



Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia
FEUP

Pesquisa aplicada à recolha de resíduos numa cidade

Relatório Intercalar

Inteligência Artificial

3º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Elementos do Grupo:

Hélder Antunes - up201406163 - up201406163@fe.up.pt

Miguel Lucas - ei11140 - ei11140@fe.up.pt

Renato Abreu - up201403377 - up201403377@fe.up.pt

28 de Março de 2017

Objetivo

No âmbito da cadeira Inteligência Artificial do Mestrado Integrado de Engenharia Informática, propusemo-nos a desenvolver um projeto utilizando pesquisa informada de soluções aplicada à recolha de resíduos numa cidade.

Assim, o objetivo do projeto será representar o tema como um problema de pesquisa e posteriormente aplicar diferentes algoritmos e encontrar a melhor heurística de forma a determinar o melhor percurso a realizar por um conjunto de camiões de recolha de resíduos numa cidade, minimizando o percurso realizado e maximizando a carga transportada.

Descrição

A recolha de resíduos é uma tarefa diária numa cidade que deve ser realizada de forma mais eficiente possível, quer para manter a cidade limpa, quer para minimizar os custos associados. Para transportar resíduos até as estações de tratamento, os serviços camarários mantêm uma frota de camiões especializados (papel, plástico, vidro e lixo comum) que realizam rotas de recolha, que são definidas a priori e realizadas sistematicamente segundo uma dada frequência.

Pretende-se realizar tal recolha de forma mais inteligente. De facto, os contentores espalhados em diversos pontos da cidade, onde os moradores depositam o lixo, podem não estar suficientemente cheios para justificar o seu esvaziamento pelo camião da recolha, o que tornaria algumas viagens desnecessárias. Com o grande desenvolvimento da rede de sensores das cidades, é possível realizar uma monitorização mais efetiva do nível de acumulação de resíduos em cada contentor e portanto apenas os contentores com resíduo suficiente que justifique a sua recolha serão incluídos na rota dos camiões.

Posto isto, a rota de recolha é efetuada desde a central, onde ficam estacionados os camiões, até às estações de tratamento, onde é depositado todo o resíduo recolhido.

Representação do tema como problema de pesquisa

O **estado** do problema diz respeito ao estado que um camião pode se encontrar. Neste caso, considerou-se que:

$$\text{Estado} = \{\text{nó no grafo, distância percorrida, espaço disponível de carga}\}$$

As **funções de transição** dizem respeito às ações que o camião pode efetuar. Em cada estado, um camião pode:

- recolher lixo (se no local existir lixo que possa ser carregado pelo camião) reduzindo o espaço de carga.
- mover-se para outro nó aumentando a distância percorrida.

A **heurística** utilizada tem que garantir que o camião chegue à estação de tratamento percorrendo a menor distância possível e, ao mesmo tempo, diminuir a capacidade carga (maximizar a recolha de lixo). As duas variáveis (distância e peso) têm diferentes grandezas, pelo que, na função de heurística em baixo, dividiu-se essas variáveis pelos valores máximos que as mesmas poderiam ter. Além disso, acrescentou-se os valores α e β , para privilegiar a distância ou o lixo recolhido, consoante as preferências do utilizador.

A função heurística é então definida pela seguinte fórmula:

$$f(n) = g(n) + h(n)$$

sendo que $g(n)$ corresponde ao custo do caminho desde o nó inicial até ao nó n e portanto é representado pela fórmula:

$$g(n) = \alpha \times dist / Dist + \beta \times disp / Carga$$

$dist$ = distância percorrida até ao momento

$Dist$ = soma de todas as arestas do grafo (conhecido a priori)

$disp$ = disponibilidade de carga do camião

$Carga$ = carga total do camião (conhecido a priori)

$$\alpha + \beta = 1$$

Por outro lado, $h(n)$ é a heurística que estima o custo do caminho mais otimizado desde n até o objetivo (estação de tratamento), e como tal a função é a seguinte:

$$h(n) = \alpha \times dist / Dist$$

$dist$ = distância percorrida até ao momento

$Dist$ = soma de todas as arestas do grafo (conhecido a priori)

Procurando subestimar o custo a função (*Admissibilidade da Heurística*) não considerou a disponibilidade de carga do camião, visto que, na melhor das hipóteses, será zero.

Esta heurística considera apenas o estado de um camião. Quando vários camiões são utilizados, pensou-se em correr o A^* de forma iterativa isto é: corre-se o A^* para um camião, e se houver lixo suficiente que justifique uma nova ronda, corre-se de novo para o próximo camião disponível.

Trabalho Efectuado

O desenvolvimento do projeto iniciou-se definindo o tipo de ficheiros que iriam conter a informação relativa aos dados de entrada e o respetivo parser destes ficheiros. A representação desta informação, em código, também já está definida.

Com o intuito de obter um melhor resultado final, ou seja, uma melhor visualização do problema e da respetiva solução, utilizamos a biblioteca Graph Stream, que inclui recursos que permitem construir e visualizar gráficos de uma forma dinâmica.

Por outro lado, de forma a aplicar as heurísticas e os algoritmos para resolver o problema, desenvolvemos a nossa própria estrutura que representa um grafo, o que nos permite obter maior controlo relativamente à própria estrutura face ao que a biblioteca Graph Stream nos permite.

Tal como recomendado no enunciado do projeto, neste momento, aplicamos o algoritmo A^* , utilizando uma heurística personalizada, a apenas um camião de um determinado tipo obtendo assim o caminho que obedece à heurística definida e portanto minimiza a distância entre a central e a estação de tratamento e maximiza a quantidade de lixo recolhida.

Resultados esperados e forma de avaliação

Usar-se-á os algoritmos de pesquisa em largura e em profundidade para os comparar com o A^* . Espera-se que o algoritmo A^* , sendo um método de pesquisa informado, devolva melhores soluções. Para além da qualidade das soluções irá ser feita uma análise aos tempos de execução dos diferentes algoritmos.

Para avaliar a qualidade de uma solução ter-se-á em conta os seguintes aspetos:

- Número de camiões utilizados de cada tipo;
- Quantidade de resíduos recolhidos;
- Soma da distância dos percursos efetuados por todos os camiões.

Conclusões

O presente documento inclui assim a descrição do problema e dos objetivos pretendidos, bem como os métodos que irão ser usados para chegar à solução desejada.

Primeiramente, foram encontradas as variáveis do problema e a relação entre elas. Na implementação decidiu-se o tipo de ficheiros necessários para guardar os dados, e optou-se pela biblioteca Graph Stream, uma vez que permite obter a representação visual do grafo de forma mais agradável.

Relativamente à procura da solução desejada para o problema, usando o algoritmo A^* , tentamos definir uma heurística adequada e ótima de forma a complementar ambos os dois objetivos: a recolha de maior quantidade de lixo possível e percorrer a menor distância possível. Destaca-se a importância de subestimar o custo da função $h()$ de modo a não se obter soluções distantes da ótima.

Posteriormente, iremos implementar outros algoritmos de pesquisa de soluções de forma a comparar objetivamente as soluções obtidas. Assim, utilizaremos os métodos fracos: pesquisa em largura e pesquisa em profundidade.

Recursos

<http://graphstream-project.org/> [Software]