

U-PIPS によるカラー空中写真情報の処理

～湖の写真測量への応用～

藤本 勉・田中 護

Aviation Color Picture Information Processing Using the Ube
Tech. Coll. Picture Information Processing System, U-PIPS

—Applicatious to the Photogrammetry—

Tsutomu FUJIMOTO, Mamoru TANAKA

Abstract

Recently, with electronic computers, the automatic interpretation of photographs is being put to practical use.

Only from aviation color photography (especially multi-band color), can we tell what use land is being put to, and how widely the sea is being tainted (i. e., through the remoto sensing), which cannot easily be done from aviation monochrome photography.

As the author was interested in these fields of studies, he constructed a color picture processing system called Ube Tech. Coll. Picture Information Processing System U-PIPS.

In this paper, as exemplified of experimental approaches to the automatic interpretation of color photographs, he described several methods of extracting picture contour lines of clusterization of equi-color areas in the photograph to take the dimensions of lakes and marshes, and to estimate their total circumferences, which produced fairly good rood results,

1. ま え が き

近時電子計算機を用いた画像解析が多く行なわれており、一部実用化されている。著者らも画像情報処理の研究を行なうため宇部高専画像情報処理システム (Ube Tech. Coll. Picture Informaton Processing System, U-PIPS) を開発し、特にカラー画像の効率的処理の方法について探求している。前年度において画像中に含まれる同色部分を抽出する基礎的実験に一応の結果が得られたので、引き続いてその応用例としてカラー空中写真から同一色を広範囲にわたって呈す湖を抽出し、その面積及び周囲長を計測することを試みたものである。

*
*

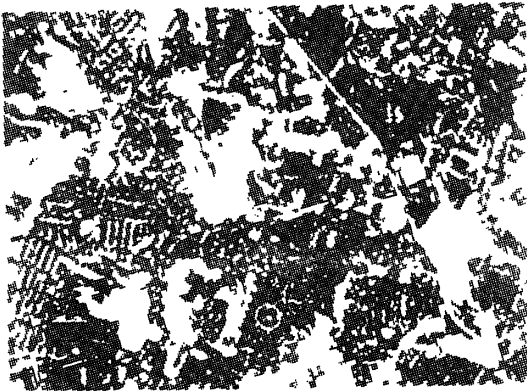
2. 湖の測量への応用

2・1 概 説

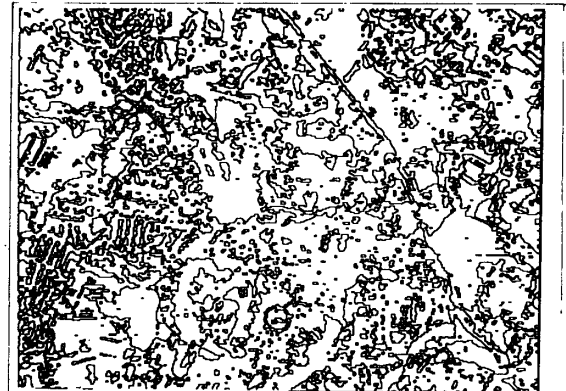
色彩情報に基く領域分割の処理例としては画像中においてある領域にわたって一様な色彩を呈す人工建造物や湖沼、海洋等が適しており森林や耕作地等はテクスチャー解析の適用を必要とするため本報では取扱っていない。これらの考察により写真1に示すカラー航空写真から湖A及びBを抽出し面積及び周囲長を計測する実験を試みたものである。既に報告している手法とその問題点について概説する。色差による方法すなわち今対象とする画素とそれに隣接する8画素との間の色差を計算し、色差がある値SHを越える個数がISL以上あれば対象画素は周囲と比較して著しくその色度が異っており、よ



写真1 カラー空中写真

出力画1. 色差による輪郭点出力例
(SH=0.05, ISL=4)

って輪郭点であると判定する。この方法により $SH=0.05$, $ISL=4$ として写真1の輪郭点を出力したものを出力画1に示す。これによると湖Bについては湖面の色度とその周囲の色度がかなり異なっているため右岸の一部を除いて一応抽出されているが、湖Aについては、湖面の色度と周囲のそれとが近似しており抽出に失敗しい



出力画2 出力画1の輪郭線出力例

てる。出力画2に出力画1の輪郭線を出力しているが、この中から対象領域のみを抽出するのは難しく本法の適用はできない。

次に抽出の対象となる領域は一樣な色彩を有するため、色度図を描けば、これらの領域を構成する画素の色度は図上において密集して位置する。よって色度図上で

クラスタリングを行なって特定の色度のみをもつ画素を取り出し対象領域を抽出する方法が考えられる。この方法の問題点は色度は画素の三原色値の相対的な割合により決めるため、特に低明度の色彩については画像入力装置の雑音が無視できなくなり、これが色度の漂動をもたらすため明度の低い対象の抽出が困難となる。これの対策としては装置の低雑音化の他に、高明度域については色度により、また低明度域については色度と明度により領域分割を行なうことが考えられる。

以上の考察に基づいて本報では、対象画素の色度及び明度を三次元円柱座標に対応させ、この色円柱内に領域を設定し対象領域を抽出したものである。

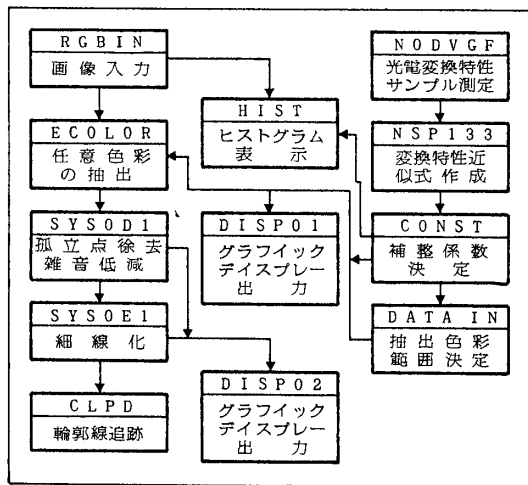


図1 処理プログラム系

図1に処理プログラム系を示している。以下これに従って処理の手順について述べる。

2.2 光電変換特性と画像入力

画像入力装置の光電変換特性を J. I. S 無彩色明度スケールを用いて測定し、近似式を作成した。これは先ず、NODVGF で光電変換を行ない、その後 NSP 133 及び CONST で近似式を求めたものである。二次及び三次の近似式を $R_f(i, i=R, G, B)$ を各原色に対する資料反射率、 $V_i(i, i=R, G, B)$ を各原色の光電変換出力電圧として次に示す。

二次近似式

$$R_f(R) = 56.1462 - 5.0790V_r - 0.0463V_r^2$$

$$R_f(G) = 49.9877 - 4.4757V_g - 0.0253V_g^2$$

$$R_f(B) = 49.5617 - 4.7633V_b + 0.0059V_b^2$$

三次近似式

$$R_f(R) = 55.9494 - 5.0380V_r - 0.0322V_r^2$$

$$-0.0019V_r^3$$

$$R_f(G) = 49.7002 - 4.3532V_g - 0.0125V_g^2$$

$$-0.0026V_g^3$$

$$R_f(B) = 49.4480 - 4.7215V_b + 0.0119V_b^3$$

$$-0.0010V_b^3$$

この補整を行なうことにより、三原色変換出力電圧から算出される資料反射率が無彩色資料に対して等しくなる。

次に写真1のカラー空中写真は RGBIN により、460 点×343本、符号+11ビットに変換されて取り込まれる。その後、本実験においては三次の補整を行なう。

2.3 抽出色彩域の決定

画像データの補整を行なった後、各画素についてその色度及び明度（反射率）を計算して図2に示す色円柱の

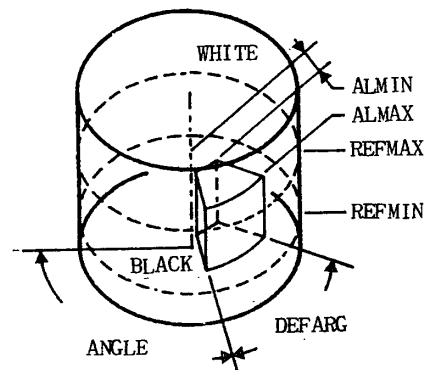


図2. 色円柱と扇形柱領域

座標を求める。抽出の対象となる領域の色円柱座標を求めるため、DATA IN により資料のサンプル測定を行なう。本実験においては、座標のばらつきを考慮して。

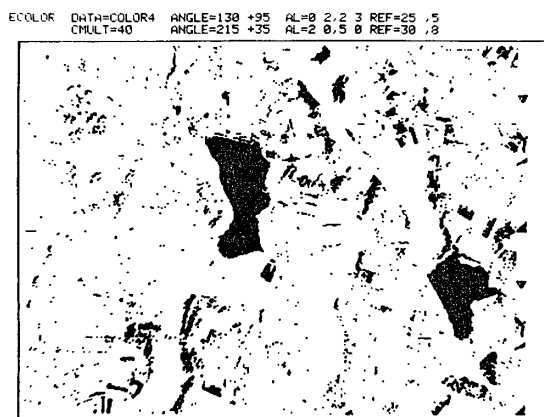
湖A : ANGLE	130°	湖B : ANGLE	215°
DEFARG	95°	DEFARG	35°
ALMIN	0.2	ALMIN	2.0
ALMAX	2.3	ALMAX	5.0
REFMIN	5%	REFMIN	8%
REFMAX	25%	REFMAX	30%

と図2における扇形柱領域を設定した。なお、ANGLE は、色度面において、白色点 ($r=0.33, g=0.33$) を中心とし、 V_g 軸方向（すなわち、白色点から $r=0.33, g=0$ の点方向）を 0° として反時計方向に測った偏角であり、また ALMIN, ALMAX は白色点からの距離、REFMIN, REFMAX は黒を 0% 白を 100% とする反射率を示す。

この2つの扇形柱領域に色度及び明度座標が位置する

画素のみを **ECOLOR** で出力した結果を出力画3に示す。

この結果、湖A, B共に十分良好に抽出されており、本手法の有効性を示している。なお対象の湖以外の部分が出来ているが、これらは次の雑音低減処理で除去されるので重要な問題とはならない。しかし湖岸に位置する樹木や、これらの影のために色円柱における扇形柱領域の決定は試行錯誤的にならざるを得ず、この点の改良が要求される。



出力画3. **ECOLOR** による出力

2.4 雑音低減及び細線化処理

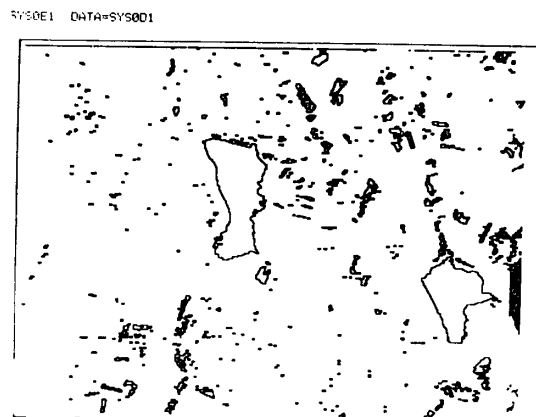
この段階に至ると、カラー空中写真は白黒二値画像に変換されているので既に開発している種々の手法が適用できる。

前節の結果には、抽出の対象となる湖以外にも多くの画素が出力されている。すなわち抽出対象領域以外の画素であってもその色度及び明度が色円柱内の扇形柱領域内に位置するもの、また逆に対象領域内の画素であっても扇形柱領域外に位置するものがあるためである。これらの雑音への対応には、誤って雑音と判定して除去する危険性を併うために十分に検討された施策を必要とする。よって今回は、この危険性の最も少ない孤立的に存在している画素のみを雑音として除去する一次元処理を横方向、縦方向と実施した。**SYSOD 1**により雑音処理された結果を出力画4に示す。この結果、まだ多くの孤立した雑音が存在しているが、これらは複数個の画素が密集して島状になっているものであり、本法では除去し得なかったものである。

次に **SYSOE 1**により輪郭線を出力する。この結果を出力画5に示す。湖A, B共に原画と比較して十分精度良く抽出されていることが解る。



出力画4 一次元雑音低減処理結果



出力画5 輪郭線出力画

2.5 湖の抽出

前節の輪郭線出力画より抽出の対象である湖A, Bのみを抜き出す必要があるが、現段階においては自動的に湖と認識することは難しく、外部より湖に関する知識を与えてやる。例えば湖の位置座標、大きさ、形状等を与えることにより認識の手助けとすることができる。本報においては湖の座標を入力した。輪郭線の追跡を図3により説明する。出力画5をグラフィック・ディスプレイに表示し、抽出しようとする湖内の任意の点をカーソルにより入力する。曲線の追跡はこの点からX軸方向へ走査して輪郭線と交差した点から開始する。図3.(a)のA点に①のマスク行列をかけ、1から時計廻りにAに接続している輪郭線を捜す。この例においては3の位置にBが発見される。次に(c)のMOD行列で(b)の3に対応するMOD値8を求め次の捜索の始点とする。すなわち次に輪郭線Bにマスクを掛け、マスク行列の8から時計

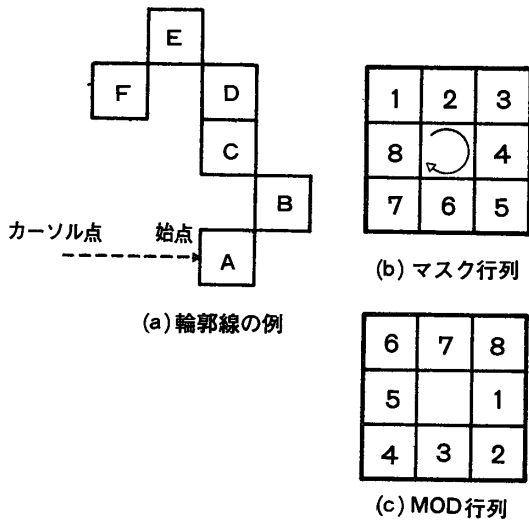
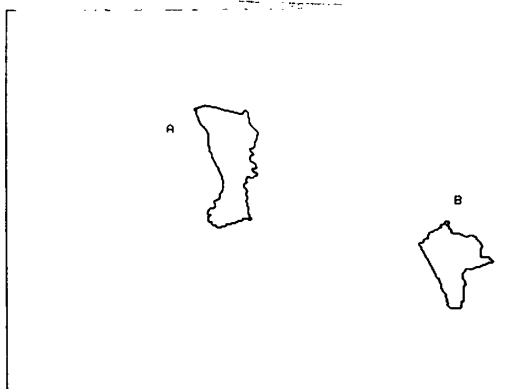
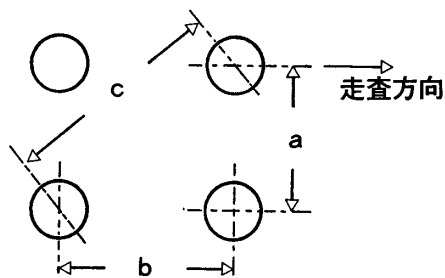


図3 輪郭線の追跡

廻りに次の輪郭を捜す。以下この手順を始点Aに戻るまで反復する。このようにして得られた輪郭線の座標及び画素数は記憶しておき、次の面積及び周囲長の算出に用いる。得られた湖A、Bの輪郭線を出力画6に示す。



出力画6 湖A、Bの輪郭線



$a=0.213\text{mm}$
 $b=0.248\text{mm}$ (サンプリング間隔 $700\mu\text{s}$)
 $c=0.330\text{mm}$

図4 画素の配置

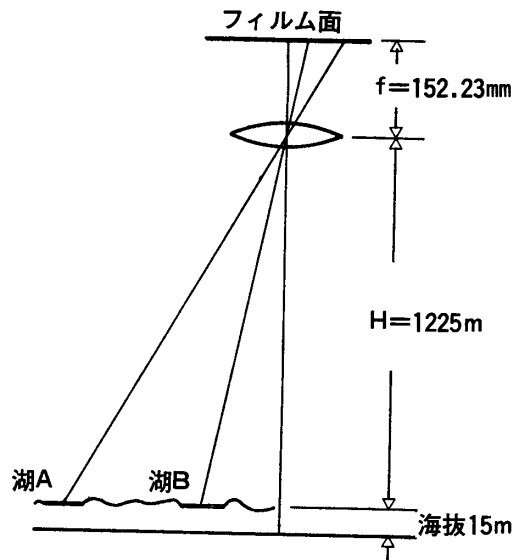


図5. 空中写真の仕様

表1. 測量データ

写真の縮尺		1/8047
画素当りの距離	横方向	2.00m/画素
	縦方向	1.71m/画素
	斜方向	2.63m/画素
画素当りの面積		3.42m ² /画素
	湖A	湖B
周囲長	324画素	230画素
	690.5m	490.7m
面積	3561画素	2283画素
	12729.0m ²	8198.8m ²

2.6 面積及び周囲長の計測

対象とする湖の輪郭線が抽出されたので、この座標値を基に、測量を試みる。本装置による画素の配置を図4に、また空中写真の縮尺を求めるためのデータを図5に

示す。これらのデータにより実験に用いたカラー空中写真の縮尺は8047分の1となる。また本装置において1画当りの面積は 3.42m^2 と計算される。

得られた結果を表1に示す。なお面積の算出に当っては輪郭画素数のうち半分を湖であるとして加えた。

2・7 検討及び今後の問題点

(1) 入力装置の高S/N化が必要である。特に抽出領域が低明度の場合は装置の雑音が無視できず精度の良い結果が得られない。

(2) 本報において、色度に明度情報を加えた領域分割を試みて、十分満足のいく結果を得たが、特に色円柱における扇形柱領域の設定を試行錯誤的に行なう必要がある。この点の改良が必要である。本法において湖であると判定された全画素の色度図を図6に示している。各画素は一応密集して分布しているが、その周辺に散在して

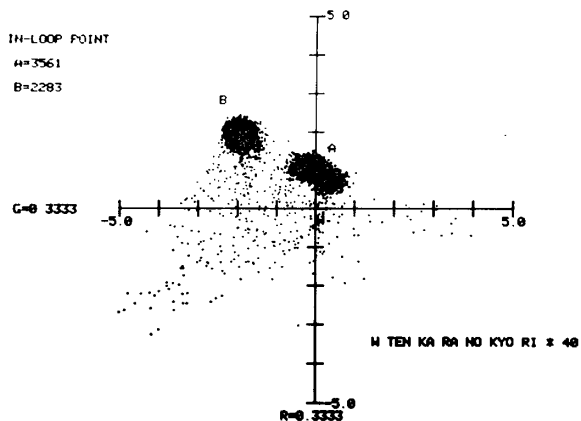


図6. 湖 A, B の色度図

いる画素が多くある。これらは今回の処理において湖と判定されたものであり、色度図上において単純な領域分割のみでは十分な結果が得られないことを示しており、より高度な判定基準が必要とされることになる。なお同図は中心を白色点 (W , $r=0.33$, $g=0.33$) とし、これからの距離を40倍して示している。さらに実際には紙面に垂直な方向へ明度軸が伸びている。

(3) 知識の導入について、高度な画像処理として対象に対する十分な知識を計算機に与えることにより有効な結果が期待できる。例えば本例について、同一な色調を示す広範囲な面積を占める領域は目的である湖が又は写真1の中央上部に位置する運動場である。この運動場と湖を区別するには色調の違いを利用することになるが、このように知識を与えて計算機に画像理解 (Image Understanding) させる方向に進むことが望ましいと思われる

る。

(4) 計測誤差について、実用的用途を考えた場合計測誤差は重要な問題である。現在において現地の実測は行っていないので、誤差の評価はできない。本法のように処理の手順が多段階になっていると誤差が入る機会が、それだけ多く、輪郭線の抽出にしても内側を取ったり外側を取ったりするので、この点を解析しておく必要がある。また誤差の許容量により画素数を増減することが必要である。例えば本例について1画素が約 3.4m^2 となっているが、これは最高1/9すなわち1画素を約 0.4m^2 まですることができる。しかし処理データが9倍多くなり要求される許容誤差とのかねあいで決定される。

3. むすび

以上 U-PIPS によるカラー空中写真情報の理の応用例として、湖の空中写真測量を試みたのでその経過について述べた。今後の問題点については前節において論究したが、特に画像理解を考慮した処理手法の開発が望まれる。その他、U-PIPS を用いたカラー画像処理は非常に多くの興味ある問題を提起している。例えば、空中写真からの道路部の抽出による地図作成、さらに本文で述べた湖の抽出に高度情報の導入。すなわち湖面は周囲の湖岸部と較べて高度 (海拔高) は低く、さらに湖面全体は一定の高度を保っているのでこの情報を利用することにより、抽出精度の向上が期待できる。これらの点については検討を進めているので、その結果を近い機会に報告する。

最後に本研究のうち、特に輪郭線追跡による湖抽出処理は昭和54年度卒業研究について、米田健司君により行なわれた所が多い。ここに記して深く感謝する。

4. 参考文献

- 1) 藤本, 田中: 簡易色彩画像処理装置の改良と二, 三の処理結果について, 宇部高専研究報告, 26号 p. 51—59 (昭54), 電気四学会中国連大, 61711 (昭53)
- 2) 藤本, 田中: 色彩情報による画像の輪郭線抽出, 電気四学会中国連大, 62309 (昭54)
- 3) 藤本, 田中: U-PIPS によるカラー航空写真の自動読み取りの試み, 電気四学会中国連大, 投稿中 (昭55)
- 4) 岡田 守: 輪郭追跡による2値図形の細線化の一検討, 信学技報 IE 78—74

(昭和55年9月1日受理)