



PRIMER PORTAFOLIO INTELIGENCIA ARTIFICIAL DISTRIBUIDA

KATERINE LIZBETH RAFAEL BOURDIERD
2022-0088

PREGUNTAS SOBRE DAI

Después de leer el capítulo 1 del libro de texto “Distributed Artificial Intelligence Prakash, Prasad, Thi Dieu” y la diapositiva “Introducción a la DAI” en el aula virtual

conteste las siguientes preguntas:

1.- ¿Qué es un agente inteligente?

Un agente inteligente es una entidad capaz de percibir su entorno, tomar decisiones y actuar de manera autónoma para alcanzar sus objetivos. Está equipado con sensores para recopilar información del entorno y actuadores para llevar a cabo acciones.

2.- ¿Qué es un sistema multiagente?

Un sistema multiagente es un conjunto de agentes individuales que interactúan entre sí para lograr un objetivo común. Cada agente en el sistema es autónomo y tiene su propia percepción, conocimiento y capacidad de tomar decisiones. Los agentes pueden comunicarse, cooperar o competir entre sí para resolver problemas complejos.

3.- ¿Qué es la inteligencia artificial distribuida?

La inteligencia artificial distribuida es un enfoque en el campo de la inteligencia artificial donde se utilizan múltiples agentes inteligentes distribuidos en un sistema para resolver problemas de manera colaborativa. En lugar de tener un solo agente centralizado, la inteligencia y la capacidad de procesamiento se distribuyen entre varios agentes.

4.- ¿Cuáles son las características de la inteligencia artificial distribuida?

Las características de la inteligencia artificial distribuida incluyen la descentralización, donde el conocimiento y la toma de decisiones se distribuyen entre los agentes; la autonomía, donde los agentes son capaces de tomar decisiones independientes; la comunicación y la cooperación entre los agentes para lograr objetivos comunes; y la capacidad de adaptación y autoorganización del sistema en respuesta a cambios en el entorno.

5.- Defina los componentes de la IA distribuida:

- Planificación multiagente

Implica la capacidad de varios agentes para planificar y coordinar sus acciones en conjunto. Los agentes pueden colaborar en la generación de planes y en la asignación de tareas para lograr objetivos compartidos.

- **Coordinación multiagente**

Se refiere a la capacidad de los agentes para sincronizar sus acciones y evitar conflictos en situaciones donde sus objetivos pueden entrar en conflicto. La coordinación asegura que los agentes trabajen de manera eficiente y evita resultados indeseables.

- **Comunicación multiagente**

Implica el intercambio de información y mensajes entre los agentes. La comunicación permite el intercambio de conocimientos, la coordinación de acciones y la resolución conjunta de problemas.

6.- Indique las aplicaciones de la IA distribuida.

- **Sistemas de transporte inteligentes:** Utilizando agentes distribuidos para gestionar el tráfico, optimizar rutas y coordinar la movilidad.
- **Sistemas de energía inteligentes:** Con agentes que monitorean y controlan la generación y distribución de energía, optimizando la eficiencia y la demanda energética.
- **Sistemas de gestión de recursos:** Para la asignación y distribución óptima de recursos en entornos complejos, como la gestión del agua, la gestión de la cadena de suministro, etc.
- **Robótica colaborativa:** Donde varios robots trabajan juntos para realizar tareas complejas, como la logística de almacenes, la construcción, la exploración en equipo, entre otros.
- **Sistemas de seguridad y vigilancia:** Con agentes distribuidos que monitorean y detectan amenazas en entornos de seguridad, como cámaras de seguridad y sistemas de vigilancia.
- **Juegos y simulaciones:** Utilizando agentes inteligentes distribuidos para jugar juegos estratégicos, simulaciones de sistemas complejos y modelado de comportamientos sociales.

PREGUNTAS SOBRE INTELIGENCIA COLECTIVA

1.- ¿Qué es inteligencia?

La inteligencia se refiere a la capacidad de una entidad para comprender, razonar, aprender, planificar, resolver problemas, adaptarse y comunicarse de manera efectiva con su entorno. Es la capacidad de procesar información, aplicar el conocimiento adquirido y utilizarlo para tomar decisiones y resolver situaciones nuevas o complejas.

2.- ¿Qué es inteligencia colectiva?

La inteligencia colectiva se refiere a la capacidad de un grupo de individuos para resolver problemas, tomar decisiones y generar conocimiento de manera conjunta, aprovechando la diversidad y la interacción entre los miembros del grupo. Se basa en la idea de que la sabiduría y la inteligencia de un grupo son mayores que las capacidades individuales de sus miembros.

3.- ¿Qué es inteligencia fluida?

La inteligencia fluida se refiere a la capacidad de una persona para adaptarse, razonar y resolver problemas en situaciones nuevas o no familiares. Está relacionada con la habilidad para pensar de manera abstracta, realizar inferencias lógicas y resolver problemas de manera flexible y creativa.

4.- ¿Qué es inteligencia cristalizada?

La inteligencia cristalizada se refiere a la acumulación de conocimiento, habilidades y experiencias a lo largo de la vida de una persona. Está relacionada con el conocimiento adquirido, la memoria a largo plazo, la comprensión verbal y el pensamiento analítico. A medida que una persona acumula más conocimiento y experiencia, su inteligencia cristalizada tiende a aumentar.

5.- ¿Qué es inteligencia de enjambre?

La inteligencia de enjambre se refiere a un enfoque computacional inspirado en el comportamiento colectivo de los enjambres naturales, como las colonias de hormigas, las bandadas de aves o las colonias de abejas. Consiste en la coordinación distribuida de múltiples agentes simples que interactúan entre sí para lograr un objetivo común, sin la necesidad de una autoridad central.

6.- Liste 10 algoritmos de enjambre y explique en qué consisten.

1. Algoritmo de enjambre de partículas (PSO): Cada partícula representa una solución potencial en un espacio de búsqueda. Las partículas se mueven a través del espacio en busca de la mejor solución mediante la actualización de su posición y velocidad, influenciadas por su

propia mejor posición y la mejor posición encontrada por todo el enjambre.

2. Algoritmo de optimización por colonia de hormigas (ACO): Inspirado en el comportamiento de las colonias de hormigas, las cuales depositan feromonas para comunicarse y encontrar caminos óptimos hacia una fuente de alimento. Cada hormiga representa una solución y las feromonas se utilizan como señales para guiar la búsqueda hacia las soluciones más prometedoras.
3. Algoritmo de enjambre de luciérnagas (FA): Basado en el comportamiento de atracción y repulsión de las luciérnagas en su proceso de apareamiento. Las luciérnagas representan soluciones y se atraen o repelen entre sí en función de su brillo. Las luciérnagas más brillantes se consideran soluciones óptimas.
4. Algoritmo de optimización de enjambre de bacterias (BSO): Inspirado en la comunicación y el comportamiento de las bacterias. Cada bacteria representa una solución y las bacterias se comunican y se mueven en busca de nutrientes. El algoritmo simula la quimiotaxis bacteriana para encontrar soluciones óptimas.
5. Algoritmo de colonia de abejas artificiales (ABC): Basado en el comportamiento de las abejas en la búsqueda de alimento. Cada abeja representa una solución y busca fuentes de alimento en el entorno. Las abejas comparten información mediante el intercambio de soluciones y se guían hacia las mejores soluciones encontradas.
6. Algoritmo de optimización de polinización de plantas (PPO): Inspirado en el proceso de polinización de las plantas, donde los agentes polinizadores transfieren polen entre flores. Las plantas representan soluciones y el algoritmo simula la transferencia de información entre soluciones para encontrar soluciones óptimas.
7. Algoritmo de optimización de enjambre de mariposas (BSA): Basado en la migración de las mariposas. Cada mariposa representa una solución y se guía por el gradiente de la función objetivo. Las mariposas exploran el espacio de búsqueda y se mueven hacia regiones prometedoras para encontrar soluciones óptimas.
8. Algoritmo de enjambre de grillos (GSO): Inspirado en el comportamiento de los grillos en la comunicación a través de sus cantos. Los grillos representan soluciones y utilizan su capacidad de

emitir y escuchar cantos para comunicarse y buscar soluciones óptimas en el espacio de búsqueda.

9. Algoritmo de enjambre de peces (FSA): Basado en el comportamiento de los peces en la búsqueda de alimento y en la formación de cardúmenes. Los peces representan soluciones y se mueven en busca de fuentes de alimento en el espacio de búsqueda.
10. Algoritmo de enjambre de pájaros (BSO): Inspirado en el vuelo coordinado de las aves en bandadas. Cada pájaro representa una solución y se mueve en el espacio de búsqueda. El algoritmo simula la interacción entre los pájaros, donde cada uno ajusta su posición y velocidad en función de las posiciones de los pájaros vecinos para buscar soluciones óptimas.

7.- Explique a detalle un algoritmo de inteligencia de enjambre.

Un algoritmo de inteligencia de enjambre, como el Algoritmo de Enjambre de Partículas (PSO), es un método de optimización que se basa en el comportamiento de los enjambres naturales, como los movimientos de las aves o los cardúmenes de peces, para encontrar soluciones óptimas en un espacio de búsqueda multidimensional.

El PSO comienza con la creación de un enjambre de partículas, donde cada partícula representa una posible solución en el espacio de búsqueda. Cada partícula tiene una posición y una velocidad en ese espacio. La posición de una partícula corresponde a una solución específica, mientras que la velocidad determina la dirección y la magnitud del movimiento en el espacio.

Durante cada iteración del algoritmo, las partículas actualizan su posición y velocidad en función de su mejor posición anterior y de la mejor posición global encontrada por todo el enjambre. Estas actualizaciones se realizan utilizando una combinación de componentes cognitivos y sociales.

El componente cognitivo se refiere a la capacidad de cada partícula de recordar su mejor posición anterior. Si una partícula encuentra una solución mejor que su mejor posición anterior, actualiza su mejor posición y la almacena. Esto le permite tener una memoria individual y explorar diferentes regiones del espacio de búsqueda.

8.- ¿Qué son algoritmos genéticos?

Los algoritmos genéticos son métodos de optimización y búsqueda inspirados en la teoría de la evolución y la genética. Estos algoritmos imitan el proceso de selección natural para encontrar soluciones óptimas a problemas complejos.

En un algoritmo genético, se trabaja con una población inicial de posibles soluciones, representadas como "individuos" o "cromosomas". Cada individuo tiene una combinación de genes, que representan características o parámetros de la solución.

Durante la ejecución del algoritmo, se aplican operadores genéticos para simular la evolución de la población. Los operadores más comunes son:

1. Selección: Se eligen individuos de la población actual en función de su aptitud o calidad. Los individuos con una mayor aptitud tienen más posibilidades de ser seleccionados para la reproducción.
2. Cruce (crossover): Se seleccionan dos individuos padres y se intercambian partes de sus genes para crear nuevos individuos "hijos". El cruce combina características de los padres y permite la exploración de nuevas soluciones en el espacio de búsqueda.
3. Mutación: Se realiza un cambio aleatorio en uno o más genes de un individuo. La mutación introduce diversidad en la población y evita la convergencia prematura hacia soluciones subóptimas.

9.- ¿Cuáles son las etapas de un algoritmo genético?

- a) Inicialización: Se crea una población inicial de individuos con características aleatorias.
- b) Evaluación de aptitud: Se evalúa la calidad o aptitud de cada individuo en la población utilizando una función objetivo o de evaluación.
- c) Selección: Se seleccionan los individuos más aptos de la población actual para reproducirse y formar la próxima generación.
- d) Cruce (crossover): Se combinan características de los individuos seleccionados a través de operadores de cruce para crear nuevos individuos.
- e) Mutación: Se introducen cambios aleatorios en algunos genes de los individuos para aumentar la diversidad genética y explorar nuevas soluciones.

f) Reemplazo: Se reemplaza la población anterior con la nueva generación de individuos creados a través del cruce y la mutación.

g) Repetición: Se repiten las etapas desde la evaluación de aptitud hasta el reemplazo durante un número específico de generaciones o hasta que se cumpla un criterio de terminación.

10.- ¿Cuáles son las aplicaciones de los algoritmos genéticos y de los algoritmos de inteligencia de enjambre?

Los algoritmos genéticos y los algoritmos de inteligencia de enjambre tienen diversas aplicaciones en diferentes campos. Algunas de las aplicaciones comunes son:

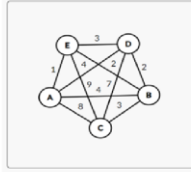
- Optimización de funciones matemáticas: Los algoritmos genéticos y de enjambre se utilizan para encontrar los valores óptimos de variables en funciones complejas.
- Diseño y optimización de sistemas y circuitos: Se aplican en la búsqueda de configuraciones óptimas y diseños eficientes en áreas como la ingeniería de sistemas, diseño de circuitos y arquitectura de computadoras.
- Planificación y programación: Ayudan en la planificación de rutas óptimas, asignación de recursos y programación de tareas en logística, transporte, programación de horarios, entre otros.
- Aprendizaje automático y minería de datos: Se emplean en la búsqueda de modelos y configuraciones óptimas para problemas de clasificación, agrupamiento, predicción y optimización de parámetros.
- Diseño de redes neuronales: Ayudan a encontrar la arquitectura y los pesos óptimos en el diseño de redes neuronales artificiales.
- Robótica y control: Se aplican en la optimización de trayectorias de robots, control de sistemas complejos y búsqueda de estrategias de comportamiento.

EJERCICIOS SOBRE ACO

1.- Aplicando el algoritmo por optimización de colonias de hormigas (ACO) halle cuál es la ruta más eficiente para recorrer todos los nodos de uno de los siguientes grafos.

- Debe mostrar el proceso paso a paso.

Grafo 1



Graph Data:

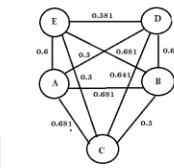
Edge	Weight
1 A B	3
2 A C	1
3 A D	5
4 B C	2
5 B D	7
6 C D	4

Inicio de algoritmo

k = 2
Iteraciones = 4
a = 1
b = 1
rho = 0.01
1 * (1 - rho)

Iteracion 2:

Hormiga 1:



w(AB)=0.681**1 * 0.23**1=0.17063
w(AC)=0.681**1 * 0.123**1=0.083123
w(AD)=0.681**1 * 0.5**1=0.3405
w(AE)=0.681**1 * 1**1=0.681

wt=0.980375

p(AB)=0.17063/0.980375=17%
p(AC)=0.083123/0.980375=8%
p(AD)=0.3405/0.980375=34%
p(AE)=0.681/0.980375=69%

w(DB)=0.6**1 * 0.5**1=0.3
w(DC)=0.681**1 * 0.1428**1=0.097548
w(DE)=0.681**1 * 0.333**1=0.226483
wt=0.5630075

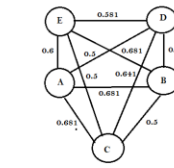
p(DB)=0.3/0.5630075=53%
p(DC)=0.097548/0.5630075=17%
p(DE)=0.226483/0.5630075=40%

w(CB)=0.5**1 * 0.333**1=0.1665
w(CE)=0.5**1 * 0.111**1=0.0555
wt=0.222

p(CB)=0.1665/0.222=75%
p(CE)=0.0555/0.222=25%
Ruta= ADCBEA
d=17

delta_tau 1/d = 1/17 = 0.06

Hormiga 2:



w(AB)=0.681**1 * 0.23**1=0.17063
w(AC)=0.681**1 * 0.123**1=0.083123
w(AD)=0.681**1 * 0.5**1=0.3405
w(AE)=0.681**1 * 1**1=0.681

wt=0.980375

p(AB)=0.17063/0.980375=17%
p(AC)=0.083123/0.980375=8%
p(AD)=0.3405/0.980375=34%
p(AE)=0.681/0.980375=69%

w(DB)=0.6**1 * 0.5**1=0.3
w(DC)=0.681**1 * 0.1428**1=0.097548
w(DE)=0.681**1 * 0.333**1=0.226483
wt=0.5630075

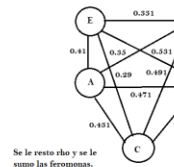
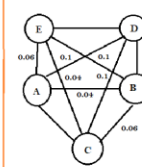
p(DB)=0.3/0.5630075=53%
p(DC)=0.097548/0.5630075=17%
p(DE)=0.226483/0.5630075=40%

w(CB)=0.5**1 * 0.333**1=0.1665
w(CE)=0.5**1 * 0.111**1=0.0555
wt=0.222

p(CB)=0.1665/0.222=75%
p(CE)=0.0555/0.222=25%
Ruta= ADCBEA
d=17

delta_tau 1/d = 1/17 = 0.06

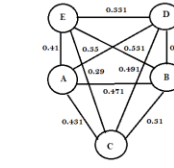
FEROMONAS RECOLECTADAS POR LA ITERACION 2:



Se le resta rho y se le suma las feromonas.

Iteracion 4:

Hormiga 1:



w(AB)=0.471**1 * 0.23**1=0.11773
w(AC)=0.471**1 * 0.123**1=0.058873
w(AD)=0.471**1 * 0.5**1=0.2355
w(AE)=0.471**1 * 1**1=0.471

wt=0.669123

p(AB)=0.11773/0.669123=18%
p(AC)=0.058873/0.669123=9%
p(AD)=0.2355/0.669123=35%
p(AE)=0.471/0.669123=70%

w(DB)=0.491**1 * 0.1428**1=0.0701148
w(DC)=0.471**1 * 0.333**1=0.156633
w(DE)=0.471**1 * 0.111**1=0.052281
wt=0.2855223

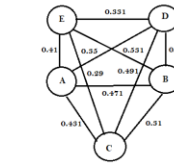
p(DB)=0.0701148/0.2855223=25%
p(DC)=0.156633/0.2855223=55%
p(DE)=0.052281/0.2855223=18%

w(CB)=0.5**1 * 0.333**1=0.1665
w(CE)=0.5**1 * 0.111**1=0.0555
wt=0.222

p(CB)=0.1665/0.222=75%
p(CE)=0.0555/0.222=25%
Ruta= ACDEBA
d=24

delta_tau 1/d = 1/24 = 0.04

Hormiga 2:



w(AB)=0.471**1 * 0.23**1=0.11773
w(AC)=0.471**1 * 0.123**1=0.058873
w(AD)=0.471**1 * 0.5**1=0.2355
w(AE)=0.471**1 * 1**1=0.471

wt=0.669123

p(AB)=0.11773/0.669123=18%
p(AC)=0.058873/0.669123=9%
p(AD)=0.2355/0.669123=35%
p(AE)=0.471/0.669123=70%

w(DB)=0.491**1 * 0.1428**1=0.0701148
w(DC)=0.471**1 * 0.333**1=0.156633
w(DE)=0.471**1 * 0.111**1=0.052281
wt=0.2855223

p(DB)=0.0701148/0.2855223=25%
p(DC)=0.156633/0.2855223=55%
p(DE)=0.052281/0.2855223=18%

w(CB)=0.5**1 * 0.333**1=0.1665
w(CE)=0.5**1 * 0.111**1=0.0555
wt=0.222

p(CB)=0.1665/0.222=75%
p(CE)=0.0555/0.222=25%
Ruta= ACDEBA
d=24

delta_tau 1/d = 1/24 = 0.04

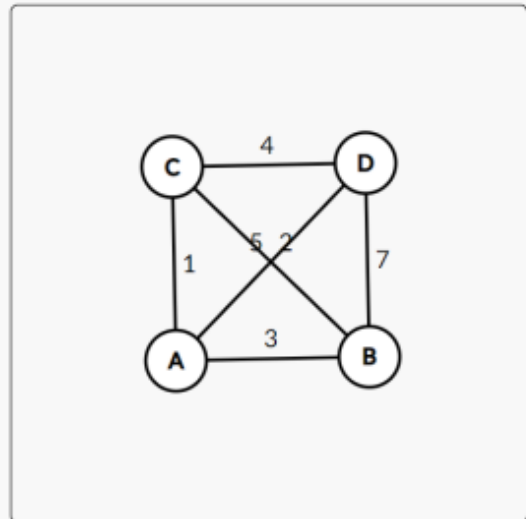
Grafo 2

Node Count:

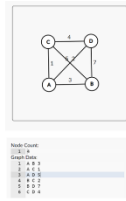
1 4

Graph Data:

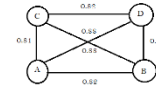
Edge	Weight
1 A B	3
2 A C	1
3 A D	5
4 B C	2
5 B D	7
6 C D	4



Grafo 2

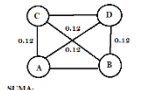


Anterior:

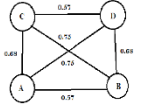


Referencia: $1 * (0.51 - \rho)$
 $\rho = 0.51$
 $1 * (1 - \rho)$
 $1 * 0.51$
 $1 * (0.51 - \rho)$
 $1 * 0.51$
 $1 * (0.51 - \rho)$
 $1 * 0.51$
 $1 * (0.51 - \rho)$
 $1 * 0.51$

Feromonas dejadas de la iteración 2:



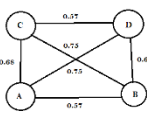
SUMA:



Inicio de algoritmo

$k = 2$
 Iteraciones = 4
 Iteración 1:

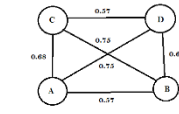
Hormiga 1:



$w(AB) = 0.57^{**1} * 0.5533^{**1} = 0.189981$
 $w(AC) = 0.57^{**1} * 1^{**1} = 0.57$
 $w(AD) = 0.57^{**1} * 0.2^{**1} = 0.114$
 $wt = 0.189981$
 $p(AB) = 0.189981 / 0.189981 = 100\%$
 $p(AC) = 0.57 / 0.189981 = 299\%$
 $p(AD) = 0.114 / 0.189981 = 59\%$

$w(BD) = 0.57^{**1} * 0.1428^{**1} = 0.08092$
 $w(DC) = 0.57^{**1} * 0.25^{**1} = 0.1428$
 $wt = 0.08092$
 $p(DB) = 0.08092 / 0.08092 = 100\%$
 $p(DC) = 0.1428 / 0.08092 = 176\%$
 Ruta: ADCBA
 $d = 14$
 $\Delta_{tau} \tau_{1/d} = 1/14 = 0.07$

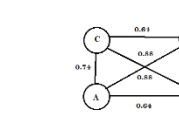
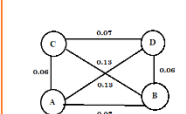
Hormiga 2:



$w(AB) = 0.57^{**1} * 0.5533^{**1} = 0.189981$
 $w(AC) = 0.57^{**1} * 1^{**1} = 0.57$
 $w(AD) = 0.57^{**1} * 0.2^{**1} = 0.114$
 $wt = 0.189981$
 $p(AB) = 0.189981 / 0.189981 = 100\%$
 $p(AC) = 0.57 / 0.189981 = 299\%$
 $p(AD) = 0.114 / 0.189981 = 59\%$

$w(BD) = 0.57^{**1} * 0.1428^{**1} = 0.08092$
 $w(DC) = 0.57^{**1} * 0.25^{**1} = 0.1428$
 $wt = 0.08092$
 $p(DB) = 0.08092 / 0.08092 = 100\%$
 $p(DC) = 0.1428 / 0.08092 = 176\%$
 Ruta: ACBDA
 $d = 15$
 $\Delta_{tau} \tau_{1/d} = 1/15 = 0.06$

FEROMONAS RECOLECTADAS POR LA ITERACION 2:

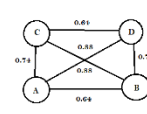


Se le resta rho y se le suma las feromonas.

Inicio de algoritmo

$k = 2$
 Iteraciones = 4
 Iteración 1:

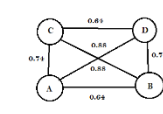
Hormiga 1:



$w(AB) = 0.61^{**1} * 0.5533^{**1} = 0.213312$
 $w(AC) = 0.61^{**1} * 1^{**1} = 0.61$
 $w(AD) = 0.61^{**1} * 0.2^{**1} = 0.122$
 $wt = 0.213312$
 $p(AB) = 0.213312 / 0.213312 = 100\%$
 $p(AC) = 0.61 / 0.213312 = 286\%$
 $p(AD) = 0.122 / 0.213312 = 57\%$

$w(BD) = 0.61^{**1} * 0.1428^{**1} = 0.086872$
 $w(DC) = 0.61^{**1} * 0.25^{**1} = 0.1525$
 $wt = 0.086872$
 $p(DB) = 0.086872 / 0.086872 = 100\%$
 $p(DC) = 0.1525 / 0.086872 = 175\%$
 Ruta: ABDCA
 $d = 15$
 $\Delta_{tau} \tau_{1/d} = 1/15 = 0.06$

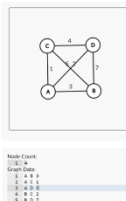
Hormiga 2:



$w(AB) = 0.61^{**1} * 0.5533^{**1} = 0.213312$
 $w(AC) = 0.61^{**1} * 1^{**1} = 0.61$
 $w(AD) = 0.61^{**1} * 0.2^{**1} = 0.122$
 $wt = 0.213312$
 $p(AB) = 0.213312 / 0.213312 = 100\%$
 $p(AC) = 0.61 / 0.213312 = 286\%$
 $p(AD) = 0.122 / 0.213312 = 57\%$

$w(BD) = 0.61^{**1} * 0.1428^{**1} = 0.086872$
 $w(DC) = 0.61^{**1} * 0.25^{**1} = 0.1525$
 $wt = 0.086872$
 $p(DB) = 0.086872 / 0.086872 = 100\%$
 $p(DC) = 0.1525 / 0.086872 = 175\%$
 Ruta: ABDCA
 $d = 15$
 $\Delta_{tau} \tau_{1/d} = 1/15 = 0.06$

Grafo 2



Variables:
 k : Cantidad de hormigas
 m : Cantidad de feromonas
 m : heurística

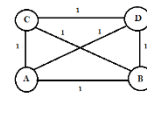
 $w = t^a \cdot u^b$ $p(w) = w / wt$ $n = 1/d$ a : influencia en tau b : influencia de rho $p = \frac{t^a \cdot u^b}{\sum_{i=1}^n t_i^a \cdot u_i^b}$

Rho: coeficiente de evaporación

Inicio de algoritmo

$k = 2$
 Iteraciones = 4
 Iteración 1:

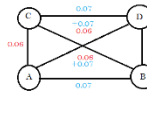
Hormiga 1:



$w(AB) = 1^{**1} * 0.5533^{**1} = 0.5533$
 $w(AC) = 1^{**1} * 1^{**1} = 1$
 $w(AD) = 1^{**1} * 0.2^{**1} = 0.2$
 $wt = 0.5533$
 $p(AB) = 0.5533 / 0.5533 = 100\%$
 $p(AC) = 1 / 0.5533 = 180\%$
 $p(AD) = 0.2 / 0.5533 = 36\%$

$w(BD) = 1^{**1} * 0.1428^{**1} = 0.1428$
 $w(DC) = 1^{**1} * 0.25^{**1} = 0.25$
 $wt = 0.1428$
 $p(DB) = 0.1428 / 0.1428 = 100\%$
 $p(DC) = 0.25 / 0.1428 = 175\%$
 Ruta: ACRDA
 $d = 15$
 $\Delta_{tau} \tau_{1/d} = 1/15 = 0.06$

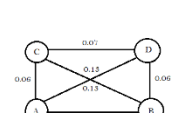
Hormiga 2:



$w(AB) = 1^{**1} * 0.5533^{**1} = 0.5533$
 $w(AC) = 1^{**1} * 1^{**1} = 1$
 $w(AD) = 1^{**1} * 0.2^{**1} = 0.2$
 $wt = 0.5533$
 $p(AB) = 0.5533 / 0.5533 = 100\%$
 $p(AC) = 1 / 0.5533 = 180\%$
 $p(AD) = 0.2 / 0.5533 = 36\%$

$w(BD) = 1^{**1} * 0.1428^{**1} = 0.1428$
 $w(DC) = 1^{**1} * 0.25^{**1} = 0.25$
 $wt = 0.1428$
 $p(DB) = 0.1428 / 0.1428 = 100\%$
 $p(DC) = 0.25 / 0.1428 = 175\%$
 Ruta: ACRDA
 $d = 14$
 $\Delta_{tau} \tau_{1/d} = 1/14 = 0.07$

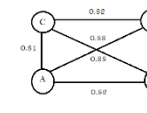
FEROMONAS RECOLECTADAS POR LA ITERACION 1:



Se le resta rho y se le suma las feromonas.

Iteración 2

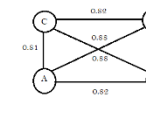
Hormiga 1:



$w(AB) = 0.82^{**1} * 0.5533^{**1} = 0.273306$
 $w(AC) = 0.82^{**1} * 1^{**1} = 0.82$
 $w(AD) = 0.82^{**1} * 0.2^{**1} = 0.164$
 $wt = 0.273306$
 $p(AB) = 0.273306 / 0.273306 = 100\%$
 $p(AC) = 0.82 / 0.273306 = 299\%$
 $p(AD) = 0.164 / 0.273306 = 59\%$

$w(BD) = 0.82^{**1} * 0.1428^{**1} = 0.116868$
 $w(DC) = 0.82^{**1} * 0.25^{**1} = 0.205$
 $wt = 0.116868$
 $p(DB) = 0.116868 / 0.116868 = 100\%$
 $p(DC) = 0.205 / 0.116868 = 175\%$
 Ruta: ACRDA
 $d = 15$
 $\Delta_{tau} \tau_{1/d} = 1/15 = 0.06$

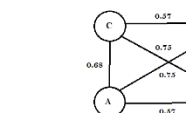
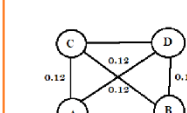
Hormiga 2:



$w(AB) = 0.82^{**1} * 0.5533^{**1} = 0.273306$
 $w(AC) = 0.82^{**1} * 1^{**1} = 0.82$
 $w(AD) = 0.82^{**1} * 0.2^{**1} = 0.164$
 $wt = 0.273306$
 $p(AB) = 0.273306 / 0.273306 = 100\%$
 $p(AC) = 0.82 / 0.273306 = 299\%$
 $p(AD) = 0.164 / 0.273306 = 59\%$

$w(BD) = 0.82^{**1} * 0.1428^{**1} = 0.116868$
 $w(DC) = 0.82^{**1} * 0.25^{**1} = 0.205$
 $wt = 0.116868$
 $p(DB) = 0.116868 / 0.116868 = 100\%$
 $p(DC) = 0.205 / 0.116868 = 175\%$
 Ruta: ACRDA
 $d = 15$
 $\Delta_{tau} \tau_{1/d} = 1/15 = 0.06$

FEROMONAS RECOLECTADAS POR LA ITERACION 2:



Se le resta rho y se le suma las feromonas.

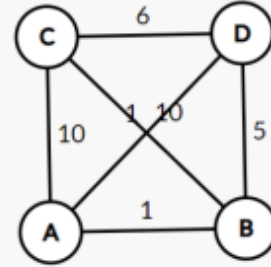
Grafo 3

Node Count:

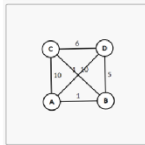
1 4

Graph Data:

1 A B 1
2 A C 10
3 A D 1
4 B C 10
5 B D 5
6 C D 6



Grafo 3



Node Count:
1 4
Graph Data:
1 A B 1
2 A C 10
3 A D 1
4 B C 10
5 B D 5
6 C D 6

Variables:
k: Cantidad de hormigas
n: Cantidad de feromonas
m: heurística

$$w = t^a \cdot u^b$$

$$p(w) = w / \sum w$$

$$\alpha = 1/d$$

α : influencia en tau

β : influencia de meta

$$p = \frac{t^{\alpha} \cdot u^{\beta}}{\sum t^{\alpha} \cdot u^{\beta}}$$

τ : coeficiente de evaporación

Inicio de algoritmo

k = 2

iteraciones = 4

Iteración 1

Hormiga 1:

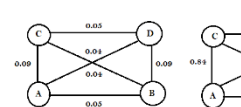


Iteración 2

Hormiga 1:

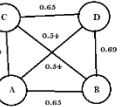
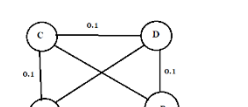


FEROMONAS RECOLECTADAS POR LA ITERACION 1:



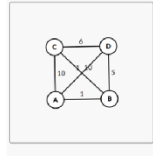
Se le resta rho y se le suma las feromonas.

FEROMONAS RECOLECTADAS POR LA ITERACION 2:



Se le resta rho y se le suma las feromonas.

Grafo 3



Node Count:

Graph Data:

1 A B 1

2 A C 10

3 A D 6

4 B C 5

5 B D 5

6 C D 6

Inicio de algoritmo

k = 2

Iteraciones = 4

Iteración 2:

a = 1

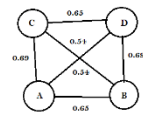
b = 1

rho=0.95 1 * (1-rho)

1 * 0.05

0.75

Hormiga 1:



$$w(AB) = 0.65^{1+1} * 1^{1+1} = 0.65$$

$$w(AC) = 0.69^{1+1} * 0.1^{1+1} = 0.069$$

$$w(AD) = 0.54^{1+1} * 1^{1+1} = 0.54$$

$$wt = 1.259$$

$$p(AB) = 0.65 / 1.259 = 52\%$$

$$p(AC) = 0.069 / 1.259 = 5\%$$

$$p(AD) = 0.54 / 1.259 = 43\%$$

$$w(CB) = 0.54^{1+1} * 0.1^{1+1} = 0.054$$

$$w(CD) = 0.65^{1+1} * 0.1^{1+1} = 0.1105$$

$$wt = 0.1645$$

$$p(CB) = 0.054 / 0.1645 = 33\%$$

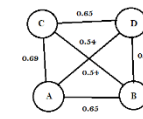
$$p(CD) = 0.1105 / 0.1645 = 67\%$$

Ruta = ACBDA

d = 26

$$\text{delta_tau } 1/d = 1/26 = 0.03$$

Hormiga 2:



$$w(AB) = 0.62^{1+1} * 1^{1+1} = 0.65$$

$$w(AC) = 0.69^{1+1} * 0.1^{1+1} = 0.069$$

$$w(AD) = 0.54^{1+1} * 1^{1+1} = 0.54$$

$$wt = 1.259$$

$$p(AB) = 0.65 / 1.259 = 52\%$$

$$p(AC) = 0.069 / 1.259 = 5\%$$

$$p(AD) = 0.54 / 1.259 = 43\%$$

$$w(CB) = 0.54^{1+1} * 0.1^{1+1} = 0.054$$

$$w(CD) = 0.62^{1+1} * 0.1^{1+1} = 0.1105$$

$$wt = 0.1645$$

$$p(CB) = 0.054 / 0.1645 = 33\%$$

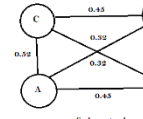
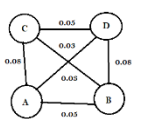
$$p(CD) = 0.1105 / 0.1645 = 67\%$$

Ruta = ACBDA

d = 22

$$\text{delta_tau } 1/d = 1/22 = 0.05$$

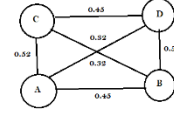
FEROMONAS RECOLECTADAS POR LA ITERACION 1:



Se le resta rho y se le suma las feromonas.

Iteración 4:

Hormiga 1:



$$w(AB) = 0.45^{1+1} * 1^{1+1} = 0.45$$

$$w(AC) = 0.32^{1+1} * 0.1^{1+1} = 0.032$$

$$w(AD) = 0.32^{1+1} * 1^{1+1} = 0.32$$

$$wt = 0.822$$

$$p(AB) = 0.45 / 0.822 = 55\%$$

$$p(AC) = 0.032 / 0.822 = 4\%$$

$$p(AD) = 0.32 / 0.822 = 39\%$$

$$w(BD) = 0.52^{1+1} * 0.2^{1+1} = 0.104$$

$$w(BC) = 0.32^{1+1} * 0.1^{1+1} = 0.032$$

$$wt = 0.136$$

$$p(BD) = 0.104 / 0.136 = 76\%$$

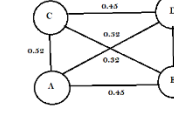
$$p(BC) = 0.032 / 0.136 = 24\%$$

Ruta = ABCDA

d = 18

$$\text{delta_tau } 1/d = 1/18 = 0.06$$

Hormiga 2:



$$w(AB) = 0.45^{1+1} * 1^{1+1} = 0.45$$

$$w(AC) = 0.32^{1+1} * 0.1^{1+1} = 0.032$$

$$w(AD) = 0.32^{1+1} * 1^{1+1} = 0.32$$

$$wt = 0.822$$

$$p(AB) = 0.45 / 0.822 = 55\%$$

$$p(AC) = 0.032 / 0.822 = 4\%$$

$$p(AD) = 0.32 / 0.822 = 39\%$$

$$w(BD) = 0.52^{1+1} * 0.2^{1+1} = 0.104$$

$$w(BC) = 0.32^{1+1} * 0.1^{1+1} = 0.032$$

$$wt = 0.136$$

$$p(BD) = 0.104 / 0.136 = 76\%$$

$$p(BC) = 0.032 / 0.136 = 24\%$$

Ruta = ABCDA

d = 26

$$\text{delta_tau } 1/d = 1/26 = 0.03$$