

移動単位空間

異常予兆検知の最適化技術

2020年2月

アングルトライ株式会社

MT法による異常予測問題では、異常をいち早く感度よく検出するために「移動単位空間」の技術が利用されます。移動単位空間はMT法ならではの技術であり、深層学習など他のAI技術では適用は困難です。

以下に、移動単位空間の意味と使いこなすための考え方について記載いたします。

1. 時系列データとMT法

設備や機器監視、地震予測などでは温度・圧力・変位などが計測されます。それらは時系列データであり、図に示すような複数の折れ線グラフで表されます。

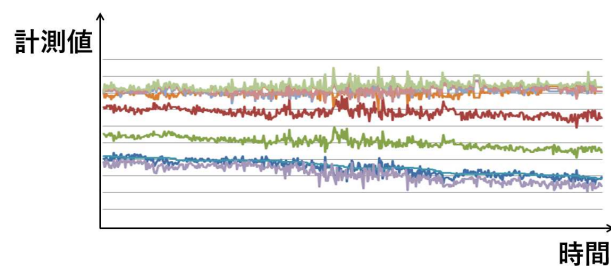


図 1.1 監視用時系列データの例

そして、このグラフから近い将来の異常予兆を発見することがMT法の役割です。MT法における「単位空間」は正常状態ですから、「問題が発生しなかった期間」となります。しかし正常状態は、季節変動などゆるやかな変動要因の影響を受けます。

この場合、**直近の正常期間**を移動（更新）しながら単位空間とするほうが、異常有無をよりの確に捉えることができます。もちろん単位空間の位置を固定しても構いませんが、多くの監視問題では移動したほうが、異常の見逃しが少なくなります。

2. 移動単位空間の具体的方法

ここでは、1 時間ごとに計測データが得られる場合を例にご説明します。

まず、過去の正常な期間を単位空間とします。ここでは 100 時間とします。これを図に示します。図では、単位空間は現在より過去の側に 240 時間離れています。この間隔は 1 時間でも 5 時間でもいいのですが、一般的には少し空けるほうが適切です。また、240 時間（10 日間）前のことであれば、その時点が正常だったか確認するには十分でもあります。そして、この単位空間に対して現在のマハラノビス距離（MD）を求めます。

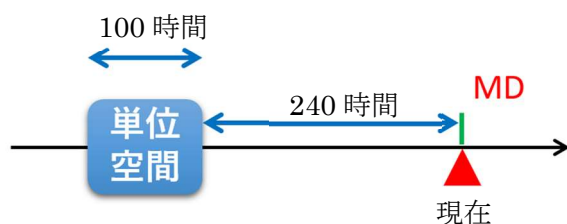


図 最初の MD 計算の状態

次に、現在の時間がさらに 1 時間進んだとします。そのとき、100 時間の単位空間と MD を計算する現在との関係を 1 時間分前進させます。前進させた期間の状態は正常であることを確認しておきます。

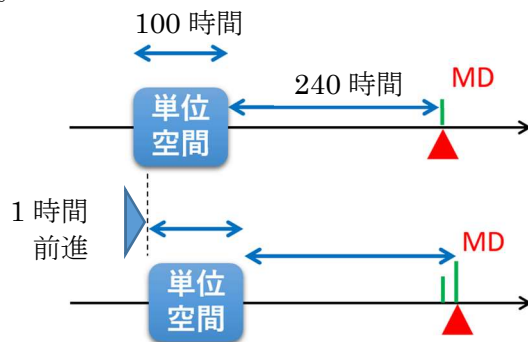


図 二つ目の MD 計算の状態

時間はさらに進行しますが、同様な操作を続けると下図のようになります。

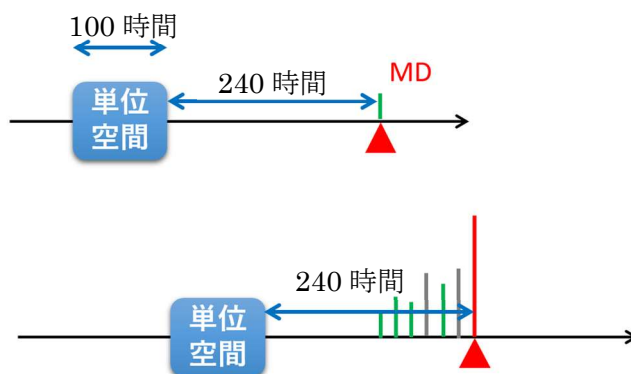


図 さらに MD 計算が進行した状態

このように、MD を求める時点と単位空間との間隔を一定に保ちます。

3. 移動単位空間での設定事項

移動単位空間では、次のことを決めなければなりません。

- ① 単位空間の期間（時間の幅）。前の図では 100 時間とするかどうか
- ② 単位空間期間と MD を求める日の間隔。前の図では 240 時間とするかどうか

1 時間ごとにデータを採る課題であれば、前述のように単位空間は 240 時間離れた 100 時間と設定してもよいかもしれませんが、300 時間離れた 200 時間とした場合がより良いかもしれません。これは「やってみるしかない」と言えますが、MTRT-AddIns は、容易に確認する機能を持っています。

4. 異常時の原因診断

もし MD が大きな値となった場合には、原因診断により「どの項目が異常原因か」「どの項目とどの項目の関係が崩れている」が分かります。機器監視などの場合には、異常の未然防止に役立てることが出来ます。これは MT 法の大きな特性の一つで、MTRT-AddIns はその機能を持っています。

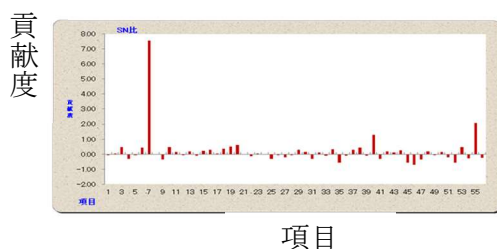


図 異常原因診断結果の例

5. MTRT-AddIns の概要紹介

移動単位空間の機能を MTRT-AddIns に追加しました。その概要をご紹介します。

(1) 準備するデータの形式

移動単位空間で利用するデータ形式は、以下の表に示す通りです。行方向に時間、列方向に項目（計測値・特徴量）が並んでいます。この表中の値は、熊本地方にある基準点 A~F の 6 か所の観測データから求めた特徴量で、1 日に 1 データセットです。1 か所のデータから 3 種類の特徴を求めましたので、項目数は 18 です。時間方向には 1,096 日分のサンプルが並んでいます。

Excel 画面の A 列と B 列は、データ No. と日付といったラベルです。また、行方向の 2 行は項目番号と項目名になっています。ですから、計算対象となるデータは 3 行目、3 列目 (C 列) から始まっています。

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
データNo.	日付	A-1	A-2	A-3	B-1	B-2	B-3	C-1	C-2	C-3	D-1	D-2	D-3	E-1	E-2	E-3	F-1	F-2	F-3
1	2013/8/1	202.966	1003.85	-69	252.802	1093.59	-84	312.055	520.446	-74	186.384	2179.63	-36	182.532	458.941	-54	243.629	1194.3	-63
2	2013/8/2	199.178	941.82	-69	254.639	1168.03	-84	314.231	543.069	-74	177.556	1999.73	-36	179.05	396.876	-54	240.439	1039.63	-63
3	2013/8/3	198.9	888.079	-69	250.855	1201.36	-84	310.678	509.112	-73	174.419	1766.17	-36	174.726	294.524	-53	240.294	946.558	-63
4	2013/8/4	199.334	781.695	-69	249.74	1097.57	-84	311.567	459.008	-73	175.79	1567.91	-36	181.926	349.379	-53	239.437	748.384	-63
...
1094	2016/7/29	260.14	301.023	-119	330.282	761.09	-127	386.835	313.8	-118	298.68	862.937	-42	165.109	233.05	-44	370.224	944.978	-117
1095	2016/7/30	255.086	224.223	-119	326.639	669.927	-127	384.181	235.773	-117	298.163	849.911	-41	169.667	171.498	-44	367.287	895.607	-118
1096	2016/7/31	254.606	80.0575	-119	325.446	547.815	-127	384.787	147.659	-117	296.867	781.635	-41	163.074	-30.979	-44	367.392	820.64	-118

図 移動単位空間に用いるデータの例

(2)マハラノビス距離の計算

メニューバーの「アドイン」をクリックし、現れたプルダウンメニューの

MT (M) → 移動単位空間 (M) → マハラノビス距離 (D)

を選択します。



図 MTRT-AddIns のメニュー

下図のダイアログが表示されます。図の右側に簡単な説明を記載しています。

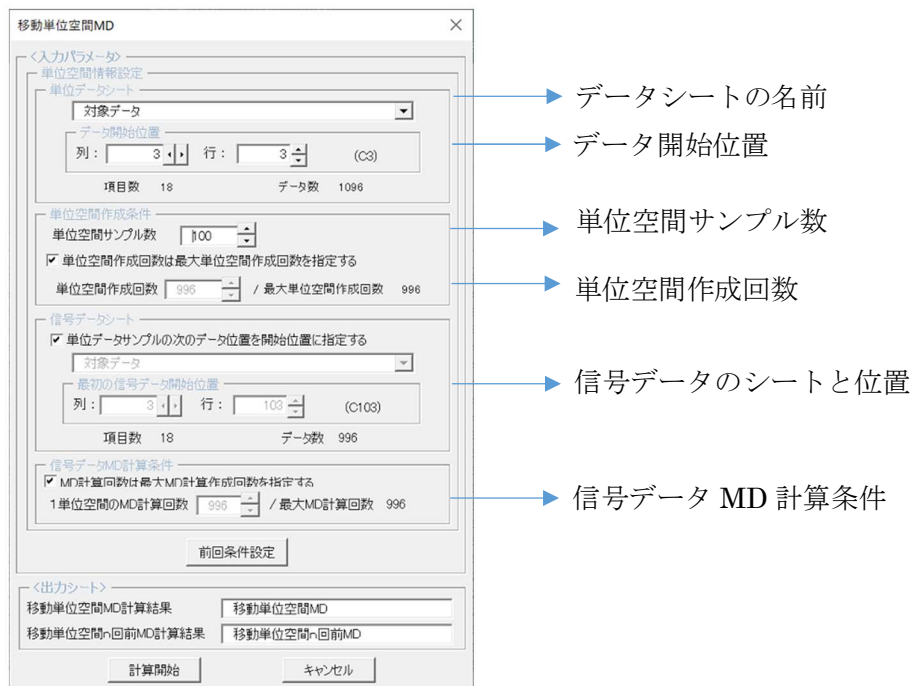


図 移動単位空間のダイアログ

(3) 結果表示

計算が終了すると、「移動単位空間 n 回前 MD」と「移動単位空間 MD」のシートが作成されます。まず、「移動単位空間 n 回前 MD」についてご説明します。

表示されているグラフは右の図の B=1 の場合です。つまり、MD は 1 サンプル分前までを単位空間としています。グラフ上部の表題に“1 データ前”と表示されています。



図 結果表示の例と概念図

次に、グラフ右に表示されている上下移動用のカーソルを 300 サンプル分下に移動します。グラフ上部の表示を確認しながら移動してください。この操作は、B を 300 に広げることを意味します。

グラフは以下ようになります。横軸は時系列のサンプル番号（ここでは日付）、縦軸がマハラノビス距離（MD）です。縦軸の初期値は最大 1,000 ですので、必要に応じて変更してください。また、MD と単位空間との関係は図の右側のとおりです。

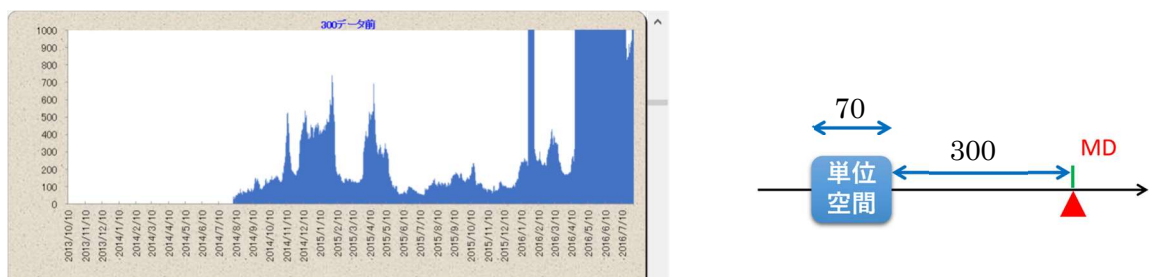


図 時間間隔を空けたときの結果表示の例と概念図

グラフの下に MD の表が表示されています。

No.	サンプル名称	単位空間	1データ前	2データ前	3データ前	4データ前	5データ前	6データ前	7データ前
1	2013/10/10		10.41353						
2	2013/10/11		3.532932	5.183065					
3	2013/10/12		2.204045	3.177516	3.811818				
4	2013/10/13		2.316419	3.467907	4.618545	5.447288			
5	2013/10/14		2.639119	3.446942	4.484515	5.439388	6.644522		
6	2013/10/15		4.42502	5.408515	6.696386	8.19734	10.63067	12.57759	
7	2013/10/16		2.690489	3.906336	5.6885	6.814893	8.058077	9.39946	13.05628
8	2013/10/17		1.845282	2.941347	3.85376	5.675704	6.68169	7.768931	9.142531
9	2013/10/18		1.537429	1.950544	2.883833	3.995084	5.457065	6.251777	7.033552
10	2013/10/19		1.453971	1.622156	1.882929	2.50719	3.258926	4.35537	5.429945
11	2013/10/20		0.932022	1.07989	1.115273	1.240276	1.590949	2.141797	2.897033

図 MD 計算結果の表

(4) 原因診断

「移動単位空間 n 回前 MD」シートでは、“300 データ前” は以下のグラフになりました。そして、異常（地震）発生前の矢印の箇所（2016 年 1 月～2 月）で大きな MD となっています。その原因診断を行います。

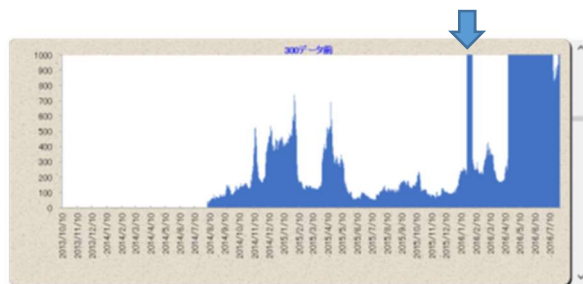


図 異常原因診断のための時間指定概念図

次に、下図のようにプルダウンメニューの

MTRT→MT (M) →移動単位空間(M)→貢献度法(F)

を選択します。



図 原因診断のためのメニュー

以下のようにダイアログが表示されますので、“計算開始” ボタンを押します。

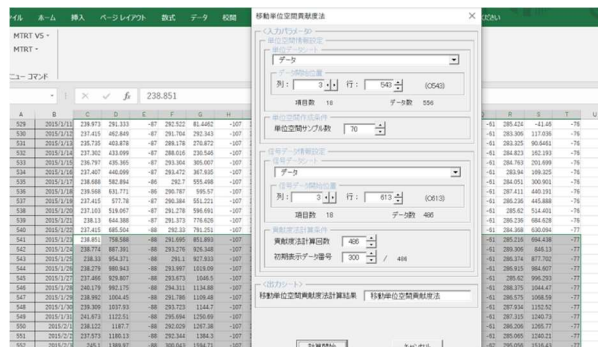
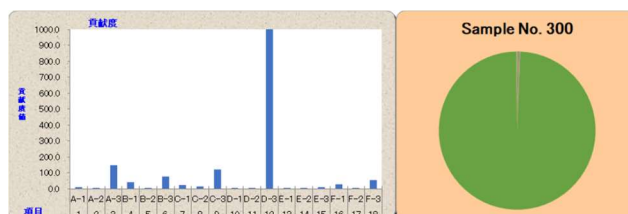


図 原因診断のためのダイアログ

以下のグラフが表示されます。棒グラフの横軸は項目、縦軸は MD を大きくする貢献度を示します。円グラフは項目ごとの貢献度割合を示します。この例では、項目 12 つまり D-3 の項目の貢献度が大きいことがわかります。設備・機器監視の場合には、どのセンサーから得た情報が異常を示すかがわかり、対処するための重要な情報になります。



なお、診断に“MT 個別診断(C)”を使用した場合も、同じ傾向の結果が得られます。



以上