

応 用 例

画像処理システム

Digital Image Processing System

菅原 功* Isao Sugawara ・大倉和郎** Kazuo Ohkura ・新良貴肇** Hajimu Shiraki

I. まえがき

現代は「信用の時代である」と言われている。クレジットカード1枚あれば現金なしでも買物ができるし、キャッシュカードがあればいつでも引出しができる。これらは、いずれも個人の社会的背景として、個人と個人、個人と社会との相互信頼に基づいて成り立っている。

一方、社会生活が複雑となり、また、便利になればなるほど、相互信頼の盲点をついた犯罪の危険も増大する。不注意で紛失した自分のクレジットカードが、他人によって不正に使用されたり、盗まれた証明書の写真を張り替えられて悪用されたりすることもある。このような事態に対処するためには、安全な本人証明(Identification)システムを確立することが重要となってきた。

当社では、この種のニーズにこたえるため、この分野の多年の研究・開発を行っているが、その中で画像処理を中心としたシステムについて、その一例を紹介する。

II. 画像処理技術の動向

本人を証明する手段としては、個人に特有な顔、指紋、サインなどが使用されるが、この照合を計算機システムにより自動的に行う場合、顔、指紋、サインなどの画像データの記録、蓄積、照合(パターン認識)の機能が必要である。大量の画像データの記録媒体としては、マイクロフィルム、ビデオテープなどがあるが、経済的に優れている以外は、画像データの追加・変更・取消が容易でないこと、検索に時間がかかる、傷がつきやすい、などの欠点がある。

一方、計算機システムによる画像データのデジタル記録としては、1画像のデータ量が膨大となり、大量の画像データを蓄えるための記憶容量にも限界がある。しかし、最近の計算機システムの大形化、高速化に伴い、マイクロフィルム、ビデオテープなどに代わる大容量記憶装置も開発されており、画像データを適当な量まで圧縮できれば、システムとして総合的な特長が得られることになる。

以上の背景から、この画像処理システムは、顔写真を対象にして、補助記憶装置の有効利用、及びパターン認識への応用のために、画像データの圧縮/復元を行って

いる。圧縮をすればするほど、復元されたときの画質が悪いのが通例であるが、画質の限界まで圧縮し、忠実に復元するよう考慮した。

III. 画像処理システム

本システムは、テレビカメラ、画像伝送装置、計算機システムから構成されている。システムの構成例を第1図に示す。

1. 機能概要

1) テレビカメラ

対象物の映像をテレビカメラで撮影し、電気信号に変換する。

2) 画像伝送装置

テレビカメラの映像信号をA/D変換し、1フレーム単位で記憶し、その内容を計算機システムへ伝送する。また計算機システムから伝送された内容をD/A変換して、映像信号を再生する。

3) 計算機システム

画像伝送装置から画像信号を受信し、画像データを圧縮し、そして記録する。また、必要に応じて画像データを検索し、復元を行い、画像伝送装置に画像信号を送信する。更に、画像データ以外の文字、数字などのデジタルデータの入出力処理も行う。

4) 画像信号応用装置

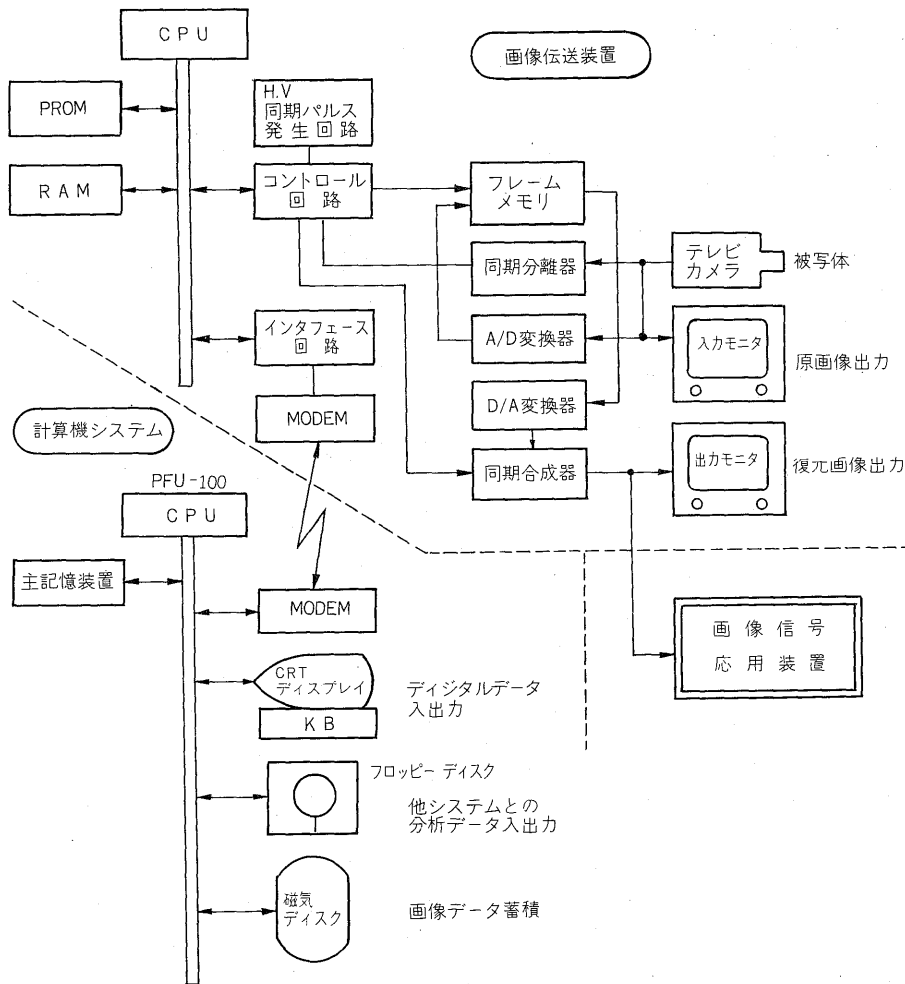
画像伝送装置からの画像信号を受信し、顔写真の再生(例えば彫刻など)用としても広く活用できる。この信号の利用拡大については、目下種々の検討が進められている。

IV. 画像データ処理

1. 画像データの圧縮

5cm×5cmほどの大きさの白・黒の顔写真を、256行、256列のメッシュに細分し(1メッシュ=1画素)、濃淡レベル(階調)を0~31の32種に分類すると、髪、しわなどの細かい部分でも、2画素分をほぼ同一階調で表現することができる(写真の1mm²の大きさは、約5×5画素となる)。また、ほくろなど1画素だけで表現するとき、その画素と周囲の画素とには、階調差が生ずる。

* 電子技術開発センター 第二部 ** 富士ファコム制御 システム本部

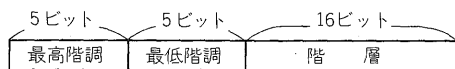


第1図 システム構成例
Fig. 1. Hardware system

4×4画素内の
階調差(最高-最低)

階層記録形式

1以下のとき



文中の呼称

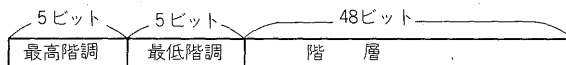
階層形式-0

8以下のとき



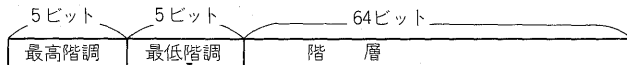
階層形式-1

16以下のとき



階層形式-2

16を超えるとき



階層形式-3

第2図 階層記録形式の種類

Fig. 2. Ranking formats for gray levels in 4×4 matrix

このように、人間の顔は、濃淡がある程度まとまった固まりとして表現でき、かつデータ圧縮することができる。

1) 一次圧縮

以上から、2×2画素は、それらの階調を平均化して1画素で代表させても、2×2画素の各々の階調と大差ないといえる（この段階で10kバイトに圧縮できる）。

2) 二次圧縮

一次圧縮されたデータから、更に4×4画素を順次サンプリングして、各4×4画素内の最高階調と最低階調の間を、各画素ごとに、2階調以下の幅で階層付けを行う。また、サンプルごとに階層数が異なるので階調差に応じた階層記録形式（第2図）を選択して、二次圧縮ファイル

へ書き込む。

3) 二次圧縮ファイルの容量・形式

二次圧縮ファイルには、1画像分の圧縮した最終デー

第1表 二次圧縮ファイルの容量決定例

Table 1. Volume of secondary compressed image file

4×4画素内の 階調差(最高-最低)	件数 A	階層記録形式 1単位の容量 B (ビット)	容量 [A×B] (バイト)
1以下のとき	200	26	650
8以下のとき	500	42	2,625
16以下のとき	250	58	1,813
16を超えるとき	70	74	648
階層別一覧表、各階層の相対先頭アドレスなどのエリア			512
合計			6,248

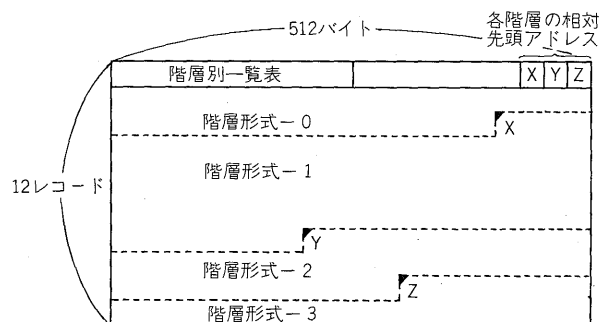
タを格納する。

(1) ファイル容量の決定

1 画像の二次圧縮における階層記録形式別件数は、画像の濃淡の多少により異なるが、平均的な件数は、第1表のとおりであり、これにより二次ファイル容量を決定することができる。

(2) ファイル形式

ファイル形式例を第3図に示す。この場合は、512バイト×12レコード=6,144バイトで構成する例を示す。



第3図 二次圧縮ファイルの形式例

Fig. 3. File format of secondary compressed image file

4) 二次圧縮ファイルへの階層記録形式収容のシミュレーション

二次圧縮ファイルの容量は、実際には固定となるが、画像の濃淡の具合により実装容量を超える場合もある。このため、階層記録形式を二次圧縮ファイルへ書き込む前に一次圧縮したデータから仮の階層別一覧表を作り、実装容量内に収まるか否かをシミュレートする。格納可能ならば、正式に階層別一覧表を定めて、それぞれの階層記録形式で二次圧縮ファイルへ書き込む。一方、格納不可能ならば、階層数の少ない階層記録形式で二次圧縮ファイルへ書き込む(例えば、本来ならば階層形式-3で書き込むべきであるが、階層形式-2で書き込む)。

5) 多数の画像データの格納

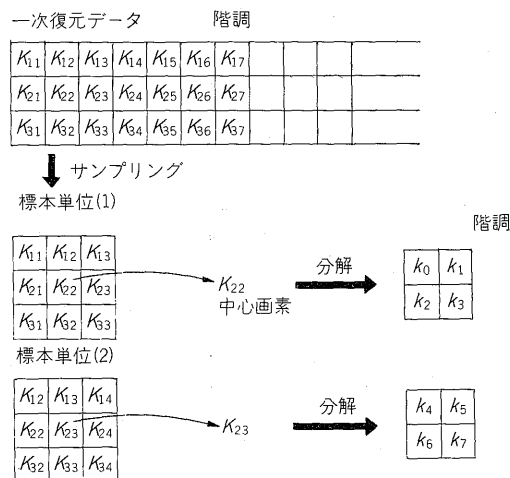
二次圧縮された画像データは、CRTディスプレイのキーボードから入力したパーソナルデータなどと結合して、画像データファイルへ格納する。〔画像データファイル：検索用キーを格納するキーファイルと、パーソナルデータ及び画像データを格納する画像ファイル(二次圧縮ファイルと同形式)から構成される〕。

2. 画像データの復元

1) 一次復元

CRTディスプレイのキーボードから画像の検索の要求があったとき、まず、キーファイルを検索して、画像データファイルから該当の画像データを取り出す。

画像ファイル内に記録してある階層別一覧表に従って階層記録形式を取り出し、最高階調、最低階調をもとに



第4図 一次復元データからのサンプリング

Fig. 4. Sampling from first reconstructed image file

階層を階調に変換する。

2) 二次復元

一次復元された画像データから、第4図のように、標本単位にサンプリングし、中心画素(第4図では、 K_{22} , K_{23} , K_{24} ……)を周囲の階調により2×2画素のそれぞれの階調に分解する。

標本単位の中心画素から階調を分解するときの k_0 , k_1 , k_2 , k_3 は次の式から求める。

$$k_0 = K_{22} + \frac{1}{12}(K_{12} - K_{23} + K_{21} - K_{32}) + \frac{1}{24}(K_{11} - K_{13} + K_{11} - K_{31} + K_{11} - K_{33}) \dots \dots \dots (1)$$

$$k_1 = K_{22} + \frac{1}{12}(K_{12} - K_{21} + K_{23} - K_{32}) + \frac{1}{24}(K_{13} - K_{11} + K_{13} - K_{31} + K_{13} - K_{33}) \dots \dots \dots (2)$$

$$k_2 = K_{22} + \frac{1}{12}(K_{21} - K_{12} + K_{32} - K_{23}) + \frac{1}{24}(K_{31} - K_{11} + K_{31} - K_{13} + K_{31} - K_{33}) \dots \dots \dots (3)$$

$$k_3 = K_{22} + \frac{1}{12}(K_{23} - K_{12} + K_{32} - K_{21}) + \frac{1}{24}(K_{33} - K_{11} + K_{33} - K_{13} + K_{33} - K_{31}) \dots \dots \dots (4)$$

これが復元された画像となる。

3. 圧縮/復元の結果

第5図(a)は原画で、これを10kバイト、6kバイト、3.3kバイトにデータ圧縮した状況を写真に示す。圧縮の度合により、復元画質は違うが、10kバイトと6kバイトはほとんど変わらない。3.3kバイトのときは、一次圧縮データを階層形式-0のみで二次圧縮を行ったものであり、顔写真の場合は、濃淡が画一な文字などと異なり、中間調を除くと画質が劣化することが分かる。



(a) 原画 (41 k
バイト)



(b) 10 k バイト
に圧縮



(c) 6 k バイト
に圧縮



(d) 3.3 k バイト
に圧縮

第 5 図 画像データの圧縮/復元例
Fig. 5. Examples of reconstructed image

V. 応用分野

このシステムは、大量の画像データの蓄積、検索が可能であり、パターン認識技術の適用、画像信号応用装置との結合により以下の応用が考えられる。

1) 各種証明証の作成と本人証明の自動化

指紋、印鑑、サインなどを登録しておき、必要な時に検索し、個人を個人として証明することができる。また画像彫刻機と結合して、運転免許証、パスポート、従業員証などの発行が可能であり、顔写真を蓄積、検索、照合すれば、本人証明にも利用できる。

2) モンタージュ写真の作成

大量の顔写真を記録しておき、部分的拡大、削除、追加、特徴抽出などにより可能である。

3) レントゲン写真の収録と検診の自動化

4) 天気図の収録と予測の自動化

5) パターンデザイン

花、果物などの写真を蓄積し、必要な模様を布地にプリントできる。更に、洋服、下着などの寸法の検査、記録が可能であり、ミシン、編機などと結合すれば、自動縫製機、自動編機も夢ではなくなる。

VI. あとがき

以上、画像処理技術のごく一部を紹介したが、画像処理技術の応用分野は、かなり広く、各種の分野で急テンポで研究・開発が進められており、具体例は予想よりかなり早くなるであろうと考える。

当社としても、人間の「見る、理解する、行動をとる」の一連動作の自動化について、更に研究を重ね、社会のニーズにこたえたい。

参考文献

- (1) 新田ほか：富士ビデオセンサ技術特集，富士時報 52，No. 8 (昭54)
- (2) 電子通信学会：画像処理技術特集 59，No. 11 (昭51)
- (3) 電気学会：実用期に入ったデジタル画像処理(昭53-11)
- (4) コロナ社：画像工学



＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。