

# Inteligencia Artificial - Campus Santiago

CERTAMEN #2  
Profesor: Elizabeth Montero

31 de Mayo de 2010

Instrucciones:

- Responda cada parte en una hoja separada identificada con nombre y carnet de identidad.
- Escriba las preguntas con tinta para tener derecho a eventuales correcciones.
- Tiempo: 120 minutos.
- No se permite ningún material de apoyo.

1. (20 puntos)

a) Explique la representación, el movimiento y la función de aptitud utilizados para resolver puzzles Sudoku.

La representación se realiza con una matriz de  $n^2 \cdot n^2$ , donde en cada [fila/columna/cuadrado de  $n \cdot n$ ] debe aparecer sólo una vez cada número entre 0 y  $n^2$ . El movimiento consiste en intercambiar dos valores no fijos pertenecientes a un mismo cuadrado de  $n \cdot n$ . La función de aptitud suma la cantidad de números repetidos en cada fila y cada columna.

b) ¿Cuáles son los cuatro tipos principales de metaheurísticas?. Explíquelas.

- Las metaheurísticas constructivas se orientan a los procedimientos que tratan de la obtención de una solución a partir del análisis y selección paulatina de las componentes que la forman.
- Las metaheurísticas de relajación se refieren a procedimientos de resolución de problemas que utilizan relajaciones del modelo original cuya solución facilita la solución del problema original.
- Las metaheurísticas de búsqueda guían los procedimientos que usan transformaciones o movimientos para recorrer el espacio de soluciones alternativas y explotar las estructuras de entornos asociadas.
- Las metaheurísticas evolutivas están enfocadas a los procedimientos basados en conjuntos de soluciones que evolucionan sobre el espacio de soluciones.

c) Explique las principales recomendaciones en la adaptación de técnicas de búsqueda basadas en poblaciones.

- Información pertinente debe ser transmitida en la fase de cooperación.
- La combinación de dos soluciones padre equivalentes no deberían producir una descendencia diferente de los padres.
- La diversidad debe ser preservada en la población.

d) Explique los objetivos y restricciones del modelo de optimización de carga en el problema de optimización de transporte de madera.

El problema global implica identificar al menos tres sub-problemas:

- Load collection planning
- Allocation of loads to destinations
- Truck routing and scheduling

Cada uno de ellos define un conjunto de objetivos y restricciones, por ejemplo:

Objetivos:

En el problema de recolección:

- Maximizar la madera incluida en los camiones de carga
- Minimizar el número de camiones de carga cortos
- Minimizar el tiempo total de recolección

- Preferir lotes cercanos

En el problema de reparto:

- Maximizar la satisfacción de las demandas de los destinatarios. (cantidades diarias, surtidos de madera, etc)
- Minimizar la insatisfacción de las cuotas regionales.
- Minimizar los costos de transporte.

En el problema de ruteo y calendarización de los camiones:

- Maximizar la satisfacción de las demandas de los destinos (cantidades, surtidos de madera, tiempos de entrega objetivos).
- Minimizar medidas de largo de las rutas (cargos por conducción vacía, conducción adicional a puntos de cambio de conductor, tiempos de espera).
- Preferir recolectar cargas por camiones locales.
- Evitar desplazamientos cortos por un desplazamiento largo al comienzo.
- Minimizar la violación de las cuotas de carga de los camiones.

Restricciones: En el problema de recolección:

- Siempre recolectar el lote completo a menos que el camión de carga este lleno.
- Visitar las rutas de bosques de menor calidad primero.
- Dejar para el final los lotes que aún están siendo cosechados.
- Fechas disponibles de recolección para los lotes.

En el problema de reparto:

- Fechas factibles de transporte para las cargas.
- Destinos posibles para cada carga.
- Consideraciones especiales para aquella madera aun no cosechada.

En el problema de ruteo y calendarización de los camiones:

- Ventanas de tiempo de entrega en los destinos.
- Tiempo libre programado para los camiones.
- La congestión relacionada con los plazos en los lotes y los destinos.
- Restricciones de las órdenes para las cargas.
- Restricciones de compatibilidad entre camiones y destinos, camiones y puntos de recolección
- Tiempo maximo entre cambio de conductores.
- Transportar todas las cargas.

## 2. (40 puntos)

a) ¿Cómo se realiza exploración en un algoritmo Hill-Climbing?

El algoritmo Hill-Climbing no implementa exploración, Hill-Climbing con restart incorpora exploración en cada restart cuando la generación de la nueva solución inicial es aleatoria.

b) ¿Cuál es la mejor combinación entre exploración y explotación?. Explique.

Siempre es bueno comenzar explorando para encontrar zonas atractivas que explotar en el espacio de búsqueda.

c) ¿Qué ventaja(s) poseen las técnicas de búsqueda completas comparadas con las técnicas incompletas?

- Las técnicas de búsqueda completas son capaces de encontrar el óptimo global y/o determinar que el problema no tiene solución. Una técnica incompleta sólo es capaz de encontrar óptimos locales.
- Las técnicas de búsqueda completa son métodos deterministas, es decir, en todas las ejecuciones entregan el mismo resultado. Las técnicas de búsqueda incompletas son métodos estocásticos, por lo tanto, en cada ejecución entregan resultados diferentes.

- d) ¿Qué se entiende por presión de selección?. ¿Cómo se relaciona con el proceso de exploración/explotación en un algoritmo genético?

La presión de selección se entiende como la tendencia a considerar o no la calidad de los individuos en el proceso de selección en un algoritmo evolutivo. Se dice que la presión de selección es alta cuando la calidad de los individuos es importante al momento de seleccionar los individuos, esto favorece la explotación en el algoritmo. Se dice que la presión de selección es baja cuando la selección de individuos se realiza casi de forma indiferente con respecto a su calidad, esto favorece la exploración en el algoritmo.

- e) ¿Cómo se promueve la explotación en un algoritmo Simulated Annealing?. ¿Cómo se promueve la exploración en un algoritmo Simulated Annealing?

En el algoritmo Simulated Annealing se controla el balance entre explotación y exploración a través de la temperatura. Una alta temperatura permite aceptar más movimientos que empeoran la calidad de la solución, por lo tanto favorece la exploración en el algoritmo. Por otro lado, cuando la temperatura es baja, pocos movimientos que empeoran la calidad de la solución serán aceptados, por lo tanto se favorece el proceso de explotación.

- f) ¿Cómo podría variar el tamaño de la población en un algoritmo genético de forma de promover la debida exploración/explotación de la búsqueda?. Justifique.

Una población de gran tamaño favorece el proceso de exploración y una población pequeña favorece el proceso de explotación, por lo tanto, sería sensato comenzar con una población grande e ir reduciendo el tamaño a medida que avanza la búsqueda.

- g) ¿Por qué **no** es recomendable seleccionar **exclusivamente** los mejores individuos en el proceso de selección de un algoritmo genético?

Esto implicaría una altísima presión de selección que llevaría a una convergencia prematura del algoritmo.

- h) Explique en qué consiste el University Course Timetabling Problem (UCTTP). ¿Qué se entiende por restricciones blandas y restricciones duras?. De un ejemplo de cada una de ellas en el UCTTP.

El UCTTP es un problema de calendarización de eventos en instantes de tiempo y salas. Las restricciones duras no pueden ser violadas pues definen la factibilidad de la solución. Un ejemplo de restricción dura en el UCTTP es que dos eventos no pueden realizarse en el mismo instante de tiempo en la misma sala. Las restricciones blandas definen la calidad de la solución a través de penalizaciones. Un ejemplo de restricción blanda en el UCTTP es que los estudiantes no tengan clases en el último bloque del día.

### 3. (15 puntos)

Dada la representación por lista de referencia para el problema del vendedor viajero. Considere una problema de 6 ciudades y responda.

- a) ¿Esta representación es adecuada para un algoritmo de búsqueda local?. Explique.  
En general no es adecuada, la representación complica la explotación que requieren realizar los algoritmos de búsqueda local estudiados.

- b) ¿Cree Ud. que el operador de cruzamiento uniforme realiza una mejor explotación que el cruzamiento en un punto con esta representación?. Compare.

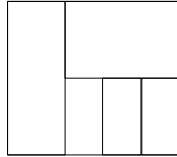
El operador de cruzamiento uniforme toma para cada variable el valor que tiene asignado uno de los padres. En este caso las soluciones generadas también son soluciones factibles para el TSP, pero el operador tampoco explota.

- c) ¿Cree Ud. que el operador de cruzamiento en dos puntos realiza una mejor explotación que el cruzamiento en un punto con esta representación?. Compare.

El operador de cruce en dos puntos intercambia la zona definida por los dos puntos de corte entre ambos padres. En este caso las soluciones generadas también son soluciones factibles para el TSP, pero el operador tampoco explota.

4. (25 puntos)

Considere el problema de coloreo de 3 colores descrito por el mapa de la figura:



- a) Determine una representación, una función de aptitud y un movimiento que le permitan utilizar un algoritmo de búsqueda local .

La representación puede ser una lista de tamaño 5. Cada una de las variables representa el color del cual se pinta la región en cuestión. Se consideran tres colores cualquier: { R: Rojo, A: Azul; V: Verde}.

La función de aptitud debe ser definida como la penalización de las restricciones insatisfechas, pues estamos trabajando con un CSP.

El movimiento puede ser cambiar el color de una de las variables por otro color en su dominio.

- b) Describa las primeras 5 iteraciones del proceso de búsqueda realizado por Tabu Search *primera mejora*. Considere como solución inicial todas las regiones coloreadas del mismo color y un tamaño de lista 2. Utilice la siguiente tabla para ordenar su desarrollo.

iteración	sol. actual	aptitud sol. actual	vecindario	lista tabú	mov. tabú
-----------	-------------	---------------------	------------	------------	-----------

- c) ¿Varía su resultado al considerar una lista de largo 3?, ¿Y al considerar un largo mayor?. Ejemplifique.

En este caso, si se almacena la variable a modificar como tabú, es interesante el efecto que se produce con listas largas pues restringen el tamaño del vecindario y, por tanto, la búsqueda y las posibilidades de encontrar el óptimo. En este caso es posible definir como tabu la asignación de un color a una variable. Es importante recalcar que esto se produce porque se tiene un problema de 5 variables y una lista de largo 3 ó más.