

A-010

## GPによって生成された木構造画像処理フィルタの解析 Analysis of tree-structural image transformations optimized with GP

篠原 知子<sup>†</sup>

Tomoko Shinohara

長尾 智晴<sup>‡</sup>

Tomoharu Nagao

### 1. まえがき

近年、計算機性能の向上に伴い遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms : GA) や遺伝的プログラミング (Genetic Programming : GP) の研究が盛んである。なかでも筆者らは画像処理分野においてこれらの進化論的手法を用いた研究を行ってきた。

先に、筆者らは、木構造状画像変換自動生成法 ACTIT (Automatic Construction of Tree-structural Image Transformation) を開発した [1]。この ACTIT は、原画像と原画像に対する理想的な処理結果 (目標画像) を与えると、その画像間の処理を近似した画像変換を GP によって全自動で最適化する。画像変換はあらかじめ用意した画像処理フィルタを木構造状に組み合わせて構築してあるが、その組み合わせは同じ目的に対して生成した木構造であっても異なる場合が多い。本報告では、ACTIT システムを用いて同じ処理に対する木構造画像処理フィルタを複数個生成し、それらに対する解析結果を述べる。

### 2. 木構造状画像変換自動生成法 ACTIT

この手法では、多入力1出力のフィルタを用意し、木構造状に画像フィルタを構築することにより複数の入力画像から1つの出力画像を得る画像変換フィルタを得ることができる (図1)。処理される原画像はすべて葉ノードから入力され、各々異なった処理が施される。これらは処理の途中で多入力1出力のフィルタにおいて適宜結合され、最終的に1つの画像となって木構造の根から出力される。

また構築する画像変換の処理目的は、原画像と、手動で作成された理想的な処理結果である目標画像とによって与えられる。つまり、このフィルタ列の入力 In に原画像を与えたときの出力 Out が目標画像に近くなるようにフィルタの組み合わせを最適化する。しかし、近似に用いるフィルタの種類が増加に伴ってそれらの組み合わせの数は膨大になり、場当たりの探索では実用的な組み合わせを発見することは事実上不可能となる。そこで、この手法ではフィルタの組み合わせと総数の最適化に GP を用いている。このようにして一度構築された画像変換は、原画像と同様な画像が入力されたとき、目標画像が与えられなくても即座に目的とする処理を実行することができる。

<sup>†</sup>横浜国立大学 大学院環境情報学府  
Graduate School of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

<sup>‡</sup>横浜国立大学 大学院環境情報研究院  
Faculty of Environment and Information Sciences, Yokohama National University

ただし、GP を用いた最適化によって構築される木構造画像変換は目標とする処理が同じ場合でも常に同じ結果が得られるとは限らず、むしろ異なった木構造が得られる場合のほうが多い。このような多数の異なった木構造に対しては統一的に評価できる基準が必要であると考えられる。そこで今回はこういった異なる木構造を評価するための解析を行った。

### 3. 木構造画像処理フィルタの生成・解析

#### 3.1 木構造画像処理フィルタの生成

今回の実験において使用する木構造画像処理フィルタの処理目標には図2、図3のような2種類を設定した。この教師画像セット1はグレースケールの画像であり、印刷文字と手書き文字の両方が書かれた画像から印刷文字部分だけを抽出する処理を目標としたものである。この処理は木構造中の処理過程の画像で手書き文字部分が消えているかどうかを見ることによって、目的の処理がどの時点で達成されているかを確認することができる。よって処理構造を理解しやすいと考えられる。

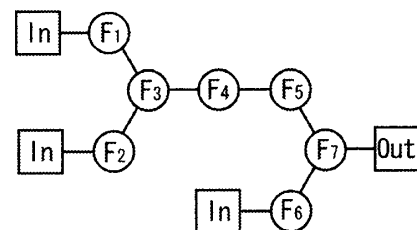
また、教師画像セット2では原画像はカラー画像であり、HSVチャンネルで変換した3種の入力画像から木構造画像処理フィルタを通すことによって顔領域を抽出する処理を目的としている。

これら二つの教師画像セットそれぞれについて、ACTIT システムにより木構造画像処理フィルタを100本ずつ生成し、それらを統計的に解析した。

#### 3.2 木構造画像処理フィルタの解析法

今回は木構造画像処理フィルタを解析する基準として、木構造を構成する各フィルタの種類とその位置関係に注目した。

ACTIT で生成される木構造は、まったく同じ処理目標に対して生成したものであっても異なるものが数多く存在している場合が多く、部分的に見て同じ並びを発見



$F_i$ : 既存の画像処理フィルタ

In: 入力画像 Out: 出力画像

図1: ACTIT で生成される画像処理フィルタの構造

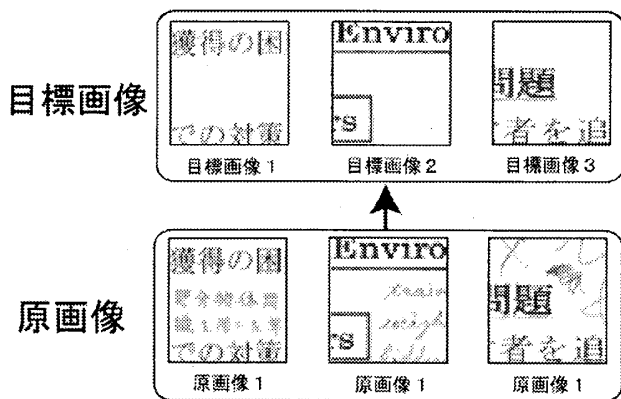


図 2: 教師画像セット 1

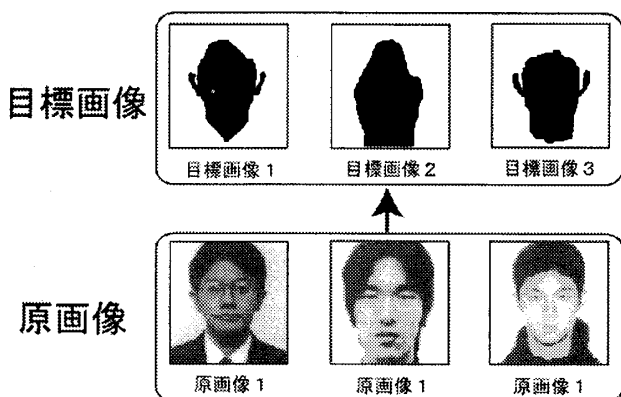


図 3: 教師画像セット 2

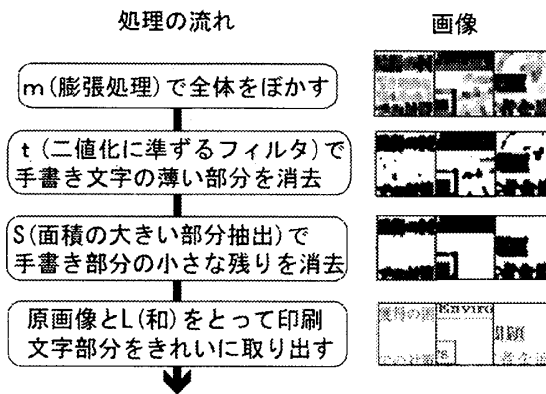


図 4: 特徴的な処理の流れ 1

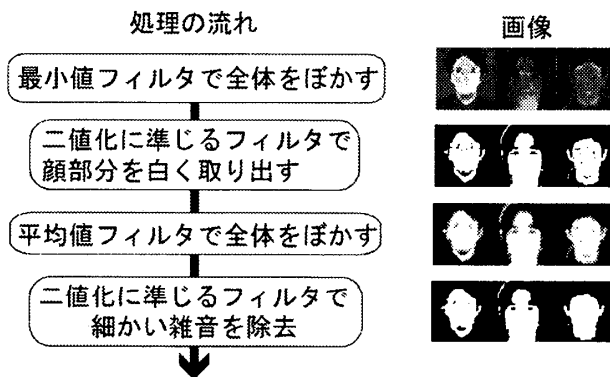


図 5: 特徴的な処理の流れ 2

することも難しい。しかし処理目標は同じであるため何らかの共通点が存在すると考えられた。

そこで、今回の解析ではいくつかの注目しているノードの位置関係のみに着目し、注目ノード間に他のノードが入っても構わないという制約の下で部分構造を比較した。位置関係が同じである部分構造はどのようなものがあるかを比較し、中でも最も多く含まれる構造を特徴的な部分構造として抽出した。また、よりよく流れをつかむために、木構造中の処理過程で画像に変化のない部分は削除し、和のフィルタ類や積のフィルタ類などの似通った働きをする画像処理フィルタは同種のフィルタとみなして比較し、部分構造の抽出を行った。

#### 4. 解析結果

印刷文字抽出の教師画像 (教師画像セット 1) に対して生成した木構造画像処理フィルタ 100 本から、特徴的な部分構造を抽出した結果、図 4 のような処理手順が 82 本の木構造に含まれることが分かった。図の左側は処理手順、右側の画像は実際の木構造中での処理経過画像の一例である。この図の処理経過を見ると、木構造フィルタ中でどのようにして目標とする処理を実現しているかが人間にも理解できるような形で現れているといえる。

また、顔領域抽出の教師画像 (教師画像セット 2) より生成した木構造画像処理フィルタ 100 本からは、図 5 の

ような処理が 73 本に含まれており特徴的な部分構造として抽出できた。こちらも教師画像セット 1 ほどではないが処理内容を理解できるような部分構造が抽出されている。

#### 5. おわりに

今回集めたデータでは一見まったく異なるように見える多数の木構造画像処理フィルタから、目的とする処理を行なうための特徴的な部分構造をうまく抽出することが出来た。目標とする画像処理に対して必要な特徴的処理構造が分かれば、GP によって生成された異なる木構造を統一的に扱うことができるようになる。また、画像処理の過程においても必要な処理と冗長な処理を見分け易くなり計算量の削減につなげられる可能性もある。

今後は、今回の特徴的構造をもたずに目的の処理を実現していた木構造画像処理フィルタに関しても、網羅できるような解析法が必要だと考えられる。また、他のより多くの画像処理変換に対しても特徴的構造を抽出できるのか実験が必要である。なお本解析手法はよこはまティーエールオー (株) より特許申請済である。

#### 参考文献

[1] 青木紳也, 長尾智晴: “木構造状画像変換の自動構築法 ACTIT”, 映像情報メディア学会誌, Vol.53, No.6, pp.888-894 (1999)