

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, em formato pdf, e o código, em formato “.as”, deverão ser entregues até à sexta-feira da segunda semana de laboratório, ou seja, **até dia 1 de Junho**, 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 PACMAN

Pretende-se implementar neste trabalho uma versão simplificada do jogo PacMan. Pode ver o jogo no link: [Pac-Man](#)

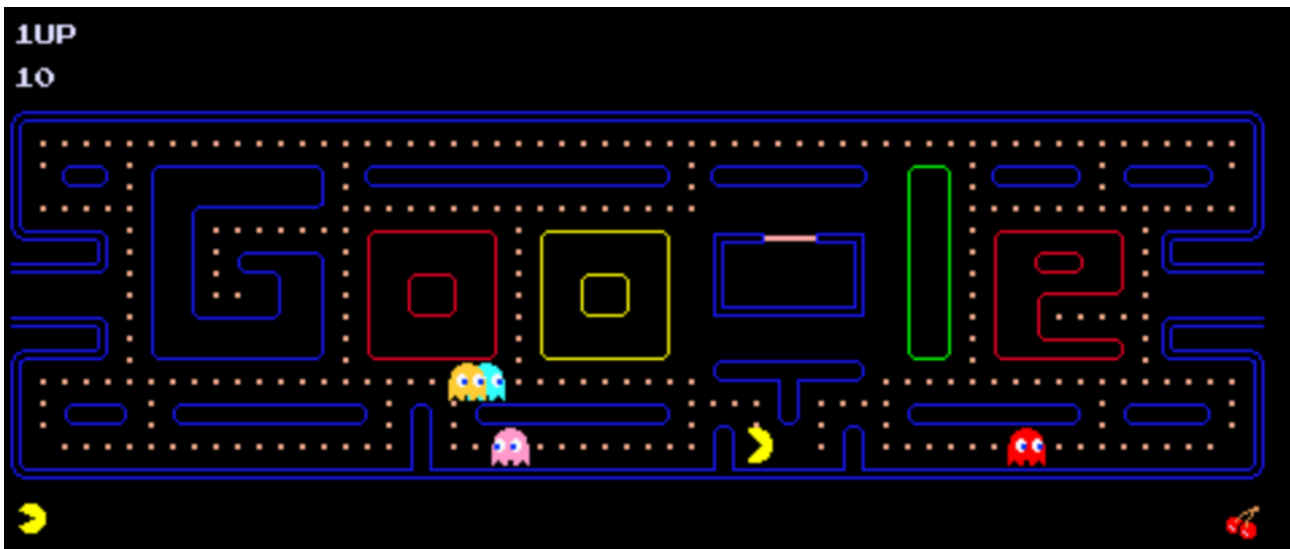


Fig. 1: Exemplo do jogo “PacMan”.

O objetivo do jogo a implementar será criar um recinto de jogo onde o jogador tem de apanhar o maior número possível de pontos evitando ser apanhado pelos 4 monstros perseguidores. O jogador tem 3 vidas em cada jogo e sempre que apanhar um ponto de bónus os monstros tornam-se inofensivos podendo ser apanhados, isto, durante um período limitado de tempo.

2 DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS GERAIS DO JOGO

O jogo a implementar deve ter as seguintes características: (1) desenrolar-se num recinto de jogo pré-definido na janela de texto; (2) permitir movimentos do PacMan nas 4 direcções (direita, esquerda, cima, baixo) com recurso ao mecanismo de interrupções activados por pressão do teclado; (3) registar em tempo real o nº de vidas e a pontuação na janela de texto; (4) registar o tempo de jogo no display de 7 segmentos; (5) apresentar a melhor pontuação no LCD; (6) utilizar o temporizador para controlar o tempo de jogo, determinar a velocidade de movimento dos monstros e controlar o tempo de bónus em que o PacMan pode apanhar os monstros.

3 JOGO NA JANELA DE TEXTO

Na janela de texto deve ser definido o recinto de jogo conforme ilustrado na figura 2. Os símbolos apresentados têm o seguinte significado:

- ‘-’ e ‘|’ são limites do espaço de jogo;
- ‘.’ representa os pontos que o PacMan tem de apanhar;
- ‘@’ representa o PacMan;
- ‘X’s representam os 4 monstros que tentam apanhar o PacMan e que também vão apagando os ‘.’ por onde passam.
- ‘#’ pontos de bónus.

Movimento do PacMan: À medida que o PacMan se movimenta vai ganhando pontos (**1 ponto por cada ‘.’**) e apagando os ‘.’ por onde passa. O PacMan deve ter 3 vidas, perdendo uma sempre que um ‘X’ o apanha. O movimento do PacMan é ao ritmo que o utilizador carrega nos botões associados às interrupções (descrito mais à frente). O PacMan inicia o jogo e qualquer vida nova na posição indicada na figura 2. O reinício do jogo (nova vida) faz-se reposicionando o PacMan e os monstros mas mantendo o mesmo número de pontos no recinto.

Movimento dos Monstros: O movimento dos monstros deve ter 4 velocidades (1s, .6s, .3 e .1s para realizar cada actualização de movimento), começando com a mais lenta e aumentando de 30 em 30 segundos. O movimento dos monstros deve ter 2 modos: **modo básico** – movimento aleatório; **modo avançado** – movimento semi-aleatório sendo o sentido do movimento escolhido apenas entre o sentido horizontal e vertical que aproximam da posição do PacMan. Os monstros iniciam o seu movimento nos 4 cantos do cenário, tanto no início do jogo como no início de cada vida do PacMan.

Pontos de Bónus: Os pontos de bónus ‘#’ devem surgir de 20 em 20 segundos (um de cada vez) e manter-se visíveis durante 10 segundos. Caso o PacMan consiga apanhar o ponto de bónus pode apanhar os monstros durante os próximos 10 segundos, os monstros apanhados devem surgir de novo nos cantos do cenário após o fim desses 10 segundos. O jogador ganha **20 pontos** por cada monstro capturado.

Posição Inicial: Inicia-se com o cenário indicado na figura 2, com o PacMan na posição da figura 2 e os monstros nos cantos do cenário.

Duração do Jogo: O jogo deve ter a duração de 120 segundos.

Pontuação e Número de Vidas: A pontuação e o número de vidas do PacMan deve ser actualizada em tempo real e apresentada na janela de texto (figura 2).

Fim do Jogo: O jogo acaba quando não existirem mais ‘.’s, quando não existirem mais vidas do PacMan ou quando acabar o tempo de jogo.

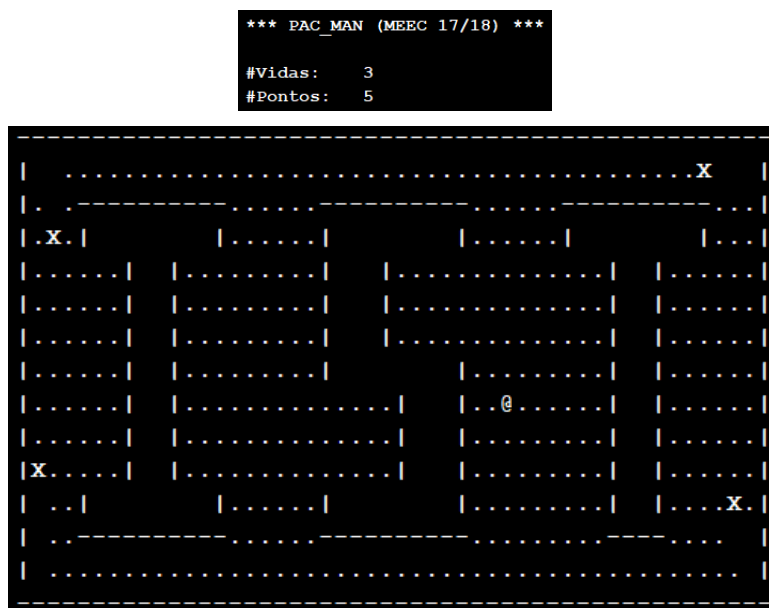


Fig. 2: Recinto do jogo “PacMan” a implementar.

4 INTERRUPÇÕES

As interrupções disponíveis no P3 são 16 (15 botões de pressão representados na figura 3 (a) e o temporizador). No caso da implementação do jogo PacMan as interrupções devem ser utilizadas do seguinte modo:

Interrupção 0 (I0): Pausa do jogo e desbloqueio da pausa.

Interrupção 2 (I2): Movimento do PacMan para baixo.

Interrupção 4 (I4): Movimento do PacMan para a esquerda.

Interrupção 6 (I6): Movimento do PacMan para a direita.

Interrupção 8 (I8): Movimento do PacMan para cima.

Interrupção 10 (I10): Inicia jogo em modo básico.

Interrupção 11 (I11): Inicia jogo em modo avançado.

Interrupção 12 (I12): Fim de jogo.

Interrupção 15 (Temporizador): O temporizador deve ser para implementar a contagem decrescente de 120 a 0 segundos a visualizar nos 3 displays de 7 segmentos da direita. O temporizador deve ainda ser utilizado para controlar o ritmo a que os monstros devem avançar. Note que o temporizador tem um ritmo máximo de 100ms para gerar uma interrupção. Para facilitar o controlo do movimento do PacMan sugere-se que associe teclas do teclado a cada uma das interrupções conforme ilustrado na figura 3 (b). Para isso deve seleccionar o menu “Definições” na janela do P3 seguida da opção “Define IVAD”.

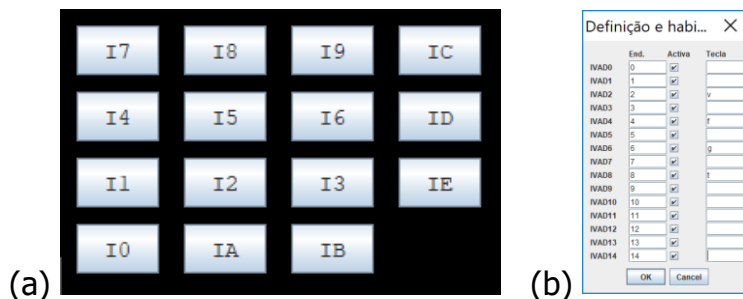


Fig. 3: (a) Botões de interrupção; (b) Configuração das interrupções por teclado.

5 GERAÇÃO DE NÚMEROS ALEATÓRIOS PARA MOVIMENTO DOS 'X'

Para gerar o movimento dos monstros 'x' no modo básico e no modo avançado deve ser considerado um gerador de números aleatórios.

Para gerar um inteiro de 16 bits pseudoaleatório deve utilizar o seguinte algoritmo:

```

Mascara = 1001 1100 0001 0110b
if (Ni0==0) /* Testa o bit de menor peso de Ni */
    Ni+1 = rotate_right(Ni);
else
    Ni+1 = rotate_right (XOR (Ni, Mascara))
  
```

Este algoritmo baseia na simulação de um registo de deslocamento modificado com realimentação, que permite gerar uma sequência pseudoaleatória de números de 16 bits, com um passo de repetição longo e com uma distribuição uniforme (i.e., os números são equiprováveis). Em cada invocação desta função lê-se o valor anterior N_i e gera-se um novo valor pseudoaleatório, N_{i+1} . No lab vai ser necessário obter um número pseudoaleatório entre zero e $M-1$. Para obter este pode multiplicar o valor de N_i obtido por M e retirar a parte alta do resultado.

Movimento dos monstros:

Modo Básico: A direcção do movimento dos monstros é gerado aleatoriamente em cada jogada, estando apenas limitado aos obstáculos de jogo.

Modo Avançado: A direcção do movimento dos monstros depende da posição do PacMan. Neste caso a direcção será escolhida entre vertical e horizontal sempre no sentido que permita aproximar-se do PacMan.

6 JANELA DA PLACA

A janela da placa servirá para:

- comandar o movimento do PacMan (através dos **botões de interrupção** caso opte por não utilizar o teclado) e para ser apresentada informação sobre o jogo.
- apresentar o tempo de jogo nos 3 displays da direita do **display de 7 segmentos**
- apresentar a melhor pontuação e tempo de jogo no **LCD**.
- implementar uma contagem decrescente nos **LEDs** relativo aos 10 segundos após o PacMan ter apanhado um ponto de Bónus e enquanto pode capturar monstros.

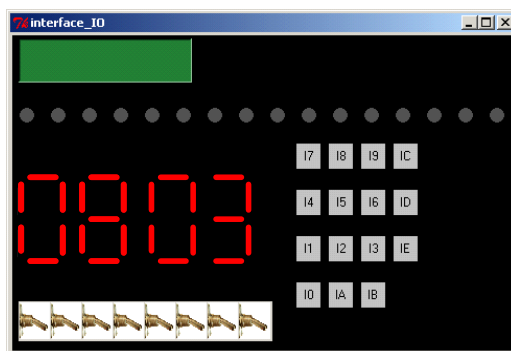


Fig. 1 – Janela da placa

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

7 FASEAMENTO

O jogo deverá ser desenvolvido tendo por base o ficheiro PacMan.as fornecido e onde se encontra definida parte da estrutura de dados e de algumas rotinas a desenvolver.

Pretende-se implementar o jogo do PacMan em 3 fases:

- PacMan sem monstros
- PacMan com 3 vidas e com 4 monstros perseguidores
- PacMan com 3 vidas, 4 monstros perseguidores e com pontos de bónus

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. Na 2ª aula de laboratório apenas será efetuada a visualização dos projetos.

Por fim, essencial a consulta do texto “Manual do Simulador do Processador P3”, e aconselha-se o estudo dos programas de demonstração disponibilizados. Este material está disponível na página da cadeira. Mais, todas as questões adicionais, sobre o funcionamento e implementação do jogo, não definidas no enunciado ficam ao critério de cada grupo.

8 ENTREGA DO CÓDIGO

O código comentado deve ser entregue via Fénix até 6ª feira da 2ª semana do laboratório, ou seja até ao dia **1 de Junho**. O código deve ser submetido em formato de texto “.as” e o relatório, em formato “.pdf”, deve-se restringir a 2 páginas referindo-se objectivamente e apenas às funcionalidades implementadas.

9 AVALIAÇÃO

O trabalho será avaliado da seguinte forma:

1. Listagem do código a entregar via Fénix (**2 valores**):

- Listagem do código **DEVIDAMENTE COMENTADO**, onde será avaliada a qualidade do código (estruturação, eficiência dos algoritmos, etc.).

2. Funcionamento do programa (**18 valores**), avaliado nos seguintes pontos:

Janela de Interface

- DISPLAY 7 Segmentos: Tempo de jogo (**2 val.**)
- LCD: Melhor pontuação e tempo de jogo (**1 val.**)
- LEDs: Sinalização de período de bónus (**1 val.**)

Janela de Texto

- Representação e actualização do labirinto onde decorre o jogo (**3 val.**)
- Posicionamento inicial das peças (**1 val.**)

Execução das Jogadas

- Ecran inicial, início de jogo e fim de jogo (**1 val.**)
- Número de vidas do PacMan em tempo real (**1 val.**)
- Pontuação actualizada em tempo real (**1 val.**)
- Movimento do PacMan (**3 val.**)
- Movimento aleatório dos monstros (**2 val.**)
- Movimento avançado dos monstros (**1 val.**)
- Processamento dos pontos de bónus (**1 val.**)

10 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