

## **O Uso da Realidade Virtual e Aumentada na Interação e Visualização de Informações em Redes de Computadores**

**Ezequiel Roberto Zorzal<sup>1</sup>, Alexandre Cardoso<sup>1</sup>, Claudio Kirner<sup>2</sup>, Edgard Lamounier Júnior<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Uberlândia (UFU) – CEP 38400-902 – Uberlândia – MG – Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós Graduação em Ciência da Computação - Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) - 13400-911 – Piracicaba – SP – Brasil  
ezorzal@gmail.com, alexandre@ufu.br, ckirner@unimep.br, lamounier@ufu.br

***Resumo.** Recentemente, estudos têm mostrado que a visualização tridimensional de informações pode ser eficientemente realizada utilizando ambientes de Realidade Virtual e Aumentada. Assim, este trabalho apresenta duas soluções para visualização de informações em Redes de Computadores utilizando estas tecnologias, ressaltando suas características e metodologias de desenvolvimento.*

### **1 Introdução**

Utilizando técnicas de visualização de informações, por meio de recursos computacionais, é possível converter dados e apresentá-los visualmente ao usuário por meio de imagens ou outros estímulos sensoriais, de forma que possam ser melhor compreendidos.

Nesse contexto, a área de Visualização de Informações se apresenta como um campo de estudo de grande utilidade, uma vez que utiliza técnicas que facilitam o entendimento de informações a partir de representações visuais de dados.

As representações podem ser distribuídas em três classes: unidimensional, bidimensional ou tridimensional, que são definidas de acordo com a dimensão do espaço onde os elementos geométricos utilizados estejam situados (FREITAS, 2001).

As aplicações que utilizam o espaço tridimensional podem causar um impacto visual e despertar o interesse em diversos tipos de usuários, não somente pela maneira que os dados são representados na interface gráfica, mas também pelas novas formas de interação.

A visualização tridimensional de informações pode ser realizada utilizando ambientes de Realidade Virtual e Aumentada. Esta forma de visualização pode facilitar a análise e a compreensão dos dados, já que os mesmos podem ser dispostos de maneira intuitiva e interativa.

A visualização de informações em redes de computadores pode ocorrer de diversas formas, como interfaces textuais, gráficos tradicionais e painéis de leds. O presente trabalho aborda duas soluções para visualização de dados em Redes de Computadores, denominadas, AR TraceRoute (Augmented Reality Trace Route) e VR

TraceRoute (Virtual Reality Trace Route). As duas aplicações desenvolvidas apresentam características em comum com relação ao tipo de gráfico apresentado, no entanto, a forma em que o usuário os manipula e visualiza são completamente distintas. Assim, foi realizada uma avaliação dos sistemas mencionais e são apresentados os resultados neste trabalho.

A Seção 2 conceitua visualização de informação. A Seção 3 descreve sobre as informações em Redes de Computadores. A Seção 4 apresenta o sistema AR TraceRoute. A Seção 5 mostra a ferramenta VR TraceRoute. A Seção 6 disserta sobre a avaliação dos sistemas. Finalmente, na Seção 7 são apresentadas as conclusões do trabalho.

## 2 Visualização de Informações

Visualização de Informações é uma área emergente de pesquisa, que estuda formas de transformar dados abstratos em imagens reais ou mentalmente visíveis, de forma a facilitar a sua compreensão e/ou ajudar na descoberta de novas informações contidas nestes dados (DO NASCIMENTO, 2005). O objetivo final deste processo é auxiliar no entendimento de um assunto, o qual, sem uma visualização, seria mais difícil de ser compreendido.

A prática de visualização de informações tem sido desenvolvida em diversas atividades, como por exemplo, em monitoramento de bolsas de valores (DWYER, 2002), consulta a bases de dados de filmes (AHLBERG, 1994), desenho de organogramas de empresas e de árvores genealógicas (DI BATTISTA, 1999) e a ferramenta para visualização de estatísticas em Realidade Aumentada Meta 3D (BUENO, 2005).

Nesse contexto, a área de Visualização de Informações se apresenta como um campo de estudo de grande utilidade, uma vez que agrega técnicas que facilitam o entendimento de informações a partir de representações visuais de dados.

## 3 Informações em Redes de Computadores

Uma das formas mais simples de se obter informações em uma rede Windows é através do comando `tracert` executado em ambiente de DOS emulado. Esse comando utiliza a interface textual, fornecendo informações úteis sobre cada nó da rede, partindo do computador, onde é executado, até o endereço do computador de destino. A Figura 2 apresenta o funcionamento do comando.

```
C:\>tracert 200.131.2.13
Rastreando a rota para ufu34-gw.pop-ng.rnp.br [200.131.2.13]
com no máximo 30 saltos:
  0  1 ms    2 ms    5 ms  gw-eletrica.eletrica.ufu.br [200.19.148.254]
  1  1 ms    2 ms    3 ms  fred.bb.ufu.br [200.131.199.17]
  2  7 ms    5 ms    1 ms  ufu-rnp.bb.ufu.br [200.131.199.33]
  3  133 ms  20 ms   19 ms  ufu34-gw.pop-ng.rnp.br [200.131.2.13]
Rastreamento concluído.
```

Figura 2 Saída do comando `tracert`.

As informações fornecidas pelo comando `tracert` são simples, porém de grande utilidade no gerenciamento de uma rede. Para cada nó da rede são mostrados 3 testes de envio e recebimento de pacotes. Também é informado o nome e endereço do nó, seguido de seu IP (Internet Protocol), auxiliando na sua identificação. Através dessas informações é possível descobrir o tempo de tráfego entre os nós, bem como identificar

problemas como perda de pacotes, lentidão no envio, entre outros. Apesar da praticidade, o comando `tracert` traz algumas dificuldades, devido ao tipo de interface utilizado. É difícil visualizar, de forma prática, os nós interligados e a quantidade de tempo que um pacote leva para ir de um ponto a outro. A identificação de problemas em um nó específico também depende da concentração e leitura atenta por parte do usuário.

#### 4 AR TraceRoute

O sistema AR TraceRoute utiliza como base de seu funcionamento o comando `tracert`, interpretando os dados informados e inserindo-os em uma interface de visualização mais intuitiva, a Realidade Aumentada. Para tornar isso possível, o desenvolvimento do programa ocorreu em módulos separados, sendo que ao final foram integrados.

A primeira tarefa foi capturar os dados informados pelo comando `tracert` em um arquivo, de forma a possibilitar a sua posterior interpretação. Esta tarefa foi possível por meio de um direcionamento da saída do comando para um arquivo ao invés da visualização convencional no `prompt`.

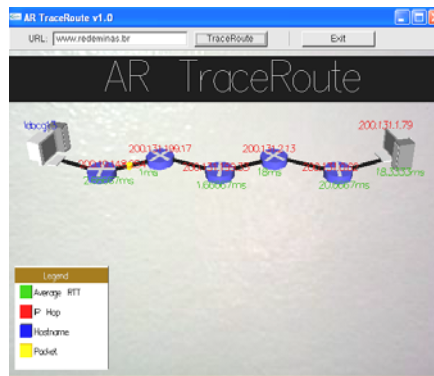
Após capturar os dados da rede com o comando `tracert` e colocá-los em um arquivo, a próxima tarefa foi desenvolver um programa para interpretar os dados advindos do `tracert`, tratando erros e descartando informações não utilizadas pelo sistema. Essas informações foram isoladas em variáveis e classes para serem reutilizadas no módulo responsável pela visualização em Realidade Aumentada do sistema.

Com os dados necessários ao funcionamento do sistema, a próxima fase foi desenvolver um programa para gerar um ambiente virtual baseado nesses dados. Para suportar de forma fácil esse desenvolvimento, foi escolhida a linguagem VRML (Virtual Reality Modeling Language) (AMES, 1999), que utiliza código não compilado para gerar ambientes virtuais. A Figura 3 mostra o ambiente virtual gerado, a partir da interpretação dos dados correspondentes à saída do comando `tracert` apresentado na Figura 2.



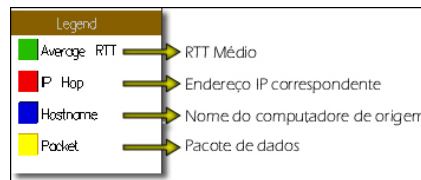
**Figura 3 Ambiente virtual gerado pelo AR TraceRoute após a interpretação dos dados de saída do comando `tracert`.**

Para que o sistema suportasse a interface de Realidade Aumentada, foi necessário escolher uma plataforma que permitisse fácil customização às necessidades do sistema. Dentre todas as possibilidades, foi escolhido o ARToolKit, que é um conjunto de ferramentas e bibliotecas para Realidade Aumentada em código aberto, permitindo alterações nos exemplos e desenvolvimento de novas funções. Além disso, ele oferece suporte a arquivos gerados em VRML, possibilitando a fácil integração com o módulo que gera os ambientes virtuais. A Figura 4 apresenta a interface de operação do sistema AR TraceRoute.



**Figura 4 Ambiente da ferramenta AR TraceRoute com a rota virtual gerada.**

O programa AR TraceRoute apresenta em sua interface uma legenda para facilitar a visualização da informação exposta. A Figura 5 apresenta o quadro de legenda explicado.



**Figura 5 Legenda presente na interface do AR TraceRoute.**

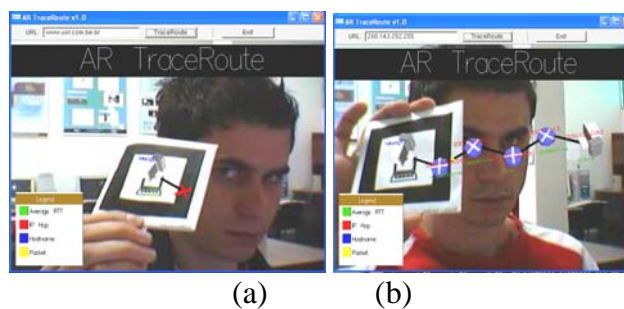
A interface tradicional destina-se somente a acomodar o programa, sendo que a única interação não natural é a inserção do endereço a ser consultado, na caixa de texto denominada “URL”.

A primeira tarefa do usuário é inserir um endereço a ser consultado e clicar no botão TraceRoute. Após isso, é necessário aguardar alguns instantes, enquanto a rota entre o computador local e o endereço inserido é calculada.

Quando o sistema termina de calcular a rota, é mostrado um ambiente virtual animado, contendo os nós da rede e a animação de um pacote trafegando entre os diversos nós. A simulação do pacote trafegando entre os hosts é gerada, a partir de dados reais dos RTTs (Round Trip Time), tempo que um pacote leva para ir para o host destinatário e voltar para o host de origem, interpretados e obtidos pelo sistema.

Quando o AR TraceRoute detecta algum erro, ao encontrar a rota, ou seja, quando o destino especificado não existe ou quando ele é inacessível, o programa apresenta um “X” virtual em vermelho na saída do host de destino, especificando que para aquele determinado destino não existe uma rota, conforme mostra a Fig. 6(a).

Para interagir com esse ambiente virtual existem 2 marcadores. O primeiro serve para deslizar o ambiente todo para a esquerda ou direita em casos onde existam muitos nós e não seja possível visualizar toda a rota com facilidade. O segundo marcador permite ao usuário “pegar” o ambiente com as mãos e inspecioná-lo livremente. As Figuras 6 e 7 mostram todos os passos descritos.



**Figura 6 (a) Destino inacessível e a (a,b) utilização do marcador responsável por capturar a rota virtual e manipulá-la com as mãos.**



**Figura 7 Utilização do marcador responsável por deslizar a rota virtual para direita ou esquerda.**

Um problema comum a muitas aplicações de Realidade Aumentada desenvolvidas com ARToolKit é a portabilidade, pois, pela natureza da aplicação, são necessários componentes e bibliotecas auxiliares para o correto funcionamento das aplicações. Essa deficiência dificulta a distribuição das aplicações desenvolvidas, principalmente para usuários leigos em Realidade Aumentada. Para evitar esse problema, a aplicação foi adaptada de forma a carregar consigo todos os componentes necessários a sua correta execução e encapsulada em um instalador automático.

## 5 VR TraceRoute

O sistema VR TraceRoute também utiliza como base de seu funcionamento o comando tracert do Windows para interpretar os dados adquiridos, e inseri-los em uma interface de Realidade Virtual.

A forma com que esses dados são processados é similar a utilizada pelo sistema AR TraceRoute, o que muda entre essas duas aplicações, no entanto, é o modo de interação dos usuários com os objetos virtuais e o ambiente em que esses objetos são apresentados.

No sistema anterior, os dados interpretados são levados e apresentados em um ambiente real, aumentando a visão do usuário. Sendo que a maneira de interação com esses dados ocorre por meio de placas as quais permitem ao usuário a manipulação de objetos.

O VR TraceRoute apresenta os dados em um ambiente virtual, e o usuário pode interagir com os mesmos, por meio de dispositivos tecnológicos, tais como, teclado e mouse. A Figura 8 apresenta o ambiente do VR TraceRoute.

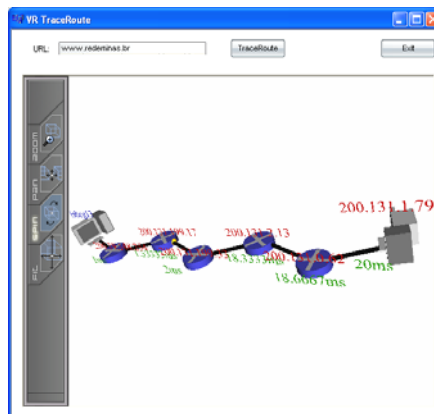


Figura 8 Ambiente da ferramenta VR TraceRoute.

## 6 Avaliação dos Sistemas

Com intuito de verificar alguns pontos relativos à facilidade do usuário em abstrair e compreender a situação problema proposta nos sistemas e avaliar a facilidade de interação entre as duas tecnologias contidas nos sistemas desenvolvidos realizou-se uma avaliação junto a usuários potenciais. A pesquisa englobou 14 alunos de diversas áreas de pesquisa e diferentes graus de instrução. Sendo que todos os selecionados para realizar a avaliação nunca haviam interagido em sistemas de Realidade Virtual e Aumentada.

Esta avaliação enfatizou as estratégias criadas para representar graficamente os resultados advindos da situação problema proposta. Observou-se, Figura 9, que a maioria dos usuários considerou útil o modelo de visualização do sistema para a compreensão da situação problema.

Em relação a análise dos resultados, o modelo de visualização proposto foi útil para sua compreensão?

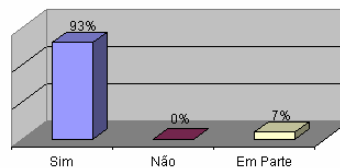
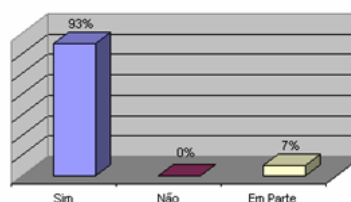


Figura 9 Gráfico: Utilidade da visualização para compreensão.

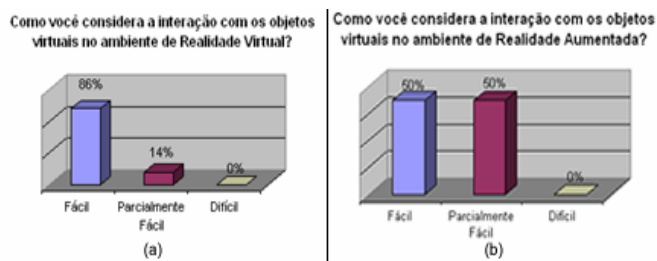
Outro fator avaliado foi o uso de Realidade Virtual e Aumentada na representação dos dados. A grande maioria dos usuários compreendeu os dados representados por meio da Realidade Virtual ou Aumentada, e avaliou que esta estratégia contribuiu para o seu entendimento da situação problema, Fig. 10.

Você considera que a visualização dos dados por meio de Realidade Virtual e Aumentada ajudou na compreensão do problema?



**Figura 10 Gráfico: Contribuição da Realidade Virtual e Aumentada para compreensão do problema.**

Verificou-se também que a maioria dos usuários conseguiu interagir facilmente com os objetos virtuais no ambiente de Realidade Virtual, como apresenta a Fig. 11 (a), já no ambiente de Realidade Aumentada os usuários conseguiram realizar a interação com os objetos virtuais de maneira fácil ou parcialmente fácil, Fig. 11 (b). No entanto, não se sabe o quanto a Realidade Aumentada influenciou neste fator.



**Figura 11 Gráfico: Facilidade de interação nos ambientes de Realidade Virtual e Aumentada.**

Foi analisada também a utilidade das tecnologias aplicadas nos sistemas. 59% dos avaliadores optaram pela Realidade Virtual e 41% pela Realidade Aumentada, como apresentado na Figura 12.



**Figura 12 Gráfico: Utilidade da tecnologia aplicada no processo de visualização.**

## 7 Conclusões

Com base nas avaliações e análises detalhadas dos sistemas, o processo de visualização de informações, utilizando Realidade Virtual e/ou Aumentada contribui de maneira significativa na percepção, interação e motivação dos usuários.

Constatou-se também que a Realidade Virtual contribui de uma maneira mais significativa no processo de interação com o usuário.

Como trabalhos futuros propõe-se a atualização da ferramenta VR TraceRoute para a sua utilização em caves imersivas. Para a ferramenta AR TraceRoute propõe-se, no caso de computadores conectados por uma rede local, gerar uma variação do sistema de visualização dos dados da rede, cadastrando-se uma placa marcadora para cada máquina e colocando-a próxima ao computador de forma a ser visível. Permitindo com isto apontar a webcam para uma região do laboratório, gerando, no ambiente de Realidade Aumentada, envoltórias virtuais nos computadores e conexões virtuais

usando cores ou espessuras para representar características da máquina e da rede para propiciar entendimento mais rápido da situação.

A webcam poderá passear pelo ambiente, mostrando as partes da rede e suas características, conforme o desejo ou a necessidade de análise do usuário.

Uma variação nesta solução seria um diagrama ou uma fotografia do laboratório, campus, cidade, país ou continente, com as placas marcadoras colocadas ao lado dos nós da rede, de forma a mostrar seus dados em tempo real. Caso o painel seja grande para o campo de visão da webcam, a visualização das informações poderá ser feita por partes com a movimentação contínua da webcam ao longo do painel.

## **Referências**

- AHLBERG, C. and SHNEIDERMAN, B. (1994). Visual information seeking: Tight coupling of dynamic query filters with starfield displays. In *Human Factors in Computing Systems. Conference Proceedings CHI'94*, pages 313–317.
- AMES, A. L.; NADEAU, D. R.; MORELAND, J. L. *VRML 2.0 sourcebook*, 2ed. New York, John Wiley & Sons, 1999
- BUENO, M. A. S.; LIMA, J. P. M.; TEICHRIEB, V.; KELNER, J. (2005). *Meta 3D++- Visualização de Informações em Realidade Aumentada, II Workshop sobre Realidade Aumentada*. Unimep. Piracicaba, SP.
- DI BATTISTA, G., EADES, P., TAMASSIA, R., and TOLLIS, I. G. (1999). *Graph Drawing*. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.
- DO NASCIMENTO, H. A. D.; FERREIRA, C. B. R.(2005). *Visualização de Informações – Uma Abordagem Prática*. XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, XXIV JAI. UNISINOS, S. Leopoldo – RS.
- DWYER, T. and EADES, P. (2002). Visualising a fund manager flow graph with columns and worms. In *Proceedings of the 6th International Conference on Information Visualisation, IV02*, pages 147–158. IEEE Computer Society.
- FREITAS, C. M. D. S.; CHUBACHI, O. M.; LUZZARDI, P. R. G.; CAVA, R. A. *Introdução à Visualização de Informações*. *Revista de Informática Teórica e Aplicada*, 8(2): 143–158, 2001.