J184012

ドライブレコーダ前方映像を用いた対向車両運動推定

松本 直樹^{*1} 道辻 洋平^{*2}

Motion Estimation of Oncoming Vehicle using Front View Images of Driving Recorder

Naoki MATSUMOTO^{*1} and Yohei MICHITSUJIIbaraki Univ. Dept. of Mechanical Engineering
Nakanarusawa-cho 4-12-6, Hitachi, Ibaraki, 316-8511 Japan

In order to consider the countermeasures against the traffic accident, event triggered type drive recorder is useful. By the use of front view image captured by the drive recorder, it is possible to analyze the situation of accident. Further investigation based on the reproduction of the accident process plays important roles in the research for the accident induced mechanism. It is more effective to make such analysis by using not only the analysis of captured data with drive recorder but also the 3 dimensional computer graphics. In this paper, the fundamental research regarding the estimation of oncoming vehicle maneuvering based on matching between real and virtual traffic environment is mentioned.

Key Words : Drive Recorder, Driver Behavior, Motion Estimation, Image Processing

1. 結 言

近年、自動車運転中の事故やヒヤリハットの発生前後の走行状況を記録できる、ドライブレコーダが多数製品化され、タクシーなどの営業車両において幅広く普及してきている。ドライブレコーダは多数の製品があるが、一般的な製品では、急ブレーキ前後の車速・加速度といった車両データに加え、自車フロントガラス上部などに設置した単眼カメラによる前方映像もあわせて記録されるタイプがおおい。ドライブレコーダによって収集されるデータを確認することで、衝突に至るプロセスを詳細に分析することができる。そのためドライブレコーダによって収集されるデータを活用し、予防安全技術の開発や、交通事故低減を目指した活動などさまざまな取り組みが行われてきている⁽¹⁾⁽²⁾。このような取り組みの中で、ドライブレコーダを十分活用した分析を実施するために、ニアミスや事故における、対象歩行者や対象車両の位置・速度を正確に算出する方法が望まれる。しかしながら、単眼カメラの前方映像のみでは、事故やヒヤリハットにおける対象物体の時間的・空間的な位置関係を、十分な精度を持って定量化することに限界がある。

そこで本論文では、タクシーに搭載されたドライブレコーダの映像データから、他車両（対向車）の運動軌跡を詳細再現する手法を取り扱う。再現手法においては、対向車の車種に応じた3次元モデルを構築し、道路環境まで含めた仮想空間をモデルとして構築する。構築した仮想空間における車両軌跡と、実際の映像とのマッチングをとることにより、対向車両の軌跡・速度等を詳細に復元する方法についてその概要を述べる。

2. ヒヤリハット場面のヴァーチャル環境の構築

2.1 推定する対向車両とのニアミス事例の概要

今回取り扱うデータは、タクシーに搭載したドライブレコーダによって記録された、対向右折車両とのヒヤリハットデータを一例として取り扱う。記録時間は15秒（事故前10秒＋事故後5秒）であり、自車の速度・加速

^{*1} 学生員、茨城大学大学院（〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1）

^{*2} 正員、茨城大学工学部（〒316-8511 茨城県日立市中成沢町4-12-1）

度・ブレーキのタイミングがデータとして記録されている。また映像は 30 fps で記録されている。

本事例は、自車が道路上を直進している際に、対向車線から急な右折を試みようとした車両と軽衝突にいたった事例である。図 1 にドライブレコーダのトリガーがかかる前後の画像を示す。図中の f はドライブレコーダ映像を静止画にした時のフレーム番号を示し、 t は $f=325$ を基準時間 0 とした時の、時間 (秒) を示している。

Fig.1 Captured data of drive recorder

2.2 対向車、自車両の 3 次元モデル

3 次元モデル環境の作成にはハイエンド 3D コンピュータグラフィックスソフト 3ds-Max⁽³⁾を用いる。図 2 は 3ds-Max による対向車両の作成画面である。ドライブレコーダによる記録映像から、ニアミス対象車両の車種の特定は容易である。車種を特定することで、対向車の精密な 3 次元モデルを構築できる。

Fig.2 Model of oncoming vehicle

2.3 道路空間の構築と自車走行データに基づく自車運動の再現

道路空間の構築にはフォーラムエイト社の UC-win/Road⁽⁴⁾を使用した。UC-win/Road は道路事業、都市計画などの分野に利用されており、都市設計や街づくりに必要な概念設計、概略設計を 3 次元モデルで効率的に構築可能である。

自車運動の再現には、ドライブレコーダに記録された速度・ブレーキのタイミング・前方映像を使用して再現を行った。3ds-Max ではアニメーションを作成することが可能であり、自車重心の 3 軸並進方向の x , y , z の位置とロール、ピッチ、ヨーの回転を与えることが可能である。またドライブレコーダは、前方の視界を出来る限り広く映像を記録する目的で、広角レンズが使用されていることが多い。従って、撮影された映像には歪みが生じているため 3ds-Max を使用して歪み再現をおこなった。

3. 対向車両の運動軌跡推定手法

3.1 運動軌跡推定の全体の流れ

映像データから、対向車の運動軌跡を再現するフローチャートを図 3 に示す。まず、ドライブレコーダ映像は 30 fps で映像が記録されているため、フレームごとの静止画を収集する。ドライブレコーダ映像にあわせて、仮想空間における再現映像を 30 fps で静止画を切り出す。切り出したフレームごとの静止画に対して、実映像と再現映

像の類似度を定量化する。算出された類似度によって、仮想空間における再現映像の、対向車の車両位置を補正する。補正は3軸並進方向の x , y , z の位置と、ロール ϕ , ピッチ θ , ヨー ψ の値を適時変更する。そして、類似度があるしきい値 ε 以下になったときに、終了判定を行う。これが1つの静止画毎に行われる一連の流れである。実映像のコマ送りを別のフレームに対しても同様の手順を繰り返していくことで、連続した車両軌跡推定を行う。

3.2 マッチングにおける類似度の評価

画像マッチングは特徴ベースマッチングと領域ベースマッチングの2つに大別される。コンピュータビジョンやパターン認識の分野では、画像認識や多視点ステレオなどの応用において特徴ベースマッチングがよく使われている。一方で、画像処理などの分野では、映像の動き推定や幾何補正などの応用において領域ベースマッチングがよく使われている。領域ベースマッチングは、基準点を中心とした局所ブロック画像と入力画像の局所ブロック画像を類似度の尺度を用いてマッチングを行う。本研究においては、領域ベースマッチングを実施することとし、類似度の計算には SAD (Sum of Absolute Difference) を使用することとした。SAD とは、2枚の画像を重ね合わせて1画素ごとの差分を求め、これらの差分をすべて足し合わせた値を類似度とする手法である。SAD の式は次のように定義される。

$$S_{SAD} = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J |I(i, j) - T(i, j)| \quad (1)$$

ここで画像ピクセルの大きさを $I \times J$ とし、今回は 268×300 画素である。また、対象画像の輝度値を $I(i, j)$ 、テンプレートの輝度値を $T(i, j)$ である。SAD は、値が小さいほど類似度が高くなる。類似度の計算には2値化画像を用いる。本研究では対向車の類似度を求めたいため、対向車映像の2値化を行った。図4に、二値化と差分画像抽出結果の一例を示す。図4の画像はフレーム番号が325番のドライブレコーダ映像フレームと3ds-Maxの2値化した画像、この2枚の差分画像である。図示した差分画像は、SAD が小さい場合であり、車両の輪郭が若干浮かび上がる程度となっていることから、2枚の類似度が高い状況がわかる。

Fig.3 Flow chart of motion estimation with movie data

Fig.4 Comparison between two binary images and a resulting difference image

3.3 シミュレーション結果

これまで説明したマッチング手法によって、連続的に再現した車両運動の画像比較結果を図5に示す。今回の再現映像では $t=0$ を基準として、その1秒前(フレーム数30枚)までの映像を再現した。図示されるように、対向右折車両との接近状況をよく再現できている様子がわかる。なお、本手法においては、対向車両が遠方にあるほど、ドライブレコーダの画像が荒くなり、かつ車両輪郭を表す領域も小さくなるため、推定精度が悪くなる傾向にある。しかしながら、自車と衝突する直前の場合には、高い精度で対向車の速度抽出が可能と考えられる。

Fig.5 Comparison between movie with drive recorder and simulation

4. 結 言

交通事故発生メカニズムの研究を推進するうえで、ドライブレコーダによるヒヤリハット分析・事故分析が有効である。ドライブレコーダの映像データにより、事故発生状況を推測することが可能であるが、分析を深度化するためには、映像データの中から定量的なデータを抽出する必要がある。そこで、本報告では、ドライブレコーダによって実際に記録された映像から、対向右折車両の運動軌跡を推定する問題を取り扱った。提案する手法では、ドライブレコーダによって記録された場면을反映した仮想空間を構築し、画像処理を施すことで対向車両の実際の運動と、仮想空間における運動を比較する手法を提案した。

今後の課題としては対向車の軌跡・速度データ等がわかる映像を準備し、実測値と今回提案する方法を定量的に比較評価することで有効性を示す必要がある。また、運動軌跡再現過程の自動化プログラムを構築する予定である。さらに、運動推定の対象を対向車のみでなく、歩行者・自転車への適用についても、その可能性について検討していく。

参 考 文 献

- (1) 永井正夫ほか, “ドライブレコーダ活用によるヒヤリハット研究”, 自動車技術, Vol.60, No.12, pp.51-58, 2006.
- (2) 久保登, 森みどり, “ドライブレコーダーによる交通事故詳細分析手法”, 日本機械学会論文集 (C 編), Vol.77, No.779, pp.2940-2952, 2011.
- (3) 主森武, 宇佐美浩一, “AUTODESK 3ds MAX オフィシャルトレーニングブック”, ワークスコーポレーション, 2007.
- (4) 株式会社フォーラムエイト, “UC-win/Road 操作ガイダンス”, 2010