

運転者コンテキストを活用した危険性提示方式

土屋克典^{†1} 千明優喜^{†1} 清原良三^{†1}

概要： 今日、自動運転技術の研究が盛んに行われているが、自動運転車両の普及には時間がかかる。そのため、手動運転車両の安全性に関する研究も必須である。運転者の状態、車両の状態、周囲の状態といったコンテキストを活用する様々な研究が進められている。コンテキストを利用した状態遷移表や状態分析について研究されているが、最終的な応用方法という点においては、明確な有効性のある方式があるわけではない。そこでコンテキストを活用した危険性の提示方式を定めることが、課題解決の第一歩と成り得ると考える。とくに、運転者の状態一つにも疲労や眠気や焦りなどの様々な状態がある。運転者の危険性を提示して危険度合というものを下げるには、運転者コンテキストがコンテキストの順番的にも一番身近いと考える。そこで本研究では、運転者コンテキストに着目し、運転者の危険性を下げるといった目的に対し、情報提示方式を確立することで、事故率減少を目標とする。また本研究に際し、本論文では運転者の危険度合を定義した後、運転者コンテキストの着目項目を決定する。その後提示タイミングや提示手法や評価方法についてまとめる。

キーワード： 運転者コンテキスト, 提示方式, ITS, 安全性

1. はじめに

今日、自動運転技術の研究が盛んに行われている。自動運転技術は米国の NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) によりレベル分け[1]されている。表 1 に各レベルに対する自動運転技術の定義を示す。レベルは 0 から 5 までの 6 段階でそれぞれ定義されている。現在の自動運転技術のレベルは、レベル 0 の運転者が運転行動を行う車両が多く占めており、レベル 1 とレベル 2 のシステムとして運転者を支援するものが生産されており、レベル 3 のシステムが運転行動を行う車両も開発されているが、日本の法制度上自動運転システムを用いての走行はできないという状態である。今後、レベル 4 では、ある環境下(天候、交通量、等)において自動運転システムが運転行動を判断し走行する。そして、自動運転技術の最終段階であるレベル 5 では、すべての環境下において自動運転システムが運転行動を判断し走行することになる。

将来的には自動運転車両が増えていくと予想されるが、現状では運転者が運転行動を行う車両が多く、また自動運転システムを信頼するという信頼度の面から見ても自動運転車両が普及していくのは 10 年以上先と考える。従って、運転者の判断や誤操作により事故に繋がる可能性があると言える。

そこで、運転者の状態や周囲の状況から対応策を出すコンテキストウェアの分野において様々な研究が実施されている[2][3]。コンテキストには運転者の状態(疲労、眠気、焦り、等) や、車両の状態(停車時、徐行時、高速時、等) や、周囲の状態(路面、天気、渋滞、等) などがあり、それらのコンテキストは常に変化し続ける。これらのコンテキストをまとめ、コンテキストに応じた提示手法を確立することにより、事故率減少に繋がる。

コンテキストにも様々あり、運転者コンテキストにおいては前述の通り、疲労や眠気や焦りなどがある。疲労や眠気や焦りの中にも、運転者自身が自覚していることもあれば、運転者が自覚していない場合もある。

運転者コンテキストのみを考えた場合においても、上記のことが考えられ、車両コンテキストや周囲コンテキストを加えるとより複雑になり、不明確化してしまう可能性があるため、本論文では運転者コンテキストをテーマとして扱っていく。

本論文の運転者の危険性を下げる方向に持っていくということは、危険性の度合いを定義付けることが必要となる。その危険性の度合いを如何にして下げる方向に持って

表 1 自動運転レベル

レベル	名称	定義
0	運転自動化なし	運転者がすべての運転タスク実施
1	運転者支援	運転タスク (前後・左右) いずれかを実施
2	部分的運転自動化	運転タスク (前後・左右) 両方を実施
3	条件付運転自動化	ある条件下において自動運転システムが運転タスクを実施
4	高度運転自動化	ある環境下において自動運転システムが運転タスクを実施
5	完全運転自動化	すべての条件下において自動運転システムが運転タスクを実施

^{†1} 神奈川工科大学
Kanagawa Institute of Technology

いくのかということが運転者コンテキストの最終的な応用方法であると考えられる。そこで本論文では、運転者コンテキストから運転者に応じた最適な提示方式と評価方法について述べる。

2. 関連研究

運転者の運転行動を支援する車両が増えていることにより、運転者を対象としたコンテキストに関する研究が数多く行われている。例えば、居眠りを検知するもの[4]、運転者の疲労度合を推定するもの[5]、運転者が周囲へ向ける警戒度[6]を評価するもの、安全な運転がなされているかどうかを判定するもの[7]、運転時のコンテキストの状態遷移表を作成・評価をするもの[3]、運転者入力による疲労に関する分析・評価をするもの[8]など、運転者コンテキストに関する研究が数多く発表されている。これらの運転者コンテキストの最終的な活用方法としてはコンテキストに応じた対応を行い、運転者の危険性というものを下げることにある。運転者の危険性を下げることは、事故率減少面と持続的な運転者支援面の課題に対して非常に有効である。

本論文で取り扱う運転者コンテキストを利用した危険性提示方式は、居眠りの検知や疲労度合の推定やながら運転時の危険性認識などの運転者コンテキストを活用した危険性提示を行うものとなる。従って、事故率減少や持続的な運転者支援に直結するものとなる。運転者コンテキストをもとにサービスを提供することで事故率減少や持続的な運転者支援に貢献することが可能である。

運転者コンテキストを活用した危険性提示方式ということで、危険度合の定義や運転者の状態というものは非常に重要な要素である。そこで次節では、危険度合の定義を行った上で、運転者の状態について述べる。

3. 危険度合の定義と運転者の状態

3.1 危険度合

運転者コンテキストを車両のセンサを用いて知ることができる。そのセンシング結果を用いて現在の危険度合というものを決めることができる。そこで、どのような方式を用いて、危険度合を下げるのか考える上で危険度合の定義が重要となる。そこで、危険度合の定義をする。

危険度合の定義としてレベル分けを考える。危険度合をレベル分けして、危険度合が一定値より高ければ、何かしらの提示方式を行い危険度合のレベルを下げる方向に持っていくことで、危険度合を下げる必要がある。危険度合のレベル分けを行う上で、まず危険度合を判断する要素をまとめる。

運転者の危険度合を判断する要素として、一番重要であるのは運転者の状態である。明らかに状態が悪い場合に運転者が運転行動を判断し走行すれば、反応速度は鈍くなり事故を起こす確率は大きくなる。

二番目に重要なものとして運転時間であると考えている。長時間運転になればなるほど運転者が認識せずとも疲労は蓄積される。疲労が蓄積することにより処理能力が低下し、判断が遅れることで事故の確率が上がる。時間を重要な要素としたのには、長時間運転だけのためでなく短時間運転の場合にも必要な要素となるためである。その理由として短時間運転時、運転時間以外の要素によって危険度合が高くなっている場合、運転者に危険度合の提示を行うことは、運転者の提示無視が予想されるためである。つまり、数分のような短時間運転時にコンテキストの結果から危険と提示されたところで、運転者は提示を無視すると予想されるということである。

また無視される危険性の提示は信頼度を下げる要因となり、危険性を提示して運転者に理解してもらうべき時に無視される可能性が生じる。理解してもらうべき時に理解されなければ、重大な事故に繋がる可能性もある。従って、疲労度合や信頼度の面から時間軸は重要な要素になると考えられる。

以上から、1) 運転者状態と 2) 運転時間の 2 要素が危険度合のレベル分けに重要な要素であるといえる。

3.2 運転者の状態

前節の危険度合の要素にも取り上げた通り運転者の状態は非常に重要な項目となっている。運転者の状態には疲労、眠気、焦り、集中力低下、喜怒哀楽など様々ある。細かく分けるとその中でも運転者が自身の状態を認識している場合と、認識していない場合の 2 種類に分けることができる。

例えば、第三者から見て目に見えて疲労している場合と、第三者からは疲労しているように見えないが、データや数値上では疲労していると観測された場合である。

車両での観測にもカメラで運転者の表情や視線や体温解

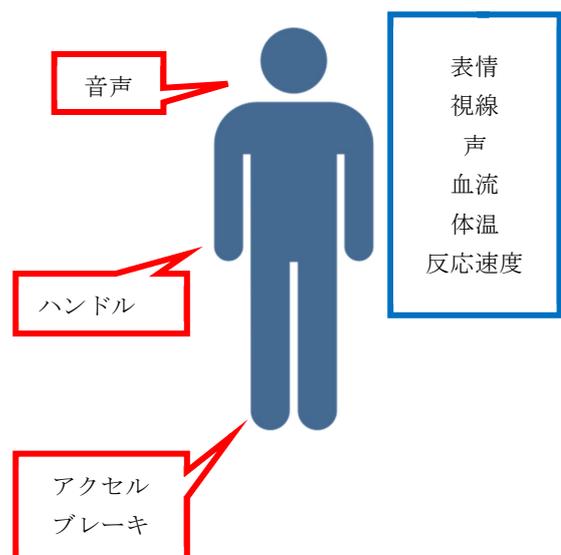


図2 運転者の入力と出力

析や、ハンドルでの血流検査、ハンドルやアクセルやブレーキなどの入力解析などがある。図2に運転者の入力と出力を示す。それらの解析結果をから運転者自身が認識していない潜在的な状態であるのか、または認識している顕在的な状態であるのかは判断が可能であると考えている。

以上から、運転者の状態の中にも 1) 潜在的状態と 2) 顕在的な状態の 2 種類に分けることができるといえる。

3.3 危険度合の定義

上記で述べた危険度合と運転者の状態をもとに、本研究の危険度合を下げるという目的を行うための危険度合の定義をする。本研究では、危険度合の要素として「運転者の状態」、「運転時間」の 2 種類とした。また「運転者の状態」においては「潜在的」、「顕在的」の 2 種類に分類した。

この項目について考えると危険度合を 6 段階に分けることができる。

■運転者の状態：良好，運転時間：適切

車両センサによる運転者状態および、運転時間問題なし。

■運転者の状態：良好，運転時間：不適

車両センサによる運転者状態問題ないが、運転時間に問題あり

■運転者の状態：不良（潜在的），運転時間：適切

車両センサによる運転者状態として問題ありだが、運転者自覚はなし。運転時間に問題なし。

■運転者の状態：不良（潜在的），運転時間：不適

車両センサによる運転者状態として問題ありだが、運転者自覚なし。運転時間問題あり。

■運転者の状態：不良（顕在的），運転時間：適切

車両センサによる運転者状態として問題ありで、運転者自覚あり。運転時間問題なし。

■運転者の状態：不良（顕在的），運転時間：不適

車両センサによる運転者状態として問題ありで、運転者自覚あり。運転時間問題あり。

6 段階に分けたこれらを次にレベル分けしていく。6 段階ということで、レベルとしては危険度合が一番少ない 0 から 5 の 6 段階とする。レベル 0 は運転者の状態が良好で、運転時間も適切であることがわかる。

次に、「運転者の状態」と「運転時間」どちらがより危険性としての度合いが高いかを考える必要がある。「運転者の状態のみ」が問題ありと判断された場合と、「運転時間のみ」が問題ありと判断された場合、より運転者に危険であると提示しなくてはならないのは、「運転時間」であると考えている。その理由としては「運転時間」が問題なし（短時間運転）であると判断された場合に、運転者に対し提示を行っても、目的地に早く着くことが優先される可能性が非常に高いためである。逆に長距離運転時に提示を行った場合については、運転者は自身が長時間の運転をしていることは理解し

表 2 危険度合の定義

レベル	運転者の状態 運転時間
0	良好 適切
1	不良(顕在的) 適切
2	不良(潜在的) 不適
3	良好 不適
4	不良(顕在的) 不適
5	不良(潜在的) 不適

ているので、提示を行った場合において素直に意図を理解することが可能であると考えられる。従って、「運転者の状態」よりも「運転時間」の方が危険度合としては高くなることがわかる。

最後に、運転者の状態の「潜在的」と「顕在的」どちらがより危険であるかを考える。「顕在的」であると判断された場合、運転者は自身の状態を認識できている。逆に「潜在的」であると判断された場合、運転者は自身の状態を認識できていないこととなる。従って、運転者に効果的な提示するといった場合、「潜在的」であると判断されたときの方が、危険度合としては高くなることがわかる。

以上の観点より、危険度合はレベル 0 から 5 に分けられると考えられる。危険度合の定義について表 2 に示す。

4. 本研究の位置づけと疲労について

4.1 本研究の位置づけ

運転者コンテキストの研究は、大きく分けて以下の 3 段階フェーズがある。

- (1) 運転者および周辺車両や車両のコンテキストを整理し、状態遷移表などのようなケースがあるのかをリストアップするフェーズ。
- (2) これを車両のカメラやセンサを用いて分析する手法に関する研究。
- (3) 運転者に対して、提示などの有効なフィードバックする研究。

この 3 種類は運転者の安全性を高めるものであり、自動運転車両が完全に普及するまでは、運転者の安全性を支援するものである。本研究の位置づけを図 1 に示す。

1 つ目の運転者コンテキストの状態遷移表は、2 節の関連研究『運転時のコンテキストの状態遷移表を作成・評価を

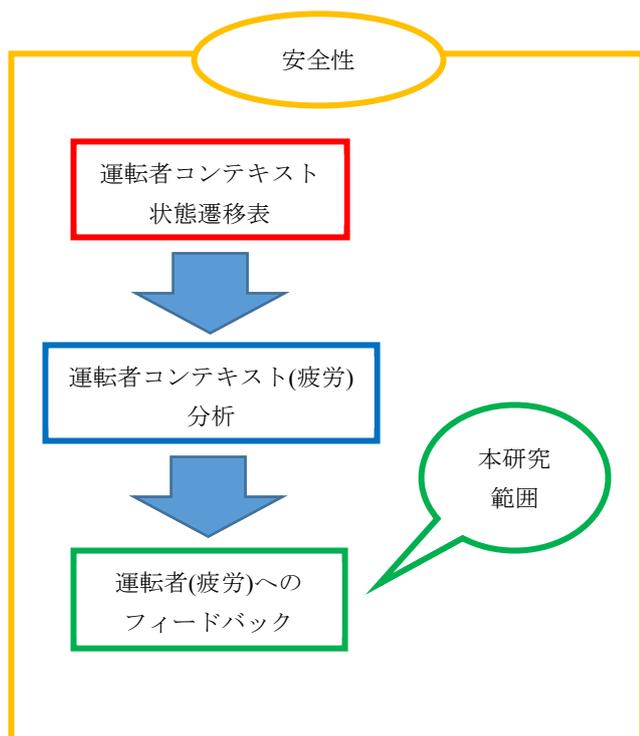


図1 本研究の位置づけ

するもの[3]』で研究されており、2つ目の車両内の機能を用いて分析は、2節の関連研究『運転者入力による疲労に関する分析・評価をするもの[8]』として現在研究中となっている。そこで本研究の位置づけは、3つ目の車両内の機能から分析されたものを用いて、運転者に対してフィードバックすることである。また運転者コンテキストにも、疲労や眠気や焦りなど様々ある。2節の研究を参考に本研究を行っていくということで、本研究では運転者コンテキストの中でも疲労について扱っていく。

疲労を重点に置いた運転者へのフィードバックということで5節以降、提示のタイミングや提示方法や評価方法について述べる。

4.2 疲労について

本研究では、運転者コンテキストの中でも、疲労についてのフィードバックということで、疲労について理解を深

表3 疲労の段階的状態

段階	状態
1	良好
2	運転者の認識なし 身体疲労
3	運転者の認識あり 身体疲労
4	疲労困憊
5	疲労限界
6	意識の喪失

めなければならない。3節でも述べた通り、疲労にも顕在的状態と潜在的状態の2種類があると考えられる。また疲労は以下の6段階に分けられると考えられる。

- 1 段階目： 疲労がなく問題なく運転できる状態。
- 2 段階目： 運転者に疲労の認識はないが身体は疲労している状態(3節の潜在的疲労状態)
- 3 段階目： 運転者に疲労の認識がある状態(3節の顕在的疲労状態)
- 4 段階目： 火事場の馬鹿力のような限界ではないが疲労困憊の状態
- 5 段階目： 疲労の限界状態
- 6 段階目： 意識がなくなる状態

表3に疲労の段階的状態を示す。

疲労とは心身への過負荷により生じる活動能力の低下を指す。疲労が蓄積されると、思考能力低下や刺激に対する反応低下や注意力の低下がみられる。仕事や運動などの負荷を脳はすべてストレスとして受け取る。これは自動車の運転にも言えることで、運転者は事故をしないよう細心の注意を払い運転している。これらの行動による過負荷でストレスが蓄積する。このストレスが続くと脳内の処理が増大し活性酸素が発生する。この活性酸素が細胞を傷つけることで、細胞から老廃物が発生する。この老廃物が所謂疲労の原因であり、細胞や組織機能の低下を引き起こす[9]。

この疲労のメカニズムにより疲労は蓄積されていく。また疲労が蓄積されていくことで段階的な状態になっていくことが予想される。そこで本研究では、運転者の疲労に対して、どのような提示を行うことで危険性を下げることかというところに焦点を当て研究する。

5. 提示タイミング

本研究の位置づけと疲労についてまとめられたところで、次は提示のタイミングである。3節で述べた通り運転時間によって提示すべきポイントがある。また運転時間だけでなく、車両の機能から運転者の状態分析を行った上で、運転者に対する以下2種類の提示方法がある。

- (1) 1つ目は前兆分析である。車両内の機能で運転者の疲労前兆が見られた時に提示を行う場合である。1つ目のメリットとしては、前兆予測して運転者に提示するので、事故率をより減少させることが考えられる点である。しかし、前兆予測は運転者にとっては、疲労を感じ始める前で提示を無視する可能性が考えられる。前兆予測の例を挙げるとMLB(メジャーリーグベースボール)の投手交代がある。MLBの投手交代には投球制限があり、投球制限は100球を目安とされている。MLBは先発、中継ぎ、抑えと役割が確率されており、100球以上は投げ過ぎで

故障の原因とも成り得る。この前兆予測のデメリットとして、本人はまだやれるというところにある。運転者の話に戻ると、前兆予測しても運転者自身には疲労の認識がないため、提示を無視する可能性がある。また運転者によって運転を中断するタイミングも異なる。従って、前兆予測においては運転者によって提示のタイミングが異なるので、提示のタイミングを各車両学習させ、この運転者は前兆が見え始めたらすぐ中断する。またこの人は前兆が見えてもすぐには中断せず少し時間をおいてから提示する等の AI 的なアルゴリズムも必要である。

- (2) 疲労が検知されてから提示を行う場合である。2 つ目のメリットとしては、運転者が疲労を認識しているため素直に提示に従う可能性が高いということである。こちらの疲労が出てからの提示の例を挙げると、NPB(日本野球機構)がある。こちらは本人の意思が尊重され投球したいと思えば、できるところまで投球させてもらえる。しかし、こちらのデメリットとしては、本人が無理をして故障をしてしまうという点にある。運転者の話に戻ると、疲労が検知されていて提示されているのにも関わらず運転者自身がもう少し運転できると過信してしまい、事故に繋がる可能性もある。

6. 提示手法

6.1 提示手法の概要

3 節で述べた通り、運転者の状態と運転時間によって提示するのかもしれないのかを、危険度合の定義を行うとともに深めた。また 5 節では、疲労の前兆予測の提示と疲労検知後の提示を述べた。今節では提示するとなったとき、その提示をどのように行うのかということについて述べる。

運転者に提示するという点において、有効的なものとしては五感(視覚、聴覚、触覚、嗅覚、味覚)がある。表 4 に運転者に対する提示方法を示す。

これらの五感について運転者が優先する優先度というものがあると考えられる。例えば嗅覚でいうと、車両内で窓も開けてないのにガソリンの匂いがした場合である。運転者はガソリンが漏れているのではないかと不安になり、目的地に早く行くよりも車両の整備を行うところに行くのが優先されることとなるだろう。また、運転者の自主的な行動が必要となる場合もある。例えば味覚でいうと、運転者が自主的に食べ物や飲み物を口にしなければならないということである。

このように運転者に対する五感での提示方法というものには様々あり、運転者コンテキストによりその提示方法を変えていく。それにより、運転者に効果的であり、また運転者に寄り添った運転者コンテキストを用いた提示方式になると考えられる。

運転者に対する五感を活用しての提示方法だけでなく、車両に直接働きを加えるということも

提示にもタイミングというものがある。例えば、運転乗車直後に運転者の状態が悪いからと検知したため、提示を行ったとしても運転者は運転するということに集中や目的が向いている状態で無視される可能性がある。提示が信号待ちのときならば、運転者も検知を提示した意図も理解できるのではないかと考える。

6.2 五感

前節で述べた通り、運転者に対する提示の方法には様々ある。今節では五感についてそれぞれまとめた後、提示方法に対し有効的であるか、またどの提示が運転者に対し効果的であるかを述べる。

五感には、視覚、聴覚、触覚、嗅覚、味覚がある。また、人は五感から得る情報の割合として、視覚(83%)、聴覚(11%)、嗅覚(3.5%)、触覚(1.5%)、味覚(1%) であるといわれている。

6.2.1 視覚

視覚から得る情報の割合が約 8 割ということで、圧倒的に視覚的情報量が多くを占めていることがわかる。だからといって、車両のナビゲーションに提示方法を頼るとすると、運転者は提示された内容を見ようと脇見運転してしまい、事故を引き起こしてしまう可能性が考えられる。

安全な視覚での提示方法を行う場合には、車両が止まっているかの車両コンテキストを調べる必要があることがわかる。車両が止まっているときには、視覚情報を用いて提示する方法が有効的であると考えられる。また車両停車にも乗車直後や信号待ちがある。それらも提示方式の組合せに組み込むことでより運転者に寄り添った提示方式となるのではないだろうか。

6.2.2 聴覚

聴覚から得る情報の割合が 11% ということだが、走行

表 4 運転者に対する提示方式

五感(100%) 分類名称	例
視覚(83%)	光信号 ナビ
聴覚(11%)	警告音 音声
嗅覚(3.5%)	車内匂い
触覚(1.5%)	ハンドル振動 座席振動
味覚(1%)	食べ物 飲み物

中視覚以外の運転者に対する情報提示としては最適であると考えられる。走行中にも音声によつての提示方法は脇見運転も引き起こさず運転者に提示することが可能である。

音声以外では音楽を鳴らすことが挙げられる。音楽には感情を落ち着かせることやストレスを解消効果など様々ある。それにともない提示にも2種類がある。運転者に気づかせるための直接的な提示方法と、運転者自身が認識していない疲れなどを抑制や軽減させるという間接的な提示方法である。視覚においてはナビや光など直接的な提示方法しか手段がないと思われる。しかし、聴覚においては直接的な提示方法と間接的な提示方法の両方の手段がある。先ほどの音楽を鳴らすことが間接的な提示方法であるとするならば、逆に音楽を切って警告音を出すということは直接的な提示方法である。

6.2.3 嗅覚

嗅覚として、運転者に提示する方法としては、車両内の空調を用いて変える。または自動的に窓を開けるなどの直接的で強引な提示方法がある。しかし、強引な提示の手段は運転者にとっては必要性のない機能と思われるので、嗅覚に関しては、提示の手段として向かないのではないかと考えられる。

6.2.4 触覚

触覚は運転中において運転者が常時触れていることが必要となる。そのためハンドルと座席のみでしか、運転者に提示することができない。またハンドルや座席振動として、運転者に提示しても何の振動なのか運転者は理解することができない。そのため触覚での提示としては視覚や聴覚との組み合わせが必要であると考えられる。

6.2.5 味覚

味覚に関しては、運転者に協力してもらわなければならない。そこで味覚で考えるならば視覚や聴覚を用いて、運転者が提示を理解する必要がある。例のように食べ物飲み物でしか味覚を変えることができない。例えば、車両内温度が高ければ、水分を摂取した方が良いという提示ならば運転者の味覚に刺激を与えることができると考える。また運転者の気持ちを切り替えさせるという点においても、味覚での刺激は効果を期待できるのではないかと。

6.2.6 車両に対する提示手法

運転者に対する提示手法である五感とは別の提示手法として、車両に対する提示方法がある。強引な手法となってしまうが、例えば運転者の状態が不良であり、運転時間が不適である。それにも関わらずスピードを出して走行している場合には、自動的にブレーキを作動させ速度を強引に一定値まで落とす方法が考えられる。または車間距離を一定とし、一定の車間距離以上詰める速度は出せないよう制限を設けるということも考えられる。しかしこれらの方法は、運転者ができると思って運転している訳であり、前触れもなく提示を行うと運転者に車両の故障ではないかと思

わせてしまい、信頼度を損なう原因とも成り得る。

従つて、強引な提示手法には警告文や警告音と組み合わせる用いることが、運転者を納得させ信頼度を落とさないという点において重要であると考えられる。

7. 評価方法

評価方法においては、2種類の方法がある。タクシー運転手やトラック運転手などの運送業者に協力してもらう方法と、評価をボランティアとして手伝ってもらう方法である。前者は業者ということで母数自体は多くなると予想されるが、業者ということで警報が鳴った回数などが数字で出てきてしまうため、運転者自身の評価の対象となる可能性が高い。実際に速度違反を押さえるための警告に関する研究もあり、このような手法で評価している[10]。

また目的が警報を鳴らさないようにするという事になってしまふ可能性も考えられ、必然的に評価としては良くなる傾向に成り得る。従つて、個人的な運転をする運転者のデータとして有効な手法であるとは考え難い。

そうなると、後者のボランティアとして評価を手伝ってもらうことが有効的な手段であると考えられる。しかし、ボランティアとしてなので業者として評価をするよりも母数自体は少なくなってしまうと考えられる。従つて、早めの研究を心掛け早めに評価を行う必要があると考えられる。

8. おわりに

本論文では運転者コンテキストのフィードバックというところで、疲労について焦点を当てた。疲労について理解を深めた後、提示のタイミングと提示の手段について考察した。また評価の方法についても検討した。

今後の方針としては、疲労のコンテキストから実際にどのような手段が効果的であるかを考え実装・評価を行っていく。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 16K00143 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 内閣官房 IT 総合戦略室, http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/senmon_bunka/detakatsuyokiban/dorokotsu_dai1/siryou3.pdf <accessed 2018/5/12>
- [2] 渡辺一生, 菅谷みどり, "生体情報を用いた勘定推定手法による運転時の人の反応の評価," 情報処理学会研究報告 2018-MBL-86, 2018
- [3] 千明優喜, 古川義人, 清原良三, "ドライバのコンテキストを活用した危険性認識," 情報処理学会研究報告 2018-CDS-21, 2018
- [4] Han, W., Yang, Y., Huang, G.-B., Sourina, O., Klanner, F. and Denk, C. "Driver Drowsiness Detection Based on Novel Eye Openness Recognition Method and Unsupervised Feature Learning,

- Systems, Man, and Cybernetics(SMC), 2015 IEEE International Conference on, pp.1470-1475 (2015).
- [5] Yang, G., Lin, Y. and Bhattacharya, P. . A Driver Fatigue Recognition Model Based on Information Fusion and Dynamic Bayesian Network, Special Issue on Intelligent Distributed Information Systems, Vol. 180, p.19421954 (2010).
- [6] Ji, Q. and Yang, X. . Real-Time Eye, Gaze, and Face Pose Tracking for Monitoring Driver Vigilance, Real- Time Imagin, Vol.8, pp. 357-377 (2002).
- [7] Lee, B. -G. and Chung, W.-Y. . A Smartphone-Based Driver Safety Monitoring System Using Data Fusion, Sensors, Vol, 12, pp. 17536-17552 (2012).
- [8] 酒井寛崇, 千明優喜, 清原良三, ”自動車のコンテキストを活用した状態遷移に関する検討と危険度,” 情報処理学会研究報告 2018-ITS-71, 2018
- [9] http://www.yakult.co.jp/healthist/233/img/pdf/p02_07.pdf
- [10] 徳永翔, 大村廉, ”衝突警報システムがドライバーの安全運転技能に及ぼす影響と持続性の調査,” 情報処理学会研究報告 2018-MBL-86, 2018