

運転者の視線・頭部姿勢情報を利用した安全運転支援システム

八重樫 大貴[†] 今淵 貴志[†] 蛇穴 祐稀[†] Prima Oky Dicky Ardiansyah[†] 伊藤 久祥[†]

岩手県立大学ソフトウェア情報学研究科[†]

1. はじめに

近年、自動車における安全運転支援システムとして、居眠り防止や緊急ブレーキなどの機能が実用化されており、早期にドライバの運転行動の適否を把握できるようになっている。一方、運転者の視線を検知するシステムの開発が進められているが、そのようなシステムは大規模になる傾向があり、一般の自家用車に普及していない。そこで本研究では、一般の自家用車に容易に搭載可能なシステムとして、単眼の可視光カメラを利用した運転者の視線・頭部姿勢情報を利用した安全運転支援システムを提案する。本システムでは、運転者の頭部姿勢をリアルタイムに観察し、その姿勢の変化に伴う視線方向を検知・追尾すると同時に、車の走行情報を収集し、それらのデータを分析するシステムを開発、運転者に対し適当な運転支援を促す機能を搭載する。

2. 安全運転支援システムの提案

2.1 車の走行情報の取得

ここで、左右ウインカーやブレーキの出力信号を自動車の走行情報とし、これらのアナログ信号を変圧してマイコン (Arduino) で AD 変換し、パソコンに入力する。

2.2 運転者の頭部運動および視線方向の取得

本研究では、頭部姿勢を検出するために、FaceTracker ライブラリ¹⁾を利用している。当該ライブラリは、顔画像からランドマークを自動的に検出し、それらのランドマークを基に頭部姿勢の6自由度 ($x, y, z, pitch, yaw, roll$) を求めることができる。視線方向 (gaze point) の取得するために、まず視線カメラ (eye camera) で検出したランドマークから目領域を抽出し、次にその領域内の虹彩の中心座標を追尾し、最後にキャリブレーション処理を通して当該座標をビューカメラ (view

camera) 座標に変換する²⁾。図1は、提案の安全運転支援システムの画面を示す。図1(a)のように、ビューカメラ視野内に、キャリブレーション基準点 (図1(a)中の1~4) を設定することで、運転者がこれらの基準点が設置された実際の風景を一定期間で見つめることでキャリブレーションを行うことができる。なお、キャリブレーション中に、運転者がモニタを見ることができないため、基準点を見るタイミングやその順番を音声で知らせる。

2.3 運転席の窓から太陽光に対する逆光補正

FaceTracker ライブラリには、逆光の環境下において、顔ランドマークを検出できない課題がある。この課題を解決するために、本研究では、Tan and Triggs (2010)³⁾による逆光処理を視線カメラの画像取得部に実装し、逆行に対する影響を軽減する。図2は、逆光処理の有無による顔ランドマーク抽出結果を示す。図のように、(a) 運転者の顔半分影がかかっても、(b) 逆光処理を施すことによって、逆光の環境下で顔ランドマークを検出できるようになることが分かる。

3. 走行実験

3.1 取得情報

開発したシステムを実験車両に設置し、実走行実験を行った。ここで、ウインカーやブレーキ、車速などの走行情報をコンソールボックスから取得し、それらの情報を運転者の頭部の姿勢 ($pitch, yaw, roll$) および視線方向と合わせて記録した。

3.2 実験結果

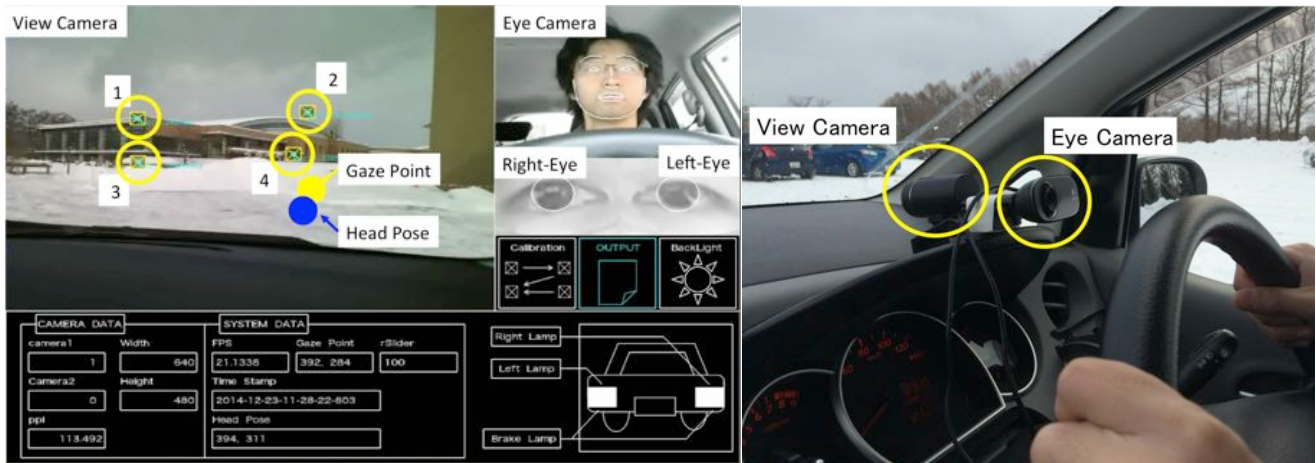
走行実験の装置として13インチのMacbook Pro (OS X 10.9, 2.9GHz intel Core i7), 視線カメラはロジクール C310, ビューカメラは iBUFFALO BSW32KM03 を使用した。実験の結果、以下のことが分かった。

a. 処理速度

システムの画像処理が約 20 fps で動作する。ただし、逆光対策処理を動作させた場合、その動作速度が約 15 fps に低下することを確認した。一方、走行情報のデータ取得速度は 9,600 bps で処理し、

Driving assistant system based on information of driver's head and eye movements

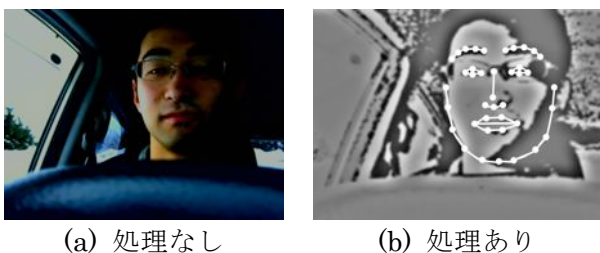
Taiki YAEGASHI[†], Takashi Imabuchi[†], Yuki JAANA[†],
PRIMA Oky Dicky Ardiansyah[†], Hisayoshi ITO[†]
Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural
University[†]



(a) システムの画面

(b) カメラの位置

図1 提案の安全運転システム



(a) 処理なし

(b) 処理あり

図2 太陽光に対する逆処理有無の顔画像

ブレーキを細かく踏んだとしても、遅延無く信号を取得できることを確認した。

b. 頭部姿勢および視線方向の検出

走行実験中に、頭部姿勢が大きく左右に変動する場合、頭部姿勢および視線方向を測定できないことがあった。ここで、FaceTracker ライブラリが顔ランドマークを検出できる顔向き (head pose) の許容範囲を室内実験にて確認を行った。図3はその室内実験環境を示す。図のように被験者を中心とした半径 75cm の円周の弧上にカメラを設置し、被験者の正面を基準に左右±30°の範囲の 5°刻みで被験者の顔ランドマーク検出を検証した。なお、撮影時に被験者の顔を顎台で固定し、常に真正面に顔を向けるようにした。

20 代の男女 17 名を被験者として、顔画像の総数が 884 枚から顔ランドマークの検出を試みた結果、±20°より大きい角度で撮影した 15 枚の顔画像から顔ランドマークを検出できなかった。ここで、走行実験から、運転者の頭部姿勢における yaw が ±20°より大きい角度になるのは、運転者が右左折時の左右確認を行った場面であることを確認できた。この場合、頭部の姿勢および視線方向を検知できなくなるが、本システムと道路地図情報と組み合わせれば、運転者が右左折時の左右確認を判断する条件になる。一方、運転者の脇見は、頭部姿勢における yaw が ±20°以内であることが判明し、そのような場면을視線方向から検知できる。

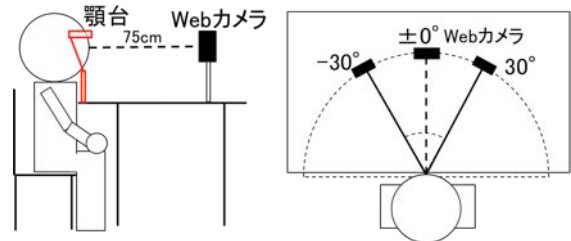


図3 FaceTracker ライブラリ検証実験の様子

c. 逆光処理の性能

本システムに実装した逆光処理は、逆光による影響の他に、横方向から強い光が入ることによる顔の影の影響を最小限にすることが分かった。しかしながら、逆光処理を行うことで、画像処理の処理速度が約 15 fps に低下することにより、サッケードなどの高速な眼球運動による視線検知を正確に行うことができなくなるという課題がある。今後、当該処理の高速化を更に取り組む必要があると考えられる。

4. おわりに

本研究では、自動車の走行情報と運転者の視線・頭部姿勢情報を利用した安全運転支援システムを開発し、検証を行った。開発したシステムは運転行動と頭部の姿勢、そして視線方向との相互関係を実時間で観測し、運転者の安全運転支援として実用的システムである。

参考文献

- 1) Saragih, J., Lucey, S., AND Cohn, J. Deformable model fitting by regularized landmark mean-shift. International Journal of Computer Vision 91, 2, 200-215 (2011).
- 2) 今淵貴志, 菊池輝, Prima O.D.A, 伊藤久祥, 非接触型視線追尾システムに向けた虹彩検出手法の検証, 情報処理学会第 76 回全国大会論文集, 6ZA-8, (2014).
- 3) Tan, X. and Triggs, B. Enhanced Local Texture Feature Sets for Face Recognition Under Difficult Lighting Conditions IEEE Trans. on Image Proc., Vol.19, pp.1635-1650 (2010).