

Algoritmos de Sequenciamento de Tarefas e uma Aplicação ao Problema de Sequenciamento de Aviões em Portões de Embarque e Desembarque (Fleet Assignment).

Gabriel Passos*, Priscila C. B. Rampazzo.

Resumo

Aeroportos do mundo todo devem lidar com o crescente movimento de aeronaves nos terminais. Neste quadro, a alocação da aeronave correta no local e instante ideais, tratada no Problema de Sequenciamento de Aviões em Portões de Embarque/Desembarque (Fleet Assignment), tem se tornado fator chave para manter o funcionamento do sistema de tráfego aéreo. O Fleet Assignment é um problema da classe NP-difícil, não podendo ser solucionado de forma exata para instâncias reais em tempo computacional viável. O presente trabalho tem o objetivo de propor uma Metaheurística Evolutiva como método alternativo de sequenciamento de instâncias de grande porte para o Fleet Assignment. Esta aplicação foi modelada como um problema de Programação Linear Inteira e as soluções obtidas por um solver (CPLEX - IBM, versão acadêmica) foram comparadas com os resultados obtidos pelo algoritmo proposto.

Palavras-chave: Fleet Assignment, Algoritmo Genético, Pesquisa Operacional.

Introdução

No momento em que uma aeronave se aproxima do aeroporto, ela pode receber ordem de aterrissagem ou de espera para disponibilidade de vagas. Após a aterrissagem, a aeronave pode ser destinada a um portão de embarque/desembarque, que possui acesso direto ao terminal de passageiros, ou ao estacionamento, que pode ser ocupado por mais de uma aeronave simultaneamente. Se a aeronave é alocada no estacionamento, os passageiros são transferidos para o terminal através de um ônibus, gerando maiores custos ao aeroporto. As aeronaves possuem um horário previsto para chegada, prazo determinado para decolagem e necessitam, em média, de 30 minutos em solo para desembarque, embarque e manutenção. Esta alocação pode ser realizada considerando diversos objetivos, tais como: minimização do tempo de espera, minimização do atraso total, minimização do número de aeronaves no estacionamento, minimização da distância total percorrida pelos passageiros no terminal, etc.

Tendo em vista a complexidade e a necessidade de uma boa solução para o problema de forma rápida, torna-se conveniente a busca por um método alternativo de solução. Optou-se por um Algoritmo Genético (AG), método da classe das Metaheurísticas Evolutivas (Bäck et. al., 2000), amplamente utilizado em diversas aplicações da engenharia.

Resultados e Discussão

O AG proposto utiliza codificação real para representar as soluções e é composto pelas etapas: Inicialização, Crossover, Mutação e Atualização da População. A população é inicializada com três indivíduos obtidos pelas heurísticas FCFS (*First Come, First Served*), SPT (*Shortest Processing Time*) e LPT (*Longest Processing Time*). Os demais são gerados aleatoriamente. Para o Crossover foram escolhidos dois operadores: *Crossover* de Um Ponto e *Crossover* por Ponderação. Para a Mutação, escolheu-se alterar arbitrariamente alguns componentes de um indivíduo. Na Atualização da População, preserva-se metade dos melhores indivíduos e os demais são aleatoriamente selecionados de forma não repetida, o que mantém a diversidade da população. Para as instâncias de teste, os instantes de chegada e os prazos são gerados através de quatro formatos distintos da distribuição Beta e os tempos de processamento seguindo uma distribuição Normal. Elas possuem dois

tamanhos: 70 aeronaves para 15 portões e 140 aeronaves para 30 portões, ambas com estacionamento e contemplando um horizonte de 200 minutos.

Em uma instância com 70 aeronaves e 15 portões, o AG apresentou uma solução com espera de 4,263 min e 9 aeronaves no estacionamento em um tempo de execução de 3,7 s. O tempo de execução do solver foi limitado em 1 hora devido à complexidade do problema. O solver apresentou uma solução com espera nula, entretanto, com 31 aeronaves no estacionamento em um tempo de execução limite de 3600,6 s, o que não garante que a solução seja ótima.

Conclusões

Como o *Fleet Assignment* pode ser modelado como um Problema de Sequenciamento de Tarefas em Máquinas Paralelas, optou-se pela realização de um breve estudo de dois problemas de sequenciamento associados a esse caso, um sobre máquinas paralelas idênticas e outro sobre máquinas paralelas uniformes. Foram obtidas soluções utilizando o solver CPLEX, além de soluções vindas de diferentes heurísticas implementadas em linguagem C. Todos os estudos e resultados foram publicados em um artigo no Encontro Regional de Pesquisa Operacional, realizado em 2018 (Passos et. al., 2018). Nos testes realizados até o momento, o AG tem se mostrado mais eficaz que o solver, fornecendo soluções melhores e mais aplicáveis ao mundo real de forma muito mais rápida. Uma tabela com os resultados dos testes realizados estará disponível em [4]. Um dos desafios encontrados no problema foi a necessidade de considerar vários objetivos simultaneamente para uma solução factível ser alcançada, o que evidencia a necessidade de uma abordagem multiobjetivo para o problema (Drexel et. al., 2008).

Agradecimentos

Agradecemos ao PIBIC/CNPq pelo apoio ao projeto.

[1] BÄCK, T.; FOGEL, D. B.; MICHALEWICZ, Z. *Evolutionary Computation 1: Basic Algorithms and Operators*. 1. Bristol, UK: Institute of Physics Publishing, 2000.

[2] DREXL, A.; NIKULIN, Y. Multicriteria airport gate assignment and pareto simulated annealing. *IIE Transactions*, Taylor & Francis, v. 40, n. 4, p. 385 – 397, 2008.

[3] 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>.

[4] Passos, G.; Material Complementar – Testes Computacionais, 2018. Url: <https://sites.google.com/a/g.unicamp.br/priscila/pesquisa/gabriel>