

画像処理エキスパートシステム IMPRESS における 画像処理手順集約化機能について†

長谷川 純一^{†*} 久保田 浩明^{†**}
高 須 晶 英^{††} 鳥 脇 純 一 郎^{††}

本論文では、画像の形（サンプル図形）で与えた処理要求から処理手順を自動構成する新しい方式の画像処理手順構成エキスパートシステムにおいて、原画像とサンプル図形の組が多数入力された場合の手順構成方法を述べる。ここでは、各組独立に構成した処理手順から最終的に全画像に適用できる1つの処理手順をつくる、いわゆる並列型手順集約方法を実現した。この方法を胸部X線画像中の線図形および面図形の抽出問題に適用し、それぞれ10組の原画像とサンプル図形から実際に1つの共通した処理手順を構成させた。この結果、本集約方法が良好に働くこと、ならびに、1組から構成される手順よりも多数組から作られる手順の方が、その処理結果はより安定する傾向にあることが実験的に知られた。本方法の実現は、多数の入力画像から一つの処理手順を自動的に構築する方法を示しており、これが今後の画像処理手順開発のためのより高度な知的ツールを導く一つの手掛かりとなることが期待される。

1. ま え が き

近年、画像処理の基本アルゴリズムのデータベース化^{1),2)}に伴い、それらの使い方に関する専門的知識を、専門家以外のユーザにも理解しやすい形で提供するためのエキスパートシステムの開発が盛んに行われている³⁾。筆者らも、この画像処理エキスパートシステムへの新しいアプローチとして、抽出したい画像特徴を言葉ではなく、画像の形（サンプル図形；sample figure）⁴⁾で計算機に伝えることにより、原画像からそのサンプル図形になるべく近い図形を抽出する処理手順を自動構成する方式を提案し、その実現例として画像処理エキスパートシステム IMPRESS (IMage PRocessing Expert System accepting Sample figure presentation) の開発を進めている⁴⁾⁻⁶⁾。

ところで、画像処理手順の設計は通常多数の原画像（設計標本）に基づいて行われる。画像処理の専門家は設計標本画像全体をみて、それらに共通に適用できそうな手順を導き出す。画像処理エキスパートシステムにおいても、この多数サンプルからそれらに通用する最適な1つの手順を導出する機能は当然備わっていないわけではない。しかしながら、これまでに開発さ

れた他の画像処理エキスパートシステムの中で、多数の標本画像からそれらに共通して働く1つの処理手順を出力できるシステムはまだない。

さて、上記の IMPRESS は、原画像とそこから抽出すべき図形（ゴール、サンプル図形）の組のみから処理手順を自動合成するという点で極めて特色のあるエキスパートシステムであるが、基本的には、1対の原画像-サンプル図形の組（＝1個の設計標本）から1組の手順を作り出すものであり、複数の設計標本に対する処理については組織的な検討はなされていない。

そこで、本文では、上記 IMPRESS に原画像とサンプル図形の組を多数提示することによって、多数の画像に安定して働く1つの処理手順を自動的に構成させることを試みる。以下、IMPRESS の概要、ならびに、多数の設計標本から1つの処理手順を構築する問題の予備的考察を述べた後、原画像とサンプル図形が多数組入力された場合の具体的な手順構成方法について実験結果とともに述べる。

2. IMPRESS の概要

IMPRESS の目的は、入力された原画像とそれに対応するサンプル図形（原画像から抽出したい画像特徴を図形で示したもの）から、画像処理手順を自動的に作成することであり、既にその基本的考え方および手法の詳細は文献4)に示した。このシステムの基本動作は次のようになる。まず、(1) サンプル図形に適切な前処理を施した後、(2) その図形特徴に基づいた大まかな処理手順 (procedure frame) の選択を行う。

† Consolidation of Image Processing Procedures in the Image Processing Expert System IMPRESS by JUN-ICHI HASEGAWA, HIROAKI KUBOTA, AKIHIDE TAKASU and JUN-ICHIRO TORIWAKI (Faculty of Engineering, Nagoya University).

†† 名古屋大学工学部情報工学科

* 現在 中京大学教養部

Faculty of Liberal Arts, Chukyo University

** 現在 (株)東芝

Toshiba Co.

次に、(3) 考え得るいくつかの具体的な処理手順 (detail procedure) の中から最も良い評価値を与える手順を決定した後、(4) その評価値があるしきい値を越えていればその処理手順を出力して終了する。

そうでなければ、(1) または (2) に戻る。ここで、上記ステップ (3) における処理手順の良さの評価は、その手順による処理結果とサンプル図形との図形的な一致度で与えられる (詳細は文献 4), 5) にゆずる)。この考え方は、もともと本システムがサンプル図形に基づいて手順構成を行う “ノンパラメトリック” な方法をとっていること、および、手順の内容の定量的な評価を行う良い方法が他に知られていないこと、による。このような結果依存型の評価方法では、一般に処理手順の内容が大きくばらつく可能性があるが、本システムでは大まかな手順に基づいて具体的な手順構成を行うため、一つの大まかな手順の範囲では得られる手順間のばらつきは少ないと考えられる。以上の処理を行うため、システム内には、(a) 大まかな処理手順の知識、および、サンプル図形と大まかな処理手順の関係についての知識、(b) 大まかな処理手順での基本処理手法の利用に関する知識、(c) 基本処理手法間の整合性に関する知識、(d) 各基本処理手法を実現するプログラムと処理パラメータに関する知識、の 4 つの知識ベースが用意される。上記の大まかな処理手順の知識は、サンプル図形の形態により、点図形、線図形⁶⁾、面図形⁶⁾の抽出手順に分かれており、その各々に対応して手順構成の詳細が異なる。以下本文では、線図形抽出手順の場合を中心に考察するが、基本的な考え方は上記三者に共通である。

さて、線図形抽出手順の自動構成のあらましは次のようである⁵⁾。まず、図 1 に原画像とそれから抽出したい輪郭線の一例を示す。次の表 1 は大まかな処理手

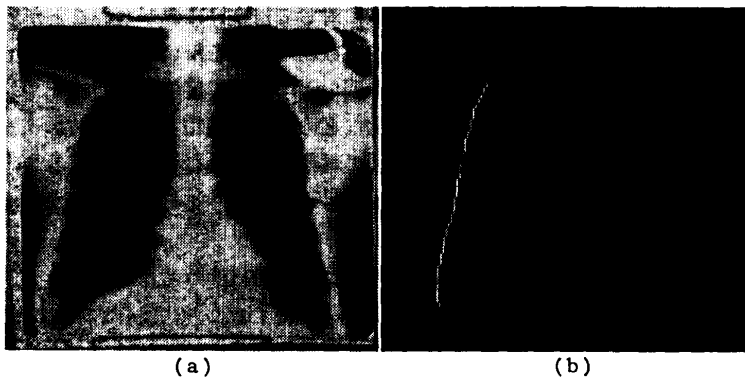


図 1 原画像(a)とサンプル図形(b)の一例

Fig. 1 Example of an original image (a) and a sample figure (b).

表 1 IMPRESS で用いられる線図形抽出用の大まかな処理手順 (PFL) の例

Table 1 Examples of procedure frames for line pattern extraction (PFL) used in the system IMPRESS.

PFL 1: 平滑化→差分→線追跡→線図形処理
PFL 2: 平滑化→差分→2 値化→連結成分処理→細線化→線図形処理
PFL 3: 平滑化→差分→2 値化→連結成分処理→輪郭追跡→線図形処理

表 2 表 1 の PFL 2 に基づいて構成された具体的な処理手順の一例

Table 2 An example of detail procedures constructed based on PFL 2 in Table 1.

平滑化 (マスクサイズ: 11×3)
→差分 (種類: 1 階差分, 方向: -45 度, 距離: 6)
→2 値化 (p-tile 比: 0.807)
→連結成分処理 (図形融合, 拡散-収縮-拡散) (小成分除去, しきい値: 57)
→細線化 (鶴岡のアルゴリズム)
→線図形処理 (短線除去, しきい値: 10)

順として用いられるものの例である。この手順が選択された後、同図に示された各段階での処理方式やパラメータの詳細が、入力された輪郭線 (サンプル図形) に最も近い線図形を抽出できるように設定される。結果として、例えば、表 2 のような手順が選ばれる。

面図形抽出手順の構成については文献 6) にゆずる。

3. 手順集約問題の予備的考察

複数個 (例えば n 個) の原画像-サンプル図形の対 (設計標本画像対) が与えられ、それらに共通に適用できる 1 つの線図形抽出手順を自動構成したいとする。標本画像対の各々を前節の IMPRESS に入力すれば n 組の手順が構成される。これらを適当な手続

きで集約して 1 つの処理手順を導く操作を処理手順の集約 (consolidation), 得られた線図形抽出手順を集約化手順 (consolidated procedure) とよぶ。この “集約” には基本的に次のような 2 つの方針がある。

[A] 並列型集約手続き

上述のように、与えられた各標本画像対ごとに独立に処理手順を構築した後、結果として得られる n 組の手順を何らかの手続きで 1 つの手順に集約する方式である (図 2(a))。

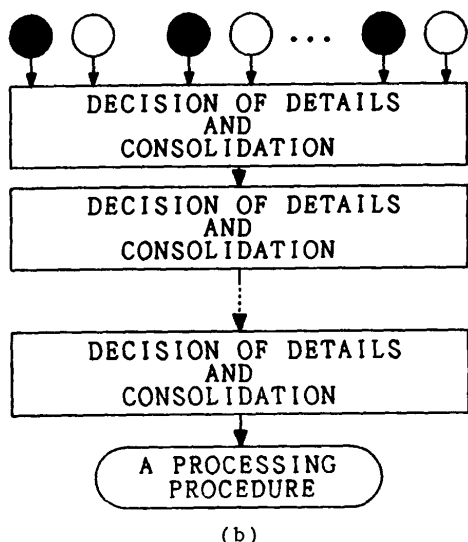
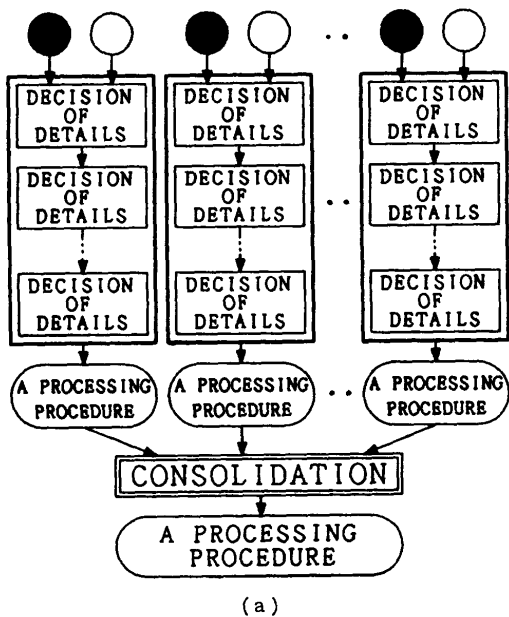


図2 画像処理手順集約における2つのタイプ; (a)並列型と(b)逐次型 (●: 原画像, ○: サンプル図形)

Fig. 2 Two types of consolidation of image processing procedures; (a) parallel type and (b) sequential type. (●: original image, ○: sample figure)

この特徴としては、(1) 手順構成と手順集約が分離して行えるため、全体の動作は次の逐次型に比べて比較の見通しが良い、(2) IMPRESS が個別の手順構成に利用できるため、IMPRESS への組み込みが容易である、等の利点を持つが、(3) n 組中の多数を占める手順から極端に異なる手順は集約の対象から外され

てしまい、その手順の構成に用いた標本画像対の情報とそれに費やした労力は無駄になる恐れがある。

[B] 逐次型集約手続き

各標本画像対ごとに処理手順を完成させるのではなく、処理手順中の各段階 (モジュール) の詳細の決定自体を標本画像対のすべてを用いて行っていくものである (図2(b))。この方式は、(1) 各モジュールの具体的な処理手順がすべての入力画像の情報を利用しながら決定できるため、処理手順の平均的な良さを各段で確認でき、また、(2) 最終段のモジュールの決定が終了すると同時に手順の集約も完了すること、などの利点がある反面、(3) 与えられた画像群の中に仮に他と極端に異なった雑音的な画像が含まれる場合、それによる悪影響が手順決定の各段で生じること、さらに、(4) すべての段で手順の構成と集約が同時に行われることになるので、全体の動作がかなり複雑になること、などの欠点もある。

もちろん、上の2つの集約方式が適当に組み合わせられて行われる場合もあり、また、両方式の比較検討も重要な課題である。しかしながら、このような処理手順集約問題自体がまだ全く未検討の問題であるため、本文では、まず並列型手続きを取り上げることにする。

さて、IMPRESS に並列型集約手続きを組み込んだシステムの動作全体を図3に示す。このように、手順構成において多数の標本画像を用いることにより、次のようなことが期待できる。

(1) 画像間の変動を吸収する、より安定した特徴抽出手順が構成できる。

画像の全体的な濃度値レベルや抽出する対象の大きさなどの特徴が個々の画像間で少しずつ異なっている場合、1組の設計標本画像対によって構成された処理手順は他の原画像に対しては良好に働かないことが多い。これに対し、多数組の画像を用いた手順構成では、それらの画像間の平均的な濃度値レベル変化や対象の大きさの変化などの影響を緩和するようにパラメータの値や処理の種類を組み込むことができる。

(2) システムがユーザの意図をより正確に理解できる。

すなわち、ユーザの処理の目的 (ここではサンプル図形) を多数の例から学習することによってより明確に把握でき、その結果を処理手順の中に反映できることになるとみなせよう。

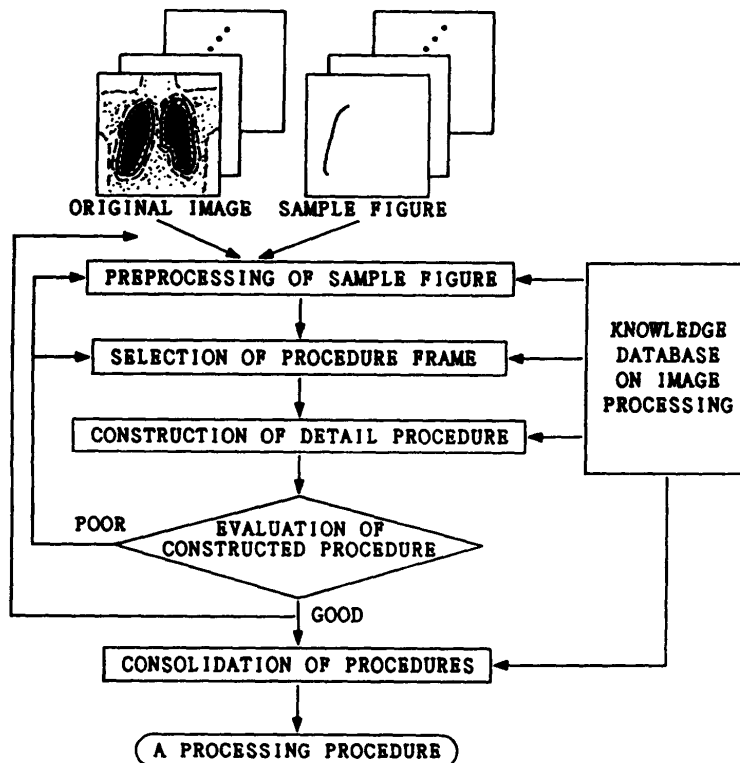


図3 手順集約機能をもつ画像処理手順自動構成システム IMPRESS
Fig. 3 Outline of the system IMPRESS for automated construction and consolidation of image processing procedures.

4. 手順集約の実現法

本章では、前述の並列型の手順集約により、多数の手順から1つの手順を構成する具体的な方法を実現する。ただし、ここでの集約の対象となる手順は同一の大まかな手順に基づいて構成されたものとする。すなわち、もとの大まかな処理手順自体が異なるような具体的手順同士の集約はここでは考えない。この制約を加えても、まだ手順集約の自動化の意義は十分あると考えられる。

4.1 線図形抽出手順の具体的集約方法

上の制約から、線図形抽出手順を集約するには、大まかな処理手順(表1)の各処理モジュール単位の集約を行えばよい。ただし、一つの手順は各モジュールの最適な組合せで構成されているから、各モジュールを独立に集約することはできない。したがって、各モジュールの中で処理結果に大きな影響を与えるものから段階的に集約し、徐々に手順をしばり込む方式をとる。また、集約の基本操作として、処理手法(アルゴリズム)の種類や非数値パラメータについては多数決

原理を、数値パラメータについては平均化操作を用いる。具体的な集約過程は以下の(1)~(8)により行われる。

(1) まず、システムは与えられた原画像-サンプル図形対のそれぞれに対して手順構成を行う。

(2) 構成が失敗した手順については集約の対象から除く。すなわち、評価値があるしきい値に満たないものは集約の対象外とする。なお、手順集約の過程で評価値が参照されるのはこのステップまでであり、以後、評価値が参照されることも、再計算されることもない。

(3) 差分処理の種類(差分が不要とされた場合も含む)を多数決により選択する。ただし、方向性を持つ差分の場合、方向の違うものはたとえ同じタイプでも別の種類の差分とみなす。

(4) 上記(3)で選択された以外の差分を用いている処理手順を以後の集約の対象から外す。ただし、選択

された差分が方向性の差分である場合には、同タイプであって方向の違いが ± 45 度以下のものは例外的に残すことにする。これはこの段階で集約対象の手順が大幅に減ってしまうを防ぐためである。この場合、各差分の距離と方向がつくるベクトルを各成分ごとに平均したものを求め、その結果を成分とするベクトルの長さおよび方向を、それぞれ最終的差分の距離と方向とする。

(5) 平滑化および細線化(あるいは境界追跡)の種類(またはアルゴリズム)を多数決により決定する。

(6) 上記(5)で選択された以外の処理を用いている処理手順を以後の集約の対象から外す。

(7) 上記(6)で残された手順に対し、平滑化のマスクサイズ、差分の距離、2値化のしきい値、および、細線化の数値パラメータをそれぞれ平均によって求める。得られた値は必要に応じて整数化などの補正を行う。

(8) 連結成分処理および線図形処理については、上記(6)で外されなかった処理手順のうちの少なくとも1つが組み込む必要があると判断した処理はすべて組

表 3 面図形抽出用の大まかな処理手順 (PFM) の例
Table 3 Examples of procedure frames for mass pattern extraction (PFM).

PFM1: 平滑化→差分→2 値化→連結成分処理
PFM2: 平滑化→差分→領域分割→連結成分処理

み込むことにする。その処理の数値パラメータは平均によって求める。

以上で標本画像対の個数 (n 個) に等しい数の線図形抽出手順を 1 つの手順に集約できる。

4.2 面図形抽出手順の具体的集約方法

面図形抽出手順構成における大まかな処理手順を表 3 に示す。手順集約の具体的方法は、前節の線図形抽出手順の場合と基本的に同じである。

5. 実験結果

実験には、原画像として胸部 X 線写真 (濃度値 256 レベル, 150×150 画素) を用い、そこから抽出すべき線図形の例として右肺の横隔膜境界線 (BD), 面図形の例として右肺の背部肋骨像 (DR) を取り上げた (図 4)。実際のサンプル図形として, BD については胸部 X 線像解析システム AISC-R-V 3⁷⁾ から出力された結果をそのまま用い, DR については人間が手入力したものをを用いた。原画像とサンプル図形の設計標本 10 組をシステムに与えて手順の構成および集約を行った結果を表 4 に示す。この集約された手順をその構成に用いた原画像すべてにもう一度適用したところ, 全体の 8 割については実用上支障のない程度に良好な処理

表 4 処理手順の集約結果の例 ((a) 横隔膜境界線 (BD), (b) 背部肋骨領域)
Table 4 Consolidation results for (a) BD extraction procedures and (b) DR extraction procedures.

(a)

手順 番号	平滑化* → サイズ 縦×横	差 分 種類 方向 (縦, 横)	→ 2 値化 しきい値 (p-tile 比)	→ 連結成分処理 図形融合	→ 細線化** → 線図形処理 小成分除去 しきい値	短線除去 しきい値
1	5×5	1 階 (4, 0)	0.250	収-拡***	24	鶴岡の方法 8
2	3×3	1 階 (2, 0)	0.273	拡-収	40	鶴岡の方法 7
3	5×7	1 階 (2, 2)	0.171	不 要	20	鶴岡の方法 7
4	3×11	1 階 (0, 12)	0.183	不 要	33	鶴岡の方法 5
5	5×13	1 階 (4, 4)	0.144	拡-収	39	鶴岡の方法 7
6	3×7	1 階 (2, 0)	0.173	拡-収-収-拡	35	鶴岡の方法 6
7	7×3	1 階 (6, 0)	0.155	不 要	26	鶴岡の方法 4
8	5×11	1 階 (0, 10)	0.240	収-拡	41	鶴岡の方法 2
9	3×7	1 階 (4, 4)	0.144	不 要	8	鶴岡の方法 6
10	3×3	1 階 (2, 0)	0.168	不 要	35	鶴岡の方法 6
集約化 手順	3×7	1 階 (2, 2)	0.176	不 要	32	鶴岡の方法 5

(b)

手順 番号	平滑化* → サイズ 縦×横	差 分 種類 方向 (縦, 横)	→ 2 値化 しきい値	→ 連結成分処理 図形融合
1	3×3	2 階 (8, 0)	3	収-拡***
2	不要	2 階 (12, 0)	10	拡-収-収-拡
3	3×3	2 階 (12, 0)	6	拡-収-収-拡
4	3×3	2 階 (10, 0)	4	収-拡-拡-収
5	5×5	2 階 (6, 0)	3	拡-収-収-拡
6	不要	2 階 (12, 0)	5	拡-収-収-拡
7	5×5	2 階 (8, 0)	3	収-拡-拡-収
8	7×7	2 階 (8, 0)	2	不 要
9	不要	2 階 (12, 0)	5	拡-収-収-拡
10	7×7	2 階 (8, 0)	3	拡-収
集約化 手順	3×3	2 階 (10, 0)	4	拡-収-収-拡

*: ここでは一様平滑化のみを用いた。

**: ここでは鶴岡の方法のみを用いた。

***: 拡, 収はそれぞれ拡散 1 回, 収縮 1 回を意味する。

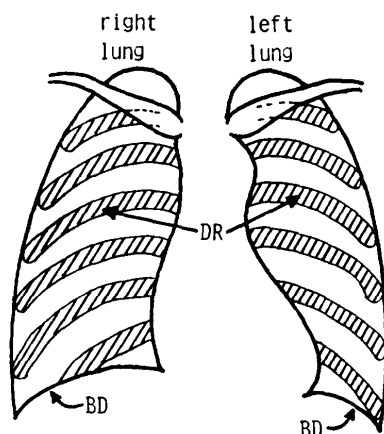


図4 胸部X線像中の横隔膜境界線 (BD) と背部肋骨領域 (DR)

Fig. 4 Borders of diaphragm (BD) and regions of dorsal rib (DR) in a chest X-ray image.

表5 集約化手順の評価結果 (テスト標本数 20)
Table 5 Evaluation results of consolidated procedures. (twenty test samples)

評価項目	BD 抽出手順		DR 抽出手順	
	1組	10組	1組	10組
A	4	1	5	3
B	7	1	7	3
C	1	7	2	3

A: 良好な特徴抽出ができなかった例.

B: 不要なとぎれが発生した例.

C: 短い枝 (BD) や 不要な連結 (DR) が発生した例.

結果を得ることができ、集約化手順にある程度の汎用性のあることが確認された。さらに、設計標本画像対1組による手順と10組から集約を経て得た手順を比較するために、得られた手順を構成には全く用いなかった画像 (テスト標本) に適用し、その結果を評価した。

図5はBDに対する処理結果の一例で、図6はDRに対する処理結果の一例である。また、表5は20個のテスト標本による比較評価実験の結果をまとめたものである。

この結果より、設計標本以外の画像に対しても、1組の標本画像対から得たものよりも多数組の標本画像対から得た手順の方が抽出の失敗が少なくなる傾向にあること、その傾向は面図形より線図形の場合の方が顕著であることなどが知られた。とくに、多数組から構成された線図形抽出手順はとぎれの発生が比較的少なく、また、専門家が作成した手順 (具体的には AISC-R-V 3⁷⁾) による結果と極端に違いが大きいケースは少ないという結果も得られた。一方、短い枝や他の成分との不要な接続が増える傾向も認められたが、全体としては良好な結果であると思われる。

6. む す び

本論文では、画像の形 (サンプル図形) で与えた処理要求から処理手順を自動構成する新しい方式の画像処理手順構成エキスパートシステムにおいて、原画像とサンプル図形の組が多数入力された場合の処理手順

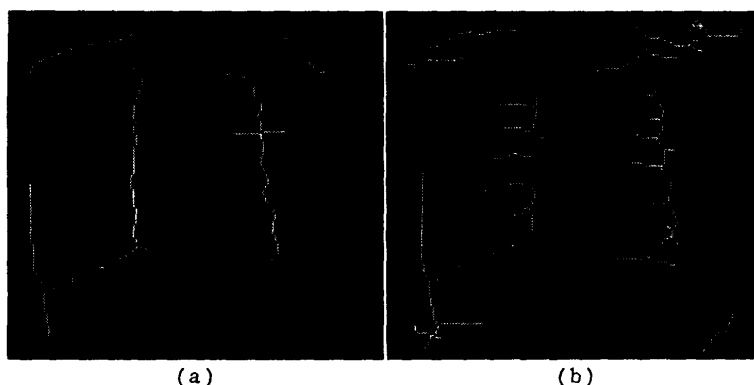


図5 設計標本画像対10組からの集約化手順(a)と1組だけで構成された手順(b)を同じテスト画像に適用した結果の一例 (BD抽出の場合)

Fig. 5 Examples of processing results of test images using a consolidated (a) and non-consolidated (b) procedures. (extraction of the BD)

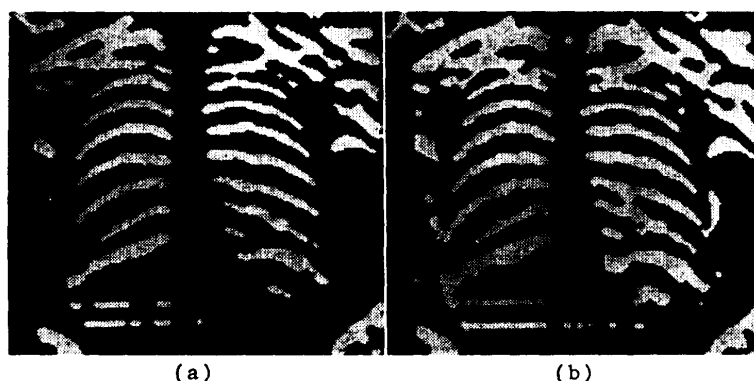


図6 設計標本画像対10組からの集約化手順(a)と1組だけで構成された手順(b)を同じテスト画像に適用した結果の一例 (DR抽出の場合)

Fig. 6 Examples of processing results of test images using a consolidated (a) and non-consolidated (b) procedures. (extraction of the DR)

自動構成法を述べた。ここでは、各組独立に構成した処理手順から最終的に全面像に適用できる1つの処理手順をつくる、いわゆる並列型手順集約手続きを提案し、その実現例を示した。この方法を実際に胸部X線画像および顕微鏡画像からの線図形および面図形の抽出問題に適用し、それぞれ10組の原画像-サンプル図形対から実際に1つの共通した処理手順を構成させた。この結果、本集約手続きが良好に働くこと、および、1組から構成される手順よりも多数組から作られる手順の方が、その処理結果はより安定する傾向にあることが実験的に知られた。本方法の実現は、多数の入力画像から一つの処理手順を自動的に構築する方法を示しており、これが今後の画像処理手順開発のためのより高度な知的ツールを導く一つの手掛かりとなることが期待される。

しかしながら、このような手順自動構成の問題の本格的な検討はごく最近始まったばかりであって、今後検討すべき課題が少なくない。まず、本文の方法は著者らの経験に基づいて発見的に導かれたものであり、理論的な裏付けを持たない。今後画像処理アルゴリズムの学習的構成理論の構築が必要である。次に、集約操作における手順の多数決選択、および、パラメータの平均値の採用は、暗黙のうちに次のような前提に立っている：①入力される原画像が対象画像の母集団の典型的標本であり、かつ、母集団は平均的な画像の周辺の比較的狭い範囲に素直な形で分布している。②入力画像の解像度は同一である。③処理要求（サンプル図形）は全標本にわたって同一種類のものである（例えば、胸部X線写真で言えば肋骨輪郭線のみを記入したものと心臓の輪郭線のみを記入したものが混入するような場合は除く）。もちろん、これらの前提が厳密に満たされなくてはならないわけではなく、個々の場合に対応する修正は現時点でも十分考えられるが、本文の実験は限られた標本画像の集合についての実験であるため、前提の妥当性および画像の性質の変動に対する本方法の“頑健性”については、より多くの実験によって検証されなければならないであろう。三番目に、大まかな処理手順が異なる標本画像対の集約法の問題がある。これについては、例えば、集約の最初に大まかな処理手順を多数決で一つに絞ったり、大まかな手順ごとに別々に集約する、といった便宜的ないくつかの方法は直ちに適用でき、ある程度の処理は可能であるが、その他の細部の改善とともに本格的な処理は今後の課題であろう。さらに、集約手順の高度化に

関して、ユーザの処理目的のより正確な理解とその結果の利用法、および、これらの成果のIMPRESSへの組み込み、などの検討課題があげられる。

謝辞 日頃熱心に御討論いただく研究室諸氏に感謝する。なお、本研究には名古屋大学大型計算機センター、ならびに、画像処理パッケージSLIPおよびSPIDERを利用した。また、本研究の一部は文部省科研費（特定：多元知識情報、奨励(A)：No. 61750328）によった。

参 考 文 献

- 1) 鳥脇，福村：画像処理サブルーチンライブラリSLIPについて，情報処理学会論文誌，Vol. 22, No. 4, pp. 353-359 (1981).
- 2) 田村，坂根，富田，横矢，金子，坂上：ポータブル画像処理ソフトウェアパッケージSPIDERの開発，情報処理学会論文誌，Vol. 23, No. 3, pp. 321-328 (1982).
- 3) 田村秀行：エキスパート・ビジョン画像処理と知識処理の接点一，第16回画像工学コンファレンス論文集，4-1, pp. 89-94 (1985).
- 4) 長谷川，久保田，鳥脇：サンプル図形の提示による画像処理手順の自動構成方法とその線図形抽出手順構成への適用，電子通信学会技術研究報告，PRL 85-38 (1985).
- 5) 久保田，長谷川，鳥脇：サンプル図形提示による線図形および面図形抽出手順の自動構成方法の実現，情報処理学会コンピュータビジョン研究会資料，CV 42-5 (1986).
- 6) 高須，長谷川，鳥脇：サンプル図形提示方式による面図形抽出手順の自動構成法について，電子情報通信学会技術研究報告，PRU 87-10 (1987).
- 7) 長谷川，鳥脇，福村：間接撮影胸部X線写真の自動スクリーニングのためのソフトウェアシステムAISCR-V3について，電子通信学会論文誌(D)，Vol. J 66-D, No. 10, pp. 1145-1152 (1983).

(昭和62年6月1日受付)

(昭和62年12月9日採録)

長谷川純一（正会員）

昭和49年名古屋大学工学部電気・電子工学科卒業。昭和54年同大大学院工学研究科博士課程（情報工学専攻）修了。同年同大工学部電子工学科助手。工学博士。昭和57

～59年カナダ・サスカチュワン大学博士研究員。昭和61年名古屋大学工学部情報工学科講師。昭和62年より中京大学教養部助教授。現在に至る。パターン認識，画像処理，エキスパートビジョンに関する研究に従事。電子情報通信学会，日本ME学会，IEEE各会員。



久保田 浩明

昭和 38 年生。昭和 60 年名古屋大学工学部電子工学科卒業。昭和 62 年同大学院博士課程前期課程修了。同年(株)東芝入社。現在、同社総合研究所情報システム研究所勤務。画

像処理プロセッサ、画像処理システムの研究に従事。電子情報通信学会会員。



高須 晶英 (正会員)

昭和 61 年名古屋大学工学部電子工学科卒業。現在、同大学院博士課程前期課程在学中。画像処理・知識工学の研究に従事。電子情報通信学会会員。



鳥脇 純一郎 (正会員)

昭和 14 年 7 月 20 日生。37 年名古屋大学工学部電子工学科卒業。42 年同大学院博士課程修了。同年 4 月名古屋大学工学部助手。以後、45 年同助教授、49 年名古屋大学計算機センター助教授、55 年豊橋技術科学大学情報工学系教授、58 年名古屋大学工学部電子工学科教授を経て、60 年 4 月より同情報工学科教授。工学博士。パターン認識、画像処理、グラフィックス、および、それらの医学情報処理への応用に関する研究に従事。著書「現代確率論の基礎」(オーム社)(共著)。電子情報通信学会、日本 ME 学会、医療情報学会、米国 IEEE 各会員。