

1. はじめに

近年、交通事故や渋滞などの道路交通問題の解決をするために、ITS (Intelligent Transport Systems) に関する研究が盛んに行われている。特に車両の通行台数や進行方向などの交通流を計測することは、事故や渋滞の原因究明につながる。一般的に交通流計測は人の手により調査が行われるが、長時間の計測は誤差を含みやすい。既に超音波センサやループコイルを用いた自動計測法が提案されている。しかし、これらは設置に大掛かりな工事を必要とする。そこで、本研究では安価でかつ設置が容易なカメラを用いた、通過車両の台数のリアルタイム計測を目的とする。

2. 実装環境

本研究ではシステムの構築に安価な小型 (12cm×8cm) 画像処理ボードを用いて、リアルタイムに動作するシステムの構築を行う。図 1 に使用する画像処理ボードと主なスペックを示す。

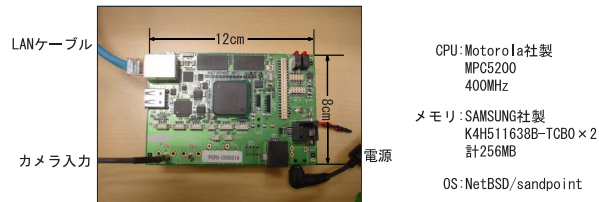


図 1: 画像処理ボードとスペック

3. 台数計測

動画像から台数計測を行う際、複数のフレームにまたがる同一車両のトラッキングが重要である。本研究では、車両の進行方向と垂直に計測ラインを設け、ラインと交差した領域のみを計測対象とする。これによりトラッキング問題が低減され、処理の高速化が期待できる。以下に計測ラインを用いた台数計測の手順を示す。

- Step1 フレーム間差分により、移動体領域を検出 (図 2-(b))。
- Step2 移動体領域と、計測ラインとの交差判定を行い、交差している移動体領域のみを検出 (図 2-(c))。
- Step3 過去の検出領域と最新の検出領域を比較し、既存の領域の更新、もしくは新規領域の登録。
- Step4 移動体領域が車両であるか AdaBoost により識別 (図 2-(d))。
- Step5 領域が計測ラインを通過後、車両と識別された登録領域のみをカウント。

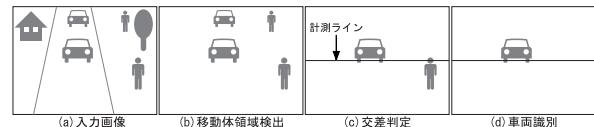


図 2: 台数計測の流れ

3.1. ピクセル差分特徴による識別

Step4 の移動体領域が車両であるかの識別にはピクセル差分特徴を用いる。ピクセル差分特徴は、入力画像中のあるピクセル P_1 と P_2 の輝度値の差分である。この特徴量は減算演算のみで抽出可能のため、高速な処理が実現できる。図 3 に車両判定に有効なピクセル差分の位置を示す。

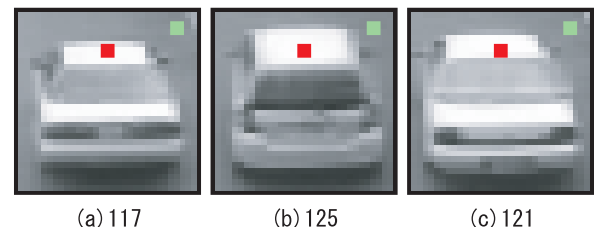


図 3: ピクセル差分特徴

このような判別に有効なピクセル差分特徴の組み合わせ選択に AdaBoost を用いる。

3.2. AdaBoost

AdaBoost は複数の弱仮説の重みつき多数決であり、単独では不十分な性能の弱仮説を複数組み合わせることで高精度な識別を行う。ピクセル差分特徴は高速に抽出可能であるが、しきい値判定では識別器としての性能は高くない。AdaBoost を用いることで高速かつ高精度な識別を行うことが可能である。

3.3. トラッキングによる信頼性の向上

台数のカウントは、計測ラインを通過し終えた移動体領域に対してのみ行う。移動体領域には、計測ラインと交差したフレーム数、車両と識別されたフレーム数をそれぞれ保持しておき、式 (1)(2) を満たす領域のみを車両とし、カウントを行う。

$$\frac{\text{車両と識別されたフレーム数}}{\text{交差したフレーム数}} > Th_f \quad (1)$$

$$\text{交差したフレーム数} > Th_c \quad (2)$$

Th_f, Th_c はしきい値を表す。式 (1) は計測ライン間での物体の誤識別を表す指標であり、図 4 のような誤識別によるカウントを防ぐ。式 (2) は、計測ライン間での突発的な誤検出を防ぐための指標である。複数フレームに渡る結果を用いることで信頼性を向上させる。

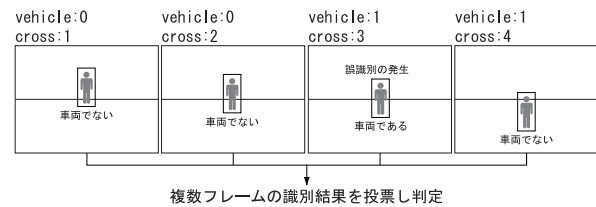


図 4: 信頼性の向上

4. 評価実験

本手法を用いて通過車両の台数計測を行った。あらかじめ撮影した 3 年間分の動画像の中から、天候の異なる約 4 時間のシーケンスに対して評価する。目視による真値との比較結果を表 1 に示す。

計測方法	通過台数 [台]
真値	110
本手法	106(正解率 96.4%)

本手法による車両計測は、96.4%の正解率で計測を行うことができた。また、約 24fps でリアルタイムでの計測が可能である。また、本システムは図 5 のように web ページを介して、識別結果をリアルタイムに出力することが可能である。

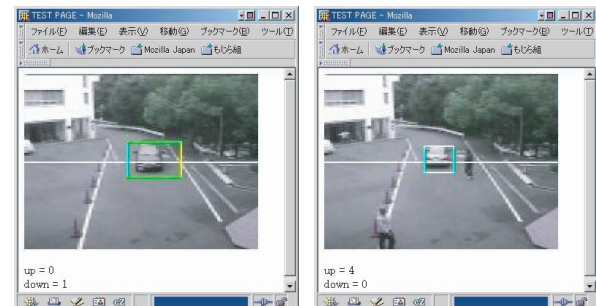


図 5: 実行中の web ページ

5. おわりに

本稿では、道路を撮影した映像から通過する車両の台数計測手法について提案し、その評価を行った。目視による真値との比較を行い、約 96.4%の正解率が得られた。また、簡略なアルゴリズムにより、安価で小型の基板においても、24fps で動作することを確認した。今後は更なる識別器の精度の向上や、人やバイクなど他クラスを対象とした計測を行う予定である。