



Otimização Multiobjetivo

Trabalho Computacional

Professor: Lucas S. Batista

TEMAS: MODELAGEM, OTIMIZAÇÃO MONO E MULTIOBJETIVO, DECISÃO

Este trabalho tem por intuito abordar, de forma conjunta, grande parte dos conceitos vistos na disciplina “EEE910 – Otimização Multiobjetivo”. Para tal, propõe-se a seguir um problema de seleção do portfólio de obras de uma empresa. De forma geral, o aluno deverá compreender e formular o problema, além de discutir e apresentar algoritmos para a sua solução. O aluno também deverá analisar os resultados empregando indicadores de qualidade e, por fim, escolher a ação (solução) a ser implementada usando métodos de auxílio a tomada de decisão.

Especificação do Problema

Uma empresa possui um conjunto de depósitos de manutenção e cada um armazena um conjunto de materiais que pode ser usado nas atividades a serem realizadas. Dada a localização desses espaços, cada depósito está associado a um conjunto de obras de manutenção, e cada obra tem uma prioridade global de execução (considerando-se as obras de todos os depósitos). Devido a uma falta de gestão do estoque desses espaços, raramente é possível executar todas as obras de um depósito, sendo necessário a realocação de materiais entre depósitos. Deseja-se identificar o portfólio de obras que maximiza a prioridade total das atividades possíveis de execução respeitando-se os materiais disponíveis.

Dados do Problema

Os dados desse problema estão contidos em 03 arquivos: *Estoque.xlsx*, *Obras.xlsx* e *CustosTransp.json*. O arquivo *Estoque.xlsx* está organizado em 03 colunas:

1. COD_DEP – representa o ID de um dado depósito;
2. COD_MAT – representa o ID de um dado material;
3. ESTOQ – representa o estoque disponível de um dado material em um dado depósito.

O arquivo *Obras.xlsx* está organizado em 05 colunas:

1. OBRA – representa o ID de uma dada obra;
2. COD_DEP – representa o ID de um dado depósito;
3. PRIOR – representa a prioridade de uma dada obra;
4. COD_MAT – representa o ID de um dado material;
5. QTD_DEM – representa a quantidade demandada de um dado material para execução de uma dada obra.

Cada linha do arquivo *CustosTransp.json* apresenta as informações {(D1, D2, Mat): Valor}, em que ‘Valor’ é o custo do transporte de uma unidade do material ‘Mat’ do depósito ‘D1’ para o depósito ‘D2’.

Parâmetros

1. w_i – prioridade da i -ésima obra;
2. q_{im} – quantidade do material m necessária para execução da obra i ;
3. Q_{jm} – quantidade do material m disponível no depósito j ;
4. c_{kjm} – custo de transporte de uma unidade do material m do depósito k para o depósito j ;
5. N – quantidade total de obras;
6. D – quantidade total de depósitos;
7. M – quantidade total de diferentes materiais.

Variáveis de Decisão

1. x_{ij} – variável binária indicando se a obra i é executada no depósito j ($x_{ij} = 1$) ou não ($x_{ij} = 0$);
2. t_{kjm} – variável contínua representando a quantidade de material m transportada do depósito k para o depósito j .

Restrições de Projeto

1. Cada obra pode ser executada uma única vez;
2. A quantidade total de um dado material necessário para a execução das obras de um dado depósito, somada à quantidade desse material enviada a

outros depósitos, não pode ser superior à quantidade desse material disponível no depósito em questão somada à quantidade desse material advinda de outros depósitos.

Com base nas especificações anteriores, pede-se:

i. Formulação:

(a) Construa uma função objetivo para maximização da prioridade total das obras a serem realizadas.

(b) Construa uma função objetivo para minimização do custo total de transporte de materiais entre depósitos.

(c) Formule as restrições do problema.

ii. Algoritmo de solução:

(a) Discuta e justifique sua escolha de um algoritmo (ou conjunto de algoritmos) adequado para resolver o problema biobjetivo modelado.

iii. Resultados:

(a) Implemente e utilize o algoritmo apresentado no item ii.(a) para otimizar o problema biobjetivo construído. Caso seja utilizado algum método não exato, então o algoritmo deve ser executado cinco vezes e as cinco fronteiras obtidas devem ser apresentadas sobrepostas em uma mesma figura. A título de comparação, o arquivo *MaxPrior_DepInd.csv*, apresenta a solução ótima para cada depósito individualmente, considerando-se maximização das prioridades. Essa solução representa a situação em que não ocorrem transportes de materiais entre os depósitos.

iv. Análise baseada em indicadores de qualidade

Empregue os indicadores de qualidade Δ e hipervolume (s-metric) para estimar as propriedades de convergência e diversidade da fronteira Pareto aproximada obtida. Para o cálculo de Δ use a solução utópica (ou sua aproximação) e para a determinação do hipervolume considere um vetor de referência igual a 1.1 do vetor anti-utópico. Apresente a formulação, interpretação geométrica e características gerais desses indicadores.

Caso seja utilizado algum método não exato, ambos os indicadores devem ser calculados em 10 momentos distintos, igualmente espaçados, ao longo de cada execução do algoritmo. Apresente as curvas médias de evolução de cada um dos

indicadores de qualidade em função do número de iterações do algoritmo de otimização (ou do número de avaliações do problema de otimização). Para cada indicador de qualidade, essas curvas de evolução devem ser apresentadas sobrepostas em uma mesma figura.

v. Tomada de decisão

Caso tenha executado o algoritmo mais de uma vez, e as fronteiras estimadas contenham poucas soluções, considere na tomada de decisão a fronteira não-dominada obtida a partir da união de todas as fronteiras estimadas. Caso essa fronteira final contenha muitas soluções, selecione no máximo 20 soluções não-dominadas (uniformemente distribuídas ao longo da fronteira) e siga para a tomada de decisão.

Assuma como critérios de decisão pelo menos quatro (04) atributos de interesse, i.e., as duas funções objetivo definidas no problema e pelo menos mais duas funções adicionais que considerar relevantes (e.g., quantidade de obras a serem realizadas pela solução, robustez da solução diante de incertezas na quantidade de materiais disponíveis, impacto ambiental da solução associado ao transporte de materiais entre depósitos, sensibilidade, confiabilidade etc.). Os atributos empregados devem ser claramente definidos e apresentados. A ideia é escolher uma configuração final (solução) que seja confiável/ robusta diante de cenários ligeiramente distintos do previsto. Para os atributos adicionais a serem propostos, a equipe tem liberdade para gerar dados extras necessários.

Empregue métodos de auxílio à tomada de decisão (AHP + ELECTRE I ou TOPSIS) para escolher a ação final a ser implementada. Use o método AHP apenas para definir os pesos dos critérios a serem considerados no segundo método (ELECTRE I ou TOPSIS). Os métodos de decisão utilizados devem ser apropriadamente definidos e apresentados.

Plote uma figura contendo a fronteira de soluções avaliadas na tomada de decisão e indique, nesta figura, qual(is) solução(ões) foi(foram) escolhida(s).

No caso de incomparabilidade entre alternativas no final do processo, estabeleça um critério adicional e tome sua decisão. É importante notar que neste trabalho você representa a unidade de decisão e, portanto, é responsável pela definição dos pesos dos critérios e demais parâmetros que forem necessários.

NOTA

O atendimento a todos os itens estabelecidos, bem como a apresentação e organização formal deste TC, são fundamentais para uma boa avaliação. Para o texto final, o aluno deve empregar um dos “templates” disponibilizados na página da disciplina. O texto final e código usado no desenvolvimento deverão ser enviados somente via plataforma Moodle.

Serão aceitos no máximo 10 grupos.