Otimização na Alocação de Disciplinas a Professores

Projeto de pesquisa submetido à apreciação da Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação da Universidade Federal de Ouro Preto como parte das exigências do EDITAL PIBIC/FAPEMIG/UFOP N° 10/2017.

Área CNPq: Ciência da Computação / Metodologia e Técnicas da Computação.

João Monlevade, Novembro, 2017.

Professor - George Henrique Godim da Fonseca

Aluno - a definir

1 Resumo

O problema da Atribuição de Tarefas, ou *Assignment Problem*, consiste em atribuir um conjunto de tarefas a um conjunto de recursos maximizando a compatibilidade entre os mesmos. Esse problema é muito estudado na área de Otimização Combinatória. Esse projeto objetiva a resolver, em específico, o Problema de Alocação de Disciplinas a Professores em instituições de ensino. Será desenvolvido um modelo de emparelhamento em grafos para encontrar uma atribuição inicial e essa solução será refinada via heurísticas de busca local. Planeja-se utilizar dados do Departamento de Computação e Sistemas para validar o modelo de otimização desenvolvido. Uma interface gráfica com o usuário também será desenvolvida, onde pode-se informar os critérios prioritários na atribuição professor-disciplina e realizar ajustes manuais na solução gerada.

Palavras-chave: Atribuição de Tarefas, Emparelhamento, Heurísticas.

2 Introdução

O problema da Atribuição de Tarefas, ou *Assignment Problem*, consiste em atribuir um conjunto de tarefas a um conjunto de recursos maximizando a compatibilidade entre os mesmos [1]. Dentre as aplicações mais comuns desse problema encontram-se: Atribuição de tarefas a máquinas [2, 5], Balanceamento de carga de trabalho [9] e alocação de tarefas a funcionários [7, 10]. Esse projeto propõe uma solução ao problema da alocação professor-disciplina em instituições educacionais. Uma solução satisfatória a esse problema pode ser obtida manualmente quando há poucas disciplinas e professores a alocar; porém, quanto maior o número de disciplinas e de professores, mais difícil e falha é sua solução manual.

Problemas dessa classe são comumente modelados como um problema de emparelhamento em grafos (*Matching*). Um grafo, $G = (V, E)$, é uma estrutura matemática composta por um conjunto de vértices $V = \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ e um conjunto de ligações entre esses vértices, denominado arestas $E = \{e_1, e_2, \dots, e_n\}$. Um grafo bipartido é um grafo onde o conjunto de vértices é separado em dois conjuntos disjuntos V_1 e V_2 , sendo que cada aresta $e \in E$ liga um elemento de V_1 a um elemento em V_2 . Cada aresta possui ainda um peso, que representa o custo de se ligar os vértices que conecta. O problema do emparelhamento de custo mínimo consiste em selecionar um subconjunto de arestas de menor custo possível de modo a ligar todos os vértices em um grafo bipartido. Podemos nessa aplicação imaginar V_1 como o conjunto de professores e V_2 o conjunto de disciplinas. Os pesos indicam a compatibilidade professor-disciplina.

O problema do emparelhamento pode ser resolvido através de algoritmos polinomiais, como o algoritmo Húngaro [6]; entretanto, a adição de restrições específicas aumenta a complexidade do problema, tornando inviável sua simples representação como um grafo. De fato a maioria das aplicações práticas desse problema são classificadas como NP-Difícil [3], assim o emprego de técnicas sofisticadas de otimização se faz necessário, como por exemplo em Robenek *et*

al. [8] e em Gelareh *et al.* [4].

3 Objetivos

O principal objetivo do presente projeto é estudar e desenvolver uma solução de software que auxilie na tarefa de alocação professor-disciplina utilizando-se de técnicas de otimização combinatória. Como objetivos específicos, cita-se:

- Realizar um levantamento bibliográfico das melhores estratégias computacionais para solucionar o problema;
- Mapear os principais aspectos a serem considerados na alocação professor-disciplina;
- Disponibilizar instâncias desse problema para a literatura;
- Automatizar e otimizar a alocação professor-disciplina de diversos departamentos da UFOP;
- Prover uma ferramenta de software de auxílio à alocação professor-disciplina.

4 Relevância da Contribuição

A alocação otimizada de disciplinas traz benefícios a todos os elementos envolvidos no ensino: (1) professores ficam mais satisfeitos com o trabalho a ser realizado; (2) alunos aprendem melhor com professores mais compatíveis com as disciplinas que estão lecionando e (3) a administração soluciona esse problema com mais agilidade e comodidade. A princípio, serão utilizados dados do Departamento de Computação e Sistemas (DECSI) da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) para validar o modelo de otimização. Posteriormente, a solução será estendida para os demais departamentos do Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas da UFOP. O resultado final consiste de uma solução de software que permite a inclusão de diversas entradas e preferências e provê uma solução otimizada ao problema, além de permitir ajustes manuais ao final do processo.

5 Metodologia

Inicialmente, serão utilizadas dados de entrada relativos ao problema de alocação professor disciplina do Departamento de Computação e Sistemas. Um levantamento inicial mostrou que os principais requisitos a serem considerados na alocação professor-disciplina nesse departamento são (não necessariamente nessa ordem):

- Alocar o número adequado de disciplinas a cada professor;
- Respeitar a compatibilidade da disciplina com a área de concurso/atuação do professor;
- Atender às preferências de disciplinas dos professores;
- Evitar alocações de disciplinas a professores que nunca a lecionaram.

Apesar do uso de dados do DECSI para validar o modelo de otimização, o software será genérico o suficiente para que seja aplicado em outros departamentos e até outras instituições de ensino. Considerando os requisitos levantados pode-se inferir que esse problema é multi-objetivo. Esses objetivos conflitantes serão ponderados de acordo com as prioridades do decisor e otimizados pela ferramenta a ser desenvolvida. As principais etapas do projeto são definidas a seguir:

Revisão da literatura Levantamento e estudo da bibliografia dos trabalhos relevantes relacionados aos conceitos utilizados e algoritmos estado-da-arte para a solução do problema.

Implementação do algoritmo Húngaro Implementação do algoritmo Húngaro para gerar soluções iniciais ao modelo de otimização.

Desenvolvimento de uma heurística de busca local Apesar do algoritmo Húngaro gerar uma solução ótima para o problema do emparelhamento, algumas restrições não podem ser formuladas como um grafo. Assim, uma heurística de busca local irá refinar a solução encontrada para atender a esses outros objetivos.

Coleta de dados Levantamento das preferências e demais informações de entrada para o modelo de otimização.

Desenvolvimento da ferramenta Implementação de uma interface gráfica com o usuário para entrada de dados e a realização de eventuais ajustes manuais;

Avaliação computacional do algoritmo desenvolvido Realização de experimentos computacionais sistemáticos sobre o algoritmo desenvolvido no trabalho e análise desses resultados para concluir sobre a eficiência do método proposto.

Redação do relatório Redação do relatório científico requerido pelo edital e redação de eventuais trabalhos científicos de acordo com a relevância dos resultados obtidos.

6 Cronograma

Mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Atividade	X	X										
Revisão da literatura	X	X										
Algoritmo Húngaro		X	X									
Heurística de Busca Local			X	X	X							
Coleta de dados					X	X						
Desenvolvimento do sistema							X	X	X	X	X	
Análise computacional										X	X	
Redação do relatório												X

Referências

- [1] Eranda Cela. *The quadratic assignment problem: theory and algorithms*, volume 1. Springer Science & Business Media, 2013.
- [2] G. Finke and A. Kusiak. Models for the process planning problem in flexible manufacturing systems. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 2(2):3–12, May 1987.
- [3] Michael R Garey and David S Johnson. *Computers and intractability*, volume 29. wh freeman New York, 2002.
- [4] Shahin Gelareh, Rahimeh Neamatian Monemi, Frédéric Semet, and Gilles Goncalves. A branch-and-cut algorithm for the truck dock assignment problem with operational time constraints. *European Journal of Operational Research*, 249(3):1144–1152, 2016.
- [5] Stephen C Graves and Carol Holmes Redfield. Equipment selection and task assignment for multiproduct assembly system design. *International Journal of Flexible Manufacturing Systems*, 1(1):31–50, 1988.
- [6] Harold W Kuhn. The hungarian method for the assignment problem. *Naval Research Logistics (NRL)*, 2(1-2):83–97, 1955.
- [7] Jun Lin. Context-aware task allocation for distributed agile team. In *Proceedings of the 28th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering*, pages 758–761. IEEE Press, 2013.
- [8] Tomáš Robenek, Nitish Umang, Michel Bierlaire, and Stefan Ropke. A branch-and-price algorithm to solve the integrated berth allocation and yard assignment problem in bulk ports. *European Journal of Operational Research*, 235(2):399–411, 2014.
- [9] Bianca Schroeder and Mor Harchol-Balter. Evaluation of task assignment policies for supercomputing servers: The case for load unbalancing and fairness. *Cluster Computing*, 7(2):151–161, Apr 2004.
- [10] Minxin Shen, Gwo-Hshiung Tzeng, and Duen-Ren Liu. Multi-criteria task assignment in workflow management systems. In *System Sciences, 2003. Proceedings of the 36th Annual Hawaii International Conference on*, pages 9–pp. IEEE, 2003.