

6. ドライバの個性に着目した社会共生型安全運転支援に関する研究

機械工学系 教授 章 忠, 准教授 三宅 哲夫, 客員准教授 今村 孝

大都市と異なり地方都市にとって、自動車は重要な移動手段である。また、高齢者ドライバの急増、安全性や環境性など運転に求められる要素の多様化に伴い、自動車側の運転支援能力も高度化・多様化しつつある。そのため自動車の持つさまざまなリスクと社会生活との両立・共生が不可欠である。

本研究ではドライバの個性を情報・数値化する技術を通じ、社会や歩行者に対して安全な運転の実現、多様化するドライバの運転能力の平準化を目指した新たな運転支援のあり方について研究を行う。

本報告では、その基礎技術として、主にドライバ行動計測、ドライバの集中度評価に関する研究成果を報告する。ドライバ行動計測としては、6-1 ドライバの運転動作解析用ドライブレコーダの開発、および、6-2 ドライビングシミュレータを用いた運転行動意図の付与とその推定に関する研究を行った。また、ドライバの集中度評価としては、6-3 ファジィ推論によるドライバの集中状態の評価について研究を行った。

6-1 ドライバの運転動作解析用ドライブレコーダの開発

(1) はじめに

近年、安価な電子パーツの普及に伴い、多くのドライブレコーダ(DR)が開発・市販されるようになってきた。これらのドライブレコーダは、大きく2つに分類することが出来る。ひとつは、事故やヒヤリハットが発生した時のドライバ挙動である急ブレーキや急旋回をトリガとして、その前後の映像を車両前方に向けたカメラによって記録する、イベント記録型DRである。もうひとつは、運転中の全ての情報を記録する常時記録型DRである⁽⁶⁻¹⁾。これらのDRは、映像記録と同時に、GPS(Global Positioning System)や加速度のほか、速度、ブレーキ操作といったCAN(Car Area Network)情報を記録する⁽⁶⁻²⁾。特に前者のイベント記録型DRは、事故発生の記録映像としての利用の他、交通安全教育、事故やヒヤリハットのハザードマップ作成のために、多くの公共交通事業者を導入されている⁽⁶⁻³⁾。

一方、本研究室では、ドライバの視線位置の推定や、運転行動意図モデルの構築といった、ドライバの運転行動解析手法を開発してきた。これらの運転行動解析においては、車室内から取得可能な運転行動に対して、走行環境の変化によって適応行動への影響が示唆されてきた。そのため車両挙動と車両情報とが同期した長時間データの収集が重要となっている。このような目的から、本研究では、所望のデータ収集が可能な常時記録型DRの設計・開発を目的とし、基礎システムの設計・構築と基本性能の評価を行った。

(2) ドライブレコーダの構成

本研究で開発するドライブレコーダの構成図を図 6-1-1 に示す。ドライバの運転動作情報としては、2 台のカメラと加速度センサ、GPS (Global Positioning System) センサの 3 種類とし、それらを時刻同期させて記録する。カメラの解像度およびフレームレートは従来の画像処理研究にもとづき 1024×768[pixel], 30[fps]に設定し、データの転送にはギガビットイーサネットを用いる。また、加速度センサと GPS センサは計測用パーソナルコンピュータ (PC) と Bluetooth 無線通信により記録する。データの保存には耐震性の高い SSD (Solid State Drive) を複数使い、RAID ユニットの用いて 1[TB] の容量を確保する。

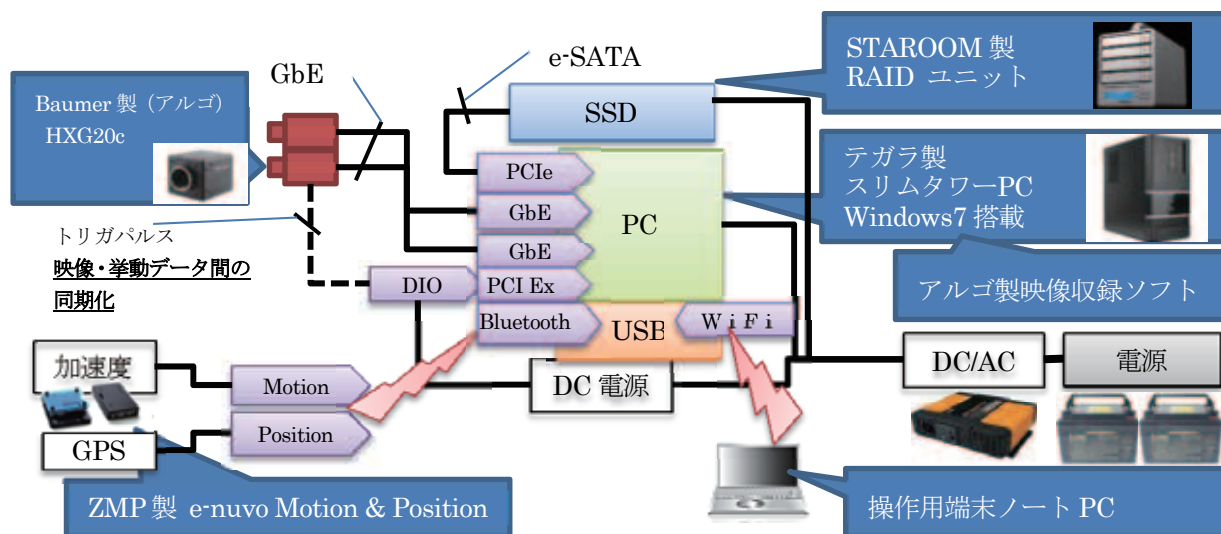


図 6-1-1 ドライブレコーダ構成図

(3) 車両実験と結果

前節にて構成した機器について、特に移動中の車両内での安定計測の可能性とその精度を検証する目的で、以下の車両実験を行なった。実験車両には本学所有の公用車 (Toyota Estima Hybrid) を用い、教員がドライバとなって大学構内周回道路にて運転を行なった。

本実験により取得した車両の高さ方向の加速度のグラフを図 6-1-2 に示す。図中縦軸は、車両の天井方向を正とした加速度であり、横軸は計測時間である。このグラフにおいて、83[s]前後に大きな加速度が発生している。図 6-1-3 (a) に同時刻の、および、同図 (b) にその 1[s]後の車両前方映像を示す。これらとの照合により、発生した加速度は、構内周回道路に設置された減速用ブロック帯を実験車両が通過した時に生じたものであることがわかる。同様に、83[s]前後の加速度は、実験車両の前・後輪が減速用ブロック帯の通過に伴い、乗り上げ、降りたことによるものである。現時点では、カメラのフレームレートレベルでの映像とデータの同期収録精度の検出には至っていないが、おおよそ目的とする同期収録ができていることが確認できた。

また、同一時間帯での GPS センサのデータと車両映像との比較により、位置情報精度を検証した。検証用となる参照用位置情報としては、Google Maps™ にて公開されている位置情報および航空写真情報を用いた。その結果、GPS 計測値と計測時点の車両位置との間に約 5[m]のずれが生じていることが確認できた。この誤差は、Google Maps™ の公開する位置情報と航空写真

との校正誤差（約 6[m]）と同等であることが確認できた。

以上の検証結果をもとに、各センサの計測精度およびセンサ間の同期精度の補正・補償方法を検討する予定である。

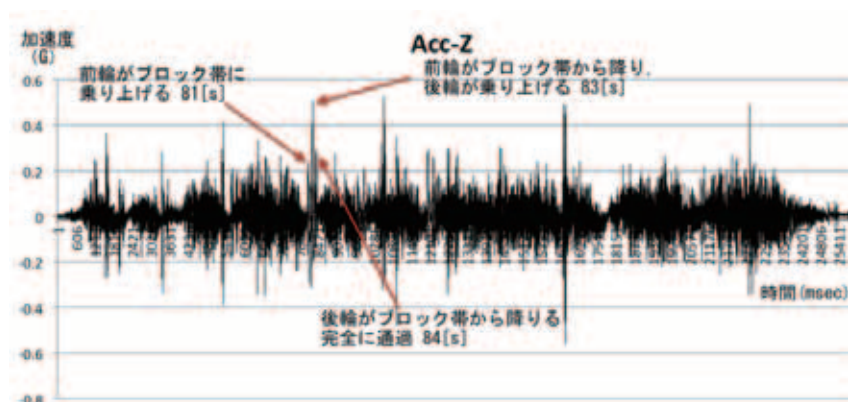


図 6-1-2 走行実験時の車両高さ方向の加速度データ



(a) 実験時間 83[s]での前方映像 (b) 実験時間 84[s]での前方映像

図 6-1-3 走行実験時の車両前方映像

(4) おわりに

本研究では、長時間のデータ収録が可能なフリーランドライブレコーダの開発を目的に、その基礎システムの構築と構成要素の同期計測精度および位置情報精度の検証を行なった。大学構内周回道路を対象とした公用車を用いた実験により、車載での動作の確認と基本的な検証を行い、基本性能を確認した。今後は、現時点の機器構成に対し、運転動作行動を計測するための要素を追加し、各々の精度検証と最終的な同期収録性能の確認を行なう予定である。

(章 忠, 三宅 哲夫, 今村 孝, 佐々木 大慶, 古市 平)

6-2 ドライビングシミュレータを用いた運転行動意図の付与とその推定に関する研究

(1) はじめに

6-1 で示したように、交通事故の低減対策としてドライバの行動解析技術に関する研究開発が盛んに行われている。なかでも、交通事故による重大な人身損傷を軽減するため ABS やエアバッグなど、様々な安全装備が多くの自動車に標準装備されている。さらに自動車単体での運転支援ではなく、道路情報と車両情報を組み合わせ、より安全性や利便性が高い運転支援の実現を

目指した高度道路交通システム（ITS：Intelligent Transport Systems）の実用化も進められている⁽⁶⁻⁴⁾。このような運転支援システムは、利便性は勿論、安全性から見ても非常に有用であり、ドライバへ多種の情報を提供できる。

ところが、ドライバ意図を考慮した運転支援システムは実用化されていないのが現状である。これらの運転支援システムは、ドライバの意図に反した支援を行う可能性もある。その場合、運転支援システムがかえって運転の妨げとなりシステムの価値や信頼性が損なわれてしまう。上記の研究背景より、本研究室においてはパターンマッチング手法をドライバ意図の推定に適用する研究を進めてきた。そのなかでも、ドライバ意図の真値を得ることができなかったために、客観的なモデル構築や、定量的な推定精度を論ずることが困難であった。

本研究ではドライバが交通規則を遵守することを前提に、ドライバを取り巻く環境の制御によって、その意図を誘導する実験を行う。この実験によりドライバを所定の意図へと誘導し、その結果をドライバ意図の真値と仮定することで、パターンマッチング手法を用いた意図推定モデルを構築し、その推定精度の検証を行う。また、運転支援システムなどのドライバ意図推定のアプリケーションの多くは、リアルタイム意図情報を必要とすることから、ドライバ意図のリアルタイム推定手法についても検討する。

なお、本研究において対象とするドライバ意図とは、ドライバが今まさにしている運転に関わる動作（停止・加速・走行・減速・左折・右折）と定義する。

（２）走行環境の設計

本研究で使用する運転行動データは、FORUM8 社のドライビングシミュレータ（以下 DS）UC-win/Road 9.0.0 を用いて収集する。図 6-2-1 に導入した DS の外観を示す。



図 6-2-1 本研究で構築したドライビングシミュレータ装置

DS は一般に、実車とは異なった運転感覚を与えるという欠点を持つものの、実験条件を統制・制御・再現できるため、ドライバの認知・判断プロセスの研究に適している。走行環境内には、自動車の運転において、信号を視認した時点で赤であれば停止に至るなど、基本的な交通規

則の遵守を前提に、以下のような走行環境の変化に伴う運転意図変化の関連性を想定し、環境制御量として配置した。これにより、被験者は違和感なく所定の意図へと誘導される。本研究では、この所定の意図を「意図ラベル」と呼び、ドライバ意図の真値として扱う。

《環境制御量》

交通信号（青→赤）提示

自車両が所定の減速開始地点座標に到達すると、赤になるように設定された信号機を設置する。

ねらい：減速ラベルの定義

交通信号（赤→青）提示

信号が赤に変化してから、一定時間経過後に再び信号が青になるように設定する。

ねらい：加速ラベルの定義

周辺交通流

自車両の周辺車両には目標速度を設定し、被験者が自然に流れに合わせた運転を行うように図る。また、先行車に速度を設定することによって、自車両の最高速度を制限する区間を設ける。

ねらい：加速ラベルと走行ラベルの定義

交差点

被験者に予め、走行ルートを説明するとともに、運転中に右左折する交差点に接近すると、モニタ上に方向指示を表示する。

ねらい：右左折ラベルの定義

（３）データの解析

前章で示した走行環境により取得したデータ（約 500[s]・10,000 点）を以下の手順で解析し、意図ラベル定義を行う。これらは、ドライバの操作量を閾値処理等による分類にて定義できることから、その客観性を保証している。

《ラベル定義手順》

1. 停止ラベル(Stop) 定義

速度が 0 かつ、アクセルを踏んでいない時を「停止」とする。

2. 減速ラベル(Decel) 定義

信号が赤に変化する座標付近でアクセルを離した時刻を探索し、その点から「停止」するまで、もしくは再び加速度が正になるまでを「減速」とする。

3. 加速・走行ラベル(Accel/Constant) 定義

「加速」区間及び「走行」区間は、先に定義した「停止」と「減速」の間、もしくは「減速」と「減速」の間にあらわれると仮定できる。それらの区間を 2 つの直線で近似し、2 直線の交点以前を「加速」区間、以後を「走行」区間とする。

4. 右左折ラベル(TurnRight/TurnLeft) 定義

交差点進入中に、アクセルを踏み始めた時刻を右左折開始点とし、交差点終了地点周辺でステアリング角度 0 になった時刻にて、右左折終了とする。

(4) 運転行動意図推定

①オフライン意図推定

本研究で構築した走行環境を用いて被験者実験を行い、提案手法の検証を行った。なお、被験者実験は、本学「ヒトを対象とする研究規定」にもとづく実験計画の審査・承認を得たのち、インフォームドコンセントを得た被験者を対象に実施した。本実験の被験者としては、健康な 20 才代の男性 4 名 (a~d) を対象とした。

まず、取得した運転データを前章のラベル定義手順にしたがって分類した。図 6-2-2 に、運転データと定義したラベルの時間推移例を示す。速度・ステアリング角度・ペダル操作量の変化に伴って、適切にラベルが定義されている。

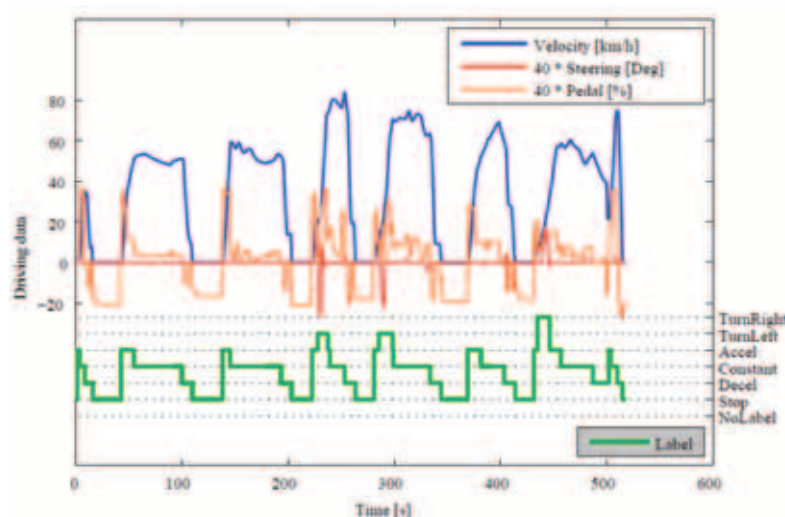


図 6-2-2 意図ラベルの定義結果

次に、速度・加速度・ステアリング角度・ペダル操作量の各値を 4 次元の学習データとして、停止・加速・走行・減速・左折・右折の意図ラベル毎に計 6 つの混合正規分布 (GMM: Gaussian Mixture Models) を構築した。GMM は、複数の正規分布の線形結合によって表現される統計モデルである。ある時刻 t における特徴ベクトルを与えたときの確率を求め、さらに前向きアルゴリズムを適用し、その値が最大となる意図に属するものと推定する。取得される運転データは毎回のばらつきが大きく、GMM の混合数を多くすると、過学習に陥り推定精度の低下を引き起こす。そのためここでは混合数 2 とした。今回定義した意図ラベルを真値とすることで、真値と意図推定結果とが等しいサンプル数を定量化でき、さらに、全サンプル数で除して求めた割合を推定精度として取り扱うことが可能となった。

次に図 6-2-3 に被験者 a の意図推定の結果を示す。被験者 a では 88.0%, また被験者 a~d 全

員の平均で 83.3 %の精度で意図推定ができた。これにより、ドライバ意図の遷移時刻を定量化することに成功したことを確認した。推定精度を導入したことで、GMM を用いた意図推定の結果を客観的・定量的に評価する指標とすることができた。これらの結果により、今後、意図推定モデルを最適化するなど、定量的な改善が見込める。

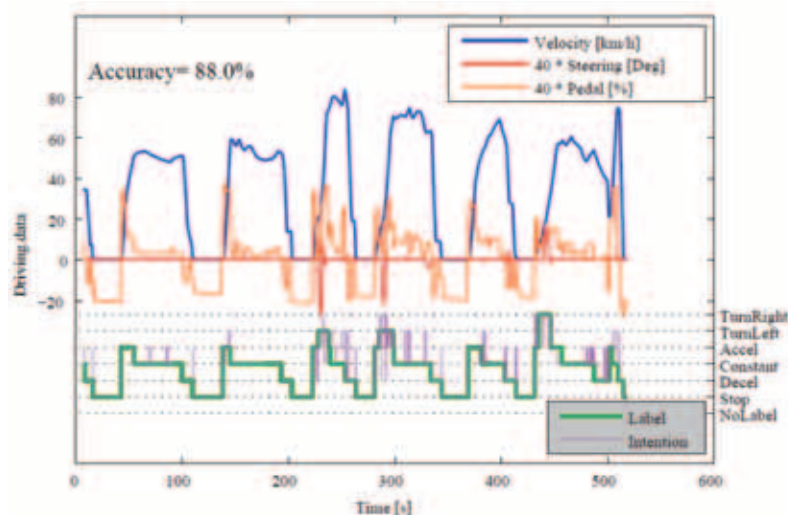


図 6-2-3 被験者を対象とした意図推定結果

②リアルタイム意図推定システム

ドライバ意図推定を運転データ 1 サンプル毎にリアルタイムで行うことで、様々な運転支援アプリケーションの実現が見込める。そこで、その実現可能性を検証するために、リアルタイム意図推定システムを構築した。図 6-2-4 に構築したシステムの概略図を示す。

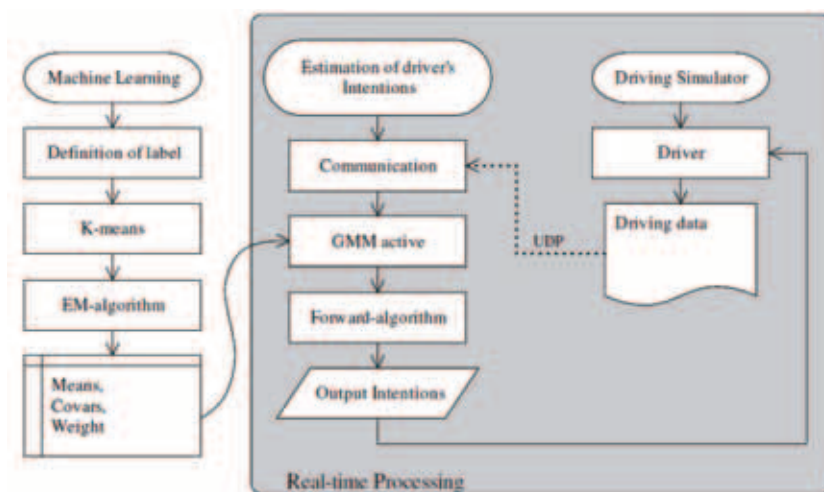


図 6-2-4 リアルタイム意図推定システムのフローチャート

本システムでは、あらかじめオフラインでドライバ毎にモデルの学習を行い、GMM の各パラメータを算出しておくものとする。リアルタイム意図推定処理は、イーサネットを介した DS 制御用とは異なる PC において演算を行うものとする。そのため DS からは制御サンプルごとに意

図推定に用いる運転データを転送する。データ転送には、イーサネットプロトコルのうち、UDP (User Datagram Protocol) を用いた。UDP では、データの送達検証処理を伴わないため、データ転送の順序や完全性は保証されないものの、通信処理のオーバーヘッドが削減され、即時性が保たれる。これにより送信される運転データに対し、リアルタイムに意図を推定し付与する。なお、GMM と前向きアルゴリズムによる意図推定は計算負荷が小さく、このことは検証実験においてもリアルタイム処理が十分可能あることで確認できた。

(5) おわりに

DS を用いてドライバを取り巻く運転環境条件を制御することで、ドライバの意図を誘導し、運転データに対して真値に相当する意図ラベルを定義する方法を提案し、実験により有効性を確認した。これにより、運転行動意図推定モデルの構築に規範データを用いるパターンマッチング手法の適用が可能となった。また、今回定義した意図ラベルを真値とすることで、推定精度の定量的な評価が可能となった。

さらに、本研究では意図推定モデルがリアルタイム処理も可能であることも示した。今後はリアルタイム意図推定を発展させ、漫然運転や眠気検出など、運転状態推定システムへの応用も期待できる。

(章 忠, 今村 孝, 三宅 哲夫, 荻 智成)

6-3 ファジィ推論によるドライバの集中状態の評価

(1) はじめに

日本の交通事故死者数は、安全運転支援システムなどの効果により、1995 年以降減少している。しかし、事故発生件数はいまだに 691,937 件と十分な減少に至っていない。その主な原因は、日常的な走行経路における車両前方不注意、脇見、ぼんやり運転などの、いわゆる漫然運転が多くを占めている。このことは重大な問題であるにも関わらず、現状では積極的な漫然運転の防止対策がなされていない。

かかる背景にもとづき、我々は図 6-3-1 に示す、ドライバの運転集中度を評価するシステムを構築してきている。本システムは、車両に二台の単眼カメラを搭載しドライバの運転集中度を評価するものであり、Camera 1 は車両前方を、Camera 2 はドライバの顔をそれぞれ撮影する。これら二台のカメラによる情報を画像処理することにより、ドライバの視線と注視対象の情報がそれぞれ得られ、その情報処理により漫然度・覚醒度・運転集中度などを推定・算出する。これまでに、ドライバの注視行動を数値化し、前方映像中の対象物との整合により、その注視行動の妥当性を判断し、ドライバの運転集中度を推定するシステムや、画像処理を用いた瞬き率の計測による意識低下検知システムが提案してきた。また、他研究者や自動車開発企業等により、主に居眠りを対象にしたドライバ計測技術が研究されてきた。

本研究では、図 6-3-1 に示すシステムのうち、ドライバが注視すべき物体の位置情報、ドライ

バの視線情報と瞬きの情報に基づき、意識低下時の行動と前方環境との関連性を検討し、ドライバの運転状態推定を試みる。特に、ドライバが「ぼんやりして運転する」という曖昧な行為を検出する方法として、ファジィ推論を適用し、ドライバの集中度を推定すると共に、安全運転の度合いを評価することを目的とする。

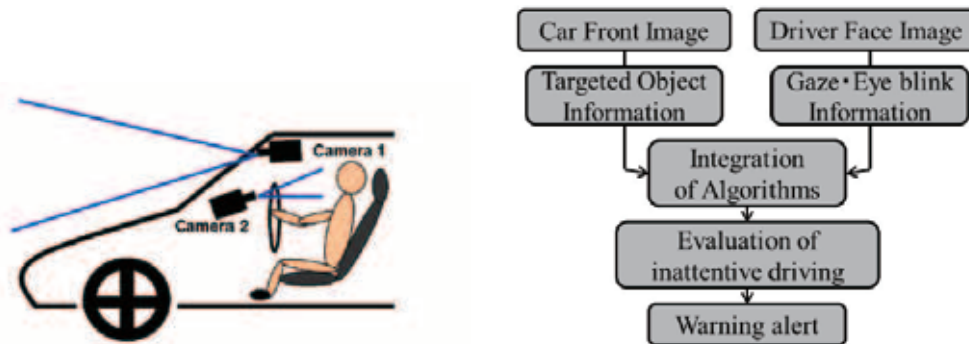


図 6-3-1 提案する漫然運転検出システムの概略

（２）集中度低下の判定

①ファジィ推論について

ファジィ推論とは、定量的に規定できない「曖昧さ」をルール条件や結論に記述できる推論方式である。理論値が 0 以上、1 以下の任意の実数を取り扱い、0 に近いほど偽に近く、1 に近いほど真に近いという推論である。ファジィ推論のルールは曖昧性を含む「IF $w = A$ AND $x = B$ AND $y = C$ THEN $z = D$ 」のような IF-THEN 形式となる。それぞれ、IF で示されるメンバーシップの前件部、THEN で示されるメンバーシップの後件部と呼ばれ、 w, x, y, z は変数、 A, B, C, D はファジィ集合である。「 $x = A$ 」は「 $x \in A$ 」すなわち「 x はファジィ集合 A に属する」という意味を表す。後件部 D は結論として生成する。ファジィ推論はこの考え方を拡張したものであるが、普通の論理的推論と異なる点は、事実と前件部と比較に、一致するまたは一致しないかの 2 値論理ではなく、曖昧性のあるファジィ論理を使うことである。なお、抽出のための画像処理・画像認識システムの開発には、C 言語ライブラリである OpenCV を使用する。

②ファジィルール

高速道路で運転するときには、常に道路標識、他車両、走行前方を注視する必要があるため、ドライバの視線と注視すべき対象とのユークリッド距離、ドライバの視線と走行している車線の前方遠点とのユークリッド距離、瞬き率(1 分間当たりの瞬き回数)の異常の有無という三つの情報をファジィ推論の入力パラメータに用いた。

次に、推論対象となる運転集中度を以下のように定義する。

瞬き率の異常が無い、かつ走行車線前方に注視対象がないときは、その走行車線前方を注視する場合、集中度を 8 とする。この方向に注視対象がある場合も、当然、視野内に注視対象があるので、運転集中度は維持されると仮定できるため、集中度を 8 とする。一方、瞬き率の異常が有

り、かつその走行車線前方および注視対象のいずれも注視しない場合、明らかに運転に集中していないため、集中度を 1 とする。表 6-3-1 に本研究で提案した 8 つのファジイルールを示す。

表 6-3-1 提案するファジイルール

	Antecedent			Consequent
Rule	Input 1	Input 2	Input 3	Output
Rule 1	Small	Small	No	8
Rule 2	Small	Small	Yes	6
Rule 3	Small	Large	No	6
Rule 4	Large	Small	No	6
Rule 5	Small	Large	Yes	3
Rule 6	Large	Large	No	3
Rule 7	Large	Small	Yes	3
Rule 8	Large	Large	Yes	1

Input 1: Angle of gaze point and targeted object

Input 2: Angle of gaze point and far point

Input 3: Abnormal eyes blinking

Output: Level of driving attentiveness

③メンバーシップ関数

メンバーシップ関数とは、ファジィ集合の要素がその集合に属する度合いを表す関数である。0 から 1 の間の任意の実数値を取り扱える。0 はその要素がファジィ集合に完全に属さないことを示し、1 のときは完全に属することを示す。ファジイルールにおいて、IF で示されるメンバーシップ関数の前件部、THEN で示されるメンバーシップ関数の後件部という。

④メンバーシップ関数の設計

本研究は、ドライバが運転時に注視すべき物体を注視するか、常に走行車線の前方への注意をするかという曖昧な命題を、定量的に表現する必要がある。そのため、ドライバの視線と注視すべき物体との角度および視線と走行車線前方消失点との角度により、ファジィ集合のメンバーシップ関数を決定する。また、運転集中度の推論結果を良くするために、瞬き変化も考慮し、ファジィ推論の一つのパラメータとして加えた。

また、ドライバの注視特性を把握するために、運転時の有効視野についても検証した。人間の視野は横方向で 180～210[deg] の広がりを持つが、解像度の高い中心視は約 2[deg] に過ぎない。この範囲は網膜構造に規定されている。他方、図 6-3-2 に示す有効視野すなわち中心視の周りで

比較的明瞭に認知できる範囲は、約 4～20[deg]の範囲である。そこで、本研究では、上述した有効視野に基づいて、ファジィ推論の入力パラメータ 1 と 2 のメンバーシップ関数の P と Q の値を設定する。ただし、先行研究の視線推定誤差が 2[deg] であるため、その誤差を考慮し、P を 6[deg]、Q を 22[deg] にする。

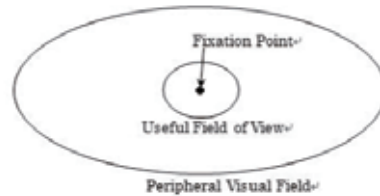


図 6-3-2 ヒトの有効視野

さらに、基本的な瞬きの変化と集中度低下の関連性を調査した。そのために、ドライビングシミュレータを用いて、後述の内容で被験者実験を行った。なお、本研究における被験者実験は、豊橋技術科学大学「ヒトを対象とする研究規定」にもとづく実験計画の審査・承認を得ている。また被験者は、健康な成人男性 2 名であり、それぞれに十分な実験説明を行い、インフォームドコンセントを得ている。実験時間は 15 分である。ただし、被験者 1 の場合は 10 分である。その間に、計 3 回のタスクを被験者に与えた。タスクとは、被験者が運転中に集中力を低下させるための 2 桁の足し算である。例えば、25 から 32 までの足し算を声出さずに暗算し解答するというタスクである。図 6-3-3 に被験者の瞬き結果の例を示す。



図 6-3-3 被験者の瞬き回数の計測例

なお、グラフの横軸はフレーム数[frame]、縦軸は過去 60 [sec]の瞬き回数の合計を表す。グレー色の区間はタスクが与えられた区間を表す。顔の撮影用のカメラのフレームレートは 30[fps] である。実験の結果により、タスクが与えられていない時と与えられている時の瞬きに変化があることが見られた。タスクを解いている被験者の瞬き回数は増加しつつあることが分かった。また、タスクが与えられた時に、速い 2 回連続の瞬きが起きるという傾向があることが見られた。その結果を図 6-3-4 に示す。

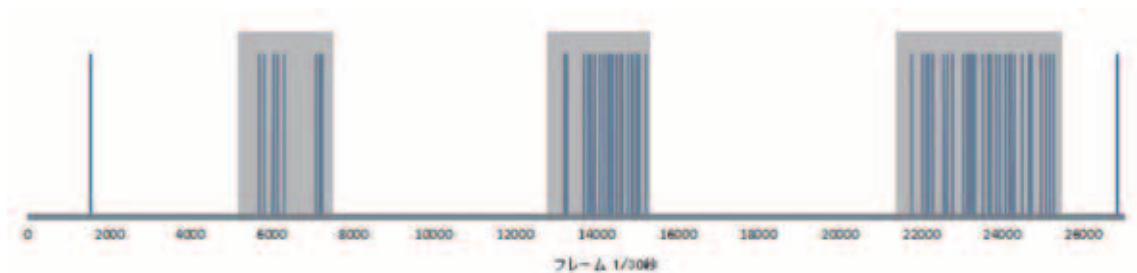


図 6-3-4 連続する瞬きの計測例

以上の結果にもとづき、ファジィ推論の入力 1 と入力 2 のメンバーシップ関数を(1) 式と(2) 式に示すように設計する。また、被験者実験の結果により、ファジィ推論の入力 3 に関するメンバーシップ関数を(3) 式に示すように設計する。

$$\mu(\alpha) = \begin{cases} 1 & (0 < \alpha < P) \\ \frac{Q - \alpha}{Q - P} & (P < \alpha < Q) \cdots (1) \\ 0 & (Q < \alpha) \end{cases}$$

$$\mu(\beta) = \begin{cases} 1 & (0 < \beta < P) \\ \frac{\beta - P}{Q - P} & (P < \beta < Q) \cdots (2) \\ 0 & (Q < \beta) \end{cases}$$

$$\mu(\gamma) = \begin{cases} 1 & (0 < \gamma < S) \\ \frac{\gamma - S}{T - S} & (S < \gamma < T) \cdots (3) \\ 0 & (T < \gamma) \end{cases}$$

(3) まとめ

本研究では、ドライバの視線と注視対象位置、瞬き率の変化を計測し、ドライバの運転集中度をファジィ推論により推定するシステムを作成した。また、運転時の瞬き率変化を入力パラメータとして従来のファジィ推論に加えることにより、運転集中度の推定結果の改善が見込める。

(三宅 哲夫, 章 忠, 今村 孝, Elvin Tiong Chew Lun)

6-4 研究発表実績, 今後の課題

本研究テーマについては、平成 25 年度において、以下の研究発表を行った。

■学術論文投稿

1. Md Rizal Othman, Zhong Zhang, Hajime Suzuki, Takashi Imamura and Tetsuo Miyake, Development of A Driver Inattention Detection System Using Dynamic Relational Network, International Journal of innovative Computing Information and Control, accepted

2. Z. Zhang, H. Ishii, T. Imamura, and T. Miyake, Development of Real-time Abnormal Sound Diagnosis System Using Fast Wavelet Instantaneous Correction, ICIC Express Letters, Part B: Applications, Vol.5, No.1, pp.201-206, 2014.
3. T. Akiduki, Z. Zhang, T. Imamura, and H. Takahashi, Toward Symbolization of Human Motion Data --Time-Series Clustering in Symbol Space--, ICIC Express Letters, Part B: Applications, Vol.5, No.2, pp.387-392, 2014.
4. Tetsuo Miyake, Takuya Matsumoto, Takashi Imamura and Zhong Zhang, Early Detection of Drowsiness based on Facial Expressions in Keeping Awake, ICIC Express Letters, Vol.8, No.2, pp.591-596, 2014

■国際学会論文発表

1. Zhong Zhang, Yuki Asakawa, Takashi Imamura and Tetsuo Miyake, Experiment Design for Measuring Driver Reaction Time in Driving Situation, Proc. of the 2013 International Conference on System, Man and Cybernetics(SMC2013, Manchester, 14-16 Oct, 2013), pp.3699-3703.
2. Takashi Imamura, Tomonari Ogi, Zhong Zhang and Tetsuo Miyake, Study of induction and estimation method for driver's intention by using a driving simulator, Proc. of the 2013 International Conference on System, Man and Cybernetics(SMC2013, Manchester, 14-16 Oct, 2013), pp.3322-3326.
3. Takashi Imamura, Tomonari Ogi, Elvin Tiong Chew Lun, Zhong Zhang and Tetsuo Miyake, Trial Study of Traffic Safety Education for High School Students using Driving Simulator, Proc. of the 2013 International Conference on System, Man and Cybernetics(SMC2013, Manchester, 14-16 Oct, 2013), pp.4606-4611.

■国内学会発表

1. 浅川祐樹, 章 忠, 今村 孝, 三宅哲夫, ドライバの運転中における反応時間計測とその評価, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 2013 (Robomec2013), (2013.05.23-24), pp.2P1-G06(1)-2P1-G06(4)
2. 岩本拓馬, 今村 孝, 章 忠, 三宅哲夫, ハンドルセンサを用いた把持圧力と乗車姿勢の関係解析, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 2013 (Robomec2013), (2013.05.23-24), pp.2P1-G07(1)-2P1-G07(4)
3. 今村 孝, 荻 智成, Elvin Tiong Chow Lun, 章 忠, 三宅哲夫, 高校生を対象としたドライビングシミュレータを用いた交通安全教育の試み, 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス部門講演会 2013 (Robomec2013), (2013.05.23-24), pp.2P1-P07(1)-2P1-P07(4)
4. 川野友裕, 章 忠, 今村 孝, 三宅哲夫, 両耳聴音源方向定位手法の統合インタフェースへの応用, 第 56 回自動制御連合講演会, (2013.11.16-17), pp.647-650
5. 秋月拓磨, 章 忠, 今村 孝, 高橋弘毅, 軌道アトラクタによる運動時系列の記号化手法の検

討，第 56 回自動制御連合講演会，(2013.11.16-17)，pp.1650-1653

6. 香川亮太，章 忠，三宅哲夫，今村 孝，交差点右左折時におけるドライバの運転行動解析，計測自動制御学会中部支部オープンラボ・若手研究発表会，(2013.11.28)
7. 佐々木大慶，章 忠，三宅哲夫，今村 孝，バス用ドライブレコーダの開発とデータ解析，計測自動制御学会中部支部オープンラボ・若手研究発表会・(2013.11.28)
8. 石川智規，三宅哲夫，章 忠，今村 孝，ドライバの視線計測の高精度化，計測自動制御学会中部支部オープンラボ・若手研究発表会，(2013.11.28)

本報告に示したように，ドライバ計測に関する基礎技術の構築とその実験・実証を進めている。また，運転プラットフォームを追加したドライビングシミュレータにおいて，本格的な運転環境を実現し，これを用いた被験者実験も随時実施している。今後，本報告で示した各基礎技術について，ドライビングシミュレータへの実装を加速化し，実証システムの構築を早期に実現することが当面の課題である。

参考文献

- (6-1) ドライブレコーダによる事故防止マニュアル映像記録型ドライブレコーダ活用手順書，<http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/03driverec/resource/data/order.pdf>，国土交通省 自動車交通局 (2009.10)
- (6-2) 自動車運送事業者が事業用自動車の運転者に対して行う一般的な指導及び監督の実施マニュアル<第 1 編 基礎編>，http://www.mlit.go.jp/jidosha/anzen/03safety/resource/data/bus_kiso.pdf，国土交通省，(2012.4.10)
- (6-3) 久保登，森みどり，ドライブレコーダーデータの効率的な自動分類手法，日本機械学会論文集 77 巻 778 号，pp.338 – 353 (2011-6)
- (6-4) 野崎敬策，地域 ITS の動向と将来，情報処理学会研究報告，モバイルコンピューティングとユビキタス通信研究会研究報告，2011-MBL-60(20)，1-11，(2011)