

3º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Informática e Computação

Inteligência Artificial



Otimização da Localização de Tribunais em Portugal

Relatório Intecalar

Flávio Couto - up201303726 - up201303726@fe.up.pt

Luís Figueiredo - up201304295 - up201304295@fe.up.pt

Pedro Afonso Castro - up201304205 - up201304205@fe.up.pt

17 de Abril de 2016

Conteúdo

1	Objetivo	2
2	Descrição	3
2.1	Especificação	3
2.2	Trabalho realizado	4
2.3	Resultados esperados e forma de avaliação	5
3	Conclusão	6
4	Recursos utilizados	7

1 Objetivo

Este projeto encontra-se a ser desenvolvido no âmbito da unidade curricular de Inteligência Artificial (IART) e tem como principal objetivo realizar um estudo sobre algoritmos de otimização de soluções. Mais concretamente será abordada a otimização do mapa judiciário português, isto é, a distribuição de um número fixo de tribunais pelos concelhos do país. Sendo o número de tribunais substancialmente inferior ao de concelhos, recorreremos a metodologias de otimização de soluções como algoritmos genéticos e arrefecimento simulado para atingirmos ao objetivo.

2 Descrição

2.1 Especificação

Dada a natureza dos algoritmos de otimização, é necessário encontrar uma função de avaliação que nos permita determinar a qualidade de uma solução. Para determinar a distribuição ideal dos tribunais, temos então de determinar os fatores que nos permitam considerar uma solução como ótima. Posto isto, podemos enumerar os seguintes fatores:

- O número de cidadãos residentes em concelhos onde sejam colocados tribunais deve ser o maior possível;
- A distância a um tribunal dos cidadãos residentes em concelhos onde não exista um tribunal deve ser a menor possível;
- Nenhum cidadão deverá ficar a uma distância superior a X de um tribunal.
- Os custos de construção dos tribunais deverão ser os menores possíveis.

No entanto, encontrar estes fatores não é suficiente. Precisamos de uma forma de representar cada possível solução. O grupo optou por usar uma representação baseada numa cadeia binária (de 0's e 1's), com tamanho igual ao número de concelhos, em que um 0 na posição i representa a inexistência de um tribunal no concelho i , e um 1 representa a existência de um tribunal nesse concelho.

Estamos então em condições de determinar uma função de avaliação para o problema em questão. A seguinte função de avaliação será utilizada:

$$H(X_i) = \begin{cases} -\infty, & \text{se } \sum_j X_i[j] > T_{\max} \\ \sum_j h(X_i[j]), & \text{se } \sum_j X_i[j] \leq T_{\max} \end{cases} \quad (2.1)$$

$$H1(X_i) = \max(0, H(X_i)) \quad (2.2)$$

$$H2(X_i) = \max(0, H(X_i) - \sum_j \min(P[j] * V_p - C[j], -P[j] * C_p)) \quad (2.3)$$

$$H3 = \max(0, H(X_i) - \min(0, \min(\forall_j (H(X_j)))) \quad (2.4)$$

$$h(X_i) = \begin{cases} P[j] * V_p - C[j], & \text{se } X_i[j] = 1 \\ P[j] * V_p * \frac{D_{\max} - \min(D(j,k))}{D_{\max}}, & \text{se } X_i[j] = 0 \wedge k \in L(j, D_{\max}) \wedge X_i[k] = 1 \\ -P[j] * C_p, & \text{se } X_i[j] = 0 \wedge \forall_k (k \in L(j, D_{\max}) \implies X_i[k] = 0) \end{cases} \quad (2.5)$$

Em que:

- X_i representa o cromossoma número i da geração atual;
- T_{\max} representa o número máximo de tribunais a distribuir
- $P[j]$ representa o número de pessoas da cidade j ;
- V_p representa o valor de uma pessoa ter acesso a um tribunal perto dela;
- C_p representa o custo de uma pessoa não ter acesso a um tribunal perto dela;
- $C_t[j]$ representa o custo de construir um tribunal na cidade j ;
- $X_i[j]$ representa a existência (1) ou não (0) de um tribunal na cidade i ;
- D_{\max} representa a distância máxima desejada de uma cidade a um tribunal;
- $D(j, k)$ representa a distância entre as cidades j e k ;
- $L(j, D_{\max})$ representa o conjunto das cidades que se encontram no máximo a D_{\max} da cidade j , excluindo j ;

De forma a tornar esta aplicação o mais realista possível, consideramos desenvolver um módulo que obtenha dados relativos às cidades e sua distribuição pelo país através de fontes fiáveis, nomeadamente a *API* da *Google Maps*.

O grupo resolveu dividir o trabalho nas seguintes fases:

- Extracção do nome, população e coordenadas geográficas de cada sede de concelho em Portugal;
- Implementação genérica de um algoritmo genético (ou seja, uma implementação que se consiga aplicar a qualquer problema que possa ser resolvido recorrendo a este algoritmo);
- Implementação genérica de arrefecimento simulado;
- Determinação da função de avaliação e forma de representação a ser utilizada nos algoritmos de optimização implementados;
- Criação de uma interface gráfica que permita ao utilizador encontrar uma solução para o problema de forma simples e intuitiva;
- Implementação de melhorias não especificadas no enunciado que o grupo entenda, caso haja disponibilidade (como por exemplo, a utilização de outros algoritmos de optimização).

2.2 Trabalho realizado

Na altura da entrega deste relatório, o grupo já extraiu informações realistas do nome, população e localização de cada sede de concelho em Portugal.

O grupo também já terminou a implementação genérica de um algoritmo genético, bem como a determinação da função de avaliação e forma de representação de cada possível solução.

2.3 Resultados esperados e forma de avaliação

Para avaliar a qualidade dos algoritmos implementados, podemos focar-nos em dois aspetos: qualidade da solução e tempo de computação.

Como já foi especificado anteriormente, para avaliar a qualidade de uma solução, a função heurística $h(n)$ especificada anteriormente será utilizada. Esta função será também usada para avaliar a qualidade da solução final gerada pelo algoritmo utilizado, permitindo a sua validação.

Com isto, podemos avaliar a qualidade das soluções geradas pelos algoritmos, podendo assim ver qual é o mais eficiente. Gerando uma amostra estatisticamente representativa (30 soluções) para cada algoritmo e calculando a média do resultado da função de avaliação para cada amostra, poderemos assim ver qual dos algoritmos é mais eficaz para a resolução do problema.

Para calcular o tempo de execução, basta determinar o tempo imediatamente antes e depois da execução do algoritmo, permitindo-nos assim saber qual dos algoritmos é que permite encontrar uma solução mais rapidamente.

3 Conclusão

Após reflexão entre os membros do grupo acerca do tema escolhido, não só quando começámos a trabalhar neste, como também na produção deste relatório intercalar, chegámos à conclusão que fizemos uma boa escolha do tema do projeto. É um projeto bastante interessante que, sendo desafiante, não é demasiado trabalhoso (o que condicionaria o nosso tempo para outras unidades curriculares).

Pensar na forma mais correta de implementar os algoritmos, bem como encontrar a função de avaliação mais adequada foram os aspetos mais interessantes do desenvolvimento do projeto até agora, e estamos motivados para fazer o melhor trabalho possível nas semanas que faltam.

Está a ser definitivamente um dos trabalhos mais cativantes do semestre, e esperamos gostar tanto de trabalhar nele a partir de agora como gostámos até aqui.

4 Recursos utilizados

- Apontamentos das aulas
- MILLER, Brad L. and David E. Goldberg. *Genetic Algorithms, Tournament Selection, and the Effects of Noise*, University of Illinois, 1995
- Creating a genetic algorithm for beginners (<http://www.theprojectspot.com/tutorial-post/creating-a-genetic-algorithm-for-beginners/3>)
- IntelliJ IDEA (<https://www.jetbrains.com/idea/>)
- TeXmaker (<http://www.xmlmath.net/texmaker/>)
- LaTeX(<https://www.latex-project.org/>)
- Git (<https://git-scm.com/>)