
**ALGORITMOS ELECTROMAGNÉTICOS HÍBRIDOS
PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE RUTAS POR ARCOS****CARLOS JOSÉ MUÑOZ CASTRO
MAGÍSTER EN GESTIÓN DE OPERACIONES****RESUMEN**

En este trabajo se proponen dos nuevas metaheurísticas basadas en un Mecanismo Electromagnético (EM) híbrido, que simulan la teoría electromagnética de la física, considerando cargas eléctricas y los conceptos de atracción y repulsión para el Problema del Cartero Rural (RPP) y otra para el Problema Capacitado de Rutas por Arco (CARP). En particular, el RPP no es otra cosa que la versión generalizada del Problema del Cartero Chino (CPP), donde la gran diferencia está en que el CPP ha sido resuelto en tiempo polinomial, mientras que el RPP al igual que el CARP pertenecen a la familia de problemas NP-Hard. Para el RPP se probaron dos conocidos conjuntos de instancias y para el CARP cuatro conocidos conjuntos de instancias, todos definidos en grafos raros de muy baja densidad. Finalmente, los resultados obtenidos muestran ser competitivos con la literatura existente, demostrando ser relativamente bajos en relación a tiempo y GAP.

Además de trabajar la parte clásica en ambos modelos, se presenta un estudio aproximado bajo variantes robustas llamadas: *minmax* RPP, *minmax* CARP, *minmax regret* RPP, *minmax regret* CARP

y la incorporación de dos nuevos modelos robustos llamados min AD__ y min AD. Estos últimos dos nuevos modelos, presentan características que los diferencian de otros enfoques ya trabajados en Problemas de Rutas por Arcos (ARP). En primer lugar, se considera incertidumbre sólo en los tiempos de viaje, bastante lógico debido a la dificultad de entregar un valor determinista en problemas reales. En segundo lugar, se considera que sólo se conoce el límite inferior como superior de cada parámetro de tiempo, desconociendo la naturaleza que experimentan los datos en el intervalo. Dado lo anterior, programaciones lineales enteras mixtas (MILPs) que explotan la parte rala de los grafos y un conjunto de heurísticas ofrecen soluciones para las distintas variantes robustas estudiadas. Finalmente, los resultados para distintos criterios son comparados entre sí, analizando la robustez de cada uno de éstos.

Palabras claves: Problema de Rutas por Arcos Capacitado, Problema del Cartero Rural, Optimización Robusta, Incertidumbre Intervalar, Minmax, Arrepentimiento Minmax.

ABSTRACT

This work proposes two new metaheuristics based on a hybrid Electromagnetic like Mechanism (EM), that simulate the physical electromagnetic theory, considering electrical charges and the concepts of attraction and repulsion for the Rural Postman Problem (RPP) and another one for the Capacitated Arc Routing Problem (CARP). In particular, the RPP corresponds to the generalized version of the Chinese Postman Problem (CPP), where the big difference is that the CPP is solved in polynomial time, while the RPP such as the CARP belong to the family of NP-Hard problems. Two known sets of instances for the RPP, and four known sets of instances for the CARP were tested, all defined in sparse graphs in very low density. Finally, the results are competitive with existing literature, proving to be relatively low in relation to time and GAP.

In addition to working classical part in both models, this present an approximate study under robust variants calls: *minmax* RPP, *minmax* CARP, *minmax regret* RPP, *minmax regret* CARP and the incorporation of two new robust models called *min AD $\alpha\beta$* and *min AD*. The two new models have characteristics that differ from other existent approaches in Arc Routing Problem (ARP). First, it considers only uncertainty in travel times, explained by the difficulty to give a deterministic value in real problems. Secondly, considering that known only the lower and upper limit of each parameter of time, and do not know the nature that experiment the data in the interval. Thereby, mixed integer linear programming (MILPs) exploit the sparse part of the graph, and a set of heuristics offer solutions for the different robust variants studied. Finally, the results for different criteria are compared, analyzing the robustness of each one of these.

Keywords: Capacitated Arc Routing Problem, Rural Postman Problem, Robust Optimization, Interval

Uncertainty, Minmax, Minmax Regret.