

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

藤本 勉・田中 護*

Improvements Upon The Simplified Color Picture Processing System
And Several Examples Of Successful Picture Processing Methods.

Tsutomu FUJIMOTO, Mamoru TANAKA

Abstract

In order to study color picture information processing, the authors constructed a simplified color picture input device and reported last year on its design and on its color/voltage conversion characteristics.

Recently their processing computer was replaced by MELCOM 70/25 Disc operating system. Taking advantage of this opportunity they combined a monochrome picture I/O device and an improved color input device to create a new system called Ube Tech. Coll. Picture Information Processing System U-PIPS.

In this paper a brief description of U-PIPS is given. Moreover as examples of color picture information processing, extraction of picture contour lines by means of clusterization of equi-color areas and several methods of smoothing contour lines which produced fairly good results are described.

1. ま え が き

電子計算機を用いて画像処理を行なう研究は、リモートセンシング、画像強調、パターン認識等広い応用範囲を持っており、多く研究されている。対象画像も白黒画像から始まって、人間の視覚は本来色覚を有していることに対応して、あるいは豊富な情報量を効果的に利用できることからカラー画像を対象とするものに移りつつある。著者等も色彩画像処理の研究を行なうため、簡易色彩画像入力装置を開発し、この装置の概要および色変換特性、さらに白黒画像を対象とする場合より処理において格別の優位性を有すること等について報告している。

今般、処理用計算機が三菱 MELCOM 70/25 ディスクオペレーティングシステムに代替されたのを機会に、改めて白黒画像入出力装置およびカラー画像入力装置を含めてシステムを再構成し、宇部高専画像情報処理システム (U-PIPS) を開発したものである。

本文では、U-PIPS の概要について述べている。また、カラー画像処理例として、画像の輪郭線抽出を色差による方法および等色領域のクラスター化による方法について試み、一応の結果が得られたので輪郭線細線化の手法と併せて述べている。

2. 宇部高専画像情報処理システム (U-PIPS)

処理コンピュータがMELCOM-70/25、主記憶32KWカートリッジディスク5.01MWに代替され、本格的に画像処理実験が可能となったので、これを機会にシステムの再構成を行い、モノクローム、カラーを含めて処理が行えるようにし、宇部高専画像情報処理システム (Ube Tech. Coll. Picture Information Processing System, U-PIPS) と名付けたものである。以下システムの概要をカラー画像処理の場合について主に述べる。

2.1 U-PIPS の概要

* 宇部工業高等専門学校電気工学科

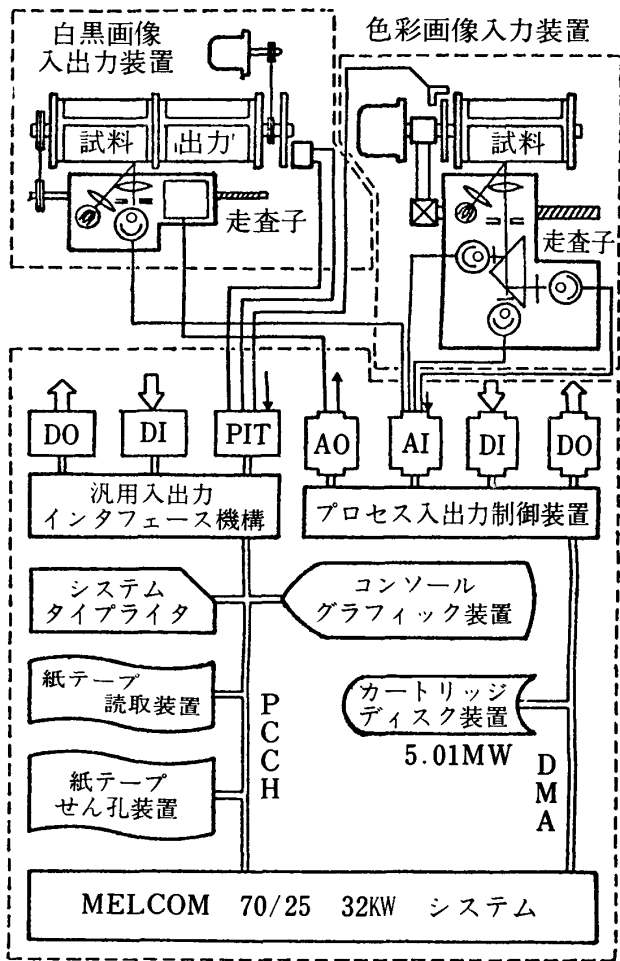


図 2・1 宇部高専画像情報処理システム (U-PIPS)

既に開発を行い、その設計の概略については報告を行っている簡易画像入出力装置および簡易色彩画像入力装置をMELCOM-70/25に接続したものであり、ブロック図を図2・1に示している。入力画像データはDMAによりメイン・メモリをバッファとして、カートリッジディスク装置へ格納される。出力画像データは、白黒画像入出力装置の出力部へハードコピーとして、又はコンソールグラフィック装置へソフトコピーとして出力される。MELCOM-70/25はタイマー装置を内臓しており、画像入力装置のドラム回転が安定していれば、特に画素毎のサンプルパルスの入力是不必要であるので、色彩画像入力装置については、走査開始毎のパルスのみ供給している。3章以下で述べる色彩画像入力装置により、カラー画像データを取り込み色彩輪郭線抽出処理を行った際の、主な仕様を表2-1に示す。また、この場合の画素配列を図2・2に示している。方形の画素は、横方向(走査方向)、縦方向とも隣接画素と面積で約20%重なっている。画素間隔は、若干縦方向が広く、したがって再生

画像はやや縦に縮んだものとなる。

表 2・1 主な仕様

試料寸法	95×73mm
走査線間隔	0.213mm
画素間隔	0.238mm
画素数	460点/走査線
走査線数	343本
全面素数	157780点
入力時間	約7分40秒
A/D変換	サンプルホールド付符号+11ビット

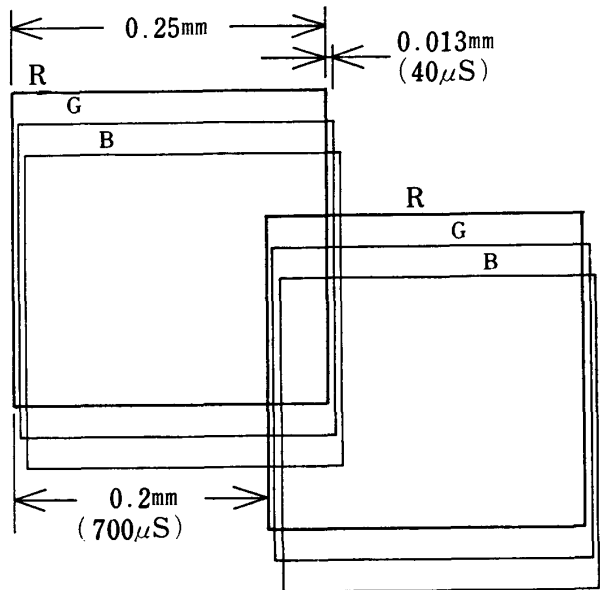


図 2・2 走査方向画素の配置 (右下へずらして示している)

2・2 カラー画像入出力ソフトウェア

カラー画像の入力は、各走査毎に出力される走査開始パルスとタイマーから出力されるサンプルパルスに、同期してA/D変換が行われる。A/D変換された画像データは、メモリーに一旦DMAで転送され、一本の走査終了毎に、ディスクへ転送される。ディスク転送には若干の時間を要するが、回転ドラムの3回転毎に、データを取得するので、転送時間は支障とならない。なお、画像の縁が入力されるのを防ぐため、最初の20走査線はA/D変換を行わない。

出力画像の表示は、主にコンソールグラフィック装置で行うのでそれについて述べる。

出力データに1(明点)または0(暗点)が連続して

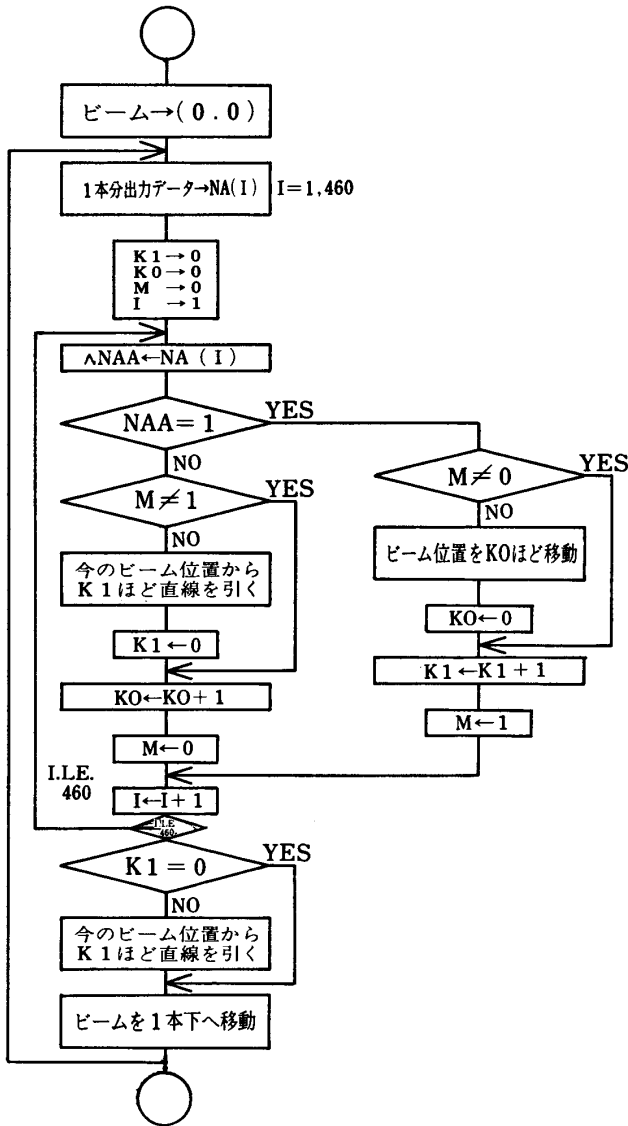


図 2・3 グラフィック出力流れ図

いる時は、1点毎に出力せず始点から終点まで線を描かせる、またはスキップさせることにより出力時間の短縮を計っている。この部分の流れ図を図2・3に示す。

3. 画像の輪郭線抽出処理

写真3・1に示す、カラー写真の輪郭線抽出処理を種々試みたものであり、以下これらについて述べる。

3・1 色差による輪郭線抽出

カラー画像の隣接2絵素間の色度差を次式で求める。すなわち、各絵素の色度をそれぞれ (r_1, g_1, b_1) 、 (r_2, g_2, b_2) とすると、色度差Dは色度図上の距離として

$$D = \sqrt{(r_1 - r_2)^2 + (g_1 - g_2)^2 + (b_1 - b_2)^2} \quad \dots\dots(3 \cdot 1 \cdot 1)$$



写真 3・1 原画 (色名はマンセル表示)

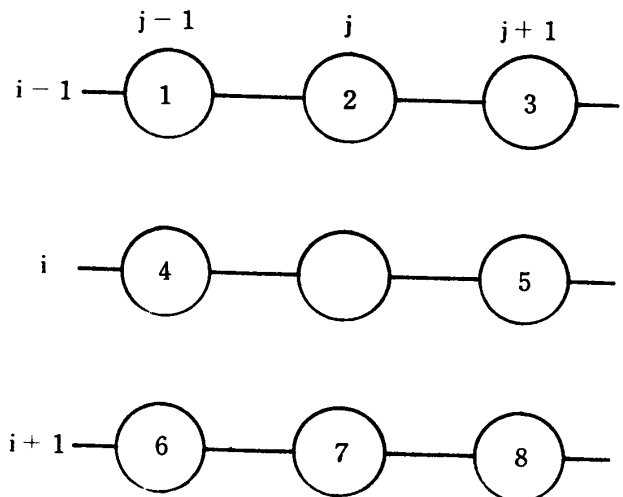


図 3・1 絵素の配置

となる。輪郭線抽出アルゴリズムは隣接絵素の配置を図3・1として次のように行われる。

(1)対象とする絵素 (i, j) とこれに隣接する各絵素との色度差 $D(n)$ $n=1, 2, \dots, 8$ を式(3・1・1)を用いて求める。



出力画 3・1 色差による輪郭線抽出(1)
 $\theta=0.05$, ISL=5



出力画 3・2 色差による輪郭線抽出(2)
 $\theta=0.05$, ISL=7



出力画 3・3 色差による輪郭線抽出(3)
 直流レベルをオフセット (1.0V) $\theta=0.05$, ISL=4



出力画 3・4 色差による輪郭線抽出(4)
 直流レベルをオフセット (1.0V) $\theta=0.05$, ISL=7

(2) スレシホールド θ を与えて、 $D(n) \geq \theta$ なる個数 L を求める。

(3) この L が ISL より大なる場合、対象絵素 (i, j) は隣接絵素とは、色度が著しく異なっており、これは輪郭であると判定する。

出力画 3・1 に $\theta=0.05$, $ISL=5$, 出力画 3・2 に $\theta=0.05$, $ISL=7$ の場合の処理例を示している。この二例について

(1) ISL を 7 とした場合 (出力画 3・2) の方が輪郭の判定基準が厳しい。すなわち、8 隣接絵素中 7 点以上、スレシホールドを越える色差がある場合、初めて輪郭と判定される。このため輪郭と判定される絵素数が少なく、輪郭線が細線化されると共に、分断される箇所が目立つ。一方、孤立した輪郭点 (孤立点) の数も少ない。この孤立点については、後でプログラムで除去することが出来る。

(2) 二例共に頭髪部の処理については失敗している。これはこの部分の明度が非常に低く、このため、三原色出力電圧値を用いて、色度計算する際、雑音電圧の値が相対的に無視出来ない程大きな値になり、色度図上の座標値に大きな漂動をもたらすためである。よって、この部分の絵素をことごとく輪郭であると誤判定してしまう。これを確認するため、三原色出力電圧値に 1.0 [V] を加えて同じ処理を行った結果を、出力画 3・3 (出力画 3・1 と同じく $\theta=0.05$, $ISL=5$) および出力画 3・4 ($\theta=0.05$, $ISL=7$) に示しており、前述の事が確認されている。しかし、出力画 3・4 については、輪郭判定基準が厳しすぎ、輪郭線の抽出が不完全である。

3・2 色差による輪郭線抽出 (孤立点の除去)

3・1 により得られた輪郭線出力画には、多くの孤立輪郭点が雑音として残留しており、次にこれを除去することを試みる。輪郭線出力画は、既に白黒二値画像に変化しており、これから孤立点を除去するためには、既に報告している赤外線画像処理技術がそのまま適用できる。図 3・2 に示す輪郭線画において、(B, b) は横方向は (C, c) 縦方向一次元処理で、それぞれ除去される。これらの処理結果を次に示すが、3・1 のデータを改めて取得して実施したので、出力画 3・5 に 3・1 の処理 (色差による輪郭線抽出処理) の結果を、出力画 3・6 に、本節の孤立点除去処理結果を比較のため示している。結果の比較を行うと、大部分の孤立点は除去されている。残留している孤立点は、いずれも複数個の輪郭

点が密集して孤立しているもので、これの除去はさらに高度な除去基準が必要とされる。

	a	b	c	d	e
A	1	1	1	1	1
B	0	1	0	1	1
C	0	0	1	1	1
D	0	0	0	1	1
E	1	1	1	1	1

図 3・2 除去される孤立点の例



出力画 3・5 色差による輪郭線抽出
 $\theta=0.05$, $ISL=4$



出力画 3・6 孤立点の二次元平滑化除去
(出力画 3・5 から孤立点除去したもの)



出力画 3・7 等濃度曲線処理による輪郭線の細線化
(出力画 3・6 に実施)

3.3 色差による輪郭線抽出 (細線化の試み)

残る問題として輪郭線の連続, 閉曲線化, 孤立点群の除去及び輪郭線の細線化が求められる。ここでは, 細線化の一手法として, やはり赤外線画像の等濃度曲線処理におい開発した手法を用いてみる。図 3・3 に示す輪郭線画において, 対象とする絵素 (i, j) と隣接する三絵素とを比較して一点でも値の異なる絵素があれば (i, j) は輪郭であると判定するものである。

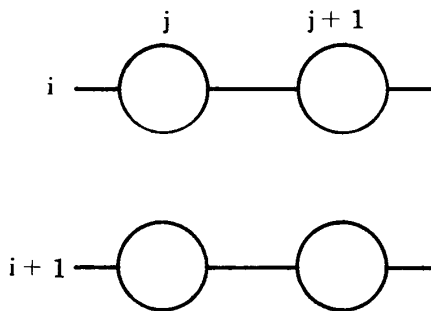


図 3・3 等濃度曲線処理

出力画 3・6 にこの処理をした結果を出力画 3・7 に示している。この処理方法は, 本来, 等濃度曲線を作図するために開発されたものであるから, 本出力画のように, 輪郭線が島状になっている時は, その周辺を取りまくように輪郭線が出力され, 細線化されているが, 二本の輪郭線が出力されてしまう。また, 孤立点群の場合にも, その周辺を取りまいて輪郭が出力されるため, 結果的に孤立点群のの大きさが拡大してしまう。これらの点については改良する必要があるが, 頭髪部については満足できる結果となっている。

4. 画像の領域分割

カラー画像中に含まれる同一領域部分を抽出する処理技術は, 広い応用範囲を有し, 重要な処理手法の一つである。これを行うには, 数種の方法が考えられるが, ここでは色度図上における領域を設定し, 対象絵素の色度がこの領域中に含まれば同一色と判定する方法を実施した。これについて以下述べる。

4・1 色度の統計的分布

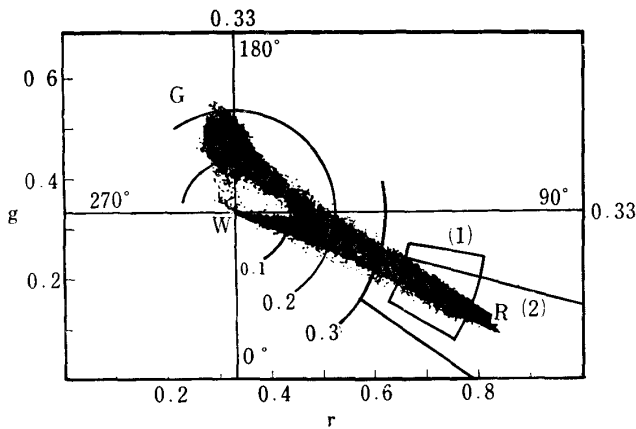


図 4・1 色 度 図

図 4・1 は写真 3・1 の全絵素について、その色度図を描いたものである。(R=0.3, G=0.3) の W 点は無彩色を示す。同図において、右下部の領域は赤色、左上の領域は緑色になる絵素がプロットされる。また、左下の領域においては、青色なる絵素を示すが、本試料においては同色は全く含まれていない。背景の緑色部分、帽子及びセーター部の赤色が多くの領域を占めていることがわかる。次に述べる特定色度領域分割の基礎とするため、ヒストグラムを求めた。図 4・1 に示すように、白色点

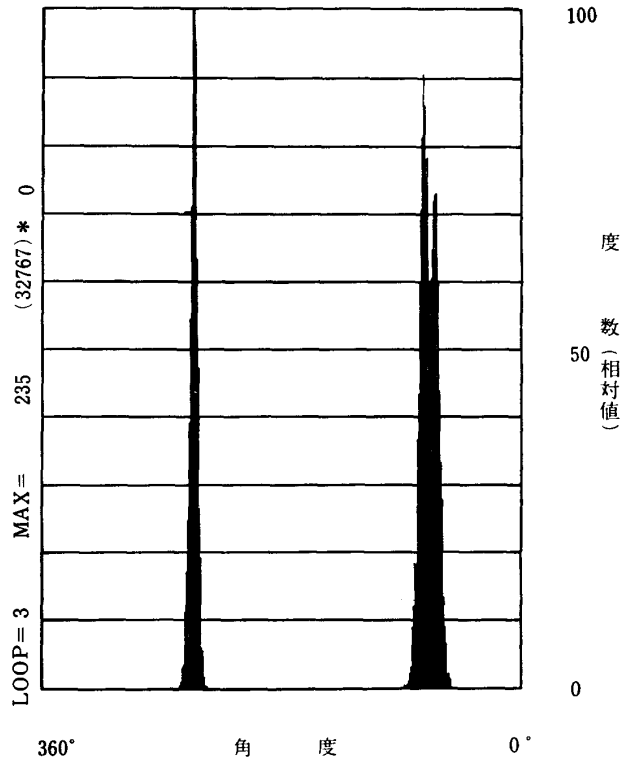


図 4・3 ヒストグラム(2) 2.0~3.0

($r=0.33, g=0.33$) の鉛直線を 0° とし、反時計廻りに角度を設定し、白色点からの色度図上の距離が 0.1 から 0.2 迄の範囲において角度 1° 毎の度数の分布を示したものを、図 4・2 に、同様に 0.2 から 0.3 までの範囲についてのものを、図 4・3 に示している。図 4・1 の色度図については、各色度の分布密度は濃淡出力が出来ないので、全く不明であり、例えば、緑色系は広範囲な色度について分布しているように見えるが、ヒストグラム(図 4・2, 4・3)の結果より、赤色系に比べて狭い範囲にのみ分布していることがわかる。ここで、人間の色差識別能力は、色度座標に依存して変化し、色度図上の距離に色差は直接には結びつかない。すなわち、同色とみなせる色度図上の範囲は、色度座標に依存する。これらの点については検討中である。

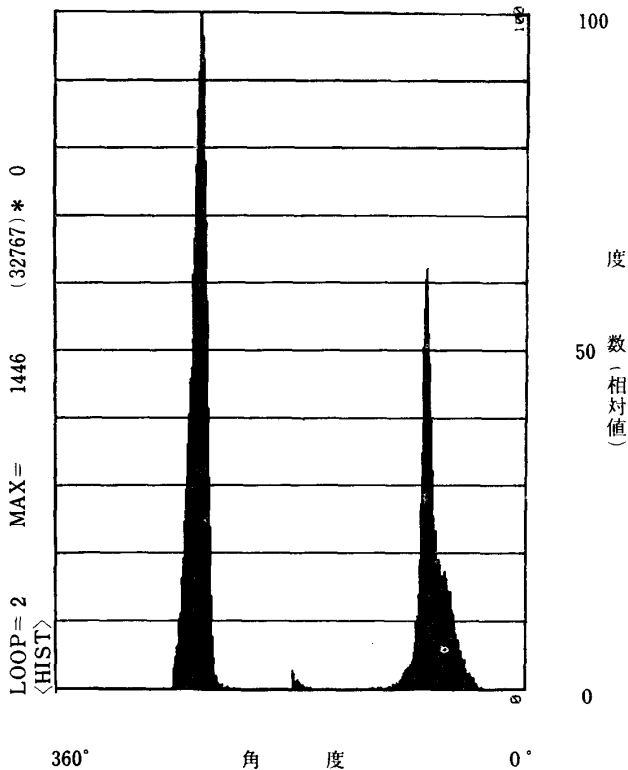


図 4・2 ヒストグラム(1) 1.0~2.0

4・2 領域抽出処理

図 4・1 の色度図上に明示する領域(1)及び(2)に含まれる絵素のみを抽出した出力画を、出力画 4・1 及び出力画 4・2 に示している。出力画 4・1 については、領域を低彩度域に限定したため、赤色でも暗い部分又は白っぽい部分が出力されている。一方出力画 4・2 については、領域を広範囲に設定したため、赤色系はほとんど全



出力画 4・1 領域抽出処理(1) (1)の部分の出力画



出力画 4・2 領域抽出処理(2) (2)の部分の出力画

て出力されている。

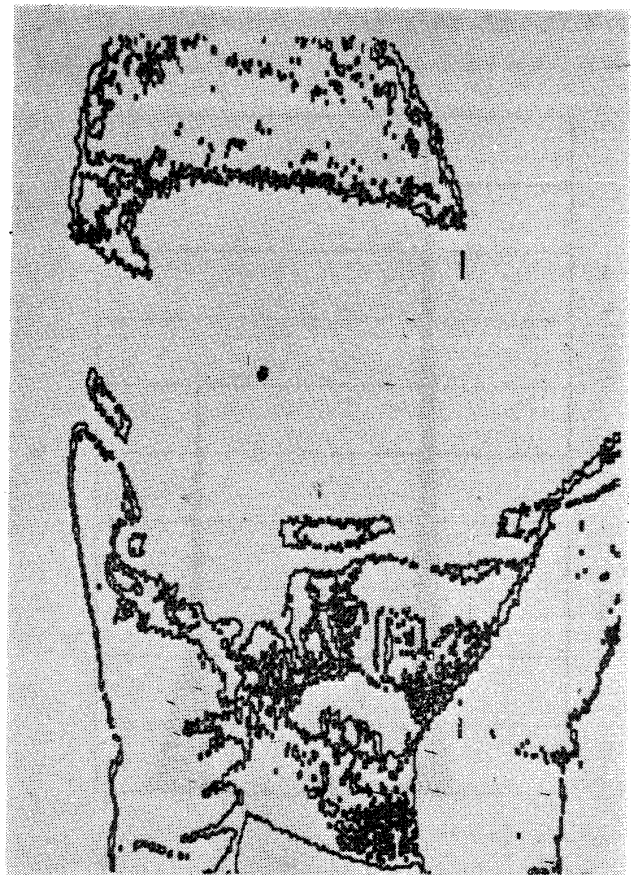
4・3 領域処理による輪郭線抽出処理

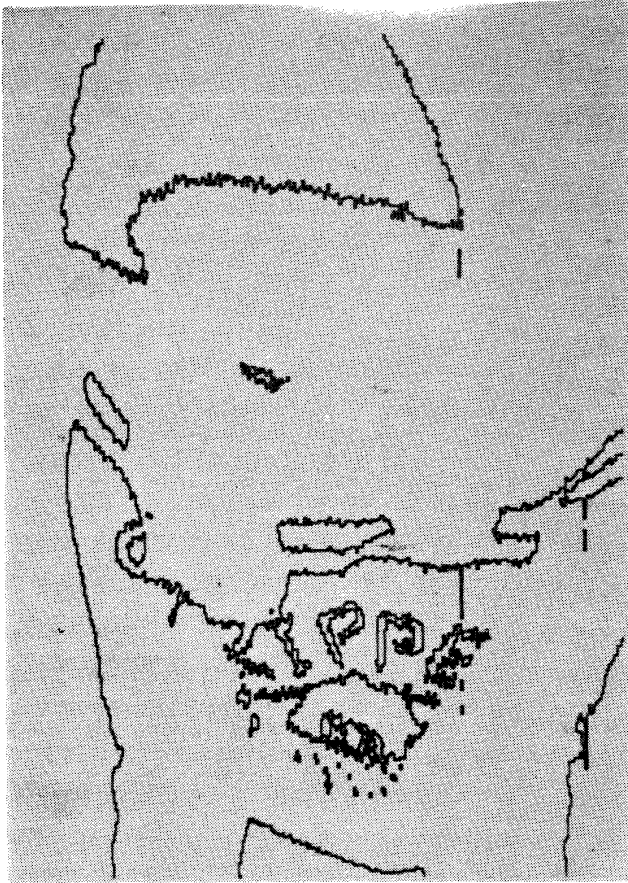
出力画 4・1 及び出力画 4・2 に 3・3 節に述べた手法を用いて、抽出領域の輪郭線を求めた。出力画 4・1 に対する結果を出力画 4・3 に、出力画 4・2 に対する結果を出力画 4・4 に示している。その結、出力画 4・3 においては出力画 4・1 における同色領域が複雑に存在しているため、輪郭線も複雑に変化しているが、出力画 3・3 においては輪郭線の変化は単純であり、一応満足できる結果となっている。しかし、孤立輪郭点群が多く存在しており、これの除去については、さらに高度な処理をする必要がある。

5. む す び

以上、U-PIPS の概要と輪郭線抽出処理の結果について述べた。

U-PIPS については、カラー画像入力装置にインターフェースの容易さから回転ドラム型カラーファクシミリ

出力画 4・3 領域処理による輪郭線抽出(1)
(出力画 4・1 に対するもの)



出力画4・4 領域処理による輪郭線抽出(2)
(出力画4・2に対するもの)

を採用している。そのため入力所要時間が長く掛かる。この高速化と高品質画像データを取り込むために、高安定化と低雑音化が必要である。処理手法についても画像処理はパラメータの修正を試行錯誤的に行なうことが多く、このため会話形が望ましい。よって処理の高速化が要求される。

色差による輪郭線抽出については、U-PIPS 処理状況を調査する目的で試行したものである。処理結果の多くに偽輪郭線や孤立輪郭点群が現われており、さらに高度な処理が必要である。しかし、白黒画像を対象とした場合より格段に有利な処理が実行できることが確認できた。

同色領域の抽出について、我々が感覚的に等色であると判定する色度図上の領域は色度座標により変化する。したがって色度差により直接的に色差を評価することには問題が残る。これに対しては感覚的等色度差性

(UCS, uniform chromaticity scale)を導入することが望ましい。しかし、本文で実施した手法でも色差による輪郭線抽出の場合よりかなり良好な結果が得られている。しかもこの処理は応用面に広いものを持っている。例えば、処理例のように人物像を対象とする場合には、顔の輪郭からパターン認識による人物同定問題として、またカラー空中写真等からは、湖沼域の抽出や、道路部の抽出等、同色領域抽出による写真の自動解読の研究など挙げることができる。報告した処理は白黒画像を対象とするものと比べて有利ではあるが、対象が完全に影に蔽われている部分がある場合には、白黒画像と同じになってしまい不完全な結果となるであろう。これについては対象の構造を利用するセマンティックなアプローチが必要になる等、非常に興味深い問題を提起する。

以上の各問題について研究を続けているので、それらの結果について近い機会に報告する予定である。

最後に本研究は、その多くが昭53年度卒業研究において実施されたものである。特にカラー画像入力装置については波多野正和、処理結果の整理については秋田信文の両君による所が多い。ここに記して深く感謝する。

参 考 文 献

- 1) 藤本, 田中: 簡易色彩画像入力装置について, 電気四学会中国連大, 81709 (1976)
- 2) 藤本, 田中: 簡易色彩画像処理装置, 宇部高専研究報告, 24, P 63-70 (1978)
- 3) 藤本, 田中: 簡易色彩画像入力装置の色変換特性について, 電気四学会中国連大, 61708 (1977)
- 4) 藤本, 田中: 色彩画像入力装置の色変換特性について, 宇部高専研究報告, 25, p 7-14 (1979)
- 5) 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, 電気四学会中国連大, 61711 (1978)
- 6) 藤本, 嶺: ミニコン用簡易画像信号入出力装置の赤外線画像処理への応用, 宇部高専研究報告, 21, p 19-31 (1975)

(昭和54年9月8日受理)