

20 状況・意図理解によるリスクの発見と回避

：運転作業状態の推定技術の開発

ヒューマンファクタープロジェクトチーム *松岡 猛、福戸 淳司、沼野 正義、
吉村 健志、丹羽 康之、伊藤 博子、宮崎 恵子
日本原子力研究所 劉 峭

1. はじめに

著者等の研究グループは、これまで、操船シミュレータによる船舶航行の安全性評価や海難分析、航行支援装置の開発とその有効性評価等の研究を通じて、航行システムの高度化や海上交通の安全確保を目指してきた。これらを踏まえ、ヒューマンファクターが大きな要因となる海難事故をはじめとする交通事故を予防する研究を効率的に実施するため、ヒューマンファクタープロジェクトチームが設置された。

プロジェクトチームでは、運転者を要素とする交通システムが、潜在的に危険な状態に移行しつつあることを早期に検出し、その進展を防止する予防安全型の技術開発を行っている。ここでは、運転者の運転行動をモニタリングし、機能の低下や作業の不適合を検出し、運転者や管理者にアドバイスを与え、ヒューマンエラーを低減することを目的としている。現在、海上交通を対象とする研究としては、操船者の作業状況に応じて適切なアドバイスを提供することによりヒューマンエラーを低減する技術の開発を開始した。また、文部科学省科学技術振興調整費重要課題解決型研究課題「状況・意図理解によるリスクの発見と回避」プロジェクトの一部として、長時間の運転行動を対象とした運転作業状態の推定技術の研究を開始した。本稿では、まず、本プロジェクトの概要を示し、当所の研究内容について概説する。

2. 「状況・意図理解によるリスクの発見と回避」プロジェクトの概要¹⁾

さまざまな交通システムの事故原因の70～80%

は運転者のヒューマンエラーとされ、それに対し、インターフェースの改善や自動化システムの導入等、事故発生の直接的要因を対象とする防止策が施されてきた。しかし、これだけでは、十分な事故低減が実現できていないのが現状である。これに対応するため、潜在的危険状態への移行を早期に検出・防止する新しい予防安全型の技術開発が必要とされている。

そこで、平成16年7月、産学官の合同研究グループにより文部科学省科学技術振興調整費重要課題解決型「状況・意図理解によるリスクの発見と回避」プロジェクトが開始され、当所も参加している。本プロジェクトの目的は、運転状況と行動をセンシングし、実データに裏打ちされた状況・意図相互関係モデルに基づいて、推定された意図と状況、行動間の不整合を検出することにより、事故の遠因となりうる潜在的危険状態（安全不確認、動静不注意、漫然・過労運転等）への移行を防止、あるいは潜在的危険状態から正常状態（安全運転行動）への復帰を促進することにより、事故の抜本的低減を図ろうとするものである。そこで本プロジェクトでは、予防安全型技術の実現に必要な研究を5つのカテゴリーに分類し研究項目を設定し、筑波大学を責任機関として図1並びに表1の通りの研究実施体制を取っている。

本プロジェクトでは、事業用自動車を対象としているが、上記の観点は、いずれの交通システムにも共通するものである。また、海上輸送と同様、低刺激の状態で、1人で長時間運転する長距離陸上輸送を対象としており、その成果は、海上交通の安全確保にも反映できるものである。

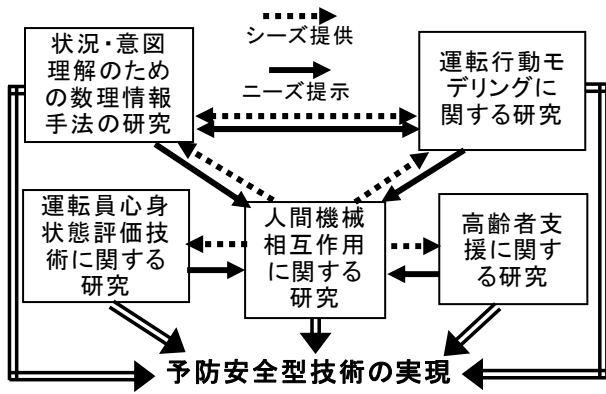


図1 研究実施体制

表1 研究項目と担当機関

人間機械相互作用に関する研究
(1) 心身状態の観測と推定に基づく適応的機能配分原理の開発（筑波大）
状況・意図理解のための数理情報手法に関する研究
(1) 状況・意図理解のための確率統計的手法とビデオサーベイランス技術の開発（産総研）
(2) 動的環境センシングによる視覚増強技術の開発（筑波大）
運転行動モデリングに関する研究
(1) 長距離運転行動データベースに基づくリスク評価技術の開発（産総研）
(2) 運転作業状態の推定技術の開発（海技研）
運転員心身状態評価技術に関する研究
(1) カオス論的音声信号処理アルゴリズムの開発と車載システムの試作（電子研）
(2) 評価音声の収集と評価実験の実施（鉄道総研）
(3) 音声信号処理システムの信頼性検証のための生理学的研究（東北大）
高齢者支援に関する研究
(1) 高齢者に適した情報提示技術のあり方に関する研究（交通研）
(2) 運転行動改善のための学習支援機構の研究（電通大）

3. 「運転作業状態の推定技術の開発」研究

3.1 研究の背景並びに目的

本プロジェクトの中で、当所は、これまで培ったポテンシャルを活かし、運行管理とその支援システムに着目し、運転者の状態変化を早期に検出して事故を防ぐための予防安全型の技術開発である「運転作業状態の推定技術の開発」研究を

施している。

現在の運行管理は、運転者の表面的な体調等のチェックや、日常点検の結果確認等の運行前後の点検・確認業務にとどまっている。また、車両重量が8トン以上または最大積載重量が5トン以上の事業用自動車には、運行記録計による瞬間速度、運行距離、運行時間の記録と保存（1年間）が義務づけられている。これらよりも、さらに踏み込んだ運行管理を実施するには、運転者が聞き流すことなく、かつ、運転者の負担を増加させることのない現場を尊重したシステムを開発する必要がある。そのため、運行管理者と運転者間のコミュニケーションを促進することは、高度な運行管理を構築するための有効な手段のひとつといえよう。当所では、従来、操船者に対して音声によるアドバイスを提供するシステムの開発を行ってきた。その経験から、熟練した操船技術を持つ運転者にわかりきったアドバイスをしても効果はなく、逆に利用されなくなることがわかっている。しかし、必要なアドバイスは望まれている。このため、受容性の高い有効なアドバイスを提供することが重要な課題であるととらえている。

そこで、本研究では、運行管理者と運転者の円滑なコミュニケーションの醸成と、受容性の高いアドバイスシステムを開発するため、運行管理の観点から求められる安全運転行動を規定し、運転者が対面する交通環境下でその安全運転行動を促す適切なアドバイスを運行管理者および運転者双方に提供するシステムの開発を行う。

3.2 研究の概要

上記目的を実行するため、当所では、運行管理に関する現状調査と運行管理側の要求を取りまとめ、求められる安全運転行動を検討している。これと並行して、運転画像記録システムを構築して運転席に設置し、長時間運転の運転者の挙動データを収集している。これらの挙動データと運転行動データベース（後述）の実路走行データを基に、運転者の行動データを作成し、安全確認行動を含む運転行動の観察・解析を行っている。そして、求められる安全運転行動と、運転者の実際の行動データを比較し、運転者及び運行管理者に、

運行記録及び適切なアドバイスを提供して、運転者を安全な運転行動に導く支援システムとして構築する計画である。

「運転作業状態の推定技術の開発」研究は、2章で示したプロジェクトの研究項目「運転行動モデリングに関する研究」の小項目として、産業技術総合研究所と共同で実施している。この研究では、産業技術総合研究所が実際の運送業務における高速道路走行を対象として長時間運転の実路走行データ（運転操作、車両状態、車間距離、走行中の道路上の位置等）の計測を行い、運転行動データベースを構築しており、当所では、この実路走行データとリンクする形で運転行動の画像記録を行い、追い越し行動に焦点をあてて、運転行動の解析を行っている。

3.3 運行管理の実態調査

長距離陸上輸送として長距離トラックの運行管理に関する一般的調査を行うと共に、運行管理者にインタビューを行い、運行管理上の問題点、要望について調査を行っている。現在のところ、長距離陸上輸送会社大手1社、中手1社に実施している。

前述したように、運行管理としては、運転者の体調、酒気帯び、睡眠時間等のチェックや、輸送機器の日常点検の結果確認等、運行前後の点検・確認業務に加え、運行記録計による瞬間速度、運行距離、運行時間の記録と保存（1年間）が義務づけられている。一般的には、運行記録計は、チャート紙に記録され、これにより運行実態が把握できるが、実際は、紙ベースであるため、詳細な解析には向かず、使いこなされているとは言えない。一方、この運行記録を電子化した高度な運行管理システムが導入されている会社もあるが、紙ベースの情報以上の情報が得られるようになっておらず、費用対効果の点から導入に消極的な面があることがわかった。

また、合理化等の一環で、対面点呼が必要最低限になり、遠隔地では電話による間接点呼が導入されたことから、運行管理者と運転者とのコミュニケーションが少なく、運行管理者による運転者の状態把握が難しくなっている。

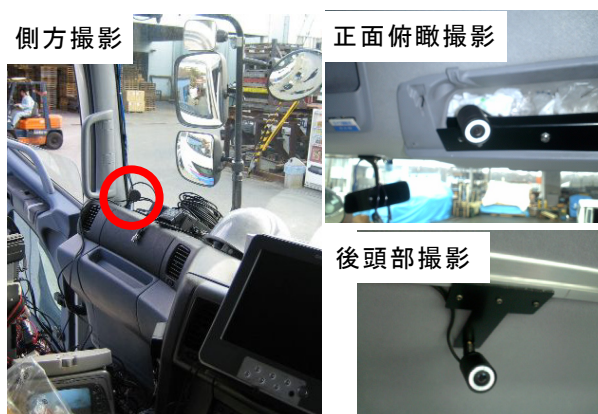


図2 運転画像記録システムカメラ取付位置



図3 運転画像記録システムのビデオ画像例

以上のような問題点から、運行管理者は、運転者の運行状態を示す客観的情報を要望していることが明らかになっている。

今後は、運行管理者の要望と運転者の行動データ解析結果を総合的に検討し、支援システムのプロトタイプイメージを提示して、運行管理者と運行管理形態について方向性を検討していくことにしている。

3.4 運転画像記録システムの構築

長距離運転の運転者の挙動データを収集するため、運転画像記録システムを構築した。図2に示すように、長距離輸送トラックの運転席に3台の暗視カメラ（この内赤外線投光機付き2台）を、設置し、ハードディスクレコーダで、運転者のビデオ画像を収集している。得られたビデオ画像の例を、図3に示す。

運行は、主として高速道路であり、1回の走行は8時間弱、また、4時間までに1回休憩を取ることが義務づけられているが、海上輸送と同様、低刺激の状態が続く走行となっている。これまでに、1カ月間1人の運転者のデータを記録した。運転画像記録システムによるデータ収集は現在も継続中で、最終的には、運転者5人、運転者1人につき約1カ月間のビデオ画像が収集できる予定である。この画像ファイルにより、運転者の観察を行うと共に、画像処理等を行い、頭部の移動量等の数値化の検討を行っている。これら数値化されたデータを運転者の挙動データとして、運転者の行動データの作成に用いると同時に、運転者の安全運転行動等の観察・確認を行う予定である。

3.5 運転者の行動データの作成

運転者の運転行動の観察・解析のため、運転画像記録システムからの画像ファイル並びに挙動データと、運転行動データベースの実路走行データ（アクセル・ブレーキ・ステアリング・等の運転操作、車間距離や道路上の位置等）を基に、追い越し行動を対象として、運転者の行動データを作成する（図4参照）。

実路走行データからは、追い越し行動の統計解析を進めると共に、追い越し行動に関連する要因の抽出を行う。同様に、運転者の挙動データからも、追い越し時の特徴について抽出を行う。現在のところ、実路走行データを中心に、運転者の行動の観察と符号化について試行し、追い越し行動に関する解析手法を検討している²⁾。

今後は、作成した行動データを評価することで、運転行動の特徴や変化を切り出し、運転者が危険な状態に移行する前の潜在的に危険な状態を検出することを目的に、研究を進める。

なお、本研究では、運転者10人以上、期間1年間以上の実路走行データを収集する予定である。これらの膨大な実路走行データから、被験者別、走行区間別、走行時間帯別等の特徴を示すことを目的に、マクロ的な解析も進めており、その結果は、当所だけでなく、本プロジェクト全体で共同利用される。

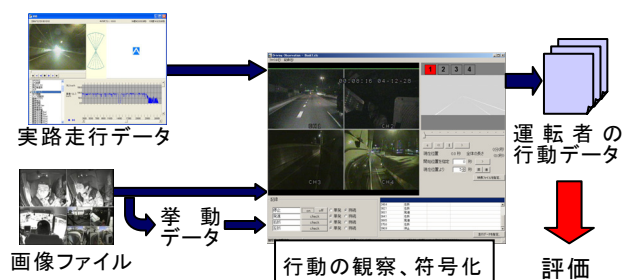


図4 運転者の行動データ作成過程

3.6 音声による運転作業内容抽出

本研究では、運転者及び運行管理者に、運行記録及び適切なアドバイスを提供して、運転者を安全な運転行動に導く支援システムの構築を目標にしているが、特に、運転者へのアドバイス支援システムの形態として、音声を用いることを検討している。そこで、運転者の状況把握とアドバイスを与えるための音声入出力ソフトウェアを製作し、定義済の語句に対する音声認識、合成音声による情報提供と問い合わせ及びこれら音声イベントを記録できるシステムの構築を行った。今後は、これらの検証を進めていく。

4. おわりに

海難事故をはじめとする交通事故を防ぐための予防安全型の技術開発を目指した「運転作業状態の推定技術の開発」研究について述べた。今後は、本稿で述べた各項目の研究を、他の機関とも連携しながら進めていく予定である。

本研究は、平成16年度開始の文部科学省科学技術振興調整費重要課題解決型プロジェクト「状況・意図理解によるリスクの発見と回避」により行われるものである。

参考文献

- 1) 稲垣：状況・意図理解によるリスクの発見と回避、ヒューマンインターフェース学会研究報告集 Vol.7 No.1、2005
- 2) 吉村他：長距離トラック運転における追い越し行動に関する研究、日本人間工学会誌第46回大会講演集、2005