

状態空間モデルにおける空間情報を用いた状態遷移行列のリアルタイム推定

石曾根毅¹, 中村和幸^{2,3}

1: 明治大学先端数理科学研究科, 2: 明治大学総合数理学部, 3: JST さきがけ

天気予報や物体追跡のように迅速な応答が必要となるケースにおいては, リアルタイムでのモデルパラメータの推定が予測・フィルタ性能を決定する. モデルパラメータが時不変であれば, EM アルゴリズムによる事前推定が有効であるが, 時変な場合には機能しない.

そこで, 本発表においては, 線形・ガウス状態空間モデルにおいて, Kalman filter による状態推定と状態遷移行列のオンライン推定を同時に行う手法として sequential update Kalman filter (SUKF) を提案する. 状態遷移行列 F , 観測行列 H が τ ステップの間は不変であるとする,

$$F^{\text{new}} := F^{\text{old}} - \eta \min\{\max\{-c, F^{\text{old}} - H^{-1} Y_t Y_{t-1}^{-1} H\}, c\},$$
$$Y_t = (\mathbf{y}_{t-\tau+1} \quad \cdots \quad \mathbf{y}_t)$$

と F を推定することができる. ここで, η は学習率, c はカットオフ距離であり, 過度な F の変動を抑制するためのパラメータである.

また, 画像やグリッドデータのような高次元時空間データへの応用として, 局所推定を用いた local SUKF (LSUKF) を提案する. 画像の系列データへの適用結果について述べ, LSUKF は無情報 KF や単純なフィルタ手法に比べて MSE が低く, 実行時間も実時間であったことを含め, 精度・速度の面での比較結果を論じる.

参考文献

- [1] Kalman, R.E. (1960), “A New Approach to Linear Filtering and Prediction Problem”, *Transactions of the ASME-Journal of Basic Engineering*, 82(D), 35-45.
- [2] Shumway, R. H., Stoffer, D. S. *Time Series Analysis and Its Applications With R Examples* (4th ed.), Springer, 2017.