UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

116394 ORGANIZAÇÃO E ARQUITETURA DE COMPUTADORES

Trabalho II: Simulador MIPS

OBJETIVO

Este trabalho consiste na implementação de um simulador da arquitetura MIPS em linguagem de alto nível (C/C++/Java). O simulador deve implementar as funções de busca da instrução (*fetch()*), decodificação da instrução (*decode()*) e execução da instrução (*execute()*). O programa binário a ser executado deve ser gerado a partir do montador MARS, juntamente com os respectivos dados. O simulador deve ler arquivos binários contendo o segmento de código e o segmento de dados para sua memória e executá-lo.

DESCRIÇÃO

Geração dos arquivos

As instruções e dados de um programa MIPS para este trabalho devem vir necessariamente de arquivos montados pelo MARS. Para ilustrar o procedimento, considere o exemplo a seguir:

```
.data
primos:      .word 1, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19
size:        .word 8
msg:         .asciiz "Os oito primeiros numeros primos sao : "
space:       .ascii " "

.text
       la $t0, primos            #carrega endereço inicial do array
       la $t1, size              #carrega endereço de size
       lw $t1, 0($t1)            #carrega size em t1
       li $v0, 4                 #imprime mensagem inicial
       la $a0, msg
       syscall

loop:  beq $t1, $zero, exit      #se processou todo o array, encerra
       li $v0, 1                 #serviço de impressão de inteiros
       lw $a0, 0($t0)            #inteiro a ser exibido
       syscall
       li $v0, 4                 #imprime separador
       la $a0, space
       syscall
       addi $t0, $t0, 4          #incrementa indice array
       addi $t1, $t1, -1         #decrementa contador
       j loop                    #novo loop
exit:  li $v0, 10
       syscall
```

Montagem do programa

Antes de montar o programa deve-se configurar o MARS através da opção:

Settings->Memory Configuration, opção Compact, Text at Address 0

Ao montar o programa (F3), o MARS exibe na aba “Execute” os segmentos *Text* e *Data*, apresentados abaixo. O segmento de código (*Text*) deste programa começa no endereço `0x00000000` de memória e se encerra no endereço `0x00000044`, que contém a instrução *syscall*. O segmento de dados começa na posição `0x00002000` e termina na posição `0x000204c`. Verifique a ordem dos caracteres da mensagem *msg* no segmento de dados usando a opção ASCII de visualização.

O armazenamento destas informações em arquivo é obtido com a opção:

File -> Dump Memory...

As opções de salvamento devem ser:

Código:

.text (0x00000000 - 0x00000044) - que é o valor *default* para este exemplo

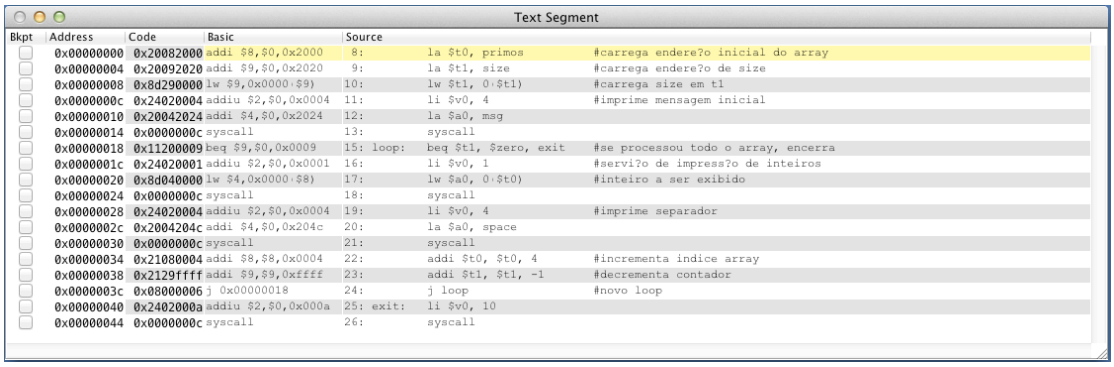
Dump Format: binary

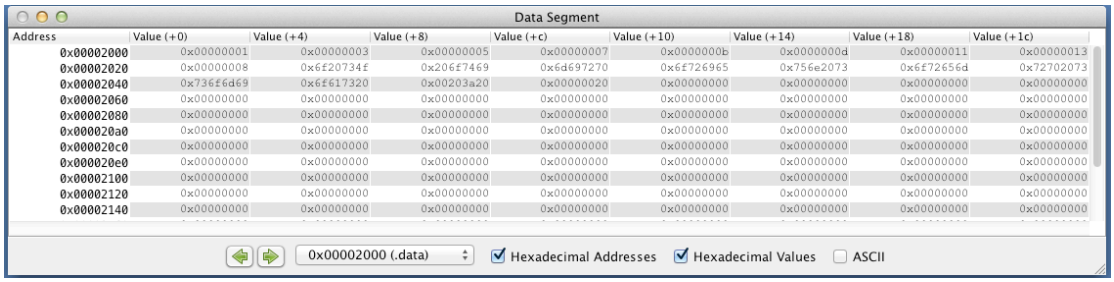
Dados:

.data (0x0000200 - 0x0000204c) - que contém os dados de interesse para o exemplo.

Dump Format: binary

Gere os arquivos com nomes text.bin e data.bin.





Leitura do código e dos dados

O código e os dados contidos nos arquivos devem ser lidos para a memória do simulador.

A memória deve ser modelada como um arranjo de inteiros:

```
#define MEM_SIZE 4096
int32_t mem[MEM_SIZE];
```

Ou seja, a memória é um arranjo de 8KWords, ou 32KBytes.

Acesso à Memória

Reutilizar as funções desenvolvidas no trabalho I adaptadas ao contexto do MIPS:

```
int32_t lb(uint32_t address, int16_t kte);
int32_t lh(uint32_t address, int16_t kte);
int32_t lw(uint32_t address, int16_t kte);
int32_t lbu(uint32_t address, int16_t kte);
int32_t lhu(uint32_t address, int16_t kte);
void sb(uint32_t address, int16_t kte, int8_t dado);
void sh(uint32_t address, int16_t kte, int16_t dado);
void sw(uint32_t address, int16_t kte, int32_t dado);
```

Os endereços são todos de *byte*. A operação de leitura de *byte* retorna um inteiro com o *byte* lido na posição menos significativa. A escrita de um *byte* deve colocá-lo na posição correta dentro da palavra de memória.

Registradores

Os registradores *pc* e *ri*, e também os campos da instrução (*opcode*, *rs*, *rt*, *rd*, *shamt*, *funct*) devem ser definidos como variáveis globais. *pc* e *ri* podem ser do tipo *unsigned int (uint32_t)*, visto que não armazenam dados, apenas instruções.

Função fetch()

A função `void fetch()` lê uma instrução da memória e coloca-a em *ri*, atualizando o *pc* para apontar para a próxima instrução (soma 4).

Função decode()

Deve extrair todos os campos da instrução:

- opcode: código da operação
- rs: índice do primeiro registrador fonte
- rt: índice do segundo registrador fonte
- rd: índice do registrador destino, que recebe o resultado da operação
- shamnt: quantidade de deslocamento em instruções *shift* e *rotate*
- funct: código auxiliar para determinar a instrução a ser executada
- k16: constante de 16 bits, valor imediato em instruções tipo I
- k26: constante de 26 bits, para instruções tipo J

Obs. Atentar que k16 é uma constante com sinal e k26 não.

Função execute()

A função `void execute()` executa a instrução que foi lida pela função `fetch()` e decodificada por `decode()`.

Função step()

A função `step()` executa uma instrução do MIPS:

step() => fecth(), decode(), execute()

Função run()

A função `run()` executa o programa até encontrar uma chamada de sistema para encerramento, ou até o *pc* ultrapassar o limite do segmento de código (2k *words*).

Função dump_mem(int start, int end, char format)

Imprime o conteúdo da memória a partir do endereço *start* até o endereço *end*. O formato pode ser em hexa (‘h’) ou decimal (‘d’).

Função dump_reg(char format)

Imprime o conteúdo dos registradores do MIPS, incluindo o banco de registradores e os registradores *pc*, *hi* e *lo*. O formato pode ser em hexa (‘h’) ou decimal (‘d’).

Instruções a serem implementadas:

```
enum OPCODES {  // lembrem que so sao considerados os 6 primeiros bits dessas constantes

        EXT=0x00,       LW=0x23,        LB=0x20,        LBU=0x24,       ADDiu=
        LH=0x21,        LHU=0x25,       LUI=0x0F,       SW=0x2B,
        SB=0x28,        SH=0x29,        BEQ=0x04,       BNE=0x05,
        BLEZ=0x06,      BGTZ=0x07,      ADDI=0x08,      SLTI=0x0A,
        SLTIU=0x0B,     ANDI=0x0C,      ORI=0x0D,       XORI=0x0E,
        J=0x02,         JAL=0x03
};

enum FUNCT {
        ADD=0x20,       SUB=0x22,       MULT=0x18,      DIV=0x1A,       AND=0x24,
        OR=0x25,        XOR=0x26,       NOR=0x27,       SLT=0x2A,       JR=0x08,
        SLL=0x00,       SRL=0x02,       SRA=0x03,       SYSCALL=0x0c,   MFHI=0x10,
        MFLO=0x12,      ADDU=0x21,      SLTU=0x2b
};
```

Syscall: implementar as chamadas para (ver *help* do MARS)

- imprimir inteiro
- imprimir string
- encerrar programa

Verificação do Simulador

Para verificar se o simulador está funcionando corretamente deve-se utilizar o MARS para geração de códigos de teste, que incluam código executável e dados. Os testes devem verificar todas as instruções implementadas no simulador.

Atentar para uso de pseudo-instruções. No MARS, elas são traduzidas para instruções nativas do MIPS. Se utilizar pseudo-instruções, verificar se, depois da montagem, o MARS gera instruções aceitas pelo simulador.

Serão fornecidos códigos de teste para esta tarefa.

Entrega

Entregar:
- relatório da implementação:
    - descrição do problema
    - descrição sucinta das funções implementadas
    - testes e resultados
- o código fonte do simulador, com a indicação da plataforma utilizada:
    - qual compilador empregado
    - sistema operacional
    - IDE (Eclipse, XCode, etc)

Entregar no Moodle em um arquivo compactado, com o número de matrícula do aluno para identificar o arquivo.