Trabajos Prácticos para entregar
Comisión 2

Organización de Computadoras 2021

Universidad Nacional de Quilmes

Información general

En el presente trabajo práctico y grupal se trabajarán los contenidos que iremos aprendiendo durante la cursada.
El objetivo consiste en aplicar los conocimientos teórico-prácticos de cada uno de los conceptos, esto implica que van a resolver ejercicios que integran varios tema; de esta manera, el trabajo práctico, será una evaluación integradora de todos los contenidos. Tener en cuenta que ***para avanzar en el mismo será sumamente importante realizar las guías prácticas correspondientes*** *para una mejor comprensión y resolución de los ejercicios.*

Esquema de entregas

El trabajo se dividirá en 3 entregas relacionadas a una misma temática. Cada una con una serie de ejercicios que abarcan los temas correspondientes a cada instancia. Revisar en el calendario su orden cronológico.

Justificación de ejercicios

En todos los ejercicios se deberá justificar adecuadamente la resolución del mismo, se pida o no explícitamente en el enunciado. Esto implica redactar en español la respuesta, y de ser necesario o pertinente, sumar la simbología y sintaxis técnica correspondiente al tema. Recordar que el trabajo es una evaluación académica formal, la cual debe ser respetada como tal.

Introducción

La temática del trabajo consiste en resolver ejercicios relacionados a un videojuego. A continuación se detalla la información necesaria y general del dominio con el cual vamos a trabajar durante el mismo, sin embargo prestar atención, que en ciertos ejercicios, el enunciado complementa con más información relevante para su resolución puntual.

Dominio

El **pacman** es un videojuego donde un personaje se mueve por un tablero en 4 posibles direcciones tratando de comer monedas para acumular puntos. Mientras se mueve, el pacman debe huir de los fantasmas, pero si sus esfuerzos son en vano y es alcanzado por uno de ellos, entonces pierde una vida. Cuando la cantidad de vidas llega al valor cero entonces el juego ha finalizado.

La persona que juega utiliza las flechas del teclado para mover el avatar por el espacio de juego, limitado por las paredes del tablero.

Sistema de puntaje

Cada casillero del tablero puede contener diferentes tipos de premios (*prizes*): monedas (*coins*), o premios especiales (*bonus*). Cuando el pacman come una moneda se suman 10 puntos, y cuando come un premio especial se suman 100 puntos. Tener en cuenta, que cada casillero puede tener tanto una moneda como un premio especial, ambas cosas o estar vacío. Por lo tanto, en caso que el casillero tenga ambos premios, el puntaje final se actualizará con la suma de ambos.

Al acumular o superar 2048 puntos, se suma una vida y se reinicia el puntaje, no necesariamente a cero, manteniendo el excedente de puntos en caso que corresponda.

1. Entrega 1

1.1. Sistema de numeración: Representación del juego

La posición del pacman en el espacio del tablero se representa mediante dos coordenadas, denominadas **X** e **Y**, que están representadas en un sistema BSS(7). Para la representación del estado del juego se utiliza el formato `PacStatus` de **32 bits** que estructura los datos de la siguiente manera:

X (7b)	Y(7b)	V (2b)	N (5b)	P (11b)

1. El campo X representa el valor de la coordenada **X**
2. El campo Y representa el valor de la coordenada **Y**
3. El campo V representa la cantidad de **vidas** que posee
4. El campo N representa el **nivel** actual
5. El campo P representa la cantidad de **puntos** que acumuló.

Esta información, en ciertas ocasiones deberá estar comprimida en hexadecimal, en cuyo caso la denominaremos con un nuevo formato que se llama `HexaStatus`.

A continuación se solicita responder las siguientes preguntas, justificando debidamente sus respuestas:

(a) ¿Cuál es la dimensión del tablero?

(b) En base a la dimensión mencionada en el ítem anterior, si se quisiera duplicar el tamaño del mismo ¿qué se debería modificar en el sistema de representación? y ¿cómo impacta dicha modificación en el formato general del juego?

(c) ¿Cuál es la cantidad máxima de vidas que se puede tener?

(d) Representar el **estado inicial** del pacman, en formato **PacStatus**. El juego inicia con el Pacman ubicado en el centro del tablero, en el primer nivel, sin puntos acumulados y con la máxima cantidad de vidas.

(e) Comprimir la cadena anterior en formato **HexaStatus**.

(f) Dar 2 ejemplos de estado del juego en formato **PacStatus** que representen 2 posibles jugadas. Justificar explicando qué valor representa cada campo.

1.2. Aritmética: Puntajes

Teniendo el cuenta el dominio del juego, responder las siguientes preguntas en base a las consideraciones planteadas en cada caso:

1. Suponiendo que en este momento, el estado del pacman en formato hexaStatus es `3A83 1D55`, ¿cómo queda el hexaStatus luego de descontar una vida?
2. Suponiendo que en este momento, el estado del pacman en formato hexaStatus es `3A82 17FF`, y el pacman come otra moneda ¿cómo queda el hexaStatus luego de incrementar el puntaje?

1.3. Programación y ensamblado: Inicialización del juego

El estado de los 4 fantasmas se representa en los 4 registros R0, R1, R2 y R3 respectivamente, con el formato `GhostStatus`: `xxxxxxxyyyyyyy00`, donde los bits `xxxxxxx` representan la coordenada **X** y los bits `yyyyyyy` representan la coordenada **Y** de cada fantasma. El estado del juego se almacena en los registros R5 y R6.

1. Escribir en Q1 el **programa** `init` que inicialice el estado del juego teniendo en cuenta la representación del inciso d) del ejercicio 1.1, y la posición de los 4 fantasmas, ubicándolos en cada una de las esquinas del tablero.

2. Ensamblar el programa.

1.4. Circuitos: Desplazamiento por el tablero

El Pacman puede moverse en sólo 4 direcciones (N, S, E, O) (no puede moverse de manera diagonal), y un sólo casillero a la vez en función de la flecha que se haya oprimido en el teclado (ver ejemplos en la figura 1). Se necesita un circuito `desplazar2d` que permita moverse en la dirección deseada. Es decir que, dada una cadena de 14 bits que representan las coordenadas X e Y del pacman, calcule las nuevas coordenadas luego de moverlo hacia la nueva posición según las líneas de control: $A/\overline{R}$(Avanzar/Retroceder) [1] y $H/\overline{V}$ (Horizontal/Vertical).

Asumir como precondición que el tablero siempre le permite desplazarse, es decir que la posición deseada también se encuentra dentro de los límites del mismo.

1. Dibujar la caja negra del circuito (ver libro) indicando el nombre, las entradas y salidas necesarias. Explicar qué representa cada entrada y cada salida en el contexto del juego.

2. Construir el circuito `desplazar2d`. Para hacerlo cuentan con una caja de herramientas con diferentes circuitos. Deben usar los necesarios.

3. Construir el circuito `desplazar1D` siguiendo la especificación que se describe en la caja de herramientas.

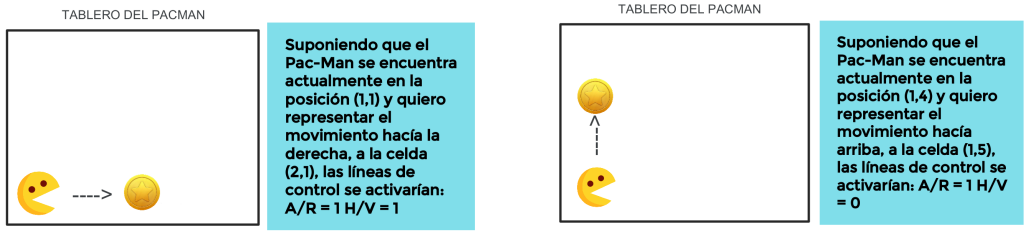


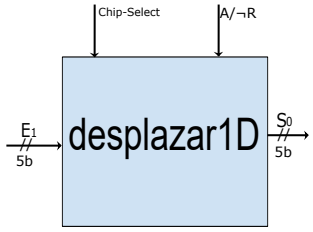
Figura 1: Ejemplos de movimiento del pacman

[1] La notación $\overline{R}$ indica que el valor 0 en la entrada representa el valor remarcado (en este caso Retroceder)

Caja de Herramientas

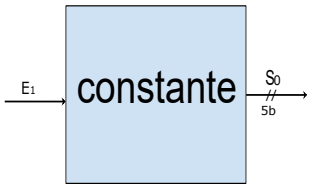
`desplazar1D`

Si la línea chip-select es 0, el circuito es neutral (la salida es igual a la entrada). Si la línea A/R es 1 y chip-select es 1: se suma 1 a la cadena de entrada. Si A/R es 0 y chip-select es 1: se resta 1 a la cadena de entrada.



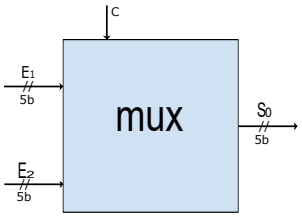
`constante`

Si la entrada e es 0 se construye la constante `00000`. Si en cambio es 1 se construye la constante `00001`



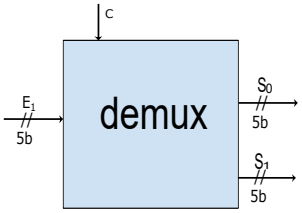
`mux`

Proyecta en la salida una de las 2 entradas, según lo que se indique en la línea de control c.



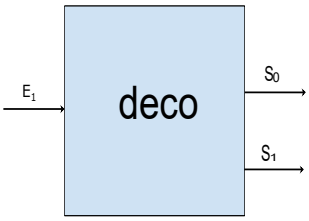
`demux`

Proyecta la entrada en alguna de las dos salidas, según lo que se indique en la línea de control c.



`Deco`

Enciende una sola de las dos salidas en función de la entrada



2. Entrega 2

2.1. Desensamblar: Programa Init

Desensamblar el programa que se encuentra ensamblado en la siguiente porción de memoria.

	...
5003	1940
5004	7CFB
5005	1980
5006	0800
5007	1800
5008	0000
5009	1840
500A	01FC
500B	1880
500C	FE00
500D	18C0
500E	FFFC
500F	C000
	...
FFEF	0500
	...

2.2. Análisis de la ejecución de un programa: Init

Para comprender lo que ocurre en cada etapa de ejecución de un programa, se realiza una **simulación** del mismo, que es una ejecución paso a paso (un ejemplo de cómo estructurar esta información se encuentra en la sección 7.3 del libro, revisar su formato como guía).

Por lo cual se pide lo siguiente:

1. Simular la ejecución del programa descripto en el estado de memoria del ejercicio anterior, indicando cómo se va modificando cada registro y la memoria en cada etapa. Para esto asumir que el valor original del registro **SP** es FFEE y de **PC** es 5003.

2. En base a la simulación realizada recientemente, responder y justificar las siguientes preguntas:

   a) ¿Cuál es el valor de los registros de **uso general** (visibles a quien programa) al finalizar la ejecución de las instrucciones anteriores?

   b) ¿Cuál es el valor de los registros de **uso específico** (no visibles a quien programa) al finalizar la simulación de ejecución?

   c) ¿En qué momento se actualiza el registro SP y con qué objetivo?

   d) ¿Qué ocurre con la celda de memoria `FFEF` al finalizar la simulación en esta ejecución particular?

   e) ¿Es posible saber en qué celda esta la instrucción siguiente a la última simulada? ¿cómo?

   f) ¿Cuántos elementos tiene la pila **antes de comenzar** la simulación?

   g) ¿Cuántos elementos tiene la pila **luego de finalizar** la simulación?

   h) Describir los accesos a memoria sobre el ciclo de ejecución de la última instrucción del programa, a partir del estado de los buses de cada acceso.

2.3. Documentación: Programa Init

1. Documentar la rutina `init` (ejercicio 1.3)
2. Responder las siguientes preguntas:
   a) ¿La rutina necesita parámetros?
   b) De manera general ¿cómo se relaciona el campo "requiere" con la presencia/ausencia de parámetros?

2.4. Programación: Desplazamiento por el tablero

Para codificar los movimientos en el tablero, se utiliza una codificación de 16 bits, denominada **MoveCode**, la cual cuenta con el siguiente formato: `0000000000000AH`, donde:

- **A**: indica si el Pacman debe **avanzar o retroceder**. Siendo A=1 avanzar, y A=0 retroceder.
- **H**: indica si el Pacman debe moverse de manera **horizontal o vertical**. Siendo H=1 un movimiento horizontal, y H=0 un movimiento vertical.

Escribir la rutina `checkAndMove`, para cumplir con el objetivo descripto en la siguiente documentación:

`checkAndMove`	
`Requiere`	en R5 y R6, el estado actual del pacman, en formato **PacStatus**, y en R3 el movimiento a realizar, en formato **MoveCode**
`Modifica`	**COMPLETAR**
`Retorna`	en R5 y R6, el estado del pacman luego del movimiento, en formato **PacStatus**. Ya sea con la posición actualizada, o con la posición actual, si dicho movimiento no pudo ser posible.

Información necesaria:

Para programar la rutina solicitada, **se cuenta con una serie de rutinas:** `nextToAWall`**,** `getCoord` **y** `movePacman`, las cuales respetan las siguientes documentaciones:

`nextToAWall`	
`Requiere`	en R1 y R2 las coordenada X e Y respectivamente, ambas en BSS(7), y en R3 un movimiento en formato **MoveCode**
`Modifica`	R0
`Retorna`	en R3 un 1, si el casillero adyacente a (X,Y) está libre, y un 0 si hay un muro.

`getCoord`	
`Requiere`	en R5 y R6 el estado actual del pacman, en formato **PacStatus**
`Modifica`	R0
`Retorna`	en R1 y R2 las coordenada X e Y respectivamente, del estado actual del pacman. Ambas en BSS(7)

`movePacman`	
`Requiere`	en R5 y R6 el estado actual del pacman, en formato **PacStatus**, y en R3 un movimiento en formato **MoveCode**
`Modifica`	R0
`Retorna`	en R5 y R6, el estado del pacman, en formato **PacStatus**, actualizado con la nueva posición en base al movimiento solicitado

2.5. Circuitos con sistema entero: Desplazar2D

Se necesita rediseñar el circuito **desplazar2D** (ver sección 1.4) dado que **no es posible conseguir circuitos restadores**.

Para lo cual se pide:

1. Rediseñar el circuito sin utilizar los mencionados restadores, pero cumpliendo la misma función.
2. Redactar 3 ejemplos concretos que prueben el circuito diseñado, es decir, los ejemplos deben representar un estado del pacman, una jugada.
   Importante: tener en cuenta que es una prueba del circuito, por lo cual será necesario que el ejemplo refleje el funcionamiento del mismo, sin limitarse a expresar simplemente cadenas.

2.6. Rutinas de Test: contenido del tablero

El contenido de un **casillero del tablero** se representa en BSS(16), con el siguiente formato: `0000000000000CBWL`.
Donde:

- El bit `C` (Coin) indica si el casillero contiene una moneda que permite acumular 10 puntos
- El bit `B` (Bonus) indica si el casillero contiene un premio especial que permite acumular 100 puntos
- El bit `w` (Wall) indica si en el casillero se encuentra un muro.
- El bit `L` (Limit) indica si se trata de un casillero próximo al límite del tablero

A) Programación de Tests

Nos han encargado la tarea de probar la rutina **getPrize** (ya programada), cuya documentación es la siguiente:

`getPrize`	
`Requiere`	en R5 y R6 el estado actual del pacman en formato **PacStatus**, y en R4 el contenido de un casillero del tablero
`Modifica`	la celda A000
`Retorna`	en R5 y R6 el estado del pacman, en formato **PacStatus**, con los datos actualizados en base al contenido del casillero

Para ello será necesario escribir las **rutinas de test** de los siguientes casos de prueba:

1. Rutina `testGetCoinPrize` para el caso de un casillero que contiene sólo una moneda (sin bonus).
2. Rutina `testNoPrize` para el caso de un casillero vacío
3. Rutina `testGetBothPrizes` para el caso donde:
   - El casillero contiene una moneda y un bonus
   - El Pacman posee 1 vida
   - El puntaje actual es de 1950 puntos

Recordar plantear el escenario completo, datos iniciales y el resultado esperado, para cada caso.

B) Ensamblado de tests

Ensamblar, a partir de la celda `6001`, la rutina `testGetCoinSuccessfully` programada previamente, asumiendo que la rutina `getCoin` está ensamblada a partir de la celda `0A0A`.

3. Entrega 3

3.1. Máscaras: información del PacStatus

Escribir la rutina `getPacStatusInfo` en base a la siguiente documentación, actualizando el campo **Modifica** según corresponda:

`getPacStatusInfo`	
`Requiere`	en R5 y R6 el estado actual del pacman, en formato **PacStatus**
`Modifica`	**COMPLETAR**
`Retorna`	desde la celda de memoria 0xA123 hasta la celda 0xA127, cada uno de los datos que conforman el PacStatus, sin alterar su valor, y un dato por celda respetando el orden de los campos del formato.

Aclaración: cuando se menciona "sin alterar su valor", significa que si se interpreta la cadena de cada campo se deberá obtener el valor original. Por ejemplo, si el PacStatus tiene 2 vidas, la celda 0xA125 deberá almacenar el valor 2. Revisar bien las cadenas resultantes antes de almacenarlas en las celdas correspondientes, por si es necesario aplicar alguna operación previa.

3.2. Modularización(reuso): Mayor puntaje

Escribir la rutina `MaxScore` en base a la siguiente documentación, actualizando el campo **Modifica** según corresponda:

`MaxScore`	
`Requiere`	desde la dirección de memoria `0x0000` hasta la dirección `0x0003`, 2 estados de pacman, ambos en formato **PacStatus**
`Modifica`	**COMPLETAR**
`Retorna`	en R5 y R6 el estado de pacman, en formato **PacStatus**, con mayor puntaje. En caso coincidir el puntaje, se retorna el primer PacStatus.

3.3. Arreglos: Pacman ganador

Se cuenta con un listado de estados de pacman, en formato **PacStatus**, que representan las últimas jugadas ordenadas de manera cronológica.
Se quiere obtener el estado de pacman (PacStatus) ganador del juego, es decir aquel con mayor puntaje acumulado.
Para ello, se necesita **programar la rutina `pacmanWinner`, con su respectiva documentación**, que determine el PacStatus ganador, el cual deberá quedar almacenado entre las celdas `0x5563` y `0x5564`.
Tener en cuenta que el listado comienza a partir de la celda con dirección `0x5566`, y su longitud se encuentra en la celda con dirección `0xFA56`.

3.4. Sistemas de números fraccionarios: Coprocesador 8087

Realizar una investigación y análisis del coprocesador 8087 para responder:

1. ¿Que motivó su diseño? y, en cuanto a su arquitectura, ¿qué aporte brindó este nuevo procesador en comparación al Intel 8086?

2. Dar una cadena de ejemplo en el sistema de punto flotante que soportaba (IEEE 754 - de precisión simple). Interpretar dicha cadena para conocer su valor.

3.5. Sistemas de números fraccionarios: Pacman recargado

En esta oportunidad, a modo de experimento, se desea incorporar al Pacman, un tanque de energía con el objetivo de enriquecer el juego, el cual se tendrá en cuenta sólo para esta ocasión.

Ampliamos el dominio
Cada vez que el pacman es alcanzado por un fantasma, pierde la mitad de su energía, contrariamente, cuando consume un bonus duplica su energía. Ahora bien, se pueden dar 2 situaciones de casos límites:

1. **Límite mínimo:** en caso que el pacman se quede sin energía, pierde una vida y reinicia su tanque al 100 porciento.
2. **Límite máximo:** en caso que el pacman se sature de energía (se desborda), recupera una vida, a menos que ya tenga la cantidad máxima de vidas posible, y reinicia su tanque al 100 porciento (que en este caso implica mantener el mismo valor).

Para ello, tener en cuenta que el Pacman inicia el juego con el tanque de energía lleno (al 100 porciento) y con la mayor cantidad de vidas.

Importante: será necesario calcular los valores iniciales para esta situación, y analizar la cantidad de veces máxima que el Pacman puede ser tocado por un fantasma hasta alcanzar su límite.

El tanque de energía, **se representa con un nuevo campo "E" del PacStatus (energy) de 6 bits, en formato BSS(6,4)**. Es por eso que, sólo para este experimento, se deberá alterar el formato del PacStatus de la siguiente manera:

X(5b)	Y(5b)	E(6b)	V (2b)	N (6b)	P (8b)

Consigna
Dado el dominio detallado, se necesita realizar un nuevo test **testGetPrizeWithEnergy** para que al consumir un bonus se actualice la energía y la vida del pacman según la nueva lógica de juego. Para ello, no olvidar plantear el escenario completo, con los valores iniciales y el resultado esperado.

3.6. Caché: Init

Se cuenta con la siguiente arquitectura de caché:

- Cantidad de líneas: 2
- Tamaño de bloque de 4 celdas
- Función de correspondencia: asociativa
- Política de reemplazo: FIFO

Teniendo en cuenta la arquitectura detallada:

1. Considerando la ejecución simulada en la sección 2.2), detallar la información almacenada en la memoria caché al ejecutarse el programa Init. Se recomienda estructurar la información, mediante la siguiente tabla, indicando los aciertos y fallos que se suceden por cada instrucción ejecutada:

Dirección	Tag	Línea	Palabra	F/A	Etapa

2. Analizar la tabla del punto anterior, y explicar detalladamente, a modo de ejemplo, un caso de acierto y uno de fallo, indicando cómo se relaciona la información en cada caso.