

信頼度計算ロジック

1. 概要

本書は道路安全に関する 8 カテゴリのユースケースの事象情報(L3 データ)に付与する信頼度の計算方法を定義する。計算式,パラメータ,入力データを記載する。

2. 適用範囲

2025 年度 高速道 FOT V2N 安全走行支援 実証実験

3. 信頼度計算式

以下の構成要素を合成した値Cを信頼度とする。0.00~1.00(0~100%)の範囲で表現する。

$$C = clip(\omega 1C_{count} + \omega 2C_{time} + \omega 3C_{space} + \omega 4C_{sensor} + \omega 5C_{infra}, 0, 1)$$

各構成要素に対し重みづけを行う。重み $\omega 1 \sim \omega 5$ の合計値は 1 とする。

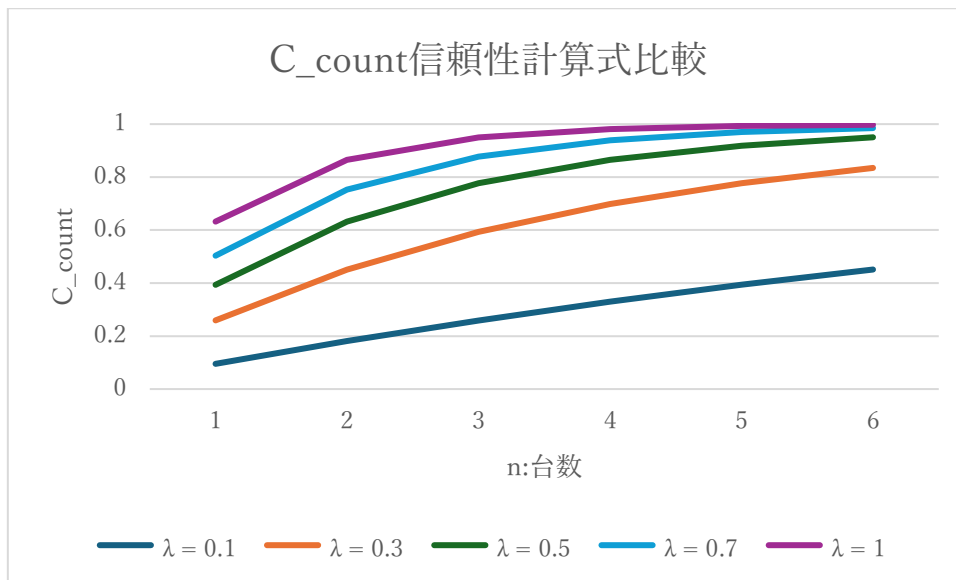
3.1 構成要素

報告車両数による信頼度 (C_{count})

$$C_{count} = 1 - e^{-\lambda n}$$

要素	変数名	種別
利得係数	λ	パラメータ
報告車両数	n	入力データ

報告車両数が増えると信頼度が急速に上がるようにする。

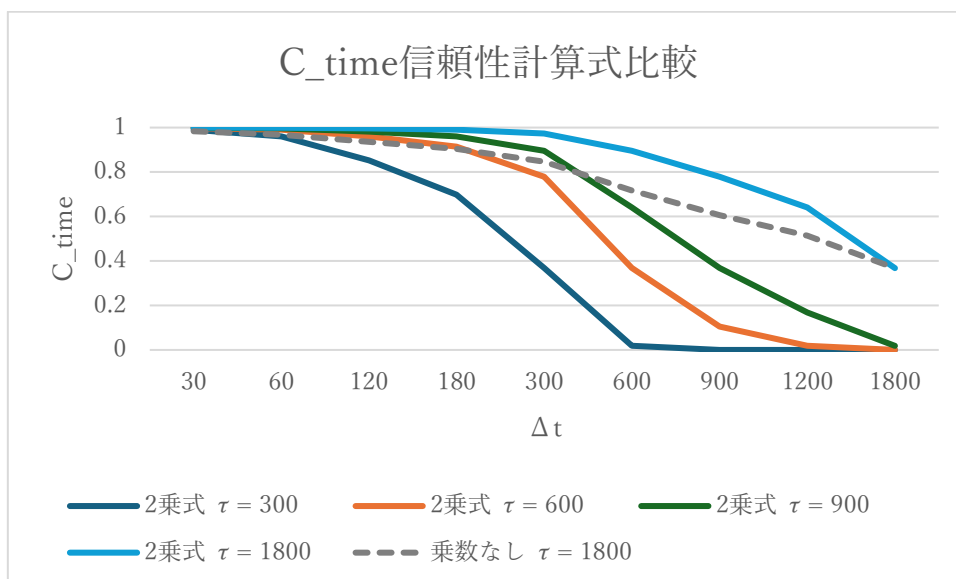


時間の一致度による信頼度 (C_{time})

$$C_{time} = 1 - e^{-(\Delta t/\tau)^2}$$

要素	変数名	種別
許容時間[秒]	τ	パラメータ
最大時間差[秒]	Δt	入力データ

最大時間差が大きくなると信頼度が下がるようにする。

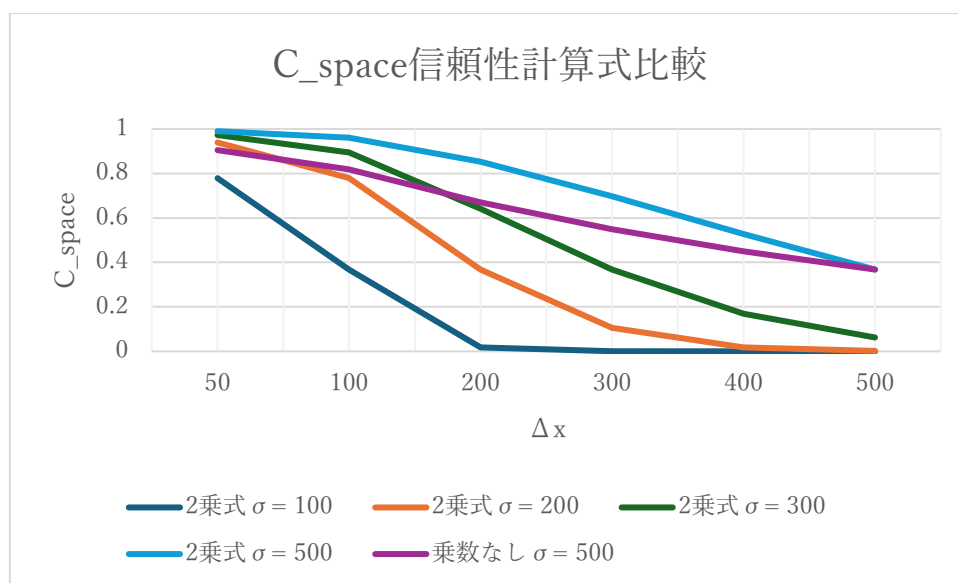


空間の一致度による信頼度 (C_{space})

$$C_{space} = e^{-(\Delta x/\sigma)^2}$$

要素	変数名	種別
許容距離[m]	σ	パラメータ
最大距離差[m]	Δx	入力データ

最大距離差が大きくなると信頼度が下がるようにする。



センサの信頼度 (C_{sensor})

$$C_{sensor} = \sum_{i=1}^n \eta_i \cdot s_i$$

要素	変数名	種別
センサの重み	η_i	パラメータ
センサの正規化値	s_i	入力データ

車両から送信されたセンサ情報を使用して信頼度を算出する。

センサの重みは信頼性,寄与度に応じて設定する。重みの合計値は1になるように設定する。

センサの正規化値は0から1の範囲で設定する。

インフラセンサの信頼度 (C_{infra})

$$C_{infra} = 1$$

実証実験では利用しないため仮の値として1を設定する。

4. ユースケース別仕様

ユースケース別に仕様や値が異なる点について記載する。

4.1 一時的な滑りやすい道路 (Temporary slippery road)

入力データ

車両情報

データ	種別	値範囲	補足
ABS/ESC/TCS 作動状態	トリガー	1:作動,0:非作動	
路面摩擦係数(Friction Value)	トリガー	0~1	値が小さいほど滑りやすい
ワイパー作動状態	オプション	1:作動,0:非作動	
外気温度[°C] (T)	オプション		
ブレーキペダル圧 (B)	オプション	0~1	実験にて関連性が乏しく削除予定
加速度[G] (A)	オプション	0~1	

インフラ情報

データ	提供元
路面温度センサ	連携基盤群
降水量	他システム

パラメータ

パラメータ設定値

パラメータ	変数名	設定値
利得係数(報告車両数)	λ	0.5
許容時間[秒] (時間一致度)	τ	900

許容距離[m] (空間一致度)	σ	300
重み 1(報告車両数)	$\omega 1$	0.25
重み 2(時間一致度)	$\omega 2$	0.20
重み 3(空間一致度)	$\omega 3$	0.20
重み 4(センサ)	$\omega 4$	0.35
重み 5(インフラセンサ)	$\omega 5$	0

パラメータチューニングの考え方

- ・ 利得係数

報告車両数が増えると信頼度が急速に上がるようにする。

過去データで「何台報告されたら誤検知率が急減するか」を分析する。

例：2 台で誤検知率が半減 → $\lambda \approx 0.5$ (指数関数の半減点を 2 台に合わせる)。PoC もしくは過去データ分析から ROC 曲線を見て最適化する。

- ・ 許容時間

豪雪地帯での除雪頻度が最大 15~20 分間隔という情報から有効期限は 15 分間とし,地域等により変更可能とする。

参考:<https://www.c-nexco.co.jp/special/snow/attention.html>

- ・ 重み 4(センサ)

ABS/ESC/TCS 作動などのセンサ根拠が強いため高く設定する。

- ・ 重み 2(時間一致度),重み 3(空間一致度)

時間・空間の整合性は中程度に重視する。

センサの信頼度 (C_{sensor})

センサの正規化値

センサの正規化値	変数名
ABS/ESC/TCS 作動状態	s1
路面摩擦係数(Friction Value)	s2
ワイパー作動状態	s3
外気温度	s4
ブレーキペダル圧/加速度	s5

- ・ s1=1(ABS/ECS/TCS 作動)

=0(それ以外)

- ・ s2=1-(Friction Value)

- ・ s3=1(ワイパー作動)

=0(それ以外)

- $s4 = clip\left(1 - \frac{T}{T_{th}}, 0, 1\right)$

- $s5 = clip\left(1 - \frac{B}{A+\varepsilon}, 0, 1\right)$

ユースケース固有パラメータ	変数名	設定値
路面凍結の閾値	Tth	4

センサの重み

センサの重み	変数名	設定値
ABS/ESC/TCS 作動状態	$\eta 1$	0.8
路面摩擦係数(Friction Value)	$\eta 2$	0
ワイパー作動状態	$\eta 3$	0.1
外気温度	$\eta 4$	0.1
ブレーキペダル圧/加速度	$\eta 5$	0

センサの重みチューニングの考え方

- $\eta 1$
このセンサの作動を最も強い根拠とする。
- $\eta 2$
DFRS ではトリガーとして指定されているが OEM ヒアリング結果から現状の信頼度は低いため 0 とする。
- $\eta 3$
滑りやすい路面と相関がある降雨,降雪時を想定する。
- $\eta 4$
凍結路と相関があるため,夏季と冬季で変更する可能性がある。
- $\eta 5$
実験にて関連性が乏しいことが判明したため 0 とする。

4.2 道路上の動物,人々,障害物,がれき (Animal/people/on the road)

入力データ

車両情報

データ	種別	値範囲	補足
障害物検知	トリガー	1:検知,0:非検知	
システム自動ブレーキ	トリガー	1:作動,0:非作動	

eCall 通報	トリガー	1:発生,0:非発生	
急減速	オプション	1:検知,0:非検知	G-Force(縦方向加速度)>0.5G のとき検知
衝突被害軽減ブレーキ	オプション	1:作動,0:非作動	
急ハンドル	オプション	1:検知,0:非検知	G-Force(横方向加速度)>0.3G のとき検知

インフラ情報

データ	提供元
障害物情報	連携基盤群
路側カメラの検知	連携基盤群
管理者通報	連携基盤群
その他	他システム

パラメータ

パラメータ設定値

パラメータ	変数名	設定値
利得係数(報告車両数)	λ	0.7
許容時間[秒](時間一致度)	τ	1,800
許容距離[m](空間一致度)	σ	200
重み 1(報告車両数)	$\omega 1$	0.25
重み 2(時間一致度)	$\omega 2$	0.20
重み 3(空間一致度)	$\omega 3$	0.20
重み 4(センサ)	$\omega 4$	0.35
重み 5(インフラセンサ)	$\omega 5$	0

パラメータチューニングの考え方

- ・ 利得係数
障害物検知情報を出力できる車両が少ないため,初期値は 0.7 とする
- ・ 許容時間
状況により解消まで大きく変わると想定されるが,参考にできる実績が無いため排除実績から推測する。NEXCO 中日本の報告として 2022 年度中に年間 29,000 件の路上障害物を排除した実績から 1 時間あたり 3 件(20 分程度)の障害物を排除していることが推測される。このため路上障害物情報の有効期限は 30 分間とする。
参考: <https://www.patrol.co.jp/safety/data/>

- ・ 許容距離

センサの測定位置精度 50m に GPS 誤差を最大 50m 加算して 200m とする。

センサの信頼度 (C_{sensor})

センサの正規化値

センサの正規化値	変数名
障害物検知	s1
システム自動ブレーキ	s2
eCall 通報	s3
急減速	s4
衝突被害軽減ブレーキ	s5
急ハンドル	s6

- ・ s1=1(障害物検知)
=0(それ以外)
- ・ s2=1(システム自動ブレーキ検知)
=0(それ以外)
- ・ s3=1(eCall 通報発生)
=0(それ以外)
- ・ s4=1(急減速検知)
=0(それ以外)
- ・ s5=1(衝突被害軽減ブレーキ検知)
=0(それ以外)
- ・ s6=1(急ハンドル検知)
=0(それ以外)

ユースケース固有パラメータ	変数名	設定値
なし		

センサの重み

センサの重み	変数名	設定値
障害物検知	$\eta 1$	0.8
システム自動ブレーキ	$\eta 2$	0
eCall 通報	$\eta 3$	0
急減速	$\eta 4$	0.1
衝突被害軽減ブレーキ	$\eta 5$	0

急ハンドル	$\eta 6$	0.1
-------	----------	-----

センサの重みチューニングの考え方

- ・ $\eta 1$
このセンサの作動を最も強い根拠とする。
- ・ $\eta 2$
OEM ヒアリング結果から,当初は作動状態を出力可能な対応車が無いため 0 とする。
- ・ $\eta 3$
OEM ヒアリング結果から,通報状態を出力可能な対応車が無いため 0 とする。
- ・ $\eta 4$
障害物検知時は強い減速と相関があると想定する。
- ・ $\eta 5$
OEM ヒアリング結果から,ブレーキ作動状態を出力可能な対応車が無いため 0 とする。
- ・ $\eta 6$
障害物を避けるため急ハンドルで回避する可能性を考慮する。

4.3 保護されていない事故現場 (Unprotected accident area)

入力データ

車両情報

データ	種別	値範囲	補足
衝突検知	トリガー	1:検知,0:非検知	
バッテリー切断	トリガー	1:検知,0:非検知	
エアバッグ作動	トリガー	1:作動,0:非作動	
システム自動ブレーキ	トリガー	1:作動,0:非作動	
eCall 通報	トリガー	1:発生,0:非発生	
急減速	オプション	1:検知,0:非検知	G-Force(縦方向加速度)>0.5G のとき検知
衝突被害軽減ブレーキ	オプション	1:作動,0:非作動	

インフラ情報

データ	提供元
事故通報	連携基盤群
路側カメラの検知	連携基盤群
管理者通報	連携基盤群
その他	他システム

パラメータ

パラメータ設定値

パラメータ	変数名	設定値
利得係数(報告車両数)	λ	0.7
許容時間[秒](時間一致度)	τ	1,800
許容距離[m](空間一致度)	σ	150
重み 1(報告車両数)	$\omega 1$	0.20
重み 2(時間一致度)	$\omega 2$	0.10
重み 3(空間一致度)	$\omega 3$	0.10
重み 4(センサ)	$\omega 4$	0.50
重み 5(インフラセンサ)	$\omega 5$	0.10

パラメータチューニングの考え方

- ・ 利得係数
1 台のみ通報の場合は $\lambda=2$ となるが、誤作動の可能性もあるため 2 台以上で検知できるよう 0.7 とする。
- ・ 許容時間
警察が現場に到着して保護を開始するまでの時間を想定し、現場までの到着時間平均時間 8 分に加え、道路の特性上、移動に時間がかかることを加味して 30 分とする。
- ・ 許容距離
事故現場の範囲 100m に GPS 誤差最大 50m を加算して 150m とする。

センサの信頼度 (C_{sensor})

センサの正規化値

センサの正規化値	変数名
衝突検知	s1
バッテリー切断	s2
エアバッグ作動	s3
システム自動ブレーキ	s4
eCall 通報	s5
急減速	s6
衝突被害軽減ブレーキ	s7

- s1=1(衝突検知)
=0(それ以外)
- s2=1(バッテリー切断検知)
=0(それ以外)
- s3=1(エアバッグ作動)
=0(それ以外)
- s4=1(システム自動ブレーキ検知)
=0(それ以外)
- s5=1(eCall 通報発生)
=0(それ以外)
- s6=1(急減速検知)
=0(それ以外)
- s7=1(衝突被害軽減ブレーキ検知)
=0(それ以外)

ユースケース固有パラメータ	変数名	設定値
なし		

センサの重み

センサの重み	変数名	設定値
衝突検知	$\eta 1$	0.8
バッテリー切断	$\eta 2$	0
エアバッグ作動	$\eta 3$	0
システム自動ブレーキ	$\eta 4$	0
eCall 通報	$\eta 5$	0
急減速	$\eta 6$	0.2
衝突被害軽減ブレーキ	$\eta 7$	0

センサの重みチューニングの考え方

- $\eta 1$
このセンサの作動を最も強い根拠となるが,OEM ヒアリング結果から出力対応車両が少ない。
- $\eta 2$
OEM ヒアリング結果から,当初は切断状態を出力可能な対応車が無いため 0 とする。
- $\eta 3$
OEM ヒアリング結果から,作動状態を出力可能な対応車が無いため 0 とする。
- $\eta 4$
OEM ヒアリング結果から,作動状態を出力可能な対応車が無いため 0 とする。
- $\eta 5$

OEM ヒアリング結果から,通報状態を出力可能な対応車が無いため 0 とする。

- $\eta 6$

事故発生時は強い減速と相関があると想定する。

- $\eta 7$

OEM ヒアリング結果から,ブレーキ作動状態を出力可能な対応車が無いため 0 とする。

4.4 短期の道路工事 (short term roadworks)

入力データ

車両情報

データ	種別	値範囲	補足
道路工事標識検知	トリガー	1:検知,0:非検知	
道路封鎖標識検知	トリガー	1:検知,0:非検知	
車線逸脱検知	トリガー	1:検知,0:非検知	
速度[km/h]	オプション		制限速度の 50%以下のとき検知

インフラ情報

データ	提供元
事故通報	連携基盤群
路側カメラの検知	連携基盤群
管理者通報	連携基盤群
その他	他システム

パラメータ

パラメータ設定値

パラメータ	変数名	設定値
利得係数(報告車両数)	λ	0.7
許容時間[秒] (時間一致度)	τ	1,800
許容距離[m] (空間一致度)	σ	160
重み 1(報告車両数)	$\omega 1$	0.20
重み 2(時間一致度)	$\omega 2$	0.10
重み 3(空間一致度)	$\omega 3$	0.10

重み 4(センサ)	$\omega 4$	0.50
重み 5(インフラセンサ)	$\omega 5$	0.10

パラメータチューニングの考え方

- ・ 利得係数
対応車両が少ないため 2 台以上で信頼性が上がるよう 0.7 とする。
- ・ 許容時間
短期の工事として工事期間は 30 分～数時間程度が想定されるが、許容時間最大値を 30 分と想定する。
- ・ 許容距離
工事区間は工事の内容等により大きく変わると想定されるが、道路工事保安施設設置基準から工事区間開始地点を示す標識は工事区間開始点よりも 100m～1,000m 手前に設置することとなっている。標識検知をトリガーとすると、最短 100m 手前が検知できず、開始点で検知する場合を想定して 100m+センシングの位置推定精度 10m,GPS 誤差 最大 50m を加算して 160m とする。

センサの信頼度 (C_{sensor})

センサの正規化値

センサの正規化値	変数名
道路工事標識検知	s1
道路封鎖標識検知	s2
車線逸脱検知	s3
制限速度 50%以下検知	s4

- ・ s1=1(道路工事表示機検知)
=0(それ以外)
- ・ s2=1(道路封鎖標識検知)
=0(それ以外)
- ・ s3=1(車線逸脱検知)
=0(それ以外)
- ・ s4=1(制限速度 50%以下検知)
=0(それ以外)

ユースケース固有パラメータ	変数名	設定値
なし		

センサの重み

センサの重み	変数名	設定値
道路工事標識検知	$\eta 1$	0.7
道路封鎖標識検知	$\eta 2$	0
車線逸脱検知	$\eta 3$	0.3
制限速度 50%以下検知	$\eta 4$	0

センサの重みチューニングの考え方

- $\eta 1$

このセンサの作動を強い根拠とするが,OEM ヒアリング結果から出力対応車両が少ない。
- $\eta 2$

OEM ヒアリング結果から,検知結果を出力可能な対応車が無いいため 0 とする。
- $\eta 3$

OEM ヒアリング結果から,検知結果を出力可能な対応車が少なく,事象との相関性が低い。
- $\eta 4$

速度低下のみでは工事との相関が見込めないため 0 とする。

4.5 視界不良 (Reduced visibility)

入力データ

車両情報

データ	種別	値範囲	補足
視程距離[m]	トリガー		
リアフォグライト	トリガー	1:点灯,0:非点灯	
ワイパー	オプション	1:作動,0:非作動	
低速走行への移行	オプション	1:検知,0:非検知	1 秒あたりの速度 60 秒分において以下が成立した際に検知 <ul style="list-style-type: none"> Max が 80km/h 以上 Max-Min が 40 より大きい Min が 40km/h 以下 Max の検知時間が Min の検知時間よりも過去の時間
外気温[°C]	オプション		
湿度[%]	オプション		95%以上のとき検知
照度[lx]	オプション		
フロントフォグライト	オプション	1:点灯,0:非点灯	

インフラ情報

データ	提供元
事故通報	連携基盤群
路側カメラの検知	連携基盤群
管理者通報	連携基盤群
その他	他システム

パラメータ

パラメータ設定値

パラメータ	変数名	設定値
利得係数(報告車両数)	λ	0.3
許容時間[秒](時間一致度)	τ	1,800
許容距離[m](空間一致度)	σ	2,000
重み 1(報告車両数)	$\omega 1$	0.20
重み 2(時間一致度)	$\omega 2$	0.10
重み 3(空間一致度)	$\omega 3$	0.10
重み 4(センサ)	$\omega 4$	0.50
重み 5(インフラセンサ)	$\omega 5$	0.10

パラメータチューニングの考え方

- ・ 利得係数
広い範囲に渡る事象であり,センサの根拠が弱いため多くの車両の状態から推定すると想定し,5 台以上で信頼性が高くなるよう初期値を 0.3 とする。
- ・ 許容時間
事象発生から解消までの時間は 30 分~1 時間程度を想定し,許容時間として 30 分とする。
- ・ 許容距離
事象の発生範囲は数 km の範囲になると想定し 1,000m とする。

センサの信頼度 (C_{sensor})

センサの正規化値

センサの正規化値	変数名
視程距離[m](D)	s1

リアフォグライト	s2
ワイパー	s3
低速走行への移行	s4
外気温[°C]	s5
湿度[%]	s6
照度[lx]	s7
フロントフォグライト	s8

- $s1 = clip\left(1 - \frac{D}{1000}, 0, 1\right)$
- s2=1(リアフォグライト点灯)
=0(それ以外)
- s3=1(ワイパー作動)
=0(それ以外)
- s4=1(低速走行への移行検知)
=0(それ以外)
- s5=外気温
- s6=1(湿度 95%以上)
=0(それ以外)
- s7=1(照度[lx]以下)
=0(それ以外)
- s8=1(フロントフォグライト点灯)
=0(それ以外)

ユースケース固有パラメータ	変数名	設定値
なし		

センサの重み

センサの重み	変数名	設定値
視程距離	$\eta 1$	0
リアフォグライト	$\eta 2$	0.2
ワイパー	$\eta 3$	0.2
低速走行への移行	$\eta 4$	0.2
外気温	$\eta 5$	0
湿度	$\eta 6$	0.2
照度	$\eta 7$	0
フロントフォグライト	$\eta 8$	0.2

センサの重みチューニングの考え方

- ・ $\eta 1$
このセンサの作動を強い根拠とするが,OEM ヒアリング結果から出力対応車両が少ない。
- ・ $\eta 2$
視界不良時にリアフォグライトを点灯する可能性があるが,相関性は低いと考えられるため 0.2 とする。
- ・ $\eta 3$
視界不良時にワイパーを動作させる可能性があるが,他の気象条件でも作動し事象との相関性は低いと考えられるため 0.2 とする。
- ・ $\eta 4$
視界不良時に速度を下げる可能性があるが,他の条件でもスピード減少は発生する。事象との相関性は低いと考えられるため 0.2 とする。
- ・ $\eta 5$
視界不良と外気温の相関性が不明なため 0 とする。
- ・ $\eta 6$
霧による視界不良時は高湿度との相関が想定できるため 0.2 とする。
- ・ $\eta 7$
OEM ヒアリング結果から,照度を出力可能な対応車が無いため 0 とする。
- ・ $\eta 8$
霧による視界不良時はフロントフォグライトを点灯する可能性があり,相関性は低いと考えられるため 0.2 とする。

4.6 逆走車両(Wrong way driver)

自車両で自車の逆走を検知した場合,信頼度計算を実施せず信頼度を 1.00(100%)に設定する。
他車両の逆走を検知した場合は実験では実施していない。

4.7 管理されていない道路の封鎖 (Unmanaged blockage of a road)

入力データ

車両情報

データ	種別	値範囲	補足
自車の故障通知	トリガー	1:検知,0:非検知	自走不可状態
ABS 作動状態	オプション	1:作動,0:非作動	
道路封鎖標識検知	オプション	1:検知,0:非検知	
停止継続	オプション	1:検知,0:非検知	
衝突被害軽減ブレーキ	オプション	1:作動,0:非作動	

急減速	オプション	1:検知,0:非検知	G-Force(縦方向加速度)>0.5G のとき検知
車線逸脱検知	オプション	1:検知,0:非検知	
ハザードランプ	オプション	1:点灯,0:非点灯	

インフラ情報

データ	提供元
通行止め情報	連携基盤群
路側カメラの検知	連携基盤群
管理者通報	連携基盤群
その他	他システム

パラメータ

パラメータ設定値

パラメータ	変数名	設定値
利得係数(報告車両数)	λ	0.5
許容時間[秒](時間一致度)	τ	1,800
許容距離[m](空間一致度)	σ	150
重み 1(報告車両数)	$\omega 1$	0.20
重み 2(時間一致度)	$\omega 2$	0.10
重み 3(空間一致度)	$\omega 3$	0.10
重み 4(センサ)	$\omega 4$	0.50
重み 5(インフラセンサ)	$\omega 5$	0.10

パラメータチューニングの考え方

- ・ 利得係数
確定的なセンシング手法が無い場合、3台以上の通報で事象生成されることを考慮し 0.5 とする。
- ・ 許容時間
道路封鎖発生から解消までの時間は 30 分～数時間程度を想定するが、道路管理者が事象を確認し確定情報となる時間を 30 分とする。
- ・ 許容距離
道路封鎖発生地点の範囲 100m, GPS 誤差最大 50m を加算して許容距離 150m とする。

センサの信頼度 (C_{sensor})

センサの正規化値

センサの正規化値	変数名
自車の故障通知	s1
ABS 作動状態	s2
道路封鎖標識検知	s3
停止継続	s4
衝突被害軽減ブレーキ	s5
急減速	s6
車線逸脱検知	s7
ハザードランプ	s8

- s1=1(自車の故障検知)
=0(それ以外)
- s2=1(ABS 作動検知)
=0(それ以外)
- s3=1(道路封鎖標識検知)
=0(それ以外)
- s4=1(停止継続検知)
=0(それ以外)
- s5=1(衝突被害軽減ブレーキ作動)
=0(それ以外)
- s6=1(急減速検知)
=0(それ以外)
- s7=1(車線逸脱検知)
=0(それ以外)
- s8=1(ハザードランプ点灯)
=0(それ以外)

ユースケース固有パラメータ	変数名	設定値
なし		

センサの重み

センサの重み	変数名	設定値
自車の故障通知	$\eta 1$	0.5
ABS 作動状態	$\eta 2$	0.2

道路封鎖標識検知	$\eta 3$	0.2
停止継続	$\eta 4$	0
衝突被害軽減ブレーキ	$\eta 5$	0
急減速	$\eta 6$	0
車線逸脱検知	$\eta 7$	0
ハザードランプ	$\eta 8$	0.1

センサの重みチューニングの考え方

- ・ $\eta 1$
自走不可能な故障により道路を封鎖する可能性が高い場合、強い根拠と想定されるが、OEM ヒアリング結果から対応車両が少ない。
- ・ $\eta 2$
無管理の道路封鎖に遭遇した際に、急制動による ABS 作動を想定するが関連性が低い。
- ・ $\eta 3$
OEM ヒアリング結果から、道路封鎖標識の検知結果を出力可能な対応車が無いため 0 とする。
- ・ $\eta 4$
無管理の道路封鎖に遭遇した際に車両が一定時間以上停止すると想定する。
- ・ $\eta 5$
無管理の道路封鎖に遭遇した際に、衝突被害軽減ブレーキ作動を想定するが、OEM ヒアリング結果から、状態を出力可能な対応車が少ない。
- ・ $\eta 6$
無管理の道路封鎖に遭遇した際に、急制動が発生する可能性があるが、相関が低いと想定する。
- ・ $\eta 7$
無管理の道路封鎖に遭遇した際に、迂回や転回等による回避時に車線逸脱の可能性が想定されるが、OEM ヒアリング結果から、検知結果を出力可能な対応車が少ない。
- ・ $\eta 8$
無管理の道路封鎖に遭遇した際に、後続車等に停止状態を知らせる、もしくは迂回、展開時にハザードランプを点灯させる可能性が想定されるが、相関は低いと想定される。

4.8 異常気象 (Exceptional weather conditions)

入力データ

車両情報

データ	種別	値範囲	補足
ワイパー高速	トリガー	1:作動,0:非作動	
リアフォグライト	オプション	1:点灯,0:非点灯	

低速走行への移行	オプション	1:検知,0:非検知	1秒あたりの速度 60秒分において以下が成立した際に検知 <ul style="list-style-type: none"> Max が 80km/h 以上 Max-Min が 40 より大きい Min が 40km/h 以下 Max の検知時間が Min の検知時間よりも過去の時間
外気温[°C]	オプション		
湿度[%]	オプション		
空気品質(砂塵検知等)	オプション	1:検知,0:非検知	
横風検知	オプション		風速 20m/s 以上のとき検知
フロントフォグライト	オプション	1:点灯,0:非点灯	

インフラ情報

データ	提供元
異常気象情報	連携基盤群
路側カメラの検知	連携基盤群
管理者通報	連携基盤群
その他	他システム

パラメータ

パラメータ設定値

パラメータ	変数名	設定値
利得係数(報告車両数)	λ	0.3
許容時間[秒](時間一致度)	τ	1,800
許容距離[m](空間一致度)	σ	1,000
重み 1(報告車両数)	$\omega 1$	0.20
重み 2(時間一致度)	$\omega 2$	0.10
重み 3(空間一致度)	$\omega 3$	0.10
重み 4(センサ)	$\omega 4$	0.50
重み 5(インフラセンサ)	$\omega 5$	0.10

パラメータチューニングの考え方

- 利得係数

広い範囲に渡る事象であり,センサの根拠が弱いと多くの車両の状態から推定すると想定し,5台

以上で信頼性が高くなるよう 0.3 とする。

- ・ 許容時間
異常気象発生から解消までの時間は 30 分～数時間程度を想定するが,インフラセンサ,道路管理者等が事象を確認し,確定情報となる時間を 30 分とする。
- ・ 許容距離
事象の発生範囲は数 km の範囲になると想定し 1,000m とする。

センサの信頼度 (C_{sensor})

センサの正規化値

センサの正規化値	変数名
ワイパー高速	s1
リアフォグライト	s2
低速走行への移行	s3
外気温[°C]	s4
湿度[%]	s5
空気品質(砂塵検知等)	s6
横風検知	s7
フロントフォグライト	s8

- ・ s1=1(ワイパー高速作動)
=0(それ以外)
- ・ s2=1(リアフォグライト点灯)
=0(それ以外)
- ・ s3=1(低速走行への移行検知)
=0(それ以外)
- ・ s4=外気温
- ・ s5=湿度
- ・ s6=空気品質
- ・ s7=1(横風検知)
=0(それ以外)
- ・ s8=1(フロントフォグライト点灯)
=0(それ以外)

ユースケース固有パラメータ	変数名	設定値
なし		

センサの重み

センサの重み	変数名	設定値
ワイパー高速	$\eta 1$	0.5
リアフォグライト	$\eta 2$	0.2
低速走行への移行	$\eta 3$	0.2
外気温[°C]	$\eta 4$	0
湿度[%]	$\eta 5$	0
空気品質(砂塵検知等)	$\eta 6$	0
横風検知	$\eta 7$	0
フロントフォグライト	$\eta 8$	0.1

センサの重みチューニングの考え方

- $\eta 1$
異常気象としてはゲリラ豪雨,台風等の事象を想定するが,豪雨を伴う場合はワイパーの高速作動を強い根拠と想定し 0.5 とする。
- $\eta 2$
異常気象に遭遇し,視界が悪化した場合に追突防止のためリアフォグライト点灯を想定するが,事象との関連性は低いため 0.2 とする。
- $\eta 3$
異常気象に遭遇した場合,速度を下げる可能性があるが,他の条件でも低速走行は発生するため,事象との相関性は低いと想定し 0.2 とする。
- $\eta 4$
異常気象に遭遇した場合の外気温との相関性が不明なため 0 とする。
- $\eta 5$
異常気象に遭遇した場合の湿度との相関性が不明なため 0 とする。
- $\eta 6$
異常気象として砂塵等に遭遇した場合,空気品質との相関が想定されるが,OEM ヒアリング結果から対応車両が存在しないため 0 とする。
- $\eta 7$
異常気象として強い風速との相関は想定されるが,OEM ヒアリング結果から検知状態を出力可能な対応車両が存在しないため 0 とする。
- $\eta 8$
異常気象に遭遇し,視界が悪化した場合にフロントフォグライト点灯を想定するが,事象との関連性は低いため 0.1 とする。

4.9 高速道路上の渋滞末尾 (Tail of jam on the highway)

入力データ

車両情報

データ	種別	値範囲	補足
低速走行への移行	トリガー	1:検知,0:非検知	1秒あたりの速度 60秒分において以下が成立した際に検知 ・Maxが80km/h以上 ・Max-Minが40より大きい ・Minが40km/h以下 ・Maxの検知時間がMinの検知時間よりも過去の時間
ハザードランプ	オプション	1:点灯,0:非点灯	
低速走行継続	オプション	1:検知,0:非検知	時速40km/hを10秒間継続したときに検知

インフラ情報

データ	提供元
車両感知器	連携基盤群
路側カメラの検知	連携基盤群
管理者通報	連携基盤群
その他	他システム

パラメータ

パラメータ設定値

パラメータ	変数名	設定値
利得係数(報告車両数)	λ	0.3
許容時間[秒](時間一致度)	τ	600
許容距離[m](空間一致度)	σ	600
重み1(報告車両数)	$\omega 1$	0.40
重み2(時間一致度)	$\omega 2$	0.15
重み3(空間一致度)	$\omega 3$	0.15
重み4(センサ)	$\omega 4$	0.30

重み 5(インフラセンサ)	ω_5	0
---------------	------------	---

パラメータチューニングの考え方

- ・ 利得係数
多くの車両の状態から推定することを想定し,5 台以上で信頼性が高くなるよう 0.3 とする。
- ・ 許容時間
渋滞末尾の位置は刻々と変化し,速度,交通量および渋滞末尾範囲によっても異なるが 5 分程度と想定される。このため 10 分とする。
- ・ 許容距離
渋滞発生範囲は数 km 以上に及ぶと想定されるが,渋滞末尾については急減速の開始点から急ブレーキ(0.3G)で約 100m,0.2G で約 150m となるため,GPS 誤差を考慮し,150m 以下で信頼度が高くなるよう 300m とする。

センサの信頼度 (C_{sensor})

センサの正規化値

センサの正規化値	変数名
低速走行への移行	s1
ハザードランプ	s2
低速走行継続	s3

- ・ s1=1(低速走行への移行検知)
=0(それ以外)
- ・ s2=1(ハザードランプ点灯)
=0(それ以外)

ユースケース固有パラメータ	変数名	設定値
なし		

センサの重み

センサの重み	変数名	設定値
低速走行への移行	η_1	0.6
ハザードランプ	η_2	0.3
低速走行継続	η_3	0.1

センサの重みチューニングの考え方

- ・ η_1

渋滞の強い根拠と想定する。

- $\eta 2$

高速道路での急激な減速度のハザードランプ点灯は根拠と想定されるが,他の用途(サンキューハザード等)を想定し 0.3 とする。

- $\eta 3$

渋滞に遭遇した場合,低速走行の継続が想定されるが,IC/SA への進入等の他条件でも低速走行は発生するため,事象との相関性は低いと想定し 0.2 とする。

5. 計算例

5.1 一時的な滑りやすい道路 (Temporary slippery road)

入力データを以下に設定する。

要素	変数名	値
報告車両数	n	3
最大時間差[秒]	Δt	360
最大距離差[m]	Δx	10
ABS/ESC/TCS 作動状態	s1	1 (ESC 作動)
路面摩擦係数(Friction Value)	s2	0.20
ワイパー作動状態	s3	1 (作動)
外気温度	s4	0 (25[°C]のとき)
ブレーキペダル圧/加速度	s5	1 (0.2[G]/50[%]のとき)

パラメータは「4.1 一時的な滑りやすい道路 (Temporary slippery road)」の「パラメータ設定値」を参照し,計算式に代入する。

報告車両数による信頼度 (C_{count})

$$C_{count} = 1 - e^{-\lambda n}$$

$$C_{count} = 1 - e^{-0.5 \times 3} = 0.78$$

時間の一致度による信頼度 (C_{time})

$$C_{time} = 1 - e^{-(\Delta t/\tau)^2}$$

$$C_{time} = 1 - e^{-(360/900)^2} = 0.85$$

空間の一致度による信頼度 (C_{space})

$$C_{space} = e^{-(\Delta x/\sigma)^2}$$

$$C_{space} = e^{-(10/300)^2} = 1.00$$

センサの信頼度 (C_{sensor})

$$C_{sensor} = \sum_{i=1}^n \eta_i \cdot s_i$$

$$C_{sensor} = 0.8 * 1 + 0 * 0.2 + 0.1 * 1 + 0.1 * 0 + 0 * 1 = 0.9$$

インフラセンサの信頼度 (C_{infra})

$$C_{infra} = 1$$

信頼度計算

$$C = clip(\omega_1 C_{count} + \omega_2 C_{time} + \omega_3 C_{space} + \omega_4 C_{sensor} + \omega_5 C_{infra}, 0, 1)$$

$$C = 0.25 * 0.78 + 0.20 * 0.85 + 0.20 * 1.00 + 0.35 * 0.9 + 0 * 1 = 0.88$$

信頼度は 0.88 (88%) と算出される。