

多次元画像情報処理による都市情報の処理 に関する研究

Studies on Processing Urban Information by Means
of Multidimensional Image Processing.

3・2・1

多次元画像情報処理による都市情報の処理

Processing of Urban Information by Means of
Multidimensional Image Processing

尾上 守夫*・高木 幹雄*

Morio ONOE and Mikio TAKAGI

1. はしがき

都市情報の収集は従来分散した多数の観測点によることが多かったが、経済的に設置しうる点数にかぎりがあるため観測網としては目の粗い、しかも場所的に固定したものにならざるを得ない。したがって公害汚染計測のように広い面積にわたって分布を求めたり、局所的に集中した高濃度の部分を検出したい場合あるいは交通流計測において車線変更や方向変換を含めて交通流の実態を把握したい場合など孤立観測点方式では十分でなく、はじめから情報を画像としてとらえる必要がある。

この画像は一見地図のように2次元の面的分布であるが実はその上にさらに空間軸、時間軸、スペクトル軸、その他種々の物理的、化学的諸量の軸など多次元に情報がもりこまれている。このような多次元画像情報をいかに処理して、その膨大な情報量の中から公害・災害状況の表示および防護対策に必要な情報を抽出するかということが大きな課題となってくる。

画像処理の手法としてはレンズのフーリエ変換機能に依存した光学的手法、写真乳剤のさまざまな特性を利用した写真的手法、ビデオ技術による手法などがある。しかしこれらのアナログ的方法は精度、再現性、融通性の点で制約が多い。これに対して電子計算機による画像処理はこれらの制約をまぬかれる上に、画像の部分部分に応じて処理パラメータを変えていくような適応的な処理や、自動計測、分類、判断などの高度の処理も行うことができる。

計算機で画像を処理するためには画像を画素の集りと考えてデジタル化する必要がある。キャビネ程度の黑白写真でも $1000 \times 1000 = 10^6$ 点位の画素となり、各画素は128レベルの階調をもっている。これにカラー

情報、時間の変化などがもりこまれると情報量は膨大なものになり、計算機の記憶容量、演算時間が常に問題になる。しかし幸にしてICやLSIの進歩に支えられてデジタル演算のコストはこのインフレーションの時代にあっても着実に低下の歩みをつづけており、計算機による画像処理の将来に明るい見通しを与えている。以上の認識に基いてわれわれは計算機による多次元画像情報処理の研究を行ってきた⁽¹⁾とくにはじめに問題になる画像入出力装置については種々の簡易な装置を開発し、ミニコンを中心とする画像処理システムをつくって⁽²⁾各種の応用を試みてきた。その経験に基いて昭和49年度より2年計画でさらに高性能の多次元画像情報処理研究設備の建設に入っている。

すでに述べたように都市情報も多次元画像の一種とみなすことができ、その処理はハード的にもソフト的にも互に共通点が多い。したがって臨時事業に参加するに当り、この研究設備を全面的に活用することにした。ただ情報の種類に応じた適当な入出力機器が必要であるのでその整備につとめている。

処理の対象としては差信号ITV画像による交通流計測およびマルチスペクトラム・リモートセンシング画像による公害汚染計測に重点をおき、さらに次節に紹介される光ヘテロダイン方式による大気汚染分布の計測を考慮している。

2. システムの概要

システムの構成を図1に、その外観を図2に示す。実線が49年度、点線が50年度、鎖線が51年度の計画である。上半分が本来の多次元画像情報処理研究設備である。この詳細については改めて報告する予定であるので、ここではごく概要をのべるにとどめる。

入出力の中心は高分解能のフライングスポット・システムであって35および70mmのフィルムを扱うことができる。その制御は(16ビット、32K語)のミニコン

* 東京大学生産技術研究所 第3部

で行われる。これには25M語の大容量磁気ディスクおよび蓄積型ディスプレイがつき画像処理に便利になっている。また写真を介さず直接顕微鏡画像が処理できるように計算機制御のオンライン顕微鏡も附設されている。来年度はカラー情報の処理および2次元演算の効率化が可能になる予定である。

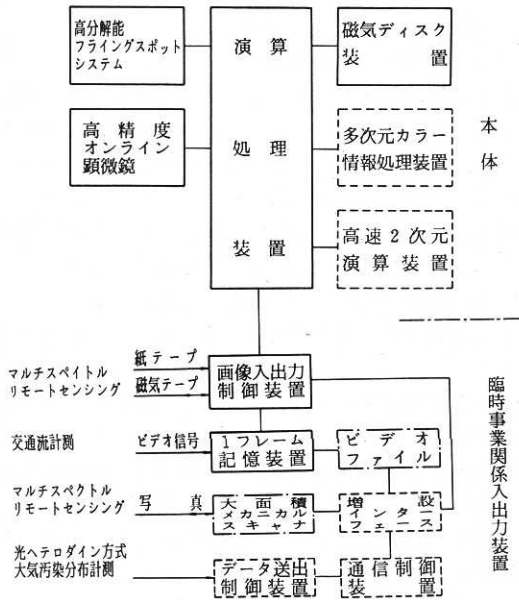


図1 多次元画像情報処理研究設備の構成

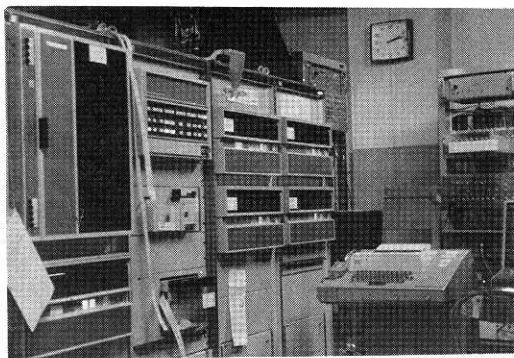


図2 多次元画像情報処理研究設備外観

下半分が本臨時事業関係の入出力装置である。紙テープおよび磁気テープの形で与えられるマルチスペクトル・リモートセンシング画像、ビデオ信号の形で与えられる交通流画像、大面積写真の形で与えられるリモートセンシング画像の入出力および光ヘテロダイン方式

による大気汚染画像の入力が可能である。

これら多種多様な入出力を容易に扱い、また画像処理を対話型で行いようなソフトウェア・システムも開発中である。すでに(64×64)画素の比較的小規模画像を対象とした対話型システムは稼動中である。⁽³⁾ またコアに入りきらぬような大規模画像のデータ行列の転置⁽⁴⁾ やアダマール変換、フーリエ変換などの2次元変換⁽⁵⁾⁽⁶⁾ の新しいアルゴリズムを見出して、2次元演算の高速化に活用している。

3. 交通流計測

都市における計算機による交通制御の普及はめざましいものがあり、より精密な広域システムに移行していく傾向にある。それが効果を発揮するためには交通流の基本特性の把握と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。前者については写真、映画、ビデオレコーダなどがよく使われているがいずれも解析は人手によって行うため時間と労力の制限により十分なデータをうるることができない。また電磁ループや超音波を利用する従来の感知器はある一点に車輛が存在するか否かの情報しか与えず、車線変更、交叉点における方向変換、渋滞長の波及などの重要な情報をとらえることができない。工業用テレビ (ITV) も交通流の監視にすでに広く用いられているが、いずれも目視用であって計算機の入力として用いることはできない。その理由はテレビ信号に含まれる情報量があまりに膨大であるために伝送、入力変換、演算の能力を上まわることと、その情報のなかから必要な交通流情報を抽出するのが困難なことによる。

しかしながらテレビ画面の大部分をしめる建物、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1フレーム蓄積記憶装置に記憶し、適当な時間間隔をへだてた画面からそれをひきさって、その差信号すなわち移動体のみ抽出する差信号ITV方式を考案した。図3はその予備実験の結果であるが(a)は通常のテレビ出力、(b)は差信号出力であって車はコントラストの強い白黒の対になっている。これを計算機で処理して車を抽出したものが図4である。上は3台の車が2レーンにわたって走っていることを示している。下はそれから2秒後であって、この移動距離から車の速度は40km/sであることが判る。⁽⁷⁾⁽⁸⁾

本臨時事業ではこの方法をさらに発展させて処理速度をあげ、さらには交叉点中における車輛の複雑な挙動をも把握できるようにし、また車種の識別を可能にするなど高度の交通流計測が自動的に行えるようにすることを目的としている。

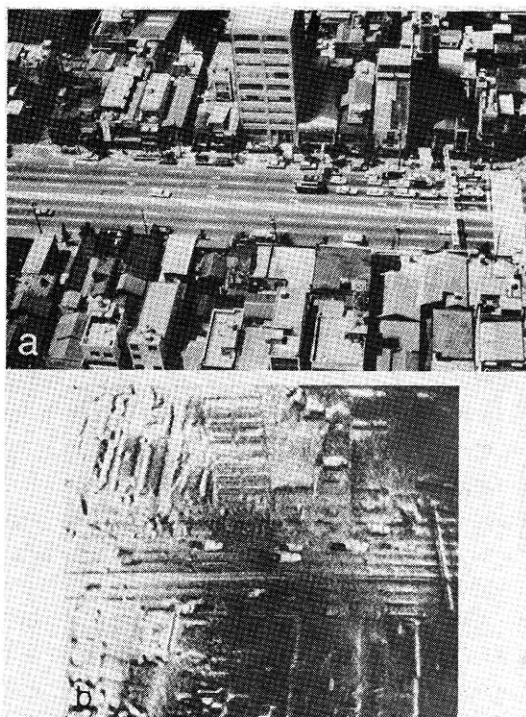


図3 交通流計測 (a) 通常のテレビ出力
(b) 差信号出力

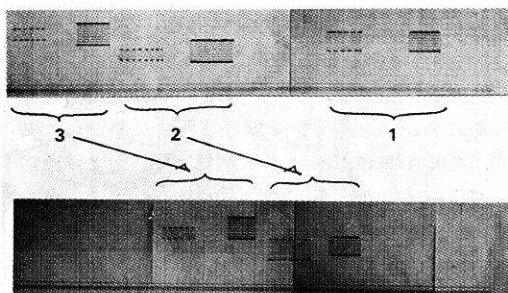


図4 差信号出力から抽出された車の位置

4. マルチスペクトラム・リモートセンシング

大規模な宅地造成工事，ゴルフ場建設などのために自然環境が大きな変更をうけ，洪水，土砂流，森林の衰退，などが誘発されている。また自動車の排気ガス，工場からの排煙のために都市の公園や樹木が衰弱しは

じめている。工場からの廃液，埋立て，発電所からの温排水などのために海の生活実態はきわめて大きな環境変化に直面している。

このように大都市周辺の環境および現象の変化は人間の活動によるものである。よりよい都市づくりをするためには，これら人間の活動と自然環境との因果関係を迅速に，広範囲にわたってしかも連続時系列的に正確な情報として収集し，関係づけておく必要がある。これが都市における公害対策や再開発をすすめる上できわめて基礎的な資料となる。

マルチスペクトラム画像によるリモートセンシングの技術は最近急速に発展しているものであって地球環境から反射または放射する電磁スペクトラムの特性をフィルタで分解した写真もしくは回転鏡スキャナーによる電気信号としてとらえるものである。可視光領域のみならず，近赤外，遠赤外（熱線）マイクロ波領域もカバーされており地表，海面の温度分布，緑の分布は勿論，樹林の種類なども正確に把握できる。

現在大量のデータが継続的に得られているのは衛星からのリモートセンシングであって，資源探査衛星ERTSの場合は解像度80mの4バンドの画像が18日おきにえられている。写真および磁気テープの形で入手可能である。また気象衛星からは解像度1kmの可視および赤外の画像がそれぞれ1日に1回および2回得られており，これは日本でも直接受信が可能である。航空機搭載のマルチバンド・カメラおよびスキャナーによる画像は日本でもとりはじめられている。

その解析は従来専ら目視あるいは写真，ビデオ技術などのアナログ的方法によっており，マルチスペクトル画像のもつ豊富な情報を活かしてきれてない。解像度も低くなり，種々の補正をほどこすことも困難である。これらの難点の解決はデジタル画像情報処理技術の導入をまたねばならない。⁽⁹⁾本臨時事業ではまず資源衛星および気象衛星画像による公害汚染分布の計測をとりあげ，そのための入出力装置の整備，ソフトの開発を行っている。入力には磁気テープの形で与えられることが多い。出力はフライングスポット・スキャナーが活用されることは言うまでもないが，地図のように大型の画面出力を要求されることが多いので，大面積のメカニカル・スキャナーを設ける予定である。これは読取りヘッドも備えて写真の形で与えられた入力にも使えるようにする。

ソフトとしてはマルチスペクトルの複数画像の重ね合せからはじまって対象領域の自動分類まで行う各種プログラムを整備中である。図5は資源衛星による成田空港附近の4バンド画像の処理例である。⁽¹⁰⁾ターミナルおよび滑走路の工事がはっきりと認められる。右側はヒストグラムその他の統計量である。

(1975年2月1日受理)

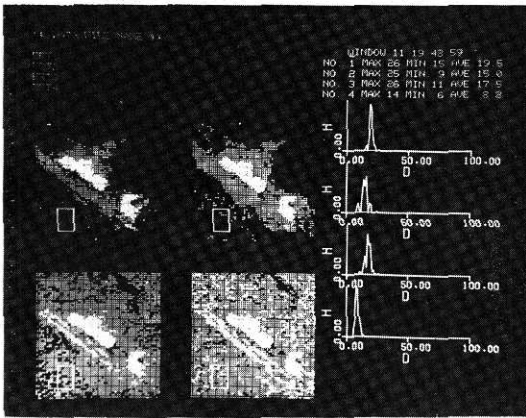


図5 資源衛星による成田空港附近の4バンド画像の処理例
 左上:0.4 μ 右上:0.5 μ 左下:0.6 μ 右下:0.7 μ

文 献

- 1) 尾上・高木：電子計算機による多次元画像情報処理について，生産研究 23, 1, pp. 2~18 (1971)
- 2) 尾上・高木：画像処理用簡易入出力装置，生産研究, 24, 4, Pp. 3~11 (1972)
- 3) 尾上：SYstem 64, (64 \times 64) 画像処理用対話型システム，電子通信学会画像工学研究会資料IE74-60 (1974. 11. 4)
- 4) 高木・横井：転置行列を高速で得る方法について，電子通信学会電子計算機研究会資料 EC73-26 (1973. 9. 20)
- 5) 尾上：大規模2次元FFTの高速演算法，TV学会全国大会 11-1 (1974)
- 6) 尾上：A method for computing large scale two-dimensional transform without transposing data matrix, Proc.IEEE., 63, 1, pp. 196-197 (1975)
- 7) 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)
- 8) 尾上・浜野・大場：Computer analysis of traffic flow observed by subtractive television, Computer Graphics & Image Processing, 2, pp. 377-392 (1973)
- 9) 尾上：アーツ衛星とデジタル画像処理，画像技術 11, 11, pp. 1~2 (1973)
- 10) 高木：資源衛星のコンピュータ画像処理，TV学会誌 28, 4, pp. 279-284(1974)
- 11) 尾上・岩下：電子通信学会全国大会 (1975)

