時空間画像を用いた車群速度計測

非会員 谷口 博康 (三菱電機)

非会員 中村 高宏 (三菱電機)

正 員 古澤 春樹 (三菱電機)

正 員 小沢 慎治 (慶應大)

A Measurement of Velocity for a Group of Vehicles using Spatio-Temporal Image

Hiroyasu Taniguchi, Non Member, Takahiro Nakamura, Non Member, Haruki Furusawa, Member (Mitsubishi Electric Co.,Ltd.), Shinji Ozawa, Member (Keio University)

Traffic flow measurement sensors, which measure vehicle velocity and detect traffic accidents, traffic congestion and so on using image processing, have been installed. Image processing methods are based on recognizing each vehicle. However, in the case where cameras are set up at low positions such as in tunnels, it is difficult to measure vehicle velocity in heavy traffic conditions because one vehicle often blocks the view of another in the images. To overcome this drawback, we propose a method for measurement of velocity for a group of vehicles. The method utilizes DTT method which transforms spatio-temporal image to 2-D data onto a directional-temporal plane, and measures moving time of a group of vehicles by matching patterns of DTT data at some points. We describe the method and also show the experimental results using road images.

キーワード：道路監視、交通流計測、時空間画像、車群速度

1. まえがき

道路交通分野において、円滑な交通、安全性の向上を目指した ITS(Intelligent Transport Systems)の開発が、日米欧を中心に精力的に行われている。ITS の実現には、様々な技術が必要であるが、中でも多様な交通情報を収集するセンシング技術は、システムの基本要素としてとくに重要である。道路交通におけるセンシング技術は、車載向けおよび道路インフラ向けの2つに大別されるが、いずれの場合においても、面的な計測や複数の事象を同時に検知する多機能化を可能とする画像処理センサの適用が多く試みられている。とくに、道路管理や交通管制を目的とした道路インフラ向けの交通流計測センサに関しては比較的早くから検討されており既にいくつかのシステムが実用化されている(1)、(2)、(3)。

画像処理を用いた交通流センサは、路側に設置された監視カメラの映像を処理し、個々の車両の抽出を行い、抽出された車両の移動情報から各種計測を行う。とくに事故や

渋滞検知が重要であり、精度の高い計測が望まれている。多くのシステムでは、移動情報を取得するために、各フレームごとに車両候補を抽出し、抽出された車両候補を複数フレーム間に亘って追跡するという手法が用いられている。このため、これらの方式では、図1のように渋滞を含む重交通流時においては、車間が短く、車両の重なりが発生するため、車両抽出が困難となり、速度などの計測が行えなくなるという課題がある。このような重なりのある状態から車両を個別抽出する技術も研究⁽⁴⁾されているが、様々な条件下で安定して車両を個別抽出することは難しい。

筆者らは、時空間画像処理の一手法としてDTT法を提案しており⁽⁵⁾、このDTT法を用いた交通流計測センサを開発している。DTT法は、時空間画像を方向軸と時間軸からなる2次元の画像(DTT画像)に変換する。DTT法においては、車両の重なりのある状況においても、DTT画像における車両の存在情報(密度)から渋滞を検知することが可能である。但し、カメラ条件ごとの判定しきい値の調整に手間がかかることや、基本的には、車両の個

図1 渋滞時の道路画像
Fig. 1 Original image of traffic congestion

別抽出を前提とすることから、渋滞以外の重なりのある重交通流時には、速度情報の計測ができないという課題があった。

本論文では、D T T法を用い、車両の重なりがある場合でも、車両を群としてとらえその車群速度の計測を行える手法を提案する。図1のような場合においても、車両全体は見えなくても、車両の一部の形状（例えば、カメラが路側にあり、右後方から撮像される場合は、車両の右側半分のシャーシや右側テールランプなど）は、ある程度安定して存在すると考えられる。従って、本手法では、複数の車両における一部形状の平均的な時間変位をD T T画像の多点におけるデータのパターンマッチングにより求め、さらに地点間距離とから車群速度を計測する。

本論文では、以下、2. において、D T T法について述べ、3. で車群速度計測のアルゴリズムについて説明し、また、4. にて実験結果を示し、最後に5. にてまとめる。

2. D T T法概要

D T T法は、認識対象となる移動物体が、空間上の1平面上をほぼ一定の方向に移動し、それを1台の固定カメラで俯瞰撮像する場合において、時空間画像を方向軸—時間軸からなる平面上の2次元の画像（D T T画像）に変換する手法である。

変換方法について図2を用いて説明する。はじめに、移動物体の移動範囲に応じた処理領域をX—Y平面（画像）上に設ける。次に、その処理領域内から、各シーンごとに、輪郭などの移動物体の特徴データを抽出し、この特徴データを移動方向にほぼ平行な軸に投影することにより、それぞれ1つの1次元データを作成する（図2(a)）。最後に、この1次元データを時系列に並べることにより、2次元のD T T画像が得られる（図2(b)）。

このD T T法を道路画像に適用するための方法について述べる。以下、車両が、画像上で下から上にほぼY軸に平行に移動するものとする。

- 1) 画面上に車両の移動経路に沿った処理領域を設定する。道路が2車線以上の場合は、車線ごとに処理領域を設け、それぞれ別々に処理する。
- 2) 原画像に微分フィルタを施し適当なしきい値で2値化して、処理領域内の画像からエッジ成分を特徴データとして抽出する。

タとして抽出する。

- 3) Y軸を方向軸とし、上記の特徴データの水平方向投影を行い、1次元データを作成する。
- 4) 1次元データを適当なしきい値で2値化。
- 5) 1)~3)までの処理を複数シーンに対して行い、それぞれの1次元データを時系列に、横に並べる。

図3に道路画像に対するD T T画像を示す。図において、横軸は時刻Tを、縦軸はY座標を表わす。図のように、D T T画像では、1台の車両の軌跡は、白で示される右に傾く1つの領域（1の値をもつ画素からなる図形）として表わされる。領域の左端部分は車頭の軌跡を表わし、右端部分は車尾の軌跡を表わす。この領域の傾きより車両の速度が、また領域の間隔と速度から車間距離が求められる。

図4に渋滞時のD T T画像を示す。図4に示されるよう

図2 D T T法説明図
Fig. 2 Processing method of DTT

図3 走行車両に対するD T T画像
Fig. 3 DTT image for moving vehicles

図4 渋滞時のD T T画像
Fig. 4 DTT image for traffic congestion

に、車両の存在密度が大きくなった場合には、DTT画像上の領域の面積比が大きくなることから、この面積比の増大を捉えることにより渋滞を検出することが可能である。しかしながら、面積比と渋滞の度合いとの関係は様でなく、カメラ条件等の環境条件で異なる。このため、対象シーンごとに求めなければならないが、様々な交通状況に照らし合わせる必要がありその決定に時間がかかるといった課題がある。

3. 車群速度計測方式

〈3・1〉 多値DTT画像 方式原理を説明するにまえに、今回の対象画像について述べる。車群速度計測方式では、DTT法を適用して処理対象画像を作成する。道路シーンに対して、1つの車線に処理領域を設定し、2で述べた道路画像に対するDTT法の適用法の1)~3)までの処理により、1次元データを作成する。この1次元データを、従来は2値化していたが、本手法においては、2値化せずに処理領域幅（通常は車線幅）で正規化し、多値のデータのまま扱う。この多値の1次元データを時間軸方向に一定時間並べることにより多値のDTT画像が生成される（従来の2値のものとは区別するため、以後、多値DTT画像と呼ぶ）。図5に多値DTT画像の一例を示す。図5においては、正規化された値が1の場合（すなわち、処理領域幅と等しいエッジ個数のもの）に255を、同じく0の場合に0を割り当てるように、正規化された値に応じて階調を変えて示してある。本手法において、多値DTT画像を処理対象画像に用いるのは、後述するパターンマッチング処理を有効にするためである。

〈3・2〉 方式原理 車両の進行方向における車群の移動状態の変化は、距離差のあまりない2つの地点間においては小さいと考えられる。すなわち、車両の個々の部位の似たような動きが、速度に依存する時間差をもって、2地点で現れる。このことは、車両の重なりがある場合でも、同様である。本手法では、この原理に基づき多値DTT画像を用いて車群速度を求める。図6は、一定距離離れた2地点における多値DTTのデータパターン（このデータを多値DTTデータと呼ぶ）を示す。図6において、横軸は時間を示し（右端が現時刻、左方向にいくにつれて過去にさかのぼる）、縦軸はエッジ数を正規化した値を示す。各多値DTTデータは、それぞれの地点を通過する車両群の部位の変化（すなわち、水平方向のエッジ変化）を表しているが、図のように、ある位相差をもってそれぞれ近似のパターンが生じていることが示されている。この位相差が、2地点間を通過するのに要した移動時間となる。

本手法では、まず多値DTT画像に対して、車両の進行方向にある複数の地点における各ラインごとの多値DTTデータを一定時間蓄積する。そして、隣接する地点間における、DTTの変化の時間方向における対応付けを行い、隣接間での移動時間を求める。この処理を、一番奥にあたる地点から、手前の地点まで行い移動時間の総和を求め、

図5 多値DTT画像

Fig. 5 Gray DTT image

図6 隣接2地点の多値DTTデータの時間変化

Fig. 6 Variation of gray DTT data at neighboring sampling points.

2地点間の距離（既知とする）から、車群速度を求める。

なお、多値DTT画像からの速度抽出として、近接する近似の値の画素を追跡し、部位の変化を線分として抽出して速度を求める方法も考えられるが、多値データの線分追跡そのものがミクロ的な移動変動の影響を受け安く安定した抽出が難しい。本手法では、一定時間のデータを使用することで、平均速度（マクロ的）を求めることとなり、ミクロ的な移動変動の影響を受けにくくなっている。

本手法で得られる移動速度は、車両群の様々な部位の速度を平均化していることになるため、実際の速度とは異なる（3次元位置を求める際に、1つの高さを基準として計算するが、部位の高さが異なるため）。従って、車両モデルに基づいて速度を補正することが必要である。

次節以降、本手法の方式と速度補正の詳細について述べる。また、計測結果に対する出力制御についても述べる。

〈3・3〉 車群速度の検出 上記の多値DTT画像に対して、車群速度を行う測定範囲（画素分解能の高い画面手前地点の数10m ぐらいの範囲が適当）を設定する。そして、図7に示すように、測定範囲を複数の地点（ $D_1 \cdots D_n$ ）に分割し、各地点の値を一定時間蓄積する（多値DTTデータ）。

以下に、測定範囲の移動時間を求める方法について図8を用いて説明する。

- 1) 測定範囲の上端である地点 D_1 における一定時間 k （例えば、蓄積時間の $1/2 \sim 1/3$ ）の多値DTTデータ $d_1(i)$ を基準データ列として抽出する。

ここで、 $i = 1, \dots, k$ である。

- 2) この基準データ列と、1つ下にある地点 D_2 における基準データ列と同じサイズ k で j だけ時間的にずれた探索データ列との一致度を次式にて求める。

$$M(j) = \sum_{i=1}^k |d_1(i) - d_2(i+j)| \quad (1)$$

ここで、 $j = 0, \dots, N-k$ 。そして、地点 D_1 、 D_2 における移動時間 t_j は、

$$\min_j \{M(j)\} \quad (2)$$

で求められる。

- 3) 地点 D_2 においてマッチングした時の探索データ列を新しい基準データ列とし、同じ時間の地点 D_3 の探索データ列を選択し、1)、2) の処理により、2 地点間の移動時間を求める。

図7 測定範囲の多地点分割

Fig. 7 Sampling points for gray DTT image

図8 移動時間の求め方

Fig. 8 Method of determining the moving time

- 4) 上記処理を測定範囲(D_1 - D_n)における全ての隣接2 地点間で対して行い、すべての移動時間の和が測定範囲における車群の移動時間となる。

- 5) 最後に、移動時間と測定範囲の3次元距離から、車群速度を決定する。

〈3・4〉 車群速度の誤差補正 3.2 において、2 地点の距離差が大きくない場合には、各地点における多値DTTデータのパターンは近似していると想定したが、実は、車両の部位の高さに関する誤差により、パターンに違いが生じる。図5の多値DTT画像の場合、車両の移動が、1つの領域の固まり（線の束）として表現されており、車両の後部（路面との境界）の軌跡が領域の最も右側の線分として、また、車両の前部の軌跡が領域の最も左側の線分として表されているが、車両前部は、後部に比べて路面からの位置が高いため、結局、速度が実測に比べて大きくなる。従って、1つの車両に対するDTT画像の領域の横幅（時間方向の長さ）は、画面奥は、手前に比べて広がった状態になる。すなわち、多値DTTデータは、車両における高さの違う（速度の違う）複数の部位の変化を反映しているため、マッチングを行った場合、これらの平均値になるように決定される可能性が高く、移動時間の誤差につながる。従って、3.3 で求められた移動時間に対して補正を行う。以下、図9を用いて説明する。図9において、(a)は、カメラと車両の位置関係を示す図を、(b)は、そのときの車両のDTT画像での軌跡を示す。図9(a)において、 H はカメラ設置高さを、 h は車高を示す。 p_1 、 p_2 は、それぞれ、2つの測定地点 A および B のカメラからの距離を、 l_1 、 l_2 はそれぞれ、車両の前部が画像上で A 地点、B 地点にあるように見えるときの、実際の位置とのずれ量を示し、 s_1 、 s_2 は車両前部および車両後部が、A 地点から B 地点に動いた場合の実際の移動距離（ s_2 は、A、B 間の距離に等しい）を表す。また、図9(b)において、 t_1 、 t_2 は、それぞれ車両前部および車両後部が A 地点から B 地点までに移動するのに要す

図9 車群速度の誤差補正説明図

Fig. 9 Compensation for moving time

る時間である。マッチングで得られた時間を t_m とすると、 t_m は、 t_1 と t_2 の間の値を持つと仮定できる。そこで、

$$t_m = \alpha t_1 + (1 - \alpha) t_2 \quad \dots\dots\dots (3)$$

とする。但し、 $0 < \alpha < 1$ 、 α は、どちらの時間に近いかを表す割合を示す。図 9 (a) より、

$$\frac{H}{p_1} = \frac{h}{l_1} \quad , \quad \frac{H}{p_2} = \frac{h}{l_2}$$

$$s_1 = p_2 - l_2 - (p_1 - l_1)$$

の関係が得られ、

$$s_1 = (p_2 - p_1) \frac{H - h}{H} \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$s_2 = p_2 - p_1 \quad \dots\dots\dots (5)$$

が成り立つ。速度を v とすると、

$$\frac{s_1}{v} = t_1, \quad \frac{s_2}{v} = t_2 \quad \dots\dots\dots (6)$$

から、(4),(5),(6)を(3)に代入することにより、

$$t_2 = t_m \frac{H}{H - \alpha h} \quad \dots\dots\dots (7)$$

が求められる。

以上、3.3 で求められた値に対して、補正をおこない、最終的な移動時間 t_2 を求める。なお、 h の値は、小型車の場合は、車高の 1.6m をまた大型車に対しては 3.0m を用いる。 α の値は、経験的に小型車については 0.5 を、また大型車については、車種やカメラ条件などの環境によってかわるが、おおよそ 0.3~0.5 の値を用いる。このことから、 αh は、0.8~1.5 の値をとることになる。

〈3・5〉 計測結果の出力制御 本方式では、2 地点間のデータのマッチングをとることで移動時間を求めている。このため、

- 1) 地点間において状況変化(照度変化や速度変化によるエッジ画像の変化)が大きい。
- 2) 他車線を走行する車両の車体が処理領域内にかぶる。
- 3) 車両が停止。

の場合には、2 地点の多値 DTT データのパターンの相違が大きくなりマッチングの信頼度が低下するため、計測結果そのものの信頼度が低下する可能性が高い。また、マッチングの信頼度が高くても計測結果の信頼度が低下する要因として、

- 4) 車両が存在しない、もしくは大型車の屋根など車両の一部しか基準データに含まれていない。

がある。従って、本手法で得られる結果を用いることの可否を判定するために、下記の 5 つの評価値を導入する。

- ・ (2)式で与えられる 2 地点間の多値 DTT データの一致度 M (但し、単位画素) および測定範囲全体の一致度の平均 Mm 。

- ・ 測定範囲における一定時間の多値 DTT 画像に対してソーベルフィルタを施した結果(エッジ強度およびエッジ方向)において、そのエッジ強度が所定のしきい値以上の値である画素のエッジ方向の平均 Km ($0^\circ \leq Km < 180^\circ$) および標準偏差 Kv 。

- ・ 多値 DTT 画像の測定範囲における一定時間の多値 DTT 画像のうち、所定のしきい値以上である画素の存在率 $E = N / (\text{測定範囲} \times \text{時間})$ 。

ここで、 N は所定しきい値以上である画素数。

これら M 、 Mm 、 Km 、 Kv 、 E の各評価値に対してそれぞれしきい値を設定する。上記の信頼度低下要因の 1) に対しては、 M 、 Mm がしきい値を越えることをもって判定する。また、2) の場合には、基本的に 1) の場合と同様に M 、 Mm にて判定する。さらに、大型車の屋根部のみの通過が多いと考えられ、対象車線を走行する車両の速度と異なるため、多値 DTT 画像において線分の傾きの異なるものが存在する。従って、 Kv がしきい値を越えることによる判定も併せて実施する。3) の場合、多値 DTT 画像の線分の傾きが水平(90°)になる。従って、 Km で判定できる。最後に 4) については、 E で判定可能である。 E のしきい値については、一台の大型車全体が、対象となる多値 DTT 画像に含まれる場合の存在率より大きい値を設定する。

運用時においては、これらの評価値により信頼度が低いと判定された場合には、本手法による計測結果の出力を一定時間(数秒程度)停止させる。ところで、重交通時での速度情報は、主に渋滞検知のために用いることから、停止直前の速度を計測する必要はなく(通常、渋滞判定のための速度しきい値は、20km/h~40km/h ぐらいに設定される)、また、毎フレームごとに計測値を得る必要はないことから、本手法の計測結果に対する出力制御は実用において問題ないと考えられる。

4. 実験と考察

図 1 の道路画像を用いて車群速度を求める実験を行った。処理領域を図 1 0 に示す。左車線の処理領域は、右車線の車両の影響を少なくするため、右側部分を中央より右よりに設定した(従って、実際の車線幅より狭くなっている)。測定範囲は、75 ライン(21.8m)、分割数は 15 である。蓄積データは各ライン 768 画素、基準データ列は 256 画素である。

〈4・1〉 通常走行シーンによる補正パラメータの決定

はじめに、通常走行シーンを用いて、補正パラメータを決定するための実験を実施した。処理車線は、左車線である。図 1 1 に多値 DTT 画像とそのときの移動時間を求めた処理結果を示す。図 1 1 (a) は、小型車群、また図 1 1 (b) は大型車両に対する結果である。移動時間は、補正を行ったものであり、補正を求める際のパラメータは、 $H=4.7\text{m}$ 、また、 αh は(a)の場合は 0.8、(b)の場合は 0.9 に設定した。(a)、(b)の各図において、処理範囲の上端における現時刻の点と、処理範囲の下端における現時刻から求められた移動

図 10 処理領域
Fig. 10 Processing area

図 11 処理結果
Fig. 11 Results

時間分ずらした点とを直線でつなげた。これらの二つの点が、多値 DTT 画像の車両後部の軌跡と一致していれば、正しい移動時間が求められていることになる。図に示されるように、小型車群、大型車とも正しい移動時間が得られている。

〈4・2〉 重交通流に対する実験 次に重交通に対する実験を実施した。対象シーンは、左車線低速（約 8km/h。4232 フレーム）、左車線中速（約 20km/h。6232 フレーム）、右車線（左車線中速と同時刻の 6232 フレーム）の 3 シーンである。 αh は通常走行実験結果から、小型車と大型車の場合の中間値である 0.85 に設定した。図 12、図 13、図 14 に、左車線低速、左車線中速、右車線に対する処理結果の一例を示す。各図とも 1024 フレーム $\times$ 2 ((a) および (b))。 (a)、(b) は時間的に連続していない) で、上が多値 DTT 画像、下が本手法で求めた車群速度結果のグラフである (各図とも 512 フレーム単位のデータをつなげたため、データの継ぎ目および、多値 DTT 画像上に移動時間結果を示す直線 2 本が表示されている)。車群速度のグラフにおいて、 $\times$ 印は、測定範囲において、車両と路面との境の一部が継続して目視できた車両の速度値を示す。この速度値は、画像から値を抽出しているため、5% 程度の誤差が含まれること、また単独車両の速度であり、車群速度とは多少異なることから、必ずしも真値であるとは言えないが、一応の目安となる。同じく車群速度グラフにおいて、速度 0km/h 以下の部分の白い領域は、 M 、 Mm 、 Km 、 Kv 、 E のうち、少なくとも 1 つの値の信頼度が低いと判定されたことを示す。

左車線の処理結果は、図 12、図 13 に示されるように、車両どうしの重なり頻発するおよそ 8km/h と 20km/h の 2 つの速度帯に対して、良好な結果が得られている。左車線の場合、カメラ条件により大型車両の屋根部は処理領域からはみ出すため、測定部位の高さのばらつきが小さくなることから、安定した計測結果が得られたと考えられる。右車線走行中の大型車の屋根が処理領域に入ることが数例見られるが、多値 DTT データの信頼度は低下するものの、他の正常車両データの影響の方が大きく、結果的に測定値そのものは影響をあまり受けなかった。一方、右車線においては、全般的には、良好な結果が得られているが、一時的に、速度が実際より速く計測される場合もあった。これは、一部の大型車の通過時に生じており、右車線上にカメラが設定されていることから、大型車の屋根全体が写ること、そして、トンネル内照明ということで、車両によっては走行位置による屋根の照度変化が大きくなる場合があり、そのためエッジの出方が大きく変化したことに基因すると考えられる。これらの車両の存在時刻前後で、多値 DTT データの信頼度の低下が検知されているが、完全には一致してしない。複数の車両の動きがかかわるため、信頼度の値によって、速度判定エラーの発生時刻を完全に特定するのは難しい。このため、運用にあたっては、信頼度が低下する兆候が得られた場合、一定時間、発報を停止させるといった対処が必要である。この場合、一時的に渋滞の発見が遅れる可能性があるが数秒程度のことであり問題はないと考えられる。逆に、速度が実際より極端に遅く測定される場合はなく、非渋滞を渋滞と判定する誤報の発生は極めて少ないと予想される。

表 1 に、各シーンに対する真値速度と車群速度の比較を示す。表 1 において、真値計測対象台数とは、通過車両のうち目視にて速度計測可能であった車両の台数を示す。平均速度・真値は、真値計測対象車両の速度の平均である。また、平均速度・車群は、真値計測対象の車両が処理領域を通過した近傍における車群計測結果の平均を示す。但し、測定時点の多値 DTT データの信頼度が低いと判定された場合は対象から除いてある (除去された数を () 内に表示)。表 1 に示されるように、各シーンとも誤差 5% 以内の結果となった。本来の評価方法としては、各真値速度のデータを用いて、各時刻における真値データを内挿し、全時刻における処理結果との差を求めることが考えられるが、信頼度が低下した後の一定時間のデータを除いては、結果はほぼ同等になると思われることから、上記のようなサンプリングによる方法とした。

これらの重交通流のシーンは、車両の重なりが激しいため、車両の個別認識は困難な場合が多く、従来方式では安定した速度計測ができない場合であり、本方式の有効性が示されている。

図 1 2 処理結果 (左車線低速)
Fig. 12 Results

図 1 3 処理結果 (左車線中速)
Fig. 13 Results

図 14 処理結果 (右車線)

Fig. 14 Results

表 1 真値と車群計測値の比較

Table 1. Comparison of actual value and measured value

	車両通過 台数	真値計測 対象台数	平均速度・ 車群(km/h)	平均速度・ 真値(km/h)
左車線低速	30	13	8.6 (0)	8.5
左車線中速	58	26	22.0 (3)	21.1
右車線	66	16	25.5 (1)	26.7

5. まとめ

本稿では、時空間画像の1つである多値D T T画像を用い、多地点におけるデータのパターンマッチングにより車群の移動時間を求めることにより、渋滞を含む重交通流時において、画像上で車両どうしの重なりが頻発する場合でも、複数の車両を群としてとらえ、その車群速度の計測を行える手法を提案した。また、道路画像を用いた実験により本手法の有効性を示した。本手法を用いることにより、渋滞の発生の有無や状況の変化を信頼性高く測定することが可能になる。渋滞情報は、旅行時間の提示や追突事故の防止⁽⁶⁾に使われるなど重要な情報の一つであり、精度向上による効果が期待される。

今後、さらに様々シーンに対する実験評価を行う。なお、

現在、既存の交通流計測と本手法に基づく車群速度計測の2つの機能を搭載し、並列動作させるハードウェアを開発中である。

謝辞

本研究を進めるにあたり、実験用の道路画像データを提供して頂いた中部地方建設局北勢国道工事事務所殿に感謝致します。

(平成 11 年 10 月 21 日 受付)

文 献

- (1) 谷口博康・関 明伸・古澤春樹・牧野正吉:「画像処理を用いた交通流計測装置の開発」, 電学会道路交通研資, RTA-92-10, pp.31-39 (1992)
- (2) 山田 好・宮原正博・酒井邦夫・石毛政男・根岸孝男:「画像処理技術によるトンネル内交通流監視支援システム」, 電学会道路交通研資, RTA-92-12, pp.51-58 (1992)
- (3) 山本裕嗣・内藤丈嗣・辻 邦彦・黒川正幸:「トンネル内の異常事象検出設備について」, 電学会道路交通研資, RTA-93-18, pp.1-10 (1993)
- (4) 池田徹・大中慎一・溝口正典:「路側カメラによる交通計測—重なり車両の個別追跡—」, 電気学会道路交通研究資, RTA-96-9, pp.77-82 (1996)

-
- (5) 谷口博康・古澤春樹・関 明伸・黒田伸一・池端重樹：
「時空間画像を用いた動画画像処理手法の提案－D T T
法」，信学論 (D-II)，vol.J77-D-II, No.10, pp.2019-2026
(1994)
- (6) H.Sato, T.Nishi, S.Adachi, "Rear-End-Collision Prevention
System Using Image Processing"，The Second World
Congress on Intelligent Transport Systems '95
YOKOHAMA, vol.1, pp.200-203 (1995)

谷口 博康

(非会員) 1960 年 8 月 21 日生。1983 年
名工大・工・計測卒。同年三菱電機 (株)
入社。以来、FA 用画像処理システム、道
路交通等の画像監視に関する研究に従事。
現在、同社産業システム研究所自動車・
道路システム開発部研究員。情報処理学
会，電子情報通信学会会員。

中村 高宏

(非会員) 1967 年 4 月 22 日生。1990 年
阪大・基礎工・システム卒。1992 年同大
大学院博士前期課程修了。同年三菱電機
(株) に入社。以来、道路交通等の画像
監視に関する研究に従事。現在、同社産
業システム研究所自動車・道路システム
開発部研究員。電子情報通信学会会員。

古澤 春樹

(正員) 1953 年 4 月 5 日生。1978 年京
大・工・電気卒。同年三菱電機 (株) 入
社。同社産業システム研究所にて、画像
認識、理解等の研究、応用製品開発に従
事。最近は道路交通システム等の社会・
公共分野における道路インフラ及び I T
S の研究を担当。電気学会、IEEE 各会員。

小沢 慎治

(正員) 1943 年 5 月 31 日生。1967 年慶
應義塾大学工学部電気工学科卒。1972 年
同大学大学院博士課程了。1970 年同大学
助手、専任講師、助教授を経て現在同大
理工学部情報工学科教授。その間、1984
年米メリーランド大学訪問助教授。ディ
ジタル通信、音声・画像の情報処理、コ
ンピュータビジョン等に関する研究に従事。工学博士。電
気学会、電子情報通信学会、情報処理学会、IEEE など会員。