

Faculdade de Engenharia de Universidade do Porto

CAL - Conceção e Análise de Algoritmos
Sexta, 24 de março de 2020

Tema 6: PortoCityTransfers Parte 1



Turma 5, Grupo 7:

António Melo Cabral Lima Braga	up201708995@fe.up.pt
João Nuno Diegues Vasconcelos	up201504397@fe.up.pt
Tiago Miguel Barbosa Marques	up201704733@fe.up.pt

Índice

Introdução	3
Descrição do problema	3
1ª fase: uma carrinha para um destino	3
2ª fase: uma carrinha para vários destinos	4
3ª fase: várias carrinhas para vários destinos	4
a) Só saem da estação	
b) Também retornam à estação	
Formalização do problema	6
Dados de Entrada	6
Dados de Saída	7
Restrições	7
Função objetivo	8
Perspetiva de solução	9
Casos de utilização	10
Conclusão	11

Introdução

Existe uma empresa (PortoCityTransfers) que presta serviços de transporte, mais concretamente de *transfer* entre a estação de comboios Porto Campanhã e hotéis ou outros destinos na região do Porto.

Esta contem várias carrinhas para efetuar essas tarefas de transporte, surgindo deste modo um desafio/problema: como recolher os clientes e deixá-los nos respetivos destinos de uma forma eficiente, ou seja, sem que as carrinhas tenham de efetuar rotas desnecessárias e as pessoas fiquem muito tempo à espera das mesmas. Pretende-se, portanto, acolher o maior número de passageiros possível por veículo e traçar os melhores caminhos pela cidade de acordo com os locais onde os clientes queiram ficar.

Descrição do problema

Para solucionar o problema, este será dividido em três fases:

1ª fase: uma carrinha para um destino

Inicialmente considera-se unicamente uma carrinha para o transporte dos clientes, que terá apenas um destino antes de retornar à estação. As pessoas que chegarem primeiro à estação terão prioridade e serão levadas ao seu destino pela carrinha cuja capacidade (nesta fase) é considerada irrelevante, sendo considerado mais importante apenas deixá-las no local pretendido, podendo depois o veículo voltar à estação para transportar os clientes seguintes, que não devem ficar muito tempo à espera (tal não será uma prioridade nesta iteração, mas sim na seguinte (2ª fase), onde a carrinha poderá alcançar vários destinos antes de retornar à estação de comboios).

Deste modo, é de extrema importância obter os dados apresentados no ato de reserva (nome, NIF, fatura, morada de destino e hora prevista da chegada do comboio). Como referido anteriormente, quem (nome) se apresentar mais cedo na estação (hora prevista da

chegada do comboio) terá o acesso ao veículo, sendo primeiramente transportado ao seu destino (morada de destino).

Esta constitui, portanto, uma fase muito primitiva e simples (sendo ignorados vários fatores), mas essencial para a dissecação do problema, de forma a permitir a resolução do mesmo na última iteração, 3ª fase.

2ª fase: uma carrinha para vários destinos

Ultrapassada a primeira fase, onde a carrinha possui apenas um destino antes de retornar à estação, pode-se avançar para uma segunda iteração onde será possível alcançar vários locais pretendidos numa só deslocação, ou seja, antes de voltar à estação de comboios poderão ser levados vários clientes com destinos diferentes.

É nesta fase que começa a ter mais peso o tempo que as pessoas ficam à espera de transporte, pois já se pode levar na carrinha clientes que não partilhem o mesmo destino e cujo comboio não tenha a mesma hora de chegada. Existe, deste modo, um tempo máximo de espera estabelecido (que pode não ser cumprido, uma vez que só é usado um veículo (que continua a ter capacidade desprezível) ao invés de todo um conjunto de carrinhas, só acessível na última iteração, 3ª fase). Este torna-se, então, o fator de seleção dos clientes a transportar. Ou seja, os primeiros a chegar serão na mesma os primeiros a partir, se houver um comboio que chegue a uma hora minimamente parecida (com uma diferença menor do que o intervalo de tempo estabelecido quando comparada com a chegada do suposto “primeiro” comboio (este tal “primeiro” associa-se ao momento em que a carrinha está vazia no início do dia ou imediatamente após uma deslocação ao(s) destino(s) antes de retornar)). Por este motivo, como referido acima, não se consegue assegurar que as pessoas não fiquem mais do que o tempo estabelecido à espera, que só será possível garantir na 3ª fase com várias carrinhas.

3ª fase: várias carrinhas para vários destinos

Por fim, após a 1ª e 2ª fases, chega-se à última iteração, à 3ª fase, na qual finalmente a empresa dispõe de todo um conjunto de viaturas. É, nesta altura, que se tem em conta todos os fatores relativos ao problema e onde se pretende resolver completamente o problema. São tidos em

consideração os melhores percursos a efetuar e o tempo de espera na estação por parte de todos os clientes.

Como foi sendo referido na 2ª fase, agora que se encontram disponíveis várias carrinhas é possível assegurar que as pessoas não fiquem mais de um tempo definido na estação à espera de transporte. Para tal concilia-se o processo de seleção de pessoas nessa fase (melhorado, tendo em consideração também as distâncias entre destinos) com a possibilidade de efetuar várias deslocações ao mesmo tempo (pois usufrui-se de mais do que uma carrinha).

Esta última fase tem a particularidade de poder ser ainda dividida em outras duas subfases: levar apenas os clientes aos destinos a partir da estação de comboios e retornar à mesma (sem recolher novas pessoas); efetuar a mesma tarefa referida anteriormente, mas com a possibilidade de também recolher novos clientes e transportá-los até à estação.

Algo que ainda não foi referido é que também se pode tornar possível aceitar pessoas que não tenham efetuado uma reserva previamente. E, assim, juntando-se incrementalmente as várias fases, chegando a esta última, obtém-se a solução para o problema.

Formalização do problema

Dados de Entrada

Pi – Sequência de passageiros ordenados pela sua hora de chegada à estação de comboios

- hc : hora de chegada a estação

Ci – sequências de carrinhas disponíveis para transporte (na 1ª e 2ª fase apenas teremos 1 disponível), cada uma caracterizada por:

- cap : número de passageiros (ignorando o motorista) que a carrinha pode transportar (na 1ª e 2ª fase consideramos que a sua capacidade é ilimitada)

t - tempo máximo de espera dos clientes, isto é. não se quer que um cliente fiquem mais que t tempo à espera

Gi (Vi, Ei) – grafo dirigido pesado:

- V – Vértices (representa pontos de interesse)
 - Adj : conjunto de aresta que partem de V
 - Id : identificador do vértice.
- E – Arestas (representam vias de comunicação entre vértices):
 - Id : identificador da aresta
 - d : peso da aresta (distancia entre os dois V)
 - dest : V de destino

I – Vértice inicial e final (que neste caso representa a estação de comboios)

Dados de Saída

$G_f(V_f, E_f)$ – grafo dirigido pesado, tendo V_f e E_f os mesmos atributos que V_i e E_i .

R_f – Sequência de viagens realizadas:

- h_i : hora de partida da estação.
- h_f : hora de chegada à estação.
- P_f : sequência de passageiros transportados
- C : carrinha utilizada na viagem
- d : sequência de vértices visitados, ordenados por visita.

Restrições

Uma vez que estamos a resolver um problema no mundo real isso impõe restrições nos dados do problema.

Sobre os dados de entrada:

- cap : Poderá assumir o valor de 4 ou 8.
- l : representa a estação de comboios (ponto final e inicial de cada viagem)
- d : > 0 , uma vez que representa uma distância entre pontos.
- $0 < t < 45$ minutos, o tempo máximo de espera não poderá ser 0, uma vez que isso não é possível, nem poderá ser muito grande, uma vez que o problema perderia parte do seu objetivo.

Sobre os dados de saída:

- $h_i < h_f$, uma vez que a hora de partida não pode ser maior que a hora de chegada.
- $cap(c) \leq |P_f|$, uma vez que a capacidade da carrinha utilizada em cada viagem não pode ser menor que o número de passageiros.
- d : os vértices visitados na viagem têm que estar ordenados pela sua ordem de visita.

Funções objetivo

Uma solução ótima do problema passa por minimizar o número de viagens feitas, o tempo de espera de cada cliente e as distâncias percorridas em cada viagem, o que se reflete pela minimização das seguintes funções:

$f = |R_f|$, número total de viagens feitas;

$g = \sum h_i(r_f) - h_c(P_f(R_f))$, tempo de espera total de todos os clientes;

$h = \sum d(e)$, total de distancia percorrida.

Na nossa solução pretendemos dar prioridade a g e de seguida h e por fim f .

Perspetiva de solução

Com o objetivo de resolvermos o problema de uma forma incremental e para podermos aplicar um maior número de algoritmos dividimos o problema em subproblemas, tendo já sido discutidos anteriormente.

De forma a melhorarmos os resultados dos algoritmos usados pretendemos fazer um pré processamento de forma a não considerarmos vértices inacessíveis, para sabermos se podemos aceitar como destino de um dos nossos clientes. Para esse fim fazemos uma pesquisa em profundidade (DFS) ou uma pesquisa em largura (BFS). Poderíamos também aplicar ao grafo o algoritmo de Floyd-Warshall que retorna o caminho mais curto entre todos os pares de vértice, em que se alguma das distâncias fosse infinita, iria querer dizer que esse ponto não pode ser atingido, no entanto pensamos que este algoritmo possa demorar demasiado tempo tendo em conta o grafo que esteja a ser usado.

Na 1ª fase do problema para se obter o menor percurso entre dois pontos iremos recorrer à implementação do algoritmo de Dijkstra, para efeito de comparação de poderemos também implementar o algoritmo A*, que apresenta um ganho de tempo de cálculo em relação Dijkstra devido à sua heurística.

Na 2ª fase abstraímos o problema como sendo o problema do caixeiro viajante, visto que o ponto inicial e final são o mesmo e queremos visitar os destinos dos clientes de forma a minimizar a rota percorrida. Uma das maneiras de construir a rota passa por usar a heurística do vizinho mais próximo, em que a cada passo se escolhe o destino seguinte mais próximo do atual, no entanto esta solução não garante a solução ótima.

Na 3ª fase de forma a agrupar os clientes pelas diferentes carrinhas iremos implementar um algoritmo ganancioso, em agrupa os clientes pelas diferentes carrinhas tendo como base a sua hora de chegada e o tempo de espera máximo pré-estabelecido. A carrinha parte da estação se estiver cheia ou se o tempo de espera de um cliente estiver prestes a exceder o tempo máximo.

No decorrer do nosso trabalho contamos também usar e analisar outros algoritmos não especificados neste relatório.

Casos de utilização

O programa tem como objetivo:

- Criação de um grafo tendo como base mapas guardados em disco.
- Cálculo das distâncias entre os pontos de interesse, identificados como vértices no grafo.
- Visualização de grafos recorrendo a material fornecido pelos docentes e auxiliares da unidade curricular.
- Ser apresentado com as seguintes opções:
 - Calcular rota de viagens das diferentes fases implementadas.
 - Adicionar ou remover carrinhas.
 - Adicionar, alterar ou remover reservas.
 - Alterar o tempo máximo de espera aceitável dos clientes.
 - Visualização das rotas calculadas.

Conclusão

Este relatório serviu para discutir uma possível abordagem de resolução do problema, com o objetivo de haver uma planificação do trabalho bem discutida para passarmos à implementação do programa para a gestão da PortoCityTransfers.