de informação semântica e do conteúdo musical), e componente de interrogações dinâmicas, que oferecem aos utilizadores um modo mais eficiente, flexível e fácil de usar para navegar colecções de música e criar *playlists*. Os resultados preliminares revelaram que a nossa solução é mais rápida e fácil de usar que o *Windows Media Player*, e permite aos utilizadores realizarem uma exploração simples e eficiente, enquanto obtêm simultaneamente um maior conhecimento sobre as suas colecções.

Palavras-Chave

Exploração de colecções musicais, Visualização, Filtragem Interactiva, Criação automática de *Playlists*

1 INTRODUÇÃO

Com o crescimento da popularidade de música em formato digital durante a última década, também a necessidade de mecanismos eficientes e fáceis de usar para a exploração e visualização destas colecções tem aumentado. Embora inúmeras soluções tenham sido desenvolvidas para explorar e organizar as colecções, estas apresentam algumas limitações quando lidam com colecções grandes, tornando tarefas típicas como pesquisar e navegar difíceis. Além disso, também a visualização da informação extraída das músicas têm mostrado pouco progresso e inovação nos últimos anos. A flexibilidade oferecida pelos mecanismos de criação de *playlists* também precisa de ser melhorada, através do uso de informação semântica mas também do próprio conteúdo das músicas.

Alguns dos trabalhos mais recentes exploram técnicas de visualização como o *Self-Organizing Map (SOM)* [Pampalk 01], grafos (Musicoverly¹), *treemaps* [Torrens 04] e outras abordagens mais inovadoras [Lillie 08] para visualizar colecções musicais. No entanto, a nossa solução difere das demais, na medida em que fornece uma abordagem mais ampla para visualização de bibliotecas musicais, que combina uma visão geral da colecção, um componente de filtragem interactiva e um mecanismo de criação de *playlists* que usa informação

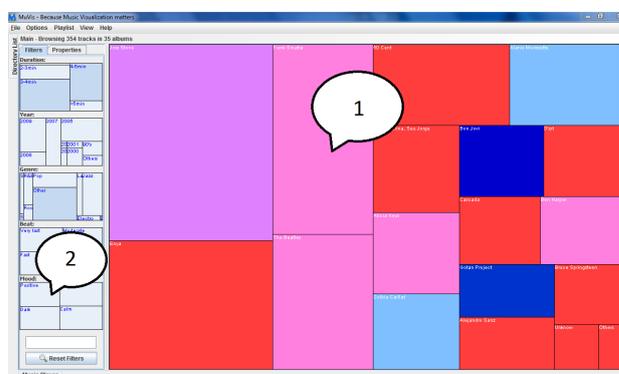


Figura 1. Interface do *MuVis*.

semântica e do conteúdo musical.

Neste artigo descrevemos uma nova abordagem para a exploração e visualização de grandes colecções de música, que permite aos utilizadores de uma forma fácil e eficiente navegar, explorar e visualizar as suas colecções musicais, bem como criar *playlists*. A nossa solução usa tanto informação semântica como do conteúdo das músicas para fornecer uma visão global da colecção e uma exploração e filtragem interactiva (ver a Figura 1).

Na Secção 2 apresentamos o estudo realizado para recolher informações sobre os comportamentos dos utilizado-

¹<http://musicoverly.com/>, acedido em Setembro de 2010.

res quando ouvem música. Em seguida descrevemos a nossa abordagem, detalhando a interface utilizador e o mecanismo de filtragem interactiva. Na Secção 4 apresentamos os resultados da avaliação preliminar com utilizadores.

2 ESTUDO COM UTILIZADORES

Embora alguns estudos tenham sido realizados para compreender as necessidades dos utilizadores enquanto ouvem música [Cunningham 03], estes deixaram de lado o objectivo de entender como os utilizadores executam tarefas típicas nestas aplicações. Assim, antes de desenvolver a nossa solução, começámos por realizar um estudo para compreender os hábitos dos utilizadores quando exploram as suas colecções de música.

Este estudo foi composto por um questionário *online* e por sessões presenciais. Para ambos, criámos um questionário para descobrir como os utilizadores encontram músicas, exploram as suas bibliotecas e criam *playlists*.

Recebemos 127 respostas ao questionário *online*, sendo 65% dos inquiridos do sexo masculino, e a maioria (81%) com idades entre os 20 e 29 anos. Quase todos (94%) ouvem música nos seus computadores pessoais e possuem uma biblioteca de música digital (84%). O tamanho mais típico das colecções situa-se entre as 1.000 e 10.000 faixas (40%), com apenas 17% dos utilizadores com mais de 10.000 faixas, sendo estas no entanto pouco variadas, com mais de dois terços das músicas dos géneros *Pop* e *Rock*. Assim, acreditamos que o género não constitui um bom critério para organizar e estruturar as colecções musicais.

Os resultados não revelaram diferenças entre o uso do mecanismo de pesquisa das aplicações áudio (47%) e o sistema de ficheiros (45%) para procurar músicas, o que nos leva a inferir que as soluções actuais não se distinguem claramente da estrutura hierárquica definida pelo sistema de ficheiros. No entanto, a maioria dos participantes (54%) indicou que gostaria de procurar músicas utilizando *tags*, 48% utilizando o estado de espírito (*mood*) e 46% usando a similaridade entre músicas. Em relação à navegação nas colecções identificámos uma ordem clara pela qual os utilizadores exploram as colecções: Artista (46%), Álbum (41%) e Género (41%). Quanto à criação de *playlists*, identificámos que estas são essencialmente criadas através da selecção individual de faixas (60%), 10% utilizando filtragem automática e *playlists* inteligentes e 11% aleatoriamente. Os participantes indicaram ainda que gostariam de usar o género (51%), *tags* (37%) e o *mood* (37%) como principais critérios para criar as *playlists*.

Para as sessões presenciais, foram seleccionados 10 utilizadores de ambos os sexos com idades compreendidas entre os 20 e os 40 anos, com colecções de cerca de 1.000 músicas e que ouvem frequentemente música no computador. Cada sessão consistiu na execução de um conjunto de tarefas típicas na aplicação preferida dos utilizadores e na resposta ao mesmo questionário. Os resultados desta parte serviram principalmente para validar os obtidos a partir dos questionários *online*.

A partir dos resultados identificámos três implicações de desenho: 1) **Navegação**: A exploração da biblioteca de música deve começar pela selecção do Artista, Álbum, e finalmente Género, 2) **Playlists**: Os utilizadores gostam de deter o controlo sobre a criação das *playlists*; assim, deveremos disponibilizar mecanismos que usam *tags* e o conteúdo musical para os ajudar a seleccionar as músicas desejadas, 3) **Pesquisa**: Para satisfazer as necessidades dos utilizadores, devemos oferecer pelo menos três tipos de pesquisa: i) usando *tags* (por exemplo, *tags ID3*); ii) seleccionando o *mood* (por exemplo, calmo, energético, etc.) e, finalmente, iii) pela similaridade entre músicas.

3 SOLUÇÃO DESENVOLVIDA

3.1 Objectivos de desenho

Os principais objectivos da nossa abordagem são facilitar a exploração de grandes colecções de músicas e a criação de *playlists*. Para atingir estes objectivos, o MuVis oferece uma visão geral sobre a colecção musical, um mecanismo de recuperação baseado em metadados e informação do conteúdo musical, e uma filtragem interactiva para pesquisar e explorar a colecção.

Com a nossa abordagem esperamos ajudar os utilizadores a responder a perguntas como: *De que artista tenho mais álbuns / músicas?*, *Que músicas Rock dos anos 80 tenho na minha colecção?* ou *Quais são as músicas mais semelhantes a esta música?*.

3.2 ARQUITECTURA

A arquitectura da nossa solução (ver a figura 2) é composta por um módulo de extracção de informação, um componente de recuperação e a interface utilizador.

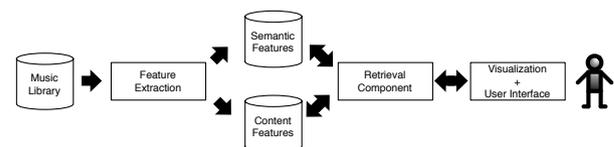


Figura 2. Arquitectura da solução desenvolvida.

O módulo de extracção de informação é responsável pela extracção de informação semântica (*tags*, como o nome da faixa, duração, etc.) e informação do conteúdo áudio (*fluctuation patterns* [Pampalk 01] calculados utilizando o CoMIRVA²). Para além desta informação, para cada música, um trecho de curta duração (10-15 segundos) representativo da música é extraído.

A recuperação de informação é realizada para os tipos de informação extraídos: *tags*, armazenadas numa base de dados relacional, e informação do conteúdo áudio, armazenada numa estrutura de indexação multidimensional, a NB-Tree. Decidimos utilizar uma estrutura de indexação

²<http://www.cp.jku.at/comirva/>, acedido em Setembro de 2010.

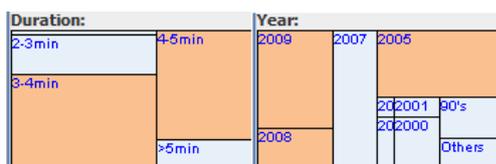


Figura 3. Exemplo de dois filtros: duração e ano. Os rectângulos laranja representam os valores seleccionados.

deste tipo, porque a informação extraída é multidimensional (1200 dimensões) e necessitamos de realizar pesquisas KNN (*K-Nearest Neighbor*) eficientes nesse espaço.

As músicas são apresentadas utilizando duas técnicas de visualização. Uma lista convencional e uma vista de *treemap* ordenada por similaridade musical. Apresentamos em seguida uma descrição detalhada da interface e dos principais elementos.

3.3 INTERFACE DA SOLUÇÃO

A interface da nossa solução tem três elementos principais: as duas vistas sobre a colecção (área 1) e o componente de filtragem interactiva (área 2), como ilustrado na Figura 1.

A área 1 corresponde ao elemento principal da interface, o local onde as músicas da colecção são apresentadas aos utilizadores através de duas vistas: vista de lista e de *treemap*. Para a vista de *treemaps* utilizámos uma versão modificada do algoritmo apresentado em [Wood 08]. Nesta vista, os nós da árvore (que representam artistas) são organizados pela sua similaridade face ao artista pivô que corresponde ao elemento localizado no canto superior esquerdo. Os utilizadores podem seleccionar o artista pivô em qualquer momento, e reorganizar o *treemap*. As propriedades dos nós, tais como a dimensão, cor e disposição podem ser controlados através da interface. A dimensão dos rectângulos pode ser a mesma para todos, ou proporcional ao número de faixas / álbuns de cada artista. Os rectângulos podem ser personalizados com cores (que representam o género do artista, de acordo com o código de cores utilizado no sistema *Musicoverly*), capas dos álbuns ou ambos. Nesta vista os utilizadores podem fazer *zoom*, seleccionando um artista e assim ver os seus álbuns e músicas.

A área 2 contém o mecanismo de filtragem interactiva, descrito na subsecção seguinte.

3.4 FILTRAGEM INTERACTIVA

As interfaces para interrogações dinâmicas [Ahlberg 92] permitem aos utilizadores formular interrogações e obter um retorno imediato. Na nossa solução incorporámos esta técnica para oferecer aos utilizadores um mecanismo interactivo de filtragem (ver Figura 1 - área 2), que lhes permite de forma dinâmica filtrar e explorar as suas músicas, mediante a combinação dos vários filtros disponíveis.

O MuVis disponibiliza sete filtros: texto simples, similaridade musical (música, álbum e artista), duração, ano, género, ritmo e estado de espírito. A escolha destes filtros

é consequência directa dos resultados retirados do estudo com utilizadores. O uso de *treemaps* para implementação deste componente, fornece não só uma pista visual sobre a distribuição das músicas por filtro (com base no seu tamanho), mas também a possibilidade de combinar vários filtros interactivamente, permitindo aos utilizadores executar interrogações como as descritas na subsecção 3.1. Cada filtro é representado internamente por um conjunto de regras que definem as restrições a serem aplicadas aos dados. As regras combinam tanto informação da base de dados relacional (*tags*), como da estrutura de indexação (conteúdo), permitindo uma filtragem rápida e mais rica.

3.5 CRIAÇÃO AUTOMÁTICA DE PLAYLISTS

A nossa solução permite aos utilizadores criarem *playlists* utilizando as informações extraídas das músicas.

Este mecanismo consiste numa adição contínua de músicas à lista actual, baseada na similaridade com as músicas existentes na lista. Os utilizadores começam por seleccionar um grupo de músicas para servir como sementes e em seguida, o algoritmo adiciona novas faixas sempre que a execução da *playlist* se aproxima do fim. As músicas a adicionar são pesquisadas utilizando interrogações KNN, procurando faixas semelhantes às sementes especificadas. Este mecanismo maximiza o número de músicas semelhantes diferentes que são adicionadas à lista, permitindo aos utilizadores descobrir faixas e manter uma reprodução contínua. No entanto, os utilizadores podem apagar músicas indesejadas da lista, impedindo-as de serem usadas como sementes.

4 AVALIAÇÃO

Para validar a nossa solução, realizámos uma avaliação comparativa com o Windows Media Player. Participaram 10 utilizadores de ambos os sexos, com idades entre os 19 e os 40 anos. Todos os participantes possuíam colecções de música e usam o computador diariamente. Os testes foram realizados de forma individual usando o mesmo computador, com o MuVis e o Windows media Player (WMP) carregados com uma colecção de 5.000 músicas de diferentes géneros. Desta forma, colocámos os utilizadores ao mesmo nível, permitindo-nos ter uma base de comparação dos resultados obtidos.

A avaliação experimental consistiu em quatro fases com a duração média de 40 minutos. Em primeiro lugar, descre-

Tabela 1. Tarefas utilizadas na avaliação.

Tarefas	Descrições
T1	Encontre a música "Wonderful Tonight" do Eric Clapton e ouça-a.
T2	Crie uma <i>playlist</i> com 12 músicas Pop dos anos 90, com duração entre 3 e 5 minutos.
T3	Diga o nome do artista com mais músicas e com mais álbuns.
T4	Encontre álbuns similares ao primeiro álbum do artista com mais músicas.

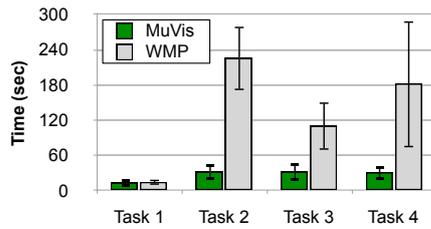


Figura 4. Tempo médio de execução das tarefas para cada aplicação, e o correspondente desvio padrão.

vemos os objectivos da avaliação e introduzimos as duas aplicações. Em seguida, houve um período de treino, onde os utilizadores usaram livremente as aplicações. Após este período, os utilizadores realizaram um conjunto de tarefas (ver tabela 1) nas duas aplicações. Para evitar o enviesamento dos resultados, metade dos utilizadores começaram os testes pela nossa solução, enquanto os restantes começaram pela utilização do WMP. No fim, os utilizadores responderam a um questionário de satisfação.

4.1 RESULTADOS

No geral, os participantes realizaram as tarefas pedidas mais rapidamente na nossa solução do que no WMP. Além disso, os participantes compreenderam bem o funcionamento do mecanismo de filtragem baseado em *treemaps* e gostaram da pesquisa por similaridade musical.

O tempo médio de execução das tarefas foi menor na nossa aplicação (dois minutos) do que no WMP (oito minutos). Um teste-t realizado revelou que o tempo médio de realização das tarefas utilizando o MuVis (*média* = 109s, *SD* = 37.0) foi significativamente menor do que usando o WMP (*média* = 532s, *dp* = 153.2, $p < 0.001$).

Em média, os participantes realizaram as tarefas 2, 3 e 4 mais rapidamente no nosso sistema que no WMP (ver a figura 4). O teste-t mostra que o tempo médio gasto para cada tarefa é consideravelmente menor no MuVis do que no WMP, com um valor de $p < 0.002$ para as três tarefas. Para a tarefa 1, embora em média os utilizadores tenham demorado menos tempo no MuVis (13,4 s) do que no WMP (14,5 s) não conseguimos inferir sobre a rapidez da nossa solução, uma vez que $p < 0.32$.

Estes resultados mostram que a nossa solução tem um desempenho semelhante ao Windows Media Player para tarefas que envolvem pesquisa textual (T1), mas tem um desempenho superior em tarefas que envolvam navegação e exploração da colecção musical (T2 e T3) e pesquisa por similaridade musical (T4).

A maioria dos participantes (quase 80%) manifestaram grande satisfação com a nossa solução, principalmente porque oferece uma navegação simples da colecção musical, utilizando um mecanismo de filtragem interactivo com uma representação visual, que permite localizar músicas eficientemente. A criação de *playlists* também foi descrita

como mais fácil (60%) devido à sua flexibilidade, uma vez que é possível criar uma *playlist* a partir das várias vistas da aplicação.

Finalmente, observámos que os utilizadores foram capazes de obter uma visão correcta do conteúdo da colecção musical, identificando os principais géneros (Pop, Rock, R&B), os artistas com mais álbuns e com mais músicas. Os participantes mencionaram ainda que o tamanho dos diferentes rectângulos os ajudou a ter uma boa percepção da colecção musical sobre as várias perspectivas que estes representam.

5 CONCLUSÕES

Neste artigo apresentámos uma nova solução para a exploração interactiva de grandes colecções musicais. A abordagem desenvolvida fornece uma forma rápida e simples de interagir com a biblioteca musical. Os resultados experimentais mostraram que o nosso objectivo de desenvolver uma ferramenta eficiente para a visualização e exploração de colecções musicais foi alcançado, satisfazendo os utilizadores.

Futuramente, pretendemos desenvolver e aplicar novas técnicas de visualização, como as técnicas de foco+contexto introduzidas em [Tu 08], e ir mais longe na avaliação da solução proposta, definindo novas tarefas e utilizando mais participantes, de forma a avaliar as consequências da utilização da similaridade na visualização em *treemaps*.

Referências

- [Ahlberg 92] Christopher Ahlberg, Christopher Williamson, e Ben Shneiderman. Dynamic queries for information exploration: an implementation and evaluation. Em *CHI*, 1992.
- [Cunningham 03] Sally Jo Cunningham, Nina Reeves, e Matthew Britland. An ethnographic study of music information seeking: implications for the design of a music digital library. Em *JCDL*, 2003.
- [Lillie 08] Anita Shen Lillie. Musicbox: Navigating the space of your music. Tese de Mestrado, MIT, 2008.
- [Pampalk 01] Elias Pampalk. Islands of music: Analysis, organization, and visualization of music archives. Tese de Mestrado, Vienna University of Technology, 2001.
- [Torrens 04] M. Torrens, P. Hertzog, e J. L. Arcos. Visualizing and exploring personal music libraries. Em *ISMIR*, 2004.
- [Tu 08] Ying Tu e Han-Wei Shen. Balloon focus: a seamless multi-focus+context method for treemaps. *TVCG*, 2008.
- [Wood 08] Jo Wood e Jason Dykes. Spatially ordered treemaps. *TVCG*, 2008.