小特集―スパース表現に基づく音響信号処理―

スパース性に基づく音楽音響信号の分解（正誤表）*

吉 井 和 佳，糸 山 克 寿（京都大学 大学院情報学研究科 知能情報学専攻）**

正

2.5.3　GaP-KL-NMF

まず，GaP-KL-NMF に対する VB を導出する．式 (22) で与えられる変分下限 $\mathcal{L}(q)$ の第一項は式 (13) で計算できる対数ポアソン尤度の期待値であるが，依然として解析的に計算できない．そのため，凹関数 $f(x)=\log(x)$ に対して Jensen の不等式を用いると更なる変分下限

$$\begin{aligned}&\cdots\\&\geq \sum_{nm} x_{nm} \sum_{k} \lambda_{knm} \mathbb{E}_q\left[\log \frac{y_{knm}}{\lambda_{knm}}\right]\\&\quad - \sum_{knm} \mathbb{E}_q[y_{knm}]\\&\stackrel{\text{def}}{=} \mathbb{E}_q[\log q(\boldsymbol{X}|\boldsymbol{\theta},\boldsymbol{W},\boldsymbol{H})]\end{aligned} \tag{26}$$

を得る．ここで，λ_{knm} は $\sum_k \lambda_{knm}=1$ を満たす補助変数である．等号成立条件（変分下限が最大となる条件）はラグランジュの未定乗数法を用いて求めることができ，$\lambda_{knm} \propto \exp(\mathbb{E}_q[\log y_{knm}])$ となる．

Algorithm 3 GaP-KL-NMF のベイズ推定

Require: 非負値行列 $\boldsymbol{X} \in \mathbb{R}_+^{M\times N}$，最大基底数 K，ガンマ過程の集中度 α，ガンマ分布のパラメータ $a_0^w, b_0^w, a_0^h, b_0^h$

変分事後分布 $q(\boldsymbol{\theta})$, $q(\boldsymbol{W})$, $q(\boldsymbol{H})$ をランダムに初期化
while not converged **do**
　$\lambda_{knm} \propto \exp(\mathbb{E}_q[\log y_{knm}])$
　$q(\theta_k)=\mathrm{Gamma}(\frac{\alpha c}{K}+\sum_{nm}\lambda_{knm}x_{nm},$
　　$\alpha+\sum_{nm}\mathbb{E}_q[w_{km}h_{kn}])$
　$q(w_{km})=\mathrm{Gamma}(a_0^w+\sum_n \lambda_{knm}x_{nm},$
　　$b_0^w+\sum_n \mathbb{E}_q[\theta_k h_{kn}])$
　$q(h_{kn})=\mathrm{Gamma}(a_0^h+\sum_m \lambda_{knm}x_{nm},$
　　$b_0^h+\sum_m \mathbb{E}_q[\theta_k w_{km}])$
end while
return 変分事後分布 $q(\boldsymbol{\theta})$, $q(\boldsymbol{W})$, $q(\boldsymbol{H})$

誤

2.5.3　GaP-KL-NMF

まず，GaP-KL-NMF に対する VB を導出する．式 (22) で与えられる変分下限 $\mathcal{L}(q)$ の第一項は式 (13) で計算できる対数ポアソン尤度の期待値であるが，依然として解析的に計算できない．そのため，凹関数 $f(x)=\log(x)$ に対して Jensen の不等式を用いると更なる変分下限

$$\begin{aligned}&\mathbb{E}_q[\log p(\boldsymbol{X}|\boldsymbol{\theta},\boldsymbol{W},\boldsymbol{H})]\\&\cdots\\&\geq \sum_{nm} x_{nm} \sum_{k} \lambda_{knm} \mathbb{E}_q\left[\log \frac{y_{knm}}{\lambda_{knm}}\right]\\&\quad - \sum_{knm} \mathbb{E}_q[y_{knm}]\\&\stackrel{\text{def}}{=} \mathbb{E}_q[\log q(\boldsymbol{X}|\boldsymbol{\theta},\boldsymbol{W},\boldsymbol{H})]\end{aligned} \tag{26}$$

を得る．ここで，λ_{knm} は $\sum_k \lambda_{knm}=1$ を満たす補助変数である．等号成立条件（変分下限が最大となる条件）はラグランジュの未定乗数法を用いて求めることができ，$\lambda_{knm} \propto \mathbb{E}_q[y_{knm}]$ となる．

Algorithm 3 GaP-KL-NMF のベイズ推定

Require: 非負値行列 $\boldsymbol{X} \in \mathbb{R}_+^{M\times N}$，最大基底数 K，ガンマ過程の集中度 α，ガンマ分布のパラメータ $a_0^w, b_0^w, a_0^h, b_0^h$

変分事後分布 $q(\boldsymbol{\theta})$, $q(\boldsymbol{W})$, $q(\boldsymbol{H})$ をランダムに初期化
while not converged **do**
　$\lambda_{knm} \propto \mathbb{E}_q[y_{knm}])$
　$q(\theta_k)=\mathrm{Gamma}(\frac{\alpha c}{K}+\sum_{nm}\lambda_{knm}x_{nm},$
　　$\alpha+\sum_{nm}\mathbb{E}_q[w_{km}h_{kn}])$
　$q(w_{km})=\mathrm{Gamma}(a_0^w+\sum_n \lambda_{knm}x_{nm},$
　　$b_0^w+\sum_n \mathbb{E}_q[\theta_k h_{kn}])$
　$q(h_{kn})=\mathrm{Gamma}(a_0^h+\sum_m \lambda_{knm}x_{nm},$
　　$b_0^h+\sum_m \mathbb{E}_q[\theta_k w_{km}])$
end while
return 変分事後分布 $q(\boldsymbol{\theta})$, $q(\boldsymbol{W})$, $q(\boldsymbol{H})$

* Music Signal Decomposition based on Sparseness.
** Kazuyoshi Yoshii and Katsutoshi Itoyama