訂正とおわび［トランジスタ技術 2019年7月号 特集］

最終更新日：2020/2/4

本誌において，下記の個所に誤りがありました．おわびして訂正いたします．

●プロローグ

p.36　右段，上から13行目

（修正前）5つの数式によって表されます（表1）．

（修正後）5つの数式によって表されます（表2）．

●第1章 倒立振子の製作

p.40　図4の右下

（修正前）USBケーブル（mini B オス – mini A オス）

（修正後）USBケーブル（mini B オス – Type A オス）

p.46　右段，下から20行目

（修正前）各時刻kにおける状態ベクトル$\boldsymbol{\theta}_k$が従う

（修正後）各時刻kにおける状態ベクトル$\boldsymbol{\theta}_k$の推定値が従う

p.48　左段，下から6行目　（「ハット」→「チルダ」）

（修正前）“$\hat{\theta}_1$”すなわち変数“theta_data_predict”に格納します．

（修正後）“$\tilde{\theta}_1$”すなわち変数“theta_data_predict”に格納します．

p.51　リスト1の右段，ソース・コードの354行目(※もともとの紙面のままが正しい)

~~（修正前）return x_data*0.00762939f;~~

~~（修正後）return float(x_data) * 0.0305176f;~~

~~(2019年7月28日)~~

~~※上記の修正に伴い，付録DVDの傾斜計のプログラム"Inclinometer.cpp"の355行目を以下のように修正致しました．~~

~~誤：0.00762939f~~

~~正：0.0305176f~~

~~なお，倒立振子のプログラム“Inverted_Pendulum_Kalman.cpp”では，上記と同様の計算処理をしている箇所で「修正後」のコードが記載されていたため，倒立振子の動作は問題ありません．~~

(2019年7月30日)

※ジャイロ・センサの値を取得する関数“get_gyro_data()”に関して，コメントいたします．

「傾斜計」のソース・コード“Inclinometer.cpp”では，ジャイロ・センサのレンジを“±250 (deg/sec)”に設定して使用しているので，1 ビットあたりの重みは $500 \div 65536 = 0.00762939$ (deg/s) となります．一方で，「倒立振子」のソース・コード“Inverted_Pendulum_Kalman.cpp”およびジャイロ・センサのテ

スト・プログラム“GYRO.cpp”では，ジャイロ・センサのレンジを“$\pm$ 1000 (deg/s)”に設定して使用しているので，1 ビット あたりの重みは 2000 ÷ 65536 = 0.0305176 (deg/s) となります.
ジャイロ・センサのレンジ設定がプログラム間で統一されていないため，紛らわしい記述になっておりました．申し訳ありません.

p.57　表 8
（修正前）$I_p = 0.001587$
（修正後）$I_p = 0.001841$

p.61　右段，下から 1 行目（※式中のマイナス）
（修正前）式（30）

$$k_b = \frac{1}{6.3796 \cdot n} = -\frac{1}{6.3796 \times 64.8} \approx 0.0024 \ \mathrm{V \cdot s/rad}$$

（修正後）式（30）

$$k_b = \frac{1}{6.3796 \cdot n} = \frac{1}{6.3796 \times 64.8} \approx 0.0024 \ \mathrm{V \cdot s/rad}$$

p.62　表 11 のキャプション
（修正前）…回転子に関するパロメータ
（修正後）…回転子に関するパラメータ

p.63　図 23 (b)
図中の“0.62”の表記位置が不適切（本来の「y 切片」になっていない）なので“0.62”を削除

p.63　右段，上から 4，6，8 行目
（修正前）r_e
（修正後）R_e

p.65　左段，上から 20 行目
（修正前）“$n\tau'_m/k_t$”
（修正後）“$R\tau'_m/k_t$”

p.70　表 16 のサブ・キャプション
（修正前）int table = …
（修正後）int table [16] = …

●第 2 章 数学

p.73 右段，15 行目

（修正前）■変数関数の微分

（修正後）■1 変数関数の微分

●第 3 章 力学

p.87 左段，下から 13 行目（シグマのインデックスをk→i）

（修正前）式（34）

$$\boldsymbol{r}_G = \frac{\sum_{k=1}^{n} m_i \boldsymbol{r}_i}{\sum_{k=1}^{n} m_i}$$

（修正後）式（34）

$$\boldsymbol{r}_G = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i \boldsymbol{r}_i}{\sum_{i=1}^{n} m_i}$$

p.90 右段，下から 4 行目（先頭のx_1にドットを付ける．また，q_nの前のピリオドをカンマにする）

（修正前）式（4）

$$x_1 = \dot{x}_1(q_1, q_2, \cdots . q_n, \dot{q}_1, \dot{q}_2, \cdots, \dot{q}_n)$$

（修正後）式（4）

$$\dot{x}_1 = \dot{x}_1(q_1, q_2, \cdots, q_n, \dot{q}_1, \dot{q}_2, \cdots, \dot{q}_n)$$

p.91 左段，下から 17 行目

（修正前）また，座標$x_i(q_i, q_2, \cdots, q_n)$の微小変化$dx_i$を，

（修正後）また，座標$x_i(q_1, q_2, \cdots, q_n)$の微小変化$dx_i$を，

p.93 右段，下から 14 行目

（修正前）また，車輪の質量を“m_p”

（修正後）また，車輪の質量を“m_w”

p.95 左段，上から 13 行目

（修正前）式（13）

$$\begin{aligned}
\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}_p}\right) = {} & m_w r_w^2 (\ddot{\theta}_p + \ddot{\theta}_w) \\
& + I_w (\ddot{\theta}_p + \ddot{\theta}_w) \\
& + m_p \{r_w (\ddot{\theta}_p + \ddot{\theta}_w) - r_p \dot{\theta}_p^2 \sin(\theta_p) + r_p \ddot{\theta}_p \cos(\theta_p)\} \cdot \{r_w + r_p \cos(\theta_p)\} \\
& + m_p \{r_w (\dot{\theta}_p + \dot{\theta}_w) + r_p \dot{\theta}_p \cos(\theta_p)\} \cdot \{-r_p \dot{\theta}_p \sin(\theta_p)\} \\
& + m_p \{r_p \dot{\theta}_p^2 \cos(\theta_p) + r_p \ddot{\theta}_p \sin(\theta_p)\} \cdot \{r_p \sin(\theta_p)\} \\
& + m_p \{r_p \dot{\theta}_p \sin(\theta_p)\} \cdot \{r_p \dot{\theta}_p \cos(\theta_p)\} \\
& + I_p \dot{\theta}_p
\end{aligned}$$

（修正後）　式（13）

$$\begin{aligned}\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}_p}\right) = m_w r_w^2 (\ddot{\theta}_p + \ddot{\theta}_w) \\ &+ I_w(\ddot{\theta}_p + \ddot{\theta}_w) \\ &+ m_p\{r_w(\ddot{\theta}_p + \ddot{\theta}_w) - r_p\dot{\theta}_p^2 \sin(\theta_p) + r_p\ddot{\theta}_p \cos(\theta_p)\} \cdot \{r_w + r_p \cos(\theta_p)\} \\ &+ m_p\{r_w(\dot{\theta}_p + \dot{\theta}_w) + r_p\dot{\theta}_p \cos(\theta_p)\} \cdot \{-r_p\dot{\theta}_p \sin(\theta_p)\} \\ &+ m_p\{r_p\dot{\theta}_p^2 \cos(\theta_p) + r_p\ddot{\theta}_p \sin(\theta_p)\} \cdot \{r_p \sin(\theta_p)\} \\ &+ m_p\{r_p\dot{\theta}_p \sin(\theta_p)\} \cdot \{r_p\dot{\theta}_p \cos(\theta_p)\} \\ &+ I_p\ddot{\theta}_p\end{aligned}$$

p. 96　左段，上から 19 行目

（修正前）　式（1）

$$m = \frac{d^2x}{dt^2} = F$$

（修正後）　式（1）

$$m\frac{d^2x}{dt^2} = F$$

●第 4 章 現代制御理論

p.100　左段，下から 13 行目（小文字の“t”の箇所を大文字の“T”に修正）

（修正前）式（47）　2 行目

$$= \left(\frac{1}{1!}It + \frac{1}{2!}At^2 + \frac{1}{3!}A^2T^3 \cdots\right)B$$

（修正後）式（47）　2 行目

$$= \left(\frac{1}{1!}IT + \frac{1}{2!}AT^2 + \frac{1}{3!}A^2T^3 \cdots\right)B$$

p.101　右段，上から 9 行目（kをシタツキに修正）

（修正前）出力方程式“$yk = C_d x_k$”

（修正後）出力方程式“$y_k = C_d x_k$”

p.101　右段，上から 18 行目（y_0とy_1を太字に修正）

（修正前）すなわち，$y_0, y_1, \cdots, \boldsymbol{y}_{n-1}$は

（修正後）すなわち，$\boldsymbol{y}_0, \boldsymbol{y}_1, \cdots, \boldsymbol{y}_{n-1}$は

p.102　左段，下から 20 行目

（修正前）式（3）

$$P = (\boldsymbol{p}_1 \quad \boldsymbol{p}_2 \quad \cdots \quad \boldsymbol{p}_n)$$

（修正後）式（3）

$$P^{-1} = (\boldsymbol{p}_1 \quad \boldsymbol{p}_2 \quad \cdots \quad \boldsymbol{p}_n)$$

p.102　左段，下から 6 行目（2 つめの$\boldsymbol{x}$のバーを削除）

（修正前）一方で，“$\bar{\boldsymbol{x}} = P\bar{\boldsymbol{x}}$”

（修正後）一方で，“$\bar{\boldsymbol{x}} = p\boldsymbol{x}$”

p.102　左段，下から 4 行目（最初の$\boldsymbol{x}$にバーを入れる）

（修正前）式（7）

$$|\boldsymbol{x}|^2 = \bar{\boldsymbol{x}}^T\bar{\boldsymbol{x}} = \boldsymbol{x}^T\boldsymbol{P}^T\boldsymbol{P}\boldsymbol{x}$$

（修正後）式（7）

$$|\bar{\boldsymbol{x}}|^2 = \bar{\boldsymbol{x}}^T\bar{\boldsymbol{x}} = \boldsymbol{x}^T\boldsymbol{P}^T\boldsymbol{P}\boldsymbol{x}$$

p.102　右段，上から 1 行目

（修正前）固有ベクトルを正規化したものを並べた行列を“Q”とします.

（修正後）固有ベクトルを正規化したものを並べた行列を“Q^{-1}”とします.

p.103　左段，下から 8 行目

（修正前）式（21）

$$P = (\boldsymbol{p}_1 \quad \boldsymbol{p}_2 \quad \cdots \quad \boldsymbol{p}_n)$$

（修正後）式（21）

$$P^{-1} = (\boldsymbol{p}_1 \quad \boldsymbol{p}_2 \quad \cdots \quad \boldsymbol{p}_n)$$

p.103　右段，下から 23 行目（xを太字に修正）

（修正前）スカラ関数$V(x(t))$があったとします.

（修正後）スカラ関数$V(\boldsymbol{x}(t))$があったとします.

p.103　右段，下から 21 行目（xを太字に修正）

（修正前）関数$V(x(t))$のことを「リアプノフ関数」（Lyapunov function）といいます.

（修正後）関数$V(\boldsymbol{x}(t))$のことを「リアプノフ関数」（Lyapunov function）といいます.

p. 104　右段，下から 6 行目（末尾の“A”をトル）

（修正前）式（34）

$$= -\int_0^\infty \{(e^{At})^T A^T P e^{At} + (e^{At})^T P A e^{At} A\} dt$$

（修正後）式（34）

$$= -\int_0^\infty \{(e^{At})^T A^T P e^{At} + (e^{At})^T P A e^{At}\} dt$$

p. 106　右段，上から 19 行目（uの太字を細字に修正）

（修正前）式（1）

$$\dot{\boldsymbol{x}}(t) = A\boldsymbol{x}(t) + B\boldsymbol{u}(t)$$

（修正後）式（1）

$$\dot{\boldsymbol{x}}(t) = A\boldsymbol{x}(t) + Bu(t)$$

p. 106　右段，上から 20 行目（uの太字を細字に修正）

（修正前）入力$\boldsymbol{u}(t)$はスカラとします.

（修正後）入力$u(t)$はスカラとします.

p. 108　左段，下から 10 行目（ゼロを大文字のオーに修正）

（修正前）“$\partial P/\partial k_i = 0$”が成り立つとしていたので，

（修正後）“$\partial P/\partial k_i = O$”が成り立つとしていたので，

p. 110　左段，上から 21 行目（ゼロを大文字のオーに修正）

（修正前）上式において，“$\partial P_d/\partial k_{di} = 0$”が成り立ちます.

（修正後）上式において，“$\partial P_d/\partial k_{di} = O$”が成り立ちます.

p. 110　右段，上から 15 行目（第 3 項の最初の“A_d”に転置の記号“T”を付ける）

（修正前）式（56）

$$A_d^T P_d A_d - P_d - A_d P_d B_d (R_d + B_d^T P_d B_d)^{-1} B_d^T P_d A_d + Q_d = O$$

（修正後）式（56）

$$A_d^T P_d A_d - P_d - A_d^T P_d B_d (R_d + B_d^T P_d B_d)^{-1} B_d^T P_d A_d + Q_d = O$$

p.111　左段，上から 3 行目（“−1”のマイナスを上ツキに修正）

（修正前）式（59）

$$\sum_{k=0}^{\infty} \boldsymbol{x}_k^T A_d^T P_d B_d (R_d + B_d^T P_d B_d)-^1 B_d^T P_d A_d \boldsymbol{x}_k$$

（修正後）式（59）

$$\sum_{k=0}^{\infty} \boldsymbol{x}_k^T A_d^T P_d B_d (R_d + B_d^T P_d B_d)^{-1} B_d^T P_d A_d \boldsymbol{x}_k$$

●第 5 章 確率・統計

p.113　左段，下から 23 行目

（修正前）「平均$\bar{x}$に対する各データの“ずれ”」は，“$x_i - x$”で表現できます．

（修正後）「平均$\bar{x}$に対する各データの“ずれ”」は，“$x_i - \bar{x}$”で表現できます．

p.117　左段，下から 7 行目

（修正前）「結果→原因」の向きの情報“$P(A|B_i)$”

（修正後）「結果→原因」の向きの情報“$P(B_i|A)$”

p.118　右段，上から 9 行目

（修正前）なお，確率変数Xを使った関数$f(X)$の期待値$E[f(x)]$は，

（修正後）なお，確率変数Xを使った関数$f(X)$の期待値$E[f(X)]$は，

p.121　左段，上から 3 行目（$p_Y(y)$の“Y”を下ツキに修正）

（修正前）確率変数Yに関する周辺確率密度関数“$pY(y)$”が得られます．

（修正後）確率変数Yに関する周辺確率密度関数“$p_Y(y)$”が得られます．

p.121　左段，上から 24 行目（先頭の$p_{X|Y}(x,y)$を“$p_{X,Y}(x,y)$”に修正）

（修正前）式（8）

$$p_{X|Y}(x,y) = p_{Y|X}(y) \cdot p_X(x) = p_{X|Y}(x) \cdot p_Y(y)$$

（修正後）式（8）

$$p_{X,Y}(x,y) = p_{Y|X}(y) \cdot p_X(x) = p_{X|Y}(x) \cdot p_Y(y)$$

p.122　図 14

（修正前）$X = f(Y)$

（修正後）$X = g(Y)$

p.123　左段，下から 12 行目

（修正前）確率変数(Y_1, Y_2)が従う同時確率密度関数$p_{X_1,X_2}(y_1, y_2)$は，

（修正後）確率変数(Y_1, Y_2)が従う同時確率密度関数$p_{Y_1,Y_2}(y_1, y_2)$は，

p.123　右段，上から 18 行目

（修正前）式（37）

$$J=\begin{pmatrix}\dfrac{\partial X_1}{\partial Y_1} & \dfrac{\partial X_1}{\partial Y_2}\\ \dfrac{\partial X_2}{\partial Y_1} & \dfrac{\partial X_2}{\partial Y_2}\end{pmatrix}=\begin{vmatrix}a'_{11} & a'_{12}\\ a'_{21} & a'_{22}\end{vmatrix}=|A^{-1}|=\frac{1}{|A|}$$

（修正後）式（37）

$$J=\begin{vmatrix}\dfrac{\partial X_1}{\partial Y_1} & \dfrac{\partial X_1}{\partial Y_2}\\ \dfrac{\partial X_2}{\partial Y_1} & \dfrac{\partial X_2}{\partial Y_2}\end{vmatrix}=\begin{vmatrix}a'_{11} & a'_{12}\\ a'_{21} & a'_{22}\end{vmatrix}=|A^{-1}|=\frac{1}{|A|}$$

p.124　左段，上から 16 行目

（修正前）上式の同時確率密度関数$p_Y(Y)$を変数y_1で積分すれば，

（修正後）上式の同時確率密度関数$p_Y(y)$を変数y_1で積分すれば，

p.128　右段，下から 7 行目（“$(A^{-1})^T$”となるべきところが，転置の記号“T”が下ツキになっている）

（修正前）式（38）　2 行目

$$=\frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n|\Sigma|}}e^{-\frac{1}{2}(\boldsymbol{y}-\boldsymbol{\mu})^T(A^{-1})_T A^{-1}(\boldsymbol{y}-\boldsymbol{\mu})}$$

（修正後）式（38）　2 行目

$$=\frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n|\Sigma|}}e^{-\frac{1}{2}(\boldsymbol{y}-\boldsymbol{\mu})^T(A^{-1})^T A^{-1}(\boldsymbol{y}-\boldsymbol{\mu})}$$

●第 6 章 カルマン・フィルタ

p.131　左段，下から 19 行目

（修正前）白色雑音の振幅は，図 6（b）のような

（修正後）正規白色雑音の振幅は，図 6（b）のような

p.133　左段，下から 9 行目

（修正前）これは，単にy_1およびy_2の式を$p_{X,W}(x,y)$に代入するだけです．

（修正後）これは，単にy_1およびy_2の式を$p_{X,W}(x,w)$に代入するだけです．

p.133　左段，下から 8 行目

（修正前）式（9）

$$p_{X,W}(y_1,y_2)=\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}}e^{-\frac{(y_2-\bar{x})^2}{2\sigma_x^2}}\cdot\frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_w^2}}e^{-\frac{\{(y_1-cx)-\bar{w}\}^2}{2\sigma_w^2}}$$

（修正後）式（9）

$$p_{X,W}(y_2, y_1 - cy_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} e^{-\frac{(y_2-\bar{x})^2}{2\sigma_x^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_w^2}} e^{-\frac{\{(y_1-cy_2)-\bar{w}\}^2}{2\sigma_w^2}}$$

p.133　右段，下から 25 行目

（修正前）式（13）

$$p_{Y_1,Y_2}(y_1, y_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} e^{-\frac{(y_2-\bar{x})^2}{2\sigma_x^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_w^2}} e^{-\frac{\{(y_1-cx)-\bar{w}\}^2}{2\sigma_w^2}}$$

（修正後）式（13）

$$p_{Y_1,Y_2}(y_1, y_2) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} e^{-\frac{(y_2-\bar{x})^2}{2\sigma_x^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_w^2}} e^{-\frac{\{(y_1-cy_2)-\bar{w}\}^2}{2\sigma_w^2}}$$

p.134　左段，下から 16 行目

（修正前）式（21）

$$\begin{aligned} p_{Y,X}(y,x) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_w^2}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\{\sigma_x^{-2}(x-\bar{x})^2 + \sigma_w^{-2}(y-cx-\bar{w})^2\}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_y^2}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\{\sigma^{-2}[(x-\bar{x})-c\sigma_w^{-2}\sigma^2(y-c\bar{x}-\bar{w})\}^2+\sigma_y^{-2}(y-c\bar{x}-\bar{w})^2]} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{\{x-\bar{x}-c\sigma_w^{-2}\sigma^2(y-c\bar{x}-\bar{w})\}^2}{2\sigma^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_y^2}} e^{-\frac{(y-c\bar{x}-\bar{w})^2}{2\sigma_y^2}} \end{aligned}$$

（修正後）式（21）

$$\begin{aligned} p_{Y,X}(y,x) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_x^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_w^2}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\{\sigma_x^{-2}(x-\bar{x})^2 + \sigma_w^{-2}(y-cx-\bar{w})^2\}} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_y^2}} \cdot e^{-\frac{1}{2}[\sigma^{-2}\{(x-\bar{x})-c\sigma_w^{-2}\sigma^2(y-c\bar{x}-\bar{w})\}^2+\sigma_y^{-2}(y-c\bar{x}-\bar{w})^2]} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} e^{-\frac{\{x-\bar{x}-c\sigma_w^{-2}\sigma^2(y-c\bar{x}-\bar{w})\}^2}{2\sigma^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_y^2}} e^{-\frac{(y-c\bar{x}-\bar{w})^2}{2\sigma_y^2}} \end{aligned}$$

p.136　左段，上から 12 行目

（修正前）また，推定値xは「最大事後確率推定値」（MAP estimate）とも呼ばれます．

（修正後）また，推定値$\hat{x}$は「最大事後確率推定値」（MAP estimate）とも呼ばれます．

p.136　左段，下から 15 行目

（修正前）式（33）

$$\sigma^2 = \frac{1}{\sigma_x^{-2} + c^2\sigma_w^{-2}} = \frac{1}{\sigma_x^{-2} + c^2\sigma_w^{-2}} \cdot \frac{\sigma_x^2}{\sigma_x^2} = \frac{1}{1 + c^2\frac{\sigma_x^2}{\sigma_x^2}} \cdot \sigma_x^2$$

（修正後）式（33）

$$\sigma^2 = \frac{1}{\sigma_x^{-2} + c^2\sigma_w^{-2}} = \frac{1}{\sigma_x^{-2} + c^2\sigma_w^{-2}} \cdot \frac{\sigma_x^2}{\sigma_x^2} = \frac{1}{1 + c^2\frac{\sigma_x^2}{\sigma_w^2}} \cdot \sigma_x^2$$

p.136　図 12

（修正前）xとwの同時確率密度関数$p_{X,Y}(x,w)$を導出

（修正後）xとyの同時確率密度関数$p_{X,Y}(x,y)$を導出

（修正前）ベイズの定理 $p_{X|Y}(x|y) = p_{X|Y}(y|x) \cdot p_Y(x)/p_X(y)$ より…

（修正後）ベイズの定理 $p_{X|Y}(x|y) = p_{Y|X}(y|x) \cdot p_X(x)/p_Y(y)$ より…

p.142　右段，下から 9 行目

（修正前）時刻 0 における状態推定値x_0

（修正後）時刻 0 における状態推定値$\hat{x}_0$

p.143　右段，下から 15 行目

（修正前）ここで，$\hat{x}_0$，$\hat{u}_0$は定数であることに注意しつつ，

（修正後）ここで，$\hat{x}_0$，$\bar{u}_0$は定数であることに注意しつつ，

p.144　左段，下から 16 行目

（修正前）上式の指数部分を$(x_1 - \bar{x}_1)$について整理して平方完成すると，

（修正後）上式の指数部分を$(x_1 - \tilde{x}_1)$について整理して平方完成すると，

p.144　左段，下から 3 行目

（修正前）y_1が従う確率密度関数$p_{Y_1|Y_0}(y_1, y_0)$

（修正後）y_1が従う確率密度関数$p_{Y_1|Y_0}(y_1|y_0)$

p.144　右段，上から 11 行目

（修正前）さきほど定義した“$\bar{x}_1$”であることが分かります．

（修正後）さきほど定義した“$\hat{x}_1$”であることが分かります．

p.145　左段，上から 8 行目

（修正前）確率密度関数$p(x_2|y_1, y_0)$の分散“σ_2^2”

（修正後）確率密度関数$p(x_2|y_1, y_0)$の分散“σ'^2_2”

p.147　左段，上から 9，10 行目（$\boldsymbol{x}_0, \boldsymbol{w}_0, \boldsymbol{y}_0$をすべて太字に修正）

（修正前）上式の$p_{X_0,W_0}(x_0, w_0)$をx_0とy_0が従う同時確率密度関数$p_{X_0,Y_0}(x_0, y_0)$の式に書き換えます．

（修正後）上式の$p_{X_0,W_0}(\boldsymbol{x}_0, \boldsymbol{w}_0)$を$\boldsymbol{x}_0$と$\boldsymbol{y}_0$が従う同時確率密度関数$p_{X_0,Y_0}(\boldsymbol{x}_0, \boldsymbol{y}_0)$の式に書き換えます．

p.147　左段，上から 22 行目

（修正前）式（11）

$$p_{X_0,Y_0}(\boldsymbol{x}_0,\boldsymbol{y}_0)=\frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n|P_0|}}\,e^{-\frac{1}{2}(x_0-\hat{x}_0)^T P_0^{-1}(x_0-\hat{x})}\cdot\frac{1}{\sqrt{(2\pi)^m|Y_0|}}\,e^{-\frac{1}{2}\{y_0-C_0\bar{x}_0-\bar{w}_0\}^T Y_0^{-1}\{y_0-C_0\bar{x}_0-\bar{w}_0\}}$$

（修正後）式（11）

$$p_{X_0,Y_0}(\boldsymbol{x}_0,\boldsymbol{y}_0)=\frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n|P_0|}}\,e^{-\frac{1}{2}(x_0-\hat{x}_0)^T P_0^{-1}(x_0-\hat{x}_0)}\cdot\frac{1}{\sqrt{(2\pi)^m|Y_0|}}\,e^{-\frac{1}{2}\{y_0-C_0\bar{x}_0-\bar{w}_0\}^T Y_0^{-1}\{y_0-C_0\bar{x}_0-\bar{w}_0\}}$$

p.147　左段，下から 21 行目

（修正前）式（12）

$$\hat{\boldsymbol{x}}_0=\bar{\boldsymbol{x}}_0+P_0C_0^TW_0^{-1}(\boldsymbol{y}_0-C_0\bar{\boldsymbol{x}}_0-\boldsymbol{w}_0)$$

（修正後）式（12）

$$\hat{\boldsymbol{x}}_0=\bar{\boldsymbol{x}}_0+P_0C_0^TW_0^{-1}(\boldsymbol{y}_0-C_0\bar{\boldsymbol{x}}_0-\bar{\boldsymbol{w}}_0)$$

p.148　右段，下から 22 行目（「以下，～に適用します.」も追記）

（修正前）式（43）

$$(\boldsymbol{u}_0-\bar{\boldsymbol{u}}_0)^T U_0'^{-1}(\boldsymbol{u}_0-\bar{\boldsymbol{u}}_0)+(\boldsymbol{x}_1-\tilde{\boldsymbol{x}}_1)^T P_1'^{-1}(\boldsymbol{x}_1-\tilde{\boldsymbol{x}}_1)$$

（修正後）式（43）

$$\{\boldsymbol{u}_0-\bar{\boldsymbol{u}}_0-U_0'B_0^T(A_0P_0A_0^T)^{-1}(\boldsymbol{x}_1-B_0\bar{\boldsymbol{u}}_0-A_0\hat{\boldsymbol{x}}_0)\}^T U_0'^{-1}\{\boldsymbol{u}_0-\bar{\boldsymbol{u}}_0-U_0'B_0^T(A_0P_0A_0^T)^{-1}(\boldsymbol{x}_1-B_0\bar{\boldsymbol{u}}_0-A_0\hat{\boldsymbol{x}}_0)\}$$
$$+(\boldsymbol{x}_1-\tilde{\boldsymbol{x}}_1)^T P_1'^{-1}(\boldsymbol{x}_1-\tilde{\boldsymbol{x}}_1)$$

以下，“$\bar{\boldsymbol{u}}'_0=\bar{\boldsymbol{u}}_0+U_0'B_0^T(A_0P_0A_0^T)^{-1}(\boldsymbol{x}_1-B_0\bar{\boldsymbol{u}}_0-A_0\hat{\boldsymbol{x}}_0)$”とおいて，以下の修正に適用します.

p.148　右段，下から 16 行目

（修正前）式（44）

$$p_{X_1,U_0|Y_0}(\boldsymbol{x}_1,\boldsymbol{u}_0|\boldsymbol{y}_0)=\frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n|P_0|}}\,e^{-\frac{1}{2}(x_1-\tilde{x}_1)^T P_1'^{-1}(x_1-\tilde{x}_1)}\cdot\frac{1}{\sqrt{(2\pi)^r|U_0|}}\,e^{-\frac{1}{2}(u_0-\bar{u}_0)^T U_0'^{-1}(u_0-\bar{u}_0)}\cdot\frac{1}{|A_0|}$$

（修正後）式（44）

$$p_{X_1,U_0|Y_0}(\boldsymbol{x}_1,\boldsymbol{u}_0|\boldsymbol{y}_0)=\frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n|P_0|}}\,e^{-\frac{1}{2}(x_1-\tilde{x}_1)^T P_1'^{-1}(x_1-\tilde{x}_1)}\cdot\frac{1}{\sqrt{(2\pi)^r|U_0|}}\,e^{-\frac{1}{2}\left(u_0-\bar{u}'_0\right)^T U_0'^{-1}\left(u_0-\bar{u}_0'\right)}\cdot\frac{1}{|A_0|}$$

p.148　右段，下から 9 行目

（修正前）式（45）

$$\left|{U'}_0^{-1}\right| = \left|B_0^T\left(A_0P_0A_0^T\right)^{-1}B_0 + U_0^{-1}\right| = \left|{U'}_0^{-1}\right| \cdot \left|U_0B_0^T\left(A_0P_0A_0^T\right)^{-1}B_0 + I_r\right| = \cdots$$

（修正後）式（45）

$$\left|{U'}_0^{-1}\right| = \left|B_0^T\left(A_0P_0A_0^T\right)^{-1}B_0 + U_0^{-1}\right| = \left|U_0^{-1}\right| \cdot \left|U_0B_0^T\left(A_0P_0A_0^T\right)^{-1}B_0 + I_r\right| = \cdots$$

p. 149　左段，上から 4 行目

（修正前）式（46）

$$p_{\boldsymbol{X}_1,\boldsymbol{U}_0|\boldsymbol{Y}_0}(\boldsymbol{x}_1,\boldsymbol{u}_0|\boldsymbol{y}_0) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n|{P'}_1|}}\, e^{-\frac{1}{2}(x_1-\tilde{x}_1)^T {P'}_1^{-1}(x_1-\tilde{x}_1)} \cdot \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^r|{U'}_0|}}\, e^{-\frac{1}{2}(\boldsymbol{u}_0-\bar{\boldsymbol{u}}_0)^T {U'}_0^{-1}(\boldsymbol{u}_0-\bar{\boldsymbol{u}}_0)}$$

（修正後）式（46）

$$p_{\boldsymbol{X}_1,\boldsymbol{U}_0|\boldsymbol{Y}_0}(\boldsymbol{x}_1,\boldsymbol{u}_0|\boldsymbol{y}_0) = \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n|{P'}_1|}}\, e^{-\frac{1}{2}(x_1-\tilde{x}_1)^T {P'}_1^{-1}(x_1-\tilde{x}_1)} \cdot \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^r|{U'}_0|}}\, e^{-\frac{1}{2}\left(\boldsymbol{u}_0-\bar{\boldsymbol{u}}_0'\right)^T {U'}_0^{-1}\left(\boldsymbol{u}_0-\bar{\boldsymbol{u}}_0'\right)}$$

p. 149　左段，上から 15 行目

（修正前）式（47）

$$\begin{aligned}
p_{\boldsymbol{X}_1|\boldsymbol{Y}_0}(\boldsymbol{x}_1|\boldsymbol{y}_0) &= \int_{All} p_{\boldsymbol{X}_1,\boldsymbol{U}_0|\boldsymbol{Y}_0}(\boldsymbol{x}_1,\boldsymbol{u}_0|\boldsymbol{y}_0)\, d\boldsymbol{u}_0 \\
&= \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n|{P'}_1|}}\, e^{-\frac{1}{2}(x_1-\tilde{x}_1)^T {P'}_1^{-1}(x_1-\tilde{x}_1)} \cdot \int_{All} \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^r\left|{U'}_0\right|}}\, e^{-\frac{1}{2}(\boldsymbol{u}_0-\bar{\boldsymbol{u}}_0)^T {U'}_0^{-1}(\boldsymbol{u}_0-\bar{\boldsymbol{u}}_0)}\, d\boldsymbol{u}_0 \\
&= \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n|{P'}_1|}}\, e^{-\frac{1}{2}(x_1-\tilde{x}_1)^T {P'}_1^{-1}(x_1-\tilde{x}_1)}
\end{aligned}$$

（修正後）式（47）

$$\begin{aligned}
p_{\boldsymbol{X}_1|\boldsymbol{Y}_0}(\boldsymbol{x}_1|\boldsymbol{y}_0) &= \int_{All} p_{\boldsymbol{X}_1,\boldsymbol{U}_0|\boldsymbol{Y}_0}(\boldsymbol{x}_1,\boldsymbol{u}_0|\boldsymbol{y}_0)\, d\boldsymbol{u}_0 \\
&= \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n|{P'}_1|}}\, e^{-\frac{1}{2}(x_1-\tilde{x}_1)^T {P'}_1^{-1}(x_1-\tilde{x}_1)} \cdot \int_{All} \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^r\left|{U'}_0\right|}}\, e^{-\frac{1}{2}\left(\boldsymbol{u}_0-\bar{\boldsymbol{u}}_0'\right)^T {U'}_0^{-1}\left(\boldsymbol{u}_0-\bar{\boldsymbol{u}}_0'\right)}\, d\boldsymbol{u}_0 \\
&= \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^n|{P'}_1|}}\, e^{-\frac{1}{2}(x_1-\tilde{x}_1)^T {P'}_1^{-1}(x_1-\tilde{x}_1)}
\end{aligned}$$

付属のプログラム

【SolveRiccatiEquation.py】

（2019/07/26）

・Rev 1.0 → Rev 2.0

・66 行目の末尾に “+¥” を追加．変数“I_battery”の計算結果が変化する．

【Inclinometer.cpp】

（2019/07/26）

・無印 → Rev 1.0

・354 行目を以下のように修正.

（修正前）return x_data*0.00762939f; //degree per second

（修正後）return float(x_data) * 0.0305176f; //degree per second

※上記の修正は不要でしたので，下記の“**Rev 2.0**”にて復元しました.

（2019/07/30）

・Rev 1.0 → Rev 2.0

・“get_gyro_ data()”関数の末尾を以下の通り修正.

（修正後）return float(x_data) * 0.0305176f; //degree per second

（修正前）return x_data*0.00762939f; //degree per second