

Algoritmos de Sequenciamento de Tarefas e uma Aplicação ao Problema de Alocação de Recursos Humanos ao Centro de Controle de Tráfego Aéreo.

Mariana D. Pennone*, Priscila B. Rampazzo.

Resumo

Um dos grandes problemas da área de otimização é a alocação e sequenciamento de tarefas a um conjunto de máquinas disponíveis, visando a obtenção de um desempenho específico. Problemas deste tipo aparecem nas mais diversas áreas das Engenharias, sendo aplicados na indústria, manufatura, gerenciamento de processos em um computador, aviação, entre outros. Durante a primeira etapa da pesquisa, houve o estudo e a utilização de diferentes métodos heurísticos e de otimização para problemas gerais de Sequenciamento de Tarefas, comparando-se a eficácia dos mesmos a partir dos resultados obtidos. Para a segunda etapa da pesquisa, foi trabalhado, especificamente, o Problema de Alocação de Recursos Humanos ao Centro de Controle de Tráfego Aéreo. Para a solução deste problema, foi utilizado um solver de Programação Linear Inteira em conjunto com um Algoritmo Genético.

Palavras-chave: Sequenciamento de Tarefas, Programação Linear, Algoritmos, Pesquisa Operacional, Otimização.

Introdução

Uma das principais classes de problemas de tomada de decisão é representada por Problemas de Sequenciamento de Tarefas ou *Scheduling Problems*, que pode ser entendido como uma busca por uma alocação eficaz de um conjunto de tarefas à um conjunto de recursos, de forma a atender determinadas restrições. No Problema de Alocação de Recursos Humanos ao Centro de Controle de Tráfego Aéreo (PARH), os controladores são profissionais que monitoram e direcionam vôos sobre grandes regiões de um determinado espaço aéreo. Cada setor é gerenciado por um ou mais controladores dependendo da carga da demanda. Para a solução deste problema foram utilizados um *solver* de Programação Linear Inteira, em linguagem Python em conjunto com um Algoritmo Genético (AG) (Michalewicz, 1996). O objetivo da utilização do *solver* nesta etapa é encontrar o menor número de controladores de forma a satisfazer as demandas de tráfego esperadas. Vale ressaltar que cada operador deve trabalhar oito horas diárias, tomando uma hora de descanso após quatro horas contínuas, em cinco dias consecutivos da semana. O número mínimo de operadores obtido pelo *solver* serviu como dado de entrada para o AG. Este algoritmo consiste na exploração do espaço de busca através de um conjunto de soluções (indivíduos) inicialmente aleatórias. As melhores soluções são selecionadas para gerar novos indivíduos, que passam pelo processo de *crossing-over* (mistura de características de dois indivíduos) e mutação (mudanças aleatórias na forma de um indivíduo). Dessa forma, a partir de métodos de seleção, o algoritmo pode retornar uma boa solução factível.

Resultados e Discussão

Para obter a solução referente ao mínimo de controladores necessários para se cumprir o *schedule* de uma semana, em uma determinada região aérea, foram considerados 7 dias de 24 horas. Desta forma, atribuiu-se uma demanda mínima de um controlador por hora para testes iniciais, e o resultado obtido pelo *solver* está representado na Tabela 1. As células que apresentam o número 1 representam que 1 controlador deve iniciar sua jornada de trabalho no horário e dia especificados. Por exemplo, um controlador deve iniciar seu trabalho na hora 6 do dia 3. A partir deste resultados, sabe-se que o número de controladores necessários para se completar

uma semana de atividades, para este caso, é 6. Desta forma, estas informações fornecidas pelo *solver* foram utilizadas como parâmetros iniciais para a formulação de indivíduos no AG. Já sabemos quantos controladores devem trabalhar e quando será o início do turno de um controlador. Porém, cada controlador apresenta um nível de experiência, um salário diferente e uma preferência de que dias gostaria de trabalhar. Desta forma, o AG servirá para alocar cada um desses controladores nos seus horários de trabalho ao longo da semana levando em conta cada uma destas características. Cada indivíduo é representado por uma matriz de 6 linhas (mínimo de controladores) e 168 colunas (24 horas em 7 dias); os controladores são distribuídos aleatoriamente, respeitando os resultados da Tabela 1 e considerando as restrições de horas de descanso e dias trabalhados.

Tabela 1. Resultado obtido pelo *solver*.

		Horas																									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
D i a s	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Conclusões

Na primeira etapa da pesquisa, foram abordados dois modelos: máquinas paralelas idênticas, no qual todas as tarefas têm o mesmo tempo de processamento, independentemente da máquina em que forem alocadas; e máquinas paralelas uniformes, onde cada máquina apresenta uma velocidade diferente para processar as tarefas. Todos os resultados referentes a esta etapa motivaram um artigo publicado no ERPO 2018 (Passos, *et. al.*, 2018). Para a segunda etapa da pesquisa, que aborda o PARH, as análises realizadas até o momento indicam que a abordagem híbrida (*solver*+Algoritmo Genético) é promissora.

Passos, G.; Pennone, M. D.; Mendonça, R. G. R.; Shie, W. H.; Rampazzo, P. C. B. Algoritmos para o Sequenciamento de Tarefas em Máquinas Paralelas, Anais do III Encontro Regional de Pesquisa Operacional - ERPO, 2018. url: <https://drive.google.com/file/d/1QJmJ7bbeW-yypLjXJ5aYd9EytudNzccK/view>

Michalewicz, Z. (1996). Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs, 3 edn, Springer-Verlag, Berlin, Germany.