

ICI-514 Optimización Computacional

Sumativa 3 - Algoritmo de Optimización

DragonFly

Katerina Peñaloza Caballería and Marcela Pérez Araya

Universidad de Valparaíso

Abstract. En el contexto actual del marketing digital, la optimización de campañas publicitarias juega un papel crucial en el éxito empresarial. Este proyecto aborda el desafío de optimizar una campaña publicitaria para una empresa inmobiliaria utilizando el algoritmo Dragonfly. El objetivo principal es maximizar la calidad de la exposición de anuncios en diversos medios mientras se minimiza el costo total, cumpliendo con restricciones estrictas de presupuesto y límites máximos de anuncios por medio. A través de la implementación del algoritmo Dragonfly, se logró mejorar significativamente la eficiencia y efectividad de la campaña, optimizando la asignación de recursos y mejorando la rentabilidad del proyecto. Este informe presenta el desarrollo detallado del modelo matemático utilizado, la implementación práctica del algoritmo en Python, así como los resultados obtenidos, que demuestran la viabilidad y ventajas de esta metodología en comparación con enfoques tradicionales de optimización. Los resultados destacan la capacidad del algoritmo Dragonfly para encontrar soluciones óptimas en escenarios complejos de toma de decisiones empresariales.

Keywords: DragonFly Algorithm · PSO · Optimization

1 Introducción

ABC, una empresa del sector inmobiliario, está lanzando un nuevo proyecto de vivienda y busca optimizar su campaña publicitaria para alcanzar a su mercado objetivo de manera efectiva y rentable.

El desafío consiste en asignar de manera óptima los recursos presupuestarios a diferentes medios publicitarios (televisión tarde y noche, diarios, revistas y radio), considerando las limitaciones de presupuesto y la maximización de la calidad de la exposición.

Se propone utilizar el algoritmo Dragonfly, conocido por su capacidad de optimización basada en comportamientos de enjambre, adaptándolo al problema específico de asignación de recursos en la campaña publicitaria.

1.1 Principales Contribuciones

- Implementación del Algoritmo DragonFly (DA) para la optimización de campañas publicitarias de la empresa ABC.
- Adaptación y prueba del algoritmo en un contexto de marketing con restricciones presupuestarias y de cantidad.
- Comparación de resultados con otros algoritmos de optimización, demostrando la eficacia del DA en términos de tasa de convergencia y capacidad de exploración.

1.2 Objetivo principal y específicos:

Desarrollar un modelo de optimización que permita a la empresa ABC maximizar el impacto de su campaña publicitaria mediante la distribución eficiente de su presupuesto entre diferentes medios publicitarios, utilizando el Algoritmo Dragonfly (DA en inglés) y asegurando su consistencia con las restricciones encontradas usando el algoritmo AC-3.

- Analizar y definir las restricciones unarias y n-arias, de tipo presupuestarias y de cantidad para cada medio publicitario.
- Implementar el Algoritmo Dragonfly utilizando Python.
- Probar y comparar el rendimiento del DA con otros algoritmos de optimización en términos de convergencia y eficacia.

1.3 Estructura del documento:

1. **Introducción:** Contextualización del problema y propuesta de solución.
2. **Implementación:** Detalles sobre la implementación del algoritmo Dragonfly en Python.
3. **Pruebas:** Resultados de las pruebas comparativas utilizando la Frontera de Pareto.
4. **Conclusiones:** Síntesis de los hallazgos, impacto del trabajo realizado y proyecciones para futuras investigaciones.

2 Implementación

2.1 Planteamiento y estrategia de análisis

El objetivo es maximizar la calidad de exposición de anuncios Z_{max} mientras se minimiza el costo total, utilizando el algoritmo Dragonfly.

2.2 Modelo matemático

Se define el modelo con las siguientes variables:

- X_1 : Anuncios en TV tarde.
- X_2 : Anuncios en TV noche.
- X_3 : Anuncios en diario.
- X_4 : Anuncios en revistas.
- X_5 : Anuncios en radio.

La primera función objetivo es maximizar la calidad de la exposición de todos los anuncios:

$$Z_{max} = 75X_1 + 91X_2 + 50X_3 + 60X_4 + 25X_5$$

La segunda función es minimizar el costo total de la campaña:

$$Z_{min} = 180X_1 + 310X_2 + 60X_3 + 100X_4 + 15X_5$$

Sujeto a las siguientes restricciones:

- Restricciones de no negatividad y máximos de anuncios por medio:

$$X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 \geq 0$$

$$X_1 \leq 15, \quad X_2 \leq 10, \quad X_3 \leq 25, \quad X_4 \leq 4, \quad X_5 \leq 30$$

- Restricciones de presupuesto para TV tarde y noche:

$$180X_1 + 310X_2 \leq 3800$$

- Restricciones de presupuesto para anuncios en diario y revistas:

$$60X_3 + 100X_4 \leq 2800$$

- Restricciones de presupuesto para anuncios en diario y radio:

$$60X_3 + 15X_5 \leq 3500$$

2.3 Método de resolución

Se implementó el algoritmo Dragonfly en Python utilizando las bibliotecas adecuadas para la optimización. El algoritmo ajusta la posición de las libélulas (representando soluciones) según la calidad de la solución y la experiencia de las libélulas vecinas.

2.4 Algoritmo Dragonfly

El algoritmo Dragonfly se basa en el comportamiento de enjambre de las libélulas, donde los individuos (libélulas) interactúan entre sí para buscar alimentos (soluciones óptimas). Cada libélula ajusta su posición según las experiencias de las libélulas vecinas, optimizando así la solución global. Este enfoque bioinspirado permite al algoritmo Dragonfly encontrar soluciones competitivas en espacios de búsqueda complejos.

Formulación del Algoritmo El algoritmo consiste en cinco aspectos principales para la actualización de la posición de los individuos en enjambres: separación, alineación, cohesión, atracción y distracción. El vector de paso representa la dirección del movimiento de las libélulas y se puede definir mediante la ecuación:

$$\Delta X_{t+1} = (sS_i + aA_i + cC_i + fF_i + rR_i) + w\Delta X$$

Donde s , a , c y f son pesos para las fases: separación, alineación, cohesión, atracción y distracción, respectivamente. Además, w presenta el peso de inercia y t es el contador de iteraciones.

El vector de posición se determina con la ayuda del vector de paso, como se muestra en la ecuación:

$$X_i(t+1) = X_i(t) + \beta \cdot (X_j(t) - X_k(t)) + \alpha \cdot \Delta X$$

Donde:

- $X_i(t)$ es la posición actual de la libélula i en el tiempo t .
- $X_j(t)$ es la posición de otra libélula j en el tiempo t .
- $X_k(t)$ es la posición de otra libélula k diferente de j en el tiempo t .
- ΔX es un vector aleatorio que promueve la exploración.
- β y α son parámetros que controlan la influencia de $X_j(t) - X_k(t)$ y ΔX , respectivamente.

2.5 Tecnologías utilizadas

Python ha sido seleccionado por su flexibilidad y las numerosas bibliotecas disponibles para optimización y análisis de datos. Además, se ha utilizado Replit como entorno de desarrollo y ChatGPT para asistencia en la redacción del informe y adaptación del algoritmo a código Python.

2.6 Justificación de las tecnologías

Python proporciona una amplia gama de bibliotecas para la implementación de algoritmos de optimización y análisis estadístico, facilitando la programación eficiente y la visualización de resultados. Replit se eligió por su accesibilidad y facilidad de uso en el desarrollo colaborativo, mientras que ChatGPT ha sido útil para asesoramiento continuo durante el proceso de redacción y desarrollo.

3 Pruebas

Para nuestras pruebas ejecutamos el algoritmo más de 1400 veces, con 500 iteraciones cada vez y 15 agentes. Utilizando MiniZinc, nos dio como resultado que la mejor solución, la cual debemos idealmente alcanzar es valorización 3654 y costo 6110 con $x_1=14$, $x_2=4$, $x_3=25$, $x_4=4$ y $x_5=30$, por lo que nos enfocamos en que nuestro algoritmo al menos una vez llegara a ese resultado, en la Fig. 1 podemos ver que el algoritmo DragonFly encontró efectivamente la mejor solución.

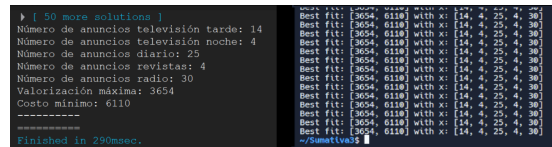


Fig. 1: Comparativa MiniZinc vs DA

3.1 Resultados de pruebas comparativas con Frontera de Pareto

Se realizaron pruebas comparativas utilizando la Frontera de Pareto para evaluar la eficiencia y el rendimiento del algoritmo Dragonfly. Nuestra frontera de pareto indica que pocas veces se llegó a la solución óptima, y la mayoría de las veces estuvo entre 2500 - 3250 para la calidad y 4500 - 5500 para el costo

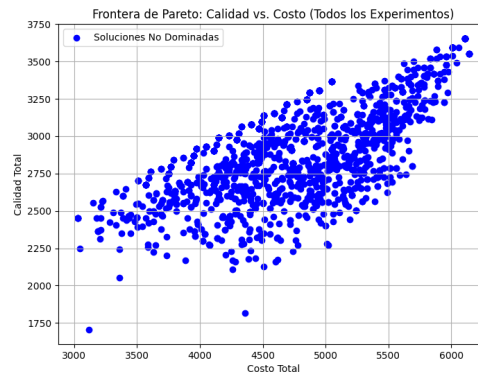


Fig. 2: Gráfico de frontera de pareto

3.2 Tablas de resumen descriptivo

A continuación se muestra un resumen de las métricas obtenidas en nuestras pruebas.

Table 1: Resumen descriptivo

Métrica	Resultado Valorización	Resultado Costos
Mejor solución	3654	6110
Peor solución	3001	4230
Promedio	3214.61	5270.10
Mediana	3155.0	5350.0
Desviación estándar	168.01	485.24
Rango intercuartílico	226.25	770.0

3.3 Gráficos y esquema

Como se puede observar, en cuatro experimentos de prueba, se hicieron las 500 iteraciones, lo que nos da gráficos de convergencia y gráficos de dispersión de la misma forma. En el de convergencia se puede observar que al realizar más iteraciones este se va estabilizando hasta encontrar una solución óptima Mientras que en el gráfico de dispersión nos enseña la distribución de los datos, un gráfico de dispersión de una sola línea podría representar la precisión después de cada iteración, proporcionando una visualización clara de cómo mejora o cambia esta métrica con el tiempo.

- **Convergencia:** Gráfico de convergencia del algoritmo Dragonfly.

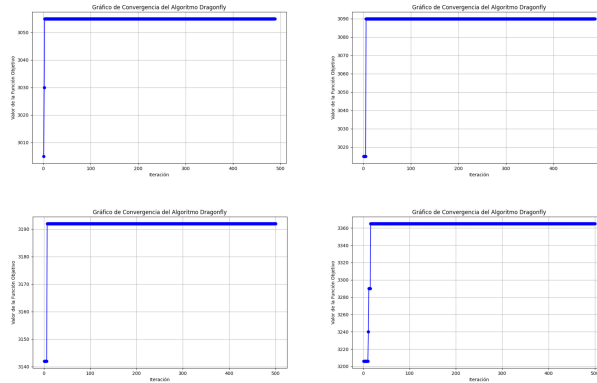
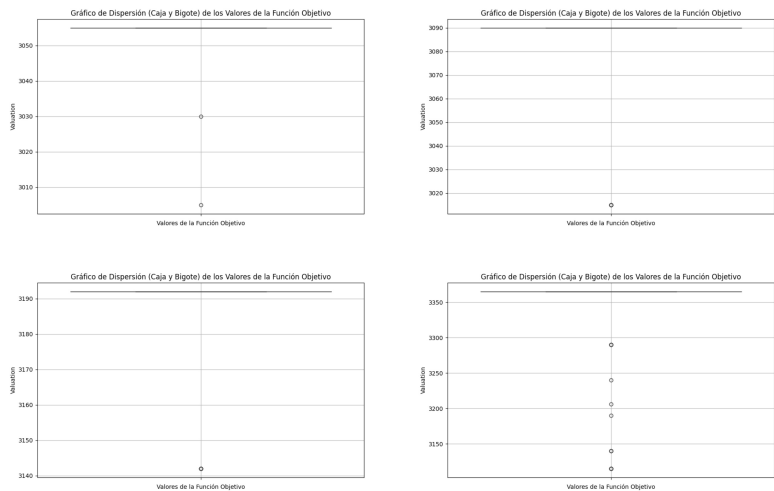


Fig. 3: Gráficos de convergencia

- **Dispersión (caja y bigote):** Representación gráfica de la dispersión de los resultados obtenidos.



4 Conclusión

Este trabajo ha demostrado cómo el algoritmo Dragonfly puede ser aplicado con éxito para optimizar la asignación de recursos en una campaña publicitaria, mejorando la calidad de exposición de los anuncios y reduciendo el costo total.

Se lograron los objetivos establecidos, alcanzando una solución óptima que maximiza la calidad de exposición mientras cumple con las restricciones presupuestarias y de cantidad de anuncios por medio.

El estudio destaca el potencial del algoritmo Dragonfly en aplicaciones de optimización complejas como el marketing y la publicidad, ofreciendo nuevas perspectivas y metodologías para futuras investigaciones en el campo.

Para futuras investigaciones, se recomienda explorar variantes del algoritmo Dragonfly y realizar análisis más detallados sobre su aplicación en diferentes contextos publicitarios y de marketing.

References

1. [1] C. M. Rahman and T. A. Rashid, "Dragonfly Algorithm and Its Applications in Applied Science Survey," **Computational Intelligence and Neuroscience**, vol. 2019, Article ID 9293617, 21 pages, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1155/2019/9293617>. [Accessed: Jul. 14, 2024].
 2. [2] J. Too, "Binary Dragonfly Algorithm for Feature Selection," GitHub repository, 2024. [Online]. Available: <https://github.com/JingweiToo/Binary-Dragonfly-Algorithm-for-Feature-Selection/tree/main>. [Accessed: Jul. 14, 2024].
 3. [3] S. Mirjalili, "Dragonfly Algorithm," 2024. [Online]. Available: <https://seyedalimirjalili.com/da>. [Accessed: Jul. 14, 2024].
 4. [4] Baeldung, "Dragonfly Algorithm | Baeldung on Computer Science," Baeldung on Computer Science. [Online]. Available: <https://www.baeldung.com/cs/dragonfly-algorithm>. [Accessed: Jul. 14, 2024].
 5. [5] Burhanmrj. "Dragon fly Optimization - GeeksforGeeks". GeeksforGeeks. [Online]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/dragon-fly-optimization/> [Accessed: Jul. 14, 2024].
- Código implementado en Python:
6. Peñaloza K., Pérez M., "DragonFly-Optimization-Algorithm" GitHub repository, 2024. [Online]. Available: <https://github.com/KaterinaPenaloza/DragonFly-Optimization-Algorithm>. [Accessed: Jul. 14, 2024].
 7. Video explicativo presentación sumativa 3 optimización: <https://youtu.be/8HR2Z3nPoc4>