

〔非公開〕

TR-C-0035

運動情報を用いた人物画像

からの特徴抽出

第 2 報

立平 靖
YASUSHI TATEHIRA

1989. 6. 14

A T R 通信システム研究所

運動情報を用いた
人物画像からの特徴抽出 (第2報)

1989年6月14日

ATR通信システム研究所 知能処理研究室

立平 靖

1 背景	2
2 第2報概要	2
3 オプティカル・フロー検出アルゴリズムについて	2
4. オプティカル・フローを検出するプログラムを実際の画像に適用した結果	3
5. 画像の前処理について	4
6. 検討	5
7. 今後の課題	5
8. むすび	6
9. 参考文献	6
10. 図表	8
付録 ソフトウェア説明書	

1. 背景

我々は、臨場感ある通信システムを実現するため、人物画像の分析合成技術について、検討を行ってきた⁽¹⁾。本レポートでは、第1報で提案した、動画像処理の手法を用いた人物画像の分析方法について、実際の実験に着手した経過について述べるものである。

2. 第2報概要

先に報告した構想⁽¹⁾は、人物の動画像から、オプティカル・フローを検出し、それをてがかりとして人物画像をセグメンテーションし、人体の特徴抽出を行うというものである。この過程を図1⁽¹⁾に示す。

本報告では、従来提案されてきた、オプティカル・フローを検出する方法を人物画像に適用する可能性について検討した。

次に、人物画像に、ガウシアン・フィルタ等の前処理を施し、その上でオプティカル・フローの検出の性能の改善を試みた。

以上の結果から、人物画像に対し、動画像処理の手法を適用する可能性について検討した。

なお、巻末に付録として検討にあたって作成したソフトウェアの説明書をつけた。

3. オプティカル・フロー検出アルゴリズムについて

3. 1 オプティカル・フローの検出における第2の拘束条件

勾配法を基礎とする方法で、X方向とY方向の2つの運動要素を求めるためには第2の拘束条件を導入し、2元連立方程式を構築する必要がある。これは、もともと勾配法が極めてシンプルな1つの式を基礎とする手法である⁽²⁾ためである。この第2の拘束条件については、次の3つの研究例が知られている。何れの方法も、オプティカル・フローはスムーズに変化するという仮定のもとで、検出結果のスムーズネスを最小化するというのが基本的な考え方である。

3. 2 Hornらの方法⁽³⁾

MITのAIラボのHornらは、オプティカル・フローのスムーズネスを最小化してオプティカル・フローの2つの要素を求める方法を提案した。2元連立方程式の解法としては、ガウス・サイデル法のような、反復的な解法を用いている。内容の詳細は、参考文献⁽³⁾を参照していただきたい。また日本語によるダイジェスト版を文献⁽¹⁾に掲載した。

3. 3 ゼロクロス上でのスムーズネスの仮定をする方法⁽⁴⁾

さらにHildrethらは、ゼロクロス上でのオプティカル・フローのスムーズネスを拘束条件とした。この方法は、ゼロクロス上では勾配法の基礎方程式が、比較的良く成り立つことに着目している。山本らも、これに着目しゼロクロス点上で動画像の解析を行っている。また東大原島らは、顔画像の3次元構造の解析を、ゼロクロス上でのオプティカル・フローのスムーズネスを拘束条件として解いて行っている⁽⁸⁾。

3. 4 Oriented Smoothness を仮定する方法⁽⁵⁾

Oriented Smoothness とは、画像の強度変化の激しい地点に於ける、その変化方向に垂直なフロー・ベクトルのスムーズネスを最も保存するように重みづけするというものである。この考え方においては、3.3 で示したゼロクロス上のオプティカル・フローのスムーズネスをも包含しさらに一般化されたものである。

4. オプティカル・フローを検出するプログラムを実際の画像に適用した結果

次のような画像に対して、オプティカル・フローの検出プログラムを適用し、アルゴリズムの検討を行った。

まず始めに、Hornらのオプティカルフローの計算方法を、SUN3上にインプリメントし検出特性を評価した。反復解法の繰り返し回数はすべて10回である。

4.1 シンセサイズド・イメージによるテスト

図2に示すような、ランプ状に輝度に変化する画像を、横に平行移動させ、オプティカル・フローの発生をチェックした。平行移動量は5ピクセル/フレームである。画像は、テスト・チャート作成プログラム及び、SIPSプログラムライブラリー⁽⁶⁾のMOVEにより作成した。その結果、同図に示すようなオプティカル・フローが得られた。この図において、移動した部分は、高輝度になっておりほぼ正しく移動が検出されている事がわかる。また同図よりエッジ付近やコーナ周辺での検出精度に若干の問題があることがわかる。これは、Hildreth⁽⁴⁾やNagel⁽⁵⁾らも指摘するところで、それを改善する手段として、Oriented Smoothness が考えられた。

4.2 実際の顔画像によるテスト

図3に示すような2フレームの実際の顔画像に対して、オプティカル・フローの検出プログラムを適用した。ここでは、2フレーム目は1フレーム目を5ピクセルだけ、平行移動して作成した。従って、2フレームの間で輝度変化がまったくなく、正確に5ピクセル

移動したという理想的なケースのシミュレーションとなっている。結果のオプティカル・フローを同じ図にしめす。図3よりわかるように、かなり雑音等により、検出結果は乱れており、この状態では応用には堪え難い。これを、改善するため、次節以降で画像に前処理を施しその結果を示す。

5. 画像の前処理について

画像から動きを取り出す際に、画像自体の強度の変化と時間変化を主要な手がかりとするのが勾配法である。画像の強度の変化を検出し、更に強調する前処理としては、ガウシアン・ラプラシアンオペレータが知られている⁽⁷⁾。ガウシアン・ラプラシアンオペレータでは、ノイズと見なすべき微視的な変化は打ち消し、動き検出の手掛かりとなる輝度変化は強調する働きがある。この効果の度合いは、 σ の値により調整できる。

5.1 ガウシアン・ラプラシアン・オペレータのSIPS上へのインプリメント

ガウシアン・ラプラシアン・オペレータは、通常 25×25 程度の係数行列と画像との乗算により実現されるため、通常の計算機環境においては、極めて重大な負担となり、また、計算の待ち時間のロスも大きい。これを回避するため、SIPSによるフィルタリングを試みた。SIPSによりフィルターをかけると、 29×29 の大きさのフィルターは、1秒程度で終了し極めて大きな恩恵にあずかれる。このSIPSプログラムは、ライブラリIPL⁽⁶⁾を用いて作成した。注意すべき点は、画像の垂直方向フィルタリングは、インターレースに関して、考慮する必要がある点である。これに関しては、垂直方向にフィルターをかける場合には、X軸とY軸を入れ換え、水平方向のフィルタリングに置き換える事とした。

5.2 顔画像にたいするガウシアン・ラプラシアン・オペレータ処理

ガウシアン・ラプラシアン・オペレータは、その効果の度合いを係数 σ で調整する。即ち σ が大きいと、画像の細かいディテールは失われ、 σ が小さいと画像のディテールは、再現されるが、ノイズ成分が残存する。このトレードオフを、最適にシンセシスする必要があるが、ここではシグマを固定にし5とした。これは、東大原島らの顔画像の3次元形状の復元を目的とした、オプティカル・フローの計算例⁽⁸⁾で、 $\sigma=5$ とした例に倣ったものである。

フィルターを先の顔画像に適用したものを図4にしめす。

5.3 前処理後画像に対する、オプティカルフローの計算

5.2 でオプティカル・フローを求めたのと同様に、 $\sigma = 5$ のガウシアン・ラプラシアンオペレータにより前処理を施した2フレームの顔画像に対しオプティカル・フロー検出プログラムを適用した。結果を、図5に示す。この結果に見るように、前処理を施すことにより、良好な結果を得る事ができた。

6. 検討

本レポートでは、ローカルにかつ特徴点探索などの知識処理のいらぬオプティカル・フローの検出方法を人物顔画像に適用した結果について述べた。5.3節で述べたように、前処理を施した画像に対しては、ある程度の結果が得られているが、本来出現するはずのないY方向のオプティカル・フローも発生しているため、必ずしも全画面にわたって、信頼度の高い結果が得られているわけではない。得られた結果から、信頼度の高いデータをどのように選択するかが課題である。このように、数式のみで、オプティカル・フローを全画面にわたり求められる反面、信頼度の高いデータを選択という、難題を抱え込む事になる。しかしながら、全画面にわたり、オプティカル・フローが得られるというのは、他の方法にない魅力であり、3.2や3.3で示したような改善方法により、信頼度を上げることが肝要とおもわれる。解決方法は、次の2種類であると考えている。

①ローカルな輝度変化に対する限定条件に合致する場所だけについての検出を行う事とする。即ち、3.2や3.3で示した手法を始めとして、この限定条件を満たすかどうかの判定を含めた方法を検討する必要がある。

②マッチングの方法を併用し、この欠点をおぎなう。

また、勾配法は、ローカルにみれば、一定勾配の輝度変化であると見なせる領域内の変化に対して適用可能なため、それをこえる速い動きに対しては無効である。また前述原島氏らのオプティカル・フローを用いた3次元形状の復元においては、微細な3次元形状の復元はあまりできておらず、前処理による信頼性の向上と、微細な検出とは背反するニーズであると思われる。

7. 今後の課題

顔画像が、平行移動する動画画像に対しオプティカル・フローの検出を試みた。今後は、顔画像のみならず、人物画像全体に対しここで行った方法の応用の可能性を検討する必要

がある。また、オプティカル・フローを用いて人物画像を分析する方法の成否および、具体的な手法についての検討を平行して進める必要がある。

8. むすび

動き情報を用いた人物画像からの特徴抽出の研究の現況をのべた。ここまでの経過を踏まえ、人物の動画像に関する継続的な検討が、加えられることを切に希望する。

9. 参考文献

- 1) 立平、秋山、小林、「運動情報を用いた人物画像からの特徴抽出」、ATR テクニカル・レポート、TR-C-0032
- 2) J.O. Limb, J.A. Murphy, "Estimating the Velocity of Moving Images in Television Signals", CG&IP, Vol.4 (1975)
- 3) Horn et al. "Determining Optical Flow", Artif. Intell., Vol.17, No.1-13, (1981)
- 4) Hildreth, "Computations Underlying the Measurement of Visual Motion", Artif. Intell. Vol. 23
- 5) H.Nagel, "On the Estimation of Optical Flow", Artif. Intell. Vol.33
- 6) SIPS画像処理ライブラリIPL 説明書
- 7) Y. Shirai, "Three Dimensional Computer Vision", Springer-Verlag
- 8) 森川、原島他、「3次元構造情報の自動抽出と符号化への応用」、1988年画像符号化シンポジウム (1988)

図表

- 図1 人物動画像からの、人体の特徴抽出
- 図2 シンセサイズド・イメージによるテスト結果
- 図3 顔画像によるテスト結果
- 図4 ガウシアン・ラプラシアン・オペレータの適用
- 図5 前処理を施した画像に対するテスト結果

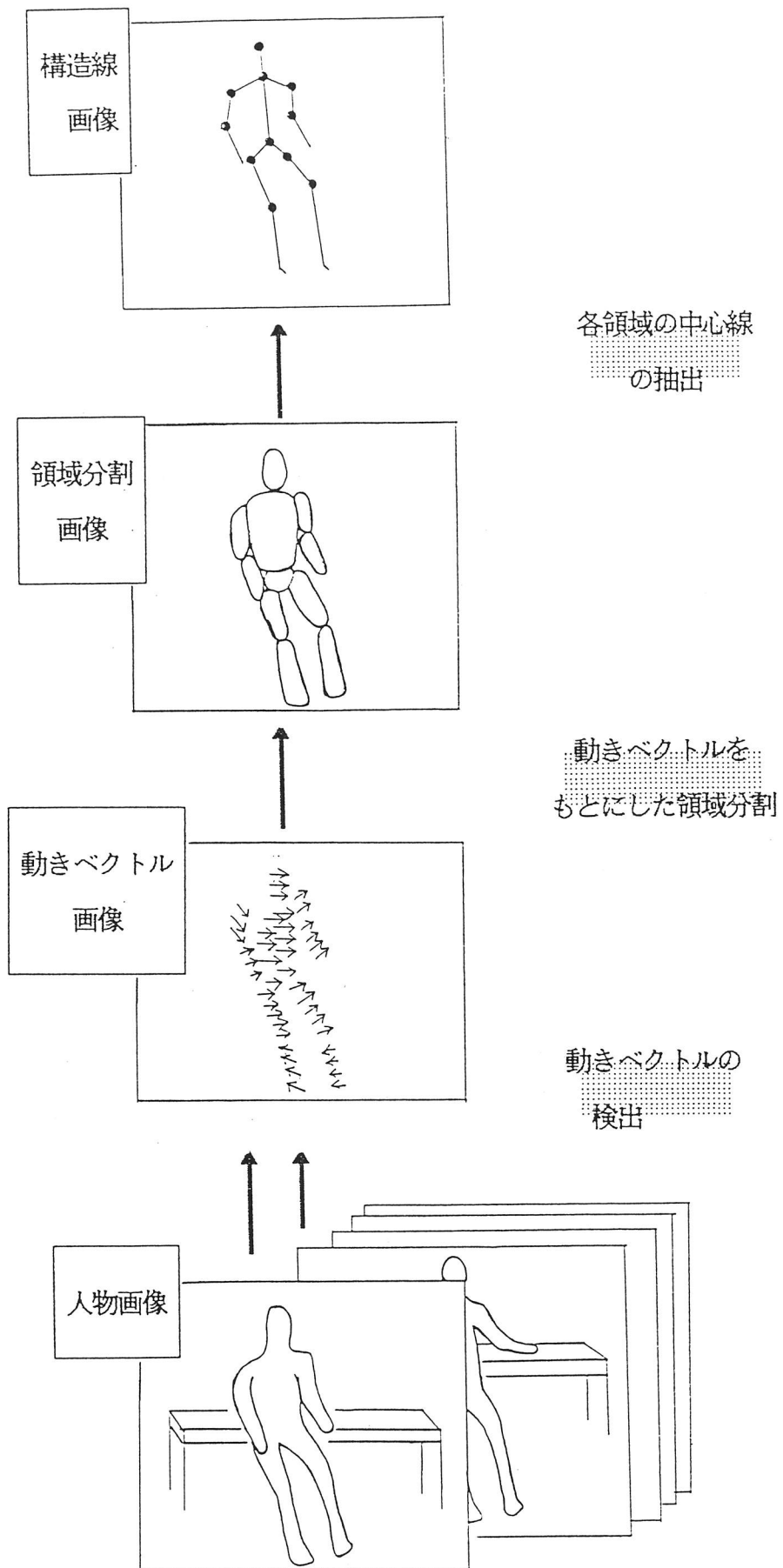
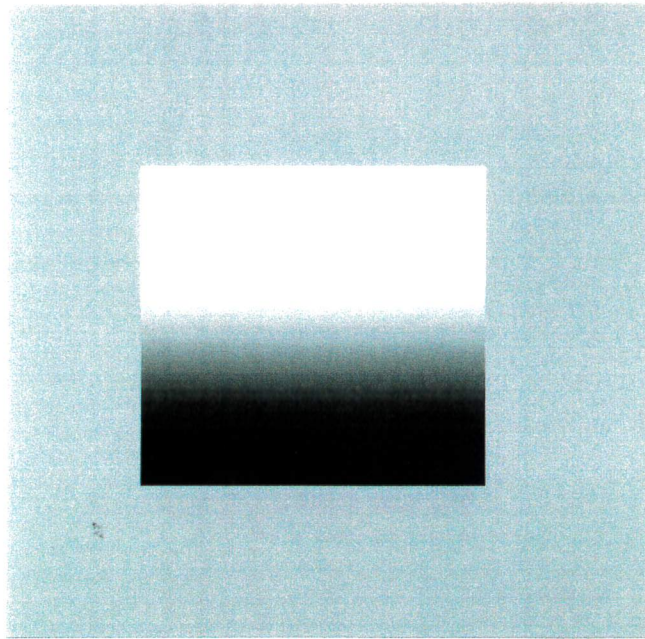
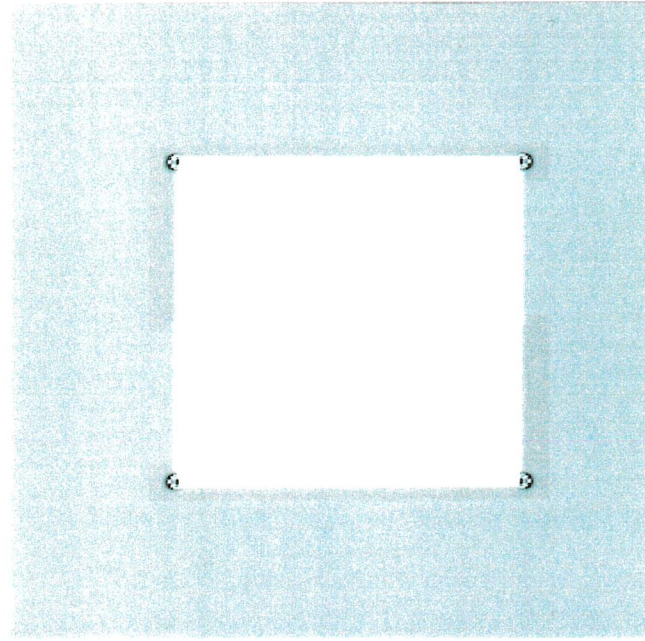


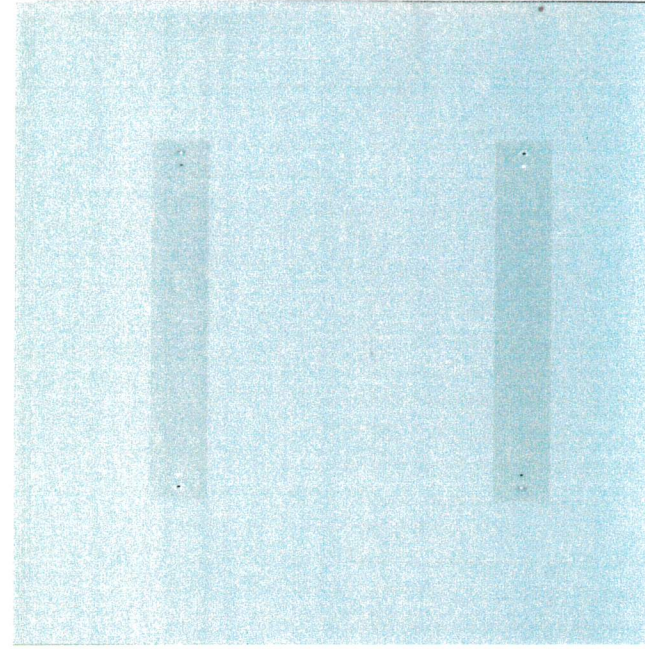
図1 人物動画画像からの、人体の特徴抽出



原画像 (5ピクセル水平移動)



オプティカル・フロー (水平方向成分)

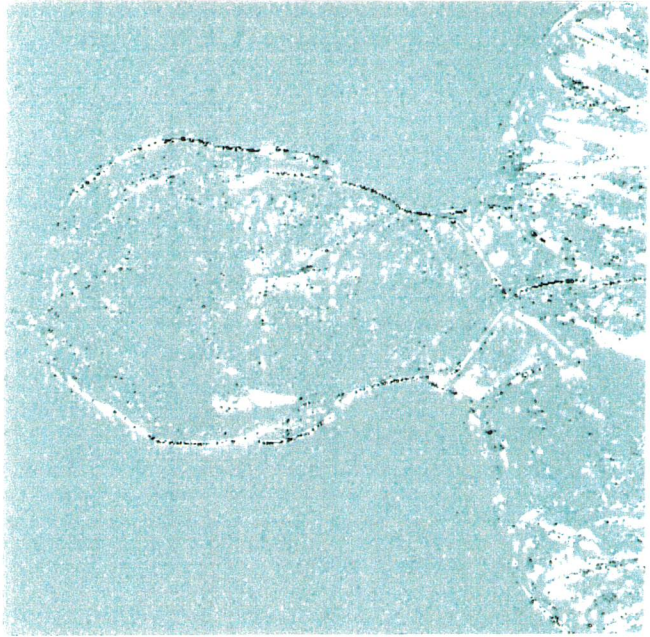


オプティカル・フロー (垂直方向成分)

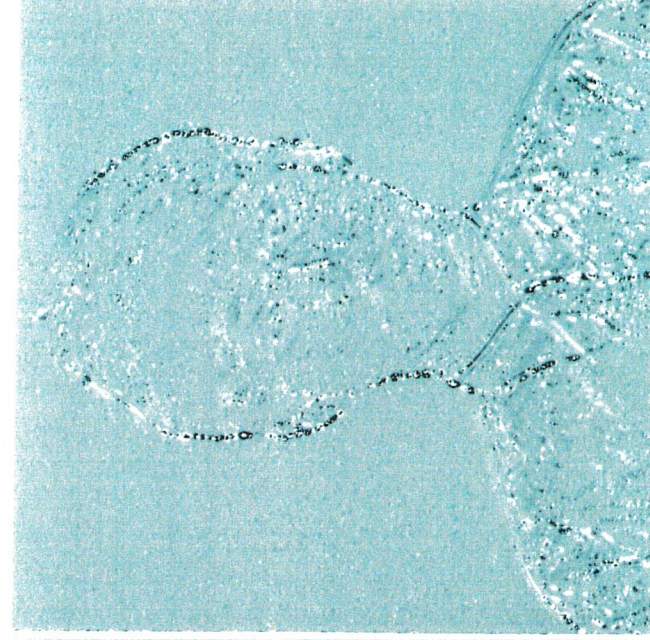
図 2 シンセサイズド・イメージによるテスト



原画像 (2フレームを重ねて示した)



オプティカル・フロー (水平方向成分)



オプティカル・フロー (垂直方向成分)

図3 顔画像によるテスト結果

(水平方向に5ピクセル移動)



原画像

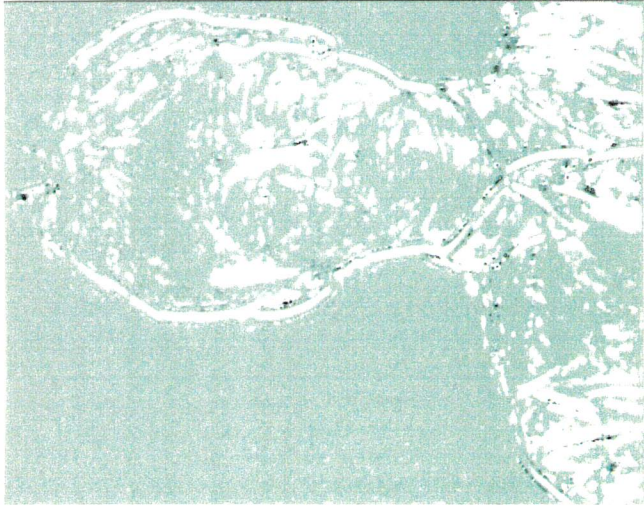


処理画像

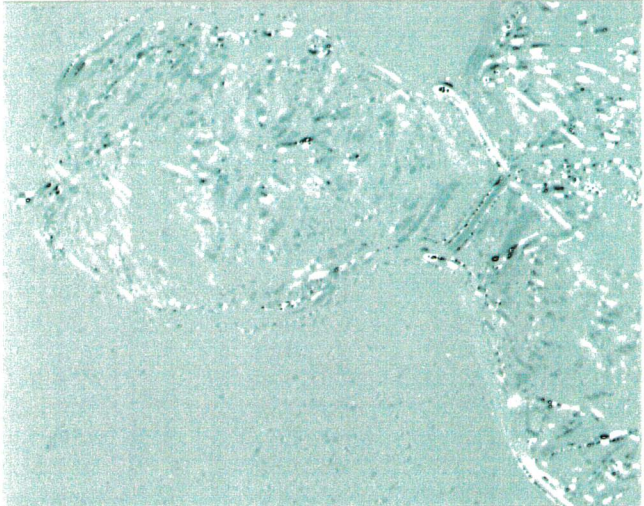
図4 ガウシアン・ラプラシアン・オペレータの適用



原画像 (2フレームを重ねて示した)



オプティカル・フロー (水平方向成分)



オプティカル・フロー (垂直方向成分)

図5 前処理を施した画像に対するテスト結果

(水平方向に5ピクセル移動)

付録

運動情報を用いた人物画像から の特徴抽出ソフトウェア説明書

はじめに

運動情報を用いた人物画像からの特徴抽出の検討⁽¹⁾にともない、オプティカル・フローの検出プログラムを中心に、いくつかのソフトウェアを開発したのでここに報告する。

機能

SIPSを用いて取り入れた動画を、SUNで処理できるフォーマットに変換し、SUN上で、オプティカル・フローを求める処理を行う。

この処理画面を、必要があれば再びSIPSのフォーマットに変更し、動画表示を行ったり、ピクトログラフィーにプリントアウトする。

以下に、操作の順を追って、詳しい機能及び、操作方法について触れる。

1. SIPSからの画像の取り込み

画像サイズは、 512×512 に限定される。画像の取込み方法については、SIPSのマニュアル⁽²⁾を参照

必要があれば、画像の前処理（フィルタリング処理）をSIPS上で行う事が出来る。 29×29 のフィルターのSIPSプログラムが用意されている。このプログラムをSIPS上で実行すると、 29×29 のフィルタリングは、1秒程度で実行可能であるのでメリットは大きい。このプログラムの使用方法は、通常のSIPSプログラムと同様であるので、SIPSのマニュアル⁽²⁾を併せて使用頂きたい。SIPSソフトウェア名は、(SIPS, TATEHIRA, FILTER) FILT29. DATである。

また、 29×29 のフィルターの係数は、ガウシアン・ラプラシアンオペレータについては、SUN上のプログラム「Gaus」で計算し、SIPSプログラムのフォーマットの係数ファイルを作成できる様になっている。各プログラムの収納場所については、8. 保守環境を参照。

2. SIPSの画像をSUNに転送する。(FTP機能による)

以下の処理は、すべてSUN上で行う。従って、プログラム名は、特に断らないかぎり
は、SUN上のものである。

3. SUNに転送した画像を、SUNのフォーマット変換する。

SIPSの、メモリーからホストコンピュータにGETされた画像は、極めて個性的な
フォーマットを持ち、このままでは、SUN上でのアルゴリズム開発に適さない。このS
IPS画像フォーマットの詳しい内容に関しては、SIPSのマニュアル⁽²⁾を参照。

SIPSの画像フォーマットから、SUN上で画像処理するフォーマットに変換するた
めのプログラムとして、以下の2つを用意した。

変換プログラム `conv1` 通常のフォーマット変換のみを行う。

`conv1__2` 通常のフォーマット変換とインターレースからノンインター
レースへの変換を行う。

4. RGB画像をY画像に変換する。

SIPSフォーマットの画像は、RGBのコンポーネントに別れているので、これらか
ら、Y信号を計算する必要がある場合がある。下記の変換プログラムにより、Y成分を計
算し、RGB3フレーム分のY成分のファイルに変換する。従って、この画像をRGBモ
ニターに入力すれば、モノクロームの画像として観察できる。

変換プログラム `conv2` RGBコンポーネントから輝度信号Yを求める。

5. 上記変換で得られた画像を表示する。

SUN画像表示ユーティリティ『`panner`』を用いると、画像データをSUNのデ
ィスプレイ上に表示することができる。この際、SUNのフォーマットに適応した画像ヘ
ッダーを付ける必要が有るの⁽³⁾で、画像に適したヘッダーをつけ、`panner`を使用
して画像表示を行うプログラム `panner3` を用意している。

使用方法は、`panner3` ファイル名 である。また、SUN上に転送されたS
IPSフォーマットの画像を、表示するために `panner2` も用意されている。

ヘッダーは、`cs03:/usr/tatehira/header`

に、数種類用意されている。また、このディレクトリには、既存のヘッダーを持つ画像データから、ヘッダー部分を抜き出す、`header.out`が用意されている。

6. オプティカル・フローの計算

Hornらの方法(1)を用いて、2フレームの、モノラル画像(上記変換プログラムにより、変換されたY画像)より、全画面にわたり、オプティカル・フローをもとめる。実際の計算は、2元連立方程式を反復的な解法で解いているので、この反復回数を与える必要がある。

7. SUN上で処理した画像をSIPSのフォーマットに変換する。

変換プログラム `convl_3`: SUN上で処理する際に、ノンインターレースに変換した場合はこのプログラムで元に戻すことができ、更にSIPSのフォーマットに変換してくれる。

変換プログラム `convl`: インターレースのままSUN上で処理した場合には、このプログラムでSIPSのフォーマットに変換することができる。

以上、3~7に記したSUN上のプログラムについて、関係を図示すると図1のようになる。

8. 保守環境

[`cs03`]

`cs03:/usr/tatehira/optical_flow/src`
ソースが保存されている。

`cs03:/usr/tatehira/optical_flow/exe`
実行モジュールが保存されている。

`cs03:/usr/tatehira/optical_flow/image`
いくつかの実行結果の画像が保存されている。

`cs03:/usr/tatehira/bin/panner`等の表示プログラムが保存されている。

`cs03:/usr/tatehira/header` 画像ヘッダー及びその作成プ

ログラム。

但し、立平帰任後は、cs03の／usr／tatehiraディレクトリは、クリーンアップされるので、／usr／tatehira ディレクトリのバックアップテープに上記内容は保存される。

〔ATR-C S〕

〔SIPS. TATEHIRA. FILTER〕 フィルター関係のSIPSプログラムが保存されている。

あとがき

運動情報を利用した、人物画像からの特徴抽出の研究に際して開発し利用してきたプログラムを紹介した。ここで上げたプログラムは、全てソースを公開してあるので、使用に際しては、各自のニーズに適合した形に変更し、機能アップ及び、バグ修正を行うことにより、より完成されたソフトウェアへと発展する事を望む。

参考文献

- 1) 立平、秋山、小林、「運動情報を用いた人物画像からの特徴抽出」、ATR テクニカルレポート, TR-C-0032
- 2) SIPS 運用管理プログラム操作説明書
- 3) SIPS 画像処理ライブラリIPL 説明書

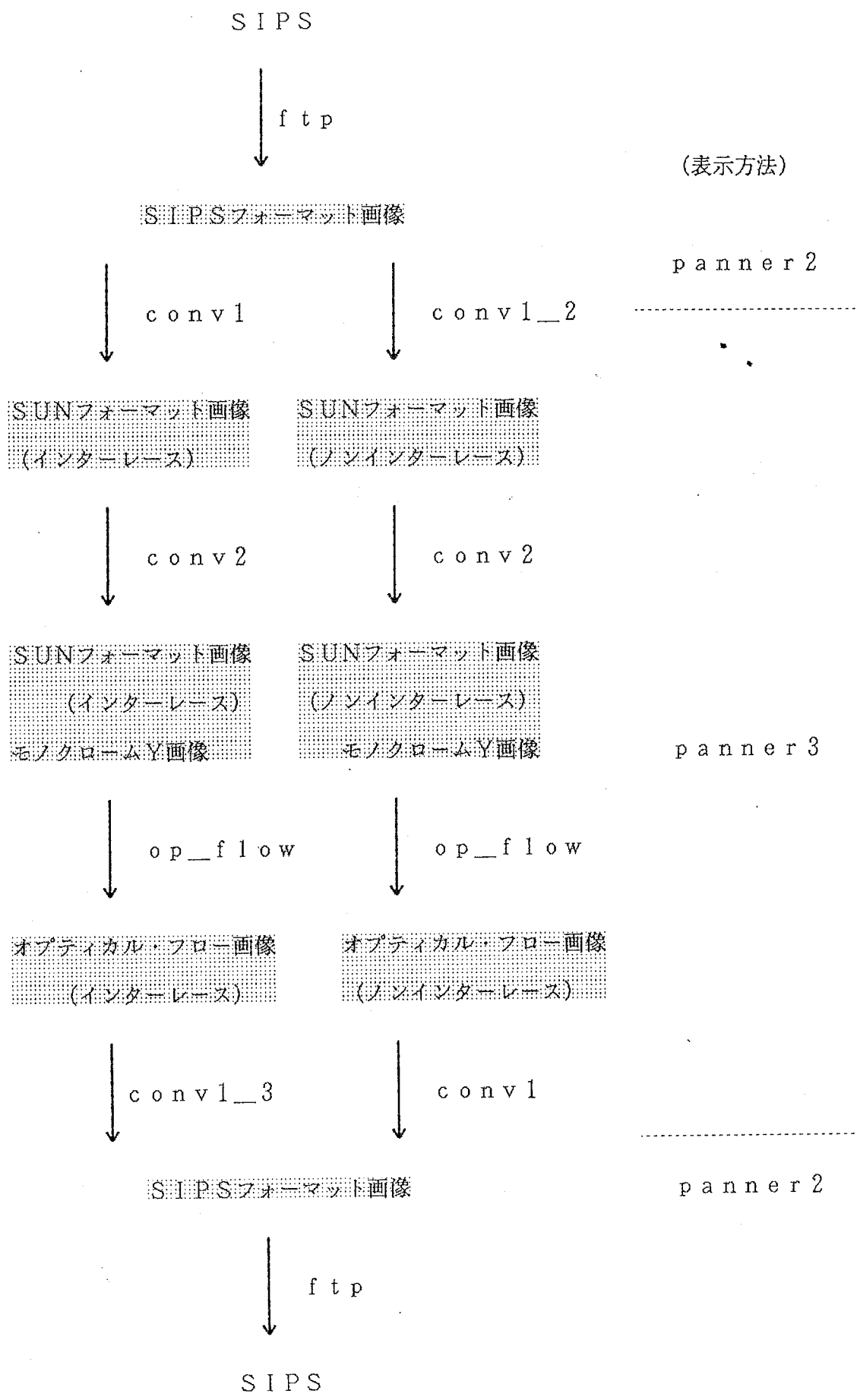


図 1 処理とプログラムの関係