

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

PAUTA CERTAMEN 1

Profesor: Nicolás Rojas Morales

Instrucciones:

2023-02

- Escriba y fundamente adecuadamente sus respuestas con **LETRA CLARA**.
- Utilice lápiz pasta (no borrable) para tener derecho a eventuales correcciones.
- Tiempo: 2 horas y 30 minutos

1. Contenidos - Verdadero o Falso:

1. (5 puntos) Si un problema no tiene solución usando FC, puede ser que usando BT se encuentre solución.

Falso, el algoritmo de búsqueda no genera diferencia en que el problema tenga o no solución.

2. (5 puntos) La heurística del ordenamiento dinámico de variables hace que cualquier algoritmo que resuelva CSP sea más eficiente.

Falso, el efecto depende de la técnica y del grafo de restricciones.

3. (5 puntos) Arco Consistencia es eficiente ya que permite iterar menos para encontrar una solución, al costo de perder soluciones al obtener dominios vacíos.

Falso, Arco Consistencia filtra valores de los cuales se está seguro que no pertenecen a una solución. Por ende, no existe pérdida de soluciones.

4. (5 puntos) Los modelos de set covering y set packing comparten la definición de función objetivo, constantes y restricciones.

Falso, Set Covering tiene restricciones de tipo “al menos” (\geq) y una función objetivo que se minimiza. Por el contrario, Set Packing tiene restricciones de tipo “a lo más” (\leq) y una función objetivo que se maximiza.

5. (5 puntos) Cuando FC realiza filtrado de dominios y se obtiene un dominio vacío, el problema no tiene solución.

Falso, al encontrar un dominio vacío, FC evalúa los demás valores del dominio de la variable siendo instanciada y continúa la búsqueda.

6. (5 puntos) La rutina $REVISE(X_i, X_k)$ se encarga de eliminar aquellos valores inviables de sus dominios.

Falso, Revise se encarga de eliminar los valores inviables únicamente del dominio de X_i .

7. (5 puntos) La explosión combinatorial en el problema del presupuesto se genera al considerar más años y más recursos por año.

Falso, en un modelo binario, la explosión combinatorial sucede al aumentar la cantidad de actividades a decidir sobre su realización.

8. (5 puntos) Si un problema no tiene solución usando RFLA, puede ser que usando GBJ se encuentre solución.

Falso, el algoritmo de búsqueda no genera diferencia en que el problema tenga o no solución.

9. (5 puntos) Utilizar un modelo de set packing y el método de generación de columnas es apropiado para el American Airlines Crew Scheduling Problem.

Falso, es apropiado utilizar Set Covering o Set Partitioning, debido a que se están minimizando los costos del problema.

10. (5 puntos) Un problema A es NP-Completo, si A es un problema de reconocimiento y A puede ser transformado en Q' usando NC $\forall Q' \in P$.

Falso, A es un problema NP-Completo si:

- A pertenece a la clase NP
- para todo problema Q' de la clase NP, Q' puede ser transformado en A .

11. (5 puntos) Agregar un salto inteligente a BT, que retorne a la variable más recientemente instanciada conectada en el grafo de restricciones evita el trashing.

F, BT con el salto mencionado es GBJ, y su inclusión podría reducir el trashing (dependiendo del problema que está siendo resuelto) PERO no lo evita (grafo totalmente conexo).

12. (5 puntos) Si un problema no tiene solución usando BT, puede ser que usando Real Full Look Ahead se encuentre solución. Falso, el algoritmo de búsqueda no genera diferencia en que el problema tenga o no solución.

2. Contenidos - Desarrollo: Responda detalladamente cada pregunta.

1. (5 puntos) Considerando el método de la variable encapsuladora, escriba una definición de variable para el QAP.
Explique claramente qué ventajas tiene utilizar el método en su definición.

X_i = tienda que se asigna a la ubicación i .

Ventajas: permite no definir restricciones de unicidad, ya que con la definición de la variable, se asignaría una tienda por ubicación y viceversa.

2. (5 puntos) Considerando el método de la variable encapsuladora, escriba una definición de variable para el Job Shop.
Explique claramente qué ventajas tiene utilizar el método en su definición.

X_{ij} = tiempo en que el procesador i inicia el uso del trabajo j

Ventajas: permite no definir restricciones de unicidad por unidad de tiempo.

3. (5 puntos) Considerando el método de la variable encapsuladora, escriba una definición de variable para el problema de Asignación Máquina-Tarea.
Explique claramente qué ventajas tiene utilizar el método en su definición.

X_i = tarea asignada a la máquina i .

Ventajas: permite no definir restricciones de unicidad, ya que con la definición de la variable, se asignaría una tarea por máquina y viceversa.

4. (5 puntos) Considere la siguiente definición de variables para el problema de programación de cursos en Universidades:
 $X_{cts} = 1$, si la clase c se programa en el tiempo t en la sala s , 0 si no.
y las constantes:
 $a_{ec} = 1$ si el estudiante e atiende la clase c , 0 si no.
Explique con palabras la siguiente restricción:

$$\sum_s \sum_c a_{ec} \cdot X_{cts} \leq 1, \forall e, \forall t. \quad (1)$$

R:

Considerando todas las clases (y salas) que atiende un estudiante e , **a lo más se puede asignar una única clase** en un mismo tiempo/timeslot/bloque t .

Efecto: evitar existencia de topes de horario para cada estudiante e

5. (5 puntos) Considere la siguiente definición de variables para el problema de ruteo de vehículos:
 $X_{ij} = 1$, si se usa el arco que va desde el nodo i al nodo j , 0 si no.
 u_i =, carga en el vehículo después de visitar el nodo i

Si d_i corresponde a la demanda del nodo i y C a la capacidad de los vehículos, explique con palabras la siguiente restricción:

$$u_i - u_j \geq d_j - C \cdot (1 - X_{ij}) \quad (2)$$

R: Si un vehículo utiliza el arco que conecta el nodo i con el nodo j , la carga que lleva al nodo j debe ser suficiente (representada en la diferencia de u) para satisfacer la demanda d_j en el nodo j .
En caso contrario (no utilizar el arco), la restricción se relaja.

3. Modelado (30 puntos)

El Departamento de Informática se prepara para realizar un importante evento, el cuál considera la realización de siete charlas distintas: (A)nálisis de Datos, (B)ases de datos, (C)omputación Científica, (D)iseño de Algoritmos, (E)structuras de Datos, (F)undamentos de Informática y (G)raficas en Python. Cada charla es dictada por un@ o más profesores y no todas las charlas necesitan de tod@s l@s profesores.

Cada profesor recibe un salario/pago proporcional al número de charlas en las que está presente (dictando o no su charla), desde la primera en la que es citado hasta la última en la que interviene. Como consecuencia, ningún profesor recibirá su sueldo por charlas en las que esté presente antes de la primera en la que sea obligatoria su presencia, ni después de la última en la que sea necesario (pero sí por todas las demás charlas intermedias). La siguiente tabla muestra las charlas en las que cada profesor debe dictar su cátedra, así como el sueldo que recibe por cada charla en la que tenga necesariamente que estar presente.

Profesor	J.L.	M.R.	N.R.	L.C.	Z.E.	P.G.	R.C.	T.R.	Q.R.
Charlas	A,G	B,D,G	A,B,E,G	A,C,E	B,C,E,F	A,B,D,F,G	C,E,G	D,F	A,B,C
Sueldo por Charla	2	3	3	2	1	2	2	1	2

Por ejemplo, si las charlas son dictadas en orden GFEDCBA, el profesor Q.R. recibirá cinco sueldos: desde la primera en la que es requerido (G) hasta su última charla (C), y todas las charlas intermedias (sea relator o no).

- Plantee el modelo que le permita al director del Departamento de Informática ordenar las charlas para minimizar el costo total de los salarios. Para cada componente del modelo se pide una explicación en palabras de su significado en el contexto del problema.

VARIABLES (total: 8 puntos):

(2 punto) $X_{ij} = 1$, se asigna la charla i en la posición j , 0 c.c.

(3 puntos) u_k = última charla en la que se requiere al prof. k

(3 puntos) f_k = primera charla en la que se requiere al prof. k

CONSTANTES (total: 5 puntos):

(2 puntos) $a_{ik} = 1$, la charla i requiere al prof. k , 0 c.c.

(1 punto) s_k = sueldo del profesor k .

(1 punto) C = cantidad de charlas, P = cantidad de Profesores.

(1 punto) N = cantidad de posiciones, M = cte. muy grande

FUNCION OBJETIVO (total: 2 puntos)

$$\text{mín } z = \sum_{k=1}^P s_k \cdot (u_k - f_k + 1)$$

RESTRICCIONES (total: 15 puntos)

- (2 puntos) Se asigna una única charla por posición:

$$\sum_{i=1}^C X_{ij} = 1, \forall j \in [1, N] \quad (3)$$

- (2 puntos) Se asigna una posición por charla:

$$\sum_{j=1}^N X_{ij} = 1, \forall i \in [1, C] \quad (4)$$

3. (5 puntos) Última charla del profesor k :

$$j \cdot a_{ij} - M \cdot (1 - X_{ij}) \leq u_k, \forall i \in [1, C], j \in [1, N], k \in [1, P] \quad (5)$$

4. (5 puntos) Primera charla del profesor k :

$$j \cdot a_{ij} + M \cdot (1 - X_{ij}) \geq p_k, \forall i \in [1, C], j \in [1, N], k \in [1, P] \quad (6)$$

5. (1 punto) Naturaleza de las variables:

$$X_{ij} \in \{0, 1\} \quad (7)$$

$$u_k, p_k \in [1, C] \quad (8)$$

Descuentos Restricciones:

- Restricciones de activación u_k, p_k no son lineales, tienen un máximo de 2 puntos.
- Restricción sin explicación en palabras, medio punto menos (excepto en nat. de las variables).

4. Resolución (30 puntos)

La Familia Reyes-Burgos está organizando sus vacaciones para fin de año y se contactan con el hotel Doña Emilia. El hotel Doña Emilia tiene 6 habitaciones con distintas comodidades y está ubicado en Arica. Victor Burgos (40 años) y Eliana Reyes (39 años) tienen tres hijos: Facundo (17 años), Belén (15 años) y Mauricio (14 años). Las habitaciones tienen las siguientes características:

Número Habitación	Televisión	Aire Acondicionado	Cama 1 Plaza	Cama 2 Plazas	Vista al Mar	Piso
101		X	X			1
102				X		1
201	X			X	X	2
202				X	X	2
301	X			X	X	3
302		X			X	3

L@s Reyes-Burgos se reúnen para ponerse de acuerdo en algunos aspectos, de cada integrante expresó las características que debían tener sus habitaciones (y algunas condiciones producto de posibles peleas entre l@s herman@s). Facundo y Belén no pueden compartir habitación (ya que tienden a pelear en vacaciones). Victor solicita tener una habitación con vista al mar, y su pareja (con quien comparte habitación), pide que la cama sea de dos plazas y que ningún hijo comparta habitación con ell@s. A Facundo sólo le interesa que su habitación tenga televisión. Belén, como es apegada a su madre, pide estar en una habitación en el mismo piso que Eliana. Además, Belén requiere que su habitación tenga Aire Acondicionado. Mauricio tiene sueño delicado, por lo que pide no estar en alguna habitación del primer piso del hotel (por los ruidos de los vehículos).

1. (9 puntos) Presente el modelo específico del problema que permita encontrar en qué habitación duerme cada persona.

Variables: (0.5 p)

X_i = habitación asignada a la persona i

Dominio: (0.5 p)

$D_i = \{101, 102, 201, 202, 301, 302\}$

Nota: X_{Vic} y X_{Eli} se consideran una misma variable: X_{VELI}

Restricciones (1 punto por situación manejada adecuadamente, 0.5 de dcto por restricción faltante):

1. Padres no comparten habitación con hijos:

$$X_{VELI} \neq X_{BEL}$$

$$X_{VELI} \neq X_{FAC}$$

$$X_{VELI} \neq X_{MAU}$$

2. Mauricio no se aloja en el primer piso:

$$X_{MAU} \neq 101$$

$$X_{MAU} \neq 102$$

3. Belén y Facundo no pueden compartir habitación:

$$X_{BEL} \neq X_{FAC}$$

4. Victor solicita una habitación con vista al mar:

$$X_{VELI} \neq 101$$

$$X_{VELI} \neq 102$$

5. Eliana solicita una habitación con cama de 2 plazas:

$$XVELI \neq 101$$

$$XVELI \neq 302$$

6. Facundo solicita una habitación con TV:

$$XFAC \neq 101$$

$$XFAC \neq 102$$

$$XFAC \neq 202$$

$$XFAC \neq 302$$

7. Belén mismo piso que su madre:

$$|XBEL - XVELI| \leq 1$$

8. Belén solicita habitación con Aire Acondicionado:

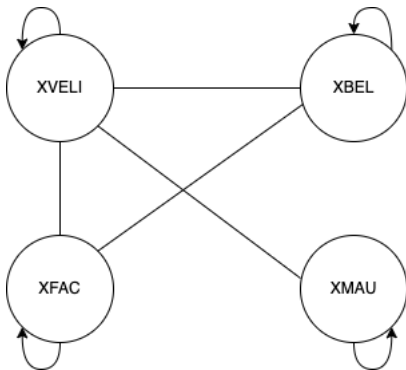
$$XBEL \neq 102$$

$$XBEL \neq 201$$

$$XBEL \neq 202$$

$$XBEL \neq 301$$

2. (1 punto) Presente el grafo de restricciones del problema.



3. (2 puntos) Aplique NC sobre el modelo presentado.

Al aplicar NC se obtienen los siguientes dominios.

- $XVELI = \{201, 202, 301\}$
- $XBEL = \{101, 302\}$
- $XFAC = \{201, 301\}$
- $XMAU = \{201, 202, 301, 302\}$

(0.5 p) por dominio correctamente filtrado.

4. (9 puntos) Obtenga una solución utilizando GBJ, ordenando las habitaciones de menor a mayor número y las personas de mayor a menor edad.

INST	PUNTO DE RETORNO	CHEQUEOS
(XVELI,201)		0
(XFAC,201)		1
(XFAC,301)		1
(XBEL,101)		2
(XBEL,302)	XFAC \rightarrow XVELI	2
(XVELI,202)		0
(XFAC,201)		1
(XBEL,101)		2
(XBEL,302)	XFAC	2
(XFAC,301)		1
(XBEL,101)		2
(XBEL,302)	XFAC \rightarrow XVELI	2
(XVELI,301)		0
(XFAC,201)		1
(XBEL,101)		2
(XBEL,302)		2
(XMAU,201)		1

Cuadro 1: Desarrollo GBJ

(0.5 p) por cada instanciación, pto. de retorno y cantidad de cheques correcto.

(0.5 p) Solución: $(XVEL, XFAC, XBEL, XMAU) = (301, 201, 302, 201)$.

5. (8 puntos) Usando las mismas heurísticas, encuentre una solución con CBJ.

INST	PUNTO DE RETORNO	CONJ. CONF	CHEQUEOS
(XVELI,201)			0
(XFAC,201)		CFAC=(XVELI)	1
(XFAC,301)			1
(XBEL,101)		CBEL=(XVELI)	2
(XBEL,302)	XVELI	CBEL=(XVELI)	2
(XVELI,202)			0
(XFAC,201)			1
(XBEL,101)		CBEL=(XVELI)	2
(XBEL,302)	XVELI	CBEL=(XVELI)	2
(XVELI,301)			0
(XFAC,201)			1
(XBEL,101)		CBEL=(XVELI)	2
(XBEL,302)			2
(XMAU,201)			1

Cuadro 2: Desarrollo CBJ

(0.5p) Por instanciación correcta + Salto correcto y Conj. Conf correcto.

(1 punto) Solución: $(XVEL, XFAC, XBEL, XMAU) = (301, 201, 302, 201)$.

6. (1 punto) Compare el desempeño de ambos algoritmos.

CBJ:

- 14 instanciaciones
- 2 saltos
- 17 chequeos

GBJ:

- 17 instanciaciones
- 5 saltos
- 22 chequeos

Puntaje: comparar al menos 2 metricas por algoritmo (0.5p. por cada una).