

# カルマンフィルタのプログラム 補足資料

東京理科大学大学院  
先進工学研究科 電子システム工学専攻  
相川研究室  
中崎 彰太

## ① convert\_json\_to\_excel.m

→openposeで取得した座標データ(.json)から必要なデータをexcelにまとめる

## ② Second\_Order\_Difference\_Kalman\_Filter.m

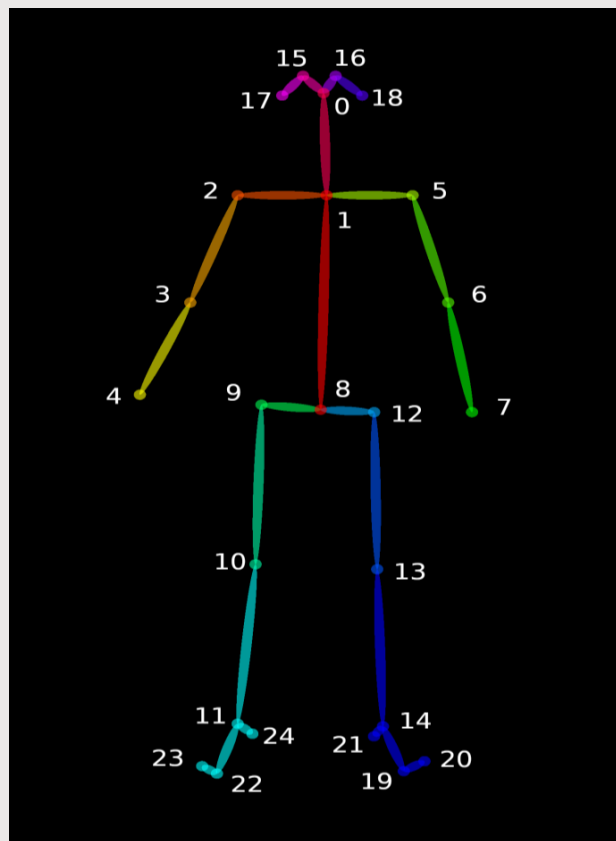
→提案法

## ③ 開始・終了時間.xlsx

→検証したい時間帯のデータを切り取るために、開始時間と終了時間を記入する  
切り取るプログラムは②に含まれる

○コメントアウトに「★」がある行は実行前に正しいパスや設定を入力

○実行して得られたexcelファイルのパスを②に入力



## キーポイント

	9_x	9_y	10_x	10_y	11_x	11_y	22_x	22_y	24_x	24_y
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	1007.43	469.921	991.243	662.326	963.124	846.705	1043.47	870.829	943.012	858.86
2	1007.44	469.832	975.354	662.441	943.128	846.659	1023.41	878.737	919.164	854.986
3	1007.21	469.804	975.1	658.452	931.134	842.876	1011.45	874.86	911.111	854.929
4	1003.26	469.872	963.101	658.393	915.031	846.693	995.292	870.943	895.053	854.913
5	1003.2	469.886	947.148	662.275	903.069	842.856	979.297	870.823	879.08	854.891
6	1003.14	469.904	943.125	658.554	883.127	842.798	963.193	870.822	870.832	851.056
7	999.235	473.827	939.081	662.419	874.932	838.84	951.088	870.912	850.827	850.947
8	1003.23	473.817	935.143	666.331	854.954	834.779	935.153	870.947	838.807	850.723
9	1007.14	473.799	939.019	666.379	846.9	822.92	915.03	866.949	818.918	846.661
10	1007.2	473.8	943.128	666.338	838.72	818.903	906.938	870.855	814.559	838.749
11	1007.38	469.927	955.158	662.339	826.8	814.909	887.109	874.881	806.761	818.977
12	1007.46	477.799	975.238	662.427	826.747	806.745	882.796	874.974	806.673	806.806
13	1011.24	473.758	995.234	662.477	846.654	786.708	862.903	870.941	814.914	786.615
14	1011.21	469.856	1011.28	666.302	854.837	778.652	866.97	850.755	838.857	770.634

①で得られたexcelファイル(Sheet1)  
右脚はSheet1、左脚はSheet2に記載

## ②Second\_Order\_Difference\_Kalman\_Filter.mの補足 #03

○コメントアウトに「★」がある行は実行前に正しいパスや設定を入力

○補正がうまくいかない場合は、補正前のデータの加速度を表示して(206行～)、  
検出エラーと判断する加速度の閾値を変更(550行～・本スライドの8ページ目を参考)

```
206 %補正前の位置と加速度を表示
207 %ankle_x
208 display_ankle_x = true ; %true:表示 false:非表示
209 if display_ankle_x ...
```

```
550 %% 加速度で検出エラーを判定後、カルマンフィルタで補正
551 [kankle Lx,kankle Rx] = kalman2(cankle Lx,cankle Rx,100,0.0005); % (左座標, 右座標, 加速度の閾値, カルマンの初期値) データによって閾値を変更
```

○カルマンフィルタのプログラム参考ページ

[https://koshiba.sakura.ne.jp/1pmatlab/kitagawa/nom2\\_localtrend/index.html](https://koshiba.sakura.ne.jp/1pmatlab/kitagawa/nom2_localtrend/index.html)

○提案法については、本スライドと研究会の原稿に記載

原稿:スマートデバイスを用いたコンピュータビジョンによるマーカーレス歩行解析の検討.pdf

### ③開始・終了時間.xlsxの補足

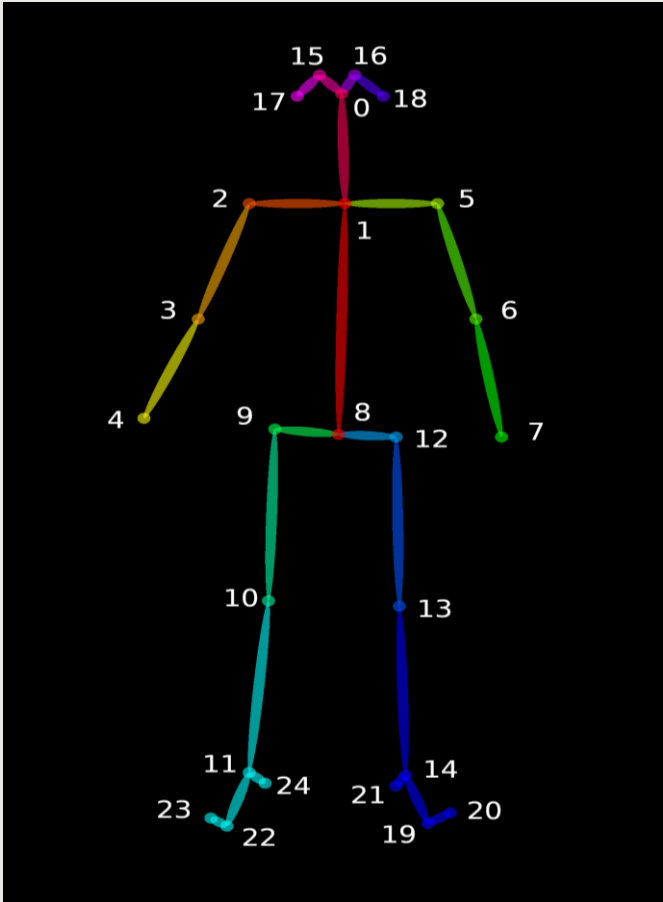
#04

- ・①で得られたファイルのファイル名と開始・終了時間を記入
- ・開始・終了時間.xlsxのパスを②に記入

	A	B	C	
1	ファイル名	開始時間	終了時間	
2	sub4_con_erot_c1	8.05	10.2	
3	sub4_con_erot_c2	5.75	7.9	
4	sub4_com_nfpa_1	1	6.5	
5				
6				
7				
8				

開始・終了時間.xlsx

OpenPoseのキーポイント



関節	キーポイント	座標
股	9・12	$(HI_t^{DoTC}, HI_t^{DoHC})$
膝	10・13	$(K_t^{DoTC}, K_t^{DoHC})$
足首	11・14	$(A_t^{DoTC}, A_t^{DoHC})$
爪先	22・19	$(T_t^{DoTC}, T_t^{DoHC})$
踵	24・21	$(HE_t^{DoTC}, HE_t^{DoHC})$

*DoTC: Direction of Travel Coordinate*  
*DoHC: Direction of Height Coordinate*

## 二階差分カルマンフィルタの構築

## 状態方程式

$$\mathbf{X}_t = \mathbf{F}\mathbf{X}_{t-1} + \mathbf{b}u = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & -2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_{t-1} \\ v_{t-1} \\ v_{t-2} \\ x_{t-1} \\ x_{t-2} \\ x_{t-3} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} u$$

## 観測方程式

$$\mathbf{Y}_t = \mathbf{H}\mathbf{X}_t + \mathbf{b}w = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_t \\ v_t \\ v_{t-1} \\ x_t \\ x_{t-1} \\ x_{t-2} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} w$$

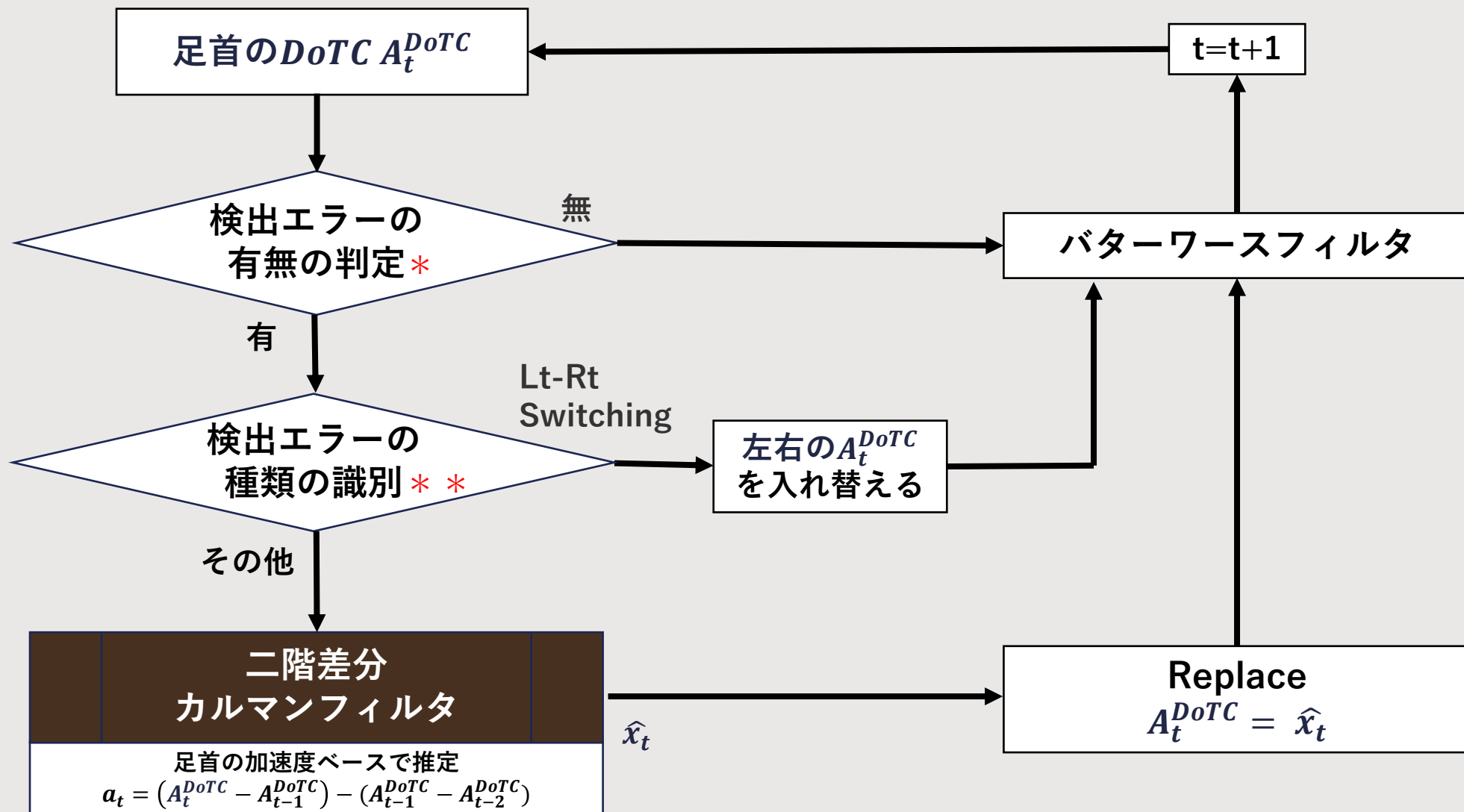
状態ベクトル: $\mathbf{X}_t$  観測ベクトル: $\mathbf{Y}_t$  システム行列: $\mathbf{F}$  観測行列: $\mathbf{H}$

状態ノイズ: $u$  (平均0,分散 $\sigma_u^2$ ) 観測ノイズ: $w$  (平均0,分散 $\sigma_w^2$ )

時刻: $t$  加速度: $a_t$  速度: $v_t$  位置: $x_t$

$\sigma_u^2, \sigma_w^2$ の値はニュートン・ラフソン法を用いた反復計算により,拡散対数尤度を最大化するように決定している.

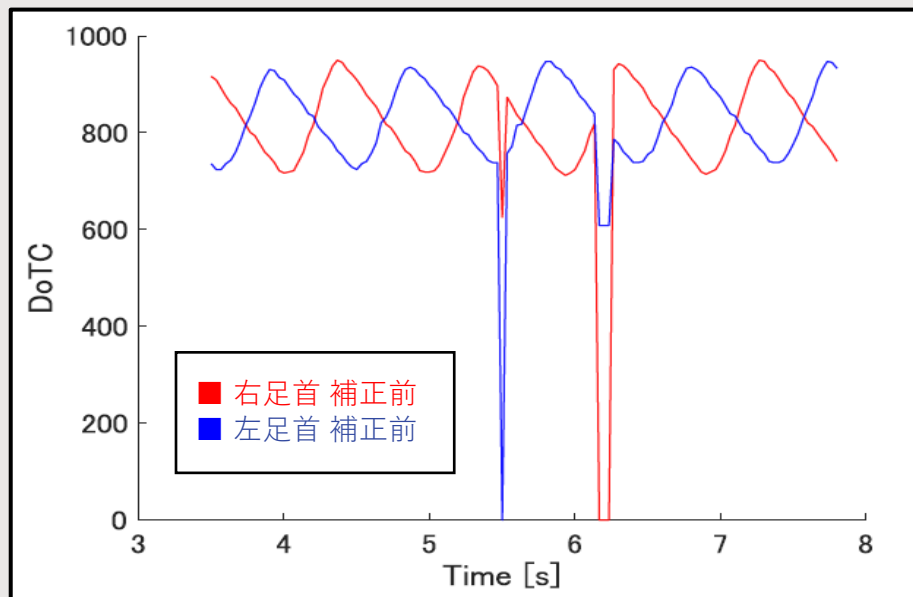
システム概要:足首のDoTCの例（他の座標も同様）



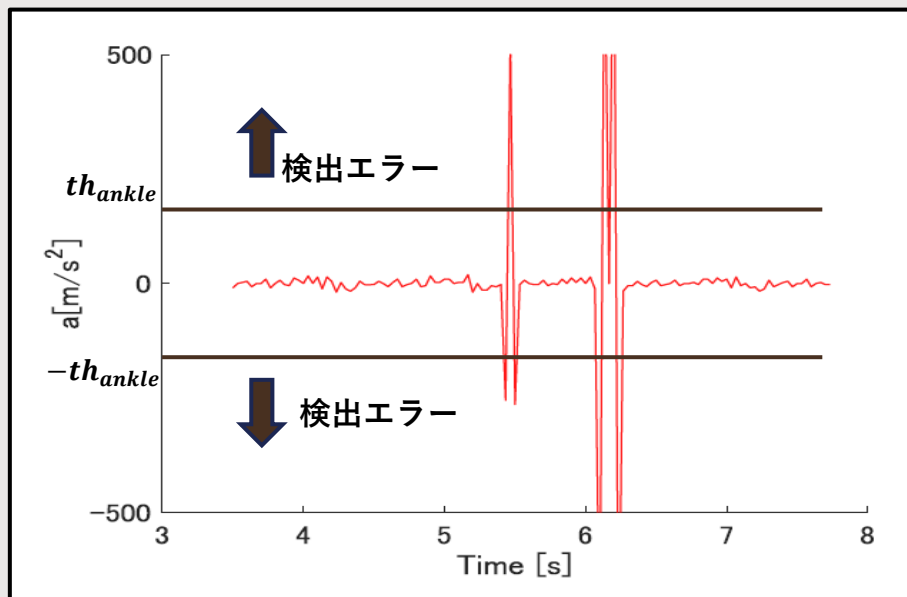
DoTC: Direction of Travel Coordinate    DoHC: Direction of Height Coordinate



足首のDoTC



右足首の加速度 $a_t$



If  $|a_t| > th_{ankle}$

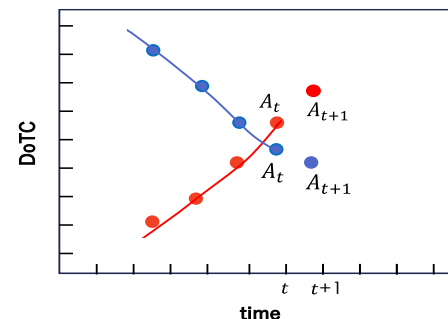
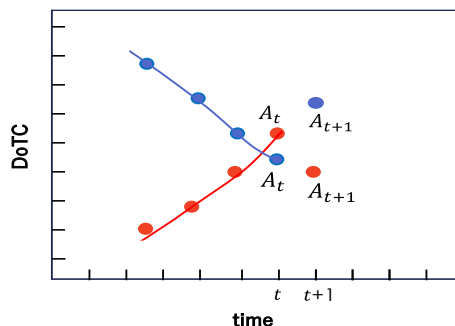


検出エラー有り

この操作を左右の足首に対して同時に行う

両足首にエラーがある場合

「Lt-Rt Switching」と仮定し、**左右の座標を入れ替える**



● 右足首  
● 左足首

入れ替え後の座標から加速度を算出

加速度 $a_t$ と閾値 $th_{ankle}$ と比較し、検出エラーの有無を再度判定

Lt & Rt No error

「Lt-Rt Switching」

入れ替えたままにする

Lt & Rt error  
Lt or Rt error

「Misdetetection」 or 「Undetected」

カルマンフィルタによる予測値を真値にする