

UMA FERRAMENTA PARA VISUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÃO PARA ÁREA DE NEGÓCIOS

Resumo

Este artigo descreve a concepção e a implementação parcial de uma ferramenta de Visualização de Informação com uso de Realidade Virtual denominada VRVis Manager. Seu objetivo é fornecer facilidades para usuários da área de negócios como auxílio na tomada de decisão. Entre suas funcionalidades, a ferramenta propõe permitir a generalização de SGBDs, disponibilização de diversas metáforas e sugestão automatizada de metáforas a partir do conjunto de dados a ser analisado.

Abstract

This paper describes the conception and development of a tool for Information Visualization by using Virtual Reality named VRVis Manager. Its goal is to provide facilities for users from business area in order to aid the decision-making. Among its features, the tool intends to allow the DBMS generalization, provide several metaphors and suggest metaphors in an automated way, considering the analyzed data set.

1. Introdução

No mundo dos negócios cresce a cada dia o uso de computadores e a utilização de aplicativos que auxiliam administradores e organizadores a armazenarem grandes volumes de dados e gerenciarem as informações geradas por esses dados. Hoje essas informações são cada vez mais utilizadas nas tomadas de decisões.

A tarefa de entender esses dados armazenados torna-se muitas vezes difícil quando considerada a quantidade de dados e a falta de habilidade para manipulá-los. Essa manipulação é feita, em grande parte das organizações, por meio de tabelas e relatórios, sendo que sua análise exige disponibilidade de tempo e conhecimento das interações existentes entre as informações. Tal tarefa torna-se mais difícil quando considerada a junção de diferentes tipos de informações provenientes de diferentes departamentos em uma empresa.

Com a informatização dos processos, as informações atualmente são concebidas com mais rapidez e segurança em relação a sua veracidade. São muitas as ferramentas informatizadas que ajudam nessa tarefa, existindo desde planilhas eletrônicas,

editores de texto, sistemas gestores, sistemas especialistas, até os sistemas de *Data mining* e Visualização de Informação.

A Visualização de Informação (VI) procura reunir o poder da percepção visual humana com o poder de processamento do computador moderno para que um conjunto de dados possa ser analisado e compreendido rapidamente [4]. Combina aspectos da visualização científica, interfaces homem-computador, mineração de dados, processamento de imagens e computação gráfica para efetivamente conseguir uma representação gráfica-visual de dados abstratos [4]. Em suma, procura-se “Visualizar o não-visual” [18].

Apesar dos benefícios inegáveis que a VI pode proporcionar, alguns desafios ainda são enfrentados. Muitas vezes, o volume de dados a ser analisado é gigantesco. Alia-se a este fator, a necessidade de manipulação, análise e visualização dos dados considerando diferentes pontos de vista. Esses desafios constituem itens favoráveis à utilização de Realidade Virtual (RV) em Visualização de Informação (VI).

O objetivo deste artigo é apresentar a proposta, a implementação parcial e os resultados preliminares de uma ferramenta de VI para a área de negócios. Para atingir este objetivo, o artigo está organizado da seguinte forma: a Seção 2 apresenta conceitos relativos a VI com uso de RV, tipos de Visualização existentes e suas áreas de aplicação; a Seção 3 apresenta a proposta e a implementação realizada até o momento; na Seção 4 estão disponibilizados os resultados preliminares obtidos e a Seção 5 apresenta as conclusões.

2. Visualização de Informação

Partindo da definição de que dado é o conteúdo de um espaço de memória, sem significado ao usuário e a informação é um dado associado a um significado [12], os conceitos a seguir consideram a informação como a matéria-prima para VI, isto é, define-se que os dados a serem visualizados têm algum significado ao usuário.

2.1. Conceitos básicos

Visualização de Informação visa à transformação de dados abstratos em uma forma de exibição que facilite o seu entendimento e ajude na descoberta de novas informações contidas nos mesmos [13]. Para essa transformação são utilizadas técnicas que mapeiam os dados em metáforas.

Segundo [11], a RV criou uma nova geração de interface, em que usuários têm uma relação mais natural com a aplicação a partir das representações tridimensionais (3D) que permitem interações mais próximas da realidade. A RV envolve imagens calculadas em tempo real; prioriza a interação com o usuário; exige alta capacidade de processamento; usa técnicas e recursos de renderização de modelos tridimensionais e pode utilizar dispositivos especiais. Pode ser tratada de maneira imersiva e não imersiva. As principais características dos ambientes e aplicações de RV referem-se ao nível de interação, imersão e navegação propiciados aos usuários [10]

A VI em um ambiente de RV é uma forma dos humanos visualizarem, manipularem e interagirem com o computador e dados complexos. Essas aplicações podem facilitar o entendimento dos dados, auxiliando administradores na descoberta de novas informações que, sem sua utilização, poderiam permanecer desconhecidas [16], além de possibilitar a visualização dos detalhes com maior riqueza, a compreensão mais rápida do conjunto de dados e o acesso individual aos dados [2]. Em resumo, oferece a possibilidade da representação de um grande volume de dados em um pequeno espaço, tornando maior e mais rápida a percepção das pessoas em relação às informações.

A transformação do dado bruto em uma forma visual mais compreensível é feita a partir da necessidade de obter informações sobre uma situação em particular. O processo consiste em coletar dados dessa situação, organizá-los e transformá-los em tabelas que, por sua vez, são transformadas em estruturas visuais gráficas que melhor representem a informação [17].

Utilizando diversas maneiras de representar dados, a VI pode beneficiar inúmeras áreas, cada uma com suas características e tipos específicos de informação.

Dias [5] apresenta uma melhor forma de compreender o sentido da visualização e da validade do modelo de VI. O autor considera a VI como uma estrutura que utiliza recursos gráficos, com o propósito de levar o observador a uma rápida abstração da informação e a possibilidade de dedução de novos conhecimentos. Mostra de forma simples e resumida a diferença de percepção de determinada informação, quando apresentada em diferentes contextos.

Segundo [6], com o uso de recursos de VI fica muito mais fácil para uma pessoa capturar o significado de uma imagem do que quando são utilizados vários dados isolados.

Estudos feitos por [16] apontam alguns aspectos para o aumento de cognição quando recursos de VI são utilizados, como:

- agrupamento de informações e fornecimento de uma visão geral com possibilidade de busca de detalhes;

- maior uso do sistema visual e da memória de trabalho externa;
- uso de representações visuais para melhorar a detecção de padrões;
- facilidade ao usuário para construir conclusões a partir de uma representação visual;
- permissão de manipulação das informações;
- recursos que auxiliam o usuário no entendimento e manuseio dos eventos quando em grande quantidade.

Alguns conceitos de expressividade e efetividade devem ser levados em conta durante a construção de um mapeamento visual, como quantidade de formas, cores com suas tonalidades, saturação e brilho, tamanho, textura e orientação. Para [17], a combinação dessas propriedades deve expressar os dados de maneira efetiva. Os conceitos citados pelo autor são:

- estruturas visuais devem expressar todos os dados presentes na estrutura de dados, e somente eles;
- estruturas visuais devem ser efetivas, no sentido de permitirem rápida interpretação dos dados representados, e fácil distinção entre eles, levando à menor quantidade possível de erros de interpretação.

2.2. Técnicas de VI

Existem técnicas de visualização voltadas para os diversos tipos de dados, cada uma com características próprias. A escolha da técnica a ser aplicada em cada situação depende do tipo de informação que está sendo tratada, suas tarefas e finalidades. Alguns exemplos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Classe de Representações Visuais [7]

Classe	Tipo	Utilização em Representação de
Gráfica 2D e 3D	Pontos Circulares Linhas Barras Superfícies (para 3D)	Campos escalares ou de categorias
Ícones Glifos Objetos Geométricos	Elementos Geométricos 2D ou 3D diversos	Linhas de contorno de região ou de isovalores no espaço 3D
Mapas	De linhas De Superfície De ícones, símbolos	Atributos e Grupos de atributos (categorias, vetoriais, Escalares e tensoriais)
Diagramas	Nodos e arestas	Relacionamentos diversos

2.3. Metáforas

A metáfora é uma figura de linguagem que transfere um termo para uma esfera de significado

que não é a sua, com a finalidade de estabelecer representação do mundo por meio de analogias. Essa transformação é realizada com o auxílio do computador por meio de computação gráfica, processamento de imagens, mineração de dados e interfaces homem-computador.

Como já citado, em VI os conceitos representados são abstratos e gerados a partir de relacionamentos de atributos. Além disso, a não caracterização de sua natureza espacial ou temporal torna a tarefa de sua construção bem complexa já que estes devem ser representados adequadamente [6,16]. A necessidade da criação de metáforas visuais, de mecanismos de interação e a freqüente necessidade de implementar algoritmos complexos para ambas, tornam a elaboração de sistemas de visualização ainda mais complexa.

A Figura 1 apresenta uma visualização que usa uma árvore como metáfora, onde as folhas representam informações sobre pacientes armazenados em uma base de imagens de dados médicos com grande volume de informações [1].

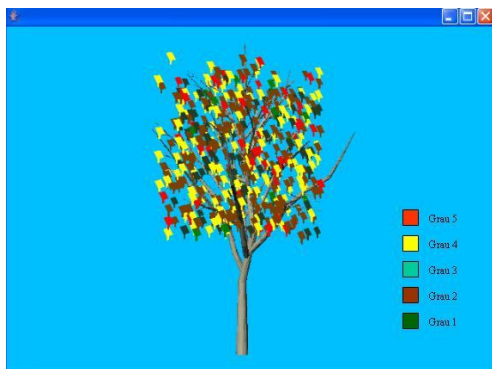


Figura 1 – Exemplo do uso de metáfora. [1]

O objetivo é o auxílio na detecção precoce do câncer de mama e fazer com que o usuário ganhe rapidez na percepção das características mais relevantes dos dados pesquisados. Os tons das folhas mostram graus de relevância de cada informação, onde o grau pode ser identificado através de uma legenda.

2.4. Áreas de Aplicação de VI

A VI pode ser utilizada em todas as áreas que tenham grandes volumes de dados armazenados e que necessitem de análise destes dados. De acordo com a área de aplicação, recebe nomes diferenciados: Visualização Científica, Visualização Geográfica, Visualização de Negócios, Visualização de Software, Visualização para treinamento.

Alguns autores diferenciam a Visualização de Informação da Visualização Científica, considerando que esta última tem características próprias. A Tabela 2, adaptada de [15], evidencia esta diferenciação,

Tabela 2 – Visualização de Informação comparada com a Visualização Científica

	Visualização Científica	Visualização de Informação
Usuário	Especializado Altamente técnico	Diversos, pode ser menos técnico
Tarefa	Profundo Entendimento	Busca, Descoberta de relações
Entrada	Dados físicos Medidas Resultado e Simulação	Relações Dados não físicos Informação
Volume	Pequeno e Volumoso	Pequeno e Volumoso

Freitas *et al.* [7] salientam que a visualização científica aplica e desenvolve técnicas de Computação Gráfica para visualizar dados oriundos de computações científicas ou dados coletados de experimentos ou da natureza. Os dados têm uma geometria intrínseca ou intuitiva, ou estão associados a posições no espaço enquanto que a Visualização de Informação prima pela visualização de dados abstratos que podem não ter uma representação visual natural. Os dados não estão associados a posições no espaço, mas sim a elementos de algum domínio de amostragem, e podem representar relacionamentos. Em resumo, pode-se dizer que a visualização científica foca o dado e a visualização da informação foca a informação, geralmente abstrata [15].

2.5. Ferramentas de visualização

Na área de Visualização de Informação ferramentas auxiliam usuários de Web em pesquisa, onde os resultados destas pesquisas são apresentados na forma de mapas interativos tendo como metáfora ícones de páginas maiores ou menores, segundo sua pertinência, apresentando vários níveis de detalhes conforme o tipo de informação que este representa, permitindo ainda a visualização de características do seu conteúdo [9].

Na área de treinamento, ferramentas de visualização são utilizadas para simulação do funcionamento de máquinas e equipamentos automatizados, permitindo ao usuário observar de diversos ângulos todo o processo de funcionamento, inclusive ângulos inacessíveis numa máquina real, o que facilita a compreensão do processo [3].

Em Visualização Geográfica a vantagem da visualização tridimensional está na forma como se vê a informação. Na visualização volumétrica a realidade espacial é simulada permitindo ao usuário alcançar um reconhecimento e entendimento mais

rápido, sem que haja a necessidade de construir um modelo mental prévio para fazer análises [8].

A Figura 2 apresenta uma ferramenta de visualização de software que possibilita a representação gráfica de programas orientados a objetos. A ferramenta permite visualizar classes (incluindo relacionamentos entre elas), métodos e atributos de um programa Java. Utiliza recursos de cores, transparências, tamanhos e formas diferentes para cada tipo de componente [15].

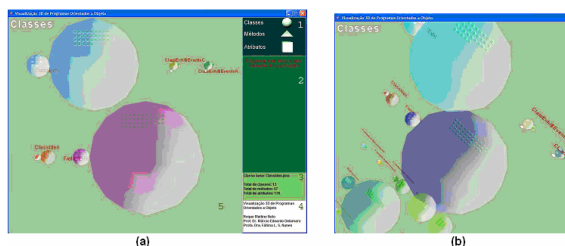


Figura 2 – Telas: (a) inicial e (b) de Rotação e Zoom

3. Ferramenta *VRVis Manager*

A necessidade na análise e entendimento de volumes de dados armazenados em diversos tipos de Sistemas Gerenciadores de Banco de Dados (SGBDs), o tempo despendido nessas tarefas e o anseio de formas visuais adequadas a cada situação, tornam cada vez mais necessário o desenvolvimento de ferramentas de auxílio à pesquisa de informação e tomada de decisão.

Aplicações criadas para tais fins são direcionadas, na maioria, a situações específicas, atendendo um pequeno grupo de usuários.

Muitas dessas aplicações utilizam-se de *Data Mining* (mineração de dados) que é o processo de extrair informação válida, previamente desconhecida e de máxima abrangência a partir de grandes bases de dados (tipicamente relacionados a negócios, mercado ou pesquisas científicas) [14]. As ferramentas de *Data Mining* analisam os dados, descobrem problemas ou oportunidades escondidas nos seus relacionamentos, e então diagnosticam o comportamento dos negócios, requerendo a mínima intervenção do usuário. Os resultados obtidos são apresentados na forma de árvores de decisão e tabelas com as regras de classificação. A análise desses resultados torna-se uma tarefa difícil quando considerada a sua forma de apresentação nada amigável [14].

Em contrapartida, ferramentas de VI com RV aplicam técnicas utilizadas em *Data Mining*, com a grande vantagem de apresentarem os resultados em forma tridimensional, utilizando metáforas e possibilitando interações mais próximas da realidade. Com isso, pode-se aumentar o poder de abstração do contexto e a possibilidade de maior conhecimento de novas informações. Destaca [1] que a grande quantidade dos dados e seus atributos podem ser

melhores interpretados se o usuário puder visualizar estas informações em formas gráficas.

O desenvolvimento de novos projetos focando a área de negócios, sem limitar áreas de aplicação, pode aumentar o desempenho de profissionais na compreensão das informações contidas em seus bancos de dados, auxiliando a tomada de decisão em relação aos diversos aspectos das organizações.

A *VRVis Manager* é uma ferramenta voltada à área de negócios, baseada na ferramenta *VRVis* [1]. A *VRVis* foi desenvolvida para atender a área médica na percepção de informações com finalidade de auxiliar na detecção precoce do câncer de mama por meio da visualização de dados pessoais de pacientes, exames e estruturas encontradas em imagens mamográficas. Usa o SGBD *MySQL*, e oferece dois tipos de metáforas, como mostra Figura 3.

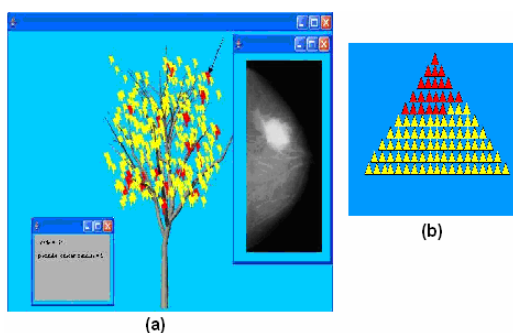


Figura 3 – Metáforas usadas na *VRVis*: (a) árvore e (b) pirâmide

As folhas da árvore representam cada registro filtrado e o destaque dos dados mais relevantes à consulta ficou a cargo de cores. A imagem do triângulo representa em ordem decrescente o grau de relevância de cada registro: agrupa no topo os dados mais relevantes e, na sua base, os menos relevantes à consulta.

Esse resultado é obtido a partir de uma interface convencional onde o usuário seleciona parâmetros para consulta, de maneira que, quanto maior a quantidade de parâmetros satisfeitos, maior o grau de relevância. Por meio do grau de relevância, o usuário tem a possibilidade de identificar registros individuais, ao mesmo tempo em que analisa grupos de registros filtrados. Com o resultado dos registros filtrados, é oferecida a possibilidade de escolha da metáfora. A partir da cena 3D gerada o usuário pode navegar pelos registros.

O propósito da *VRVis Manager* é seguir o modelo inicial da ferramenta apresentada, incluindo como diferenciais: opção de escolha do SGBD; seleção das informações relevantes para a pesquisa; elaboração de parâmetros para o filtro das informações; inferência da metáfora adequada considerando os tipos de parâmetros selecionados; possibilidade do usuário incluir sua própria metáfora dentre várias disponíveis para apresentação gráfica;

visualização que proporcione agrupamento de informações semelhante; utilização de mecanismos para destacar relevância de informação, além de armazenar histórico com informações referentes às seleções do usuário para futura reutilização.

A Figura 4 mostra a estrutura os módulos componentes da *VRVis Manager*, assim como a forma de interação do usuário com mesma e os tipos de acesso ao Banco de Dados (BD).

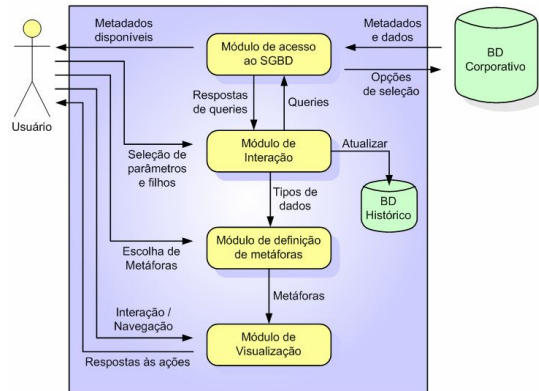


Figura 4 – Estrutura da Ferramenta *VRVis Manager*

O funcionamento da *VRVis Manager* segue os seguintes passos: (1) o usuário seleciona um dos SGBDs oferecidos informando seus dados de acesso; (2) o sistema retorna os metadados extraídos do SGBD e apresenta em uma primeira metáfora em 3D a visualização das tabelas contidas no banco com suas integridades referenciais; (3) o usuário seleciona as tabelas, os atributos e os parâmetros para filtragem; (4) a ferramenta sugere uma metáfora adequada e apresenta outras como opções; (5) a metáfora selecionada é apresentada e disponibilizada para interação com permissão de rotação, translação e mecanismos de *zoom* do Ambiente Virtual (AV); (6) se o usuário desejar, pode selecionar um objeto particular para analisar – neste caso, a ferramenta apresenta, em forma textual, os dados referentes ao objeto destacado e (7) quando o usuário finaliza a consulta, é apresentada a opção de armazenamento da pesquisa em um banco de históricos.

4. Resultados Preliminares

Das etapas contidas no projeto da ferramenta *VRVis Manager*, até o momento foram concluídas as seguintes tarefas:

- conexão com diversos SGBDs;
- recuperação e apresentação dos metadados;
- apresentação da metáfora de visualização da estrutura do banco de dados;
- opção de escolha de uma tabela do banco para construção do Ambiente Virtual;
- estudo de caso inicial para Visualização de Informação.

A Figura 5 apresenta a interface para acesso aos SGBDs. Até o momento são disponibilizadas conexões para os SGBDs *MySQL*, *Oracle*, *Postgres* e *Firebird*. Salienta-se que cada SGBD incluído exige um estudo dos seus metadados, a fim de que se conheça a estrutura de armazenamento de tabelas e relacionamentos e, assim, permitir a construção do AV inicial, conforme mostrado a seguir.

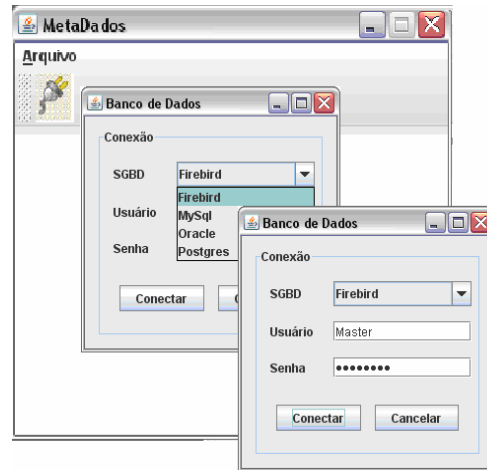


Figura 5 - Interfaces de acesso aos SGBDs

Na Figura 6 é apresentado um AV inicial para um BD de uma instituição de ensino, onde as tabelas armazenam dados de cursos, alunos, salas, turmas, notas e frequência. A cena apresenta o relacionamento dessas tabelas no BD. O objeto no formato de cone representa cada tabela e o tamanho dos objetos identifica a quantidade de registros armazenados na tabela. A disposição dos objetos está relacionada à herança, sendo que as tabelas filhas são posicionadas abaixo da tabela-pai.

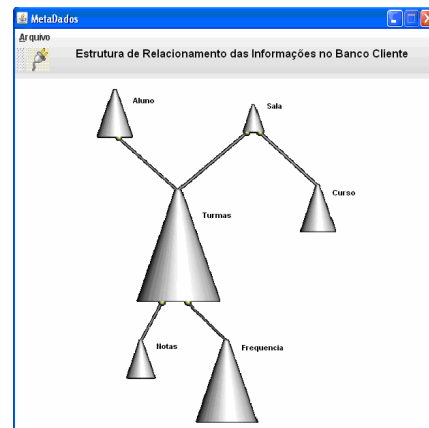


Figura 6 - Interfaces de apresentação da estrutura da Base de Dados

A Figura 7 apresenta o resultado de um estudo de caso usado inicialmente para definir os parâmetros de filtragem e a estrutura da ferramenta.

Para este experimento foi utilizado um banco de dados em *MySQL* da mesma instituição de ensino citada anteriormente. Foram selecionados registros de turmas de alunos com suas disciplinas e notas em um determinado semestre. Para a filtragem foram consideradas as matrículas nas disciplinas e a situação final em relação à avaliação das mesmas (aprovado ou reprovado). Para isso, foi escolhida uma metáfora composta por figuras geométricas onde as esferas identificam cada aluno. Quando apresentada na cor verde, significa que o aluno não compareceu à avaliação de nenhuma disciplina, sendo um aluno provavelmente desistente. Esferas na cor cinza identificam alunos avaliados em pelo menos uma disciplina; estas sempre conterão um cone na cor vermelha e/ou um cubo na cor azul - o cubo na cor azul significa que o aluno obteve aprovações em uma ou mais disciplinas e o cone na cor vermelha significa que o aluno obteve reprovações em uma ou mais disciplinas.

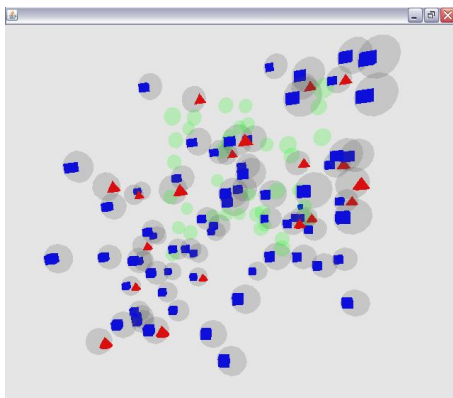


Figura 7 – Metáfora de visualização de alunos em turma

A Figura 8 mostra um zoom aplicado em uma parte da cena apresentada na Figura 7. A utilização do zoom é um recurso que auxilia o usuário em uma melhor visualização das informações na cena.

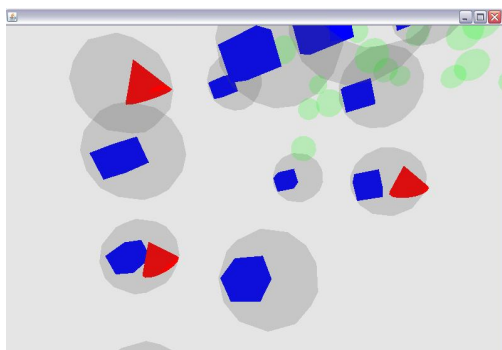


Figura 8 – Exemplo de zoom em parte selecionada da cena

Utilizando o recurso de rotação, o usuário terá a possibilidade de visualizar o agrupamento de informações semelhantes, que neste estudo de caso

está relacionado aos alunos avaliados e não avaliados, como mostra a Figura 9.

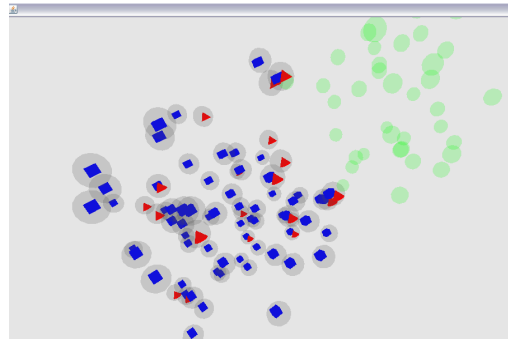


Figura 9 – Exemplo de rotação da cena

A escolha desta metáfora foi feita pela simplicidade e facilidade de visualização da informação para o contexto proposto. As cores e formas foram aplicadas a partir de testes feitos com professores e funcionários que trabalham na instituição à qual pertence o banco de dados, e também com profissionais que atuam na área de negócios.

Outras metáforas ainda serão desenvolvidas a partir de um mapeamento que está sendo realizado. Esse mapeamento consiste na aplicação de um questionário junto a organizações de pequeno e médio porte, que exercem diferentes atividades comerciais, com questionamentos referentes aos processos de negócio, atividades desenvolvidas, informações mais expressivas para tomadas de decisão e os profissionais envolvidos nessa atividade. Também está contida no mapeamento a proposta de indicação de uma melhor metáfora para a atividade exercida.

5. Considerações Finais

A Visualização de Informação em conjunto com a Realidade Virtual ainda é pouco aplicada para a área de negócios. São poucas as ferramentas voltadas para a área, sendo que as existentes e publicadas são focadas a um único contexto, permitindo acesso a um único tipo de banco de dados com limitações em relação a metáforas.

Um dos maiores desafios existentes para o desenvolvimento de ferramentas de VI para esta área é torná-la suficientemente genérica, sem perder de vista a usabilidade e o desempenho, fazendo com que seja, de fato, aplicável à tomada de decisão nas organizações.

Espera-se que a generalização na escolha do SGBD, a possibilidade de escolha de uma metáfora adequada de acordo com a abstração do usuário, e as formas de agrupamentos propostos, tornem a *VRVis Manager* uma ferramenta útil para usuários, independente de sua área de atuação, no qual sejam

atendidos seus anseios em encontrar algumas abstrações que permitam beneficiar seu negócio.

Referências Bibliográficas

- [1] BERTI, Claudia B. VRVis: Ferramenta de Realidade Virtual para Visualização de Informações, Dissertação Ciência da Computação, UNIVEM, Marília, 2004.
- [20f] BERTI, Claudia B.; NUNES, Fátima L. S.; SEMENTILE, Antônio C.; BREGA, José R. F.; RODELLO, Ildeberto; TAKASHI, Rafael. "Information Visualization: Using Virtual Reality Techniques in the Three-dimensional Representation of Data from a Medical Images Database", ACM SIGGRAPH international conference on Virtual Reality continuum and its applications in industry, 2004.
- [3] BUCCIOLI, Arthur A.B.; ZORZAL, Ezequiel R.; KIRNER, Cláudio. Usando Realidade Virtual e Aumentada na Visualização da Simulação de Sistemas de Automação Industrial, Centro Universitário Adventista de São Paulo, Brasil, 2006.
- [4] CARD, Stuart K.; MACKINLAY, Jock D.; SHNEIDERMAN, Ben., Readings in information visualization using vision to think, San Francisco, 1999, 686p.
- [5] DIAS, Mateus P. A contribuição da Ciência da Informação para a Ciência da Informação, 116 f., Dissertação Ciência da Informação, PUC, Campinas, 2000.
- [6] ESTIVALET, Luiz Fernando. O Uso de Ícones na Visualização de Informações. Dissertação Computação, UFRS, Porto Alegre, 2000.
- [7] FREITAS, Carla M.D.S.; et al. Introdução à Visualização de Informações. Revista de Informática Teórica e Aplicada, Volume VIII, Número 2, 2001.
- [8] IESCHECK, Andrea L. Representação E Visualização Volumétrica de Dados Espaciais Para Avaliação de Solos, 2006. 179 f., Doutorado Ciências Geodésias, Universidade Federal do Paraná, Brasil, 2006.
- [9] Disponível em www.kartoo.com, Acessado em 24 de Setembro 2008.
- [10] KIRNER, Cláudio; KIRNER Tereza G.; CALONEGO Júnior, Nivaldo; BUK, Carolina V. Uso de Realidade Aumentada em Ambientes Virtuais de Visualização de Dados, Universidade Metodista de Piracicaba, São Paulo, Brasil, 2004.
- [11] KIRNER, Cláudio; SISCOUTO, Robson; Realidade Virtual e Aumentada Conceitos, Projeto e Aplicações, In: Livro do Pré-Simpósio IX Symposium on Virtual and Augmented Reality, Petrópolis, Rio de Janeiro, 2007, p. 1-72.
- [12] KORTH, Henry F.; SILBERSCHATZ, Abraham. Sistema de bancos de dados, 2ª edição, Makron Books, São Paulo, 1995. 754p.
- [13] NASCIMENTO, Hugo A. D.; FERREIRA, Cristiane B. R.; Visualização de Informações – Uma Abordagem Prática. In: XXV Congresso da Sociedade Brasileira da Computação, UNISINOS, São Leopoldo, Brasil, 2005.
- [14] NAVEGA, Sérgio. Princípios Essenciais do Data Mining, Anais do Infoimagem, Cenadem, Novembro. 2002.
- [15] NETO, Roque M.; Visualização Tridimensional de Programas Orientados a Objeto, Dissertação Ciência da Computação, UNIVEM, Marília, 2006.
- [16] OLIVEIRA, Maria P. G. Visualização de Dados Geográficos Dirigida pelo Modelo Conceitual OMT-G, Tese Computação Aplicada, INPE, S. José dos Campos, 2007.
- [17] SILVA, Celmar Guimarães; ROCHA, Heloísa V, Contribuições de Visualização de Informação para a Área de Educação a Distância. VI Simpósio sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais — Mediando e Transformando o Cotidiano, UFPR, Curitiba, 2004.
- [18] WISE, James A.; Thomas J.J.; Pennock K.; Lantrip D.; Pottier M; Schur A.; Crow V., "Visualizing The Non-Visual: Spatial Analysis and interaction with Information from Text Documents", In: IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers, 1995.