

固体イメージセンサを用いる交通流計測システムの改良

Improvement of a Traffic Flow Measuring System Using a Solid-state Image Sensor

高羽 禎 雄*・関 根 富 美*・鳥 居 桂*

Sadao TAKABA, Tomiyoshi SEKINE and Katsura TORII

1. ま え が き

画像による交通流計測手法は、交通管制システムの高度化に必要な情報収集手段として、国内外で注目されている。筆者らは、先に行ったITVを用いる交通流画像計測システムの開発と計測アルゴリズムの検討に基づき、今後の実用化の形態となるであろう固体イメージセンサとマイクロコンピュータを結合したシステムの開発¹⁾を進め、計測実験^{2)~4)}によりその有効性を示した。本報では、屋外における長時間のオンライン計測をめざして、システム機能および操作性の向上をはかるためのソフトウェアの整備と光学的環境条件の変化に対応するためのレンズの自動絞り機構の導入を行ったのでご報告する。⁵⁾

2. 計測システムの概要

本システムの構成を図1に示す。ここで用いた固体イメージセンサカメラシステムはレティコン社のMC520(カメラ)およびRS520(コントローラ)であり、100×100画素の画像信号が25~500フレーム毎秒の速度で6ビットのデジタル値(輝度値)に変換される。IDSCは画面上のあらかじめ指定されたサンプル点(1フレームあたり最大256点、4フレームを通じて最大1,024点)の輝度値のみを抽出して処理する。汎用マイクロコンピュータシステムNCC-100はIDSCに後置され、アルゴリズムの開発過程での処理やデータの記録等に利用される。図2は図1よりNCC-100およびビデオモニタを除き、コンソールを加えたもので、屋外におけるオンライン計測に用いられる。本システムを用いた計測例では通過車両台数を2~3%、また速度を5%程度の誤差で計測することができた。

3. ソフトウェアの改良

本システムにおける画像情報処理は、IDSCとNCC-100により分担される。本システムの開発当初には、専用ハードウェアであるIDSCの動作試験を行うことを主眼

として、IDSCのソフトウェアにはアセンブラのみを使用していたが、図2に示したシステム構成により屋外におけるオンライン計測を行う際に必要となるIDSCにおける各種画像処理プログラムおよび交通流計測プログラムはフォートランで作成するものとし、そのための各種ソフトウェアの整備をはかった。また、汎用マイクロコンピュータシステムNCC-100を後置した場合にも、図2に示すIDSCのコンソールから操作できるようシステムの操作性の向上をはかった。図3は改良されたIDSCのソフトウェアの構成を示す。

3.1 ソフトウェアレベルI

コンソール、画像入力部に対して物理的な入出力を行う部分である。

システムモニタは当初動作試験のために他の装置から移植したものに次の改良を加えた。

(1)IDSCのコンソールからNCC-100を操作する機能を付加した。すなわち、コンソールの制御モードとしてRモード(IDSCのコンソールとして使用)とTモード

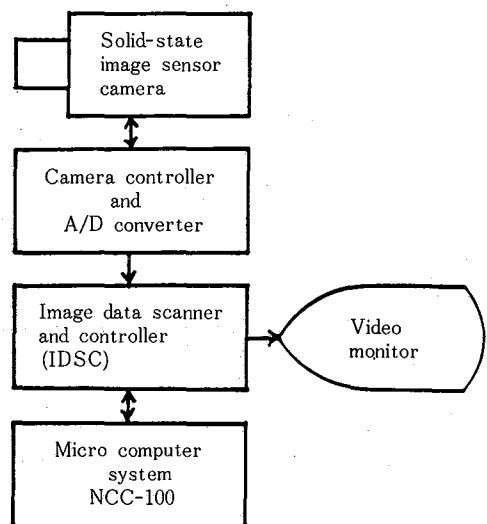


図1 システムの構成

* 東京大学生産技術研究所 第3部

研 究 速 報

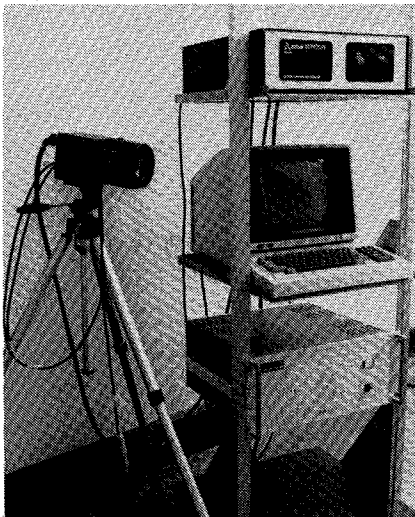


図 2 システムの写真

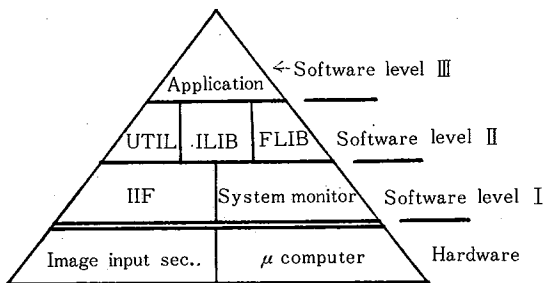


図 3 ソフトウェア構成

ド (NCC-100 のコンソールとして使用) の 2 種類を設定し、次の 3 種類の割り込み処理ルーチンを付加した。

ルーチン A: コンソールのキーボード部からの割り込み要求によって起動され、1 文字を読み、R モードでは 1 バイトのバッファ CBUF に、T モードでは NCC-100 に送る。システムモニタのコンソール入力ルーチンは CBUF をコンソールとみなして処理する。

ルーチン B: NCC-100 からの割り込み要求によって起動され、1 文字を読み 512 バイトのリングバッファ TBUF に格納する。

ルーチン C: コンソールの表示部からの割り込み要求によって起動され、TBUF の内容を表示する。なお、TBUF が空のとき、割り込みは禁止される。

上記により、R モードでは従来どおり IDSC のコンソールとして使用され、T モードでは NCC-100 の端末のエミュレートがなされる。なお、起動時には R モードにセットされる。

(2) リード、ライト、符号変換などのコンソール入出

表 1 画像入力部の入出力に関するルーチン

ルーチン名	機 能
WTSPA	1 フレーム分のサンプル点アドレスを画像入力部へ書く
RSPA	1 フレーム分のサンプル点アドレスを画像入力部から読む
DSPSP	サンプル点をビデオモニタに表示する
RDDATA	1 フレーム分のサンプル点の輝度値を画像入力部から読む
INTRPT	画像入力部からの割り込み要求により起動されフレームの選択、フラグの操作等を行う

表 2 ILIB のモジュール

モジュール名	機 能
INITLZ	フラグの初期化
SETBLK	サンプリングフレーム間隔等の輝度値収集に関するパラメータを INTRPT ルーチンに渡す
WRTSPA	サンプル点アドレスを画像入力部に書く
RDSPA	サンプル点アドレスを画像入力部から読む
ACTDAT	1 フレーム分のサンプル点の輝度値を画像入力部から読む
START	画像入力部からの割り込みを許可する
FINISH	画像入力部からの割り込みを禁止し、終了フラグをセットする
ITXDAT	NCC-100 に指定されたバイト数のデータを送る
IRXDAT	NCC-100 から指定されたバイト数のデータを受け取る
RTNTB	ソフトウェアレベル I のルーチンの中で、ILIB 内で使用されるものを登録する
MEMLST	サンプル点アドレスバッファおよび INT RPT ルーチン用パラメータバッファのメモリマップ

※なお、上記には ILIB の一部を示した。

力に関するルーチンを付加した。

IIF は、画像入力部に対して物理的な入出力を行うルーチン群(表 1)である。

ここでは 4 系統の割り込みを用いたが、それらの優先順位は、コンソールキーボード、画像入力部、NCC-100、コンソール表示部の順である。

3.2 ソフトウェアレベル II

フォートランでアプリケーションプログラムを作成することを目的としてライブラリ FLIB、ILIB を、またコンソール操作によって起動されるルーチン群 UTIL を設けた。

FLIB は IDSC 用のフォートランライブラリである。NCC-100 上のフォートランプログラムをソースレベルでの変更を行うことなしに IDSC 上でも動作可能にすることを目的として、NCC-100 上のフォートランコンパイラ FORTRAN-80 に付属するフォートランライブラリ FORLIB に次のモジュールの変更を行った。

INIT: 各種フラグの初期設定およびスタックのセッ

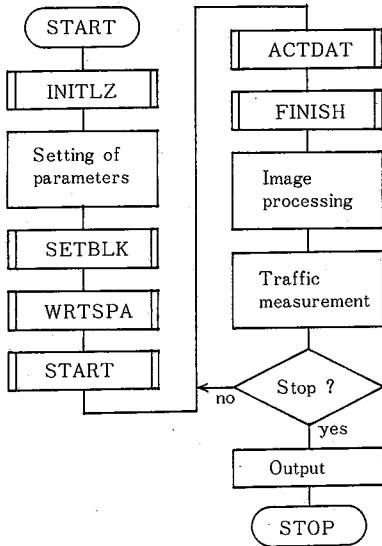


図4 計測プログラムのフローチャート

表3 自動絞りレンズの仕様

項目	規格
焦点距離	12.5~75 mm
最大口径比	1 : 1.8
絞り範囲	F 1.8~F 360相当(連続)
光量比	40,000倍
画面寸法	8.8×6.6 mm
フォーカシング範囲	∞~1 m

トを行うが、このうち後者を IDSC に適合させた。

EXIT: プログラム終了時にシステムモニタのウォームスタートを起動させるように変更した。

CPMIO: FORTRAN-80 の標準入出力に対するインタフェースであるが、前記システムモニタにおいて付加したルーチンを起動するように変更した。

ILIB は IDSC 固有の入出力および制御をフォートランプログラムから行うために作成されたサブルーチン群(表2)である。これらを用いた交通流計測プログラムの基本構成を図4に示す。

UTIL は NCC-100 からの計測プログラムのロード、サンプル点の手動設定、計測前の指定画素の輝度値のチェックを行うために設けられたルーチン群で ROM に格納されている。

3.3 ソフトウェアレベルIII

交通流計測とそのための各種画像処理プログラムがフォートランで作成される。実行形式プログラムへの変換は NCC-100 上で行われ、IDSC にロードされる。通過車両台数計測プログラムの動作試験では、1 フレームあたり 4 サンプル点、50 フレーム毎秒までの処理が可能であ

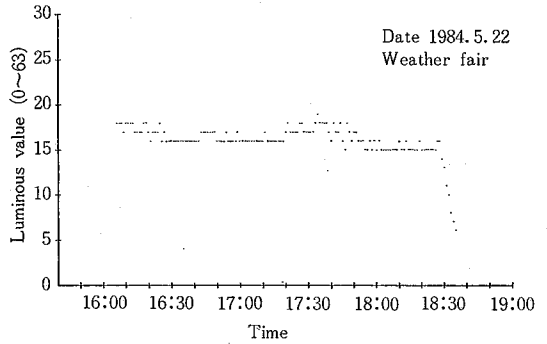


図5 路面輝度値の変動
—自動絞り機構を付加したとき—

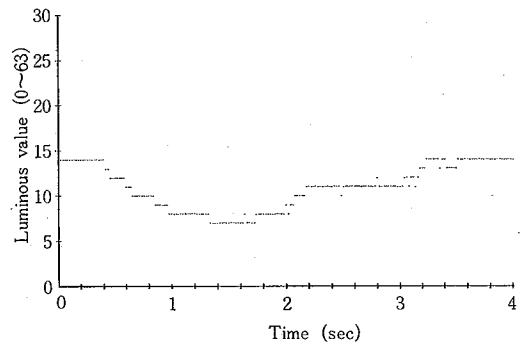


図6 路面輝度値の変動
—明るい車両が視野内を走行した場合—

り、プログラム中の乗除算をアセンブラのシフト演算で代用することにより7サンプル点、50フレーム毎秒までの処理が可能であった。

4. レンズの自動絞り機構の導入

本システムに用いられている固体イメージセンサのダイナミックレンジは約200倍であり、朝夕や天候の変化による広範囲な照度変化には対応できない。先に行った計測実験では、データを5分を単位として収集することとし、収集開始直前に手動で絞りの調節を行った。ここでは長時間のオンライン計測のために、表3に示す光学的仕様を有する自動絞り機構付きレンズを導入した。これにより、昼間日照時(約100,000 cd/m²)から夕方日陰時(約50 cd/m²)にわたる広範囲の輝度変化に应答させることができた。図5に路面輝度値の変動例を示す。輝度値は15~19の範囲におさまっている。なお、18時30分以降に大きく変動したのは、絞りが開放状態になり、それ以上の追従が不可能になったためである。ここではイメージセンサの画像信号の平均値が一定になるように絞りを制御しているが、視野内に車両が出入りすること

研究速報

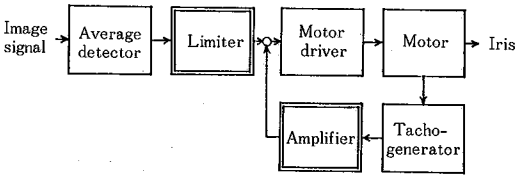


図7 自動絞り制御回路

による平均輝度の変動に自動絞り機構が追従し、車両認識の基準となる路面の輝度値の検出を困難にする。図6に非常に明るい車両がカメラの視野内を通行したことにより、路面の輝度値が変動した例を示す。ここでは対応策として、朝夕の照度変動などの非常にゆるやかな変動を自動絞り機構で、雲による太陽光のしゃへいなどの比較的速い変動をソフトウェアで追従するものとし、前者の応答速度を小さくすることにした。すなわち図7に示す自動絞り制御回路の中の2重わくで囲まれた部分を付加し、車両の出入りによる影響を軽減するとともに、応答速度を1秒あたり10%程度に設定した。図8、図9に平均輝度を約2倍に変動させた場合の変更前および変更後の応答特性を示す。

5. む す び

ここでは、本システムの実用化をめざしてソフトウェアの整備を行い、同時にレンズの自動絞り機構の導入を行った。本システムによる通過車両台数および速度の計測実験では、誤差がそれぞれ2~3%、5%程度と良好な結果が得られており、今後さらにアルゴリズムの改良を行って長時間のオンライン計測に結びつけていく予定である。(1985年2月5日受理)

参 考 文 献

- 1) 高羽, 関根, 黄: 固体イメージセンサカメラと画像データ収集制御装置による交通流計測システム, 昭和58年度電子通信学会総合全国大会, 1160, 1983
- 2) 高羽, 関根, 黄: 固体イメージセンサを用いた交通流計測システム, 第14回画像工学コンファレンス, 8-15, 1983

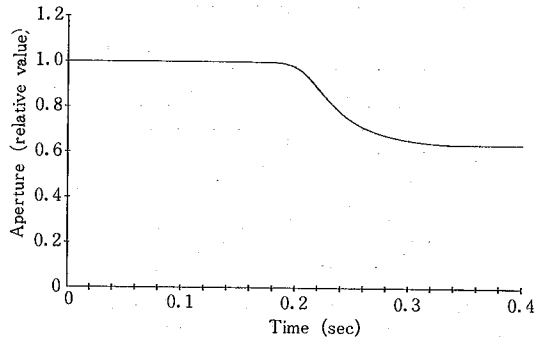


図8 自動絞り機構の応答
—絞り制御回路変更前—

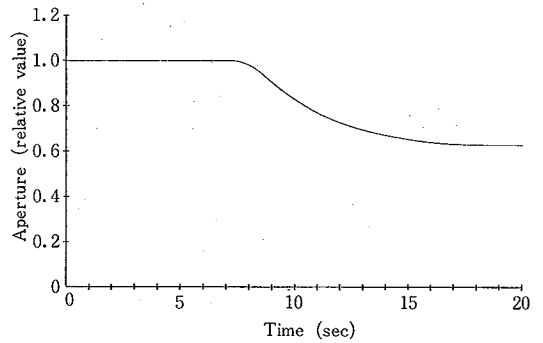


図9 自動絞り機構の応答
—絞り制御回路変更後—

- 3) 高羽, 関根, 黄: 固体イメージセンサによる通過車両台数の計測, 昭和59年度電子通信学会総合全国大会, S20-9, 1984
- 4) Takaba, Sekine and Hwang: A Traffic Flow Measuring System Using a Solid-state Image Sensor, IEE Road Traffic Data Collection Conf. Publ. No.242, 1984
- 5) Onoe, ed.: Progress in Image Processing, 1984
- 6) 高羽, 関根, 鳥居: 固体イメージセンサを用いる交通流計測システムの改良, 昭和60年度電子通信学会総合全国大会, 1376, 1985