

平成 18 年度
プロジェクト研究報告書

特徴抽出による遮へい物の除去

1060329 高 橋 一 善

指導教員 福 本 昌 弘

高知工科大学 情報システム工学科

要 旨

特徴抽出による遮へい物の除去

高 橋 一 善

我々が写真を撮影した際、撮影対象の手前に不要なオブジェクトがあるため、本来目的とするものを撮影できないことがある。この問題に対し、特徴抽出を用いて画像内の特定した遮へい物を除去する手法が提案されている [1]。一方、画像に劣化がある場合、その劣化部分の周囲に残された情報から視覚システムとグレイレベルを応用した、劣化部分の補間方法が提案されている [2]。これらの2つの手法を用いることで、画像の除去から復元までの一連のシステムを実装できる。復元方法については、先行研究により検証されている。そこで本研究では、2つの手法を一つのシステムとして実装するため、遮へい物の特徴を捉え、特徴抽出を用いて遮へい物を除去を行った。その結果、遮へい物や撮影対象を制限することで、除去の確認ができた。撮影対象が丸く円に近い物体で、遮へい物が円からより遠い形状になるほど有効性が増すと考えられる。しかし、撮影対象と遮へい物の形状が似ていたり、条件次第では有効性が得れないことを確認することができた。

キーワード 遮へい物除去, 特徴抽出, 円形度、

目次

第 1 章	序論	1
1.1	背景と目的	1
1.2	本論文の概要	1
第 2 章	グレイレベルの変化に基づいた復元	3
2.1	はじめに	3
2.2	視覚システム	3
2.3	視覚での補間	3
2.4	まとめ	6
第 3 章	特徴抽出	7
3.1	はじめに	7
3.2	2 値化	7
3.3	ラベリング	8
3.4	パラメータの算出	12
3.5	処理例	15
3.6	まとめ	16
第 4 章	遮へい物の除去	17
4.1	はじめに	17
4.2	しきい値の検証	18
4.3	パラメータ表示	20
4.4	除去結果	21
4.5	まとめ	25

目次

第 5 章	結論	26
5.1	本研究のまとめ	26
5.2	今後の課題	26
	謝辞	27
	参考文献	29

図目次

2.1	人の視覚システムの例	5
2.2	視覚による補間	5
3.1	2 値化例	8
3.2	画像分割のイメージ図	9
3.3	ラベリング例	10
3.4	ラベリング手順	11
3.5	斜め方向の補正	12
3.6	境界部の追跡	14
3.7	原画像 1	15
4.1	原画像 2	17
4.2	金網画像	18
4.3	しきい値の違いによる 2 値画像	19
4.4	処理結果画像	21
4.5	円形に近いヒトの顔画像	22
4.6	円形から遠い手の画像	23
4.7	形の違う二人のヒトの顔画像	24

表目次

3.1 図 2.7 のパラメータ	15
4.1 図 3.2 のパラメータ	20
4.2 各倍率の金網の円形度	20

第 1 章

序論

1.1 背景と目的

我々が写真を撮影する際，撮影対象の手前に不要なオブジェクトが存在するために，望んでいる画像を撮影できないことがある．例えば，動物園，野球場・テニスコート等の競技場，ビルの屋上等には，危険防止のためにフェンスや金網，檻，ネット等といった器具が設置されている，そのため，上記のような場所で撮影された画像は，撮影対象が不明瞭になったり，画像を認識を行う際に，精度を低下させてしまうという問題が生じる．この問題に対し，特徴抽出を用いて画像内の特定した遮へい物を除去する手法が提案されている [1]．

一方，画像に劣化がある場合，その劣化部分の周囲に残された情報から視覚システムとグレイレベルを応用し，劣化部分の補間方法が提案されている [2]．この手法は，本来アナログ画像である絵画や写真をデジタル化する際になんらかの影響を受け，画像に劣化やノイズがおきた場合に有効な手法として提案されている．この二つの手法を用いることで，一枚の画像に対し，除去から復元まで一連のシステムとして実装できると考えた．

復元手法については，先行研究により検証されている．ここで本研究では，2つの手法を一つのシステムとして実装するため，遮へい物の特徴を捉え，特徴抽出を用いて遮へい物を除去する．

1.2 本論文の概要

ここで，本論文の概要について述べる．

1.2 本論文の概要

本章にて，研究の背景と目的を述べた．第 2 章では，先行研究にて検証されている復元方法について説明する．第 3 章では特徴抽出について説明し，その手順と手法を述べた後，処理例を示す．第 4 章では，遮へい物の除去を計算機にてシミュレーションする．シミュレーション条件の設定を行った後，遮へい物の除去結果を示す．最後に第 5 章では本研究の結論を述べ，今後の課題を報告する．

第 2 章

グレイレベルの変化に基づいた復元

2.1 はじめに

本項では，先行研究にて検証されている，グレイレベルの変化に基づいた劣化画像の復元について説明する．画像復元の流れとして，まず雑音の除去を行った後，劣化部分の周囲の情報から必要な情報を取得し劣化部分の補間を視覚システムを用いて行い，画像を復元する．ここでは，視覚システムについて説明する．

2.2 視覚システム

アナログ画像をデジタル画像に変換する際，ボケが生じたり，ひずみが起こる場合などがある．このような問題に対し，フィルタリング処理を行うことでこれらノイズを軽減させることができる．しかし，必ずしもフィルタリングが全てのノイズに対して有効であるとは言えない．そこで，先行研究では，視覚システムを用いて補間を行った．

2.3 視覚での補間

ここで，具体的にどういったシステムで劣化部分の修正を行うかを示す．劣化部分を修正するには周囲の画像情報が必須である．しかしながら，その劣化範囲が大きすぎる場合には，その周囲の情報をを用いてうまく劣化部分の補正を行うのは難しい．そのために，その劣化部分にはどういった情報があつたかを予想する必要がある．そこで人の視覚システムを用いて劣化部分の修復ができないか考える．人の視覚システム言うのは図 2.1 で説明できる．

2.3 視覚での補間

人は図 2.1 の (a) ような半円が与えられた場合、経験によって残りの半円を予測し (b) のような完全な円を予測し残りの情報を補間することができる。そういった具合に、人はある一部の情報がなくても周りの情報から無くなってしまった情報を予測し埋めることができる。つまりは、全体のオブジェクトによって失われたパーツを挿入し、イメージを補間できる。これは自然画やスケッチされた絵にも言えることで、自然画では全てのオブジェクトがきれいに入っていることは少なく、いくつかのオブジェクトは影に隠れたままになってしまう。また、スケッチなどでは人は視覚での補間を利用し本来平面である絵を立体に見せることができる、つまり、足りない情報を補うにあたって人の視覚と言うのは実に高性能である。

ただし、埋めることのできる予想情報は、予想できるものでなければならず、全く予想できないようなものは埋めようが無い。さらには人によっては全く違った画像を予想してしまう場合もある。

この視覚システムは、単純な図形やスケッチなどに対しては有効ではあるが、自然画に対してはその補間能力は大幅に減少してしまう。人の視覚で捉えるものは主に絵のエッジの部分である。それは、人が描くスケッチを見れば明らかである。そこで画像と言うものは、連続したグレイレベルの線でつながっていると考える。グレイレベルの線として捉えれば人の視覚レベルよりもはるかに複雑な処理を行う事が可能なはずである。

次の図 2.2 は実際には存在しない白い三角形が補間されているように見える。が、実際には三角形は存在していない。これは、人の錯覚などといったものを利用している。ただ、人によっては全く関係の無いものを補間したり、あるいは本当に三角形は見えず黒い 3 つの欠けた円に見える可能性もある。

2.3 視覚での補間

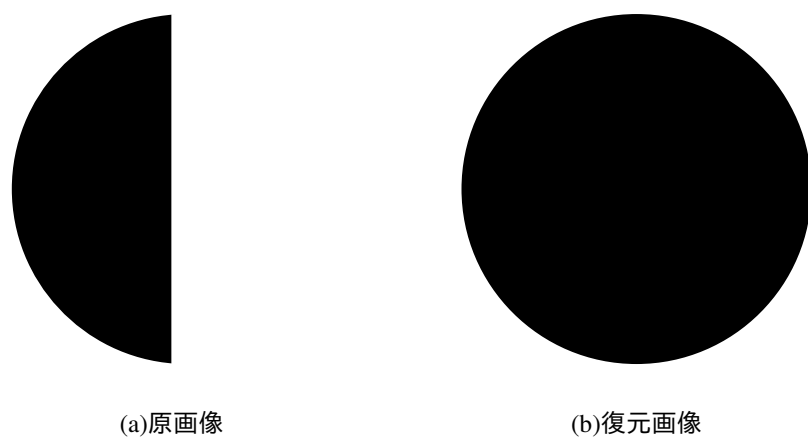


図 2.1 人の視覚システムの例

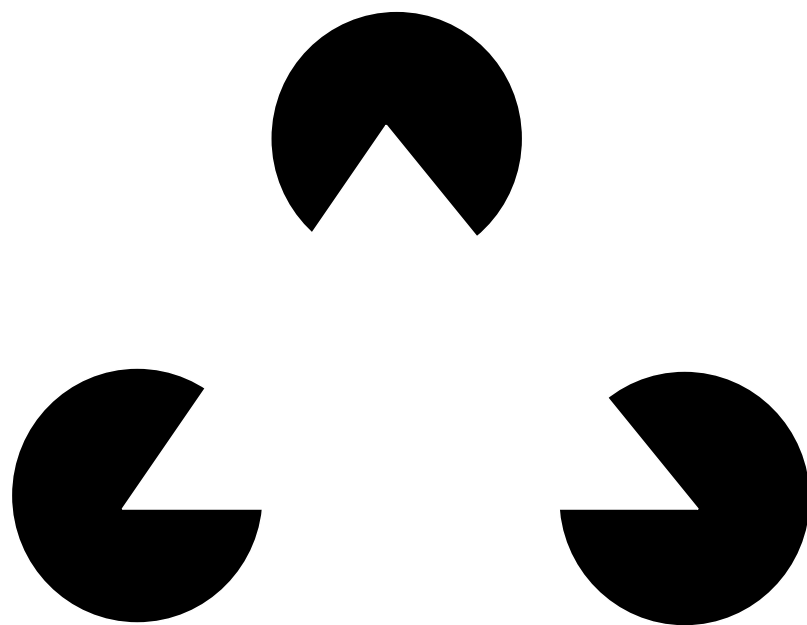


図 2.2 視覚による補間

2.4 まとめ

2.4 まとめ

本項では，復元方法の一例として視覚システムについて説明した．先行研究による復元方法はこのシステムのみを利用したわけではないが，そのなかの1つとして説明を行った．この復元方法を用いることで，除去から復元まで一連のシステムとして実装できると考える．

第 3 章

特徴抽出

3.1 はじめに

画像中の特定のオブジェクトを取り除くために、様々な手法が考えられている。本研究では、特徴抽出を用いた除去手法について検証する。特徴抽出とは、画像内の連結している画素に対し、その連結している画素がどのような特徴をもっているか調べることである。特徴抽出の手順を以下のように示す。

1. 入力された画像に対し 2 値化処理を施す
2. 2 値化された画像に対しラベリングを行う
3. ラベリングされた画像のパラメータを算出する

本章では、この流れに沿って特徴抽出の手順を説明する。

3.2 2 値化

2 値化とは、画像に対しある一定の値を境に白と黒のみで画像を表す手法である。2 値画像では、背景を黒、図形を白にするか、あるいはその反転画像である背景を白、図形を黒にするものがあり、いずれも背景の画素を背景画素 (階調値 0)、図形の画素を図形画素 (階調値 1) と呼ぶ。

2 値化処理は、しきい値処理ともいわれ入力画像の各画素について、明るさがある一定の値以上の場合には、対応する出力画像の画素を 1 とし、それ以外の場合には 0 にするものである。式で表すと、

3.2 2 値化

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & f(x,y) \geq t \\ 0 & f(x,y) < t \end{cases} \quad (3.1)$$

になる．ここで $f(x,y), g(x,y)$ は，それぞれ処理前，処理後の画像の (x,y) の場所にある画素の濃度値を， t はしきい値を示す．遮へい物の方が暗くて背景が明るい場合，(3.1) 式を適用すると背景が抜き出されてしまう．そこで，閾値より小さなものを抜き出す次の式を利用する．

$$g(x,y) = \begin{cases} 1 & f(x,y) \leq t \\ 0 & f(x,y) > t \end{cases} \quad (3.2)$$

また，図 3.1 の (a) は，0 から 99 までの 100 階調で表されており，それぞれの画素値が図のようになっている．ここで，中央値である 50 を閾値として設定した場合，画素の 50 以上の値を持つ部分を 1，それより小さな値を持つ部分を 0 で示した結果，図 3.1 の (b) のような結果として表される．本研究ではこの手法を用いて，遮へい物に対ししきい値の設定を行う．

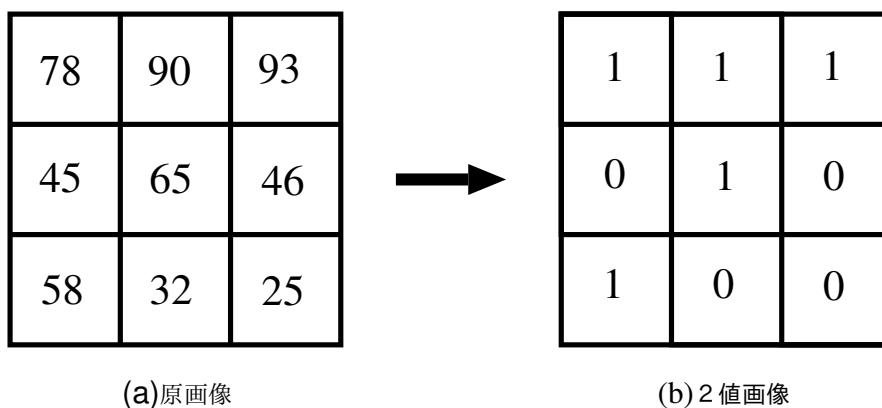


図 3.1 2 値化例

3.3 ラベリング

ある画像をいくつかの画像に分割するため、各連結成分に同じラベル番号を付け、異なった連結成分には異なったラベル番号を付ける処理のことをラベリングという。図 3.2 に画像の分割イメージを、図 3.3 にラベリングの例を示す。図 3.3 で示された (a) は 2 値の画像で、1 で示されているところがラベリングされる連結成分である。(a) では連結成分が 3 つあるので、ラベリングを行った結果、(b) のように、1 から 3 までの番号がラベル付けされた。また、ラベリングの走差は左上から右下へと走差されるため、画像のような順番でラベル付けされる。

この処理により、個々の連結成分に分割することができ、遮へい物に対してラベリングを行う。

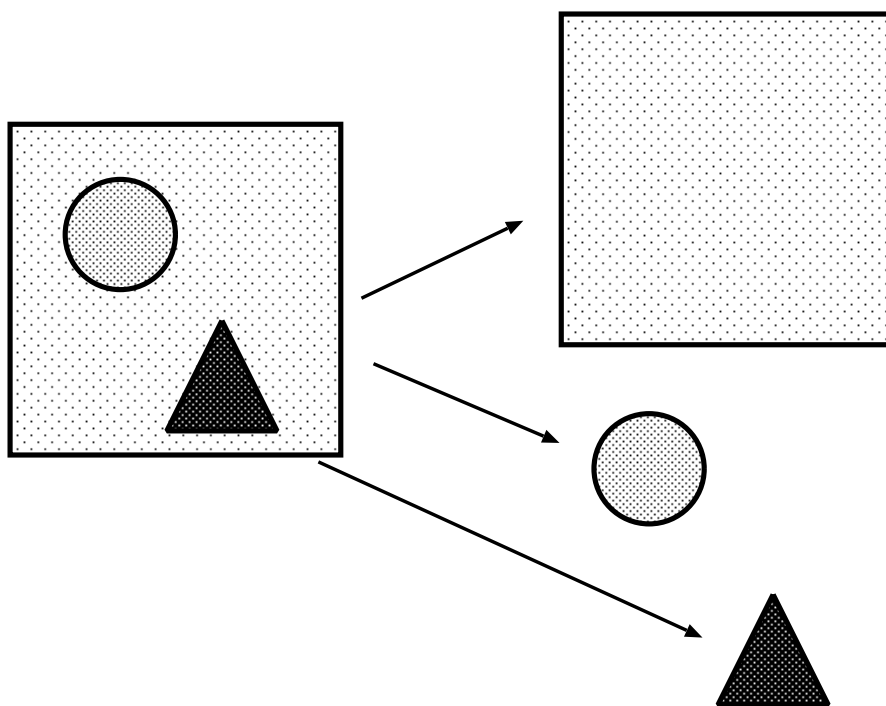


図 3.2 画像分割のイメージ図

ラベリングの手法にも各種あるが、本研究にて用いた手法を説明する。以下に処理ステップを示すが、図 3.4 を見ながらステップを追って欲しい。

3.3 ラベリング

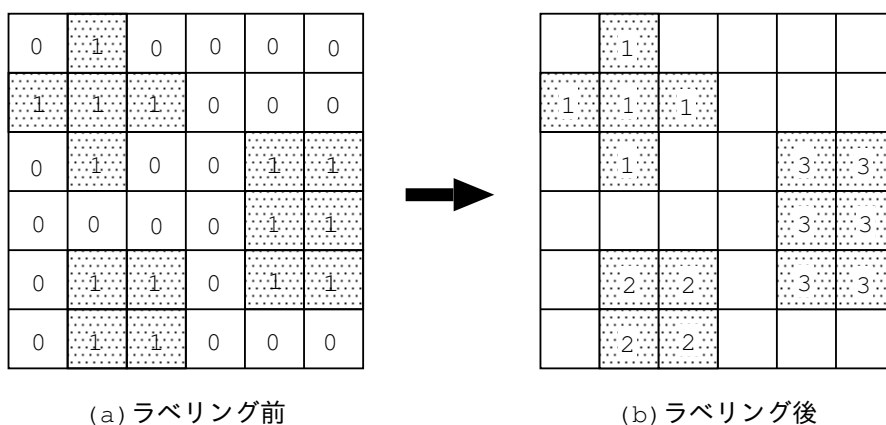


図 3.3 ラベリング例

1. 画像上を走査して、ラベルが付けられていない画素 P を見つけ、新しいラベルを付ける (a).
2. 画素 P に対して、連結している画素に同じラベルを付ける (b).
3. さらに、今ラベル付けした画素と連結している全ての画素に同じラベルを付ける (c).
4. この走査を、ラベル付けすべき画素がなくなるまで続ける (d)(e). これで 1 つの連結成分全体に同じラベルが付けられたことになる.

3.3 ラベリング

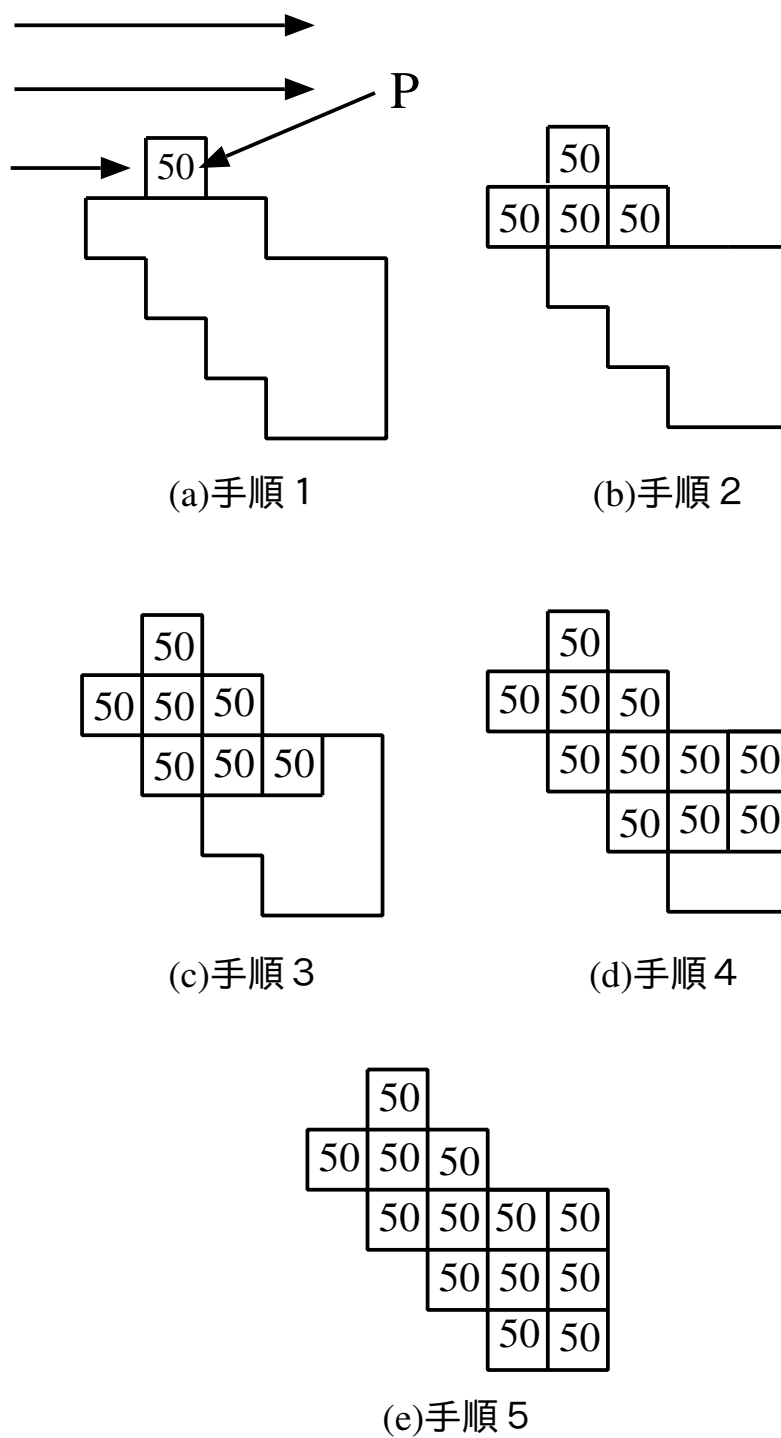


図 3.4 ラベリング手順

3.4 パラメータの算出

ラベリングした画像のパラメータを算出する手法を示す。本研究では，画像の特徴を用いて遮へい物の除去を行う。特徴とは，そこに映っている物体の大きさ，形の特徴を示している。そこで，遮へい物の面積，周囲長を求る。その後この2つの値から画像の複雑さを示す円形度を求める。

面積は物体に含まれる画素数を計算する。

周囲長は物体の輪郭線の画素数を数えるが，斜め方向は図 3.5 の (a) の部分のように，実際の画素の数は4個であるが，長さが異なるといったデジタル画像特有の誤差を生じるので $\sqrt{2}$ 倍して数える必要がある。輪郭線を取り出すには，以下の手順に従って物体の追跡し，その例を図 3.6 に示す。

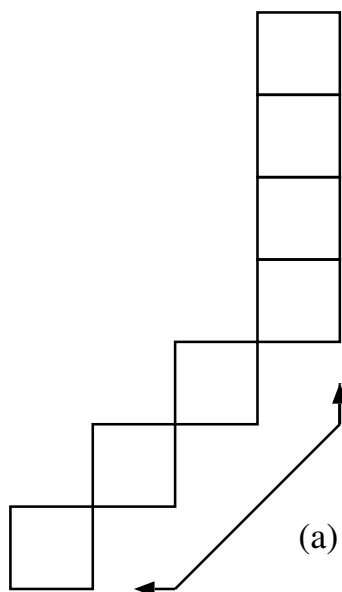


図 3.5 斜め方向の補正

1. 画像上を走査して (画像上の各画素の値を順番に調べて)，追跡済みのマークの付いていない境界点 x を探す (a).
2. x の近傍が全て白 (0) の時は， x は孤立点であるとして，追跡を終了する (b).

3.4 パラメータの算出

3. それ以外のときは、画素 x は既に追跡されているので、次の注目画素である y から上に反時計周りの順に次の境界点を探し、次の注目画素 z を探す。以降同じように次々と境界点を追跡していく (c).
4. 次の境界点が x となったら、注目画素の近傍部分を全て追跡したことになるので終了する (d).

円形度は、物体の面積、周囲長を基に、形状の複雑さを測るパラメータである。例えば、円と星型を比べると、星型のような図形は円よりも、同じ面積では長い周囲長を持つことが分かる。そのため、円よりも星型の方が円軽度は小さな値となる。

円形度 e は、ある面積 S の図形が周囲長 L を持つ時

$$e = \frac{4\pi S}{L^2} \quad (3.3)$$

で表される。円形度は、円に近い程値が大きく、図形が複雑なほど小さな値となる。ここで求められた円形度を基に、画像中の物体に対し、一定の円形度以下のものを取り除く処理を施す。

3.4 パラメータの算出

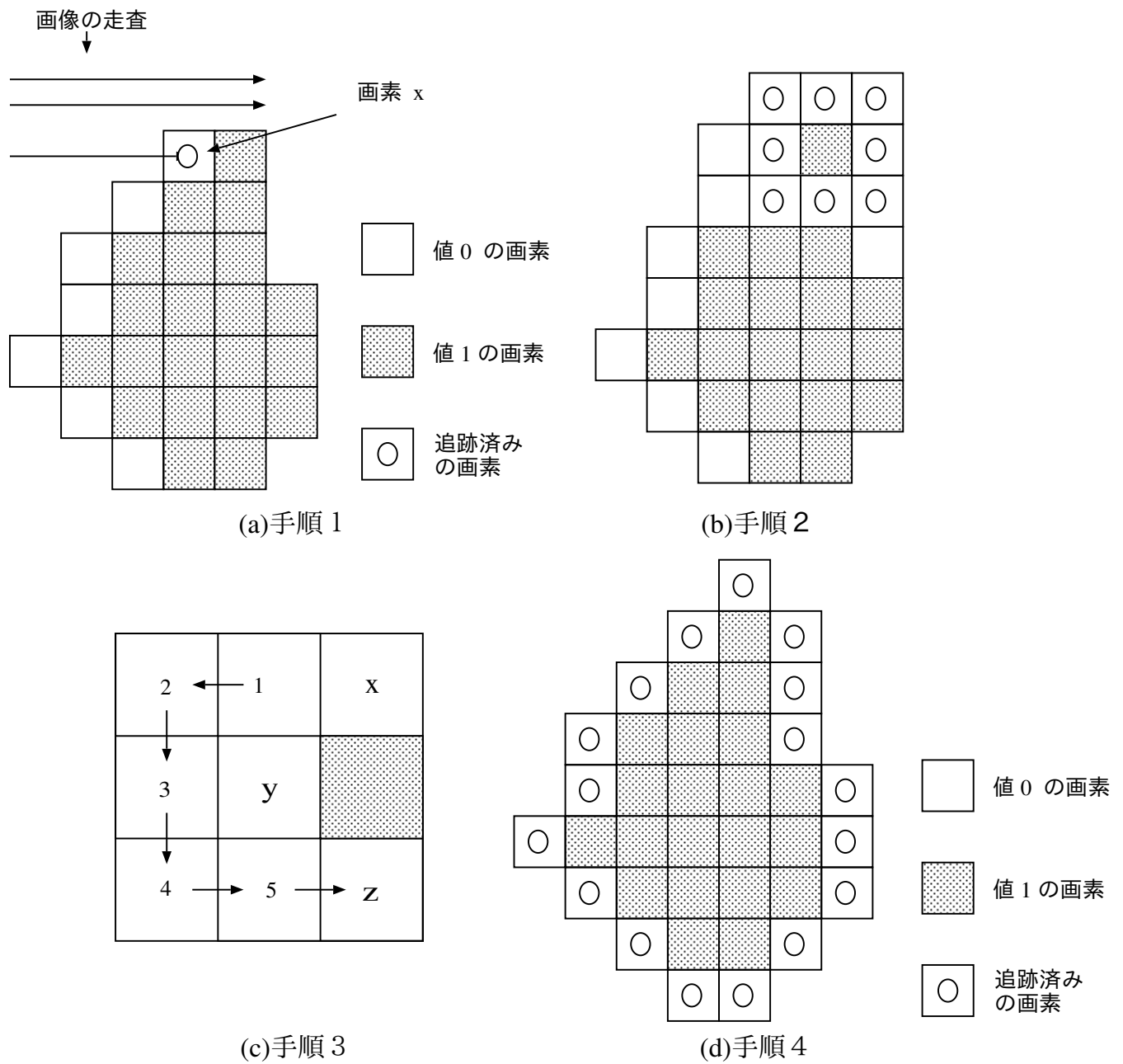


図 3.6 境界部の追跡

3.5 処理例

ラベリングとパラメータの算出例を示す．扱う対象物はバナナとボールの2つを写した画像で，円に近いものとそうでないものを示した例である．これらはモノクロ画像 256 階調にて撮影した．図 3.7 に原画像を，表 3.1 にラベリング後算出されたパラメータを表示する．



図 3.7 原画像 1

表 3.1 図 2.7 のパラメータ

ラベル番号	面積	周囲長	円形度
1	35,375	1,024	0.423942
2	31,857	568	1,240847

ラベル番号はラベリングされた画像が2つあることを示している．ラベリングは先程示した通り，画像の左上から右下へと走査されるため，バナナがラベル番号1，ボールがラベル番号2に示されている．表 2.1 からわかるように，ボールの方が円に近く，バナナのほうが遠いため，ラベル番号1のほうが，円形度が低く示されている．

3.6 まとめ

本章では，特徴抽出の手法について述べた．2 値化はあくまでもラベリングする際の前処理で，ラベリングを簡単にするためだけのものであり，必須要項ではない．ラベリングの精度を向上させれば必要性はなくなるが，本研究では用いたラベリングの構造上 2 値化を行った．次章ではこの手順を用いて遮へい物の除去を行う．

第 4 章

遮へい物の除去

4.1 はじめに

本項では，特徴抽出により遮へい物の除去を行う．今回用いる原画像はモノクロ画像で 256 階調のものとする．これは復元に用いる手法がグレイレベルに基づいたものだからである．シミュレーション画像として，図 4.1 を用いた．本研究では遮へい物を図 4.2 の金網と指定してシミュレーションを行う．

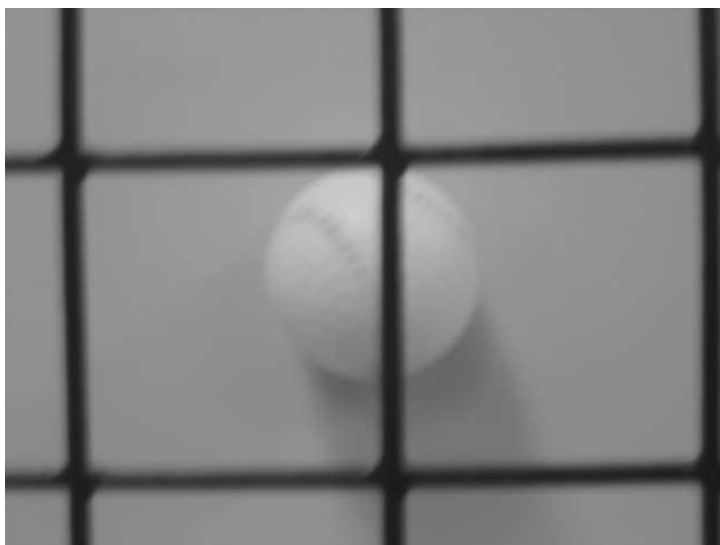


図 4.1 原画像 2

4.2 しきい値の検証



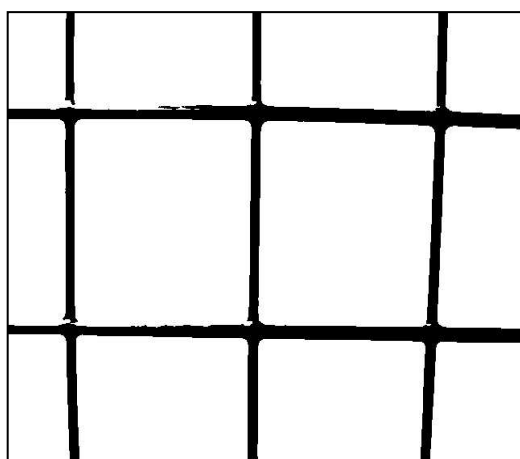
図 4.2 金網画像

4.2 しきい値の検証

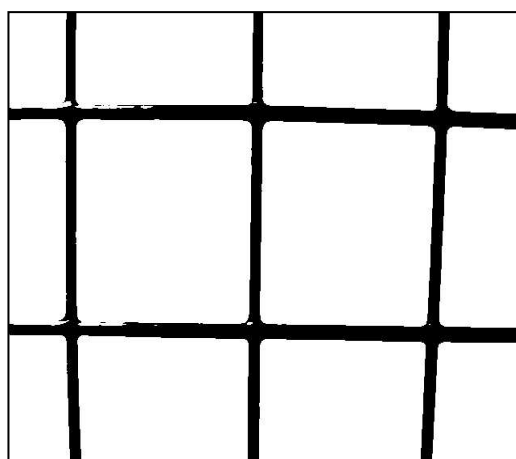
遮へい物を除去するため，金網だけの画像に対して円軽度を求める．より明確な円軽度を
得るため，ラベリングの前処理として，金網に対し 2 値化を行う．そこで図 4.2 に対してし
きい値を設定する．この画像は 256 階調の画像を扱っているため，中央値である 130 を目安
とし，その前後 10 ずつ，110(a)，120(b)，130(c)，140(d)，150(e) の 5 種類の値で 2 値化
した結果を図 4.3 に示す．

金網だけの場合，しきい値の変化に伴う 2 値画像の違いは，しきい値を 130 以下にした
場合にはあまり変化はみられなかったが，140 以上にした場合，遮へい物ではない部分をひ
ろってしまった．この結果から，本研究で用いるしきい値は 130 に設定することとする．

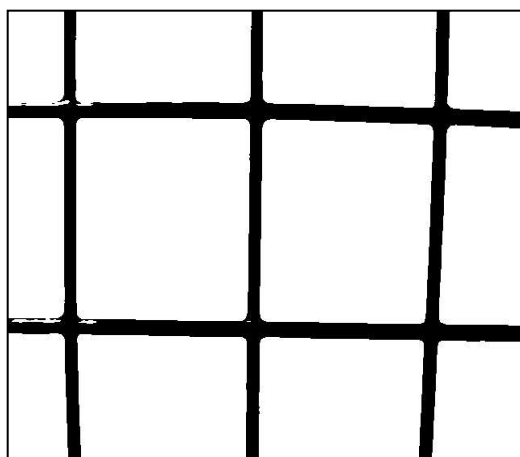
4.2 しきい値の検証



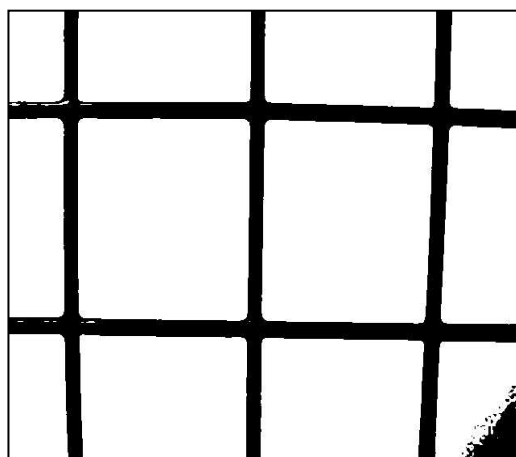
(a)しきい値 1 1 0



(b)しきい値 1 2 0



(c)しきい値 1 3 0



(d)しきい値 1 4 0



(e)しきい値 1 5 0

図 4.3 しきい値の違いによる 2 値画像

4.3 パラメータ表示

4.3 パラメータ表示

金網の画像に対し、ラベリングした結果のパラメータを表 4.1 に示す。

表 4.1 図 3.2 のパラメータ

面積	周囲長	円形度
37,120	4,783	0.010195

この結果求められた円形度は 0.010195 である。図 4.1 に示した原画像に対し、先程求められた円形度の値以下の物体を取り除く処理を施すことで、遮へい物の除去を行う。

同じ金網を用いて撮影した場合でも、明るさや撮影対象との距離間がずれたりすると、遮へい物の面積や周囲長、円形度に少なからずとも誤差が生じる。

そこで、金網の特徴をより詳しく算出するため、金網の画像に対し、 $\frac{1}{3}$ 倍 $\frac{1}{2}$ 倍、等倍、2 倍、3 倍の金網の円形度を算出し、表 4.2 に示す。

表 4.2 各倍率の金網の円形度

面積比率	1/3 倍	1/2 倍
円形度	0.020293	0.020144
等倍	2 倍	3 倍
0.019110	0.019016	0.019008

求められた 5 つの円形度は多少ながらも差のついた値となった。そこで、この 5 つ値の平均値を求め、得られた値を遮へい物を特定する目安とすることにした。この 5 つの円形度の平均値は、0.019542 となる。よって本研究で扱う遮へい物はラベル付けした連結成分の中で、円形度がこの値に最も近いものとする。そして、遮へい物を除去するため、求められた円形度以下の値を持つ物体を除去する。

4.4 除去結果

図 4.1 に対し遮へい物の除去を行った結果を図 4.4 に示す.

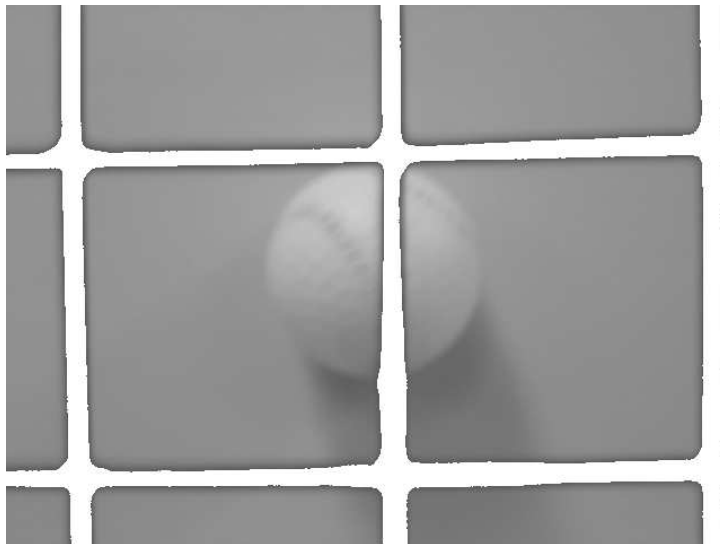


図 4.4 処理結果画像

撮影対象となるボールは円に形が近いいため、遮へい物の円形度の方が遥かに小さいことがわかる. そのため, 図 4.1 に対し, 遮へい物のみを除去することができた.

次に, 撮影対象が円形に近いと思われるヒトの顔を用いた場合を図 4.5 に, より複雑な例として手の画像を用いた場合を図 4.6 に示す. また遮へい物は存在せず, 撮影対象が形や大きさの違う 4 人のヒトの顔を用い, 任意の円形度を設定した場合を図 4.7 に示す. それぞれの結果に対し, 原画像を (a), 処理後の画像を (b) に示す.

顔の画像に対し, 髪や衣服の部分は除去されたが, 顔の部分をうまく残して遮へい物を除去することができた. また, 手については遮へい物と手の一部を同時に除去してしまった.

5 人の人の顔を用いた場合だが, 上の列にメガネをかけた丸顔の人とメガネをかけた細顔の人を, 下の列にメガネをかけていない丸顔の人と細顔の人, 中心に先程図 4.5 に示した人を配置した. 結果, 最も丸顔の人はうまく顔以外の部分を除去できたが, それ以外の場合は眉や目といった部分も除去してしまった.

4.4 除去結果



(a)



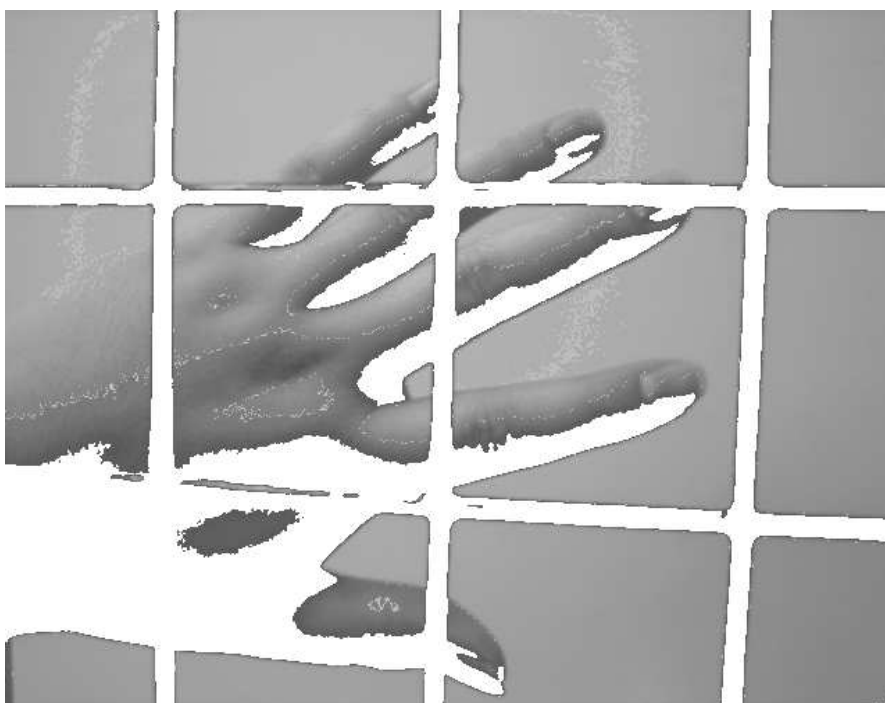
(b)

図 4.5 円形に近いヒトの顔画像

4.4 除去結果



(a)



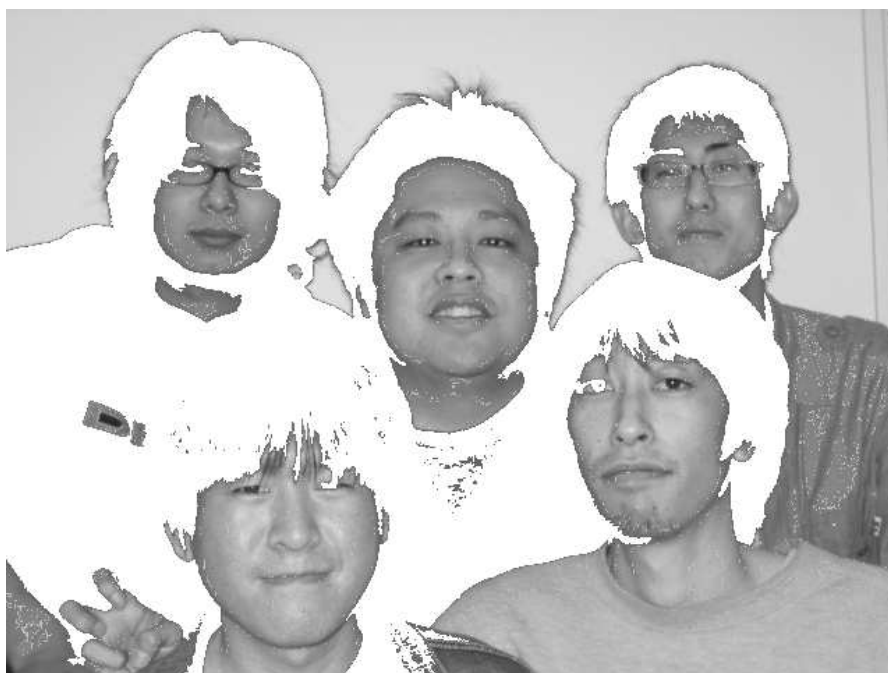
(b)

図 4.6 円形から遠い手の画像

4.4 除去結果



(a)



(b)

図 4.7 形の違う二人のヒトの顔画像

4.5 まとめ

4.5 まとめ

本章では，前章で説明した特徴抽出の手順に従い，遮へい物のある画像に対し除去を行った．結果として本手法では，撮影制限付きでないと良い結果を得ることができなかった．

第 5 章

結論

5.1 本研究のまとめ

本研究では，撮影対象を遮へいする物体に対し，画像にラベリングを行い，円形度を算出することで特徴抽出をによる除去を行った．この手法に対し，撮影対象や遮へい物を制限することで除去できることが確認できた．例えば，手のように形状が円から遠く複雑な画像については，除去の精度が低いものとなったが，円に近いヒトの顔に対しては有効であると言える．

5.2 今後の課題

上記に示したように，本手法は制限をかけることで有効なものとなる．そのため，遮へい物と撮影対象の形状が近似している場合など、どのような場合にも有効である手法を検討することが今後の課題となる．

謝辞

本研究を行うにあたり、たくさんの人達に支えられここまでこれたことを感謝します。中でも、日々をのらりくらりと自由奔放に過ごし、努力することを知らなかった私に、家庭やプライベートを犠牲にしてまで御指導、御鞭撻、たまに伝わり辛い愛をくださいました福本昌弘助教授には、伝え切れない程の感謝の気持ちでいっぱいです。学会に出たこともありましたが、研究から逃げ出したこともありましたが、花火を打ち上げすぎて馬鹿だなあと言われたこともありましたが、そんな数々の思い出を作れたこと、またこうして卒論を書くところまで導いてくださったこと、本当に感謝しています。他の学部生よりも一年つき合いが長い分、僕のことを大好きだと思いますが、僕も大好きです。この2年間、大変お世話になりました。本当にありがとうございました。また、本論文の審議をして頂きました岡田守教授にも深くお礼を申し上げます。ありがとうございました、

先生方だけではなく、研究においても、研究室内の生活においても大変お世話になりました院生の佐伯幸郎様、福富英次様、劉立剛様にも感謝の気持ちでいっぱいです。佐伯様には、研究のアドバイス、生活に対する助言、たまには遊び方と、たくさんの事を学びました。福富様には、研究の助言、並びに補助、たまにアニメ知識など、たくさんのことを学びました。お二人なくして今の自分はないと思っています。また、劉様には、数え切れない程の癒しと笑顔を頂きました。本当にありがとうございました。

そして、数々の苦難と、不安と、不満と、不快感を共に乗り越え、今まで共に過ごしてきた福本研究室7期生の皆にも感謝親します。石川誠君には、生活の補助をして頂き、一色雄太君からは冷静さを学び、鈴木康太君にはたくさんの飲物をごちそうになり、鈴木敏史君には匠の技を学び、高田浩貴君には研究以外にもお世話になり、返し切れない程お世話をしました。野老山央君にはレベルの違いを見せつけられ、吉本浩之君には癒しを頂き、反面教師さを学びました。このメンバーと共に過ごすことができたおかげで、今この場にいらると言っても過言ではありません。役立たずな先輩でしたがお世話になりました。

謝辞

また，昨年度研究生生活を共にした福本研究室 6 期生である，木原崇裕君，下上泰治君，田井修三君，三角晃司君にも感謝致します．一年遅れましたが，無事卒業を迎えました．

最後になりましたが，今日の自分を育ててくれた両親に感謝し，今まで私に関わってくれたすべての人々に感謝致します．また，今後の私の発展を暖かく見守ってください．

参考文献

- [1] 井上 誠喜, 八木 伸行, 林 正樹, 中須 英輔, 三谷 公二, 奥井 誠人 共著, “C 言語で学ぶ実践画像処理,” ohmsha, 1999.
- [2] 真鍋 誠, “グレイレベルに基づいた劣化画像の復元,” 高知工科大学 学士学位論文, 2003.
- [3] 鈴木 博, 玉木 徹, 山本 正信, “紐状遮へい領域の除去と画像の復元,” 新潟大学 修士学位論文, 2004.
- [4] 村上 伸一, “画像処理工学,” 東京電機大学出版局, 1996.
- [5] 村上 伸一, “コンピュータグラフィックスの基礎,” 東京電機大学出版局, 1999.
- [6] 安居院 猛, 長尾 智晴, “C 言語による画像による画像処理入門,” 昭晃堂, 2000.
- [7] 斎藤 恒雄, “画像処理アルゴリズム,” 近代科学社, 1993.