

AD2 - Organização de Computadores 2014.1

Data de entrega: 20/05/2014

- 1) (1,0) Considere uma máquina que utiliza n bits para representar inteiros com sinal em complemento a 2. Em uma operação de soma S de dois valores $N1$ e $N2$, **não há detecção de estouro (overflow)**. Responda as perguntas abaixo:

- a) Caso ocorra estouro, indique o valor que será considerado pela máquina em função de S e do número de bits n .

Na ocorrência de um estouro o valor passará a ter o sinal inverso ao do valor esperado, exemplo $N1$ e $N2$ serem positivo e resultado negativo S .

- b) Indique uma maneira de se detectar que houve estouro baseando-se nos sinais de $N1$, $N2$ e S

| Sinais | | | Comentários |
|--------|------|-----|--|
| $N1$ | $N2$ | S | |
| 0 | 0 | 0 | Não houve overflow |
| 0 | 0 | 1 | Houve overflow, soma de 2 números positivos resulta em número negativo |
| 0 | 1 | 0 | Não houve overflow |
| 0 | 1 | 1 | Não houve overflow |
| 1 | 0 | 0 | Não houve overflow |
| 1 | 0 | 1 | Não houve overflow |
| 1 | 1 | 0 | Houve overflow, soma de 2 números negativos resulta em número positivo |
| 1 | 1 | 1 | Não houve overflow |

A partir do quadro acima, observamos que na soma de 2 números ($N1, N2$) com sinais diferentes nunca teremos overflow, este só ocorrerá quando houver soma de 2 números ($N1, N2$) de mesmo sinal e o resultado com sinal diferente (S), isto já afirmado no item a

- 2) (2,0) Considere um computador, cuja representação para ponto fixo e para ponto flutuante utilize 20 bits. Na representação em ponto flutuante, as combinações possíveis de bits representam números normalizados do tipo $\pm(1, b_1 b_2 b_3 b_4 b_5 b_6 b_7 b_8 b_9 b_{10} b_{11} b_{12} \times 2^{\text{Expoente}})$, onde o bit mais à esquerda representa o sinal (0 para números positivos e 1 para números negativos), os próximos 7 bits representam o expoente em complemento a 2 e os 12 bits seguintes representam os bits b_1 a b_{12} , como mostrado na figura a seguir:

| S | Expoente representado em complemento a 2 | $b_1 b_2 b_3 b_4 b_5 b_6 b_7 b_8 b_9 b_{10} b_{11} b_{12}$ |
|---|--|--|
|---|--|--|

1

7

12

- a) Considere o seguinte conjunto de bits representado em hexadecimal CD100. Indique o valor deste número **em decimal**, considerando-se que o conjunto representa:

(9B500

)₁₆ = (1001 10110101 00000000)₂

- i) um inteiro sem sinal.

$$2^{19} + 2^{16} + 2^{15} + 2^{13} + 2^{12} + 2^{10} + 2^8 = +636.160$$

ii) um inteiro em sinal magnitude.

$$-(2^{16} + 2^{15} + 2^{13} + 2^{12} + 2^{10} + 2^8) = -111.872$$

iii) um inteiro em complemento a 2.

$$-2^{19} + (2^{16} + 2^{15} + 2^{13} + 2^{12} + 2^{10} + 2^8) = -412.416$$

b) Qual será a representação em ponto flutuante dos seguintes valores decimais neste computador:

i) +115,6125

$$\text{Convertendo para binário} = 1110011,100111001 = 1,11001110011100110011... \times 2^{+6}$$

Temos então:

Sinal = 0 (positivo)

Expoente = +6 = (representando em complemento a 2) = 0000110

Mantissa = , 11001110011100110011...

Resultado: 0 0000110 110011100111

ii) -7,4

$$\text{Convertendo para binário} = 111,011001100110011... = 1,11011001100110011... \times 2^{+2}$$

Temos então:

Sinal = 1 (negativo)

Expoente = +2 = (representando em complemento a 2) = 0000010

Mantissa = , 11011001100110011...

Resultado: 1 0000010 110110011001

c) Indique o menor e o maior valor positivo normalizado na representação em ponto flutuante para este computador. Mostre os valores **em decimal**.

$$\text{Maior positivo: } 0 \ 0111111 \ 1111111111 =$$

$$1,1111111111 \times 2^{+63} = +1,844 \times 10^{+19}$$

$$\text{Menor positivo: } 0 \ 1000000 \ 000000000000 =$$

$$1,000000000000 \times 2^{-64} = +5,421 \times 10^{-20}$$

d) Caso se deseje utilizar a representação em excesso para representar o expoente, indique o excesso a ser utilizado e o menor e o maior valor positivo normalizado para esta nova representação. Mostre os valores **em decimal**.

$$\text{Excesso} = 2^{e-1} - 1, \text{ sendo } e = 7, \text{ excesso} = 63$$

$$\text{Menor positivo } 0 \ 0000001 \ 000000000000 =$$

$$1,000000000000 \times 2^{-62} = +2,168 \times 10^{-19}$$

$$\text{Maior positivo } 0 \ 1111110 \ 111111111111 =$$

$$1,1111111111 \times 2^{+63} = +1,844 \times 10^{+19}$$

3) (1,0) o funcionamento dos três seguintes tipos de impressora: matricial, jato de tinta e laser. (sugestões de fonte de consulta: livro do Stallings e do Mário Monteiro e o site www.guiadohardware.net/. Na sua resposta indique as suas fontes de consulta).

(Texto base do site www.guiadohardware.net/)

Matricial

As impressoras matriciais utilizam um conjunto de agulhas, geralmente 9, que produzem impacto sobre uma fita de impressão, deixando marcas no papel. São econômicas em relação as impressoras jato de tinta e laser devido ao baixo custo e uso prolongado da fita de impressão

O uso de agulhas, permite o uso de vários tipos de fonte e também a impressão em modo gráfico, embora sem muita qualidade e apenas em preto. Como o uso de fita de impressão especial (de 2 a 4 cores),

pode-se obter impressões coloridas com qualidade inferior e bem mais lentas que as impressoras jato de tinta e laser coloridas.

Mesmo com a popularização das impressoras jato de tinta e laser, as impressoras matriciais ainda são usadas em muitos lugares, devido ao seu baixo custo de impressão, durabilidade e, principalmente, devido à sua capacidade de imprimir formulários em duas ou três vias com carbono muito comum em PDVs (pontos de venda) em comércios.

Laser

Numa impressora a laser, a imagem a ser impressa em papel é primeiramente formada num cilindro, ou molde. Um feixe de raios laser gera cargas de eletricidade estática em algumas partes do cilindro. Ao ser passado no reservatório de toner, as partes carregadas do cilindro o atraem, formando um molde perfeito da imagem a ser impressa. Em seguida, o molde é prensado contra o papel, com a ajuda de um mecanismo chamado conjunto fusor, sendo o toner transferido e gerando a página impressa. Além das impressoras a laser monocromáticas, temos também as coloridas, que usam quatro cores de toner para conseguir cores perfeitas.

As impressoras a laser oferecem uma qualidade superior de impressão, além de serem muito mais rápidas. O maior obstáculo à sua popularização é seu custo, mas este dia-a-dia se torna menor. As impressoras a laser possuem um custo de impressão por página bem mais baixo, são muito mais rápidas e suportam um volume de impressão muito maior.

Impressora jato de tinta

As impressoras jato de tinta trabalham espirrando gotículas de tinta sobre o papel, conseguindo uma boa qualidade de impressão, próxima à de impressoras a laser. Outra vantagem destas impressoras é seu baixo custo, o que as torna perfeitas para o uso doméstico. As impressoras jato de tinta podem usar basicamente três tecnologias de impressão: a Buble Jet, ou jato de bolhas, a Piezoelétrica e a de troca de estado.

A tecnologia Buble Jet foi criada pela Canon, que detém a patente do nome até hoje. Esta tecnologia consiste em aquecer a tinta através de uma pequena resistência, formando pequenas bolhas de ar, que fazem a tinta espirrar com violência sobre o papel. Esta tecnologia é usada em várias marcas de impressoras, como as da própria Canon. No caso das impressoras HP, a tecnologia recebe o nome de "Ink Jet", apesar do princípio de funcionamento ser o mesmo. Uma desvantagem desta tecnologia é que, devido ao aquecimento, a cabeça de impressão costuma se desgastar depois de pouco tempo, perdendo a precisão. Por outro lado, por serem extremamente simples, as cabeças são baratas, e por isso são embutidas nos próprios cartuchos de impressão.

As impressoras Epson por sua vez, utilizam uma cabeça de impressão Piezoelétrica, que funciona mais ou menos como uma bomba microscópica, borrifando a tinta sobre o papel. A cabeça de impressão consiste em uma pequena canalização, com um cristal piezoelétrico próximo da ponta. Quanto recebe eletricidade, este cristal vibra, fazendo com que gotículas de tinta sejam expelidas para fora do cartuch. Como as cabeças de impressão Piezoelétricas possuem maior durabilidade e, são muito mais complexas e caras do que as buble-jet, elas não são trocadas junto com os cartuchos, fazendo parte da impressora. Por um lado isso é bom, pois permite baratear um pouco os cartuchos, mas por outro lado, torna a impressora mais susceptível a problemas, como o entupimento das cabeças de impressão, sendo que troca em uma autorizada muitas vezes acaba custando mais da metade do preço de uma impressora nova.

Existem também impressoras de troca de estado, que utilizam tinta sólida, um tipo de cera, geralmente em forma de fitas. Nestas impressoras, a tinta é derretida e espirrada sobre o papel. A vantagem é que, como a tinta é um tipo de cera, a impressão assume um aspecto brilhante, com qualidade semelhante à de uma foto, mesmo usando papel comum.

- 4) (1,0) Explique como funcionam os três mecanismos utilizados para transferir dados entre um dispositivo de E/S e a memória de um sistema de computação: por programa (polling), por interrupção e por acesso direto à memória.

E/S por programa: O processador tem controle direto sobre a operação de E/S, incluindo a detecção do estado do dispositivo, o envio de comandos de leitura ou escrita e transferência de dados. Para realizar uma transferência de dados, o processador envia um comando para o módulo de E/S e fica monitorando o módulo para identificar o momento em que a transferência pode ser realizada. Após detectar que o módulo está pronto, a transferência de dados é realizada através do envio de comandos de leitura ou escrita pelo processador. Se o processador for mais rápido que o módulo de E/S., essa espera representa um desperdício de tempo de processamento. As vantagens deste método são: hardware simples e todos os procedimentos estão sobre controle da UCP. As desvantagens são: utilização do processador para interrogar as interfaces, o que acarreta perda de ciclos de processador que poderiam ser utilizados na execução de outras instruções, : utilização do processador para realizar a transferência de dados, o que também acarreta perda de ciclos de processador.

E/S por interrupção: Neste caso, o processador envia um comando para o módulo de E/S e continua a executar outras instruções, sendo interrompido pelo módulo quando ele estiver pronto para realizar a transferência de dados, que é executada pelo processador através da obtenção dos dados da memória principal, em uma operação de saída, e por armazenar dados na memória principal, em uma operação de entrada. A vantagem deste método é que não ocorre perda de ciclos de processador para interrogar a interface, já que neste caso, não se precisa mais interrogar a interface, ela avisa quando pronta. As desvantagens são: necessidade de um hardware adicional (controlador de interrupções, por exemplo), gerenciamento de múltiplas interrupções e perda de ciclos de relógio para salvar e recuperar o contexto dos programas que são interrompidos.

E/S por DMA: Nesse caso a transferência de dados entre o módulo de E/S e a memória principal é feita diretamente sem envolver o processador. Existe um outro módulo denominado controlador de DMA que realiza a transferência direta de dados entre a memória e o módulo de E/S. Quando o processador deseja efetuar a transferência de um bloco de dados com um módulo de E/S, ele envia um comando para o controlador de DMA indicando o tipo de operação a ser realizada (leitura ou escrita de dados), endereço do módulo de E/S envolvido, endereço de memória para início da operação de leitura ou escrita de dados e número de palavras a serem lidas ou escritas. Depois de enviar estas informações ao controlador de DMA, o processador pode continuar executando outras instruções. O controlador de DMA executa a transferência de todo o bloco de dados e ao final envia um sinal de interrupção ao processador, indicando que a transferência foi realizada. As vantagens deste método são: permite transferência rápida entre interface e memória porque existe um controlador dedicado a realizá-la e libera a UCP para executar outras instruções não relacionadas a entrada e saída. A desvantagem é que precisamos de hardware adicional.

5) (1,0) Explique a classificação das arquiteturas segundo Flynn.

Consiste em uma das formas mais comuns de classificação de processamento paralelo. São estas as categorias de sistemas de computação:

SISD - Single instruction stream, single data stream. Um único processador executa uma única sequência de instruções sobre dados armazenados em uma única memória. Exemplo: Processadores de computadores pessoais.

SIMD - Single instruction stream, multiple data stream. Vários elementos de processamento. Cada um tem uma memória de dados. Cada instrução é executada sobre um conjunto de dados diferente. Exemplo: Processadores matriciais.

MISD - Multiple instruction stream, single data stream. A sequência de dados é transmitida para um conjunto de processadores, cada um dos quais executa uma sequência de instruções diferente. Não existem processadores comerciais que utilizam este modelo.

MIMD - Multiple instruction stream, multiple data stream. Conjunto de processadores executa simultaneamente sequências diferentes de instruções sobre conjuntos de dados diferentes. Exemplo: SMPs, clusters, sistemas NUMA.

6) (1,0) Classifique as arquiteturas abaixo como SISD, MIMD, SIMD ou MISD, justificando.

a) Cluster de processadores

MIMD – conjunto de processadores que executam simultaneamente sequências diferentes de instruções sobre conjunto de dados diferentes.

b) Máquina de arquitetura matricial

SIMD – vários elementos de processamento que executam a mesma sequência de instruções simultaneamente. Cada elemento de processamento tem uma memória local. Assim, cada elemento de processamento executa a mesma instrução sobre um conjunto de dados diferente.

c) Computador pessoal com um processador com um único elemento de processamento.

SISD – único processador que executa uma única sequência de instrução sobre uma sequência de dados armazenados em uma única memória principal.

d) Computador com múltiplos processadores.

MIMD – conjunto de processadores que executam simultaneamente sequências diferentes de instruções sobre conjunto de dados diferentes.

7) (1,0) Descreva os modos endereçamento existentes, suas vantagens, desvantagens e aplicações.

Abaixo seguem os modos de endereçamento abordados em aula:

Imediato: O campo operando contém o dado, desta forma o dado é transferido da memória juntamente com a instrução.

Vantagem: Rapidez na execução da instrução, pois não requer acesso à memória principal, apenas na busca da própria instrução.

Desvantagem: Limitação do tamanho do campo operando das instruções reduzindo o valor máximo do dado a ser manipulado. Trabalho excessivo para alteração de valores quando o programa é executado repetidamente e o conteúdo das variáveis serem diferentes em cada execução.

Direto: O campo operando da instrução contém o endereço onde se localiza o dado.

Vantagem: Flexibilidade no acesso a variáveis de valor diferente em cada execução do programa

Desvantagem: Limitação de memória a ser usada conforme o tamanho do operando.

Indireto: O campo de operando contém o endereço de uma célula, sendo o valor contido nesta célula o endereço do dado desejado.

Vantagem: Usar como “ponteiro”. Elimina o problema do modo direto de limitação do valor do endereço do dado. Manuseio de vetores (quando o modo indexado não está disponível).

Desvantagem: Muitos acesso à MP para execução, requer pelo menos 2 acessos à memória principal.

Por registrador: característica semelhante aos modos direto e indireto, exceto que a célula (ou palavra) de memória referenciada na instrução é substituída por um dos registradores da UCP. O endereço mencionado na instrução passa a ser o de um dos registradores.

Vantagens: Menor quantidade de bits para endereçar os registradores, por consequência, redução da instrução. E o dado pode ser armazenado em um meio mais rápido (registrador).

Desvantagens: Devido ao número reduzido de registradores existentes na UCP causa uma dificuldade em se definir quais dados serão armazenados nos registradores e quais permanecerão na UCP.

No modo indexado: consiste em que o endereço do dado é a soma do valor do campo operando (que é fixo para todos os elementos de um dado vetor) e de um valor armazenado em um dos registradores da UCP (normalmente denominado registrador índice).

Vantagem: Rapidez de execução das instruções de acesso aos dados, visto que a alteração do endereço dos elementos é realizada na própria UCP

Exemplo:

No modo de endereçamento base mais deslocamento o endereço é obtido da soma do campo de deslocamento com o conteúdo do registrador base. Este modo de endereçamento tem como principal objetivo permitir a modificação de endereço de programas ou módulos destes, bastando para isso alterar o registrador base.

Vantagem: Reduz o tamanho das instruções e facilita o processo de relocação de programas.

Além dos apresentados acima, podemos citar outros modos de endereçamento (fonte livro do Willian Stallings), em sua maior parte variações dos anteriores.

Modo de operando registrador, o valor a ser utilizado na instrução é localizado em um registrador. Para instruções de caráter geral, tais como transferências de dados e instruções aritméticas ou lógicas, o operando pode ser um dos registradores de propósito geral de 32bits, 16 bits ou 8 bits.

Ex. $LA = R$ (sendo R = registrador)

Modo de endereçamento por deslocamento: O endereço relativo do operando é especificado como parte da instrução, como um deslocamento de 8, 16 ou 32 bits. O modo de endereçamento por deslocamento é usado em poucas máquinas porque implica em instruções com tamanho grande.

Ex. $LA = (SR) + A$ (sendo SR = registrador de segmento, A = conteúdo de um campo de endereço na instrução)

Modo base com deslocamento: A instrução inclui um deslocamento a ser adicionado a um registrador-base, que pode ser qualquer registrador de uso geral. Possui utilização em compiladores para apontar para início da área de variáveis locais, indexamento de vetores, endereçamento de campos de registro, sendo o tamanho do campo o deslocamento e registrador-base o início do campo (ou registro).

Ex. $LA = (SR) + (B) + A$ (sendo SR = registrador de segmento, B = registrador-base, A = conteúdo de um campo de endereço na instrução)

Modo índice com fator de escala e deslocamento: a instrução inclui um deslocamento que é somado a um registrador índice. O registrador índice pode ser qualquer um registradores de uso geral, exceto o ESP (utilizado para endereçamento de pilha). Para calcular o endereço efetivo, o conteúdo do registrador índice é multiplicado por um fator de escala igual a 1, 2, 4 ou 8, e então é adicionado ao deslocamento, sendo muito útil para vetores.

Ex. $LA = (SR) + (I) \times S + A$ (sendo SR = registrador de segmento, I = registrador índice, S = fator de escala, A = conteúdo de um campo de endereço na instrução)

Modo base mais índice e deslocamento: o endereço efetivo é obtido somando os conteúdos do registrador-base, do registrador índice e do deslocamento, tem sua uso direcionado para endereçamento de elementos em um vetor local e um registro de ativação localizado em pilha.

Ex. $LA = (SR) + (B) + (I) + A$ (sendo SR = registrador de segmento, I = registrador índice, B = registrador-base, A = conteúdo de um campo de endereço na instrução)

Modo base mais índice com fator de escala e deslocamento: o conteúdo do registrador índice é multiplicado por um fator de escala e somado com o conteúdo do registrador-base e o deslocamento. Tem seu uso direcionado a vetores que estejam armazenados em um registro de ativação; sendo o tamanho dos elementos do vetor iguais a 2, 4 ou 8 bytes. Permite também indexação para matrizes de 2 dimensões, com elementos do mesmo tamanho do vetor citado.

Ex. $LA = (SR) + (I) \times S + (B) + A$ (sendo SR = registrador de segmento, I = registrador índice, S = fator de escala, B = registrador-base, A = conteúdo de um campo de endereço na instrução).

Modo relativo: Onde um deslocamento é adicionado ao valor do contador de programa, que aponta para a próxima instrução a ser executada, sendo o deslocamento tratado como um valor com sinal permitindo aumentar ou diminuir o valor do endereço no contador de programa.

Ex. $LA = (PC) + A$ (sendo PC = contador de instruções, A = conteúdo de um campo de endereço na instrução).

8) (1,0) Que modo de endereçamento você utilizaria em um campo de operando de 8 bits para endereçar 256 endereços não contíguos? Explique.

Uma solução seria usar endereçamento por registrador base mais deslocamento. Por exemplo, teríamos 2 bits para especificar um registrador e 6 bits para especificar um deslocamento. Poderíamos, assim, usar 4 registradores, cada um com até 64 deslocamentos possíveis, fornecendo 256 endereços diferentes.

9) (1,0) Explique os modos de tradução de interpretação e de compilação, especificando vantagens e desvantagens de cada um.

A compilação consiste na análise de um programa escrito em linguagem de alto nível (programa fonte) e sua tradução em um programa em linguagem de máquina (programa objeto). Na interpretação cada comando do código fonte é lido pelo interpretador, convertido em código executável e imediatamente executado antes do próximo comando.

A interpretação tem como vantagem sobre a compilação a capacidade de identificação e indicação de um erro no programa-fonte (incluindo erro da lógica do algoritmo) durante o processo de conversão do fonte para o executável. A interpretação tem como desvantagem o consumo de memória devido ao fato de o interpretador permanecer na memória durante todo o processo de execução do programa. Na compilação o compilador somente é mantido na memória no processo de compilação e não utilizado durante a execução. Outra desvantagem da interpretação está na necessidade de tradução de partes que sejam executadas diversas vezes, como os loops que são traduzidos em cada passagem. No processo de compilação isto só ocorre uma única vez. Da mesma forma pode ocorrer para o programa inteiro, em caso de diversas execuções, ou seja, a cada execução uma nova interpretação.