

# D-21:正規化項の計算を必要としない ボルツマンマシンのパラメーター推定法

竹之内高志 (はこだて未来大学)

## ボルツマンマシン

$$\mathbf{x} \in \{+1, -1\}^p, \quad \bar{q}_{\boldsymbol{\theta}}(\mathbf{x}) = \frac{\exp(\boldsymbol{\theta}_1^T \mathbf{x} + \frac{1}{2} \mathbf{x}^T \boldsymbol{\theta}_2 \mathbf{x})}{Z_{\boldsymbol{\theta}}}$$

$\boldsymbol{\theta}_1 \in R^p, \boldsymbol{\theta}_2 \in R^{p \times p}$ : パラメーターベクトル, 行列  
 $Z_{\boldsymbol{\theta}} = \sum_{\mathbf{x} \in \{+1, -1\}^p} \exp(\boldsymbol{\theta}_1^T \mathbf{x} + \frac{1}{2} \mathbf{x}^T \boldsymbol{\theta}_2 \mathbf{x})$ : 正規化項

目的: データセット  $\mathcal{D} = \{\mathbf{x}_i\}_{i=1}^n$  からパラメーターを推定

問題点: 対数尤度の勾配を計算する度に  $Z_{\boldsymbol{\theta}}$  の計算 ( $2^p$  回の足し算) が必要

## 提案法

[凸最適化]+[正規化項  $Z_{\boldsymbol{\theta}}$  の計算なし] でパラメーターを推定可能