

安全運転支援のための感情共有を用いた ヒヤリハットマップシステムの検討

齊藤義仰^{†1} 鈴木清寛^{†1} 中野裕貴^{†2} 西岡大^{†1} 高橋幹^{†3} 村山優子^{†1}

安全な車社会を実現するためには、機械的な側面からの運転支援技術だけではなく、人間的な側面からの運転支援技術が必要である。我々はこれまでに、周囲の歩行者や運転者の恐怖の感情を共有し、それらを運転者に通知することで、安全運転を促すことができることを明らかにしてきた。本研究では、運転者の恐怖の感情を用いたヒヤリハットマップシステムをスマートフォン上で実現する。運転者の恐怖の感情を用いることで、情報の質を維持しながら、危険な場所の情報収集を行う。危険な場所の情報提供を、スマートフォンを用いて動的に行い、危険を通知することで安全運転を促す。

A Study on a System for Generating a Near Miss Map utilizing Emotion Sharing

YOSHIA SAITO^{†1} KIYOHRO SUZUKI^{†1} YUKI NAKANO^{†2}
DAI NISHIOKA^{†1} TSUYOSHI TAKAHASHI^{†3} YUKO MURAYAMA^{†1}

To make automobiles more safety, it needs to research not only mechanical driving supports but also human driving supports. We have studied emotion sharing among pedestrians and drivers and found fear emotion sharing induced safe driving. In this paper, we propose a system for generating a near miss map utilizing fear emotion of drivers on smartphones. By utilizing fear emotion, the proposed system can gather information of unsafe locations for drivers keeping quality of the information. The information of unsafe locations is provided to other drivers who pass near the location by smartphones and it supports safe driving by alerting the drivers.

1. はじめに

車は世界で 11 億台以上[1]、日本で 7600 万台以上[2]が人々に利用されており、現代社会において必要不可欠な存在である。しかし、平成 25 年度は約 63 万件の交通事故が発生し、約 4400 名の死者と約 78 万人の負傷者を出しており[3]、車は人にとって危険な存在であるとも言える。近年の車には、横滑り防止装置(Electronic Stability Control:ESC)やアンチロックブレーキシステム(Antilock Brake System:ABS)等の運転支援技術が導入され、交通事故発生件数は減少してきた。実際に、交通事故件数が最多だった平成 15 年度から現在にかけて、95 万件から 63 万件へと大きく減少した。しかし、ここ数年の交通事故件数の減少は頭打ちし、走行制御などの機械的な側面からの運転支援だけでは限界が見え始めている。最終的に運転性能に影響を与えるのは、車の運転をする人間である。交通事故件数をさらに減少させるためには、人間的な側面からの運転支援技術により、安全運転を促すことが必要である。

人間的な側面からの運転支援については、運転者の感情が運転性能に影響を与えることが認知されている。代表的な例として Road Rage[4]がある。Road Rage とは、他車からの割り込みや追い越し等により、運転者が怒りの感情か

ら報復行動を起こし、危険運転を行うようになる現象である。このように、感情という人間的な側面が人の行動に与える影響を検証・応用することが、近年の大きな研究分野となっている。実際に、人間の感情を利用した運転支援の研究が盛んに行われている[12-17]。

我々はこれまでに先行研究として、他者感情の認識による運転支援の検証を行ってきた[5]。先行研究では、適切な他者感情を適切な状況で運転者と歩行者に認識させることで、運転者や歩行者に安全な行動を促すことを目指した。そこで、運転者の他者感情認識と安全行動の関係性について、ドライビングシミュレータを用いて調査を行った。喜びの他者感情認識と恐怖の他者感情認識のシミュレーションシナリオを作成し、被験者が安全行動をとるかどうかを検証した。実験の結果、恐怖の他者感情を認識させることで、運転者がより顕著に安全な運転をするようになることがわかった。

本研究では、先行研究の知見を活かし、恐怖の感情を利用することで、運転者に安全運転を促すシステムを提案する。具体的には、先行研究の知見をヒヤリハットマップに適用する。ヒヤリハットマップとは、危険な場所の情報を収集し、それらを地図上に表示したものである。運転中に運転者が恐怖した場所を、汎用のスマートフォンを用いて運転者の顔認識やその他センサ情報により自動的に検出する。そして、インターネットを介して危険な場所の情報をサーバに蓄積する。その後、記録された場所を通りかかる車に対して、スマートフォン上に恐怖の感情を表すアイコン

^{†1} 岩手県立大学ソフトウェア情報学部
Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University
^{†2} 岩手県立大学大学院ソフトウェア情報学研究科
Graduate School of Software and Information Science, Iwate Prefectural
^{†3} 岩手県立大学地域連携本部
Regional Cooperation Head Office, Iwate Prefectural University

ン等を利用して運転者に危険を通知することで、人間的な側面から安全運転を促す。

本稿の構成を以下に示す。第2節では、心理学の分野で研究されている人間の感情と、それらの感情を利用した運転支援に関する研究、および先行研究について述べる。第3節では、既存のヒヤリハットマップについてまとめ、その問題点を明らかにする。第4節では、安全運転支援のための感情共有を用いたヒヤリハットマップシステムを提案し、システム設計と今後の課題について述べる。第5節で本稿をまとめる。

2. 関連研究

本節では、まず関連研究として基本的な人間の感情について述べる。その後、人間の感情を運転支援に応用するための既存研究と先行研究を述べ、感情を利用することの必要性を明らかにする。

2.1 人間の感情

人間の感情については、心理学の分野で研究が行われてきた。人間の感情と表情の関係性について、Ekman は6つの基本感情[6]があると述べている。Ekman は人間の表情を調査し、人間の基本感情を「happiness」、「surprise」、「fear」、「sadness」、「anger」、「disgust」の6つに分類した。この6つの基本感情、または「neutral」の感情を追加した7つの基本感情が、画像処理を用いた表情認識の分野で広く利用されている[7-9]。

人間の感情を応用する研究においては、Plutchik の感情モデル[10]がしばしば利用される。Plutchik は人間の感情を「joy」、「trust」、「fear」、「surprise」、「sadness」、「disgust」、「anger」、「anticipation」が属する、8つの基本感情の次元があるとしている。また、垂直方向を感情の強度とした、3次元の円環状モデルとして感情を表現した。当該モデルでは、類似した感情は円状に隣接し、相反する感情は対面に配置されている。また、2つの基本感情の組み合わせとして、「love」、「submission」、「awe」、「disapproval」、「remorse」、「contempt」、「aggressiveness」、「optimism」という8つの複合的な感情を定義している。

Parrot は感情を構造化して分類[11]し、一次感情として「Love」、「Joy」、「Surprise」、「Anger」、「Sadness」、「Fear」の6つに分類している。さらに、一次感情から二次感情、二次感情から三次感情へと派生する、木構造の分類を行っている。

2.2 感情を利用した運転支援

センサを用いて運転者の感情を検知することで、運転者の状態を把握する研究が数多く存在する。Jones ら[12]は、運転者の声から感情を検知する、車内感情認識システムを

構築している。Riener ら[13]は、センサにより取得した運転者の心拍変動から、感情を検知する手法を提案している。Haak ら[14]は、運転者の脳波を解析することで感情検知を試みている。さらに、Anzengruber ら[15]は、運転者の顔の表面温度から感情を検知するシステムを作成し、ドライビングシミュレータによる評価を行っている。このように、多様なセンサから得られた情報で、運転者の感情を検知することが可能である。

検知した運転者の感情を利用し、運転者の感情が運転性能に与える影響の調査や、運転者の感情を利用して安全運転を促す研究もされている。Jeon ら[16]は、運転者の「怒り (angry)」と「恐怖 (fear)」の感情が、運転性能に与える影響を調査した。その結果、怒りの感情を持った運転者は、恐怖の感情を持った運転者よりも、多くの運転ミスをする事がわかった。また、恐怖の感情を持った運転者は、怒りの感情をもった運転者よりも、運転にかかる負担が大きいことがわかり、運転者の感情が運転性能に影響を与えることが示された。Clifford ら[17]は、運転者の感情状態に合わせ、ナビゲーションシステム等の車内音声の感情表現を変化させることで、事故を減らすことができると述べている。運転者の感情が「喜び (happy)」のときは「活気に満ちた (energetic)」車内音声、運転者が「動揺 (upset)」しているときは「落ち着いた (subdued)」車内音声が有効であることが、実験により明らかになった。

このように、運転者の感情が運転性能に影響を与えることが多くの研究によって示されている。車の状態だけではなく、運転者の感情を適切に把握して利用することが、より効果的な運転支援のために必要である。

2.3 先行研究

先行研究[5]では、運転者や歩行者に他者の感情を認識させることで、人にやさしい車社会の実現を目指した。「適切な他者感情を適切な状況で認識させれば、運転者と歩行者に安全な行動を促すことができる」という仮説に基づき、他者感情認識による運転支援手法を提案した。さらに仮説を検証するため、提案手法を用いて運転者に安全運転を促したり、運転者や歩行者に危険な自動車から離れるように促したりできるかを、ドライビングシミュレータを用いて検証した。

シミュレーションでは、喜びの他者感情認識と恐怖の他者感情認識のシナリオを作成し、被験者が安全行動をとるかどうかを検証した。実験の結果、喜びと恐怖の他者感情を認識させることで、運転者がより安全な運転をするようになることがわかった。特に、恐怖の他者感情認識のシナリオでは、顕著な差が見られた。恐怖の他者感情通知があった場合、ミラー確認や減速といった危険回避行動をとった被験者が73%に対し、危険回避行動をとらず、直前まで危険運転で接近する後方のトラックに気がつかない被験者

は23%であった。一方で、恐怖の他者感情の通知がなかった場合、危険回避行動をとった被験者が18%だったのに対し、回避行動をとらなかった被験者は82%であった。

これらの知見に基づき、本研究では特に顕著な差が見られた恐怖の感情を利用することとし、安全運転支援のための感情共有を用いたヒヤリハットマップシステムを実現するものとする。

3. ヒヤリハットマップ

本節では、既存のヒヤリハットマップを取り上げ、作成方法と提供方法についてまとめ、それらの問題点を明らかにする。また、予備調査により、既存のヒヤリハットマップシステムの問題を確認する。

3.1 既存のヒヤリハットマップと問題点

これまでに、交通安全のためのヒヤリハットマップは多くの自治体や組織によって作成・提供されてきた。ヒヤリハットマップを作成・提供するためには、①危険な場所の情報収集と②危険な場所の情報提供が必要となる。

①危険な場所の情報収集については、大きく分けて2つの方法が存在する。1つ目の方法は、アンケートやインタビュー、Webフォームからといった手動の情報収集である。多くの自治体や組織のヒヤリハットマップ[18-22]は、この方法で作成されている。この方法では、質の高い情報を収集できるが、手間暇が必要であり、リアルタイムな情報取得は難しい。2つ目の方法は、センサ情報を用いて自動的に収集する方法である。例としてはHonda インターナビのSAFETY MAPがある[23]。また、DENSOもスマートフォンを用いたヒヤリハットマップ作成に取り掛かっている[24]。これらの方法では、加速度センサ等により急ブレーキや悪路地点を検出する。危険な場所の情報収集を自動で行うため手間暇がかからない。しかし、自動車の状態情報のみを用いるため、運転者にとって本当に危険な場所かはわからず、情報の質を維持することが難しいと考えられる。

②危険な場所の情報提供についても、大きく分けて2つの方法が存在する。1つ目がWebでの公開である。多くの自治体や組織のヒヤリハットマップ[18-22]は、この方法で提供されている。インターネット環境さえあれば手軽に取得できるが、運転者は事前に危険な場所を暗記しておかねばならず、リアルタイムな情報更新も難しい。2つ目の方法は、運転中に危険な場所を通知するシステムである。Honda インターナビのスマートフォンアプリ「インターナビ ポケット」では、前述のSAFETY MAPの情報を用いて、「急減速が多発している信号機のない交差点」に車が近づくと、ガイド音声により運転者に注意喚気を行う[25]。運転者が容易に危険察知することができるが、「急減速が多発している信号機のない交差点」といった特定の危険地点で

しか利用することができない。また、アプリを利用できるのは、Honda 車の所有者に限定されており、誰でも利用できるわけではない。

3.2 予備調査

前述した問題点である、危険な場所の情報収集について、手動での収集と自動での収集の差異を明らかにするため、既存のヒヤリハットマップを比較する予備調査を行った。予備調査では、新潟県南魚沼市六日町駅周辺のヒヤリハットマップ[22]と、Honda のSAFETY MAP[23]における同場所のヒヤリハットマップを比較した。前者のヒヤリハットマップは市民からのアンケート調査により作成されたものであり、手動で情報収集されたマップである（以後、手動ヒヤリハットマップと呼ぶ）。後者は、Honda の専用ナビが $-0.25G$ の加速度を検知し、急ブレーキを踏んだと判断した場所を示したものであり、自動で情報収集されたマップである（以後、自動ヒヤリハットマップと呼ぶ）。

それぞれのヒヤリハットマップを比較した結果、手動ヒヤリハットでは危険な場所と表示されているが、自動ヒヤリハットマップでは表示されていない場所がいくつも存在した。急ブレーキといった車の状態は変わらないが、運転者が危険だと感じる場所があることがわかる。特に、市街地のようなスピードのでない入り組んだ場所で見受けられた。一方で、自動ヒヤリハットマップでは危険な場所と表示されているが、手動ヒヤリハットマップでは表示されていない場所も存在した。これは、スピードのでる郊外の長い直線道路で見受けられた。スピードがでているため急ブレーキとなっているが、運転者は危険だと感じていない場所があることがわかる。

このように、急ブレーキといった自動車の状態だけでは、運転者が危険と感じた場所を正確に把握できないといった問題があることが確認できた。自動車の状態だけでなく、運転車の状態を把握し、それをヒヤリハットマップに活かすことができれば、より質の高いヒヤリハットマップを自動で作成できるようになると考えられる。

4. 提案システム

本節では、安全運転支援のための感情共有を用いたヒヤリハットマップシステムを提案する。まず、提案システムの概要について述べた後、実装に先立ち、システム設計を行う。

4.1 システム概要

提案システムのモデルを図1に示す。提案システムでは、前述した①危険な場所の情報収集について、自動車の異常状態および運転者の恐怖の感情を利用する。自動車の状態情報だけでなく、運転者の状態情報を用いることで、情報

の質を維持しながら、危険な場所の情報収集を自動化する。
②危険な情報の情報提供では、危険な場所付近を通過する運転者に対し、危険を通知することで、運転者に安全運転を促す。

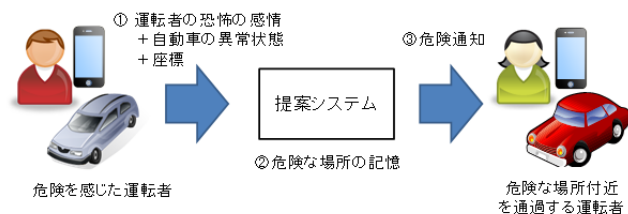


図1 提案システムのモデル

Figure 1 A Model of the Proposed System

4.2 システム設計

提案システムの前提として、より多くの人々が利用できるように、汎用のスマートフォンを利用し、専用デバイスが必要としないシステムとする。そのため、汎用スマートフォンに標準搭載されている、カメラや加速度センサなどの一般的な装置から取得できる情報のみを用いて実現するものとする。

提案システムのアーキテクチャを図2に示す。提案システムの一連の動作は、大きく以下のように分けられる。

- (1) 自動車の異常状態の検知
- (2) 運転者の恐怖の感情検知
- (3) 危険な場所のサーバへの通知
- (4) ヒヤリハットマップの自動生成
- (5) 危険な場所付近を通過する運転者への危険通知

(1)については、既存のヒヤリハットマップシステムで用いられている加速度を利用し、急ブレーキ等の自動車の異常状態を検知する。まずは、実装が容易な急ブレーキを対象とし、一定のGがかかった場合に検知することを想定している。

(2)については、関連研究の節で前述したように、運転者の感情を検知する様々な研究がされているが、汎用スマートフォンを用いることから、カメラを用いた表情認識による手法を用いる。表情認識による人間の感情検知では、「happiness」、「surprise」、「fear」、「sadness」、「anger」、「disgust」、「neutral」等の基本感情を抱いた時の表情の特徴をデータベース化し、撮影された映像と比較することで、高確率で一致するものを提示する手法である。人間の感情検知において、表情認識はよく用いられる一般的な手法であり、開発ライブラリも数多く存在する。しかし、「happiness(喜び)」の感情検知は比較的容易であるが、「fear(恐怖)」の感情検知は難しいことが知られている。よって、現状の開発環境では、運転者の恐怖の感情検知精度は低いと考えられる。そこで、現段階では恐怖の感情検知精度については本研究の範疇外とし、自動車の状態情報と組み合わせることで、

より質の高いヒヤリハットマップの自動作成を目指すこととする。

(3)については、(1)と(2)で得られた情報から危険な場所の判別を行う。自動車が異常状態(急ブレーキ等)で表情認識により一定以上の確率で運転者が恐怖していると検知した時、そこが危険な場所であると判別する。市街地などのスピードのでない地域にも対応するため、高確率で運転者が恐怖していると検知したとき、自動車の状態に関わらず危険な場所であると判別するものとする。危険な場所であると判別した後、スマートフォンのGPSを用いて座標を取得し、3G/4G通信回線を用いてインターネット上にあるサーバに座標情報を送信する。

(4)については、クライアントから危険な場所の座標情報を受け取ったサーバは、時刻情報と共に座標情報をデータベースに保存し、ヒヤリハットマップを自動生成する。

(5)については、自動車に設置されたスマートフォン(クライアント)は、(4)で自動生成したヒヤリハットマップの情報を定期的に取得するものとする。この時、自車周辺の情報のみを取得することで効率化を図る。クライアントはGPSにより現在位置をリアルタイムで把握し、サーバから取得した危険な場所付近に近づいた際に、危険通知を行う。危険通知の方法は、先行研究で用いたように恐怖の感情を想起させるアイコンと音による通知を一定時間行い、何か危険があることを運転者に認知させる。

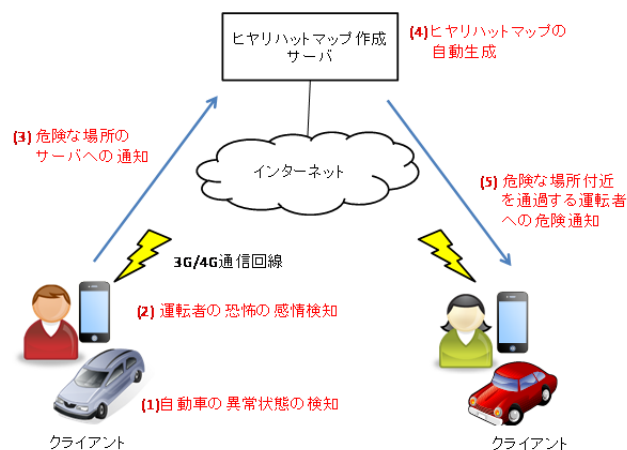


図2 提案システムのアーキテクチャ

Figure 2 A System Architecture of the Proposed System

クライアントのユーザインタフェースの画面イメージを図3と図4に示す。図3は、通常時のユーザインタフェースである。カーナビのように地図と現在位置および危険な場所を画面表示する。また、スマートフォンのカメラによって撮影された運転者の顔映像も同時に表示する。危険な場所を検知すると、サーバに情報が提供されたことがわかるようにメッセージを表示する。図4は、危険な場所として登録された地点に近づいた時のユーザインタフェースで

ある。一定時間、恐怖の感情を想起させるアイコンと音による危険通知を行い、しばらくすると図3の通常時の状態に戻る。



図3 通常時のユーザインタフェースの画面イメージ
Figure 3 A Screen Image of a User Interface of the Proposed System in Normal Times

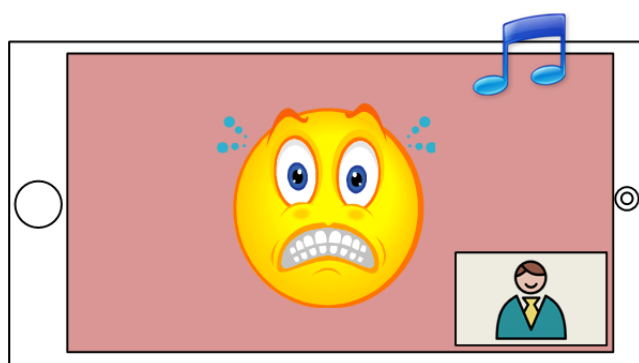


図4 危険な場所を通りかかった時の
ユーザインタフェースの画面イメージ
Figure 4 A Screen Image of a User Interface of the Proposed System near an Unsafe Location

4.3 今後の課題

現在、前述した設計に基づき、Android 端末上でクライアントの実装と、Linux 端末上でサーバの実装を行っている。実装が完了した後、実際に自動車に設置し、予備実験を行う予定である。予備実験で、システムの動作確認を行い、(1)自動車の異常状態の検知および(2)運転者の恐怖の感情検知で利用するパラメータの調整を行う。

評価では、自動車の異常状態検知のみを用いた手法と、運転者の恐怖の感情検知を利用した提案手法で比較を行う。事前にアンケート調査にてヒヤリハットマップを作成し、正解データとして扱う。提案手法のほうが正解データに近いヒヤリハットマップを作成できるかどうかを評価する。また、危険通知により安全運転を支援することができるのかを調査し、提案システムの有効性を明らかにする。

5. おわりに

本稿では、既存のヒヤリハットマップシステムの問題点について言及し、運転者の恐怖の感情を利用することで、情報の質を保ちながら自動でヒヤリハットマップを作成し、運転者に安全運転を促すシステムを提案した。また、実装に先立ちシステム設計を行った。

今後は、まず設計に基づき実装を完了させる必要がある。その後、実験により提案システムが情報の質を保ちながら自動でヒヤリハットマップを作成できるのか、危険通知により安全運転を促すことができるのかを評価したい。

謝辞 本研究は岩手県立大学「平成 26 年度いわてものづくり・ソフトウェア融合テクノロジーセンター研究課題」の研究助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 日本自動車工業会,
http://www.jama.or.jp/world/world/world_2.html
- 2) 自動車検査登録情報協会,
<http://www.airia.or.jp/number/pdf/01.pdf>
- 3) 警察庁 平成 25 年中の交通事故の発生状況,
<http://www.npa.go.jp/toukei/index.htm#koutsuu>
- 4) Galovski, T. and Blanchard, E.: Road rage: a domain for psychological intervention? *Aggressive Violent Behavior*, Vol. 9, Issue 2, pp. 105-127 (2004).
- 5) 齊藤義仰, 中野裕貴, 鈴木清寛, 西岡大, 村山優子, 高橋幹人: 人にやさしい車社会を実現するための他者感情認識技術の検討, 情報処理学会研究報告, 2014-DPS-158(25), pp.1-6 (2014).
- 6) Paul Ekman: Facial Expression and Emotion, *American Psychologist*, pp. 384-392 (1993).
- 7) Michael J. Lyons, Julien Budynek, and Shigeru Akamatsu: Automatic Classification of Single Facial Images, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 21, No. 12, pp. 1357-1362 (1999).
- 8) Dragoş Datcu and Leon Rothkrantz: Facial expression recognition in still pictures and videos using active appearance models: a comparison approach, *Proceedings of the 2007 international conference on Computer systems and technologies (CompSysTech)*, No. 112, pp. 1-6 (2007).
- 9) Erica Costantini, Fabio Pianesi and Michela Prete: Recognising emotions in human and synthetic faces: the role of the upper and lower parts of the face, *Proceedings of the 10th international conference on Intelligent user interfaces (IUI)*, pp. 20-27 (2005).
- 10) Robert Plutchik: The nature of emotions, *American Scientist*, pp.344-350 (2001).
- 11) W. Parrott: *Emotions in social psychology*, Psychology Press (2001).
- 12) Christian Martyn Jones and Ing-Marie Jonsson: Automatic recognition of affective cues in the speech of car drivers to allow appropriate responses, *OZCHI'2005*, pp. 1-10 (2005).
- 13) Andreas Riener, Alois Ferscha and Mohamed Aly: Heart on the road: HRV analysis for monitoring a driver's affective state, *AutomotiveUI'09*, pp. 99-106 (2009).
- 14) Paul van den Haak, Rinde van Lon, Jaap van der Meer and Léon Rothkrantz: Stress assessment of car-drivers using EEG-analysis, *CompSysTech'10*, pp. 473-477 (2010).
- 15) Bernhard Anzengruber and Andreas Riener: "FaceLight" – Potentials and Drawbacks of Thermal Imaging to Infer Driver Stress,

AutomotiveUI'12, pp. 210-216 (2012).

16) Myounghoon Jeon, Jung-Bin Yim and Bruce N. Walker: An Angry Driver Is Not the Same As a Fearful Driver: Effects of Specific Negative Emotions on Risk Perception, Driving Performance, and Workload, AutomotiveUI'11, pp. 137-140 (2011).

17) Clifford Nass, Ing-Marie Jonsson, Helen Harris, Ben Reaves, Jack Endo, Scott Brave and Leila Takayama: Improving Automotive Safety by Pairing Driver Emotion and Car Voice Emotion, CHI'05, pp. 1973-1976 (2005).

18) 埼玉県さいたま市,日進小学校ヒヤリハットマップ,
http://www.city.saitama.jp/001/010/001/p020992_d/fil/nisshin_map.gif

19) 千葉県袖ヶ浦市,ヒヤリハット地図 (袖ヶ浦地区),
<https://www.city.sodegaura.chiba.jp/kakuka/toshi/doboku/download/sodegauratiku.pdf>

20) 静岡県静岡市,あんしん歩行エリア整備計画,
<http://www.city.shizuoka.jp/deps/dorohozen/ansinhokoutop.html>

21) 和区交通事故マップ (上木崎小学校),
<http://www.saitama-urawaku-minamiku-koutsujikomap.jp/z/zmap1/h24/s01.html>

22) 地域 AD 倶楽部 ヒヤリハットマップ 南魚沼市 (新潟県),
http://www.adclub.jp/common/hiyarihatto/minamiuonuma_niigata.html

23) Honda インターナビ SAFETY MAP,
<http://safetymap.jp/>

24) DENSO, スマホを活用したヒヤリハットマップ生成,
http://www.globaldenso.com/en/newsreleases/events/tokyomotorshow/2013/booth/pdf/safety/22_Generating%20Near-miss%20Maps%20Using%20Smartphones.pdf

25) Honda インターナビ ポケット,
<http://www.honda.co.jp/internavi/LINC/service/safetycoating/>