



ARQUITETURA DE COMPUTADORES

AULA 4



Prof. André Roberto Guerra



CONVERSA INICIAL

Olá, seja bem-vindo a mais uma aula de Arquitetura de Computadores. Na aula de hoje, veremos alguns temas relacionados à microprocessadores e à microprogramação.

São eles:

- Introdução a microprogramação
- Microprocessadores
- Caminho de dados
- *Watchdog*

TEMA 1 - MICROPROCESSAMENTO

Desde o desenvolvimento do primeiro computador com programa armazenado na memória, por volta de 1950, houveram poucas inovações significativas nas áreas de arquitetura e organização de computadores.

Um dos maiores avanços desde o nascimento do computador foi a Unidade de Controle Microprogramada: sugerida por Wilkes, em 1951, e introduzida pela IBM na linha S/360 em 1964.

O nível acima do lógico digital é o nível de microarquitetura. Sua função é implementar o nível ISA (Instruction Set Architecture - Arquitetura do Conjunto de Instruções) acima dele. O projeto do nível de microarquitetura depende da ISA que está sendo implementada, bem como das metas de custo e desempenho do compilador.

Muitas ISAs modernas, em particular projetos RISC (Reduced Instruction Set Computing), têm instruções simples que usualmente podem ser executadas em um único ciclo de relógio. ISAs mais complexas, como a Pentium 4, podem demandar muitos ciclos para executar uma única instrução.

Executar uma instrução pode requerer localizar os operandos na memória, ler esses operandos e armazenar resultados de volta na memória. A sequência de



operações dentro de uma única instrução muitas vezes leva a uma abordagem do controle diferente da adotada para ISAs simples.

TEMA 2 - FAMÍLIA DE COMPUTADORES

A microprogramação facilita a tarefa de projetar e implementar a unidade de controle e oferece suporte para o conceito da família de computadores.

Além da IBM, a DEC (PDP-8) também introduziu o conceito de família de computadores que desvincula uma arquitetura de máquina de suas implementações. Integradores disponibilizam ao mercado computadores com a mesma arquitetura, mas com desempenho e preço diferentes.

A invenção da microprogramação

Os primeiros computadores digitais, na década de 1940, possuíam apenas dois níveis:

- Nível ISA: onde era feita toda a programação
- Nível lógico digital: que executava esses programas

Os circuitos do nível lógico digital eram complicados, difíceis de entender e montar, e não confiáveis.

A máquina projetada por Maurice Wilkes, pesquisador da Universidade de Cambridge, era um computador de três níveis para simplificar drasticamente o *hardware*.

Essa máquina deveria ter um interpretador embutido, imutável (o microprograma), cuja função fosse executar programas de nível ISA por interpretação. Como agora o *hardware* só teria de executar microprogramas, que tinham um conjunto limitado de instruções, em vez de programas de nível ISA, cujos conjuntos de instruções eram muito maiores, seria necessário um número menor de circuitos eletrônicos.

Uma vez que, na época, os circuitos eletrônicos eram compostos de válvulas eletrônicas, tal simplificação prometia reduzir o número de válvulas, e, portanto, aumentar a confiabilidade (isto é, o número de falhas por dia).



Poucas dessas máquinas de três níveis foram construídas durante a década de 1950. Outras tantas foram construídas durante a década de 1960. Em torno de 1970, a ideia de interpretar o nível ISA por um microprograma, em vez de diretamente por meios eletrônicos, era dominante. Todas as principais máquinas da época a usavam.

TEMA 3 - MICROPROGRAMAÇÃO INCLUÍDA NO *HARDWARE*

Os microprogramas engordaram durante os anos dourados da microprogramação (décadas de 1960 e 1970) e também tendiam a ficar cada vez mais lentos à medida que se tornavam mais volumosos. Por fim, alguns pesquisadores perceberam que, eliminando o microprograma, promovendo uma drástica redução no conjunto de instruções e fazendo com que as instruções restantes fossem executadas diretamente - isto é, controle do caminho de dados por *hardware* -, as máquinas podiam ficar mais rápidas. Em certo sentido, o projeto de computadores fechou um círculo completo, voltando ao modo como era antes de Wilkes inventar a microprogramação.

Mas a roda continua girando. Programas Java em geral são executados por compilação para uma linguagem intermediária (bytecode Java) e depois pela interpretação dessa linguagem intermediária.

TEMA 4 - MICROPROCESSADOR

Segundo o dicionário Michaelis, adjetivo substantivo masculino (micro2+ processador) Inform:

Conjunto de elementos da unidade central de processamento, normalmente contidos num único chip de circuito integrado, o qual, combinado com outros chips de memória e de entrada/saída, constituirá um microcomputador.



O ciclo do processador

A operação do 8088 (e de todos os outros computadores) consiste em executar instruções, uma após a outra. A execução de uma única instrução pode ser subdividida nas seguintes etapas:

1. Buscar a instrução na memória no segmento de código usando PC
2. Incrementar o contador de programa
3. Decodificar a instrução buscada
4. Buscar os dados necessários na memória e/ou nos registradores do processador
5. Executar a instrução
6. Armazenar os resultados da instrução na memória e/ou registradores.
7. Voltar à etapa 1 para iniciar a instrução seguinte.

A execução de uma instrução é semelhante a execução de um programa muito pequeno, o microprograma, utilizado por diversos fabricantes de microprocessadores.

As arquiteturas com Conjuntos Complexos e reduzido de instruções (CISC e RISC), apresentadas, descritas e comparadas na Aula 2, e as arquiteturas que codificam mais de uma operação por instrução (VLIW – Very Long Instruction Word ou EPIC – Explicit Parallel Instruction Computer (utilizada pela Intel e HP)); são constantemente comparadas e confrontadas com a complexidade cada vez maior de suas arquiteturas, tornando o ciclo de simplificação e otimização designado ao compilador.

Assista a um vídeo sobre a evolução da tecnologia nos últimos 50 anos:

<http://olhardigital.uol.com.br/video/lei-de-moore-como-ela-revolucionou-a-tecnologia-nos-ultimos-50-anos/48053>

Watchdog

Algo interessante de se ter conhecimento é a fluência da execução do programa pelo microcontrolador durante a sua utilização. Supondo que, como resultado de



qualquer interferência (que ocorre frequentemente num ambiente industrial), o microcontrolador para de executar o programa ou mesmo execute seu trabalho incorretamente. Quando isto ocorre em um computador a solução adotada é o reset, e os trabalhos após o reinício voltam a ser executados. Contudo, no caso do microcontrolador essa solução não existe, não há “botão reset”.

Uma solução para esta situação é a introdução de um novo bloco, denominado *watchdog* (cão de guarda). Este bloco é outro contador contínuo, que é “zerado” sempre que o programa é executado corretamente. Quando o programa “trava”, o zero não é escrito e o contador encarrega-se de fazer o “reset” do microcontrolador quando alcançar o seu valor máximo.

Este processo fará que o programa seja executado novamente, e desta vez correto. Este é um elemento importante para aumentar a confiabilidade na execução de qualquer programa, sem a necessidade de intervenção do usuário.

Outro detalhe é a ocorrência de ruídos em sistemas digitais, que podem levá-los a apresentar comportamentos inadequados. Um circuito utilizado para reconduzir o sistema/circuito ao seu comportamento normal é o circuito *watchdog*, ou *watch dog timer* ou relógio cão-de-guarda.

O sistema digital gera periodicamente um sinal que reinicializará o contador. Caso esse contador não seja reinicializado, ao fim do seu tempo programado de contagem, esse irá gerar sinais para reconduzir (resetar) o sistema a uma condição conhecida, reestabelecendo o controle.

TROCANDO IDEIAS

Debata com seus colegas, em paralelo as demais disciplinas do curso, sobre os atuais microprocessadores e suas arquiteturas e a microprogramação e os relacione com os conteúdos apresentados, validando seu conceito. Essa troca de informações é muito importante para o seu aprendizado.



NA PRÁTICA

O objetivo dessa discussão é mostrar que a fronteira entre *hardware* e *software* é arbitrária e está sempre mudando. O *software* de hoje pode ser o *hardware* de amanhã e vice-versa. Do ponto de vista do programador, o modo como uma instrução é implementada não é importante, exceto, talvez, no que se refere à sua velocidade.

Uma pessoa que esteja programando no nível ISA pode usar a instrução 'multiplicar' desse nível como se fosse uma instrução de *hardware* sem ter de se preocupar com ela ou até mesmo sem saber se ela é, na verdade, uma instrução de *hardware*.

Pesquise e debata através dos diversos canais sobre os novos e atuais microprocessadores e suas respectivas arquiteturas, enfatizando os circuitos que os compõem e relacione com os conteúdos apresentados, trabalhando a prática dos conteúdos apresentados.

SÍNTESE

O caminho de dados é a parte da CPU que contém a ULA, suas entradas e suas saídas. O coração de todo computador é o caminho de dados. Pois ele contém alguns registradores, um, dois ou três barramentos e uma ou mais unidades funcionais como ULAs e deslocadores – que tem como função principal buscar alguns operandos em registradores e enviá-los pelos barramentos à ULA e a outras unidades funcionais para execução. Então os resultados são armazenados de volta nos registradores.

COMPARTILHANDO

Compartilhe com seus colegas e familiares os conceitos e curiosidades vistos durante a aula de hoje. Mencione a evolução e a miniaturização dos componentes, atingindo a escala da nanotecnologia, em especial a integração de bilhões de circuitos em um único chip.

Com certeza, as pessoas vão se interessar muito sobre esses assuntos.

Até a próxima!