

Apellidos y Nombres: .....

CUI: .....

Fecha: 09 de mayo del 2019

Sección: A

Docente: Dr. Edward Hinojosa Cárdenas

**Escribir con lapicero. Respuestas con lápiz no serán corregidas ni evaluadas. Evitar borrones. Escribir claro y legible. Todas las respuestas en hojas adicionales. No se corregirá respuestas en la hoja de la evaluación. Colocar su nombre en todas las hojas que entregue. Numerar sus respuestas. No se permite bajo ningún motivo el uso de celulares. Entregar la hoja de evaluación.**

- 1) Muestre el Algoritmo (puede ser pseudocódigo) o flujograma (puede ser esquema) del Algoritmos Ant System (AS)

```

Initialize
For  $t = 1$  to number of iterations do
    For  $k = 1$  to  $m$  do
        Repeat until ant  $k$  has completed a tour
            Select the city  $j$  to be visited next
            with probability  $p_{ij}$  given by equation (1)
            Calculate the length  $L_k$  of the tour generated by ant  $k$ 
            Update the trail levels  $\tau_{ij}$  on all edges according to equation (2)
    End
End
    
```

Ant system algorithm in PseudoCode

- 2) **(2 puntos)** Para el Algoritmos Ant System (AS), defina la regla de elección probabilística (llamada regla proporcional aleatoria), y explique cada uno de los elementos.

$$p_{ij}^k = \begin{cases} \frac{[\tau_{ij}]^\alpha [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{l \in \mathcal{N}_i^k} [\tau_{il}]^\alpha [\eta_{il}]^\beta} & \text{si } j \in \mathcal{N}_i^k \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

- $k$  Índice la hormiga.
- $i, j, l$  Nodos o ciudades
- $\tau_{ij}$  Feronoma entre los arcos  $i$  y  $j$ .
- $\eta_{ij} = 1/d_{ij}$  Visibilidad entre los arcos  $i$  y  $j$ . Inversa de la distancia entre los arcos  $i$  y  $j$ . Un valor heurístico disponible a priori.
- $\alpha, \beta$  Son dos parámetros que establecen la importancia relativa de los rastros de feromona y de la información heurística respectivamente.
- $\mathcal{N}_i^k$  Vecindario alcanzable por la hormiga  $k$  cuando se encuentra en el nodo  $i$  (esto es, el conjunto de ciudades que la hormiga  $k$  aún no ha visitado).

- 3) **(2 puntos)** Numere las diferencias entre el Algoritmo Ant System (AS) y el Algoritmo Best Worst Ant System (BWAS)
- El mecanismo de actualización de feromona es más explorativo al evaporar todos los rastros, reforzar positivamente sólo los de la mejor solución global y negativamente los de la peor solución actual.
  - Aplica una mutación de los rastros de feromona para diversificar.
  - Reinicializa la búsqueda cuando se produce estancamiento.
- 4) **(2 puntos)** Numere las diferencias entre el Algoritmo Ant System (AS) y el Algoritmo Ant Colony System (ACS)
- El ACS usa una regla de transición distinta, denominada regla proporcional pseudoaleatoria. Sea  $k$  una hormiga situada en el nodo  $i$ , el siguiente nodo  $j$  se elige aleatoriamente mediante la siguiente distribución de probabilidad:

$$j = \begin{cases} \arg \max_{l \in N_i^k} \{ \tau_{il} [\eta_{il}]^\beta \} & \text{si } q \leq q_0 \\ J & \text{en otro caso} \end{cases}$$

- En ACS sólo se permite que una hormiga (la hormiga bestso-far, la mejor hormiga en todas las iteraciones) agregue feromona después de cada iteración.
  - Además de la regla de actualización de feromona que se realiza al final de cada iteración, en el ACS, las hormigas usan una regla de actualización de feromona local (también referida como online) que aplican cada vez que atraviesan un arco  $(i, j)$  durante la construcción de la solución
- 5) **(2 puntos)** Muestre el Algoritmo (puede ser pseudocódigo) o flujograma (puede ser esquema) del ACS

---

**Procedure of ACS Algorithm:**

**Begin**

Initialize

**While** stopping criterion not satisfied **do**

Position each ant in a starting node

**Repeat**

**For each** ant **do**

Choose next node by applying the state transition rule

Apply step by step pheromone update

**End for**

**Until** every ant has built a solution

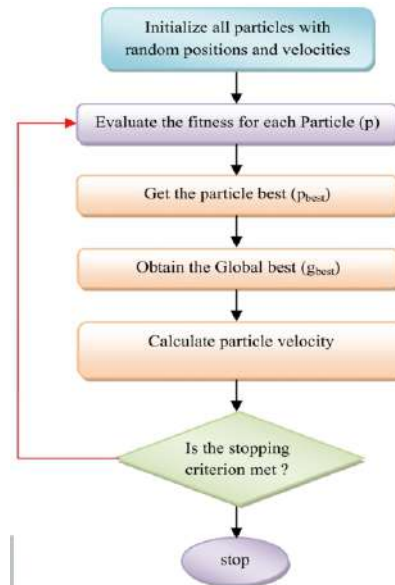
Update best solution

Apply offline pheromone update

**End While**

**End**

6) **(2 puntos)** Muestre el Algoritmo (puede ser pseudocódigo) o flujograma (puede ser esquema) del Particle Swarm Optimization (PSO):



7) **(1 punto)** En el algoritmo PSO, numere los factores que toma en cuenta cada partícula para desplazarse en el espacio de búsqueda

- Su conocimiento sobre el entorno (su valor de fitness).
- Su conocimiento histórico o experiencias anteriores (su memoria).
- El conocimiento histórico o experiencias anteriores de los individuos situados en su vecindario.

8) **(3 puntos)** Defina las ecuaciones y explique cada uno de los elementos de cada ecuación, que utiliza el algoritmo PSO, para actualizar el vector de velocidad y el vector de posición, del tiempo  $k$  al tiempo  $k+1$ .

$$v_i^{k+1} = \omega \cdot v_i^k + \varphi_1 \cdot rand_1 \cdot (pBest_i - x_i^k) + \varphi_2 \cdot rand_2 \cdot (g_i - x_i^k)$$

$$x_i^{k+1} = x_i^k + v_i^{k+1}$$

$v_i^k$  : velocidad de la partícula  $i$  en la iteración  $k$ ,

$\omega$  : factor *inercia*,

$\varphi_1, \varphi_2$  : son ratios de aprendizaje (pesos) que controlan los componentes *cognitivo* y *social*,

$rand_1, rand_2$  : números aleatorios entre 0 y 1,

$x_i^k$  : posición actual de la partícula  $i$  en la iteración  $k$ ,

$pBest_i$  : mejor posición (solución) encontrada por la partícula  $i$  hasta el momento,

$g_i$  : representa la posición de la partícula con el mejor  $pBest\_fitness$  del entorno de  $p_i$  ( $lBest$  o *localbest*) o de todo el cúmulo ( $gBest$  o *globalbest*).

9) (2 puntos) Muestre el Algoritmo (puede ser pseudocódigo) o flujograma (puede ser esquema) del Algoritmo de Colonia Artificial de Abejas

```
1  Begin
2    Inicializar la población de soluciones  $x_{i,0}$ ,  $i = 1, \dots, SN$ 
3    Evaluar la población
4     $g = 1$ 
5    Repeat
6      Producir nuevas soluciones  $v_{i,g}$  para las abejas empleadas
        y evaluarlas
7      Conservar la mejor solución entre la actual y la candidata
8      Seleccionar las soluciones que serán visitadas por una abeja
        observadora según su aptitud
9      Producir nuevas soluciones  $v_{i,g}$  para las abejas observadoras
        y evaluarlas
10     Conservar la mejor solución entre la actual y la candidata
11     Determinar si existe una fuente abandonada y reemplazarla
        utilizando una abeja exploradora
12     Memorizar la mejor solución encontrada hasta este momento
13      $g = g + 1$ 
14   Until  $g = MCN$ 
15 End
```

10) (2 puntos) En el Algoritmo de Colonia Artificial de Abejas, defina y explique los elementos de la fórmula para calcular las nuevas soluciones candidatas.

$$v_{i,j} = x_{i,j} + \Phi \cdot (x_{i,j} - x_{k,j})$$

- $v_{i,j}$  Valor para la dimensión  $j$  de la solución candidata  $i$
- $x_{i,j}$  Valor para la dimensión  $j$  de la solución  $i$
- $x_{k,j}$  Valor para la dimensión  $j$  de la solución  $k$ .  $k$  debe ser diferente de  $i$
- $\phi$  es un valor aleatorio que está entre -1 y 1