1 最適化モデル

本節では，本研究で提案する最適化モデルについて説明する．

1.1 モデル中で利用する記号

ここでは，提案する最適化モデル中で利用する記号について整理する．

- 集合・添字
  - $t \in T$: 時刻を表す添字 t とその集合 T
  - $s \in S$: シナリオを表す添字 s とその集合 S
- パラメータ
  - $\tilde{s}_{ts}$: 時刻 t におけるシナリオ s に対応する，時刻 $t-1$ におけるシナリオ番号（@@@ 図）
  - r_t: 時刻 t における売電価格
  - P_{ts}: 時刻 t におけるシナリオ s の発生確率
  - w_{ts}: 時刻 t におけるシナリオ s での発電量
  - CA: 蓄電池容量
  - $\tilde{P}_U, \tilde{P}_L$: 風力発電設備の運用が破綻する確率の許容値．$\tilde{P}_U$ は，蓄電量が，蓄電池容量の 70% を上回るシナリオの発生確率の許容値．$\tilde{P}_L$ は 30% を下回るシナリオの発生確率の許容値．
  - $\tilde{C}_U, \tilde{C}_L$: 最終時刻における蓄電量の期待値の上下限．
  - M: 非常に大きな正の定数（いわゆる big-M として利用する）
- 変数
  - WB_t: 時刻 t において，発電機（発電器？）で発電した電気のうち，蓄電池に蓄電される電気量の期待値
  - WG_t: 時刻 t において，発電機（発電器？）で発電した電気のうち，電力購入会社へ売電される電気量の期待値
  - BG_t: 時刻 t において，蓄電池にある電気のうち，電力購入会社へ売電される電気量の期待値
    - * $WG_t + BG_t$: 時刻 t において電力購入会社へ売電される電気量の期待値（= 電力購入会社への売電通告量）
  - C_{ts}: 時刻 t におけるシナリオ s においての蓄電量
  - $\delta_{ts}^{1U}, \delta_{ts}^{1L}, \delta_{ts}^{2U}, \delta_{ts}^{2L}$: 中間変数（0-1 変数）
  - v_{ts}^U, v_{ts}^L: 中間変数

@@@「風力発電設備の運用が破綻する」という状態について，ここより前に記載しておく必要がある．運用が破綻した状態とは，蓄電池での蓄電量が，蓄電池の容量 (?) に対して一定の範囲内に収まってないことをいう．ここでいう「一定の範囲」は施設によって定められるが，30% から 70% 程度の範囲を指すことが多い（@@@ ほんとか？）．

@@@ n 期であることを明確に

1.2　目的関数

ここでは，提案するモデルの目的関数について説明する．

本モデルの目的は，（1.3 節で示す制約条件の下で）売電価格の合計を最大化することである．売電価格は，次式のように書くことができる：

$$\sum_{t=1}^{n} r_t \cdot (WG_t + BG_t) \tag{1.1}$$

（@@@ あとで若干の修正をするかも）

1.3　制約条件

ここでは，提案するモデルの制約条件について説明する．

提案するモデルでは，大きく分けて次の⋯

$$WB_t + WG_t = \sum_{s \in S} P_{ts} w_{ts} \tag{1.2}$$

$$-M(1-\delta_{ts}^{1L}) \le 0.98(WG_t + BG_t) - w_{ts} \le M\delta_{ts}^{1L} \tag{1.3}$$

$$v_{ts}^{L} - M(1-\delta_{ts}^{1L}) \le 0.98(WG_t + BG_t) - w_{ts} \le v_{ts}^{L} + M(1-\delta_{ts}^{1L}) \tag{1.4}$$

$$-M\delta_{ts}^{1L} \le v_{ts}^{L} \le M\delta_{ts}^{1L} \tag{1.5}$$

$$-M(1-\delta_{ts}^{1U}) \le w_{ts} - 1.02(WG_t + BG_t) \le M\delta_{ts}^{1U} \tag{1.6}$$

$$v_{ts}^{U} - M(1-\delta_{ts}^{1U}) \le w_{ts} - 1.02(WG_t + BG_t) \le v_{ts}^{U} + M(1-\delta_{ts}^{1U}) \tag{1.7}$$

$$-M\delta_{ts}^{1U} \le v_{ts}^{U} \le M\delta_{ts}^{1U} \tag{1.8}$$

$$C_{ts} = C_{t-1,\tilde{s}(s)} - \frac{1}{0.9} v_{ts}^{L} + 0.95 v_{ts}^{U} - Const \tag{1.9}$$

$$-M(1-\delta_{ts}^{2L}) \le 0.3CA - C_{ts} \le M\delta_{ts}^{2L} \tag{1.10}$$

$$-M(1-\delta_{ts}^{2U}) \le C_{ts} - 0.7CA \le M\delta_{ts}^{2U} \tag{1.11}$$

$$\sum_{s \in S} \delta_{ts}^{2U} P_{ts} \le \tilde{P}_U \tag{1.12}$$

$$\sum_{s \in S} \delta_{ts}^{2L} P_{ts} \le \tilde{P}_L \tag{1.13}$$

$$\tilde{C}_L \le \sum_{s \in S} C_{ns} \le \tilde{C}_U \tag{1.14}$$

1.4　解くべき最適化問題

Acknowledgment

参考文献

[1] P. T. Boggs and J. W. Tolle, Sequential Quadratic Programming, *Acta Numerica*, (1995), 1-51.