

Examen de ingreso
Doctorado en Ciencias Físico Matemáticas
Orientación: Procesamiento Digital de Señales.

Contenido

1. Temas generales

1.1- Estadística descriptiva y probabilidad

1.1.1 Estadística descriptiva (media, moda, mediana, desviación estándar, cuartiles, outliers)

1.1.2 Histogramas y distribuciones de probabilidad (distribuciones normal y uniforme)

1.2- Álgebra lineal

1.2.1 Vectores y operaciones

1.2.2 Matrices y operaciones

1.2.3 Matrices de transformación

1.3- Programación y algoritmia

2. Línea DSP

2.1 - Conocimientos de DSP (digitalización, convolución, DFT/FFT para señales 1D y 2D)

2.1.1 Digitalización y teorema de Nyquist

2.1.2 Convolución 1D

2.1.3 Convolución 2D

2.1.4 Sistemas LTI

2.1.5 Series de Fourier y Transformada Discreta de Fourier

2.1.6 Transformada de Fourier en 2D

2.2 - Inteligencia artificial

3. Línea Control

3.1- Conceptos básicos de control automático

Preguntas

1. Temas generales

Preguntas prácticas, de lógica de programación y resolución de problemas.

1.1- Estadística descriptiva y probabilidad

1.1.1 Estadística descriptiva (media, moda, mediana, desviación estándar, cuartiles, outliers)

Problema 1. En un sistema de medición de temperatura ambiental que registra una muestra cada minuto, y en pantalla se despliega la temperatura media y la desviación estándar de los últimos 10 minutos, sin considerar las observaciones anormales (outliers). Considerando las temperaturas en °C de los últimos diez minutos son $t = [24.5, 25.3, 25.2, 25.4, 26.3, 28.2, 26.2, 22.1, 25.0, 24.3]$, ¿cuál sería el despliegue en pantalla?

1.1.2 Histogramas y distribuciones de probabilidad (distribuciones normal y uniforme)

Problema 1. Se lanza 50 veces una moneda en las que la probabilidad de cara es 0.55. Calcular cuál es el número más probable de caras y qué probabilidad hay de que salga dicho número.

Problema 2. Las probabilidades de cara de dos monedas son 0.45 y 0.65. Calcular la probabilidad de que al lanzar ambas sólo una salga cara. Repetir el ejercicio considerando que las monedas están equilibradas (probabilidades 0.5 y 0.5).

1.2- Álgebra lineal

1.2.1 Vectores y operaciones

Problema 1. Una fuerza $\vec{F} = 2\vec{i} + 2\vec{j} - 3\vec{k}$ es aplicada a una nave espacial cuya velocidad es $\vec{v} = 3\vec{i} - 2\vec{j}$. Exprese \vec{F} como una suma del vector paralelo a \vec{v} (\vec{F}_{\parallel}) y un vector ortogonal \vec{F}_{\perp} (\vec{F}_{\perp}). Nota: el vector de proyección de \vec{F} sobre \vec{v} está dado por $\vec{F}_{\parallel} = \frac{\vec{F} \cdot \vec{v}}{|\vec{v}|^2} \vec{v}$

Problema 2. Calcule el volumen del paralelepípedo si 4 de sus vértices son:
 $(0, 0, 0)$, $(1, 3, 0)$, $(0, -3, 2)$, $(3, 4, 5)$.

Problema 3. Un avión ubicado en el origen, vuela en dirección del punto $(2,2,2)$ a una rapidez de 100 km/s. ¿Cuál es su posición después de 20s?

Problema 4. Obtenga el área del triángulo con vértices $(1, -1, 0)$, $(2, 1, -1)$ y $(-1, -1, 2)$.
. Nota: Usar el producto cruz para encontrar la solución.

1.2.2 Matrices y operaciones

Problema 5. Calcule el precio de la batería de un minidrone, si al comprarlo con su batería cuesta \$2000, pero al comprar 2 minidrones con 6 baterías, el costo es de \$4600.

1.2.3 Matrices de transformación

Problema 1.

1.3- Programación y algoritmia

Problema 1. Comenzando en la esquina superior izquierda de una cuadrícula $N \times M$ y mirando hacia la derecha para avanzar, puedes mantenerte avanzando un cuadrado a la vez en la dirección que estás mirando. Si llegas al límite de la cuadrícula o si el siguiente cuadrado que estás a punto de visitar ya ha sido visitado, gira a la derecha. Te detienes cuando se han visitado todos los cuadrados de la cuadrícula. ¿En qué dirección mirarás cuando te detengas? Por ejemplo: considere el caso con $N = 3$, $M = 3$. La ruta seguida será $(0,0) \rightarrow (0,1) \rightarrow (0,2) \rightarrow (1,2) \rightarrow (2, 2) \rightarrow (2,1) \rightarrow (2,0) \rightarrow (1,0) \rightarrow (1,1)$. En este punto, todos los cuadrados han sido visitados y usted está mirando hacia la derecha.

Entrada: La primera entrada contiene un número entero positivo T , que representa el número de casos de prueba. Cada una de las siguientes T líneas contiene dos enteros N y M , que indican el número de filas y columnas, respectivamente.

Salida: Las T líneas de salida, una para cada caso de prueba, que contienen la dirección hacia donde se quedó mirando al terminar el recorrido. Salida L para izquierda, R para derecha, U para arriba y D para abajo. $1 \leq T \leq 5000$, $1 \leq N, M \leq 10^5$.

Ejemplo de entrada:

4
1 1
2 2
3 1
3 3

Ejemplo de salida:

R
L
D
R

Problema 2. Matriz con hilos (Concurrente)

Objetivo: Crear una aplicación concurrente que minimice el tiempo de llenado de una matriz bidimensional y que calcule el tiempo transcurrido en milisegundos o nanosegundos.

Introducción: Para poder sacar provecho a la programación concurrente, se creará una aplicación donde se genere una matriz bidimensional donde como entrada se pedirán solo los valores del tamaño de la matriz, cuantas filas (n) y cuantas columnas (m), el proceso interno se hará dividiendo la matriz en 4 partes (simulando para cada parte un arreglo bidimensional independiente), el cual será llenado cada uno de ellos por un hilo individual para cada arreglo, como lo muestra la (**Figura 1**):



Figura 1: Matriz general simulada con threads (hilos)

Instrucciones:

1. Crear un programa en cualquier lenguaje de programación, que llene un arreglo bidimensional (Matriz) de $n \times m$. Los valores de n y m se pedirán desde la entrada del teclado, y la restricción será que tanto n como m , tienen que ser números pares (donde al menos m o n , deben de ser múltiplos de 4). Mostrar mensajes de error al usuario en caso de que no sean pares, y pedir de nuevo la reescritura del valor.
2. Para llenar los valores de la matriz (simulada), esta se dividirá en 4 partes iguales (4 arreglos independientes). Se crearán 4 hilos que se lanzarán al mismo tiempo, para llenar cada parte de la matriz (matriz independiente para cada hilo). Cada hilo llenará su parte (sus casillas que le corresponden) con un valor random generado por la computadora (número entero de 10 a 99)

o *Nota 1: Harás solo un procedimiento de llenado de matriz, cada hilo ejecutará este procedimiento. ¡No es hacer un procedimiento por hilo!*

o *Nota 2: Es importante que se genere aquí también una variable que almacene el tiempo de inicio de tiempo al momento que se empieza a llenar el arreglo y finalizar el hilo cuando terminen de ejecutarse los 4 hilos de los arreglos (contar el tiempo y almacenarlo en una variable, al final se necesitará para desplegar el tiempo que duró en llenarla y en sumar el total de las 4 matrices).*

3. Al final solo desplegar la matriz formateada (ya sin tomarlo dentro del tiempo de cálculo del tiempo del algoritmo), como se muestra a continuación:

Nota: Es necesario que después de llenar la matriz, está la despliegue formateada en forma de matriz. Ejemplo (Este proceso ya no estará dentro del cálculo del tiempo, ya que el desplegado en pantalla requiere de varios segundo o minutos), si fue una matriz de 6×8 , desplegarla así:

```
[20] [12] [56][45] [20] [12] [56][45]
[67] [89] [21][12] [67] [89] [21][12]
[20] [12] [56][45] [20] [12] [56][45]
[67] [89] [21][12] [67] [89] [21][12]
[67] [89] [21][12] [67] [89] [21][12]
[20] [12] [56][45] [20] [12] [56][45]
```

Problema 3. Realizar un algoritmo que solicite una cadena de texto al usuario. El algoritmo debe determinar si la cadena de texto es un “pangrama”. Un pangrama es un texto que utiliza todas las letras posibles del alfabeto de un idioma.

Restricciones:

- Considerar que cada letra es representada por un valor numérico (no requiere conversión de tipos) y puede ser comparada con un valor numérico.
- Utilizar el código ASCII para resolver el problema.

Las letras que conforman el alfabeto del idioma a utilizar se presentan en el siguiente código ASCII:

65	A	97	a
66	B	98	b
67	C	99	c
68	D	100	d
69	E	101	e
70	F	102	f
71	G	103	g
72	H	104	h
73	I	105	i
74	J	106	j
75	K	107	k
76	L	108	l
77	M	109	m
78	N	110	n
79	O	111	o
80	P	112	p
81	Q	113	q
82	R	114	r
83	S	115	s
84	T	116	t
85	U	117	u
86	V	118	v
87	W	119	w
88	X	120	x
89	Y	121	y
90	Z	122	z

Problema 4. Realizar un algoritmo que solicite las dimensiones de una matriz cuadrada que realice una analogía de un tablero de ajedrez. El algoritmo debe de colocar el caballo en una posición inicial dentro del tablero y debe de encontrar los movimientos que permitan al caballo recorrer cada casilla del tablero sin repetir ninguna casilla. La solución encontrada debe ser presentada en pantalla.

Movimiento del caballo:

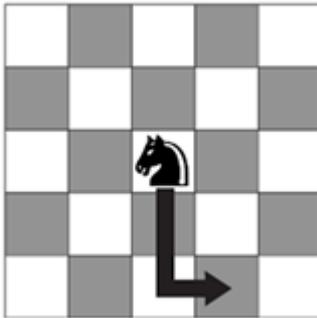


Figura 1: Movimiento del caballo

Soluciones esperadas para matrices de diferentes tamaños:

1	12	17	22	3
18	25	2	11	16
13	8	23	4	21
24	19	6	15	10
7	14	9	20	5

1	22	9	34	3	24
10	33	2	23	16	31
21	8	35	32	25	4
36	11	26	17	30	15
7	20	13	28	5	18
12	27	6	19	14	29

1	32	23	42	3	30	27
22	47	2	31	28	43	4
33	24	45	48	41	26	29
46	21	34	25	44	5	38
15	18	49	40	37	8	11
20	35	16	13	10	39	6
17	14	19	36	7	12	9

1	16	39	22	3	18	49	56
38	23	2	17	60	55	4	19
15	40	63	54	21	48	57	50
24	37	42	59	64	61	20	5
41	14	53	62	47	58	51	30
36	25	46	43	52	31	6	9
13	44	27	34	11	8	29	32
26	35	12	45	28	33	10	7

Problema 5. ¿Alguna vez has jugado Buscaminas? Este pequeño juego viene con un cierto sistema operativo cuyo nombre no podemos recordar. El objetivo del juego es encontrar dónde se encuentran todas las minas dentro de un campo $M \times N$.

El juego muestra un número en un cuadrado que te dice cuántas minas hay adyacentes a ese cuadrado. Cada cuadrado tiene como máximo ocho cuadrados adyacentes. El campo 4×4 de la izquierda contiene dos minas, cada una representada por un carácter "*". Si representamos el mismo campo con los números de pista descritos anteriormente, terminamos con el campo de la derecha:

*	.	.	.	*	1	0	0
.	.	.	.	2	2	1	0
.	*	.	.	1	*	1	0
.	.	.	.	1	1	1	0

Entrada: La entrada constará de un número arbitrario de campos. La primera línea de cada campo contiene dos números enteros n y m ($0 < n, m \leq 100$) que representan el número de líneas y columnas del campo, respectivamente. Cada una de las siguientes n líneas contiene exactamente m caracteres, que representan el campo.

Los cuadrados seguros se indican con "." y minar cuadrados por "**", ambos sin las comillas. La primera línea de campo donde $n = m = 0$ representa el final de la entrada y no debe procesarse.

Salida: Para cada campo, imprima el mensaje Campo #x: solo en una línea, donde x representa el número del campo a partir de 1. Las próximas n líneas deben contener el campo con el "." caracteres reemplazados por el número de minas adyacentes a esa casilla. Debe haber una línea vacía entre las salidas de campo.

Ejemplo de entrada:

```
4 4
*...
....
*...
....
3 5
**...
....
*...
0 0
```

Ejemplo de salida:

```
Campo #1:
*100
2210
1*10
1110

Campo #2:
**100
33200
1*100
```

2. Línea DSP

2.1 - Conocimientos de DSP (digitalización, convolución, DFT/FFT para señales 1D y 2D)

2.1.1 Digitalización y teorema de Nyquist

Problema 1.

2.1.2 Convolución 1D

Problema 1. La convolución permite combinar dos señales y su resultado da lugar a una nueva señal. El operador convolución es la representación más general de un filtrado lineal. La convolución es un operador clave en procesamiento digital de señales ya que permite obtener la señal de salida de un sistema lineal e invariante en el tiempo a partir de la señal de entrada, $x[n]$, y la respuesta al impulso unitario,

$h[n]$. ¿Cuál de las siguientes ecuaciones expresa matemáticamente la definición de convolución en 1D, para señales digitales? .

a.
$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-k]$$

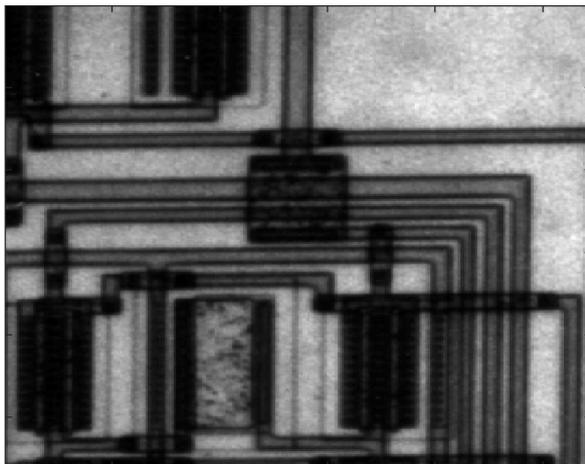
b.
$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[k]$$

c.
$$y[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[n]h[k]$$

Problema 1. ¿Cuál es el resultado de la convolución en 1D de las señales $x_1 = [1 -1 1]$ y $x_2 = [1 1]$?, x_1 es la señal y x_2 es denominado como kernel de convolución.

2.1.3 Convolución 2D

Problema 1. Observe la Figura:



(a)



(b)

Figura 2. (a) Imagen (señal bidimensional) , (b) imagen resultado de una convolución

Las imágenes en la Figura 2 representan a una señal digital bidimensional (Figura 2(a)) y al resultado de la convolución en 2D , Figura 2(b). Observe que en la imagen

de la derecha los bordes con orientación vertical son realizados. ¿Cuál de los kernels de convolución que a continuación se indican es el apropiado para lograr el resultado en la Figura 2(b).

- a) $h = [0 \ 0 \ 1]$
- b) $h = [1 \ 0 \ 1]$
- c) $h = [-1 \ 0 \ 1]$

2.1.4 Sistemas LTI

Problema 1. Un sistema es Lineal e Invariante (LTI) en el tiempo si cumple con las propiedades de linealidad (principio de superposición proporcional) y de invarianza en el tiempo. En las Figuras 3 y 4 se representan las propiedades de linealidad y de invarianza en el tiempo, respectivamente.

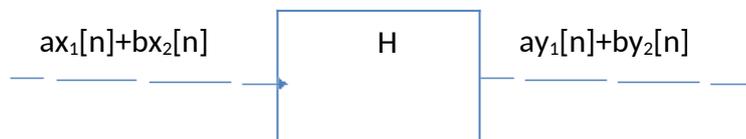


Figura 3. Representación de la propiedad de linealidad.

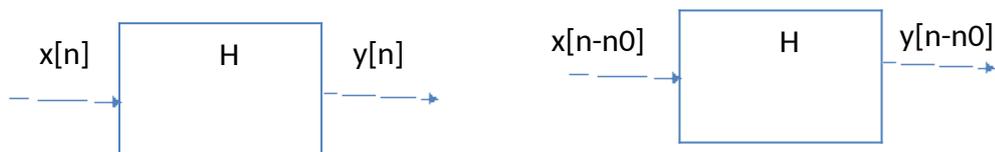


Figura 4. Representación de la propiedad de invarianza en el tiempo.

¿Cuál de los siguientes sistemas es LTI?:

- a) $y[n] = x[n] - x[n-1]$
- b) $y[n] = x[-n]$
- c) $y[n] = x[n]+1$

Demuestre su respuesta.

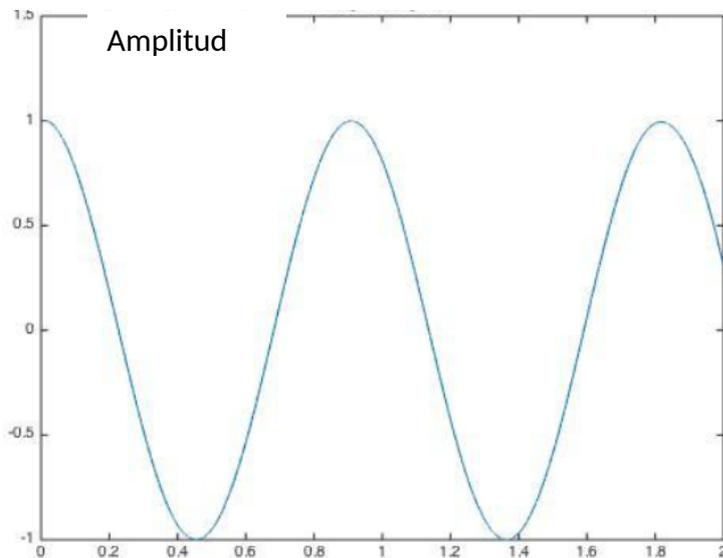
2.1.5 Series de Fourier y Transformada Discreta de Fourier

Problema 1.

2.1.6 Transformada de Fourier en 2D

Problema 1.

Problema 1. La Figura 1 representa el comportamiento de cierta señal analógica en el tiempo. Se conoce que la frecuencia máxima de la señal es $f_{max} = 1.099 \text{ Hz}$. Para digitalizar la señal representada, cuál debe ser el valor máximo del período de muestreo.



Tiempo

Figura 1. Señal en el tiempo.

Problema 1. Dada la señal senoidal de voltaje expresada como:

$$v(t) = 200 \cdot \cos(300t)$$

Indique frecuencia, periodo y amplitud.

Problema 1. Considera la señal análoga $x(t) = 4 \cos(2\pi t)$ definida en $-\infty < t < \infty$. Para qué valores del período de muestreo T_s :

- a. $T_s = 0.1$ seg.
- b. $T_s = 0.5$ seg.
- c. $T_s = 1$ seg

la señal discreta, $x[n]$, pierde menos información de la señal análoga.

Problema 1. Para entender la transmisión de video en Internet, considere la cantidad de datos que es necesario comprimir por el video compresor cada segundo. Asuma que el tamaño de cada cuadro del video es 352x240 píxeles y que para obtener una imagen de calidad aceptable se usan 8 bits por pixel. Por otro lado, considere que para evitar el efecto de imagen congelada se consideran 60 cuadros por segundos. Luego de esta explicación responda las siguientes preguntas:

- a. ¿Cuántos píxeles se procesan cada segundo?.
 - b. ¿Cuántos bits se deben procesar cada segundo?.
-

2.2 - Inteligencia artificial

3. Línea Control

3.1- Conceptos básicos de control automático

1.- ¿Cómo se definen los lazos de control primario y secundario de un proceso?

R: los lazos de control se definen por un análisis de sensibilidad o estudio paramétrico que establece las posibles variables de entrada que pueden manipular a las posibles variables de la salidas controladas.

2.- ¿Qué son los sistemas de control automático?

Son un conjunto de técnicas que permiten implantar estrategias para mantener condiciones físicas, o cantidades de variables medibles en valores deseados dentro de un proceso.

3.- ¿Menciona 5 sensores que se utilizan en un proceso químico?

R: Presión, temperatura, flujo, PH, Oxígeno, Hidrógeno, Etanol, CO, CO₂, Concentración.

4.- Organice los siguientes componentes del sistema de medición de temperatura: Cuerpo caliente, sistema de visualización, termopar, amplificador y convertidor

R: cuerpo caliente, termopar, amplificador y convertidor, sistema de visualización.

5.- ¿Qué tipo de sensores no requieren de una fuente externa para generar una señal.

R: sensores pasivos.

5: ¿Qué es el tiempo de asentamiento en un sistema de control?

R: Es el tiempo requerido para que las oscilaciones amortiguadas transitorias alcancen y permanezcan dentro del $\pm 2\%$ o del $\pm 5\%$ del valor final o valor en estado estable.

6.- ¿Qué es una perturbación en un proceso?

R: Es una entrada no deseada.

7.- ¿Cuáles son los modelos representativos para simular los sistemas de control?

R: Función de transferencia y espacio de estados.

8.- ¿Cuáles son los efectos de las acciones de control Proporcional, Integral y Derivativa en la respuesta del sistema?

R: Proporcional: genera una respuesta proporcional a los cambios del error y dependiendo de su magnitud, será la magnitud de la señal de control generada. No reduce el error en estado estacionario. Integral: reduce el error en estado estacionario, pero tiende a introducir oscilaciones en la respuesta de la salida del sistema. Derivativa: reduce las oscilaciones en la respuesta de la salida del sistema en función de la anticipación a los cambios del error, pero tiende a amplificar el ruido que presentan los sensores.

9.- ¿Qué es la variable controlada en un sistema de control?

R: Es la magnitud referente a la salida del sistema y es la variable que se desea tener en un valor deseado.

10.- ¿Qué es la variable manipulada en un sistema de control?

R: Es la magnitud que se modifica para poder llevar a la variable controlada al valor deseado. Es la señal que genera el controlador en función del error entre la referencia y la salida del sistema.