

Um estudo sobre o híbrido simulação-otimização e seus impactos em sequenciamento de tarefas

Felipe A. Franceschini*, Prof. Dr. Anibal T. de Azevedo (orientador), Prof. Dr. Otávio G. Cabello (co-orientador)

Resumo

Pesquisas na área de simulação-otimização (SO) têm ganhado espaço no meio acadêmico. A possibilidade de busca por melhorias (otimização) e a simulação de resultados otimizados motivam este trabalho a compreender aplicações para este híbrido. Resultados preliminares indicam melhorias no tempo médio das tarefas quando um sequenciamento otimizado é utilizado como semente para o simulador. O estudo propõe a combinação SO para além de simular cenários próximos à realidade, também otimizá-los de modo a economizar tempo, custos e desperdícios.

Palavras-chave:

Simulação-otimização, pesquisa operacional, sequenciamento de tarefas

Introdução

Simulação de sistemas e pesquisa operacional são temas comumente tratados como assuntos discordantes¹, porém, ambos estão presentes em aplicações de manufatura, coordenação de rotas de voos e serviços hospitalares². Um dos principais objetivos da pesquisa operacional relaciona-se com a busca por soluções ótimas, enquanto na simulação de sistemas frequentemente estuda-se o efeito da variabilidade nos processos, tarefa que demandaria complexas análises matemáticas caso não existissem *softwares* para facilitar o estudo. Neste trabalho são propostos o estudo e a verificação da utilização de sistemas que combinam técnicas de otimização com simulação. Utilizando os tempos de processamento de algumas atividades de um escritório contábil localizado na cidade de Marília-SP, foi elaborada uma análise primária de alguns resultados da simulação-otimização (SO). Um sequenciamento de tarefas otimizado via pesquisa operacional (PO) foi utilizado como “semente” para o simulador. Na PO os dados são tempos únicos e não sofrem variações no tempo, enquanto em simuladores é possível estudar os efeitos dessa variação. A comparação dos resultados baseia-se no tempo mínimo/máximo de permanência das tarefas no sistema e também no tempo médio de processamento das tarefas.

Resultados e Discussão

A primeira análise realizada utilizou como regra de sequenciamento de tarefas a minimização do tempo de fluxo total. Segundo Arenales³, a minimização do tempo de fluxo total é dada pela regra SPT (*shortest processing time*), a qual sequencia as tarefas em ordem crescente de seu tempo de processamento. Dessa maneira, foi redigido um código no *software* Gusek para realizar o sequenciamento de tarefas aplicando a regra SPT, corroborando a teoria de Arenales. Contudo, o tempo de processamento do *solver* não foi viável, de modo que foi realizada, então, a redução da quantidade de tarefas em análise para sete tempos de processamento, sendo o sequenciamento resultante utilizado como semente para a simulação no *software* FlexSim. Para efeitos comparativos preliminares foram realizadas simulações no FlexSim considerando que as tarefas seguiam uma distribuição uniforme com tempo médio informado pelo escritório e um desvio padrão de 5 sigmas. Três regras de ordenamento foram utilizadas sendo elas:

ordenamento aleatório das tarefas, ordenamento por tempo crescente de processamento e ordenamento por tempo decrescente de processamento. Na tabela 1 são apresentados os resultados para cada simulação.

Tabela 1. Tempos simulado no FlexSim.

Ordenamento das tarefas	Tempo médio (min)	Tempo mínimo (min)	Tempo máximo (min)
Crescente - SO	104,98	19,33	397,63
Decrescente	107,84	20,44	396,36
Aleatório 1	105,70	19,33	397,63
Aleatório 2	106,93	13,62	402,49
Aleatório 3	107,07	17,25	395,93

Apesar de existirem variações no tempo mínimo e no tempo máximo de permanência da tarefa no sistema, o ordenamento crescente que representa a combinação de simulação-otimização possui o menor tempo médio de permanência no sistema. Esse resultado apresenta indícios de melhoria de *performance* em técnicas de simulação que fazem uso de resultados já otimizados e que podem ser comprovados em estudos futuros.

Conclusões

A melhoria obtida por meio da combinação simulação-otimização, já estudada em outros artigos, não é trivial e demanda profunda reflexão metodológica. Este trabalho não demonstra, necessariamente, a melhoria obtida por uma combinação SO, diante de sua simplicidade em relação a área de pesquisa, apenas apresenta os primeiros passos de estudo desta possibilidade de aplicação. Os resultados sugerem que o ordenamento crescente que representa a combinação SO possui o menor tempo médio de permanência no sistema. Artigos sobre o tema baseiam-se em aplicações práticas para o desenvolvimento da SO, desta forma acredita-se que seja necessária a aplicação com dados mais estruturados do que os obtidos neste trabalho.

¹ FIGUEIRA, Gonçalo; ALMADA-LOBO, Bernardo. Hybrid simulation-optimization methods: A taxonomy and discussion. *Simulation Modelling Practice and Theory*, v. 46, p. 118-134, 2014.

² VAN DIJK, Nico et al. Simulation and or (operations research) in combination for practical optimization. In: CONFERENCE ON WINTER SIMULATION, 37. *Proceedings...* Orlando: Winter Simulation Conference, 2005. p. 274-284.

³ ARENALES, Marcos et al. *Pesquisa Operacional*. Rio de Janeiro: Elsevier; ABEPRO, 2011.