

画像処理技術を応用した新速度違反取締装置の研究開発

1 はじめに

画像処理技術を応用した新速度違反取締装置（以下、本装置）は、平成22年度の自主研究事業の一つであった「交通事故防止システム・機器の開発・整備に関する調査研究」（本会報29号参照）の中で提案されたものであるが、最新の画像処理技術を応用した、公判維持能力及び操作性に優れた装置として、実用化可能であるという判断のもと、専門委員会から切り離して、平成23年度を初年度として研究開発に取り組むことにしたものである。

研究開発を行う方法としては、前記調査研究専門委員会のメンバーであり、本装置の研究開発に意欲を示した株式会社ジェイ・ピー・システムズ（以下、JPS）と共同で研究開発に取り組むこととし、初年度は、要素機器の試作及び実証実験などを実施した。

2 平成23年度研究開発の成果

小型ステレオカメラによる撮像画像から走行車両の速度を計測するアルゴリズムとプログラムを開発し、実験用速度測定装置を製作、実験データを取得して計測精度の検証を行い、実用装置の開発可能性が大きいことを確認した。また、JPSと本協会の共同で本装置及びアルゴリズムとプログラムに関する特許を出願した。

3 研究開発の概要

開発方針を、画像処理技術を用いたステレオカメラ方式による速度計測に絞って行うこととした。

(1) 走行車両の高精度速度計測手法の開発・検証について

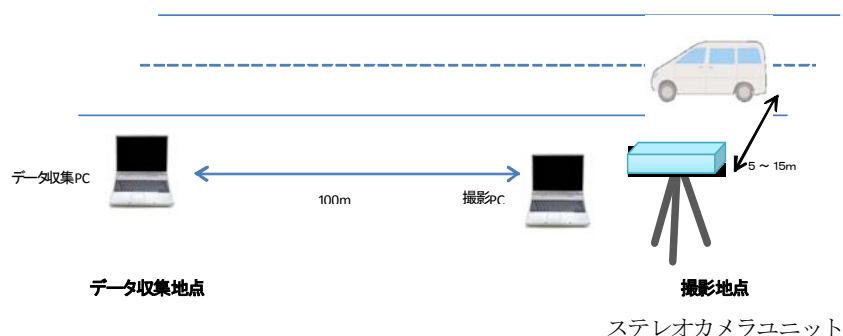
ア ステレオカメラ方式を採用した根拠

速度計測装置を開発するに当たり、従来のドップラー方式とステレオカメラ方式について比較を行ったが、以下の点で有利と考えられる。

- ① カメラによる撮影画像が残るため、違反車の特定が容易。
- ② 画像処理による速度計測方式であり、記録画像による再現が可能で計測誤差要因の分析等が容易。
- ③ 違反者からの苦情等の申し立てに対し、記録画像による説得が容易。
- ④ 速度計測装置の設置場所の制限が少ないため、通行の障害にならないような位置に自在に設置出来る。

イ ステレオカメラ方式計測手法について

(ア) システム構成



(構成)

- ① ステレオカメラユニット (カメラ2台)
- ② 赤外照明 (周囲環境の状況で使用)
- ③ 操作用ノートPC等

(イ) システム概要

走行車両をステレオカメラで撮影し、ステレオカメラの両撮像画像の中の同じ特徴点の位置ずれからステレオカメラと車両間距離を3次元計測する。次に、撮影開始から終了するまでの車両の撮像画像の中での移動距離を前記距離で校正し、この移動距離と車両移動時間から車両速度を計測する。

(ウ) 本計測手法の特徴

撮像画像を処理して速度を計測する手法は目新しいものではなく既存の技術であるが、ポイントは形状及び色等が異なる多品種の車両から、認識・追従すべき特徴点を如何に正確に、早く検知するかにある。

今回開発した計測手法は、撮影された画像から最適な特徴点をその都度、自動的に決定し、特徴点の移動距離、時間から速度を計測する方式である。

イ ステレオカメラ方式による速度計測誤差について

(ア) 計測誤差の要因

- ① 使用するカメラ、レンズ及び距離に起因するもの
 - ・カメラの解像度、レンズ歪みの補正
 - ・カメラのシャッタースピード (例 ; 150km/h に合わせたシャッタースピードの選定)
 - ・2台のカメラ間の距離 (基線長が長いほど精度は向上)
- ② 周囲環境に起因するもの
 - ・直射日光、薄暮、霧・雨量等の影響による特徴点のフィッティング位置ズレに伴う計測精度低下 (赤外線照明の必要性)
 - ・カメラに付着する水滴や塵等の影響

(イ) 計測誤差の理論値

前提条件 : カメラ30万画素、カメラ相互間距離1m等 (詳細は省く)

- ・ステレオ計測誤差 : カメラの撮像素子1画素ずれ時の3次元誤差
- ・車両移動量計算誤差 : 車両が連続撮影される画像枚数で評価

・被写体ブレ誤差：ステレオ計測誤差×カメラ露光中の被写体ブレの画素数で評価

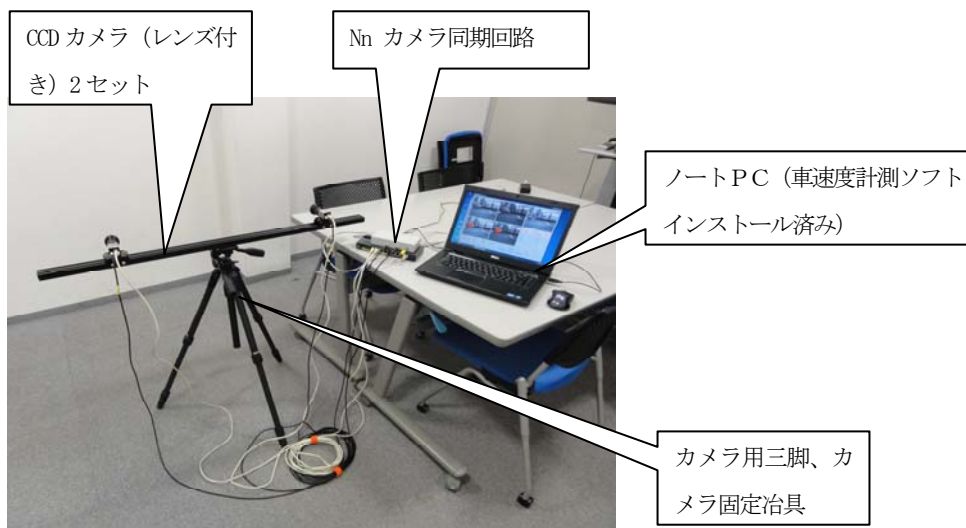
車両の速度 時速 km/h	ステレオ計測誤差			車両移動量誤差			被写体ブレ誤差		
	距離5m	距離10m	距離15m	距離5m	距離10m	距離15m	距離5m	距離10m	距離15m
150	0.78%	1.56%	2.34%	0.78%	1.56%	2.34%	0.83%	0.42%	0.28%
100							0.55%	0.28%	0.19%
80							0.44%		0.15%
60							0.33%		0.11%
40							0.22%		0.07%

本件はあくまで個々の要因を仮定した計算値であり、実際に車を走行させてトータルの計測誤差を把握する必要がある。

(2) 速度計測の要素機器試作及び検証

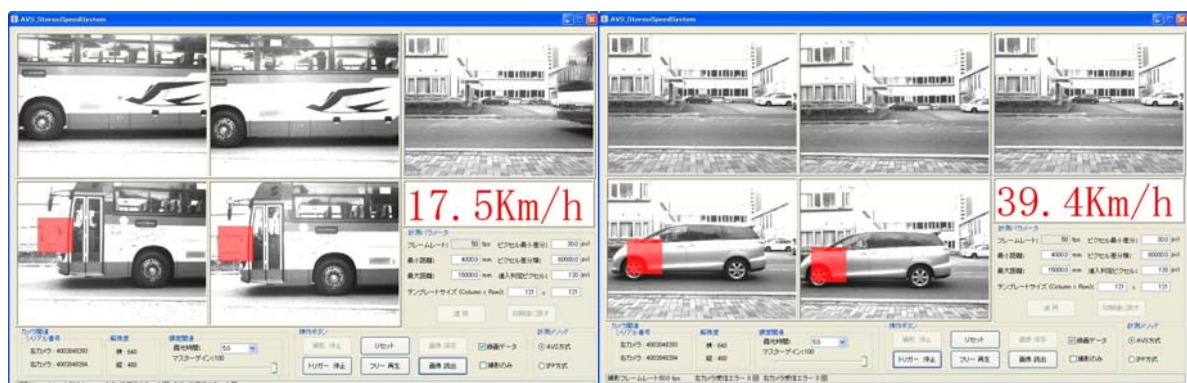
使用機器を含む要素機器試作の内容及び検証結果を以下に記す。

ア 外観写真



イ 実験結果

【速度計測事例】



バス特徴点はバスのフロント部
を自動検出

エスティマ 特徴点は前輪のフ
ード部を自動検出

今年度は装置製作委託会社の構内での走行試験しかできなかったこともあり大まかな精度の検証で終わった。しかし、車両特徴点の自動検出が可能であることが検証でき、また車のスピ

ードメータと比較したデータではあるが、誤差1～2%程度の精度を得ることができた。

4 データ伝送について

速度違反車については、スピード値と速度計測位置で撮影された車の画像データを2～300m離れた取締現場のパソコンに即時に伝送する必要がある。

本年度は、装置としての試作実験は行わなかったが、画像処理用パソコンと表示用パソコン2台を使う場合と、1台で全ての処理を行う場合について、データ伝送路に有線ケーブル、光ケーブル、無線LANを使用した場合について伝送スピード等の比較検討を行った。

撮影地点とデータ収集地点との接続方式	転送速度	距離の制限	撮影地点で電源を必要とする機材	課題及び留意事項
有線ケーブル	1Gbit/sec	最長100m	・撮影PC ・赤外照明 (カメラは、LANケーブルからの供給が可能)	・撮影PCとデータ収集PC間の通信仕様によっては、複数本のケーブルを敷設する必要がある
光ケーブル	1Gbit/sec	数kmまで可能	・撮影PC ・赤外照明 ・光通信機器	・撮影PCとデータ収集PC間の通信仕様によっては、複数本のケーブルを敷設する必要がある
無線LAN方式 (IEEE 802.11g/n) 2.4GHZ帯	最大300Mbit/sec (規格上の最大値であり、環境によって大きく変わる)	最大200m程度 (理想環境下の数値であり、保証値ではない)	・撮影PC ・赤外照明 ・無線通信機器	・転送速度が限られるため、実現できる機能に制約を受ける可能性あり ・外来ノイズによる通信不良に注意が必要 ・無線LANのセキュリティ設定に十分な注意が必要

5 まとめ

今回の要素機器の試作において車速検出のアルゴリズムの検証及び車速検出におけるリアルタイム性の検証は完了した。開発にあたっては、ゼロから要素機器を試作し、構内試験では車のスピードメータを目視しての比較試験ではあったが、精度よく測定できることを確認できた。

今後、速度比較の基準を、テープセンサー等を用いて高精度で測定し、本装置の精度を確認する必要がある。

また、速度測定部から取締り現場へのデータ伝送については、有線、無線とも技術的問題はないため、無線使用時のセキュリティ対策について検討を行う。