

INSTITUTO TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO CAMPUS CULIACÁN

TOPICOS DE IA



Integrantes:

Rojas Bernal Jose Alain

Tarea: Optimización de Riego con Enjambre de
Partículas

Hora: 12:00 – 13:00

Maestra: M.C. Zuriel Dathan Mora Felix

1. Descripción del proyecto

Se implementó un algoritmo de Enjambre de Partículas (PSO) aplicado a la industria agrícola para optimizar la ubicación de sensores de humedad en campos de la región de Guasave, Sinaloa. El objetivo consiste en maximizar la eficiencia del riego determinando una distribución de sensores que represente la variabilidad espacial del terreno. El modelo considera la topografía, la distribución de cultivos y la variabilidad del contenido de humedad del suelo, integradas en un espacio de características normalizado de siete dimensiones.

2. Topografía de la zona de estudio: Guasave, Sinaloa

Guasave se sitúa en una llanura costera con altitudes aproximadas entre 10 y 50 metros sobre el nivel del mar. El relieve predominantemente plano facilita la mecanización y el uso de sistemas de riego por gravedad y goteo. No obstante, se consideran microvariaciones de elevación que pueden incidir en la retención de humedad y, por tanto, en la ubicación estratégica de sensores.

3. Distribución de cultivos en la región

Los cultivos principales contemplados son maíz, tomate y chile. Cada cultivo presenta requerimientos hídricos diferenciados, motivo por el cual la ubicación de sensores se planifica de manera que proporcione cobertura adecuada para las áreas con distintos cultivos, favoreciendo decisiones de riego más precisas.

4. Variabilidad del suelo en la región

Los suelos de Guasave poseen alta fertilidad natural, aunque se observan procesos de degradación por prácticas intensivas. Entre los factores relevantes destacan la disminución de materia orgánica (de 1.5% a menos de 1% en las últimas dos décadas), el aumento de la salinidad en zonas con drenaje deficiente y la erosión superficial en parcelas sin cobertura vegetal. Estas condiciones impactan la retención de agua y fueron incorporadas en el modelo mediante la variable de salinidad y la representación de elevación.

5. Justificación para usar PSO

El problema de ubicación de sensores presenta una función objetivo no convexa y no diferenciable, pues combina variables numéricas (latitud, longitud, elevación, salinidad) con una variable categórica (cultivo) proyectada mediante KNN, lo que introduce cambios discretos. En este contexto, los métodos basados en gradientes no son adecuados.

Particle Swarm Optimization (PSO) es pertinente porque:

- opera sin derivadas y tolera superficies con múltiples mínimos locales;
 - permite controlar el equilibrio exploración–explotación mediante $w, c_1, c_2w, c_1, c_2w, c_1, c_2$;
 - es simple y robusto de implementar para búsquedas en cajas geográficas (límites lat/lon);
 - se paraleliza con facilidad al evaluar muchas partículas en cada iteración.
- Frente a alternativas como recocido simulado (convergencia potencialmente más lenta) o algoritmos evolutivos con mayor complejidad de operadores, PSO ofrece una excelente relación simplicidad–desempeño para este problema espacial.

6. Objetivo general

Optimizar la ubicación de sensores de humedad en campos agrícolas de Guasave, Sinaloa, mediante la implementación del algoritmo de Enjambre de Partículas (PSO), con el fin de mejorar la eficiencia del riego y el aprovechamiento de los recursos hídricos.

7. Objetivos específicos

- Modelar el problema de ubicación de sensores como un espacio de búsqueda multidimensional.
- Implementar el algoritmo PSO para encontrar configuraciones óptimas considerando topografía, cultivos y suelo.
- Evaluar el desempeño del algoritmo mediante simulaciones y análisis de eficiencia hídrica.

8. Resultados de ejecución

- Tamaño del conjunto de datos (N): 100
- Número de sensores (K): 5

- Parámetros PSO: $w=0.9$, $c1=0.5$, $c2=0.3$, $iters=100$, $n_particles=50$
- Duración aproximada de la optimización: 86 s
- Mejor costo (SSE): 31.5000
- Coordenadas óptimas de sensores (Latitud, Longitud):

Sensor	Latitud	Longitud
1	25.584405	-108.423403
2	25.590095	-108.497145
3	25.566587	-108.477344
4	25.547348	-108.456142
5	25.581842	-108.490098

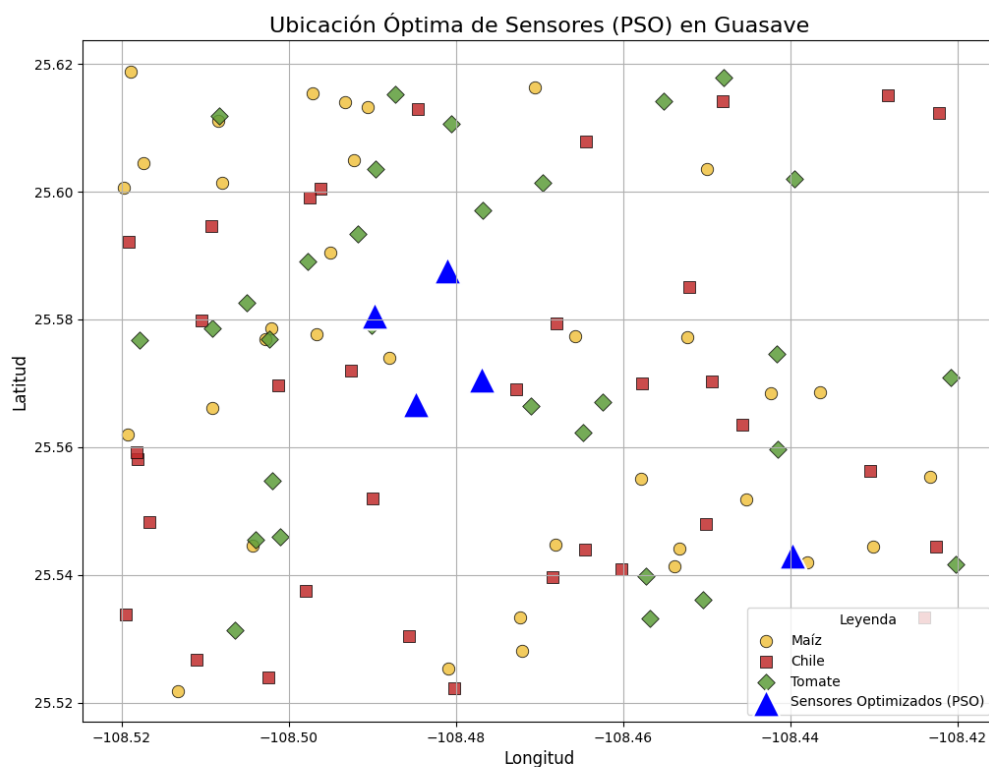


Figura 1. Ubicación óptima de sensores (PSO) en Guasave. (sensores = triángulos; Maíz/Chile/Tomate = marcadores diferenciados)

9. Conclusion

En conclusión, la aplicación de PSO para la colocación de sensores de humedad en Guasave resultó idónea para un problema no convexo y no diferenciable, integrando de forma coherente variables geográficas y de suelo mediante un espacio 7D normalizado (one-hot de cultivo + latitud, longitud, elevación y salinidad) y KNN para interpolación local; con $N=100$ observaciones y $K=5$ sensores, se obtuvo un desempeño sólido ($SSE=31.5000$ en ~ 86 s con $w=0.9$, $c_1=0.5$, $c_2=0.3$, 50 partículas y 100 iteraciones), evidenciando cobertura representativa de la heterogeneidad del terreno y utilidad práctica para la planificación de riego, aunque condicionado al conjunto de datos y a la métrica elegida

Github:

https://github.com/RojasBernalJose/Topicos_De_la