

移動座標系観測システムによる交通コンフリクト分析*

Traffic Conflict Analysis with Moving Coordinates Observation System*

村松慎也**・若林拓史***

By Shinya MURAMATSU**・Hiroshi WAKABAYASHI***

1. はじめに

交通事故を防止するためにITSを用いた安全運転支援技術の開発が進められている。ウィーピング多発区間や分合流部において安全運転を支援するためには、基本情報としてコンフリクトの的確な計測と予測が必要である。計測するために、ITS技術を活用して自車両や周辺車両の位置や挙動をリアルタイムに把握することが必要である。これらの情報を基に、事故に至るまでのコンフリクトを的確に予測しドライバーに対して警告を発することが有効と考えられる。課題として真に危険なコンフリクトを的確に計測できる指標の開発が挙げられる。

本研究では、同期型車載カメラを用いた移動座標系によるコンフリクト分析という新たな試みを行う。従来のコンフリクト分析で共通するのは歩道橋などにカメラを設置して交通挙動を観測する定点観測である。この方法では多量のコンフリクトの観測、各種コンフリクト指標の有効性の検証が可能である。しかし、不特定多数の車両が撮影されている中で固有のドライバーの危険認識を把握することは不可能である。本研究ではドライバー固有の特性を観測するために、移動座標系を用いたコンフリクト観測を行う。具体的には動く車両から他の車両との接近状況を定量化する。定点観測と同様にコンフリクト指標を観測して有効な危険度指標を選定することを最終的な目的としているが、本研究では、まず移動座標系でのコンフリクト分析が可能かどうか明らかにする。今回は移動座標系カメラ観測システムを用い

て車両位置の連続取得、TTC指標、PET指標による分析が可能かの検証を行った。

交通コンフリクト分析に関する既存研究をまとめる。コンフリクトを計測する指標としてHaywardのTTC指標¹⁾、AllenらによるPET指標²⁾などが提案されてきた。元田³⁾は、錯綜手法に関する研究のレビューをしている。その中で定量的指標による錯綜分析は、解析に時間がかかる上に労力もかかり現場への応用が困難であるとしている。そのためかコンフリクト計測の実例は少なかったものの、近年いくつかの研究が見られるようになった。飯田・宇野ら⁴⁾は織り込み部における合流挙動をデジタルビデオ映像から解析し、TTC指標と独自のPICUD指標を算出している。PICUD指標は前方車が急減速をすると仮定した時に、後続車が反応遅れを伴って急減速したときに、両者が停車したときの相対的な位置を示すものである。また、若林・高橋ら⁵⁾も交通流ビデオ解析システムを用いて、TTC指標、PET指標、新たに提案したPTTC指標（後述）を用いて解析を行っている。

2. コンフリクト指標

錯綜現象の判定は観測者の判断にたよるところがあったが、観測者の訓練度や主観に影響されやすい問題があった。コンフリクト指標は対象となる交通コンフリクトがどの程度の危険性を有しているか客観的かつ定量的に判断することができる。算出された数値を基に、ある閾値を超えたときに警告を発するなどによって事故防止を図ることが可能と考えられる。これまでに提案されてきたコンフリクト指標の一例を以下に示す。

(1) TTC 指標

Hayward(1972)によって提案された指標である。

*Keywords: ITS, 交通安全

** 学生員, 名城大学大学院都市情報学研究科 (〒509-0261 岐阜県可児市虹ヶ丘4-3-3, Tel:0574-69-0131)

*** 正会員, 名城大学都市情報学部 (〒509-0261 岐阜県可児市虹ヶ丘4-3-3, Tel:0574-69-0131, Fax:0574-69-0155)

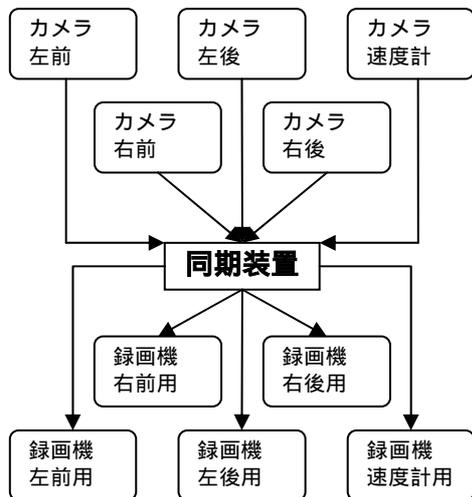


図 1 移動座標系観測装置の構成



図 2 コンフリクト観測装置を搭載した車両
この指標は2台の車両が回避行動を伴わない場合、その時点における速度と進行方向を維持したまま進行すると、何秒後に衝突するかを表す指標である。最大値は無限大で最小値は0秒である。

算出手順は、

車両の進行角度を求める。2台の車両が平行または離れていくなれば TTC は算出しない。

2台の車両の予定軌道が交差する点を算出する。各車両の先端、後端が交差点に達するまでの時間を算出する。

交差点に到達する各時間で衝突の有無を判断する。

衝突するのであれば、交差点に到達するまでの時間を TTC 指標とする。

これらを 0.2 秒ごとに計算する。

(2) PET 指標

Allen ら(1978)によって提案された指標である。この指標は車両 1 がその時点で占有している場所を衝突可能性地点とし、車両 2 がその地点に到達するまでの時間で定義される。

算出手順は、

2台の車両の車間距離を算出する。

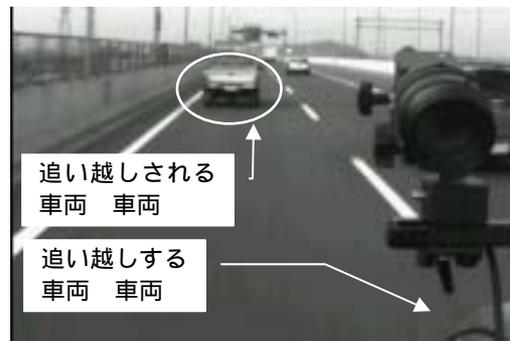


図 3 車載カメラからの画像

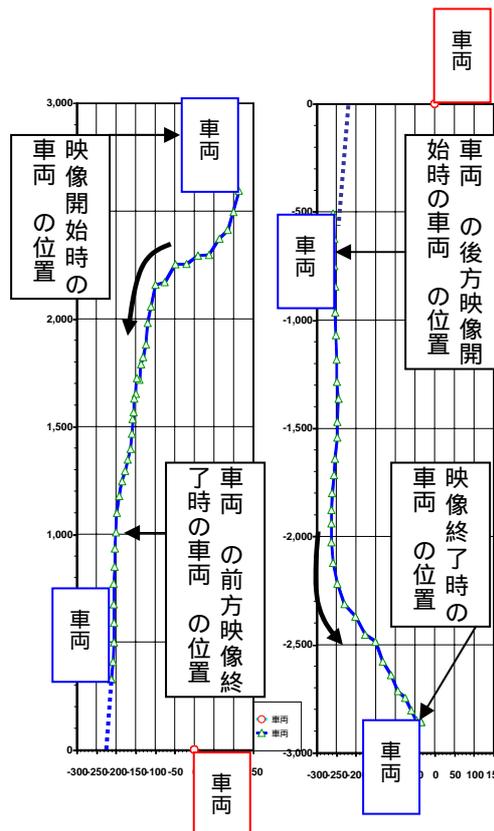


図 4 交通流ビデオ解析システムにより算出された車両から見た車両の位置
単位: cm 進行方向: 上 破線部は推定位置
撮影方向(左図:左前方 右図:左後方)

その時の前走車の位置を衝突可能性地点とする。後走車がそのままの進行方向に進んだとき、衝突可能性地点を通過しない場合は算出しない。通過する場合は後走車の速度が維持されたままならば衝突可能性地点に何秒後に到達するかを計算する。

これらを 0.2 秒ごとに計算する。

(3) PTTC 指標⁵⁾

若林ら(2002)によって提案された指標である。上記の TTC 指標では車間距離が極めて接近しながら2台の車両が追従する危険な状況でも算出されない。先行車の進行方向が変化しないで速度変化が生じた

場合に、後続車がその時点における速度と進行方向を維持したまま進行すると衝突するまでにかかる時間で定義される。

以上の指標により危険度の定量化が可能である。しかし、コンフリクト指標の危険閾値にはドライバー固有の特性があると考えられる。したがってある値(例えば1秒以下)で危険か危険でないかの線引きをすると、ドライバーが危険と感じていながら警告が発せられない場合や、ドライバーが危険と感じていないにもかかわらず警告が発せられる場合があり得る。ITSによる安全運転支援のために真に有効なコンフリクト指標にするためには、ドライバーの特性を学習して警告を発することができるシステムにする必要があると考えられる。

3. コンフリクト観測装置と車両位置の連続取得

移動座標系コンフリクト観測装置について説明する。図1に示すように、この装置は車両の屋根に4台のカメラと車速観測のためにスピードメーターを撮影するカメラを設置する。そして複数のビデオカメラを同期させるために、同期システムを介して録画用のビデオカメラに接続する。この方法によってシンクロさせた連続的画像が取得できる。画像は、別々のビデオテープに録画されるが、複数のカメラを同期させて移動物体の座標を連続的に取得することが可能になる。撮影された映像はコンピュータに取り込み、交通流ビデオ解析システム⁶⁾を用いて現実の座標を推定する。この解析システムはデジタルカメラ映像をパソコンに取り込み、AVIファイルで保存、再生して解析する。

車両位置の連続取得の一例を示す。撮影場所は名古屋高速道路である。図3は車両の左前方を撮影するカメラの映像で、車両が車両を追い越すために車線変更開始直後の画像である。撮影された映像から交通流ビデオ解析システムを用いて実際の車両の位置を算出すると図4のようになる。図

3の右図と左図は車両が車両を追い越す、連続する状況下で撮影された映像から車両の位置関係を示したものである。車両から見て、車両は線上に沿って位置が変化している。このように車両の位置を原点として他車の位置を特定できる方法が

開発できた。

4. コンフリクト分析の一例

ここでは、3.とは別の事例を利用して、車両位置の特定、TTC・PET指標の算出を行った。撮影場所、車両位置の特定方法は3.と同じである。

図6に車両の位置関係を示す。車両は前方カメラから、車両は前方と後方カメラから連続して位置を取得した。これは、図5に示すように車両と車両の間に合流する状況を示している。車両は車両を追い越して車両の後に合流している。車両は車両が車線変更を開始したのとほぼ同時に車線変更を開始している。この地点は合流部を通過した後、車線が減少するところである。車両と車両の縦・横方向の距離は進むにつれて減少し、同じ車線を走行する。図8にTTC・PET指標と速度の0.2秒ごとの変化を示す。コンフリクト指標は10秒を上限にしている。車両は減速状態にある。TTC指標は算出されないが、PET指標は車両と車両の横方向の距離が無くなった時点から変化し、0.6秒から1秒弱の間で算出されている。追走状態ではTTC指標は算出されにくいと考えられる。

5. 最後に

今回は移動座標系コンフリクト観測装置を用いて車両位置の連続取得とTTC・PET指標の算出を行った。車両前後の連続した車両の位置関係が特定できることによって、追い越した開始時から終了まで、また、車両間隙に合流するときの前後2台の位置関係の把握が可能である。撮影された映像からコンフリクト指標を算出することによって危険度が客観的に把握でき、そしてドライバーによる危険性の意思表示と組み合わせることによって危険度の閾値の把握ができる。今後は複数のドライバーによる撮影を行う。ドライバーによって他車との接近具合や、合流の際に必要な車間距離など、運転特性が異なるものと考えられる。また、道路状況や混雑具合によってもドライバーの意識は変化するものと考えられる。TTC・PET・PTTC等のコンフリクト指標を用いて危険度を定量化し、運転特性の違いを確認

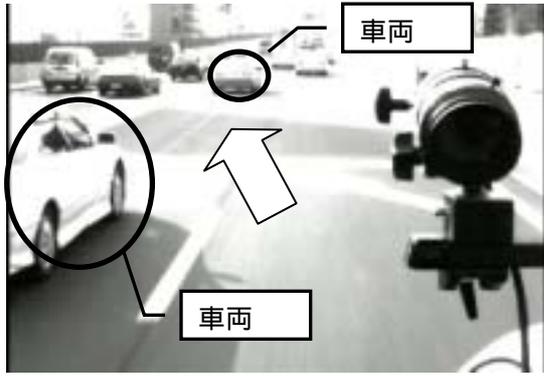


図 5 4章における交通状況
車両と車両の間に合流する

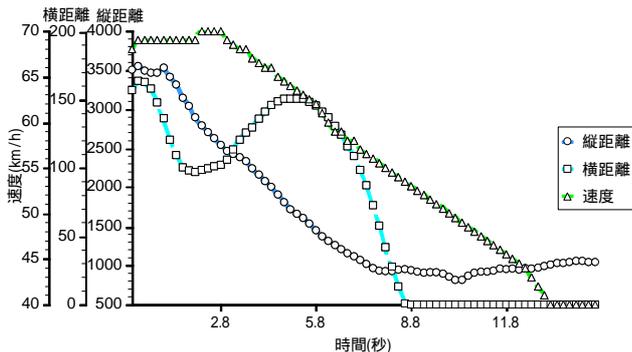


図 7 車両間の距離と車両の速度

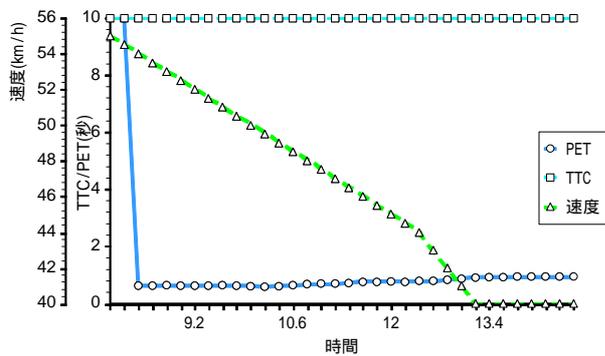


図 8 TTC・PET 指標と車両の速度変化
(車両と車両)

して、ドライバーの運転特性を学習するコンフリクト指標を検討していく予定である。

参考文献

- 1) Hayward, J.C. (1972). Near-miss determination through use of a scale of danger. Highway Research Record, 24-34.
- 2) Allen, B.L., Shin, B.T. and Cooper, D.J. (1978). Analysis of traffic conflicts and collision. Transportation Research Record, 677, 67-74.
- 3) 元田良孝：錯綜手法に関する研究の概観，交通工学Vol.27, No.2, pp.35-46, 1992.
- 4) 飯田恭敬・宇野伸宏・井坪慎二・菅沼真澄：織込み部におけるコンフリクト分析と車線変更のモデル化，土木計画学研究・講演集, No.24, CD-ROM, 2001.
- 5) 若林拓史・高橋吉彦・新見栄治：交通流ビデオ解

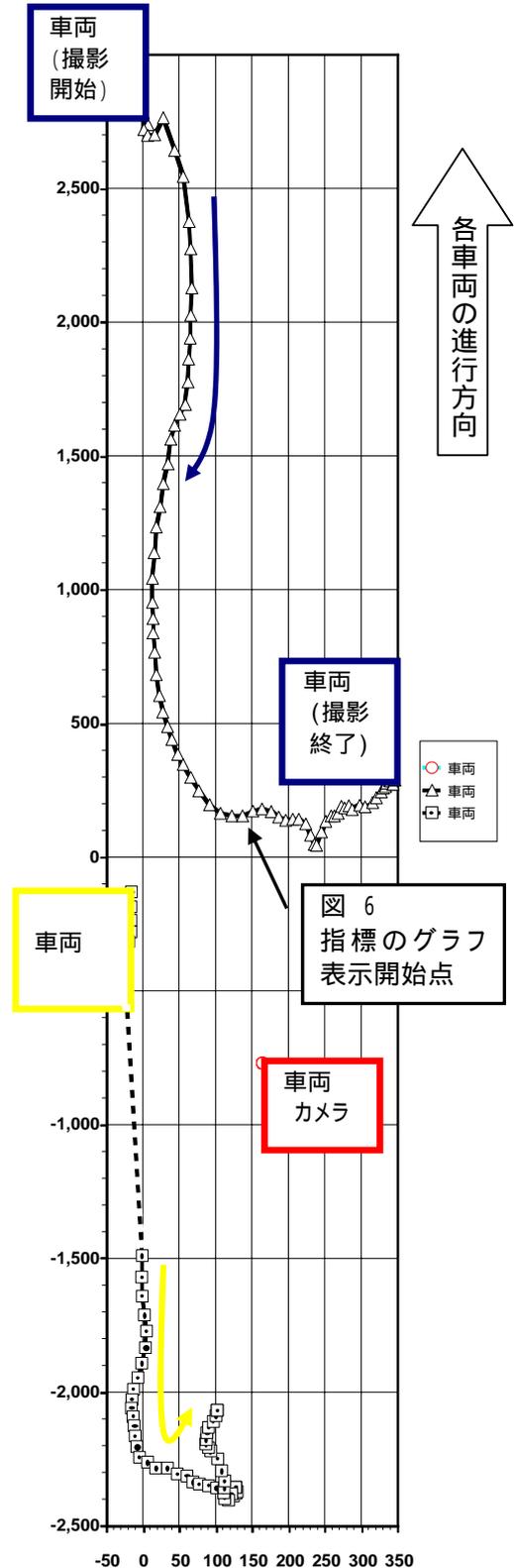


図 6 車両の位置関係の 0.2 秒ごとの変化
破線部は推定位置(撮影範囲外)

析システムを用いた交通コンフリクト分析と新しい危険度指標の開発，土木計画学研究・講演集, No.26, CD-ROM, 2002.

- 6) 若林拓史・小島紀之・大石 理：交通流ビデオ解析システムの開発と交通コンフリクト解析への適用，土木計画学研究・論文集, Vol.19, No.4, pp.765-775, 2002.