

## 交通流画像のデジタル解析

Digital Image Analysis of Traffic Flow.

尾上 守夫\*・大場 一彦\*

Morio ONOE and Kazuhiko OBA

## 1. ま え が き

都市およびその周辺における自動車交通の円滑な流れは都市機能を効率的に果たすために欠くことができない。そのため道路交通制御の研究が盛であり、本臨時事業でも一つの重点がおかれている。また各都市における実施状況も次第に広域に連繋し、複雑な制御を行う段階に達している。それらが所期の効果を発揮するためには計画時の実地調査においてその地点の交通流の特性の把握および実施時における精度のよい感知器の存在が不可欠である。

前者には(i)目視、ITV(工業用テレビジョン)、(ii)写真、映画、VTR(ビデオテープレコーダ)(iii)感知器などが用いられてきた。(i)は人手を要し、記録性が悪い、(ii)は記録性はよいが事後の解析に多くの人手を要する。(iii)については後述の問題点がある。

後者の感知器には検出端に(i)電磁ループ、(ii)起音波送受波器、(iii)マイクロホン等が用いられている。(iii)は騒音レベルによって交通量を大づかみに推定するだけであって精度が不足である。(i)は道路を掘る必要があり、(ii)は保守に手がかかるという欠点がある他にいずれもある地点に車輛が存在するか否かの時系列の情報しか得られないという問題点がある。したがって車種、渋滞長、車線変更、方向変更などを精度よく推定することはできない。ITV画面上に等価的に点感知器を設け処理の迅速化をはかったシステムが当所の別のグループで開発されているが、やはり同じ問題点を内蔵している<sup>1)</sup>。

これらの問題点は交通流を画像としてとらえることにより解決されると思われる。そのためITVで撮った画像を電子計算機で処理する方式を研究してきた。この際画像をそのまま計算機に入れるのではデータ量が膨大になりまた車輛の検出も容易でない。画面にある建物、道路などの背景は各画面に共通であって、しかも本来必要のない情報である。交通流計測のためには移動体すなわち画面によって変化していく分のみ検出できればよい。この点に着目して、ある時点の画面を記憶し、適当な時間間隔をへだてた画面からそれを引きさ

て、その差すなわち移動体のみを抽出する差信号方式を案出して実験を重ねてきた。その結果情報を必ずしも2次元の面的にとらなくても車線に沿って設定した1次元の線の情報でも十分な精度が得られ処理時間も大巾に短縮できることが判った。

放送用テレビジョンと違ってITV用のカメラ、ビデオレコーダ等のビデオ機器は同期周波数の変動巾が大きい。また目視監視用に現在各所に据付けられているITVはランダム・インターレースのものが多い。したがって画像をデジタル化して計算機に入れる際には常に同期合せが問題になる。本システムは蓄積管を利用することによってこの問題を解決している。

以下これまでの研究経過を紹介する。

## 2. 差 信 号

ある時間間隔をへだてた二つの画像間の差信号をとるにはアナログ方式(A)とデジタル方式(D)とがある。図1はアナログ方式の例である。テレビカメラ

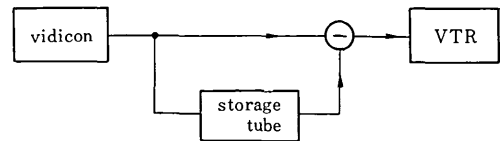


図1 アナログ方式差信号テレビジョン

の出力をある時点で蓄積管に書き込み、それを非破壊的に読出してカメラの出力から減算する。出力は蓄積した時点と現時点との差信号が通常のTV信号として連続的に得られるので図示のようにVTRに録画するなり、あるいはオンラインでデジタル化して計算機に読込む<sup>2)~4)</sup>。

デジタル方式では先に画面をデジタル化して計算機に読込んでおいてから、計算機内で減算する<sup>5)</sup>。

両方式の得失は次の様である。

(1) A方式は減算の際の両画像の重ね合せが問題になる。蓄積管としては階調特性のよいシリコンターゲットのものを使用したが、書き込み時と読み出し時における偏向特性、階調特性の差のために同一画面でも

\*東京大学生産技術研究所 第3部

完全な消去は難しい, 調整がクリティカルでとくに長時間の野外実験ではドリフトが問題になる.

(2) D方式はA方式より少くとも1枚余計に画像をデジタル化し, また内部に記憶しておかねばならない.

(3) 減算に要する時間はA方式の方がD方式より少ない.

(4) A方式は情報量が圧縮されているので, 電話線などによる狭帯域伝送には適している.

当初はA方式を多用したがICメモリの普及によって記憶容量のコストが下がったことと, 後述のようにとりこむデータ量自身も少なくなったことから最近ではD方式を用いることが多い.

### 3. デジタル化

デジタル化のためには画像を読み込むべき時刻の指定と同期合せが必要である. 前者は絶対時刻あるいは交通信号の変化からの相対時刻で指定する. VTRに一時停止の機能があれば静止画の標準TV信号として, 前に報告した1ライン1フレーム方式のビデオAD変換器<sup>6)</sup>で計算機に直接読み込むことができる. しかし一時停止を丁度フレームに合わせて自動的に行うことが困難なことと同期信号の変動, 走査方式の違いがあることなどからここでは蓄積管を使って読み込む方式をとった.

すなわち現場では高所に据付けたテレビカメラでVTRに交通流の状況を録画する. 差信号を得るのにA方式をとる際は蓄積管を用いて図1の接続にする. この際時刻あるいは信号現示情報はVTRの音声チャンネルに入れる.

研究室での再生は音声チャンネルの情報を用いて所要の時刻の1フレームを蓄積管に書込み, それを計算機で指定された座標に従って読出して低速のAD変換器でデジタル化する.

首都高速道路では目視監視用のテレビカメラが既に100台以上も各所に据付けられている. これを利用して交通流計測する際は走査がランダム・インターレース方式なので通常のVTRではそのまま録画できない. したがってある時刻で一たん蓄積管に1フレーム書込み, それを標準走査方式で再生して若干の時間VTRに書込む. これを研究室で上と全様の方法で計算機に入力する.

以上蓄積管を介する方式は書込んだ画面の消去に0.5~1秒かかるために, それ以上早い間隔で画像を読み込めない. しかし交通流画像に対してはこの早さで十分である.

### 4. ソフトウェア

図2が処理の流れ図である. A方式の差信号をとる場合は蓄積管の書込み, 読出し特性の差のためかなり

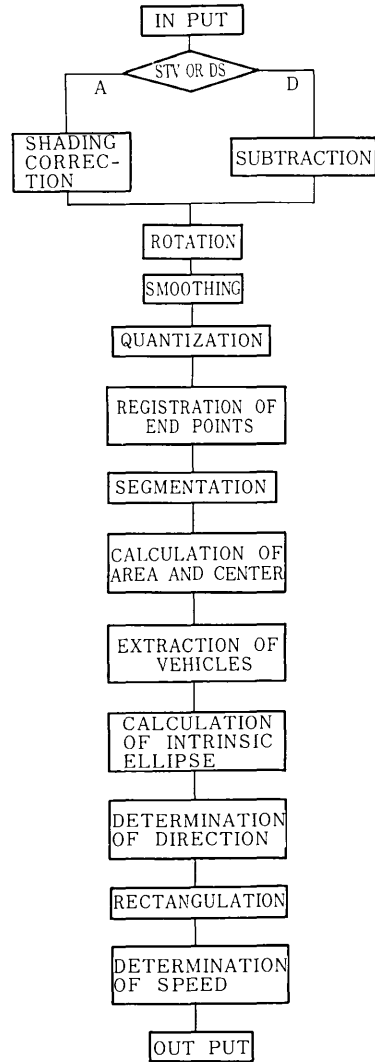


図2 処理の流れ図

シェーディングがあるので平滑化したデータに基いてそれを補正してから処理をはじめ. D方式の場合は減算だけでシェーディング補正は不要である.

以下の各段階の処理は計算機の磁気ディスクオペレーティング・システムのセグメント・プログラムになっており, その組合は自由にかえることができる. また処理のパラメータは対話型で自由に指定することができる.

### 5. 処理例

図3はある直線道路の録画例であって図中白線に囲まれた部分のみデジタル化して計算機に読み込んでいる. 図4は各車輛を抽出した例で1秒間隔の3フレーム分を同時に表示している. 図5はそのラインプリン

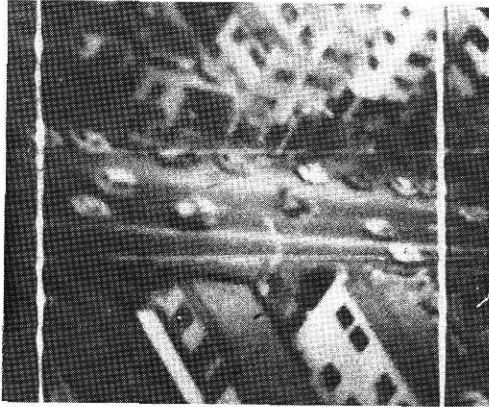


図3 直線道路の俯瞰画面

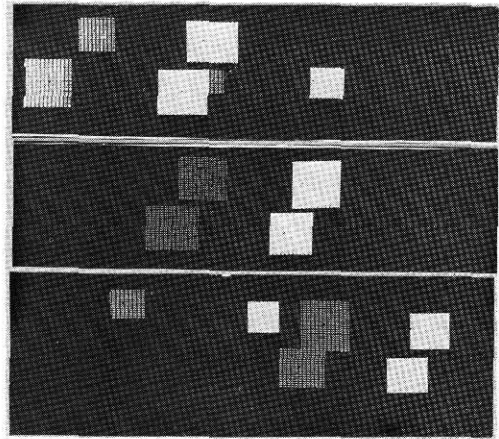


図4 車輛抽出結果(3フレーム分)

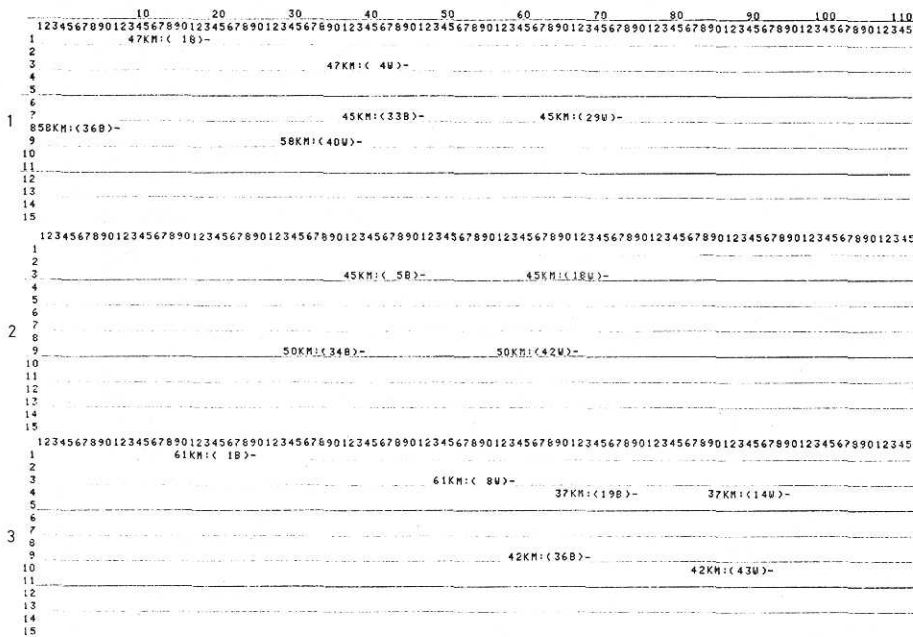


図5 車輛抽出結果のラインプリンタ出力

ター出力で、各車輛の速度も示してある。ここでは未だフレーム間の車輛の同定は行っていないが、後述のようにそれも可能であり、車輛の大小とともに打出されるようになっている。

図6は首都高速道路で録画した例で、この場合はかなり斜めから眺めた格好になっている。したがって処理の際にパースペクティブな補正が必要になる。この場合は前例のように2次元の面的な情報を計算機に入れないで車線にそった3本の直線上の情報のみ取入れているために、データ量は大幅に削減された。図7が各フレームにおける車輛の抽出例、それにフレーム間の車輛の同定を行って得られた出力が図8である。(見やすくするために斜の線は人手で入れた)

## 6. まとめ

画像情報としてとらえた交通流情報のデジタル処理について現在までの研究状況を紹介した。図5で述べた手法を拡張して曲線上の情報のみを用いた交叉点の処理もかなりの成績が得られるようになってきた。まだ道路と同じような色の車輛の識別、夜間時、雨天時など問題は多いが逐次解決に努めていきたい。

高速道路の録画は首都高速道路公団の松井氏、乾氏、宮岡氏の御好意で可能になったもので厚くお礼申し上げます。また、録画制御装置を試作された日本電装株式会社、加藤氏、榎原氏、足立氏、読込みプログラムの作成にあられた日本システム技術株式会社の小塚氏に感謝いたします。

さらに当所高羽助教教授, 高木助教教授の有益な御助言に深謝いたします。

(1976年1月28日 受理)

文 献

- 1) 高羽, 谷口, 兼子: 画像情報の抽出・処理による交通流計測, 生産研究27, 11, 411-415 (1975. 10)
- 2) 尾上, 浜野, 大場: シリコン・ターゲット蓄積管の画像処理への応用, 電子通信学会画像工学研究会資料 IT72-23 (1972-10)
- 3) 尾上, 浜野, 大場: 差信号ITVによる交通流計測, 電気学会全国大会 514 (1973)
- 4) 尾上, 浜野, 大場: Computer Analysis of Traffic Flow Observed by Subtractive Television, Computer Graphics and Image Processing 2, 377-392 (1973)

- 5) 尾上, 大場: ITV信号のデジタル処理による交通流計測, 電子通信学会全国大会1301 (1974)
- 6) 尾上, 高木, 小野: ITVを用いた画像入力装置, 電子通信学会画像工学研究会資料 IT-73-12 (1973. 6)
- 7) 尾上, 大場: 斜視した道路の交通流画像計測, 電子通信学会全国大会 (1976)

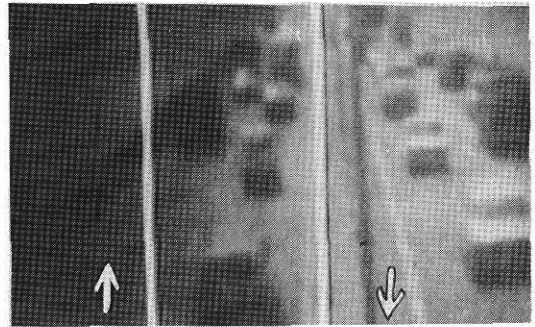


図6 高速道路の斜視画面

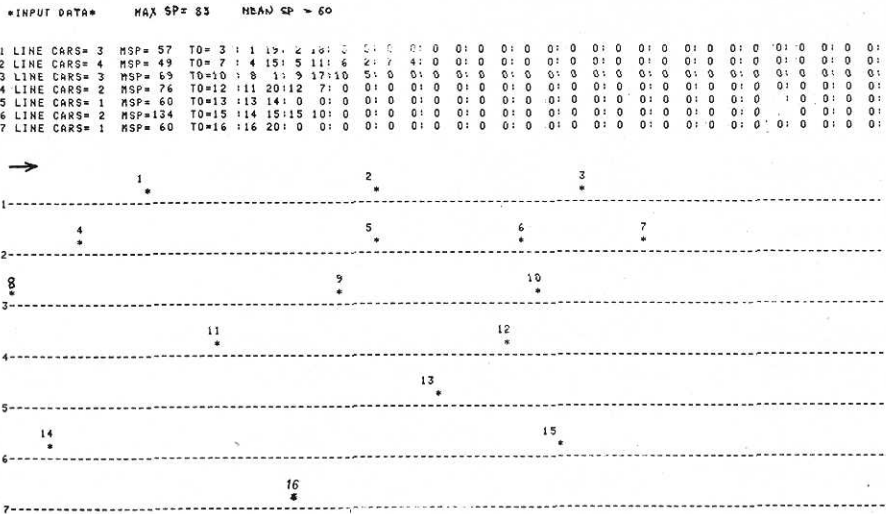


図7 車輛抽出結果のラインプリンタ出力

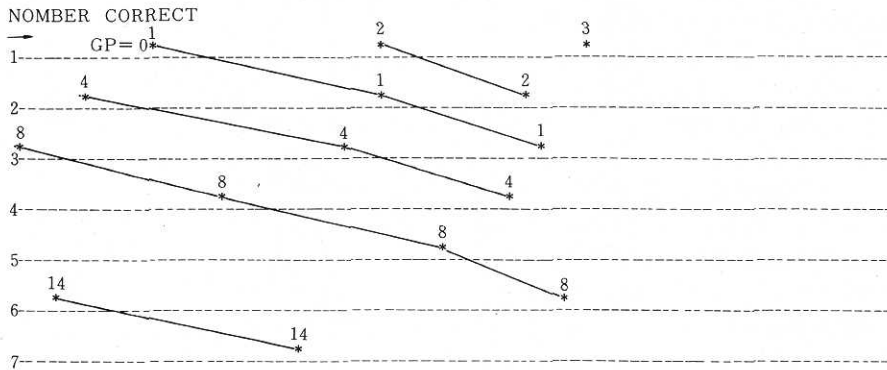


図8 フレーム間で車輛の同定を行ったラインプリンタ出力