

Arquitectura de Computadores

4º Trabalho de Laboratório

Programação Assembly

Objetivo: Pretende-se que os alunos compreendam a metodologia usada no desenvolvimento de programas em assembly, incluindo o uso de periféricos e de rotinas de interrupção. A programação será desenvolvida para o processador P3, sendo utilizado um assembler e um simulador disponibilizados para o efeito. **O trabalho terá a duração de duas semanas, devendo o projeto ser demonstrado na aula na segunda semana do laboratório.** O relatório final será entregue até à sexta-feira da segunda semana de laboratório, ou seja, **até dia 27 de Maio**, via Fénix. O trabalho deverá ser preparado fora do horário de laboratório, destinando-se as 3 horas de aula à resolução de eventuais dúvidas e demonstração do trabalho realizado.

1 JOGO SPACE INVADERS

Pretende-se implementar neste trabalho uma versão simplificada do jogo clássico da *space invaders*. Pode ver o jogo no link:

<http://www.pacxon4u.com/space-invaders/>

É um jogo em que o objetivo é impedir que uma raça de alienígenas chegue à terra. Na nossa versão simplificada, os alienígenas vão se deslocando progressivamente para baixo em direção à terra. Em baixo, na terra, encontra-se um veículo que se desloca para a esquerda e para a direita e dispara raios lasers que destroem os alienígenas, impedindo que estes cheguem à terra. O jogo termina quando um alienígena chegar à terra ou chocar com o veículo.

2 IMPLEMENTAÇÃO DO JOGO

O jogo deve iniciar-se surgindo no ecrã a mensagem:

“Prima I0 para iniciar o jogo”,

ao que o jogo deverá ficar parado, esperando que o utilizador pressione o botão de pressão I0. Quando o botão for pressionado o jogo deve se iniciar.

2.1 Espaço de jogo

O espaço de jogo consiste em toda a janela de texto. Este deve estar limitado horizontalmente por duas paredes formadas pelo carácter ‘-’ e verticalmente por duas paredes formadas pelo carácter ‘|’, tal como representada na Ilustração 1.



Ilustração 1 – Espaço de jogo

2.2 Alienígenas

Os alienígenas são formados pelos caracteres “OVO” e estão espalhados pelo espaço de jogo tal como indicado na Ilustração 1. São um total de 28 alienígenas em quatro linhas, 7 alienígenas por linha. As linhas estão separadas por 2 linhas e os alienígenas estão separados por 3 espaços.

Os alienígenas movimentam-se sempre em conjunto. Inicialmente deslocam-se da esquerda para a direita até chegarem ao fim do ecrã. Ao atingirem o fim do ecrã deslocam-se uma linha para baixo. Depois deslocam-se para esquerda até atingirem o fim do ecrã. De seguida deslocam-se novamente uma linha para baixo e voltam a deslocar-se para a direita, e assim sucessivamente.

O movimento deve ser temporizado pelo timer do P3, nomeadamente os alienígenas devem se deslocar um carater em cada décima de segundo. No entanto quando o interruptor 7, o mais a esquerda, estiver ligado o jogo deve entrar num modo ultra rápido em que os alienígenas se deslocam à velocidade máxima, sem serem controlados pelo timer. Este modo destina-se a facilitar a avaliação de forma a precipitar o fim de jogo.

Sempre um alienígena for atingido por um raio deve ser removido do ecrã e não volta a aparecer até que ao reinício do jogo.

2.3 Veículo

O veículo é formado pelos caracteres “O-^-O”. Este deve-se deslocar para a esquerda e para a direita sempre que forem pressionadas as teclas “a” e “d” respetivamente. Além disso deve disparar um raio sempre que for pressionada a tecla espaço. O veículo deve se encontra na penúltima linha do espaço de jogo tal como indicado na Ilustração 1 e nunca deve sair do espaço de jogo. O movimento do veículo não deve estar associado ao timer mas apenas ao pressionar das teclas.

2.4 Raios

Sempre que for pressionada a tecla espaço o veículo emite um raio laser que parte do centro veículo e desloca verticalmente para cima em direção aos alienígenas. Se o raio atingir um alienígena este deve ser removido do espaço de jogo. O raio deve se propagar a uma velocidade infinita, mas deve

ser visível no ecrã. Assim este deve permanecer no ecrã durante um pouco mais de duas décimas de segundo devendo este tempo ser controlado usando o timer. No ecrã deve surgir uma linha vertical formada pelos caracteres “*” que vai desde centro do veículo até ao alienígena atingido ou até ao fim do espaço de jogo. Para simplificar a implementação deve parar o resto do jogo enquanto o raio é visualizado.

2.5 Fim do jogo

Se um alienígena chegar à terra, ou seja à parte de baixo do ecrã, ou se colidir com o veículo, então o jogador perde e o jogo termina. Deverá ser impressa na janela de texto a mensagem: “Perdeu!”. O jogo também termina se o jogador eliminar todos os alienígenas mas neste caso o jogador sai vitorioso e deve ser impressa na janela de texto a mensagem: “Ganhou!”.

Em ambos os casos deve também aparecer a mensagem “Prima I0 para reiniciar o jogo”. O programa deve então ficar parado à espera que seja pressionado o I0 e deverá reiniciar o jogo quando I0 for pressionado.

2.6 Pontuação

O jogador ganha 5 pontos sempre que destruir um alienígena, e a pontuação atual deve aparecer no LCD.

3 JANELA DA PLACA

A Janela da placa está representada na Ilustração 2. Os periféricos da placa têm diferentes funções definidas de seguida.

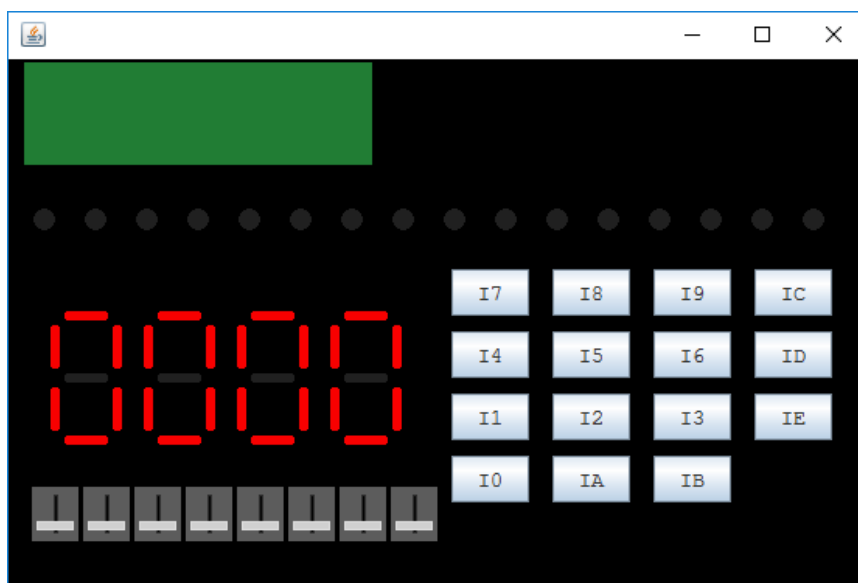


Ilustração 2 – Janela da placa

Display LCD – No display LCD deve estar indicada a pontuação atual do jogador, na forma:

Pontuacao: valor

LEDs – Os LEDs devem se acender momentaneamente sempre que é disparado um raio.

Display 7 Segmentos – No display de sete segmentos deve estar representado o tempo decorrido desde o início do jogo em minutos e segundos.

Botões de pressão – O botão de pressão IA deve colocar o jogo em modo de pausa. Pressionando novamente o botão retira o jogo do modo de pausa.

Todas as questões adicionais, sobre o funcionamento e implementação do jogo, não definidas no enunciado ficam ao critério de cada grupo.

4 IMPLEMENTAÇÃO EM ASSEMBLER

Faça uso de variáveis globais para guardar dados que são utilizados ao longo de todo o programa como por exemplo a posição do veículo ou a pontuação, e utilize os registos para guardar apenas valores temporários em diferentes locais do programa. Faça código comentado e estruturado.

Como estrutura de dados para guardar quais os alienígenas que se encontram no ecrã pode usar uma matriz formada por 4 vetores de 7 elementos, preenchida com 0 ou 1 de acordo com a presença ou não do alienígena no ecrã. Utilize o número de linha e de coluna para aceder à matriz, nomeadamente pode ler o elemento na linha l coluna c deve aceder à posição de memória,

$$\text{MATRIZ} + l * 7 + c$$

em que MATRIZ é o endereço de memória em que se encontra a matriz.

Faça rotinas de interrupção pequenas. Existem no programa diferentes sistemas que funcionam a diferentes velocidades, nomeadamente o movimento dos alienígenas do veículo e o relógio com o tempo decorrido. Para implementar estes sistemas pode utilizar a seguinte técnica. Crie um loop que durante o jogo fica continuamente à espera pelos diferentes eventos e chama a rotina correspondente sempre que estes acontecem. Nomeadamente considere o seguinte pseudo-código:

LOOP: Se houve uma interrupção do timer então chama a rotina move alienígenas
 Se houve uma interrupção do timer então incremente décimas de segundo
 Se passou um segundo então chama a rotina atualiza relógio
 Se há uma tecla pressionada então chama a rotina veiculo
 Enquanto não terminar o jogo volta para LOOP

Nos diferentes periféricos vão necessitar de converter números inteiros para decimal e posteriormente para ASCII. A conversão para decimal deve ser efetuada por divisões sucessivas por 10, onde o resto é o dígito decimal que se vai retirando. Para converter para ASCII basta somar '0' ou 48 ao dígito decimal.

5 FASEAMENTO

O trabalho decorrerá durante duas semanas, devendo ser discutido e apresentado na 2ª aula de laboratório. O trabalho deverá ser planeado e desenvolvido, tanto quanto possível, fora do horário de laboratório, sendo impossível realiza-lo sem qualquer preparação prévia e apenas durante as 3 horas de laboratório.

Na 1ª aula de laboratório devem ser tiradas todas e quaisquer dúvidas sobre o projeto. No 2º laboratório apenas será efetuada a visualização dos projetos, pelo que este deve estar terminado, não sendo permitidas melhoramentos no projeto depois da aula, mas apenas a conclusão do relatório e da documentação/comentários ao código.

Por fim, essencial a consulta do texto “Manual do Simulador do Processador P3”, e aconselha-se o estudo do programa de demonstração disponibilizado. Este material está disponível na página da cadeira.

6 RELATÓRIO

O relatório e o código comentado devem ser entregues via Fénix até à sexta-feira da 2ª semana do laboratório, ou seja até às 23h59 do dia **27 de Maio**. Entregas fora de prazo devem ser submetidas por email para o docente responsável pelo laboratório, que decidirá sobre a penalização a aplicar.

O relatório (não incluindo o código e a capa) não deve exceder as 3 páginas. O relatório deve ser fornecido no formato “.pdf” e o código em formato de texto, “.as” e em formato “.pdf”, tudo num ficheiro zip submetido via Fénix. Caso sejam submetidos múltiplos ficheiros, apenas será tomado em consideração o último ficheiro submetido.

7 AVALIAÇÃO

O trabalho será avaliado da seguinte forma:

1. Relatório a entregar via Fénix (**4 valores**), que consiste no seguinte:

- Fluxograma simplificado com a estrutura do programa desenvolvido. (**1 val.**);
- Listagem do código **DEVIDAMENTE COMENTADO**, onde serão avaliados a qualidade do código (estruturação, eficiência dos algoritmos, etc.) e a qualidade dos comentários; (**3 val.**);

2. Funcionamento do programa (**16 valores**), avaliado nos seguintes pontos:

- Tempo no DISPLAY 7 Segmentos (**1 val.**)
- Pontuação do LCD (**1 val.**)
- LEDs acendem com raio (**1 val.**)
- Inicio de jogo com o I/O (**1 val.**)
- Pausa com botão de pressão IA (**1 val.**)
- Reinício de jogo (**1 val.**)
- Modo ultra rápido (sem timer) (**1 val.**)

- Representação estática do jogo (**2 val.**)
- Movimento dos alienígenas (**2 val.**)
- Movimento do veículo (**1 val.**)
- Disparo de raios (**1 val.**)
- Destruição de alienígenas (**1 val.**)
- Detecção de colisão alienígenas-veículo (**1 val.**)
- Fim jogo (**1 val.**)

8 BIBLIOGRAFIA

[1] N. Horta, “Arquitectura de Computadores”, Aulas Teóricas.

- [2] M. Morris Mano, Charles R. Kime, “Logic and Computer Design Fundamentals”, 4th Edition Updated, Prentice-Hall International, 2008.
- [3] G. Arroz, J. Monteiro, A. Oliveira, “Arquitectura de Computadores: dos Sistemas Digitais aos Microprocessadores”, IST Press, 2007.
- [4] G. Arroz, J.C. Monteiro, A. Oliveira, “Manual do Simulador do P3”, IST, 2005