『入門 機械学習による異常検知 — Rによる実践ガイド —』（コロナ社、2015）第8-9刷正誤表

井手剛

https://ide-research.net/jpn/book/

April 28, 2022

Chapter 1

異常検知の基本的な考え方

現時点で判明している誤りはありません。

Chapter 2

正規分布に従うデータからの異常検知

- p.46 式 (2.42) およびその上の式（藤本望夢様のご教示に感謝します）。
  - 誤:

$$
\begin{aligned}
\mathrm{d}z^{(1)} \cdots \mathrm{d}z^{(N)} &= \mathrm{d}v \;\; 2^{-1} \; |v|^{-(N-2)/2} \, \mathrm{d}S_{1,N} \\
\mathrm{d}\boldsymbol{z}^{(1)} \cdots \mathrm{d}\boldsymbol{z}^{(N)} &= \mathrm{d}\mathsf{V} \;\; 2^{-M} \; |\mathsf{V}|^{-(N-M-1)/2} \, \mathrm{d}S_{M,N}
\end{aligned}
$$

  - 正:

$$
\begin{aligned}
\mathrm{d}z^{(1)} \cdots \mathrm{d}z^{(N)} &= \mathrm{d}v \;\; 2^{-1} \; |v|^{(N-2)/2} \, \mathrm{d}S_{1,N} \\
\mathrm{d}\boldsymbol{z}^{(1)} \cdots \mathrm{d}\boldsymbol{z}^{(N)} &= \mathrm{d}\mathsf{V} \;\; 2^{-M} \; |\mathsf{V}|^{(N-M-1)/2} \, \mathrm{d}S_{M,N}
\end{aligned}
$$

- p.47 式(2.44)（藤本望夢様のご教示に感謝します）。
  - 誤:

$$
p(\mathsf{A}) = f(\mathsf{A}) \times 2^{-M} |\mathsf{A}|^{-(N-M-1)/2} \times \frac{2^M \pi^{MN/2}}{\Gamma_M(N/2)}
$$

  - 正

$$
p(\mathsf{A}) = f(\mathsf{A}) \times 2^{-M} |\mathsf{A}|^{(N-M-1)/2} \times \frac{2^M \pi^{MN/2}}{\Gamma_M(N/2)}
$$

- p.55 下から6行目（眞田明様のご教示に感謝します）。
  - 誤: $\hat{\mu}$ は式(2.19)で示したとおり、平均 0、分散 $\sigma^2(N+1)/N$ の正規分布に従います。
  - 正: $x' - \hat{\mu}$ は式(2.19)で示したとおり、平均0、分散 $\sigma^2(N+1)/N$ の正規分布に従います。
- p.56, 式 (2.57)

- 誤 $\mathcal{S}(t \mid N-1, 0) = \frac{\Gamma[(m+1)/2]}{\Gamma(m/2)}\sqrt{\frac{1}{\pi m}}\left[1+\frac{t^2}{m}\right]^{-(m+1)/2}$
- 正 $\mathcal{S}(t \mid m, 0) = \frac{\Gamma[(m+1)/2]}{\Gamma(m/2)}\sqrt{\frac{1}{\pi m}}\left[1+\frac{t^2}{m}\right]^{-(m+1)/2}$

Chapter 3

非正規データからの異常検知

- p.88 式 (3.51)（藤本望夢様のご教示に感謝します）。
  - 誤:

$$L(\Theta|\mathcal{D}) = \ln \prod_{i=1}^{N} p(\boldsymbol{x}^{(n)}|\Theta) = \sum_{n=1}^{N} \ln \sum_{k=1}^{K} \pi_k \, \mathcal{N}(\boldsymbol{x}^{(n)} \mid \boldsymbol{\mu}_k, \Sigma_k)$$

  - 正:

$$L(\Theta|\mathcal{D}) = \ln \prod_{n=1}^{N} p(\boldsymbol{x}^{(n)}|\Theta) = \sum_{n=1}^{N} \ln \sum_{k=1}^{K} \pi_k \, \mathcal{N}(\boldsymbol{x}^{(n)} \mid \boldsymbol{\mu}_k, \Sigma_k)$$

Chapter 4

性能評価の方法

現時点で判明している誤りはありません。

Chapter 5

不要な次元を含むデータからの異常検知

- p.128 式(5.13)およびその下の式（福永裕子様、岩田和大様のご教示に感謝いたします)。
  - 誤: 正規直交基底$\boldsymbol{u}_1, \ldots, \boldsymbol{u}_m$を求めるためには

$$\boldsymbol{u}_i = \frac{1}{\sqrt{\lambda_i}} \tilde{\mathsf{X}} \boldsymbol{v}_i \tag{5.13}$$

とすればいいことが直ちにわかります。なぜなら

$$\boldsymbol{u}_i^\top \boldsymbol{u}_j = \frac{1}{\sqrt{\lambda_i \lambda_j}} \boldsymbol{v}_i^\top \tilde{\mathsf{X}}^\top \tilde{\mathsf{X}} \boldsymbol{v}_j = \frac{1}{\sqrt{\lambda_i \lambda_j}} \lambda_j \boldsymbol{v}_i^\top \boldsymbol{v}_j = \frac{1}{\sqrt{\lambda_i \lambda_j}} \lambda_j \delta_{i,j} = \delta_{i,j}$$

となるからです。
  - 正: 正規直交基底$\boldsymbol{u}_1, \ldots, \boldsymbol{u}_m$を求めるためには

$$\boldsymbol{u}_i = \frac{1}{\sqrt{\nu_i}} \tilde{\mathsf{X}} \boldsymbol{v}_i \tag{5.13}$$

とすればいいことが直ちにわかります。なぜなら

$$\boldsymbol{u}_i^\top \boldsymbol{u}_j = \frac{1}{\sqrt{\nu_i \nu_j}} \boldsymbol{v}_i^\top \tilde{\mathsf{X}}^\top \tilde{\mathsf{X}} \boldsymbol{v}_j = \frac{1}{\sqrt{\nu_i \nu_j}} \nu_j \boldsymbol{v}_i^\top \boldsymbol{v}_j = \frac{1}{\sqrt{\nu_i \nu_j}} \nu_j \delta_{i,j} = \delta_{i,j}$$

となるからです。

- p.143 式(5.45)（藤本望夢様のご教示に感謝します)。
  - 誤:

$$p(\boldsymbol{z}^{(n)} | \boldsymbol{x}^{(n)}, \Theta) = \mathcal{N}\left(\boldsymbol{z}^{(n)} \middle| \mathsf{M}^{-1} \mathsf{W}^\top (\boldsymbol{x} - \bar{\boldsymbol{x}}),\ \sigma^2 \mathsf{M}^{-1}\right)$$

  – 正:

$$p(\boldsymbol{z}^{(n)}|\boldsymbol{x}^{(n)}, \Theta) = \mathcal{N}\left(\boldsymbol{z}^{(n)}\,\middle|\,\mathsf{M}^{-1}\mathsf{W}^\top(\boldsymbol{x}^{(n)} - \bar{\boldsymbol{x}}),\ \sigma^2\mathsf{M}^{-1}\right)$$

  となるからです。

- p.154 上から2行目（辻善夫様のご教示に感謝します）。
  – 誤: $\mathcal{D}$にしたのと同一の非線形変換$\boldsymbol{x} \leftarrow \boldsymbol{\phi}(\boldsymbol{x})$を施して、
  – 正: $\mathcal{D}$にしたのと同一の非線形変換$\boldsymbol{x} \rightarrow \boldsymbol{\phi}(\boldsymbol{x})$を施して、
- p.155 式 (5.69)（眞田明様のご教示に感謝します）。
  – 誤:

$$a_{m=1}(\mathcal{D}, \mathcal{D}') = 1 - \frac{\boldsymbol{v}_1^\top}{\sqrt{\lambda_1}}\mathsf{H}_N\mathsf{B}\mathsf{H}_{N'}\frac{\boldsymbol{r}_1}{\sqrt{\gamma_1}}$$

  – 正:

$$a_{m=1}(\mathcal{D}, \mathcal{D}') = 1 - \left(\frac{\boldsymbol{v}_1^\top}{\sqrt{\lambda_1}}\mathsf{H}_N\mathsf{B}\mathsf{H}_{N'}\frac{\boldsymbol{r}_1}{\sqrt{\gamma_1}}\right)^2$$

Chapter 6

入力と出力があるデータからの異常検知

- p.167 式(6.20)（平田大貴様のご教示に感謝します）。
  - 誤:
$$e(\lambda) = \frac{1}{N} \left\| \mathrm{diag}(\mathsf{I}_M - \mathsf{H})^{-1}(\mathsf{I}_M - \mathsf{H})\tilde{\boldsymbol{y}}_N \right\|^2$$
  - 正:
$$e(\lambda) = \frac{1}{N} \left\| \mathrm{diag}(\mathsf{I}_N - \mathsf{H})^{-1}(\mathsf{I}_N - \mathsf{H})\tilde{\boldsymbol{y}}_N \right\|^2$$
- p.168 1行目（平田大貴様のご教示に感謝します）。
  - 誤: また、$\mathrm{diag}(\mathsf{I}_M - \mathsf{H})^{-1}$は、第$i$対角要素が$(1 - \mathsf{H}_{i,i})^{-1}$となる対角行列である。
  - 正: また、$\mathrm{diag}(\mathsf{I}_N - \mathsf{H})^{-1}$は、第$i$対角要素が$(1 - \mathsf{H}_{i,i})^{-1}$となる対角行列である。
- p.189の2つ目の式（藤本望夢様のご教示に感謝します）。
  - 誤:
$$\left| \sigma^2 \mathsf{I}_N + \frac{\sigma^2}{\hat{\lambda}} \Phi^\top \Phi \right| = (\sigma^2)^N \hat{\lambda}^{-M} |\mathsf{A}|$$
  - 正:
$$\left| \sigma^2 \mathsf{I}_N + \frac{\sigma^2}{\hat{\lambda}} \Phi^\top \Phi \right| = (\sigma^2)^N \hat{\lambda}^{-M_\phi} |\mathsf{A}|$$
- p.189 式(6.66)（森川浩司様、藤本望夢様のご教示に感謝します）。
  - 誤:
$$\begin{aligned} \ln E(\sigma^2) = \frac{N}{2} \ln(2\pi) - \frac{1}{2} \ln \left[(\sigma^2)^N \hat{\lambda}^{-M} |\mathsf{A}| \right] \\ - \frac{1}{2\sigma^2} \boldsymbol{y}_N^\top \left(\mathsf{I}_{M_\phi} - \Phi^\top \mathsf{A}^{-1} \Phi \right) \boldsymbol{y}_N \end{aligned}$$

– 正:

$$\begin{aligned}\ln E(\sigma^2) = &-\frac{N}{2}\ln(2\pi) - \frac{1}{2}\ln\left[(\sigma^2)^N \hat{\lambda}^{-M_\phi}|\mathsf{A}|\right] \\ &- \frac{1}{2\sigma^2}\boldsymbol{y}_N^\top\left(\mathsf{I}_N - \mathsf{\Phi}^\top\mathsf{A}^{-1}\mathsf{\Phi}\right)\boldsymbol{y}_N\end{aligned}$$

Chapter 7

時系列データの異常検知

- p.200 下から4行目（眞田明様のご教示に感謝します）。
  - 誤: ただし、$\boldsymbol{v}^{(t)} = [v_1^{(t)}, v_2^{(t)}, \ldots, v_k^{(t)}]^\top$です。
  - 正: ただし、$\boldsymbol{v}^{(t)} = [v_k^{(t)}, v_{k-1}^{(t)}, \ldots, v_1^{(t)}]^\top$です。
- p.202 手順 7.2（眞田明様のご教示に感謝します）。
  - 誤:
    * a) 履歴行列とテスト行列：式(7.4) と式(7.5)から$\mathsf{H}_1^{(t)}$と$\mathsf{H}_2^{(t)}$を作る。
    * b) 特異値分解: $\mathsf{H}_1^{(t)}, \mathsf{H}_2^{(t)}$を特異値分解し、左特異ベクトルの行列$\mathsf{U}_m^{(t)}, \mathsf{Q}_m^{(t)}$を求める。
  - 正:
    * a) 履歴行列とテスト行列：式(7.4) と式(7.5)から$\mathsf{X}_1^{(t)}$と$\mathsf{X}_2^{(t)}$を作る。
    * b) 特異値分解: $\mathsf{X}_1^{(t)}, \mathsf{X}_2^{(t)}$を特異値分解し、左特異ベクトルの行列$\mathsf{U}_m^{(t)}, \mathsf{Q}_m^{(t)}$を求める。
- p.203 上から4行目。辻善夫様のご指摘に感謝いたします。
  - 誤: 過去側に主部分空間への射影
  - 正: 過去側の主部分空間への射影
- p.208 下から2行目の式（平田大貴様のご教示に感謝します）。
  - 誤:
$$\frac{\partial L}{\partial \mathsf{A}} = \mathsf{YX}^\top - \mathsf{AXX}^\top$$
  - 正:
$$\frac{\partial L}{\partial \mathsf{A}} = \Sigma^{-1}(\mathsf{YX}^\top - \mathsf{AXX}^\top)$$

- p.219 上から6行目。辻善夫様のご指摘に感謝いたします。
  - 誤: 改めててデータを
  - 正: 改めてデータを
- p.220 手順7.4の 2)（眞田明様のご教示に感謝します）。
  - 誤: 先に状態変数の推定値 $\mathcal{Z}' = \{\hat{\boldsymbol{z}}^{(1)}, \dots, \hat{\boldsymbol{z}}^{(T')}\}$ を用意する（$T' = T - w$ ）。
  - 正: 先に求めた状態変数の推定値から $\mathcal{Z}' = \{\hat{\boldsymbol{z}}^{(1)}, \dots, \hat{\boldsymbol{z}}^{(T')}\}$ を用意する（$T' = T - w$ ）。
- p.221。下から3行目（藤本望夢様のご教示に感謝します）。
  - 誤: 分子はモデル (7.28) および式(7.29) そのものですが
  - 正: 分子はモデル (7.27) および式(7.29) そのものですが

Chapter 8

よくある悩みとその対処法

- p.232 式(8.3)の下から (8.4)まで（眞田明様のご教示に感謝します)。
  - 誤: 例えば共分散行列の場合は、$\mathsf{\Sigma}_t = (1/t)\sum_{n=1}^{t} \boldsymbol{x}^{(t)}\boldsymbol{x}^{(t)\top} - \bar{\boldsymbol{x}}_t\bar{\boldsymbol{x}}_t^\top$なので、第1項について $\mathsf{f}_{\text{共分散}}^{(t)} = \boldsymbol{x}^{(t)}\boldsymbol{x}^{(t)\top}$ とおいて更新式を作り、その後第2項を加えることで次のように計算できます。

$$\begin{aligned}\tilde{\mathsf{\Sigma}}_{t+1} &= (1-\beta)\tilde{\mathsf{\Sigma}}_t + \beta\, \mathsf{f}_{\text{共分散}}^{(t+1)} \\ \mathsf{\Sigma}_{t+1} &= \tilde{\mathsf{\Sigma}}_{t+1} - \bar{\boldsymbol{x}}_{t+1}\bar{\boldsymbol{x}}_{t+1}^\top \qquad (8.4)\end{aligned}$$

  - 正: 例えば共分散行列の場合は、$\mathsf{\Sigma}_t = (1/t)\sum_{n=1}^{t} \boldsymbol{x}^{(n)}\boldsymbol{x}^{(n)\top} - \bar{\boldsymbol{x}}_t\bar{\boldsymbol{x}}_t^\top$なので、第1項について $\mathsf{f}^{(t)} = \boldsymbol{x}^{(t)}\boldsymbol{x}^{(t)\top}$ とおいて $\mathsf{F}_t = (1/t)\sum_{n=1}^{t} \mathsf{f}^{(n)}$ に対して更新式を作り、その後第2項を加えることで次のように計算できます。

$$\begin{aligned}\mathsf{F}_{t+1} &= (1-\beta)\mathsf{F}_t + \beta\, \mathsf{f}^{(t+1)} \\ \mathsf{\Sigma}_{t+1} &= \mathsf{F}_{t+1} - \bar{\boldsymbol{x}}_{t+1}\bar{\boldsymbol{x}}_{t+1}^\top \qquad (8.4)\end{aligned}$$

付録

現時点で判明している誤りはありません。

索引

現時点で判明している誤りはありません。