

平成 13 年度

学士学位論文

オプティカルフローによる手話の腕の動き認識

Motion recognition of the arm for the sign  
language by the optical flow

1 0 2 0 3 1 5      原 大祐

指導教員      岡田 守

2002 年 2 月 15 日

高知工科大学 情報システム工学科

# 要旨

## オプティカルフローによる手話の腕の動き認識

原 大祐

本稿では、オプティカルフローを用いた手話の腕の動き認識とその有効性について検討する。現在、一般的に認識の分野では、テンプレートマッチングという手法が広く使われている。しかし、この方法は、特徴点の抽出や標準画が必要となり、動画像の認識を行うのには適していない。そこで、特徴点および標準画を必要としないで認識を行う手法“オプティカルフロー”を用いた認識を本稿では提案する。そして、その際得られた結果と時間的および空間的パラメータとの相関関係について考察を行う。

キーワード オプティカルフロー，手話

## Abstract

### Motion recognition of the arm for the sign language by the optical flow

Daisuke Hara

In this paper, I examined motion recognition of the arm for the sign language using the optical flow and efficacy. Present, we generally have used "The template matching method" in the field of recognition. But, this technology is not suitable for recognizing an animation because it is need for "feature points" and "templates". Therefore I propose using "the optical flow" which is the technology of recognizing without needing them. And I investigate that time and influence which a spatial parameter has on a result.

*key words*    optical flow , sign language

# 目次

第 1 章	研究背景	-----	1
	1.1	現在の状況	
	1.2	どうして手話なのか	
		1.2.1	コミュニケーション手段の広域化への補助
		1.2.2	新しいインタフェースへの応用
	1.3	まとめ	
第 2 章	研究目的	-----	5
	2.1	聴覚障害者のバリアフリー化に向けての補助	
	2.2	人に分かりやすい直感的で自然なインター フェースへの応用	
第 3 章	研究への課題	-----	7
	3.1	認識方法	
	3.2	オプティカルフロー検出における課題	
		3.2.1	検出方法
		3.2.2	検出に際しての内的条件
		3.2.3	検出に際しての外的条件
第 4 章	国内の研究状況	-----	10
第 5 章	実験	-----	11
	5.1	実験概要	
	5.2	オプティカルフロー検出までの行程	
	5.3	実験に用いた画像	

<b>第 6 章</b>	<b>実験結果</b>	-----	<b>14</b>
	6.1	検出されたオプティカルフローへの考察	
	6.2	空間的パラメータが与える影響についての考察	
	6.3	時間的パラメータが与える影響についての考察	
<b>第 7 章</b>	<b>今後の課題</b>	-----	<b>29</b>
	7.1	問題点の解決の必要性	
	7.2	特徴的な動きの強調	
	7.3	まとめ	
<b>謝辞</b>		-----	<b>42</b>
<b>参考文献</b>		-----	<b>43</b>

## 図目次

図 1.1	現在、聴覚障害者が保有する通信機器	-----	2
図 1.2	家庭用パソコンの普及率	-----	3
図 5.1	オプティカルフロー検出までの行程	-----	11
図 5.2	実験に使用した画像	-----	12
図 6.1	実験結果	-----	13
図 6.2	2pixel 時と 20pixel 時で検出を試みた場合の比較	-----	14
図 6.3	空間的なパラメータの比較	-----	16
図 6.4	時間的なパラメータの比較	-----	21

# 第 1 章

## 研究背景

### 1.1 現在の状況

近年，誰もがコンピュータに接する機会が多くなってきた．パーソナルコンピュータに限らず，身近なところでは携帯電話，家庭電化製品に至るまでコンピュータは浸透している．また，それらを用いてインターネット等のネットワークを介してのやりとりも盛んに行われ始めている．今後，こうした動向は益々盛んになってくるだろう．よって，そのような現状を踏まえた新しいコミュニケーションの形態が今必要とされている．

### 1.2 どうして手話なのか？

#### 1.2.1 コミュニケーション手段の広域化への補助

わが国の聴覚障害者数は，厚生省の統計によると，大人が 35 万人，子供が 16,400 人を数える．そして，身体障害者手帳を交付されない 70 dB 未満の聴覚障害者を含めると，その数は倍増すると言われている．また，将来的にこの数は統計より増加の傾向をたどると推測されている．

では，聴覚障害とはどのような障害であるかという事をここで簡単に述べる．一般的に聴覚障害とは，70 dB（普通の会話レベルの音域）未満の音が聞えない障害をさす．しかし，この障害は単にこれだけではすまされない．言語の獲得期に聴覚障害があると言語獲得に遅れが生じるという二次障害が大変深刻な問題が発生するから

だ。言語は、コミュニケーションの手段であると同時に、思考の手段でもある。よって、聴覚障害者の二次障害を防止するという意味でも、また聴覚障害者の活動範囲を広げバリアフリー化を図るという意味でも、健聴者との円滑な会話を行う事は必要不可欠であると言える。

しかし、現在まで健聴者と聴覚障害者とのコミュニケーションの取り方は、筆談または手話がそのほとんどとなっている。そうなってしまうと慣れない者同士では、その関係に隔たりを感じるに違いない。そこで新しいコミュニケーションの手段が必要とされる。

図 1.1 を見て頂きたい。これを見て分かれるとおり聴覚障害者の保有する機材でもっとも多いものが FAX，ついで携帯電話，パソコンとこの 3 つの情報通信機器が他を抜きんでている。これらは、私たちが日常プライベートで、ビジネスで使われている機器である。特に携帯電話は年々所有者数が増え、2006 年には国民の 4 人に 1 人が携帯電話を所有しているであろうという予測もでている。ここでこれら機器を用いて新しいコミュニケーションの形を作れないだろうか？ もし、この研究が確立され携帯電話などに搭載されれば、健聴者と聴覚障害者とのより円滑なコミュニケーションの 1 形態になるに違いない。

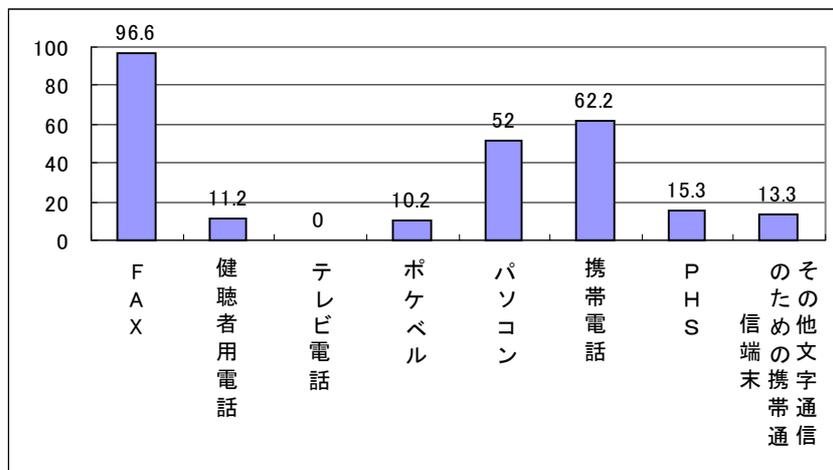


図 1.1 現在、聴覚障害者が保有する通信機器

## 1.2.2 新しいインタフェースへの応用

近年，誰もがコンピュータに接する機会が増えている．それは，図 1.2 を見てもわかるが，その数は増加の一途をたどり，90 年と 99 年を比較するとその数は 3 倍にまで達している．そして，この数は今後一層増加の傾向を強めるであろう．そのため，広く一般にコンピュータが扱われるためには，誰にでも扱える直感的で自然なインタフェースが必要となる．

そこでジェスチャーを用いたコンピュータへの入力インタフェースへの応用が提案された．現在，ジェスチャーは，人からコンピュータへメッセージを伝えるものとして大変有効な手段と考えられ，ジェスチャー認識の研究が広く行われている．しかし，ジェスチャーは人によって表現法が変わるため，その動きに一貫性がない．そこで，言語としての一貫性を持ち合わせる手話を本研究では採用した．この言語としての一貫性を持ち合わせる手話を採用することによって，その動作一つ一つに確実な意味をもたせることができる．それによって，より人と人がコミュニケーションに使いやすいインタフェースへの応用ができると考えられる．

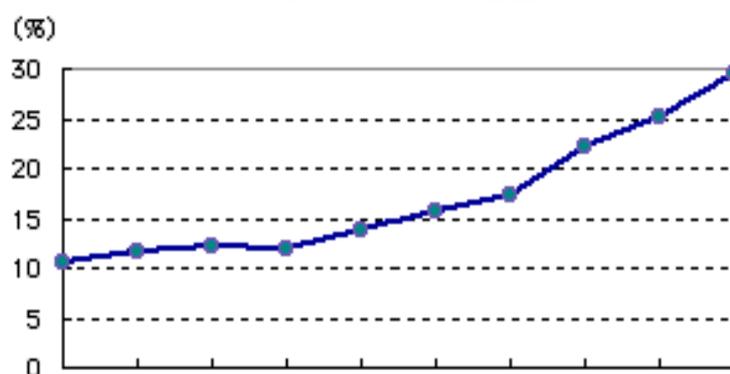


図 1.2 家庭用パソコンの普及率

### 1.3 まとめ

近年、誰もが手軽にコンピュータと接する機会を得ることが出来るようになった。また、それに伴いネットワークの整備も進み、人と人とのコミュニケーションの場も広がってきた。そのため、直接的で自然なインタフェースが求められている。その中でもジェスチャーは、人からのメッセージをコンピュータに伝えるのに有効な手法であると考えられ、ジェスチャー認識の研究が広く行われている。

そこで、そのジェスチャー認識の研究を聴覚障害者と健聴者のコミュニケーション補助へ応用することを目的として当研究を行う。現在、日本全国では聴覚障害者がおよそ400万人いると言われている。今後、統計よりこの値は増える傾向にあることがわかっている。

よって将来、人と人とのコミュニケーションの場をより一層深めるためにはこの研究を確立させる必要性がある。また、手話は人の感情や言語、動作など通常人がコミュニケーションをとる際に必要とされるものを反映させたものであるため、他の分野への応用も有効であるということが言えるであろう。以上より、手話を認識する事は大変有効性があると言える。

## 第2章

### 研究目的

#### 2.1 聴覚障害者のバリアフリー化に向けての補助

現在、障害者が日常で生活する上で様々な障害がある。アンケート結果でもバリアフリー化が十分でないと考える人が多数いるという結果もでていいる。また、その意見同様バリアフリー化が進んでないのも事実である。

そこで、それらバリアフリー化を進めるには健聴者と聴覚障害者の円滑なコミュニケーションが最も重要であると考えられる。では、円滑なコミュニケーションを行うにはどうすればよいか。今まで健聴者と聴覚障害者間でのコミュニケーションの取り方は主に2とられてきた。

1. 手話によるコミュニケーション
2. 筆談によるコミュニケーション

まず、1の手話によるコミュニケーションであるがこれは手話という専門的な技術を要する。手話は、一般にその存在を広く知られてはいるものの、それに関する教育があまり行われていない。よって、聴覚障害者側で手話を使うことができても健聴者側でその手話を理解することが困難となる。

次に2の筆談によるコミュニケーションであるが、これは健聴者と聴覚障害者のどちらもが広く扱う事のできる文字を利用してのコミュニケーションの取り方である。よって現在、この方法が一般では多く用いられている。しかし、この方法を用いると会話をスムーズに進めるといった点では困難となる。また、文字にはイントネーションが含まれないため、感情を表現する難しくなるといった問題点もあげられる。

よって、現在の健聴者と聴覚障害者間でのコミュニケーションには何かしらの問題があると言える。それを解決するには、新しいコミュニケ

ーションの形態が必要である。まず、一つ目に本研究の目的として、手話を認識する事で聴覚障害者のコミュニケーション範囲を広め、また円滑に行うための補助とすることを挙げる。そのために、聴覚障害者のバリアフリー化の補助になるような新しいインタフェースの開発を行わなければならない。

## 2.2 人に分かりやすい直感的で自然なインタフェースへの応用

第一章でも述べたように近年、一般および個人でのコンピュータの普及が急速に進んでいる。そして、それに伴って人々がコンピュータに接する機会も増えてきている。しかし、現在のコンピュータはその扱いをするに際し、キーボードやマウスなどの特殊機器を用いなければならない。それが、初心者に苦手意識をもたせ、コンピュータを使う上での大きな壁となっている。また、キーボードやマウスを使った操作を行うには、その習得に時間を要する。そのことで、扱う側に多大な負担と格差を生んでいることも否めないだろう。

よって、一般で広くコンピュータが使われるには、その点を解消する必要があると考えられる。そこで、二つ目の目的としては、手話を認識する事で、人に分かりやすい直感的で自然なインタフェースへの応用技術を確立することとなる。この技術を確立することで、一般および個人においてコンピュータが受け入れられやすい環境を作り出す補助になることを期待する。

## 第3章

### 研究課題

#### 3.1 認識方法

現在，一般では画像認識にはテンプレートマッチング法と呼ばれる手法が広く用いられている．この手法は，あらかじめ用意された標準画像を用い，対象画像の中からある特定の形状を抽出する手法である．しかし，この手法は特徴点の抽出を必要とするため，手話などの動画像認識には不向きであると思われる．手話の場合，その動作には非常に多くのパターンが発生する．そのため，対比画像間の対応する点の対を決めることが困難になるという問題が起こる．

そこで，本研究では標準画および特徴点を用いない方法“オプティカルフロー”を採用する．オプティカルフローとは，フレーム中の各画素間の速度ベクトルを求めたものである．この速度ベクトルを読み取ることによって，運動の向きと速度の大きさを知ることができる．

そこで，このオプティカルフローを用いての認識に際し、どのような問題および課題が発生するか考察する．

#### 3.2 オプティカルフロー検出における課題

##### 3.2.1 検出方法

現在，オプティカルフローを検出する手法としては，大きく分けて次の二通りの方法が使われている．

- 1．ブロックマッチング法
- 2．勾配法

まず、1のブロックマッチング法について説明する。この手法は、第一フレームと第二フレームのブロック間のパターンマッチングに基づいてオプティカルフローを決定する手法である。

次に、2の勾配法について説明する。この手法は、時空間的な勾配を用いて拘束条件を決定し、オプティカルフローを検出する手法である。

現在、オプティカルフロー検出には以上の二通りの方法が広く使われているが、他にもフィルタリング法や2階微分法などがある。

まず、オプティカルフロー検出の一つ目の課題としてどの検出法が一番手話の動きを有効的に捉えることができるかを決定する必要がある。

### 3.2.2 検出に際しての内的条件

検出を行うに際しては、様々な条件が発生する。その内的条件として空間的および時間的パラメータにどのような値を用いるかを決定する必要がある。空間的パラメータとは、一つのオプティカルフローを検出する単位となるブロックの大きさをどれくらいの大きさにするかということである。一方、時間的パラメータとは、どれくらいのフレーム間でオプティカルフローを検出するかということである。

有効なオプティカルフローを検出するには、オプティカルフローの検出結果とこの二つの値との相関関係を調べる必要がある。

### 3.2.3 検出に際しての外的条件

検出を行う際には、多種多様な外的条件が加わる。その一例を以下に示す。

- 背景の問題
- 光の問題

- 被写体の問題

まず、背景の問題であるが、これは単純に背景の色とかではなく、例えば背景に被写体以外に人や物などがあつた場合はどうするかという問題である。被写体以外に人など動くものがあれば、おそらくそれがノイズとして被写体の動きから得られるオプティカルフローに対して何らかの影響を与えると思われる。まず、その点が一つの問題として考えられる。

次に、光の問題である。色や物を認識するには、光がその対象物に反射しなければならない。よって、画像を認識する上で、光の問題は避けられない。例えば、明度の変化が検出に際してどのような影響を与えるかを考える必要性がある。

最後に、被写体の問題である。これは、物体を認識する際には、特に必要とされないものであると思われる。しかし、手話はその対象が個々の動きを持った人であり、当然、被写体によってその検出結果が異なると思われる。そういった点の解決を行う必要がある。

## 第4章

### 国内の研究状況

現在、国内で様々な人の手によってオプティカルフローを用いた動作認識の研究が行われている。それら研究のうち2つを一例として挙げ、その概要を記す。

まず、NTTヒューマンインタフェース研究所の間瀬健二による文献[3]について説明する。この文献では研究理由を、「人にやさしく快適なインタフェースは、非接触で情報を入手できる視覚機能を持ち、人間が日常的な動作の中で発するメッセージを取り込むことが必要である。」とし、新しいインタフェースの必要性を説いた。そして、その認識方法としてオプティカルフローを用いた顔表情や人の動きなどの認識を試みた。

次に、琉球大学工学部の小渡悟、星野聖による文献[4]について説明する。この研究では固定単眼カメラで撮られた画像中から、拳を時間差分、空間差分、人物の肌色情報、また抽出領域のオプティカルフローを元に追跡し、その軌跡からジェスチャー認識を行うといったシステムを提案したものである。

以上のように例をあげてきたがこの他にも大阪大学や東京大学など様々な企業、大学の研究機関でオプティカルフローを用いた研究は行われている。

## 第5章

### 実験

#### 5.1 実験概要

本研究では以下の2つを基準として、実験を進める。

- 単純な動きを選び、その動作からオプティカルフロー検出を試みる。
- オプティカルフロー検出条件として、数通りの時間的および空間的パラメータを与え、それら値と得られた結果との相関関係を考察する。

#### 5.2 オプティカルフロー検出までの行程

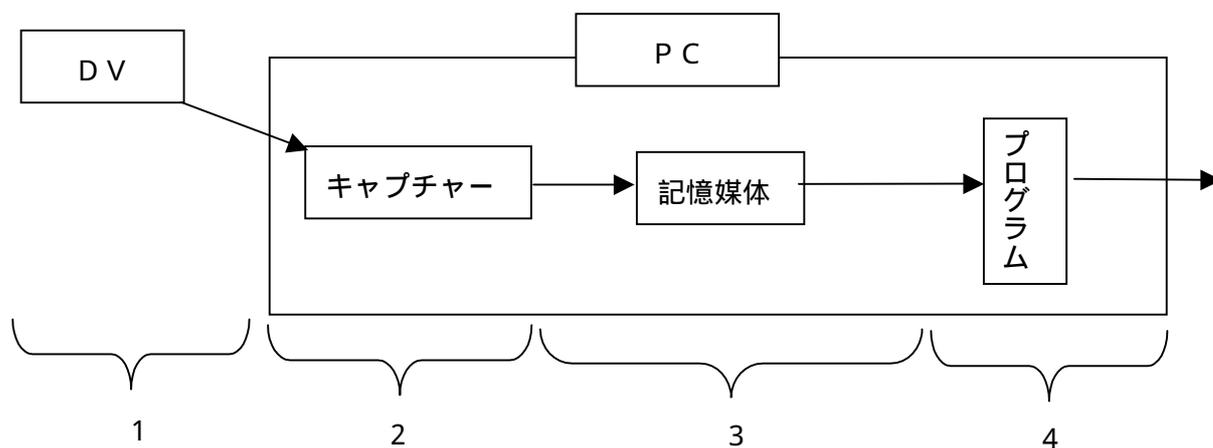


図 5.1 オプティカルフロー検出までの行程

1. DV (デジタルビデオカメラ) で被写体の撮影を行う。
2. デジタルビデオカメラで取り込んだものを mpeg 形式で変換してパソコンに取り込む。

- 3 .取り込んだ動画からフレームごとに割り ,そこから画像を取り出す .  
そして ,その取り込んだ画像を HDD もしくは記憶媒体に保存する .
- 4 .取り込んだ画像を記憶媒体から読み込み ,それをプログラムで処理しオプティカルフローを検出する .

### 5.3 実験に用いた画像

今回は , 図 5.2 で示したように手を開いた状態から親指を折り曲げるといった簡単な動きを採用した . これは、オプティカルフローがどのような形で検出されるかを見るため回転や複数の動きが組み合わさったものを考えない動きとしたからである . 撮影条件としては , 照明などは今回特に考慮せず , 室内で背景は白とし , 被写体は 21 歳男性を採用した .



(a) 元画



(b) 移動

図 5.2 実験に使用した画像

## 第6章

### 実験結果

#### 6.1 検出されたオプティカルフローへの考察

まず，実験より得た結果を図 6.1 に示す．見ていただくと分かるが，上部の指周辺に無数のオプティカルフローが検出されている．これは，動作する際に起こる手のぶれであると思われる．

次に中心部をみていただくと3本のオプティカルフローが検出されている．これを見ると，手を広げた状態から親指を折った方向にベクトルが伸びている事がわかる．よって，これはこの動作の特徴的な動きをあらわしているものであると思われる．

最後に下部に現れたオプティカルフローについてだが，この部分には全く動きが生じてないはずなのに値が検出されている．よって，このオプティカルフローは，光などの外的要因によるノイズが生じたものだと考えられる．

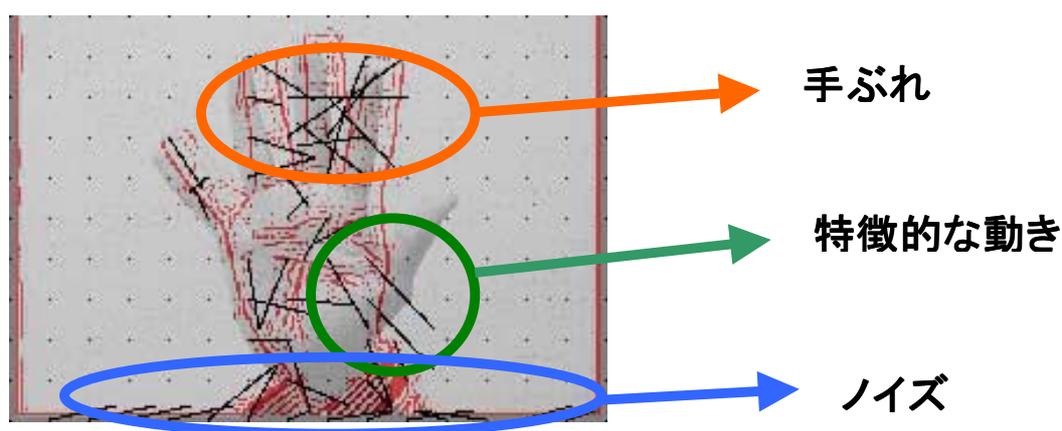
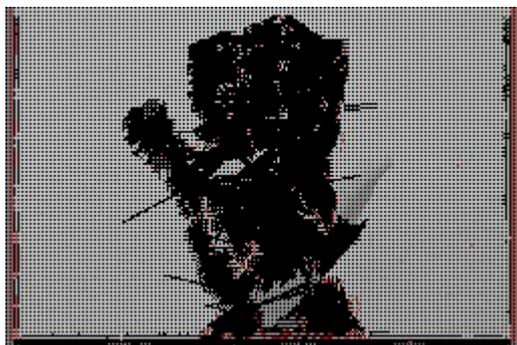
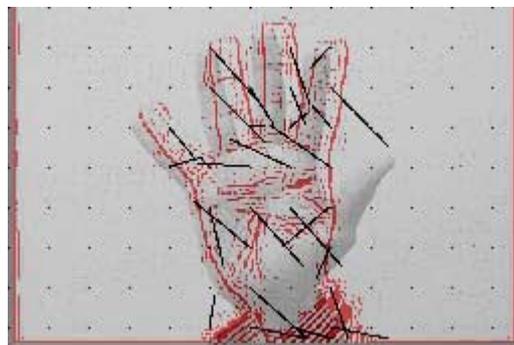


図 6.1 実験結果(時間的パラメータ: 40 frame, 空間的パラメータ: 10 pixel)

## 6.2 空間的パラメータが与える影響についての考察



( a ) 2pixel での検出



( b ) 20pixel での検出

図 6.2 2pixel 時と 20pixel 時で検出を試みた場合の比較

オプティカルフローを検出する際に与える空間的パラメータとして、どのような値が適しているかを調べるため、先で使われた画像に1つのオプティカルフロー検出域を2～20pixelといった形で数通りのパターンを設け、オプティカルフローの検出を行う。結果は、図6.3に示す。

まず、図6.3を見ていただくとわかると思うが、小さい範囲でオプティカルフローを検出すれば、それに比例して細かい値のデータが取れる事が直感的にわかる。しかし、小さく値をとるとオプティカルフローの量もその分増加するため、解像度が低い場合、あまり小さい範囲でオプティカルフローの検出を行うと、互いが重なりあいどの値がどの値を示しているか判別が難しくなる。(図6.2(a))また、細かく値を取れば取るほど値は細かくなり認識の精度を高められると思うが、逆にノイズも多く入り認識が困難になる。

一方、大きく取った場合では、細かい値がとれにくくなるため同じく認識が困難となると思われる。図6.2(b)を見てもわかるように(a)と比べればその値の減少が手を取るようになる。しかし、今回用いた動きが簡単だったためか、小さい値でも特徴的な値は十分確認された。

よって、これらの結果より、オプティカルフローの検出域を大きく取

った場合と小さく取った場合の各々の特徴を考えた上で、均衡の取れた値を決定しなければならないことがわかった。

しかし、先述の通りこの動作では検出域を大きくとった場合も小さく取った場合も、どちらの場合においてもその特徴的な動きは確認できた。このことは、認識に使われた画像が単純な動きだったためだと思われる。そこで、複雑な動きを行った場合どのような結果がでるか再度確認する必要がある。

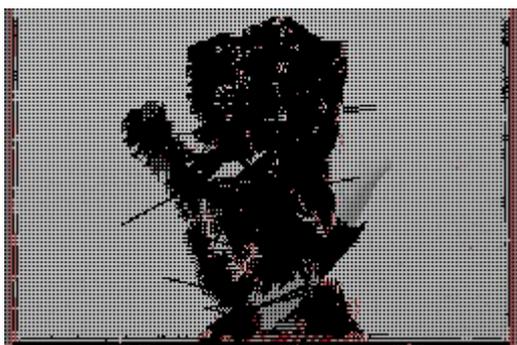
図 6.3 空間的なパラメータの比較データ一覧



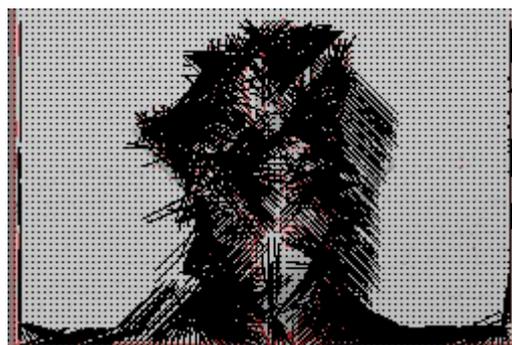
元画像



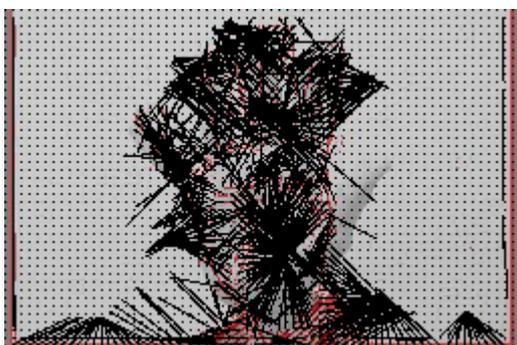
移動後の画像



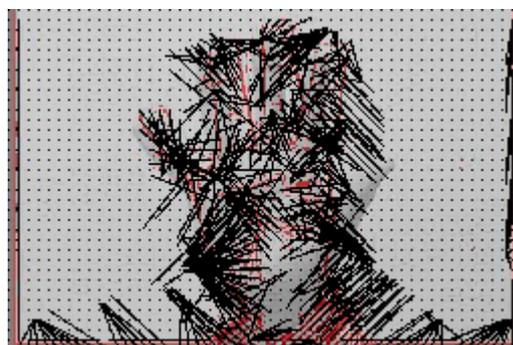
2 pixels



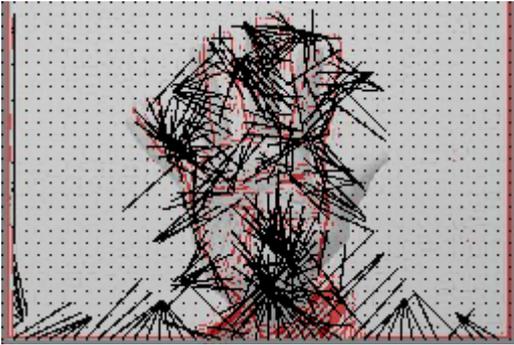
3 pixels



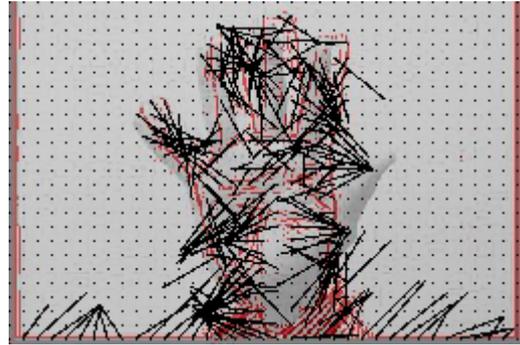
4 pixels



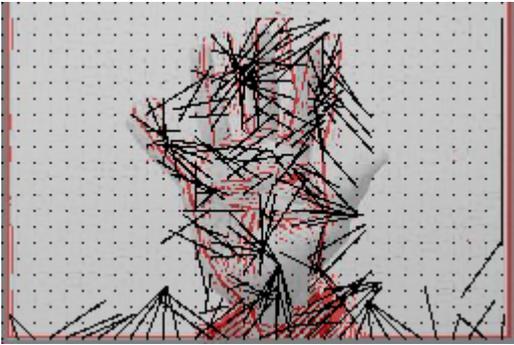
5 pixels



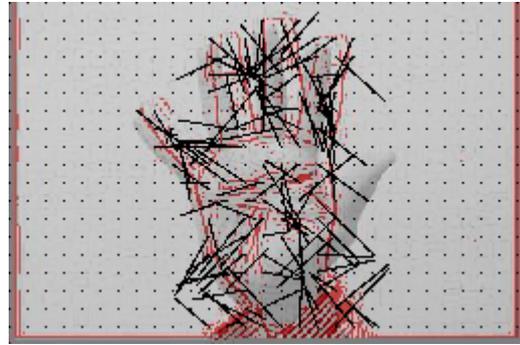
**6 pixels**



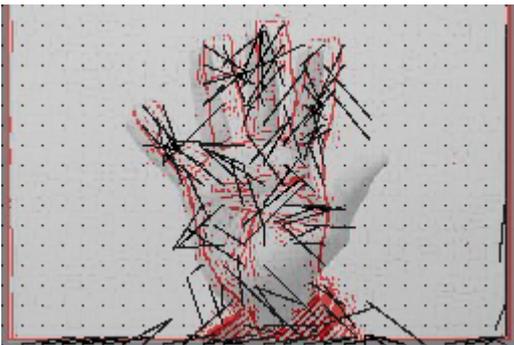
**7 pixels**



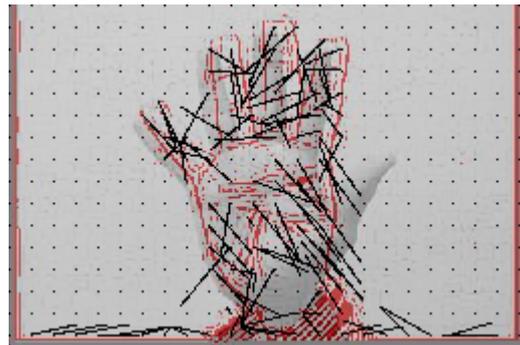
**8 pixels**



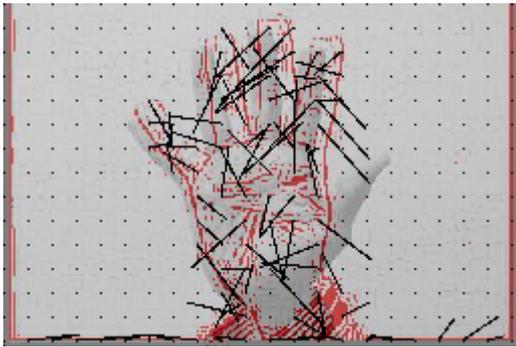
**9 pixels**



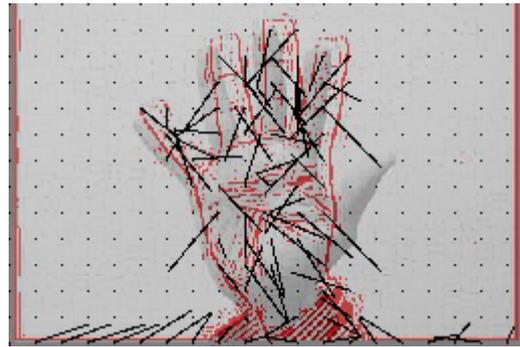
**10 pixels**



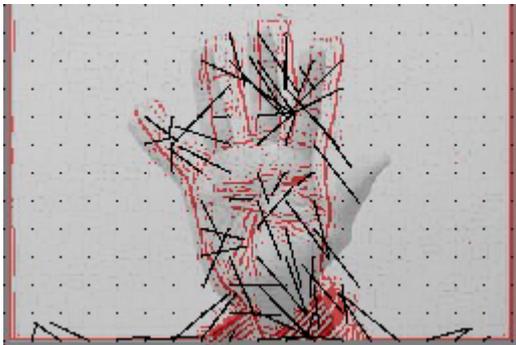
**11 pixels**



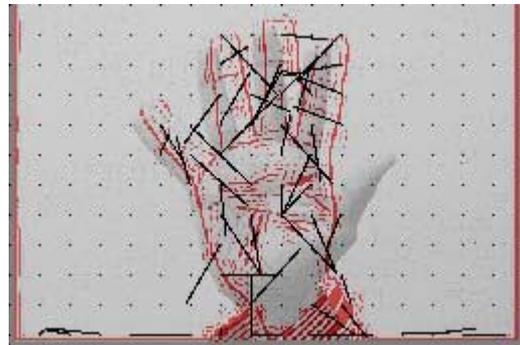
**12 pixels**



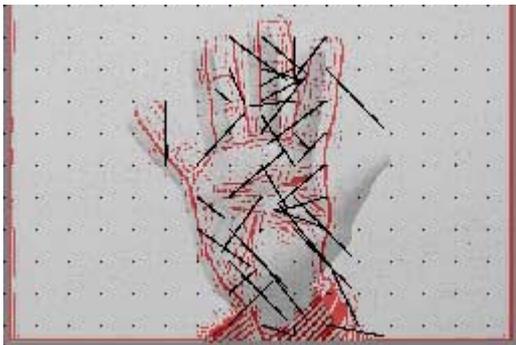
**13 pixels**



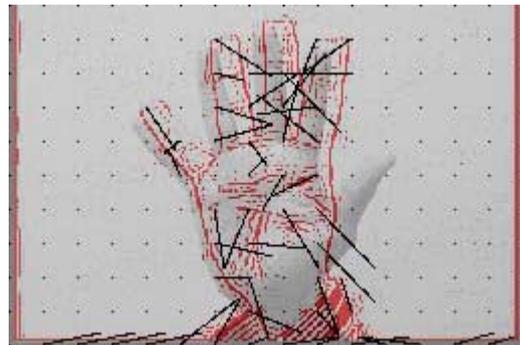
**14 pixels**



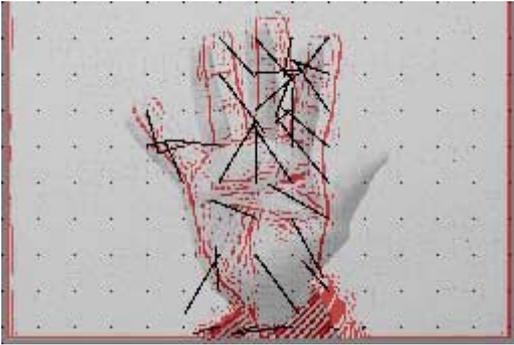
**15 pixels**



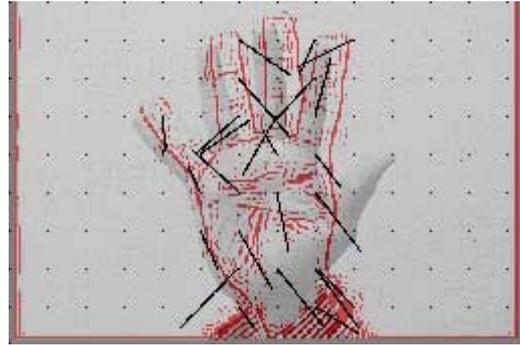
**16 pixels**



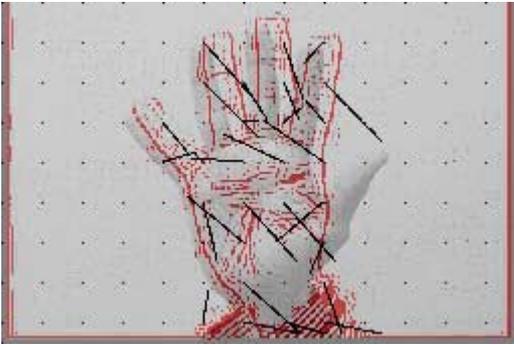
**17 pixels**



**18 pixels**



**19 pixels**



**20 pixels**

### 6.3 時間的パラメータが与える影響についての考察

オプティカルフローを検出する際に与える時間的パラメータとして、どのような値が適しているか調べるため、先の動画を一秒間に約 20～30frame という細かい割合で画像を切り出し、図 6.4 に示した。左に示されたのが、元画像となり、その元画像の下の画像が移動後の画像になる。そして、その両画像の横に上記の二つから得たオプティカルフローを示す。

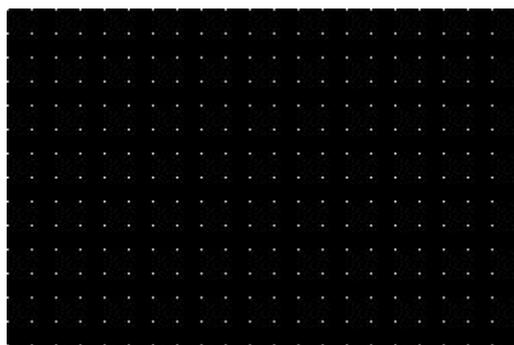
これより、時間的パラメータを小さく設けてオプティカルフローを検出すれば、細かい値のデータが取れる事がわかった。しかし、データを細かく取ると手ぶれなどによるオプティカルフローやノイズなどを多く検出するために、あまり細かくとっても特徴的な動きを示さないフレーム間では意味をなさないオプティカルフローが大量にとれてしまうことが問題となった。また、値を大きく取ったもの(1秒間に1～2frame)でも、特徴的な動きを検出しているので、認識に用いた時、どちらが有効であるかは判断できなかった。

よって、複雑な動きになった時に、どのような値を検出するか再度比較検証する必要がある。また、時間的パラメータは対象となる動きの速さに関係してくることがわかったので、被験者を増やして対象となる動きの速さが与える影響について考察する必要性もあると感じられた。

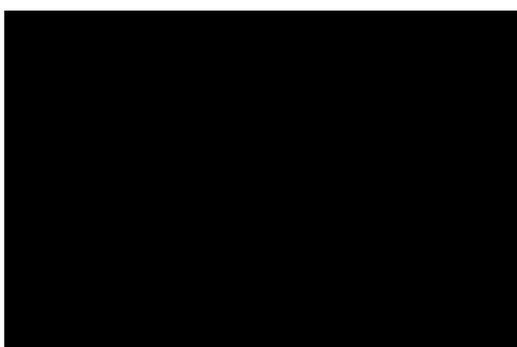
図 6.4 時間的なパラメータの比較



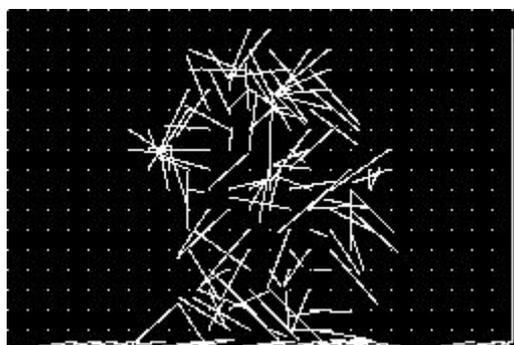
1 frame



1 ~ 2 frame



2 frame



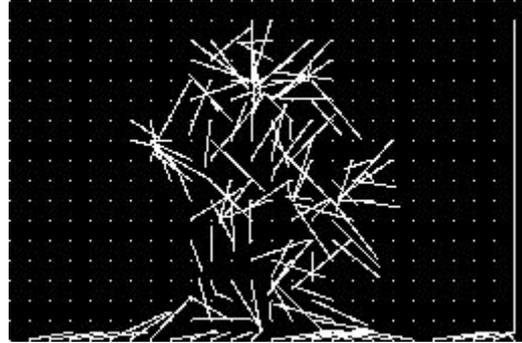
2 ~ 3 frame



3 frame



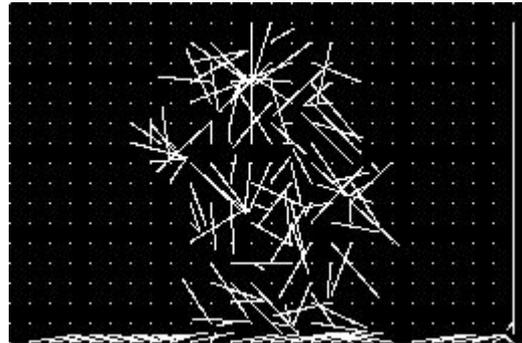
3 frame



3 ~ 4 frame



4 frame



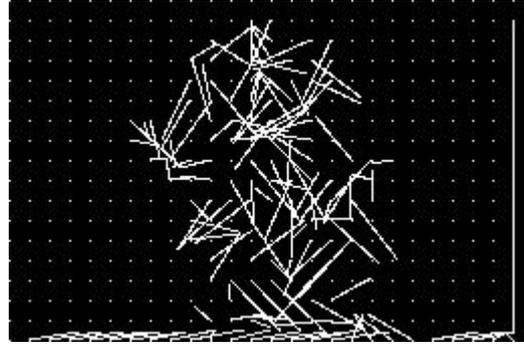
4 ~ 5 frame



5 frame



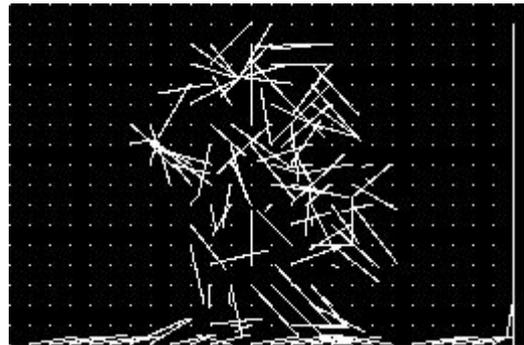
5 frame



5 ~ 6 frame



6 frame



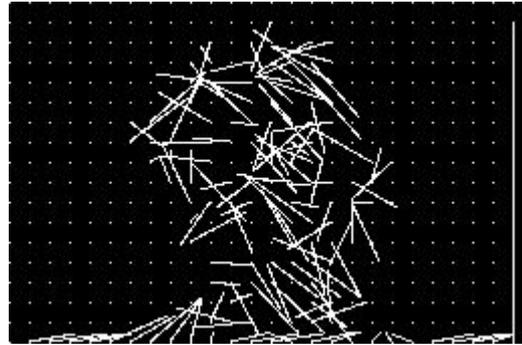
6 ~ 7 frame



7 frame



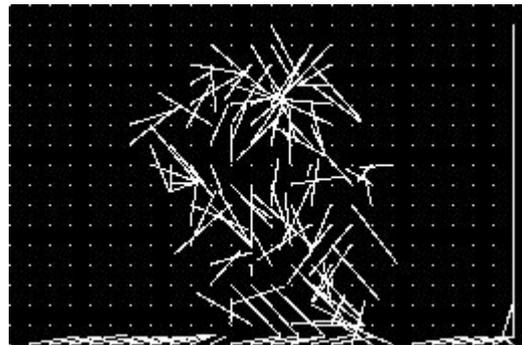
7 frame



7 ~ 8 frame



8 frame



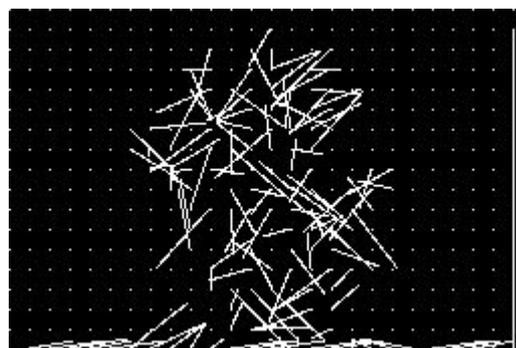
8 ~ 9 frame



9 frame



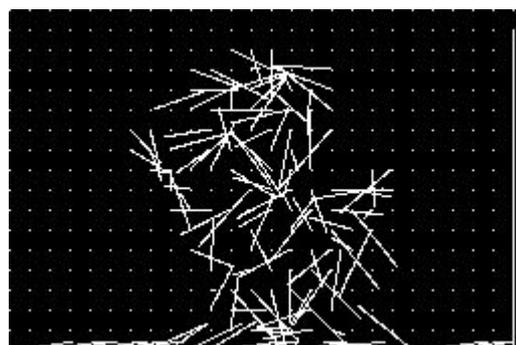
1 0 frame



1 0 ~ 1 1 frame



1 1 frame



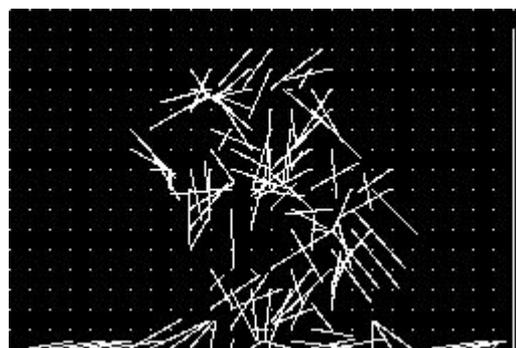
1 1 ~ 1 2 frame



1 2 frame



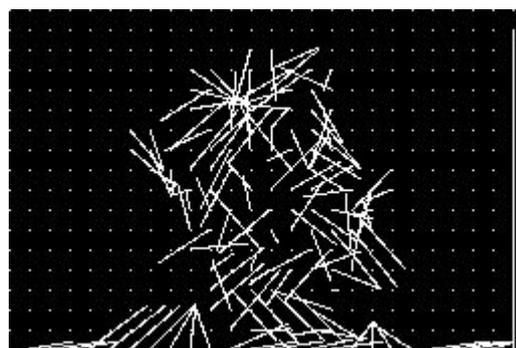
1 2 frame



1 2 ~ 1 3 frame



1 3 frame



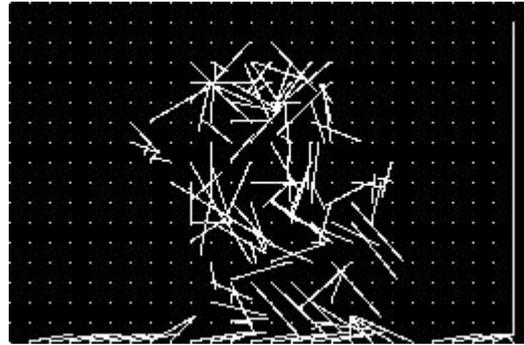
1 3 ~ 1 4 frame



1 4 frame



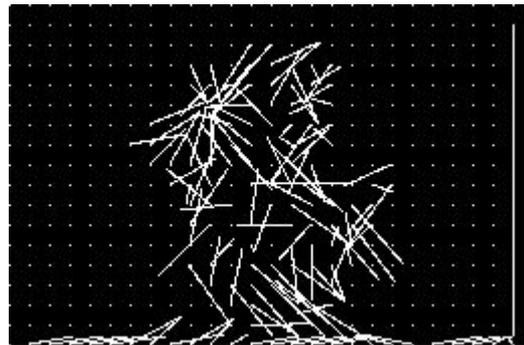
1 4 frame



1 4 ~ 1 5 frame



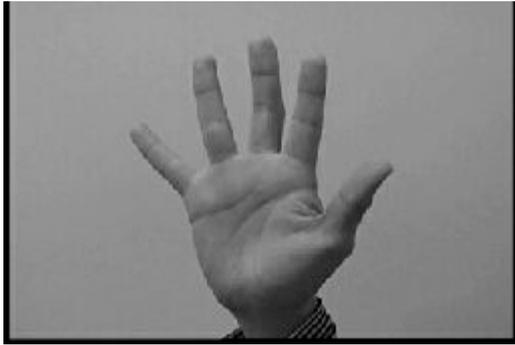
1 5 frame



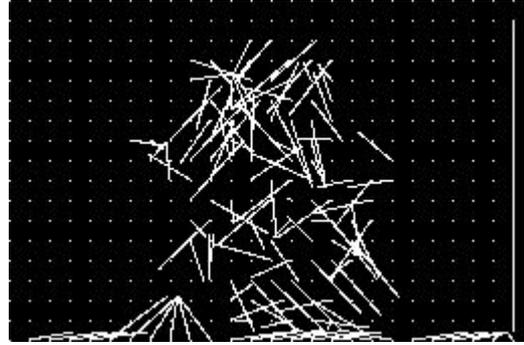
1 5 ~ 1 6 frame



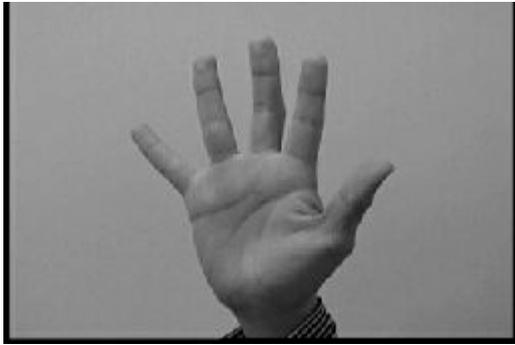
1 6 frame



1 6 frame



1 6 ~ 1 7 frame



1 7 frame



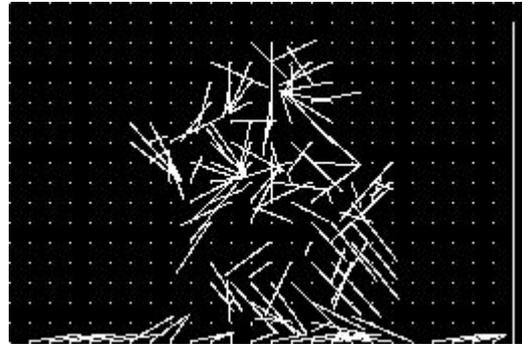
1 7 ~ 1 8 frame



1 8 frame



1 8 frame



1 8 ~ 1 9 frame



1 9 frame



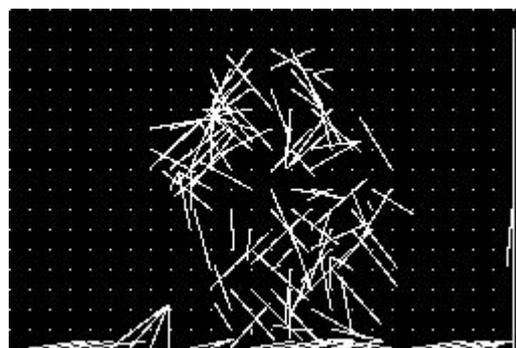
1 9 ~ 2 0 frame



2 0 frame



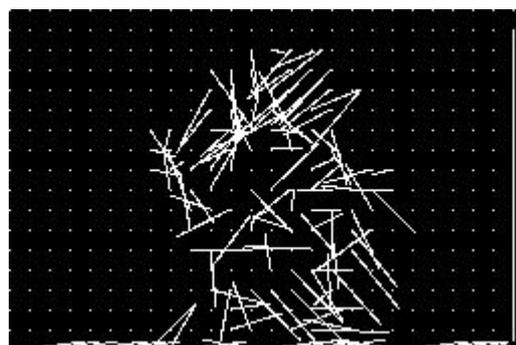
2 0 frame



2 0 ~ 2 1 frame



2 1 frame



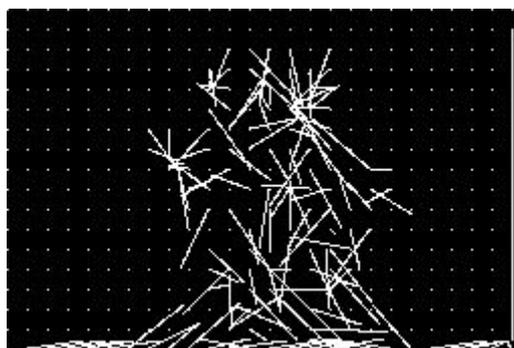
2 1 ~ 2 2 frame



2 2 frame



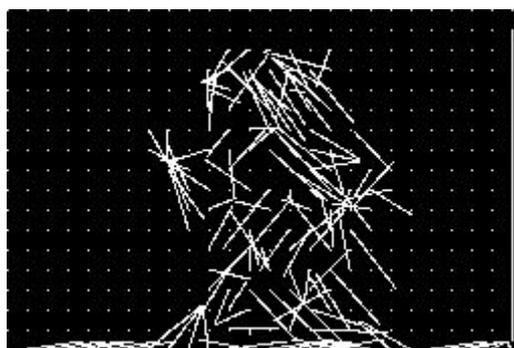
2 2 frame



2 2 ~ 2 3 frame



2 3 frame



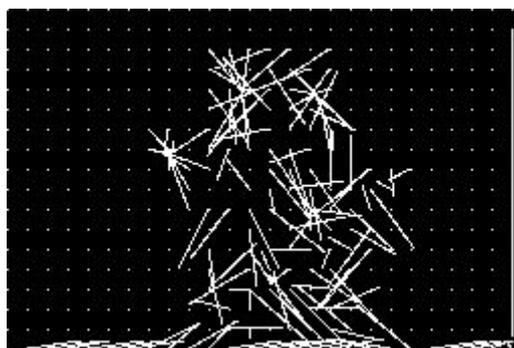
2 3 ~ 2 4 frame



2 4 frame



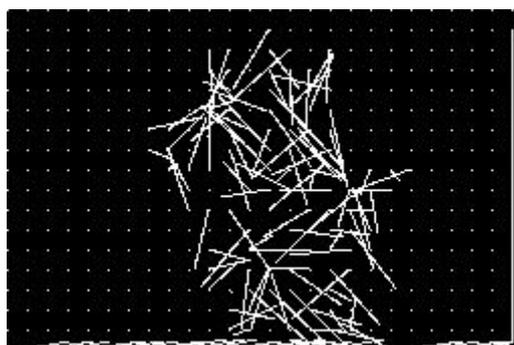
2 4 frame



2 4 ~ 2 5 frame



2 5 frame



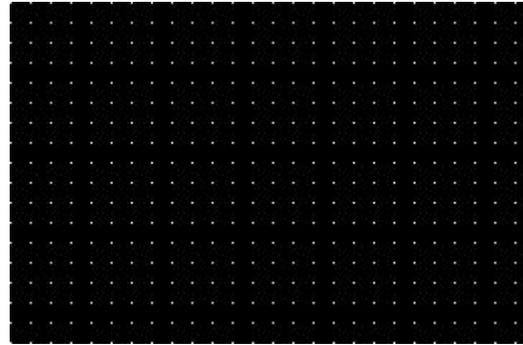
2 5 ~ 2 6 frame



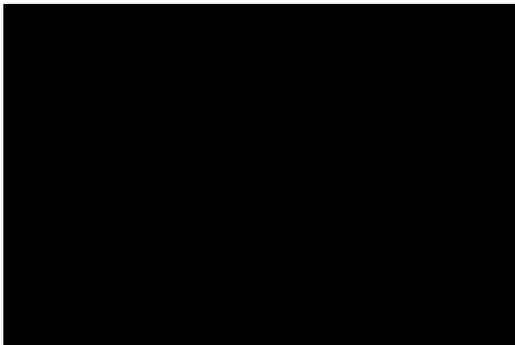
2 6 frame



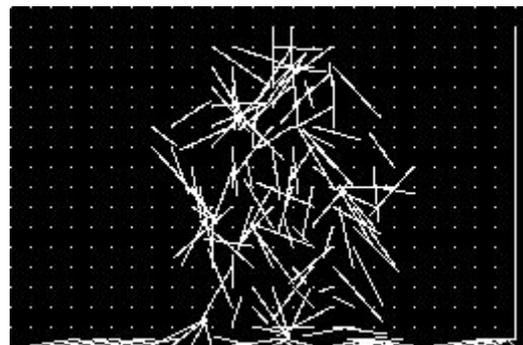
2 6 frame



2 6 ~ 2 7 frame



2 7 frame



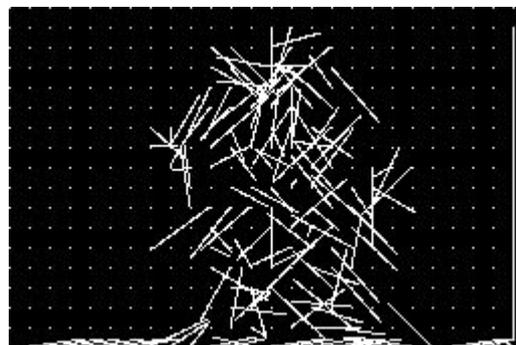
2 7 ~ 2 8 frame



2 8 frame



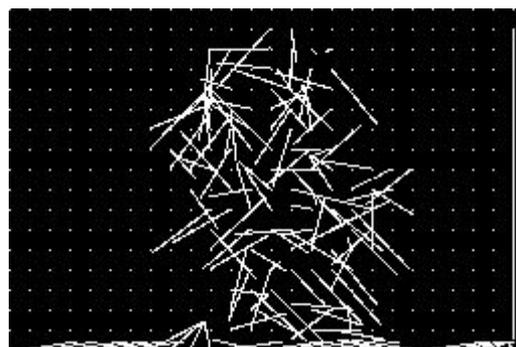
2 8 frame



2 8 ~ 2 9 frame



2 9 frame



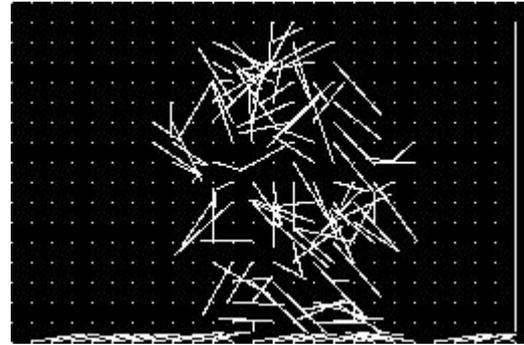
2 9 ~ 3 0 frame



3 0 frame



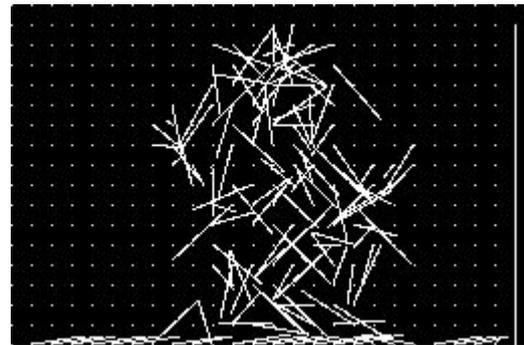
**3 0 frame**



**3 0 ~ 3 1 frame**



**3 1 frame**



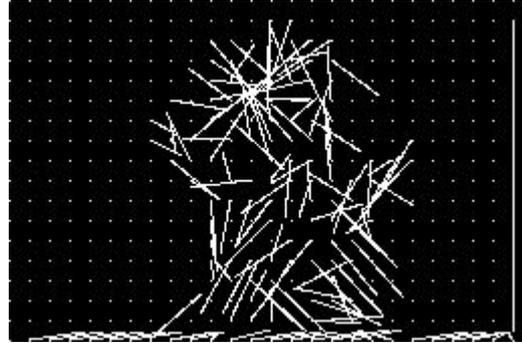
**3 1 ~ 3 2 frame**



**3 2 frame**



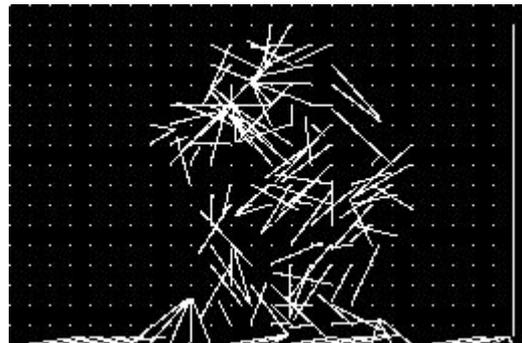
3 2 frame



3 2 ~ 3 3 frame



3 3 frame



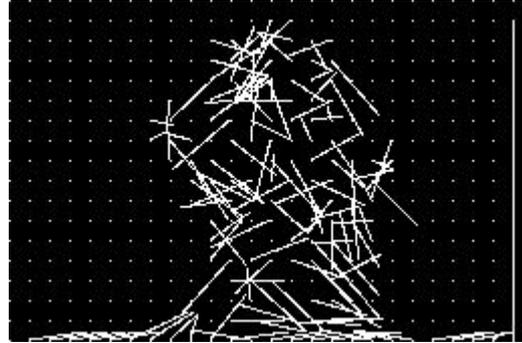
3 3 ~ 3 4 frame



3 4 frame



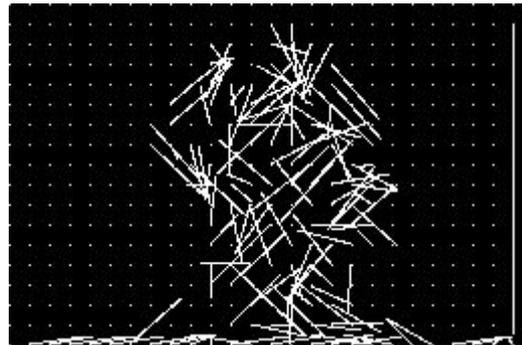
**3 4 frame**



**3 4 ~ 3 5 frame**



**3 5 frame**



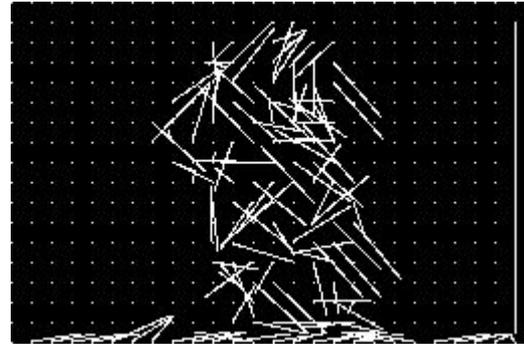
**3 5 ~ 3 6 frame**



**3 6 frame**



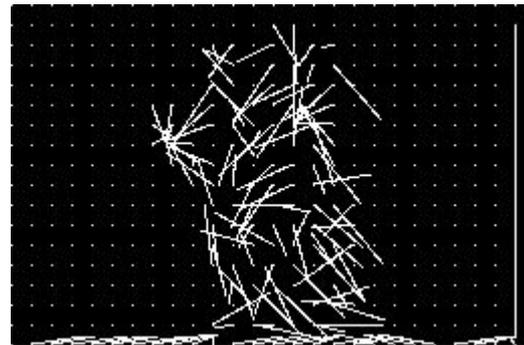
**3 6 frame**



**3 6 ~ 3 7 frame**



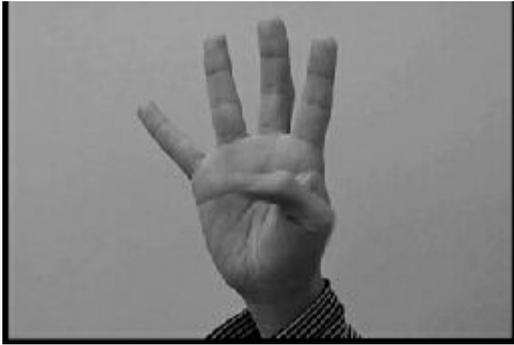
**3 7 frame**



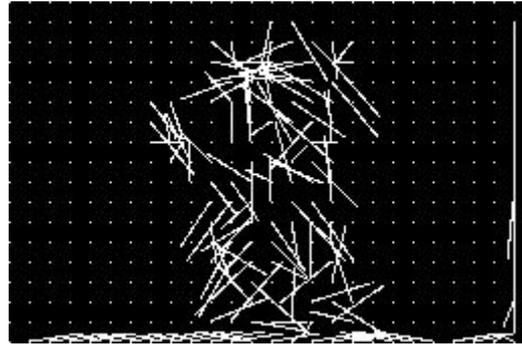
**3 7 ~ 3 8 frame**



**3 8 frame**



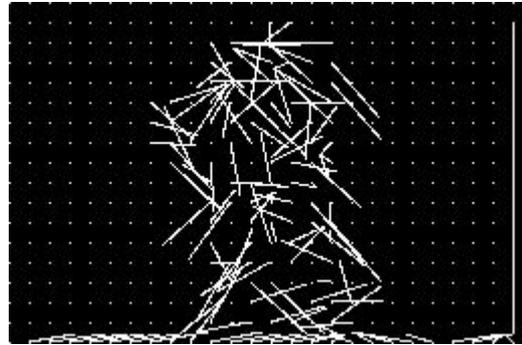
3 8 frame



3 8 ~ 3 9 frame



3 9 frame



3 9 ~ 4 0 frame



4 0 frame

## 第7章

### 今後の課題

#### 7.1 問題点の解決の必要性

まず，実験結果より考察して次に挙げる問題を解決する必要性があると思われる．

- 1． 時間的および空間的なパラメータの検討
- 2． ノイズの除去、手ぶれの軽減

まず，空間的パラメータに関しては，ノイズや手ぶれなどの影響するので，できるだけそれらが少なくなるような値を調べる必要がある．次に，時間的パラメータに関しては，被験者によってその身体の動きの速さやパターンが異なっているので，数パターンのサンプルを採取して，どの値が適しているかを調べる必要がある．しかし，両パラメータとも今回，単純な動きのみを採用したため，複雑な動きではどのような値が検出されるか今回の結果と比較実験しなければならない．

二つ目にノイズの除去，手ぶれの軽減を行う必要がある．まず，ノイズについてだが，これはどのような場合にも必ず発生すると思われる．よって，どのような条件でオプティカルフロー検出を試みればノイズの量が少なくて済むか検討しなければならない．例えば，照明などの外的条件がそれにあたる．次に手ぶれの軽減であるが，人が動作する際には，必ずといっていいほど自分の動かす動き以外のところで何らかの動きが発生する．先の実験でいうと，親指を曲げるというしぐさを行うに際し，他の指が前後に動いていることがそれにあたる．よって，このようなぶれに強い方法を考える必要性がある．

## 7.2 特徴的な動きの強調

手話を認識するには、その特徴的な動きを捉えなければならない。しかし、そのままのオプティカルフローの値では、先に挙げた手ぶれやノイズが認識を困難にし、どの値が特徴的な動きを示すオプティカルフローであるか混乱をきたす可能性がある。そこで、その混乱を抑え、認識の精度を高めるためには、その特徴的な動きを強調しなければならない。そこで、複数の特徴的な部分が出てきた場合、他のオプティカルフローと特徴的な動きを表したオプティカルフローの判別などを踏まえた上で、オプティカルフローの特徴的な動きをどう強調するかを考えなければならない。

## 7.3 まとめ

今回、手話の認識をオプティカルフローで行うに際して様々な問題が提起された。今後はこれらの問題を考え、また様々な状況下で実験し、問題点を見つけ対応策をとる必要がある。オプティカルフローの有効性については、それらを行った上で再度、検証する必要がある。

## 謝辞

高知工科大学工学部情報システム工学科学士課程において岡田研究室に所属して以来、岡田守教授には終始懇切丁寧なるご指導、御鞭撻を賜りました。また、本論文をまとめるにあたり、主査として数々の貴重な御教示を頂きました。ここに深く御礼申し上げます。

高知工科大学工学部情報システム工学科 篠森敬三助教授、福本昌弘助教授には本研究の副査としてご指導賜りました。また、実験に関して貴重な御助言を頂き、大変参考になりました。ここに深く感謝の意を表します。

高知工科大学工学部情報システム工学科 大森洋一助手、妻鳥貴彦助手には情報システム工学実験において、J A V A , P a s c a l などを通してプログラミング知識を懇切丁寧に御指導頂きました。本研究においてオプティカルフローを検出するソフトウェアの作成に際して、非常に生かされたと思います。ここに感謝致します。

本研究および研究室活動をしていく上で、様々な面でご支援して下さいました高知工科大学工学部情報システム工学科岡田研究室4年の竹田智史氏、西山章則氏、3年の秋田正氏、鎌倉崇之氏、田畑博紀氏、麻生太郎氏に深く感謝致します。

本論文および資料を作成するに際し、多々の意見を下さった高知工科大学工学部情報システム工学科清水研究室の上岡隆氏に感謝致します。

最後に、本論文をまとめるにあたり常に暖かく励ましてくれた家族に心より感謝します。

## 参考文献

[1] 安居院 猛, 長尾 智晴, “ C言語による画像処理入門 ” , pp.145-165 ,  
20.November.2000

[2] 三池秀敏, 古河和利 = 編 著, 橋本甚, 百田正弘, 野村厚志 = 共 著, “ パ  
ソコンによる動画処理 ”, 森北出版株式会社, pp.133-178 , 14. July.1993

[3] NTT ヒューマンインタフェース研究所, 間瀬健二, “ 動画像を用いた新しい  
マシンインタフェースの研究 ”

<http://www.mic.atr.co.jp/~mase/papers/mase92a.pdf>

[4] 琉球大学工学部, 小渡悟, 星野聖, “ オプティカルフローと色情報に基づ  
く拳の検出と追跡によるジェスチャー認識 ”, 情報処理学会研究報告 CVIM ,  
Vol.2001 , No.4 , pp.47-54 , 18.January.2001