



UAI
UNIVERSIDAD ADOLFO IBÁÑEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS
DOCTORADO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL E INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

On Vehicle Routing Problem with Service Consistency

Hernán Andrés Lespay Rebolledo
Supervised by: Dr. Karol Suchan

Santiago, december 2020.

Contents

- 1 Introduction to Vehicle Routing Problem with Service Consistency 5**

- 2 A Case Study of Consistent Vehicle Routing Problem with Time Windows 8**
 - 2.1 Introduction 9
 - 2.1.1 Consistency in Vehicle Routing 10
 - 2.1.2 Problem Characteristics 11
 - 2.1.3 Modeling Consistency 12
 - 2.1.4 Our Contribution 13
 - 2.2 Literature Review 13
 - 2.2.1 Template Based ConVRP 14
 - 2.2.2 Non-template Based ConVRP and Related Problems 15
 - 2.3 The Problem 18
 - 2.4 Solution Framework 20
 - 2.4.1 Initial Solution Construction 21
 - 2.4.2 Route Elimination Heuristic 25
 - 2.5 Experimental Results 28
 - 2.5.1 Instance Characteristics 29
 - 2.5.2 Experimental Settings 31
 - 2.5.3 Results for Small ConVRPTW Instances 31
 - 2.5.4 Results for Large ConVRPTW Instances 32
 - 2.5.5 Driver assignment (operational) management 35
 - 2.6 Conclusions 39

3	Territory Design for Dynamic Multi-Period Vehicle Routing Problem with Time Windows	41
3.1	Introduction	41
3.2	Literature Review	43
3.3	The Problem	48
3.4	Solution Framework	53
3.4.1	Territory Elimination Heuristic for TD-DMPVRPTW	54
3.4.2	Merge Heuristic for TD-DMPVRPTW	55
3.5	Experimental Results	59
3.5.1	Instance Characteristics	59
3.5.2	Experimental Settings	60
3.5.3	Results for Small ConVRPTW Instances	61
3.5.4	Results for Large TD-DMPVRPTW Instances	61
3.5.5	Analysis of Route Design Strategies for Operational Management	64
3.6	Conclusions and Future Work	66
4	General Conclusions	68
	Bibliography	71

Abstract

This thesis investigates two routing strategies for the last-mile logistics problem for a food company's distribution center. The company has a homogeneous fleet of vehicles. Each driver is assigned to a fixed set of clients. Sets of clients assigned to different drivers are disjoint. Each customer requires that their orders be delivered within a specific time window. The company knows the customer demand only one day in advance. Customers do not order every day, and the frequency with which they do so is irregular. Moreover, customers' demands are not constant and change from one order to another. This causes inconveniences in the daily routing performed by drivers, negatively impacting the company's service level.

On the one hand, we study route design strategies that preserve the service consistency requirements, along the lines of the Consistent Vehicle Routing Problem (ConVRP) studied in the literature. On the other hand, we consider strategies that allow to built routes that do not intersect each other, which is known in the literature as the Territory Design (TD) problem. Finally, we evaluate how these two solution strategies would impact the company's results.

For each routing strategy, a mixed-integer linear programming model (MILP) and an ad-hoc solution heuristic are proposed. We compare the respective heuristics' solutions with the MILP's solutions on a set of small instances. Also, we compare the company's current routing plan with those obtained through the heuristics on real-world instances of the company. The results show the effectiveness of the heuristics. We obtain important improvements over the routing plans used by the company, with a lower number of vehicles and a higher rate of orders delivered within the established time windows.

Resumen

Esta tesis se enfoca en investigar dos estrategias de ruteo para el problema de logística de última milla para un centro de distribución de una empresa de alimentos. La empresa cuenta con una flota homogénea de vehículos. Cada conductor tiene asignado un conjunto de clientes fijo. Los conjuntos de clientes asignados a diferentes conductores son disjuntos. Cada cliente requiere que sus pedidos se entreguen dentro de una ventana horaria determinada. La empresa conoce la demanda de los clientes con un día de anticipación. Los clientes no realizan pedidos todos los días y la frecuencia con la cual lo hacen es irregular. Además, las cantidades demandadas por los clientes no son constantes y cambian entre un pedido y otro. Esto, provoca inconvenientes en el ruteo diario realizado por los conductores impactando negativamente en el nivel de servicio de la empresa.

Se estudian estrategias de diseño de rutas que preservan los requerimientos de consistencia del servicio, en la literatura, enmarcadas dentro del Consistent Vehicle Routing Problem (ConVRP). También, se estudian estrategias que permiten que las rutas construidas no se intercepten entre sí, en la literatura, enmarcadas dentro de los problemas de Diseño de Territorios (TD). Finalmente, se evalúa de qué forma impactaría en los resultados de la empresa el uso de estas dos estrategias de solución.

Para cada estrategia de ruteo, se proponen un modelo de programación lineal entera mixta (MILP) y una heurística de solución ad-hoc. Comparamos las respectivas soluciones de heurística con las soluciones de MILP en un conjunto de instancias pequeñas. Además, comparamos el plan de ruteo actual de la empresa con los obtenidos a través de las heurísticas en instancias reales de la empresa. Los resultados muestran la efectividad de las heurísticas. Obtenemos importantes mejoras sobre los planes de ruteo utilizados por la empresa, con un menor número de vehículos y una mayor tasa de pedidos entregados dentro de las ventanas de tiempo establecidas.