

El problema del anillo-estrella

Autor: José Ángel Iranzo Sanz

Directora: Dra. Herminia I. Calvete Fernández

Resumen

Sea $G = (V, E \cup A)$ un grafo mixto, donde $V = \{0, 1, \dots, n\}$ es el conjunto de nodos, $E = \{[i, j] : i, j \in V, i \neq j\}$ es el conjunto de ejes y $A = \{(i, j) : i, j \in V\}$ es el conjunto de arcos. Cada eje $e = [i, j] \in E$ tiene asociado un coste no negativo $c_e = c_{ij}$ y cada arco $a = (i, j) \in A$, que representa la asignación del nodo i al nodo j , tiene asociado un coste no negativo $d_a = d_{ij}$.

El problema del anillo-estrella (*Ring Star Problem*, *RSP*) consiste en diseñar un ciclo simple (anillo) que pasa por el nodo 0 usando los ejes de E y asignar cada nodo no visitado por el anillo al nodo más cercano del anillo usando los arcos de A . El objetivo es minimizar el coste del ciclo mas el coste de las asignaciones. Este problema tiene numerosas aplicaciones prácticas en el campo del diseño urbano de redes de telecomunicaciones.

Este trabajo se divide en cuatro capítulos. El primero sirve como introducción y justificación del problema, y plantea la relación del RSP con su aplicación práctica en el diseño de redes de telecomunicaciones.

En el segundo capítulo, se describe formalmente el problema, se detallan algunas de las formulaciones como un problema de programación lineal entera que se han propuesto en la literatura y se describen los algoritmos utilizados para resolver dichos problemas. Finalmente, se revisan algunas variantes del RSP.

En el tercer capítulo, se propone una transformación del RSP en un problema del viajante generalizado (*GTSP*) que permite resolver el RSP aplicando las técnicas y algoritmos existentes para el GTSP.

Por último, en el cuarto capítulo, se propone un algoritmo evolutivo para resolver de forma

heurística el RSP y se muestran algunos de los resultados experimentales obtenidos a partir de una implementación del algoritmo en C++, cuyo código se presenta en el anexo.

Abstract

Let $G = (V, E \cup A)$ be a mixed graph, where $V = \{0, 1, \dots, n\}$ is the node set, $E = \{[i, j] : i, j \in V, i \neq j\}$ is the edge set and $A = \{(i, j) : i, j \in V\}$ is the arc set. Each edge $e = [i, j] \in E$ is associated with a nonnegative cost $c_e = c_{ij}$ and each arc $a = (i, j) \in A$, which represents that node i is assigned to node j , is associated with a nonnegative cost $d_a = d_{ij}$.

The Ring Star Problem (RSP) is the problem of designing a simple cycle (ring) that passes through node 0 using the edges and then assigning each non-visited node to a visited one using the arcs. The objective is to minimize the sum of ring and assignment costs. The problem has many practical applications in the design of urban optical telecommunication networks.

This report is divided into four chapters. The first one introduces and justifies the problem, and discusses the use of the RSP to model real applications in the design of telecommunications networks.

The second chapter states the problem, presents some of the integer linear programming formulations proposed in the literature and describes algorithms used to solve these problems. The chapter concludes with a review of some related problems.

In the third chapter a transformation of the RSP into a generalized traveling salesman problem (*GTSP*) is proposed that allows us to solve the RSP using existing techniques and algorithms for the GTSP.

Finally, in the fourth chapter an evolutionary algorithm to solve the RSP heuristically is developed and some experimental results to prove its performance are shown. The experiment is carried out with a C++ implementation of the algorithm, which is attached at the end of this report.