

Ferramenta Educacional *Web* para Simulação de Memória Cache

Simone Ap. P. Romero^{1,2}, Fabiana Frata F. Peres^{1,2}, Jorge Habib H. El Khouri¹

¹Centro de Engenharias e Ciências Exatas – Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) – Caixa Postal 39, 85856-910 – Foz do Iguaçu – PR – Brasil

²Detae – Desenvolvimento de Tecnologias Aplicadas à Educação – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Foz do Iguaçu – PR – Brasil

{simone.romero.sr, ffrata}@gmail.com, jhkhouri@hotmail.com

***Abstract.** The traditional model of teaching where the teacher uses static means, like slides, books and blackboard is not sufficient for understanding the various concepts of Memory Hierarchy. According to the literature, the integration of the traditional model of teaching and use of didactic simulators can contribute to better understanding of the content, on this account they are able to present the theoretical concepts so more clearly and didactically. Therefore, this paper describes an educational tool for web simulation of cache memory, which aims to help teach about Memory Hierarchy.*

***Resumo.** O modelo tradicional de ensino, que se baseia em meios estáticos como slides, livros e quadro negro, não é suficiente para a compreensão dos diversos conceitos relacionados à Hierarquia de Memória. De acordo com a literatura, a integração do modelo tradicional de ensino com o uso de simuladores didáticos pode contribuir para uma melhor compreensão do conteúdo, pois é capaz de apresentar os conceitos teóricos de forma mais clara e didática. Desse modo, este trabalho descreve uma ferramenta educacional web para simulação de memória cache, a qual visa auxiliar o ensino de Hierarquia de Memória.*

1. Introdução

As disciplinas de Organização e Arquitetura de Computadores, ministradas em cursos, como Ciência da Computação, Engenharia da Computação e Informática abrangem temas relacionados às funcionalidades das unidades básicas de um computador, assim como o modo como elas interagem. Dentre esses temas, está o de Hierarquia de Memória, o qual envolve conceitos como organização, políticas de substituição e mapeamento das memórias do tipo Principal, Cache e Virtual [Coutinho 2006, Mendes 2006, Patterson 2005, Stefani 2003].

O estudo de Hierarquia de Memória tem se mostrado complexo, uma vez que professores se utilizam de meios tradicionais estáticos como quadro negro, slides e livros, que acabam dificultando a exemplificação e a compreensão do conteúdo. A explicação e o entendimento de assuntos como configurações de memória cache, também são dificultados devido ao alto nível de abstração exigido tanto dos professores, quanto dos alunos [Coutinho 2006, Mendes 2006, Stefani 2003].

De acordo com a literatura, a utilização de ferramentas didáticas de simulação pode contribuir para a redução na dificuldade de aprendizado de estudantes principiantes, além de favorecer os professores na elaboração e resolução de exercícios, uma vez que essa atividade pode demandar muito tempo [Azevedo 2007, Coutinho 2006, Djordjevic 2000, Mendes 2006].

Outro fator que pode complementar o ensino de Hierarquia de Memória consiste na utilização de recursos como tutoriais didáticos, ou seja, textos explicativos contendo os principais conceitos relacionados a esse tema [Coutinho 2006].

Desse modo, o uso desse tipo de ferramenta, que incorpora simulação e tutoriais, pode auxiliar os usuários, de forma didática e interativa, na compreensão e exemplificação do comportamento dinâmico de memória cache [Coutinho 2006]. Nesse contexto, foi proposto o desenvolvimento de uma ferramenta *web* de simulação que oferece recursos como tutoriais para auxiliar no aprendizado de memória cache.

2. Trabalhos Relacionados

A utilização de simuladores didáticos e ferramentas gráficas favorecem o ensino de Hierarquia de Memória, pois auxiliam os alunos a assimilar mais facilmente os conteúdos ministrados em aulas teóricas. A seguir, são apresentados os trabalhos correlatos *DCMSim* e *Cache Demonstrator*.

DCMSim [Stefani 2003] é ferramenta didática de simulação para análise e comparação do funcionamento e desempenho de diferentes tipos e configurações de memória cache. Essa ferramenta foi desenvolvida por alunos da disciplina de Arquitetura de Computadores II da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

Como entrada de dados para a execução das simulações, o *DCMSim* utiliza uma sequência de acessos à memória principal, conhecida como *memory trace*. No entanto, a complexidade exigida na formatação do arquivo texto contendo o *memory trace*, muitas vezes, acaba dificultando ou desmotivando a utilização da ferramenta.

Como outro exemplo temos o *Cache Demonstrator* [Cache 2012], o qual foi desenvolvido pela University of Massachusetts Amherst e se destaca por ser uma ferramenta *web* para simulação de memória cache.

O *Cache Demonstrator* é constituído por cinco módulos, sendo que o primeiro disponibiliza um tutorial didático contendo conceitos básicos de cache. O segundo módulo auxilia o usuário a visualizar a estrutura da memória cache e seu padrão de endereços. Para isso, permite que o usuário configure parâmetros como tamanho da memória principal e tamanho da memória cache e de seus blocos, assim como o tipo de organização.

No terceiro e quarto módulos o usuário pode visualizar como os dados da memória principal são alocados na cache e também como eles são acessados de e para a memória cache, respectivamente. No quinto módulo o usuário pode verificar o tempo médio de acesso a cache, com base nos parâmetros configurados.

3. WSiMeC

O desenvolvimento da ferramenta educacional WSiMeC (Simulador *Web* de Memória Cache), visa auxiliar no estudo e na compreensão de conceitos relacionados a esse tipo de memória. Para sua construção, conforme representado na Figura 1, estão sendo utilizados recursos disponibilizados por tecnologias atuais, tais como HTML5 (*HyperText Markup Language*) e CSS3 (*Cascading Style Sheets*), além da Linguagem de Programação Java. Também é utilizado o *framework open source* Play!, que auxilia no desenvolvimento de aplicações *web* baseadas na arquitetura MVC (*Model-View-Controller*) e tem como foco principal a produtividade.

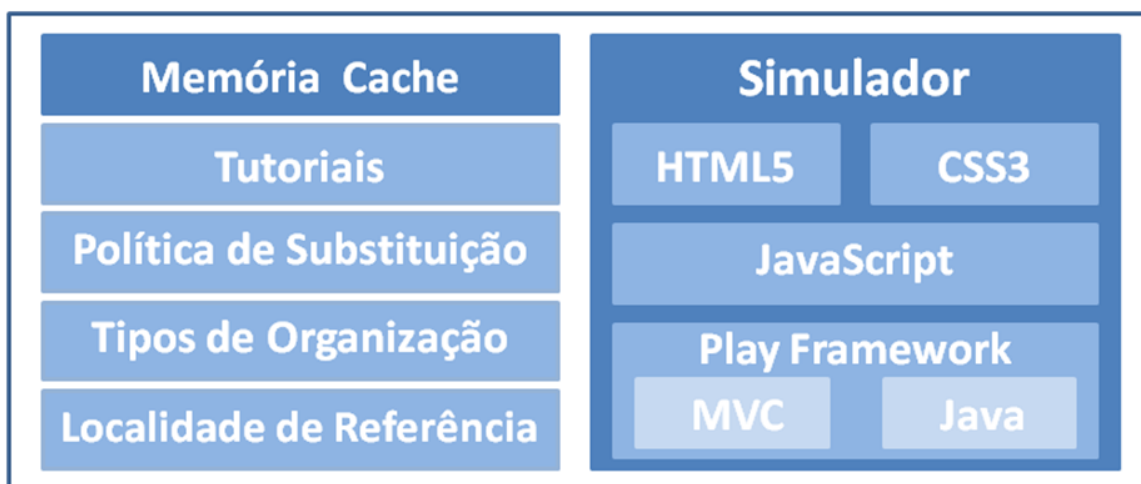


Figura 1. Representação esquemática do WSiMeC.

O WSiMeC é composto por dois módulos principais, de maneira a atender as necessidades dos usuários do ponto de vista didático. O primeiro módulo será constituído por um conjunto de tutoriais descrevendo os principais conceitos de memória cache. E o segundo módulo será composto pelo simulador, no qual o usuário poderá testar e ampliar seus conhecimentos, utilizando algumas das configurações disponibilizadas.

O simulador visa abranger as políticas de substituição LRU (*Least Recently Used*), FIFO (*First In First Out*) e Random, assim como os tipos de organização Mapeada Diretamente, Associativa por Conjunto e Totalmente Associativa. Para facilitar a utilização do WSiMeC, o usuário poderá inserir dados nos formatos decimal e binário.

Como diferencial, o WSiMeC visa disponibilizar trechos de códigos que tiram melhor proveito de conceitos como localidade temporal e espacial, os quais o usuário poderá modificar. Os conceitos de localidade de referência, não enfatizados nas ferramentas *DCMSim* e *Cache Demonstrator*, são muito importantes, pois auxiliam os alunos a maximizar a utilização da memória e assim desenvolver soluções computacionais otimizadas. Além disso, favorecem a compreensão de quais configurações são mais adequadas para cada cache, sendo que em um sistema computacional podem ser utilizadas várias caches com propósitos distintos.

Ao término do desenvolvimento do projeto serão realizados testes de usabilidade do simulador, por alunos da disciplina de Organização e Arquitetura de Computadores

da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, através de questionários que indicarão a eficiência do simulador didático de memória cache, assim como qual foi o ganho de conhecimento dos alunos nesse tema, após a utilização da ferramenta.

4. Conclusões

A compreensão do funcionamento de memória cache é uma tarefa difícil, principalmente, quando se faz uso apenas da teoria. Desse modo, os simuladores didáticos de memória buscam apresentar de forma clara e interativa o que ocorre em memórias cache reais, facilitando assim o entendimento e o aprendizado desse tema.

Além disso, esse tipo de ferramenta também permite que sejam realizadas análises e comparações entre as várias configurações de memória cache, possibilitando ao usuário avaliar o desempenho de cada configuração, tendo como base situações reais, e assim observar quais são mais vantajosas para determinada situação.

Nesse contexto, a ferramenta educacional WSiMeC visa auxiliar, professores e alunos dentro e fora de sala de aula, na exemplificação, visualização e compreensão dos conceitos relacionados à Hierarquia de Memória.

Referências

- Azevedo, H. C.; Martins, C. A. P. S. M. (2007) “SIM-MIPS&HM – Simulador didático do nível ISA do MIPS e de hierarquia de memória”, In: VIII WSCAD – Workshop em Sistemas Computacionais de Alto Desempenho. Gramado, Brasil.
- Cache Demonstrator. Disponível em: <http://www.ecs.umass.edu/ece/koren/architecture/Cache/frame0.htm>. Acesso em: 2 fev. 2012.
- Coutinho, L. M. N.; Mendes, J. L. D.; Martins, C. A. P. S. (2006) “Web-MHE: Ambiente web de auxílio ao aprendizado de hierarquia de memória”, In: WEAC – Workshop sobre Educação em Arquitetura de Computadores. Ouro Preto, Brasil.
- Djordjevic, J.; Milenkovic, A.; Grbanovic, N. (2000) “An integrated environment for teaching computer architecture”. Disponível em: http://www.ece.uah.edu/~milenska/docs/jdjam_micro00.pdf. Acesso em: 19 fev. 2012.
- Mendes, J. L. D.; Coutinho, L. M. N.; Martins, C. A. P. S. (2006) “Ambiente de auxílio ao aprendizado e à pesquisa de hierarquia de memória com suporte à Web”, In: I WCOMPA – Workshop de Computação e Aplicações. Campo Grande, Brasil.
- Patterson, D. A.; Hannessy, J. L. (2005) “Organização e Projeto de Computadores: A interface hardware/software”. 3 ed. Elsevier.
- Stefani, I. G. A.; Cordeiro, E. S.; Soares, T. C. A. P.; Martins, C. A. P. S. M. (2003) “DCMSim: Projeto e desenvolvimento de um simulador didático multiplataforma de memória cache usando modelo estrutural de cache”, In: IV WSCAD – Workshop em Sistemas Computacionais de Alto Desempenho. São Paulo, Brasil.