

Um Simulador para Apoiar no Processo de Ensino e Aprendizagem de Organização e Arquitetura de Computadores

Tiago Davi Neves de Sousa¹, Cleyton Caetano de Souza², Edilson Leite Silva², Ryan Ribeiro de Azevedo³

¹Centro de Informática – Universidade Federal da Paraíba (CI-UFPB)
João Pessoa, PB - Brasil

²Departamento de Sistemas e Computação – Universidade Federal de Campina Grande (DSC-UFCG) Campina Grande, PB - Brasil

³Centro de Informática – Universidade Federal de Pernambuco (CIN-UFPE)
Recife, PE - Brasil

{tiagodvneves,cleyton.caetano.souza,edilson.leite}@gmail.com,
rra2@cin.ufpe.br

Abstract. *In Organization and Computer Architecture disciplines there is a lack of simulators that broach the subject in a simple and comprehensive way. Thus, the SOAC (Simulator of Organization and Computer Architecture) is presented, that yet simulates the execution of the instructions in the CPU and the flood of its data between the main memory, by the bus, as well as presents an comprehensive view of how the involved components are organized.*

Resumo. *Em disciplinas de Organização e Arquitetura de Computadores (OAC) de cursos superiores em Computação, há uma carência de simuladores que abordem de forma simples e abrangente o conteúdo. Nesse sentido, é apresentado o SOAC (Simulador de Organização e Arquitetura de Computadores), que até o momento simula a execução de instruções na UCP e o fluxo de seus dados entre a memória principal, por intermédio do barramento, bem como apresenta uma visão abrangente de como os componentes envolvidos estão organizados.*

1. Introdução

A disciplina de Organização e Arquitetura de Computadores (OAC) está presente de forma obrigatória nos cursos de graduação em Computação e Informática [SBC 2005] e em alguns cursos de Pós-Graduação. Em OAC, o aluno é apresentado à estrutura e ao comportamento dos vários módulos funcionais de um computador, e como eles interagem para atender ao usuário [Freire 2009]. A disciplina de OAC é predominantemente teórica e composta por assuntos abstratos e correlatos. Por esses motivos, há uma necessidade constante de ferramentas de simulação que ofereçam suporte ao aprendizado de seus conceitos [Felix, Pousa e Carvalho 2006] [Kerr Júnior e Midorikawa 2007].

Dessa forma, neste trabalho é apresentado o SOAC, um simulador que proporciona ao aluno e professor observarem visualmente os conceitos teóricos envolvidos na execução de instruções por meio do computador. A ferramenta foi desenvolvida especificamente para a disciplina de Organização e Arquitetura de Computadores, entretanto também é possível utilizá-la em turmas de Introdução à Computação.

2. Trabalhos Relacionados

Há uma variedade grande de trabalhos e focos em simuladores para a disciplina de OAC: em Runbacher [1998] são descritos em detalhes os simuladores WinDLX, MIPSim e M10kSim. Todos utilizados para a simulação do processamento de instruções em pipeline em processadores. Outros simuladores são comparados em Felix, Pousa e Carvalho [2006]: WebMips, J-MIPS e DIMIPSS (proposta dos autores), o PS-CAS MIPS, proposto por Maia, Vieira, Pessoa [2009] que também são para simulação de pipeline. Essa grande variedade de simuladores demonstra a carência que o ensino de OAC, mais precisamente o da execução de instruções tem por meios mais interativos e simples de apresentar esse conteúdo.

Todos esses simuladores comentados não são tão diferentes quanto seus autores relatam. De fato, eles se diferenciam pela informação ou por detalhamentos apresentados durante a simulação, mas requerem uma compreensão acentuada do assunto, pois a simulação é apresentada mais no nível de arquitetura. O SOAC propõe uma visualização da simulação de instruções tanto em nível de Organização (priorizando os papéis e o relacionamento entre os componentes envolvidos, ao invés da disposição deles em uma placa-mãe virtual), quanto em nível de Arquitetura, apresentando a execução das instruções de forma muito mais simples.

3. A Organização e a Arquitetura de um Computador

A Organização de Computadores está focada na forma com que os componentes de hardware estão interconectados para formar um sistema computacional [Stallings 2009], sendo apresentado, principalmente, o funcionamento dos componentes de hardware: processadores, memórias, dispositivos de Entrada e Saída (E/S) e os barramentos que fazem a interligação entre esses componentes [Tanenbaum, 2007].

Na Arquitetura de Computadores a ênfase se dá na execução das instruções e a relação dos componentes de hardware nestas instruções, por exemplo, o que acontece no processador durante a execução de uma instrução e o que cada componente do processador é responsável por fazer. Sobre esta relação, [Tanenbaum, 2007] destaca: a Unidade de Controle e Processamento (UCP), responsável pela busca das instruções na memória e determinação do tipo de cada instrução; a Unidade Lógica e Aritmética (ULA), responsável por realizar as operações lógicas e aritméticas; Contador de Programa (PC), que aponta para a próxima instrução a ser buscada na memória; e o Registrador de Instruções (IR), o qual armazena a instrução que está sendo executada.

4. Simulador de Organização e Arquitetura de Computadores

O SOAC consiste em um simulador útil ao processo de ensino e aprendizagem de disciplinas de OAC. Isso porque essa ferramenta aborda de forma visual, prática, simples e dinâmica a execução de instruções em linguagem de baixo nível, já que com essa ferramenta, o aluno poderá visualizar como ocorrem as interações entre a UCP, o barramento e a memória durante a execução de instruções através de modelos simples desses componentes, podendo o aluno interagir com eles. A UCP e a memória, além do módulo de E/S, são os principais componentes que formam um computador, de acordo com a arquitetura de Von Neumann [Stallings 2009].

A ferramenta foi desenvolvida por um dos autores em Java, com o uso da tecnologia de aplicações RCP (Rich Client Platform) JavaFX. O software pode ser executado nos sistemas Windows e Mac OS X. Os motivos que levaram ao

desenvolvimento da ferramenta eram o de prover uma ferramenta educacional onde os alunos pudessem visualizar de forma dinâmica como ocorre o funcionamento da execução das instruções de baixo nível em um computador e como se dá os ciclos de execução dessas instruções, mostrando o papel dos componentes envolvidos. Isso porque nos livros essas informações são mostradas de forma estática, e ao apresentar dessa forma proposta, facilitaria o entendimento dos alunos sobre o funcionamento desses componentes envolvidos na execução das instruções e também o aprendizado de uma linguagem de programação de baixo nível, numa disciplina de OAC.

A execução das instruções se dá durante três ciclos: o ciclo de busca, o ciclo indireto (caso haja operandos que façam referências indiretas à memória) e o ciclo de execução. Na tela inicial, a ferramenta apresenta para o usuário um círculo que representa um computador e que ao ser clicado, mostra seus componentes internos, também representados por círculos. Assim, sucessivamente esses componentes são expandidos, podendo chegar a um maior nível de detalhamento, ilustrado Figura 1. A partir de então, o usuário pode inserir instruções e variáveis que serão armazenadas no componente que representa a memória principal. Com isso, a simulação da execução das instruções pode ser visualizada, incluindo o fluxo dos dados que ocorre entre a UCP e a memória principal. A Figura 1 ilustra um exemplo dessa simulação com um dos passos do ciclo de busca de instruções.

Ao todo, há cinco categorias de instruções que podem ser inseridas: de movimentação de dados e de operações aritméticas de soma, subtração, multiplicação e divisão. O tipo de dados das variáveis pode ser inteiro ou ponto-flutuante. Dessa forma, o modo de endereçamento dos operandos pode ser: Imediato, Direto, Indireto, Registrador e Indireto de Registrador, o que resulta em um total de 100 diferentes tipos de instruções que podem ser inseridas. Um dos diferenciais do nosso simulador em relação aos demais analisados é a exibição de mensagens informacionais sobre cada passo de execução dos ciclos de execução das instruções.

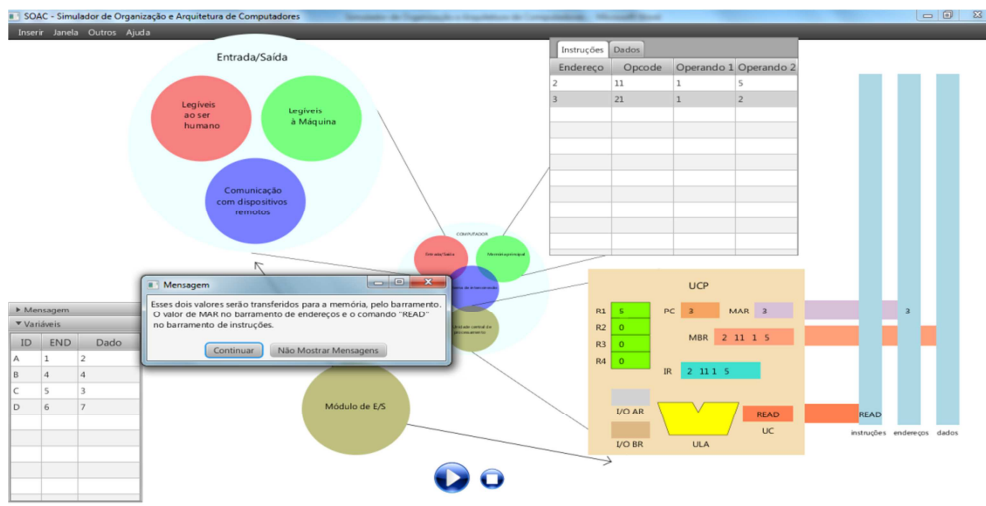


Figura 1: Um dos passos da execução do ciclo de busca

5. Considerações Finais

Neste trabalho, o SOAC foi apresentado como uma ferramenta complementar ao ensino da disciplina de OAC. Ele se destaca em relação aos demais trabalhos analisados por apresentar os conceitos teóricos dessa disciplina com a simulação da execução das instruções de forma muito mais simples, mas também mais didática ao abranger tanto o

nível de Organização quanto o de Arquitetura dos componentes envolvidos na simulação.

Como trabalhos futuros, pretende-se realizar experimentos do uso desse simulador em salas de aula, analisando quantitativamente e qualitativamente o seu auxílio no ensino e aprendizado. Além disso, pode-se incluir a entrada e saída de dados na execução das instruções, abordando o tratamento de interrupções e o papel de funcionamento de cada componente nesse processo. O paralelismo em nível das instruções também pode ser abordado, incluindo as suas execuções com o uso de pipeline.

6. Referências

- Felix, A.F., Pousa, C. V. e Carvalho, M. (2006). DIMIPSS: Um simulador didático e interativo do MIPS. Anais do Workshop sobre Educação em Organização e Arquitetura de Computadores.
- Felix, A., Menezes, C. e Vianna, E. (2008). Portal PEAC: um meio de melhorar a educação em Arquitetura de Computadores. Anais do Workshop sobre Educação em Organização e Arquitetura de Computadores.
- Freire, E. S. (2009). Apostila de Organização e Arquitetura de Computadores. Disponível em <<http://www.ederfreire.tk/>>. Acesso em: 26 fev. 2012.
- Kerr Jr., R. B., Midorikawa, E.T. (2007). Introdução da Computação Reconfigurável e o Uso de Ferramentas no Ensino de Arquitetura de Computadores. Anais do Workshop sobre Educação em Organização e Arquitetura de Computadores.
- Runbacher, H. (1998). Teaching computer architecture/organisation using simulators. 28th Annual Frontiers in Education Conference, p.1107-1112 vol. 3.
- Maia, D. W. N., Vieira, M. M. M., Pessoa, R. F. (2009). PS – CAS MIPS: Um Simulador De Pipeline Do Processador MIPS 32 Bits Para Estudo de Arquitetura de Computadores. Anais do Workshop sobre Educação em Organização e Arquitetura de Computadores
- SBC - Sociedade Brasileira de Computação. (2005). Currículo de Referência da SBC para Cursos de Graduação em Computação e Engenharia de Computação-proposta versão 2005. Disponível em <<http://portal.sbc.org.br/educacao/lib/exe/fetch.php?media=documentos:cr2005.pdf>>. Acesso em: 26 fev. 2012.
- Stallings, W (2009). Arquitetura e Organização de Computadores. 8. ed. São Paulo, Pearson.
- Tanenbaum, Andrew S. (2007) Organização estruturada de computadores. 5. ed. São Paulo, Pearson.