

Optimización combinatoria: Aplicaciones, modelos y métodos de solución

Juan Carlos Rivera Agudelo

Universidad EAFIT

Escuela de Ciencias

Grupo de investigación en Análisis Funcional y
Aplicaciones

2017

Agenda

1. Optimización combinatoria
2. Proyectos previos
3. Motivación y Justificación
4. Descripción del problema
5. Objetivos
6. Ejemplos

Qué es Optimización Combinatoria?

Es una rama de las matemáticas aplicadas y de las ciencias de la computación que consiste en encontrar soluciones óptimas entre un conjunto finito de alternativas.

Aplicaciones de la optimización combinatoria

Ruteo de vehículos

Programación de máquinas

Programación de proyectos

Programación de aulas

Problema de la mochila

Localización

Camino más corto

Entre otras...

Métodos utilizados

Exactos

Programación Lineal Entera

Programación Dinámica

Generación de columnas

Branch & Bound

Branch & Cut

Branch & Cut & Price

(Meta)Heurísticos

Algoritmos Genéticos

Búsqueda Tabú

Recocido Simulado

Algoritmos Bio-inspirados

Inteligencia Artificial

Métodos Híbridos

Proyectos previos

Solución de problemas de ruteo de vehículos aplicados a emergencias humanitarias (2016)

Solución de problemas de ruteo de vehículos con funciones objetivo acumuladas (2017)

Diseño de un modelo de optimización para la utilización de quirófanos dedicados a la atención de cirugías programadas (2017)

Motivación y justificación

- Muchos de estos problemas pertenecen a la clase NP-Hard
- Gran cantidad de aplicaciones
- Abordar múltiples aplicaciones con los mismos algoritmos
- Mantener activa la investigación en diferentes tipos de aplicaciones

Descripción del problema

Desarrollar algoritmos de solución competitivos en términos de calidad de la solución y costo computacional para problemas de optimización combinatoria con aplicación en diseño de rutas de distribución, programación de producción o finanzas.

Descripción del problema

Entre los algoritmos de solución, considerar estrategias aplicables a diferentes problemas de optimización combinatoria.

Objetivos

- Proponer aplicaciones, modelos y algoritmos de solución para problemas de ruteo de vehículos.
- Proponer aplicaciones, modelos y algoritmos de solución para problemas de programación de producción.
- Proponer algoritmos de solución que combinen estrategias utilizadas para resolver diferentes problemas de optimización combinatoria.
- Evaluar el desempeño de los métodos de solución propuestos mediante comparaciones con otros métodos

Ejemplos

- Problemas diferentes que pueden ser resueltos eficientemente con el mismo método (Grupo 1)
- Problemas que pueden ser descompuestos en problemas más pequeños o sencillos (Grupo 2)
- Problemas que pueden ser adaptados o transformados para tener estructuras similares a otros problemas (Grupo 3)

Ejemplos (Grupo 1)

Traveling Repairman Problem

- TRP: Blum et al. (1994), Archer & Williamson (2003), Fischetti et al. (1993), Jothi & Raghavachari (2004).
- Aplicaciones a máquinas: Picard & Queyranne (1978), Simchi-Levi & Berman (1991)
- Time-dependent traveling salesman problem vs single machine scheduling problems with sequence dependent setup times: Bigras et al. (2008)

Ejemplos (Grupo 1)

Parallel scheduling machine vs k-traveling repairman problem

- PSM: Belouadah H (1995), Cheng & Sin (1990), Lawler et al. (1993)
- kTRP: Jothi & Raghavachari (2007), Jothi & Raghavachari (2004), Fakcharoenphol et al. (2007)

Ejemplos (Grupo 1)

Resource-constrained project scheduling problem

- Rivera (2005): Este problema es una generalización del flow shop scheduling, job shop scheduling, open shop scheduling

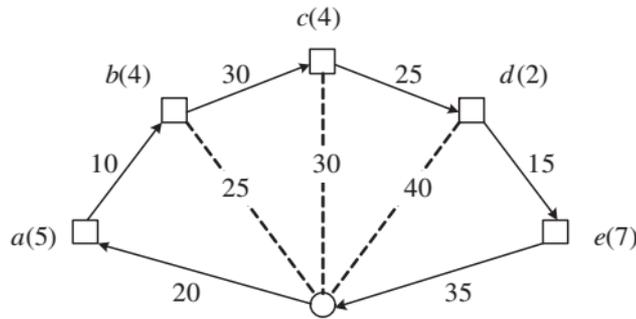
Ejemplos (Grupo 2)

Algoritmo split

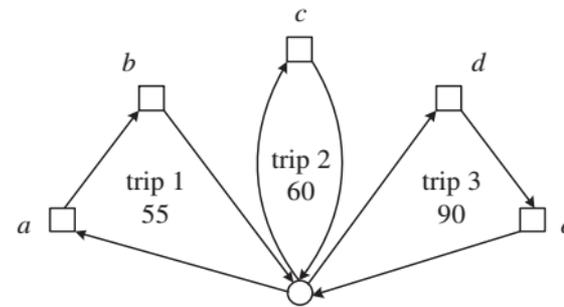
- Prins (2004), Prins et al. (2014) .

Ejemplos (Grupo 2)

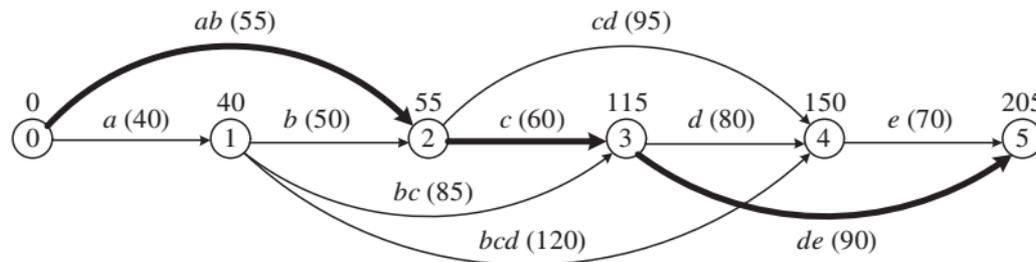
Algoritmo split



1. Giant tour $T = (a, b, c, d, e)$



3. Optimal splitting, cost 205



2. Auxiliary graph H of possible trips for $Q = 10$ (shortest path in boldface)

Ejemplos (Grupo 2)

Multitrip cumulative capacitated vehicle routing problem

- Rivera et al. (2015): En este problema, dado un conjunto de rutas a realizar, es posible obtener la asignación y orden óptimos de las rutas a realizar por los diferentes vehículos mediante la solución de un problema de programación de producción con máquinas en paralelo

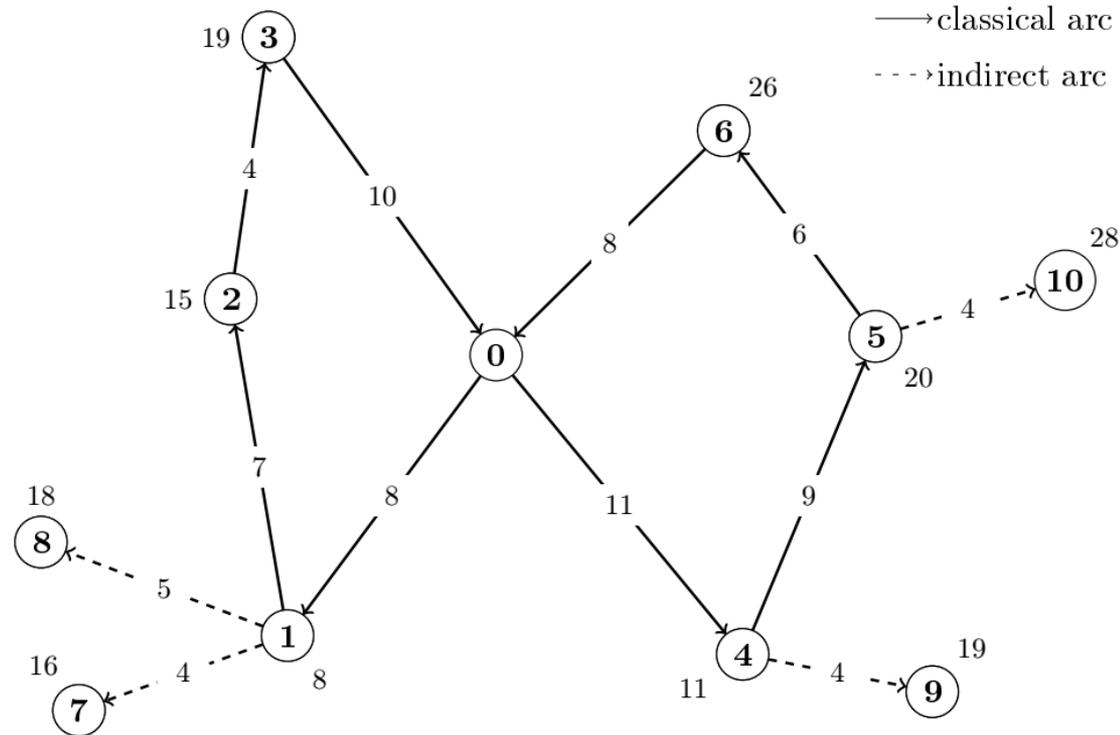
Ejemplos (Grupo 2)

Resource-constrained project scheduling problem

- Rivera & Celín (2010) y Kochetov & Stolyar (2003): Procedimientos de búsqueda basados en descomposición del problema en problemas de la mochila (Knapsack problem).

Ejemplos (Grupo 2)

Cumulative capacitated vehicle routing problem with indirect deliveries



Ejemplos (Grupo 2)

Cumulative capacitated vehicle routing problem with indirect deliveries

- Rivera (2014): En este problema puede ser descompuesto en un problema de ruteo de vehículos (CCVRP) y un problema de asignación.

Ejemplos (Grupo 3)

Vehicle routing vs shortest path

- Rivera *et al.* (2016) y Azi *et al.* (2007) en donde problemas de ruteo de un vehículo con múltiples rutas son formulados como problemas de camino más corto con recursos limitados.

Ejemplos (Grupo 3)

Vehicle routing vs shortest path

- Longo et al. (2006) propone un procedimiento para transformar problemas de ruteo capacitado en arcos (capacitated arc routing problem - CARP) en problemas de ruteo capacitado en nodos (capacitated vehicle routing problem - CVRP).

Ejemplos (Grupo 3)

Scheduling problems

- En Brucker & Knust (2012) se presentan diferentes generalizaciones y variantes del RCPSP, incluyendo los problemas mencionados anteriormente (FSSP, JSSP y OSSP), así como otras transformaciones del *cutting-stock problem*, *high-school timetabling*, *audit-staff scheduling problem* y *sport league scheduling*.

Ejemplos (Grupo 3)

Scheduling problems

- Wren (1996) describe relaciones similares entre problemas de scheduling, timetabling y rostering.

Optimización combinatoria: Aplicaciones, modelos y métodos de solución

Juan Carlos Rivera Agudelo
jriviera6@eafit.edu.co

Universidad EAFIT
Escuela de Ciencias
Grupo de investigación en Análisis Funcional y
Aplicaciones
2017