Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics, v. 10, n. 1, 2023.

Trabalho apresentado no XLII CNMAC, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - Bonito - MS, 2023

Proceeding Series of the Brazilian Society of Computational and Applied Mathematics

Programação estocástica aplicada ao problema de fluxo de potência ótimo

Mariane S. Bispo[1] Aurelio R. L. Oliveira[2]
UNICAMP, Campinas, SP
Camila B. Zeller[3]
UFJF, Juiz de Fora, MG

O objetivo da programação estocástica é encontrar a melhor solução dentro de um campo de restrições considerando de forma adequada as incertezas do problema. A característica fundamental dos problemas sob incerteza é que suas decisões são tomadas em dois ou mais estágios. Assim as variáveis de primeiros estágio são as únicas que podemos determinar com antecedência (determinísticas), pois as de segundo estágio, ou de estágios posteriores, dependem de eventos aleatórios [1]. Como é dito em [2], um problema de programação estocástica possui uma única variável de decisão x que satisfaz um conjunto de restrições, uma variável aleatória ξ que é determinada após a escolha de x e uma função de avaliação em termos do resultado observado. O problema linear estocástico de dois estágios com recurso é definido por:

$$\begin{array}{ll} min & c^\top x + E_\xi[Q(x,\xi)] \\ s.\ a & Ax = b \\ & x \geq 0, \end{array} \tag{1}$$

com $Q(x,\xi) = min\{q(\omega)^\top y(\omega); Wy(\omega) = h(\omega) - T(\omega)x, y(\omega) \geq 0\}$ o valor ótimo do problema de segundo estágio. Ou, ainda mais,

$$\begin{array}{ll} min & c^\top x + E_\xi\{min[q(\omega)^\top y(\omega)]\} \\ s.\ a & Ax = b \\ & Wy(\omega) = h(\omega) - T(\omega)x \\ & (x, y(\omega)) \geq 0. \end{array} \tag{2}$$

A matriz W é chamada de matriz de recurso. Como neste trabalho estaremos considerando o caso em que W é fixa, o problema estocástico estudado recebe complemento de recurso fixo.

Com isso precisamos conhecer as soluções do Problema de Recurso (RP), a Solução Espere e Veja (WS) e o Resultado Esperado usando a solução do problema do Valor Esperado (EEV), que são definidas como segue:

$$RP = \min_x E_\xi[z(x,\xi)], \tag{3}$$

$$WS = E_\xi[\min_x z(x,\xi)], \tag{4}$$

$$EEV = E_\xi[z(\bar{x}(\bar{\xi}),\xi)], \tag{5}$$

nas quais, $z(x,\xi) = c^\top x + Q(x,\xi)$, tal que x é solução factível para o primeiro estágio.

[1] m235141@dac.unicamp.br
[2] aurelio@ime.unicamp.br
[3] camila.zeller@ufjf.br

Em [3] é apresentado o Valor Esperado da Informação Perfeita (EVPI), que representa a quantidade máxima que o responsável por tomar a decisão pagaria para obter informações completas sobre futuras realizações dos parâmetros incertos; e o Valor da Solução Estocástica (VSS), que avalia o desempenho da solução do modelo determinístico em relação a solução do problema estocástico.

$$EVPI = RP - WS, \tag{6}$$

$$VSS = EVV - RP. \tag{7}$$

É importante comentar também que todo problema estocástico de dois estágios satisfaz as seguintes desigualdades:

$$WS \leq RP \leq EVV. \tag{8}$$

Fazendo esta modelagem do problema estaremos usando o método de pontos interiores para a resolução do mesmo. Em [4], vemos que os métodos de pontos interiores são algoritmos iterativos que criam uma sequência de soluções no interior da região factível que convergem para uma solução ótima.

Nosso objetivo neste trabalho é abordar um problema de programação quadrática sob a ótica da programação estocástica de um problema de dois estágios com recurso fixo usando um método de pontos interiores. Mais precisamente estaremos abordando um problema de Fluxo de Potência Ótimo (FPO), que é um termo usado para um classe de problemas relacionados a sistemas energéticos, que em sua modelagem buscam otimizar uma função objetivo sujeita a algumas restrições que representam os limites operacionais e leis físicas da rede elétrica, para mais detalhes ver [5].

As decisões do setor energético possuem muitos parâmetros incertos nos planejamentos de curto ou longo prazo, sendo eles econômicos e/ou técnicos, para tratar essas incertezas estaremos observando essa classe de problema sobre a modelagem estocástica de um problema de dois estágios com recurso fixo onde estaremos considerando essas incertezas do problema real como as variáveis estocásticas de segundo estágio.

Agradecimentos

Este estudo foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Referências

[1] G. B. Dantzig. “Linear programming under uncertainty”. Em: **Management Science** 50.12_supplement (2004), pp. 1764–1769.

[2] R. JB. Wets. “Challenges in stochastic programming”. Em: **Mathematical Programming** 75.2 (1996), pp. 115–135.

[3] J. R. Birge. “The value of the stochastic solution in stochastic linear programs with fixed recourse”. Em: **Mathematical programming** 24 (1982), pp. 314–325.

[4] David G Luenberger, Yinyu Ye et al. **Linear and nonlinear programming**. Vol. 2. Springer, 1984.

[5] James A Momoh, Rambabu Adapa e ME El-Hawary. “A review of selected optimal power flow literature to 1993. I. Nonlinear and quadratic programming approaches”. Em: **IEEE transactions on power systems** 14.1 (1999), pp. 96–104.

