

注視点時系列のマーク付き点過程によるモデリング

渋江 遼平, 米家 惇

NTT コミュニケーション科学基礎研究所

1 概要

ヒトがどこを見ているかを示す時系列は注視点時系列と呼ばれ、神経科学やマーケティングなど様々な分野で研究の対象となっている。この時系列にはサッカードと呼ばれる跳躍性の眼球運動が含まれており、モデリングを行う際はこのサッカードによって生じる非線形性に注意が必要である。

本研究では、注視点時系列の生成モデルを新たに提案する。提案モデルでは、サッカードがマーク付き点過程から生成されていると仮定し、その点過程の構造をサッカード生成に関連の深い脳の上丘の構造を参考に決定する。このモデルのもとで、注視点時系列が与えられたもとの事後分布を推定することにより、サッカード検出やサッカード形状の推定等を同時に行うことが可能である。

発表では、提案モデルとその推定手法の詳細に加えて、数値実験および実データへの適用例を紹介する。

2 提案手法

ある画像を見ているときのヒトの注視点時系列が計測されている状況を想定する。時刻を t 、注視点時系列を x_t とし、この注視点時系列に含まれるサッカードをその発生時刻とベクトルの組 $\{(t_i, \kappa_i)\}_{i=1}^n$ によって表す。提案手法では、このサッカードの系列がマーク付き点過程に従って生成されているとし、その条件付き強度関数が

$$\lambda(t, \kappa | \mathcal{H}_t) = \lambda_g(t | t^*, \theta_{i^*}) \sum_{j=1}^J A_{i^*j} N(\kappa + x_{t-} | \mu_j, \Lambda_j)$$

と表されると仮定する。ただし、 \mathcal{H}_t は時刻 t までの履歴、 $\lambda_g(\cdot)$ は ground process の条件付き強度関数、 $N(\cdot)$ は正規分布の密度関数、 t^* は時刻 t 以前に発生した最後のサッカードの発生時刻、 i^* はそのサッカードがどの混合成分から発生したかを示すインデックスである。また、 $\{A_{ij}\}_{i,j=1}^J$ 、 $\{\theta_j\}_{j=1}^J$ 、 $\{(\mu_j, \Lambda_j)\}_{j=1}^J$ はパラメータであり、画像の情報を用いて設定した事前分布に従うとする。そして、サッカードの系列が与えられたもとの注視点時系列 x_t がジャンプを含む線形状態空間モデルによって生成されているとする。

推定の際は、まずはじめに提案モデルをそれと等価なスイッチング線形状態空間モデルに書き換える。そして、Johnson and Willsky (2014) の手法を用いて、注視点時系列が与えられたもとの事後分布を変分ベイズの枠組みで推定する。

参考文献

- L. Itti, C. Koch and E. Niebur, A Model of Saliency-Based Visual Attention for Rapid Scene Analysis: *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 20, pp. 1254–1259, 1998.
- M. J. Johnson and A. S. Willsky, Stochastic Variational Inference for Bayesian Time Series Models: International Conference on Machine Learning, 2014.