Técnicas de Interação 3D para Análise de Aplicações Paralelas*

Thiago Baseggio Dal Pai[1], Lucas Mello Schnorr[1], Philippe O. A. Navaux[1]

[1]Instituto de Informática – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)
Caixa Postal 15.064 – 91.501-970 – Porto Alegre – RS – Brazil
{tbdpai,lmschnorr,navaux}@inf.ufrgs.br

1. Introdução

A análise de desempenho de aplicações paralelas é uma importante tarefa para melhor compreender o seu comportamento. Com isso, é possível detectar problemas durante a execução, normalmente caracterizados através do excesso de operações bloqueantes e gargalos de desempenho. Em geral, esses problemas prejudicam uma boa exploração dos recursos computacionais pela aplicação paralela.

Diferentes técnicas e ferramentas são utilizadas para a análise de aplicações paralelas. Uma abordagem comumente empregada é o uso de ferramentas de visualização. Em geral, essas ferramentas são compostas de gráficos de duas dimensões, também conhecidos como Gantt-charts, onde os processos são dispostos no eixo vertical, e o tempo de execução no eixo horizontal. Alguns exemplos de ferramentas que utilizam a abordagem 2D são Pajé [de Kergommeaux et al. 2000], Paradyn [Miller et al. 1995], Paraver [Pillet et al. 1995] e Vampir [Nagel et al. 1996]. A abordagem que estamos utilizando para a análise de aplicações paralelas consiste em uma visualização com três dimensões. Ela é implementada no protótipo Triva [Schnorr et al. 2008]. Pelo fato do ambiente de três dimensões ser novo para a análise de aplicações paralelas, há pouca investigação de novas técnicas de interação visual com os dados. De uma maneira geral, essas técnicas são diferentes das utilizadas no espaço de duas dimensões, visto que agora temos uma dimensão a mais para gerenciar.

Este artigo apresenta duas formas de interação com a representação dos dados no ambiente 3D, auxiliando o desenvolvedor na análise da evolução dos componentes da aplicação. A primeira permite ao usuário acompanhar o deslocamento tridimensional dos objetos de interesse. Acompanhar o deslocamento significa ter uma representação visual do objeto para cada mudança em suas coordenadas espaciais (posição no espaço 3D), na transição de um ponto a outro. A segunda auxilia o usuário na clarificação do ambiente para melhor visualização dos detalhes de um determinado objeto.

Na seção 2, apresentamos o ambiente 3D e conceitos básicos. As novas técnicas de interação são explicadas na seção 3. Os resultados obtidos são apresentados na seção 4. Conclusões e trabalhos futuros são delineados na seção 5.

2. Conceitos Básicos

O protótipo de visualização 3D que estamos usando chama-se Triva [Schnorr et al. 2008]. Ele recebe como entrada um fluxo de eventos que descreve o comportamento do conjunto de processos e threads de uma aplicação paralela. O formato desses eventos segue a definição de eventos do Pajé [de Kergommeaux et al. 2000]. Os componentes das aplicações paralelas são chamados no contexto do protótipo 3D de entidades.

*Pesquisa parcialmente apoiada pelo CNPq

Na Figura 1, apresentamos dois exemplos de cenários de visualização tridimensional. Nesta figura temos a representação dos três eixos que compõem o ambiente 3D. No eixo vertical representamos o tempo. O plano formado pelos dois eixos restantes denominamos de base da visualização, onde posicionamos as entidades. Diferentes técnicas podem ser usadas para construir o desenho da base da visualização. Neste trabalho a técnica utilizada na base mostra sempre o padrão de comunicação da aplicação paralela.

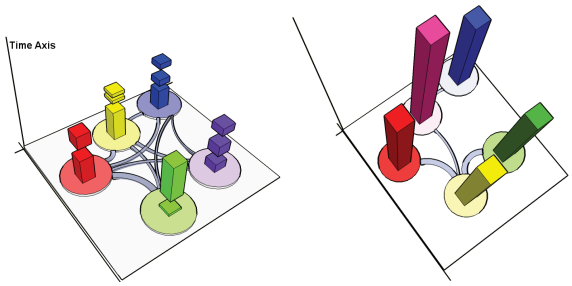

Figura 1. Representação do espaço tridimensional. [Schnorr et al. 2008]

3. Interação com Dados Visuais 3D de Aplicações Paralelas

No protótipo Triva, as entidades são dispostas na base da visualização 3D com o auxílio de um algoritmo que evita a sobreposição das mesmas. Ao surgirem novos processos, novas entidades são criadas para representá-los. Para evitar o posicionamento aleatório das mesmas, pois isso pode acarretar na sobreposição das novas com as já existentes, reposicionam-se todas as entidades na base. Com isso, o usuário pode perder a referência sobre as entidades que estava observando.

A solução encontrada consiste em animar as movimentações de todas as entidades, de suas posições antigas para as novas posições. A animação é uma boa alternativa para este problema pois permite com facilidade que o usuário mantenha percepção do deslocamento de suas entidades ao ocorrer o reposicionamento das mesmas na base. Para realizar esta animação, primeiramente realizamos uma busca para capturar todas as posições atuais das entidades existentes. Após, a biblioteca Graphviz [Ellson et al. 2002] calcula as novas posições das entidades, e por fim, a biblioteca Ogre3D [Junker 2006] calcula os pontos da trajetória a ser percorrida entre a posição inicial e destino de cada entidade, e interpola esses pontos para produzir a animação.

Outro problema encontrado foi o usuário não poder colocar um processo em evidência em relação aos outros. Por exemplo, ao analisar um grande conjunto de processos, temos diversas entidades sendo reproduzidas na tela. Quando é feita a análise de um único processo, existe um limitante visual: os processos (entidades) estão próximos um dos outros para facilitar a visualização global, no entanto, isso dificulta a visualização individual. Duas alternativas já existentes no Triva para facilitar a análise individual são a possibilidade de aproximar a câmera da entidade e o aumento do tamanho das entidades. Entretanto isso não desfaz o problema da poluição visual, uma vez que as entidades ficam próximas, dificultando a observação detalhada dos dados de um processo específico.

A solução encontrada para o problema da poluição visual foi distanciar as entidades próximas da entidade alvo (entidade que se deseja analisar com maior detalhamento).

O distanciamento é limitado àquelas entidades que estejam dentro de um determinado raio, tendo como centro a entidade alvo. Foi criado o raio de ação considerando que se deslocarmos todas as entidades a visualização torna-se difícil, pois as entidades que já estiverem longe ficarão ainda mais longe. Calculamos a distância média de todas as entidades que estão dentro do raio de ação, em relação a entidade alvo. Essa distância é multiplicada pelo fator de distanciamento desejado, gerando o deslocamento. Por exemplo, considerando um fator de distanciamento de 0,5, uma entidade que estiver a 100 pixels de distância, será deslocada de 50 pixels. E uma entidade que estiver a 10 pixels de distância, será deslocada de 5 pixels. Desta forma, com a distância média, ambas as entidades serão deslocadas de 27 pixels, mantendo a proporção entre elas. Para utilizar esta função, o usuário seleciona a entidade alvo, e as que estiverem próximas e dentro do raio de ação serão afastadas.

4. Resultados

Com a animação dos deslocamentos, o usuário mantém a referência sobre as entidades, pois acompanha visualmente as movimentações na base. Desta forma, o usuário sabe a cada instante a posição exata de cada entidade. A animação foi utilizada na análise de aplicações paralelas com até 100 processos, sendo também utilizada quando ocorre a mudança do algoritmo de posicionamento na base da visualização.

Com a função de evidenciar uma entidade, é possível analisar as características de um determinado processo com maior clareza, pois as entidades que antes estavam muito próximas gerando maior poluição visual, agora permanecem distantes. Temos uma ilustração desse algoritmo na Figura 2. Na esquerda da figura, aparecem as entidades e a imagem original do ambiente. Na direita, estão as entidades distanciadas da entidade alvo, após a aplicação da função de evidenciar uma entidade.

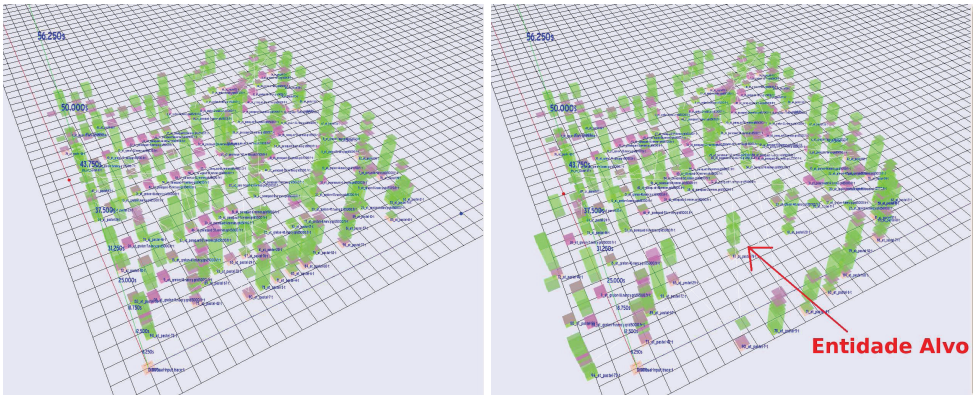

Figura 2. Exemplo da aplicação da função de evidenciar entidade.

5. Conclusão

Com a utilização do novo ambiente tridimensional para a análise de aplicações paralelas percebemos a necessidade de investigar novas técnicas de interação com os dados. Este artigo apresentou duas novas formas de interação para o ambiente 3D do protótipo Triva.

Estas novas formas de interação auxiliam o usuário na análise da evolução da aplicação, para uma melhor compreensão de seu comportamento.

Durante a visualização 3D pode ocorrer o reposicionamento das entidades na base da visualização. Assim, o usuário perde a referência sobre as entidades que estava observando. Este problema foi resolvido implementando a animação espacial do deslocamento das entidades. Outro problema que surge é a poluição visual, quando tentamos analisar detalhadamente uma entidade específica. Poluição esta que é causada pela proximidade das entidades. A solução empregada foi afastar as entidades próximas que estiverem dentro de um determinado raio, mantendo a relação da posição espacial e da distância em relação a entidade alvo que se está observando.

Os resultados alcançados melhoram a interação com os dados de monitoramento da aplicação paralela, facilitando a manutenção da referência sobre as entidades observadas durante o reposicionamento das mesmas na base da visualização. E auxiliam a visualização detalhada dos dados de uma entidade com redução da poluição visual gerada pela proximidade das mesmas. Como trabalhos futuros, pretende-se trabalhar com técnicas de interação que auxiliam a definição pelo usuário de intervalos de tempo a serem analisados. Outro caminho a ser seguido consiste na adaptação do protótipo para gerar um replay da execução, possibilitando a observação de como a aplicação paralela evoluiu.

Referências

de Kergommeaux, J., Stein, B., and Bernard, P. (2000). Paje, an interactive visualization tool for tuning multi-threaded parallel applications. *Parallel Computing*, 26(10):1253–1274.

Ellson, J., Gansner, E., Koutsofios, L., C., N. S., and Woodhull, G. (2002). *Graphviz: Open Source Graph Drawing Tools*, volume 2265/2002, pages 594–597. Springer Berlin / Heidelberg.

Junker, G. (2006). *Pro OGRE 3D Programming (Pro)*. Apress, Berkely, CA, USA.

Miller, B. P., Callaghan, M. D., Cargille, J. M., Hollingsworth, J. K., Irvin, R. B., Karavanic, K. L., Kunchithapadam, K., and Newhall, T. (1995). The paradyn parallel performance measurement tool. *IEEE Computer*, 28(11):37–46.

Nagel, W., Arnold, A., Weber, M., Hoppe, H., and Solchenbach, K. (1996). VAMPIR: Visualization and Analysis of MPI Resources. *Supercomputer*, 12(1):69–80.

Pillet, V., Labarta, J., Cortes, T., and Girona, S. (1995). PARAVER: A tool to visualise and analyze parallel code. In *Proceedings of Transputer and occam Developments, WOTUG-18.*, volume 44 of *Transputer and Occam Engineering*, pages 17–31, Amsterdam. [S.l.]: IOS Press.

Schnorr, L. M., Huard, G., and Navaux, P. O. A. (2008). 3d approach to the visualization of parallel applications and grid monitoring information. In *Proceedings of the 9th IEEE/ACM International Conference on Grid Computing*, Washington, DC, USA. IEEE Computer Society.