

collecTable: uma Interface Natural para Coleções de Música ***collecTable: a Natural Interface for Music Collections***

<André Maximoⁱ>

<Maria Paula S. Reisⁱⁱ>

<Luiz Velhoⁱⁱⁱ>

manipulação de mídias, visualização de informações, coleções interativas

Mídias interativas e interfaces naturais estão se tornando cada vez mais comuns por representarem um modo eficiente e prático de lidar com o grande volume de informação digital que existe atualmente. Um exemplo desse grande volume de dados pode ser observado nas coleções de mídias pessoais, como fotos, livros eletrônicos, vídeos e músicas. Este artigo apresenta um sistema chamado *collecTable* para organização de coleções multimídia, utilizando-se de interfaces tangíveis e interação multi-toque.

A *collecTable* foi desenvolvida com enfoque em coleções virtuais de música, tornando a manipulação e a organização deste tipo de mídia rápida, prática e intuitiva. Exploramos também a associação de coleção digital com objetos tangíveis, chamados *fiduciais*, resgatando a essência física das coleções de álbuns de música. Baseada no *software* da *Apple iTunes™*, a *collecTable* é composta de três partes principais: uma interface para navegar pelas músicas da coleção; um mecanismo tangível para guardar e organizar álbuns de música; e uma nova ferramenta para visualizar informações da coleção chamada *M-Cube*. Esta última ferramenta consiste em infográficos dispostos em um cubo multi-dimensional, permitindo não somente uma visualização inovadora de toda a coleção, como também a criação natural de listas de reprodução de músicas.

media manipulation, information visualization, interactive collections

*Interactive media and natural interfaces are becoming more common since they are an efficient way for dealing with the large amount of digital information we have nowadays. One example of this large amount of data can be seen in the personal media collections, such as photos, e-books, videos and music. This paper presents a media collection organization software, called *collecTable*, which uses tabletop tangible interfaces and multitouch interaction.*

*The collectable was developed for music virtual collections, improving manipulation and organization of this kind of media in a fast, practical and intuitive way. We also explore the association between a digital collection and tangible objects, called *fiducials*, recovering the material essence of music albums collections. Based on the *iTunes™* software, the *collecTable* is composed of three main parts: an interface to navigate through music collections; a tangible mechanism to organize and store albums and songs; and a new tool for data visualization, called *M-Cube*. This last tool consists of infographics displayed in a multidimensional chart, allowing not only an innovative visualization of music collection but also the creation of smart playlists.*

1 Introdução

A evolução de interfaces naturais e tangíveis gera uma gama de novas possibilidades no modo que visualizamos, analisamos e interagimos com informações no meio digital. Interfaces naturais permitem que um usuário aprenda novas ferramentas facilmente, através de movimentos naturais e sem necessidade de conhecimento prévio. Isto porque uma interface natural é projetada para funcionar de modo invisível e intuitivo, a partir de gestos cotidianos e comandos evidentes, sem que o usuário tenha que ler manuais e aprender códigos complicados para utilizar a nova interface.

O mundo está se tornando cada vez mais digital e para lidarmos com esse volume crescente de informação, necessitamos dessas interfaces intuitivas, que otimizem a manipulação desta grande quantidade de dados e tornem a experiência agradável e interessante. Ao mesmo tempo, uma interface tangível, definida pelo uso de objetos físicos na interação com o meio digital, é importante porque cria relações diretas entre o mundo digital e físico. Ao utilizar objetos como forma de manipulação de informações digitais, interfaces tangíveis acrescentam uma componente real à percepção do universo virtual.

Exemplos da migração do mundo físico para o digital aparecem nas coleções de mídias pessoais. Textos, fotos, vídeos e músicas foram substituídos por arquivos digitais no computador. Não revelamos mais todas as fotos, pois podemos vê-las na tela. Não compramos mais discos de música, pois podemos adquiri-los diretamente pela Internet. Como consequência dessa migração do físico para o digital, temos muito mais fotos e muito mais músicas. Estamos gerando coleções virtuais enormes, que perderam sua dimensão no mundo físico. Precisamos de novos meios, mais eficientes, para manipular e interagir com esses acervos multimídias. Por exemplo, uma interface tangível pode resgatar a essência física de uma coleção que se transformou em virtual.

O desenvolvimento de interfaces naturais e tangíveis está intimamente relacionado ao surgimento de equipamentos eletrônicos que oferecem novos meios de interação, como computadores que substituem teclado e mouse por superfícies multi-toques. Essas superfícies reconhecem um ou mais toques simultaneamente, possibilitando interações diversas através de gestos. O resultado é um repertório sem limites para comandos através de gestos que formam a nova geração interface homem-máquina.

É possível observar a presença dessas novas tecnologias tanto na área de pesquisa, onde vemos resultados de projetos como a *ReacTable* (MTG) e *Perceptive Pixel* (PP), quanto na área de produtos comerciais, a exemplo do *Apple iPhone™* (App) e da *Microsoft Surface™* (MSurf). Todos buscam uma forma diferente e inovadora de lidar com o equipamento eletrônico, ao substituir a interface tradicional por outras que explorem essas novas possibilidades de interação. Aproveitar-se desses recursos é um fator diferencial ao lidar com grandes quantidades de informação, como por exemplo coleções de arquivos digitais.

Coleções de música digitais

Na transição de acervos físicos para digitais, podemos destacar coleções de música como particularmente interessantes. Um álbum de músicas não contém somente as faixas sonoras, mas também imagens e textos em seu encarte impresso. O processo de converter álbuns em arquivos digitais pode, da mesma forma, agregar uma série de informações acerca da música e do álbum a qual pertence. Exemplos textuais destas informações incluem: letra da música, título e nome do artista; enquanto que podemos citar como exemplos imagéticos: capa do álbum e fotos do artista. Na realidade, coleções de música virtuais são de uma complexidade difícil de perceber.

Para tocar e organizar arquivos de música e seus respectivos dados, existem programas especializados disponíveis na Internet, como o *iTunes™* da Apple, que oferece inclusive acesso a uma loja virtual para compra de discos digitais. O *iTunes™* é um *software* tocador de músicas e vídeos gratuito através do qual é possível navegar por coleções pessoais por suas capas de discos ou de listas separadas por artistas, álbuns ou seleções personalizáveis. Este *software* da Apple possui uma visualização de álbuns chamada *Cover Flow*, onde capas de discos são objetos virtuais animados tridimensionalmente, possibilitando selecionar visualmente um álbum em particular. Todas as informações contidas nos arquivos digitais também são apresentadas em colunas, formando uma tabela que pode ser ordenada por quaisquer informação disponível. Com exceção do *Cover Flow*, informações são tratadas de

forma textual. Finalmente, o *iTunes*[™] permite criar listas de reprodução automaticamente ou através de parâmetros digitados.

Diversas pesquisas exploram como melhorar a manipulação de arquivos digitais de música, como o projeto colaborativo *Songbird* (Song). Outros projetos exploram diferentes características de acervos musicais, como arte de capas de disco. O projeto *iCandy* (Graham & Hull, 2008) apresenta um meio de relacionar coleção digital e objetos tangíveis, associando álbuns de música a imagens impressas. Em uma pesquisa anterior, eles demonstraram que o uso de uma interface de papel para manipulação de arquivos multimídias enriquece a experiência do usuário (Graham & Hull, 2003).

O trabalho apresentado neste artigo busca criar uma alternativa de interação com coleções de música virtuais, de modo a resgatar a ideia de coleção tangível. O equipamento utilizado foi a *iTable*, uma mesa construída para este trabalho, que emprega a mesma tecnologia da *ReacTable* (Kaltenbrunner & Bencina, 2007). A *iTable* é composta de uma tela que, através do programa de código livre *Reactivision* (React), reconhece múltiplos toques de dedos e diferentes códigos, chamados fiduciais, que podem ser acoplados a objetos físicos. Além da mesa, desenvolvemos o sistema *collecTable*, que aproveita ambas as características: reconhecimento de multi-toque e objetos; permitindo uma interação natural e intuitiva com coleções de música digitais. O sistema funciona como um amplo visualizador de acervo de músicas, possibilitando manipular e organizar coleções.

2 collecTable

A *collecTable* é um organizador de coleções de música pessoais desenvolvido para a *iTable*, que permite o reconhecimento de múltiplos dedos (multi-toque) e objetos físicos (tangíveis). O sistema é composto por três partes principais: a navegação entre álbuns e faixas de música; a organização de coleções através de interação com elementos físicos e objetos virtuais; e uma nova ferramenta de visualização das características da coleção como um todo.

A primeira parte, de navegação entre álbuns e faixas de música, é baseada no *Cover Flow* do *iTunes*[™], porém acrescentando novos recursos. Objetos da coleção tornam-se objetos flutuantes, manipulados com toque e arraste, que podem ser colocados na lista para reprodução, no próprio tocador ou serem associados a um fiducial (objeto com código que remete a um mini-disco), como mostra a Figura 1.

Figura 1: Manipulação de objetos flutuantes com os dedos. Álbuns no *Cover Flow*, no centro, são selecionados, mão direita na Figura, enquanto que um determinado álbum pode ser arrastado e colocado no tocador, mão esquerda na Figura, ou no fiducial à esquerda (com o logo *collecTable*).



A característica de manipular objetos flutuantes na superfície da tela possibilita a segunda parte do sistema: organização da coleção. Músicas podem ser virtualmente guardadas em objetos físicos, i.e. peças produzidas em formato quadrado, onde é possível colocar uma imagem como capa, simplesmente posicionando o objeto sobre a *iTable* e arrastando uma faixa ou álbum. Estes objetos têm o importante papel de resgatar coleções físicas, pois representam, além dos mini-discos virtuais no software, mini-discos reais tangíveis. Este modo de organizar coleções deixa o usuário totalmente livre para escolher critérios de organização, que incluem: artista, discografia ou uma combinação destes. Os mini-discos são personalizáveis, i.e. permitem a associação de qualquer imagem física a cada mini-disco, desde fotos impressas até um papel escrito a mão, variando de acordo com a vontade do usuário em confeccionar sua mini-coleção.

Embaixo desses mini-discos físicos, existe um código impresso que permite à *collecTable* reconhecer e associar uma peça a uma dada seleção de faixas ou álbuns. Na Figura 3, pode-se observar alguns mini-discos dispostos sobre a *iTable* e o código embaixo de dois deles (imagem da direita, no canto superior). Mini-discos também podem ser associados a uma coleção inteira de um usuário, i.e. o fiducial torna-se o perfil do usuário e não mais um mini-disco, funcionando como ferramenta para troca da coleção apresentada na *iTable*.

A terceira parte do sistema é um elemento de interface projetado para visualizar características de coleções de música, permitindo interação com suas informações e a criação de listas de músicas. Ao invés de apresentar dados em listas ou tabelas, desenvolvemos o *M-Cube*, um conjunto de gráficos n-dimensionais que, além de permitir análises interessantes da coleção por completo, é uma nova ferramenta para gerar listas de reprodução, realizando consultas em meta-informações do acervo de música do usuário. As listas podem ser adicionadas ao tocador ou serem salvas a um mini-disco.

Integração da interface

Todas as partes do sistema *collecTable* compõem uma interface integrada, ou seja, não há uma divisão clara entre elas. Estas se sobrepõem, possibilitando a interação com todas naturalmente. No topo da interface encontra-se uma parte fixa, que não se altera em nenhuma circunstância: o tocador de música, como pode ser visto na Figura 2. Formalmente similar a outros tocadores de música, o tocador responde quando faixas ou álbuns são arrastados até ele. É importante que ele sempre esteja visível, indicando qual música está sendo tocada e quais são as próximas da lista.

O *Cover Flow*, apresentado na Figura 2 e Figura 3, à esquerda, permite navegar pelos álbuns de música da coleção. Além deste recurso similar ao *iTunes*TM, acrescentamos a ação de *Flip*, ou seja, virar a capa do álbum no intuito de explorar e manipular suas faixas de música. Com exceção do botão que troca a visualização de *Cover Flow* para o *M-Cube* e vice-versa, todo o resto é área útil de manipulação de objetos, virtuais ou reais, da coleção. Essa área é destinada para manipulação por toque de faixas e álbuns, isolada ou simultaneamente. Em adição, objetos físicos são reconhecidos e podem interagir com objetos virtuais flutuantes.

Na área do *M-Cube*, apresentado na Figura 2 e Figura 3, à direita, a coleção aparece inteira dentro dos diferentes gráficos do cubo. As informações relevantes nesse contexto não são individuais, mas abrangem a coleção toda, que pode ter partes selecionadas através de toques nas informações dispostas nas arestas do cubo. Com esse mecanismo, é possível navegar e gerar listas de música para serem reproduzidas ou salvas em mini-discos.

A troca entre *Cover Flip/Flow* e *M-Cube* é realizada através do botão de troca de tela (veja Figura 2). Este botão de troca é intuitivamente reconhecido pelo usuário pois, quando a área atual é o *Cover Flip/Flow*, ele é similar a um cubo em miniatura e, quando a área atual é o *M-Cube*, o botão de troca assume a forma de um *Cover Flow* em miniatura.

Figura 2: Interface da collectTable: a parte superior contém o tocador de música com a lista de reprodução e logo; a parte inferior é alternada entre a manipulação e visualização do *Cover Flip/Flow* e M-Cube.



Figura 3: A collectTable em uso: manipulação de coleções, esquerda, e visualização do M-Cube, direita. Note que coleções digitais ganham uma dimensão física na forma de mini-discos, dispostos sobre a mesa.



Interação com objetos tangíveis

A interação com mini-discos acontece ao posicionar objetos físicos (fiduciais) sobre a mesa com seu código voltado para baixo. Se o mini-disco estiver vazio, nada acontecerá até que se associe algum objeto virtual (como álbum ou faixa de música) à ele. Por outro lado, quando existe uma coleção dentro do mini-disco, uma bandeja se abre, i.e. uma área contendo um ou mais objetos associados àquele mini-disco, formando a coleção. Um exemplo de um mini-disco contendo 3 álbuns pode ser observado na mão à esquerda da Figura 3. A representação de álbuns dentro da bandeja de um mini-disco é a arte da capa, quando disponível no arquivo da música, ou uma imagem padrão, com o logotipo da collectTable aplicado. A representação de faixas ocorre através de nomes ou títulos atribuídos às músicas. Quando um mini-disco é retirado da mesa, a bandeja fecha, mas sua impressão virtual em forma de imagem continua, podendo ser manipulada por toque ou excluída com dois toques. Como mini-discos podem ser deslocados por toda área de tela, inclusive por partes em que já existem elementos de interface, suas bandejas possuem uma leve transparência, deixando visível o que se encontra embaixo naquela posição.

Temos quatro tipos de categoria para mini-discos: um álbum completo de um artista, coleções de álbuns, coleções de faixas (do mesmo artista ou de artistas variados) e coleção inteira de um usuário (perfil do usuário). A diferença de categoria pode ser percebida visualmente quando o mini-disco encontra-se na mesa com a cor da bandeja diferente para cada tipo, como exemplifica a Figura 4. E quando o mini-disco é retirado da mesa, a imagem que permanece é uma imagem padrão para seu tipo de categoria, ou, no caso de um álbum completo com imagem associada, a arte de capa do álbum.

Figura 4: Diferentes tipos de mini-discos, da esquerda para direita: álbum completo, coleção de álbuns e coleção de faixas de música. Neste exemplo, os fiduciais estão em cima da mesa para os 3 mini-discos citados, enquanto que, para os 2 no canto inferior esquerdo, os fiduciais foram retirados da mesa e, logo, suas bandejas não aparecem.



Além de tocar e organizar músicas, a collectTable permite analisar coleções a partir de informações relevantes, como por exemplo, ano, gênero e número de vezes que a música foi reproduzida. Para isto foi projetada uma nova ferramenta, chamada M-Cube, que ilustra informações de músicas, deixando explícita características de uma determinada coleção.

3 M-Cube

O Multidimensional-Cube — M-Cube — é um conjunto de infográficos n-dimensional, no formato de um cubo, cujas arestas transformam-se em eixos cartesianos de um gráfico. Na face frontal do cubo encontra-se o gráfico visível no momento. Para navegar entre outros gráficos, o cubo gira com o comando de um toque. Apenas um eixo varia, definido de acordo com o movimento do dedo que girou o cubo. Enquanto um eixo permanece fixo, o outro é substituído por diferentes dimensões de informação disponíveis para músicas.

Para a aplicação do M-Cube na collectTable, analisamos todos os dados disponíveis em um arquivo de música da biblioteca *iTunes*™ e, considerando a relevância na formação dos gráficos 2D no M-Cube, escolhemos cinco tipos de dimensão: artista, gênero, número de reproduções, tempo de duração e ano de lançamento. Cada combinação par a par dessas

informações, dispostas nos eixos cartesianos, forma um gráfico que utiliza faixas de músicas ou álbuns como elementos do gráfico.

A informação da dimensão pode estar relacionada somente a uma faixa de música, ou ao álbum completo. Por este motivo, no gráfico, os elementos podem ser faixas isoladas ou álbuns. Os dois tipos de gráficos são apresentados na Figura 5. O elemento é definido pela característica das dimensões da seguinte forma: se as informações de ambas dimensões (eixos x e y) são atribuídas uniformemente a todas as faixas de música de um mesmo álbum, o gráfico é baseado em álbuns e a capa do disco é utilizada como elemento de representação, como pode ser observado no gráfico da esquerda na Figura 5. Este tipo de gráfico está relacionado com as seguintes dimensões: artista, gênero e ano de lançamento.

Por outro lado, se um dos tipos de dimensão tiver atributos diferentes para cada faixa, como é o caso do tempo de duração da música e o número de reproduções, o tipo do gráfico apresentado é baseado em faixas (veja como exemplo o gráfico da direita na Figura 5). Este tipo de gráfico tem prioridade sobre o baseado em álbuns, ou seja, mesmo que o outro eixo esteja relacionado a álbuns, o gráfico apresentado será por faixas, pois tem granularidade inferior, refinando o gráfico apropriadamente.

Figura 5: Os dois modos de visualização do M-Cube: capas de álbuns ou faixas de música como elementos do gráfico.



Para a organização das informações nos eixos cartesianos, também foi necessário definir um critério de ordenação, visto que valores de atributos estariam dispostos em linha. Valores textuais foram organizados em ordem alfabética enquanto que valores numéricos, que consistiam em tempo, quantidade e tamanho, em ordem crescente.

A Tabela 1 apresenta os possíveis tipos de gráficos do M-Cube na collectTable.

Tabela 1: Tipos de gráficos do M-Cube.

Dimensão 1	Dimensão 2	Organização	Elemento de representação
Gênero	Artista	Alfabeto x Alfabeto	Álbum
Gênero	Ano de lançamento	Alfabeto x Tempo	Álbum
Gênero	Duração	Alfabeto x Tamanho	Faixa de música
Gênero	N° de reproduções	Alfabeto x Quantidade	Faixa de música
Artista	Ano de lançamento	Alfabeto x Tempo	Álbum
Artista	Duração	Alfabeto x Tamanho	Faixa de música
Artista	N° de reproduções	Alfabeto x Quantidade	Faixa de música
Ano de lançamento	Duração	Tempo x Tamanho	Faixa de música
Ano de lançamento	N° de reproduções	Tempo x Quantidade	Faixa de música
Duração	N° de reproduções	Tamanho x Quantidade	Faixa de música

As informações da Tabela 1, quando dispostas no gráfico cartesiano, podem revelar outras características do acervo. Características essas que não são facilmente percebidas no modo tradicional de visualização de tabelas e colunas, como é empregado, por exemplo, no *iTunes*TM. Estas características são reveladas através de análise dos gráficos do M-Cube, observando a relação de quantidade de elementos em determinadas área, é possível tirar conclusões a respeito da coleção como um todo.

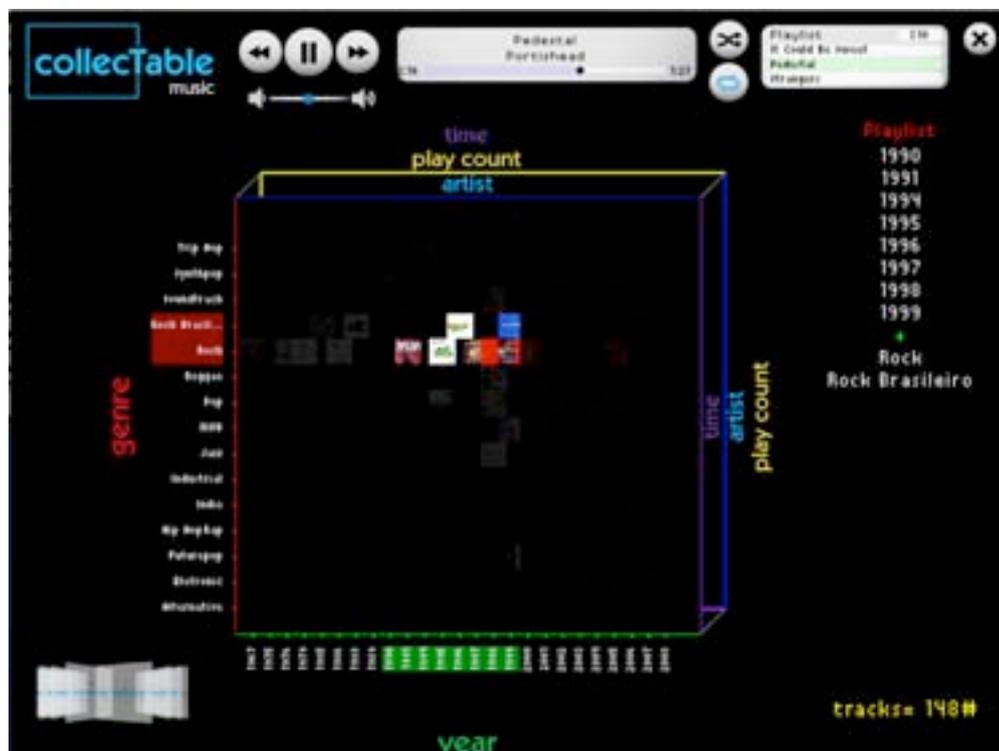
Os diversos tipos de combinações podem revelar diferentes informações sobre a coleção. Por exemplo, a combinação gênero x artista pode indicar o gosto musical do dono da coleção. Basta procurar no gráfico quais gêneros estão relacionados a maior quantidade de álbuns. Por outro lado, a combinação artista x n° de reproduções indica artistas preferidos, uma vez que são os mais tocados. Um último exemplo, a combinação ano de lançamento x gênero indica que época do gênero agrada mais ao dono da coleção. Assim, temos revelações e novas formas de ver cada combinação.

Fazendo uso da característica multi-toque da tela desenvolvida para o projeto, criamos dois meios de interação com o M-Cube. Primeiro, o cubo pode ser rotacionado, e um dos eixos substituídos por toque mudando o gráfico visível atual. E segundo, ao tocar no espaço dos eixos, os valores aparecem escritos no lado direito do cubo, possibilitando a legibilidade em coleções muito grandes.

Este segundo meio de interação é usado para, além de melhorar a legibilidade, selecionar parte da coleção. Desse modo, o M-Cube passa a ser mais do que um visualizador de dados e se torna uma ferramenta para criação de listas de reprodução inteligentes. De fato, uma ferramenta mais intuitiva e natural que as *smart playlists* do *iTunes*TM. Pois, ao invés de preencher atributos desejados em janelas, o M-Cube permite escolher atributos e combinar seleções por toques nas características desejadas.

A resposta visual de uma seleção é dada pela iluminação da parte comum aos dois atributos e o resultado da seleção aparece no final da lista à direita do cubo. Um exemplo de seleção pode ser visto na Figura 6. Neste exemplo, os gêneros Rock e Rock Brasileiro foram selecionados juntamente com os anos de lançamento da década de 90, resultando em 148 faixas de música dentro da coleção. Note que outros eixos poderiam ser utilizados refinando ainda mais o resultado.

Figura 6: Exemplo de seleção usando o M-Cube. A lista de reprodução resultante aparece à direita do cubo.



4 Conclusões

A collecTable é um sistema que utiliza interfaces naturais, facilitando a interação com mídias digitais. Seu desenvolvimento foi focado em coleções de música, analisando álbuns e faixas. Porém, a ideia de combinar equipamentos e aplicativos na manipulação de coleções pessoais, usando interação multi-toque e objetos físicos com coleções virtuais, pode ser aplicada em outros tipos de mídia, como fotos, vídeos e textos. Com a evolução da tecnologia, a relação entre mundo físico e digital fica mais tênue e a interação de pessoas com *softwares* se torna cada vez mais próxima.

Podemos citar quatro principais contribuições relativas à collecTable: a extensão natural de interação de um componente de interface já existente; a criação de objetos flutuantes representando álbuns e faixas de música; o conceito de mini-discos associando coleções virtuais a objetos físicos; e um novo componente de interface para visualização e criação de listas de reprodução. Primeiro, o componente *Cover Flow* foi estendido, permitindo manipulação por toque na seleção de álbuns e a ação de virar uma capa de um álbum selecionado e navegar através de suas faixas de música. A partir do *Cover Flow*, o aplicativo permite toque e arraste em álbuns ou faixas de música, criando objetos flutuantes respectivos. Estes objetos podem ser agregados em coleções e armazenados virtualmente em mini-discos físicos, chamados fiduciais. Finalmente, a principal contribuição da collecTable é o M-Cube, uma ferramenta inovadora de visualização de informações e criação de listas de reprodução. O M-Cube permite combinar informações de múltiplas dimensões, revelando características subjetivas da coleção.

Como trabalhos futuros, estamos desenvolvendo novas possibilidades de interação com o M-Cube, que possui grande potencial como ferramenta de consulta e mineração em banco de dados multidimensionais. O uso do M-Cube é ainda mais interessantes em bases de dados mais complexas que coleções de música pessoais. Podemos citar como possível direção de pesquisa, acervos digitalizados de museus e bibliotecas em contraste com acervos pessoais.

O M-Cube pode ser projetado tanto para leigos quanto para especialistas, permitindo a visualização de dados multidimensionais através de interfaces naturais e em diferentes tipos de dados. As camadas de informação podem ser combinadas, relacionadas e comparadas de maneira inovadora e de fácil manipulação. Aproveitando-se de características do banco de dados, a aplicação em cada caso pode fazer surgir resultados interessantes e relevantes para o desenvolvimento dessa área de pesquisa.

Recursos tecnológicos de interação multi-toque e tangível foram explorados e utilizados neste trabalho com o intuito de melhorar a interação homem-máquina. O aplicativo desenvolvido busca resgatar a essência física de coleções, na forma de álbuns em miniatura, facilitando a organização e manipulação de músicas.

5 Agradecimentos

Nós gostaríamos de agradecer ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão de bolsa de doutorado ao primeiro autor. Gostaríamos de agradecer também ao Felipe Moura e ao Professor Claudio Esperança pela ajuda no desenvolvimento do aplicativo. Ao D.Sc. Ricardo Marroquim pelas discussões frutíferas nas revisões. Ao Mestre em Comunicação Gustavo Ferreira por fornecer a fonte de texto *bitmap* usada na collecTable. E à Ilana Patterman pelas dicas e pronta ajuda em todo o processo de desenvolvimento de equipamento e aplicativo.

6 Referências

Artigos em revistas acadêmicas/capítulos de livros:

Kaltenbrunner, M., Bencina, R. (2007) reactIVision: A Computer-Vision Framework for Table-Based Tangible Interaction

TEI'07: Proceedings of the 1st international conference on Tangible and embedded interaction, ACM, New York, NY, USA, pp. 69-74

Graham J., Hull, J. J. (2003) A Paper-based interface for vídeo browsing and retrieval. *IEEE Int. Conf. on Multimedia and Expo (ICME)*, Baltimore, July 6-9.

Graham J., Hull, J. J. (2008) iCandy: a Tangible User Interface for iTunes™ *Conference on Human Factors in Computing Systems '08*, Florence, Italy, April 5-10, pp. 2343-2348.

Johnson W., Jellinek H., Klotz L., Rao R., Card, S. (1993) Bridging the Paper and Electronic Worlds: The Paper User Interface *Proc. of the Interact '93 and CHI '93 conference on Human factors in computing systems*, Amsterdam, April 24- 29, pp. 507-512.

Stolte, C., Hanrahan, P. (2002) Polaris: A system for Query, Analysis, and Visualization of Multidimensional Relational Databases *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 8, pp. 52-65.

Sites publicados na internet:

MTG: Music Technology Group. ReactTable 2003. In: < <http://mtg.upf.edu/reactable/> >.

PP: Perceptive Pixel Inc. 2006. In: < <http://www.perceptivepixel.com/> >.

App: Apple iPhone™ 2007. In: < <http://www.apple.com/iphone/> >.

MSurf: Microsoft Surface™ 2007. In: < <http://www.microsoft.com/surface/> >.

Song: Songbird. The Open Source Music Player 2005. In: < <http://getsongbird.com/> >.

React: Reactivision 2007. In: < <http://reactivision.sourceforge.net/> >.

i André Maximo — COPPE / UFRJ, Brasil, < andre@lcg.ufrj.br >.

ii Maria Paula S. Reis — ESDI / UERJ, Brasil, < msaba@esdi.uerj.br >.

iii Luiz Velho — IMPA, Brasil, < lvelho@impa.br >.