

Telematics データにおけるエラー発生の因果関係の可視化手法

鬼塚雄佑[†] 竹下純哉[†] 櫻井陽一[‡] 久代 紀之[†]

[†]九州工業大学 [‡]ボルボテクノロジー・ジャパン株式会社

1. はじめに

現在、多くの車両で、Telematics[1]技術を用い、故障情報 (Fault Code) がリアルタイムに収集されている。Fault Code には、さまざまな種類・レベルのものが混在しており、一過性の異常状態から、発生すると直ちに車両の停止につながる重大なものが含まれている。

本研究では、これら Fault Code 間に因果関係があると仮定し、Fault Code の因果関係から重大故障の予知を行うことをゴールとする。

2. Fault Code を用いた解析の課題

統計的な因果関係の同定には注目する Fault Code とのみ共起する Fault Code を発見する手法などが提案され、一定の効果を上げている。しかし Fault Code は異常警告であり、1回の発生が必ずしも問題になるものではない。例えば、人間においても1回の発熱や腹痛が問題になるわけではないのと同様に、その症状の発生頻度や継続時間が車両故障の診断でも重要である。

一方で、膨大な数の Fault Code に対し、どの程度の発生頻度や継続時間が問題になるかについての技術的な知識は、現状確立されていないのが現状である。

本研究では、これら課題を踏まえ、Fault Code の発生頻度をパラメータとして変更しながら、Fault Code 間の共起関係を可視化することができるツールを開発した。

3. 分析データの概要

分析対象データの概要を表1に示す。

表 1: 分析データ内容

項目	内容
期間	2015年1月1日-2015年8月31日
内容	・発生期間 ・発生車両 ・発生箇所 ・エラー内容 ・発生件数

4. ツールの概要

任意車両の Fault Code 発生を可視化するツールを作成した。python2.7を用い実装した。

4.1. ウィンドウサイズの可変機能

Fault Code の発生を任意時間幅での発生頻度としてとらえるため分析のウィンドウサイズを可変にする機能を実装した。この機能は 4.2, 4.3 に適用される。

4.2. Fault Code 発生頻度出力機能

発生した Fault Code, 発生頻度, 発生時間を視認するため任意車両の Fault Code 発生を 3D プロット図(棒グラフ)で出力する機能を実装した。

4.3. 状態遷移図出力機能

分析ウィンドウ内での Fault Code の発生, Fault Code の共起関係を視認するため任意車両の Fault Code 発生をネットワーク構造で出力する機能を実装した。

5. ツールによる分析例

重大故障の1つである Fault Code C と共起関係がある Fault Code の発見のためにツールを用いて分析を行った。分析の手順を以下に示す。

1. Fault Code C の発生車両をサンプリング
2. Fault Code C と同ウィンドウ内に発生している Fault Code を調査するためにサンプリングした車両を大きいウィンドウサイズで分析
3. 2. で判明した Fault Code C の発生頻度が大きいウィンドウ内の細かい遷移をみるため小さいウィンドウサイズでさらに分析
4. 2, 3 を繰り返し、状態遷移図より Fault Code の同ウィンドウ内発生と遷移を分析。
5. 分析結果を車両の技術者に確認

膨大なデータなので分析の初期の段階でウィンドウサイズを小さくして分析を行うと人間には解釈が難しくなる。そのため最初は大きいウィンドウサイズで共起関係を観察し、徐々に小さくすることで Fault Code 間の共起関係を解釈できる。

Visualization technique of the causation of the error outbreak in Telematics data

[†] Yusuke Onizuka · Kyushu Institute of Technology

[†] Junya Takeshita · Kyushu Institute of Technology

[‡] Yoichi Sakurai · Volvo Technology Japan Corporation

[†] Noriyuki Kushiro · Kyushu Institute of Technology

6. 分析結果

6.1. 手順 1

図 1 は Fault Code C の車両ごとの発生回数を示したものである。

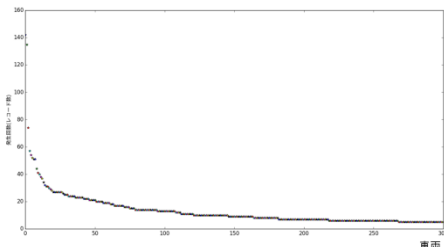


図 1 : Fault Code C の車両ごとの発生回数

Fault Code C の発生回数上位 10 台, 中位 10 位, 下位 10 台を分析対象とし抽出した。

6.2. 手順 2

ある車両についての分析結果を図 2 に示す。

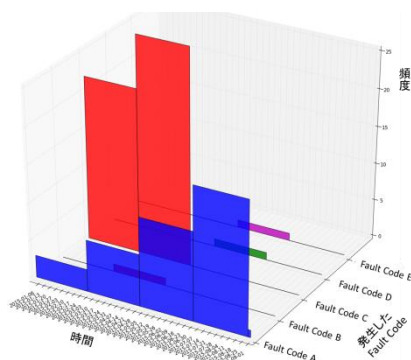


図 2 : ウィンドウサイズ(60 日)で分析した Fault Code の発生頻度

Fault Code C が 3-5 月に高頻度で発生していることが確認できる。さらに同期間内に Fault Code A, B が共起していることが視認できる。

6.3. 手順 3

同車両について, 分析をウィンドウサイズ 10 日で行った。結果を図 3 に示す。

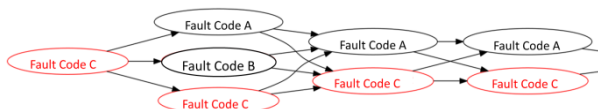


図 3 : ウィンドウサイズ(10 日)で分析した Fault Code の状態遷移図

図 3 より Fault Code A, B が Fault Code C にしていることが視認することができる。

6.4. 手順 4

ウィンドウサイズを 1 日とし分析を行った。分析結果の 1 例を表 2 に示す。

表 2 : 同ウィンドウ内発生(左)と遷移(右)の Fault Code の集計結果

Fault Code	回数	Fault Code	回数
Fault Code B	37	Fault Code B	47
Fault Code I	18	Fault Code I	27
Fault Code A	15	Fault Code A	24
Fault Code K	7	Fault Code J	11
Fault Code J	6	Fault Code K	8
Fault Code L	4	Fault Code L	6
Fault Code M	3	Fault Code M	3
Fault Code N	2	Fault Code N	3
Fault Code O	1	Fault Code R	2
Fault Code P	1	Fault Code O	1

表 2(左)はウィンドウサイズを 60 日とした分析において Fault Code C とウィンドウ時間内に発生した Fault Code を示す。表 2(右)はウィンドウサイズを 1 日とした分析において Fault Code C に遷移した Fault Code を示す。

表 2(左)より Fault Code C と Fault Code B, I, A が共起の頻度が高いことが確認できる。

表 2(右)より Fault Code B, I, A が Fault Code C に遷移する頻度が高いことが確認できる。

6.5. 手順 5

これら分析結果を開発部門の技術者を交えレビューした結果, 以下を確認した。

- Fault Code A の発生は技術的に Fault Code C の発生と因果関係がある
- Fault Code B, I の発生は技術的に Fault Code C の発生とは無関係である

以上より, 本可視化ツールの分析結果に技術的な知見を加味することで, Fault Code 間の因果関係を明らかにすることができることを確認した。

7. まとめ・今後の予定

本研究では, Fault Code の発生頻度をパラメータとして変更しながら, Fault Code 間の共起関係を可視化するツールを開発した。

今後も引き続き作成した可視化ツールを用いて, Fault Code 間の共起関係の調査を行う。

その後, Fault Code の因果関係を統計的に同定し故障予知のアルゴリズムを作成, 検証を行う。

参考文献

[1] 廣瀬明倫, “特集: 自動車の情報化(テレマティクス)から始まる IoT の世界”, EY 総研院サイト Vol.2 Autumn 2014, pp18-25