

平成 15 年度
学士学位論文

グレイレベルの変化に基づいた
劣化画像の復元

Restoration of a Blurred Image Using Gray Level

1040343 真鍋 誠

指導教員 福本昌弘

2004 年 2 月 27 日

高知工科大学 情報システム工学科

要 旨

グレイレベルの変化に基づいた 劣化画像の復元

真鍋 誠

古い写真や、使い回されて痛んだ映画のフィルム、このようなものは、風化や事故などによる破損等でひどく劣化している場合がほとんどである。また、その劣化は広範囲に及ぶ場合があり大半の情報が失われている可能性がある。劣化画像の復元については、これまでにさまざまな研究が行なわれてきた。しかしながら、劣化部分が広がると復元することは非常に難しいとされている。なぜなら、画像処理の手法は着目画素の周囲の情報から処理を行なう場合が多いためである。したがって、広い範囲での画像復元を行なう技術が必要とされる。

本研究では、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、劣化部分の補完方法を検討した。そしてその補完方法に対し劣化部分での中心線を定義することで補完方法の向上を目指す手法を提案した。

キーワード 画像復元 グレイレベル 視覚システム

Abstract

Restoration of a Blurred Image Using Gray Level

Makoto Manabe

Old photograph and damaged film which it degradation by weathering and trouble. The degradation may make information lose widely. About restoration of a degradation image, various researches are done until now. Image restoration of widely damage, however very difficult. Because image restoration is performed from the information on surrounding. Consequently, want image restoration of widely damage.

In this research considers the restoration method using gray level and human visual system. And we define center-line in this damage, which improvement in the ability to restoration proposal.

key words image restoration, gray level, human visual system

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	雑音除去	4
2.1	はじめに	4
2.2	平均値フィルタ	4
2.3	メディアンフィルタ	5
2.4	まとめ	6
第 3 章	視覚システムについて	8
3.1	はじめに	8
3.2	視覚での補完	8
3.3	T-junction による測地線パス	10
第 4 章	グレイレベルによる復元	14
4.1	はじめに	14
4.2	グレイレベルを元にした画像復元	15
4.3	問題点	18
4.4	解決法	19
4.5	まとめ	21
第 5 章	結論	28
5.1	まとめと今後の課題	28
	謝辞	29

目次

参考文献

30

目次

1.1	画像	3
2.1	平均化画像	5
2.2	メディアンフィルタにより処理した画像	6
3.1	本研究で扱うノイズ	9
3.2	ノイズに平均値フィルタを施した画像	10
3.3	ノイズにメディアンフィルタを施した画像	11
3.4	人の視覚システムの例	11
3.5	視覚での補間	12
3.6	T-junction の定義	12
4.1	T-junction の接続実験	15
4.2	同グレイレベルでの接続	16
4.3	T-junction を考慮しての接続	17
4.4	領域の補間	18
4.5	自然画での補間	19
4.6	自然画での修正結果	20
4.7	メディアンフィルタを施した画像	21
4.8	修正を行なった画像	22
4.9	エッジ部分での補間	22
4.10	復元作業の問題点	23
4.11	誤った接続	23
4.12	中心線の定義	24
4.13	ノイズ部分の拡大	24

図目次

4.14 中心線の作成	25
4.15 右下の濃度情報	25
4.16 中心線までの T-junction 接続	26
4.17 中心線からの T-junction 接続	26
4.18 スプライン曲線を用いての接続	27
4.19 T-junction の接続	27

表目次

3.1 T-junction のリスト化	13
--------------------------------	----

第 1 章

序論

1.1 背景と目的

近年，高度情報化が進み各人がコンピューターを所有するようになり，さらにデジタルカメラや，携帯電話でのカメラの普及により誰でもデジタル画像を扱うようになった．それに伴い本来アナログである情報も電子化し保存されるようになってきている．写真などの画像情報も例外無くデジタル化されさまざまな分野において使用されている．しかし，これらの画像を計算機で処理できるデジタル画像に変換する際，種々の要因により画像はひずみやボケなどが生じ劣化してしまう．この，ボケやひずみなどといった劣化に対しこれまでにさまざまな研究が行なわれその復元方法が成果として挙げられている．このことから，アナログ画像をデジタル画像へと変換する際に生じるボケやひずみなどを押える事ができるようになっている．

しかしながら，アナログ情報の時，つまり写真などの場合で写真に大きな傷がついてしまった場合などは，すでにその部分の情報は失われ復元が非常に難しい．そこで，この広く劣化した部分の修復を予想という形で修復できないかどうかを考えた．本研究では周囲の情報からの修復が難しい劣化部分が広い場合の画像の復元を行う．

1.2 本論文の概要

ここで，本論文の概要について述べる．

本研究では，原画像として図 1.1(1) で示した girl を用いる．その他，劣化画像として図

1.2 本論文の概要

1.1(1) に白色雑音 (一様乱数) を混入させた画像図 1.1(2) を用いる. そして, 本研究の目標である広い劣化部分を含む劣化画像として 1.1(3) を用いる.

画像復元の流れとして, まずは雑音を除去する. その後, 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行ない画像を復元する.

第 2 章では, これまで研究が行なわれてきた雑音除去の方法について, 第 3 章では広い劣化部分を埋めるための手法として用いられる技術の考え方についての説明をする. 第 4 章ではグレイレベルでの画像復元の手法についての説明を行ない, 最後に第 5 章では本研究の課題を述べ, 今後の課題を報告する.

1.2 本論文の概要



(1) 原画像

(2) 劣化画像



(3) 修正目標画像

図 1.1 画像

第 2 章

雑音除去

2.1 はじめに

画像は、計算機で処理できる形態のデジタル画像に変換される際、種々の要因により濃度ひずみ、幾何ひずみやボケなどを生じて劣化し画質が低下する。そこで、画像に雑音が含まれている場合には、まず雑音を低減させる必要がある。本章では、これまでに研究されてきた雑音除去の方法について説明する。

本研究では、グレイレベルを元にして画像の復元を行なうために、できるだけフラットな画像を扱う方が効率が良い。そこで、フラットではない画像として一様乱数が混入したようなモデル図 1.1(2) を用いて雑音の低減を行なう。雑音を除去するためのフィルタとして、平均値フィルタとメディアンフィルタを示す。

まず、平均値フィルタについて説明する。

2.2 平均値フィルタ

平均値フィルタは、注目する画素の近傍の平均値を用いるフィルタであり、一点の濃淡や白黒 2 値の判別を周囲の情報を平均化して決定する。ノイズとは通常周辺の画素とは相関がなく、極端に大きいかあるいは小さい濃度の画素が独立的に存在するという性質を持っている。そこで、画像の高周波成分をカットすることで、雑音除去とボケ操作を行うのが主たる目的である。白色雑音はスペクトルが全ての周波数に均等に分布しているため、白色雑音の除去には平均値フィルタが適している。このフィルタによって極端に画素値 (色) の変化し

2.3 メディアンフィルタ



図 2.1 平均化画像

ている部分を緩和することができる。

局所部分として 3×3 マスクを用いると、局所平均画像 $h(m, n)$ は窓内 9 カ所の濃度の平均として

$$\begin{aligned} h(m, n) = \{ & f(m-1, n-1) + f(m, n-1) + f(m+1, n-1) \\ & + f(m-1, n) + f(m, n) + f(m+1, n) + f(m-1, n+1) \\ & + f(m, n+1) + f(m+1, n+1) \} / 9 \end{aligned} \quad (2.1)$$

によりあらわされる。ここで、 $f(m, n)$ は原画像である。

図 2.1 は、図 1.1(2) に示す画像に対して式 (2.1) で表される平均値フィルタをかけたものである。どの画素に対しても一様に平均化しているため輪郭がボケている。

次に、メディアンフィルタについて説明する。

2.3 メディアンフィルタ

平均化による輪郭のボケを防ぐため、平均化しないメディアンフィルタを用いる。一組のデータ列を大きさの順に並べたとき、中央の位置にくる値を中央値 (median) という。メディアンフィルタは注目する画素の周辺近傍の濃度の中央値を取り出すフィルタで着目画素

2.4 まとめ



図 2.2 メディアンフィルタにより処理した画像

の濃淡値を与える。3×3 マスクを用いて処理を行うとすると、メディアンフィルタにより得られる値はマスク内の 9 個の画素の階調値を小さい順、または大きい順に並べたときの 5 番目 (中央の値) の濃度値があらわす値である。

図 2.2 は、図 1.1(2) に示す画像に対してメディアンフィルタをかけたものである。

2.4 まとめ

メディアンフィルタにより処理した画像と平均値フィルタにより処理した画像をくらべてみると、メディアンフィルタは平均値フィルタよりも、

1. 雑音低減の効果が大きい
2. 小さな濃度値の変動を平滑化できる
3. 画像の輪郭部分のボケの程度が少ない

などの違いがある。本研究で必要なのは細かな雑音などは無い方が望ましい。そのため、平均値フィルタでは雑音部分の濃度値の変化が見られるために適しているとは言いがたい。さらに、輪郭部分がボケてしまうのも問題である。しかし、メディアンフィルタは雑音低減の

2.4 まとめ

効果が大きく、かつ小さな濃度値の変動を平滑化できるために以降の章で行なう処理に対して有効であると考える。

そこで、本研究ではメディアンフィルタを用いて雑音除去を前処理として行なう。

第 3 章

視覚システムについて

3.1 はじめに

本研究では，白色雑音ではなく図 3.1 のように，画像の一部を白いノイズと仮定した四角で隠した画像を用いる．今回は，比較的濃度値の変化が少ない背景部分の一部を意図的に隠した画像を用意した．

図 3.1 に対し，前章で説明を行なった平均値フィルタとメディアンフィルタを施した．まずは，平均値フィルタを施した画像を図 3.2 に示す．

平均値フィルタでは，図 3.2 のように，ノイズ部分の輪郭が少しボケるだけで修正が行なわれているとは言えない．このことから，このようなノイズに対しては平均値フィルタは効果が少ないと言える．次に，メディアンフィルタを施した画像を図 3.3 に示す．

図 3.1 に対し，メディアンフィルタを施した画像はノイズ部分のエッジ部分が少し平坦化しただけである．こちらも修正が行なわれているとは言えない．以上から平均値フィルタや，メディアンフィルタでは図 3.1 のようなノイズに対して有効であるとは言えない．

そのため，図 3.1 のようなノイズに対しては雑音除去以外の手法が必要となる．本章では，このようなノイズに対して有効と思われる視覚システム [1] について説明を行なう．

3.2 視覚での補完

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．こうした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た

3.2 視覚での補完



図 3.1 本研究で扱うノイズ

場合にはその周囲の情報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っ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。人の視覚システムと言うのは図 3.4 で説明できる。

人は図 3.4(1) の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図 3.4(2) のような完全な円を予測し残りの情報を補完する事ができる。そういった具合に、人はある一部の情報が無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事ができる。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、イメージを補完できる。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完を利用し本来平面である絵を立体に見せる事ができる。つまり、足りない情報を補うに当たって人の視覚と言うのは実に高性能である。

ただし、埋める事のできる情報は予想できるものでなければならず、全く予想の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

3.3 T-junction による測地線パス



図 3.2 ノイズに平均値フィルタを施した画像

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につながっていると考える。グレイレベルの線としてとらえれば人の視覚レベルでの修復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 3.5 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、実際には三角系は存在していない。これは、人の錯覚などと言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系は見えず黒い三つの欠けた円に見える可能性もある。

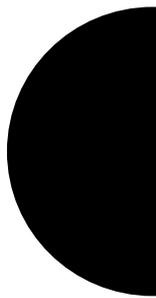
3.3 T-junction による測地線パス

T-junction は、人の視覚により予測され補間される画像の元になるエッジの部分である。そして、劣化部分の補間を行う際の埋めるべきパーツに相当する図の作成を行う部分でもある。本章では T-junction と T-junction の定義についての説明を行う。

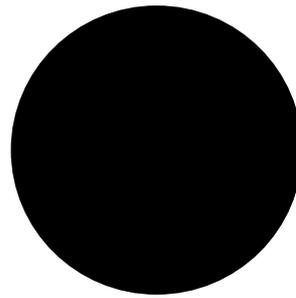
3.3 T-junction による測地線パス



図 3.3 ノイズにメディアンフィルタを施した画像



(1) 原画像



(2) 視覚システムにより補完された画像

図 3.4 人の視覚システムの例

図 3.6 は、画像の一部を拡大レイメージ化したものである。この一つの枠が 1pixel，それぞれの色の違いは濃度の違いであり，それらを 1Level から 4Level までと仮定する。さらに，色が白の四角は劣化した部分，つまり情報が抜け落ちた孔として仮定する。1つの T-junction は，劣化領域の境界上のグレイレベルとレベルラインに対応する方角の平均で決定される。そして，T-junction は周囲の情報と，抜け落ちた部分が交差するエッジの部分であり，修復作業の際に非常に大きな意味を持つポイントである。図 3.6 での T-junction は色違いの点である。黒い点は pixel の中心である。

T-junction の定義は先程述べたものであるが，更に詳しく図 3.6 で説明を行うと，情報が

3.3 T-junction による測地線パス

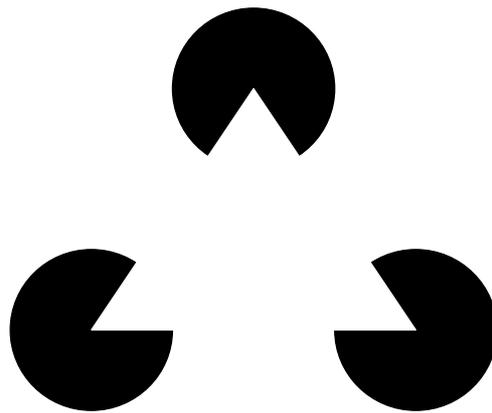


図 3.5 視覚での補間

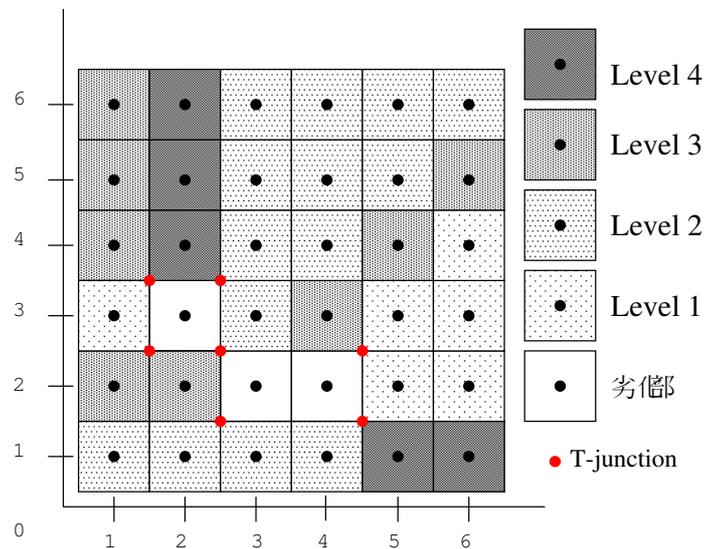


図 3.6 T-junction の定義

抜け落ちた劣化部分と接しているかつ、その濃度の変わり目であるポイントが T-junction となる。そして、T-junction が得られたならばその得られた T-junction をすべてリスト化する必要がある。図 3.6 において T-junction を探し、リスト化したものを表 3.1 に示す。リストに必要な情報は、T-junction のポイントと変化したグレイレベルの濃度値である。T-junction のポイントは pixel 単位では表すことができないために画像全体をオーバーサンプリングする必要がある。オーバーサンプリングすることにより 1 つのイメージ pixel は整数の半分である 8 ポイントの整数座標を備えることになる。これらのポイントはイメージ

3.3 T-junction による測地線パス

表 3.1 T-junction のリスト

Coord.	Levels		Coord.	Levels	
(1.5 ; 3.5)	1	2	(4.5 ; 1.5)	2	1
(4.5 ; 1.5)	1	2	(2.5 ; 3.5)	2	1
(1.5 ; 3.5)	2	3	(1.5 ; 2.5)	3	2
(2.5 ; 1.5)	2	3	(4.5 ; 1.5)	3	2
(4.5 ; 1.5)	2	3	(4.5 ; 2.5)	3	2
(3.5 ; 2.5)	2	3	(2.5 ; 3.5)	3	2
(1.5 ; 3.5)	3	4	(1.5 ; 2.5)	4	3
(4.5 ; 1.5)	3	4	(4.5 ; 2.5)	4	3

pixel 間に通過するラインを定義することを可能にしラインを備えた劣化部分の境界を表現することができる。そして T-junction が得られたならば、その T-junction 同士を接続することがグレイレベルでの復元作業において重要なプロセスとなる。

第 4 章

グレイレベルによる復元

4.1 はじめに

劣化画像の復元についてはこれまでさまざまな研究がなされてきた。しかしながら，劣化部分が広い場合での復元作業と言うのは難しい問題であった。しかし，その部分の補間を行う事ができれば，いままで諦めていた古い写真などの修正も可能である [1]。

劣化部分が広い場合での復元を行う場合，劣化部分の周囲の情報からその劣化部分に存在していた情報を推測することが必要である。その周囲の情報から得られる情報の中で信頼がおけるのが T-junction である。

今回用いる画像復元の手法は，この T-junction のペアを適切につなぎ画像の補間を行う作業である。そこで，まず適切にグレイレベルでの接続を行えるかどうかの実験を行う事にする。

図 4.1 のような各種濃度をグラデーションした二つのスケッチの間をノイズと仮定する黒い四角で覆った。この黒い箱の部分に T-junction を用いて画像復元の為の指針となる線の作成を行う。本研究で使用する補間作業は，原理的にはレベルラインの数学的な特性と関係しているいくつかの規則に関して T-junction をペアでつなぐ事である。

ただし，T-junction をペアでつなぐ場合にいくつかの制限がある。

1. 2 つの T-junction が同じグレイレベルに関係していて，予測されるラインが似ていた場合その 2 つの T-junction はねじる事ができない。
2. 2 つの T-junction を接続する 2 レベルのラインは交差する事ができない。

4.2 グレイレベルを元にした画像復元

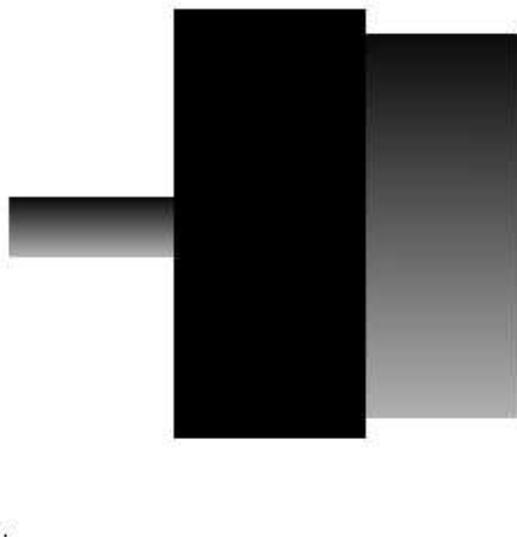


図 4.1 T-junction の接続実験

4.2 グレイレベルを元にした画像復元

図 4.1 について，黒い部分をノイズとしてその周囲の情報を元に測地線パスの作成を行い，実際に補間が行われるかどうかの確認を行う．まずは，図 4.2 のように同じ濃度値のみを接続しどれだけのペアが含まれているかを調べる．

結果，濃度値のみでの接続から考えるとこの黒い四角の部分には図 4.2 のような情報があつたのではないかと予測される．周囲の黒い枠は元々は黒い箱があつた部分である．ただし，グレイレベルの接続のみでは十分であるとは言いがたい．そこで，T-junction を考慮して画像復元の指針を導き出す．

図 4.3 は，図 4.1 に対し，T-junction を考慮した時の測地線パスの情報である．前回のグレイレベルを接続するだけの画像よりも多量の測地線パスが接続され領域修正がより容易になった．

測地線パスが導き出された場合，2つの測地線パスとそれをつなぐ T-junction から，補間は実行される，この際難しいアルゴリズムは必要ではなくただ，二つの線の間領域を指定された濃度値で埋めるだけである．

図 4.4 は，T-junction と測地線パスにより予測された画像である．

4.2 グレイレベルを元にした画像復元

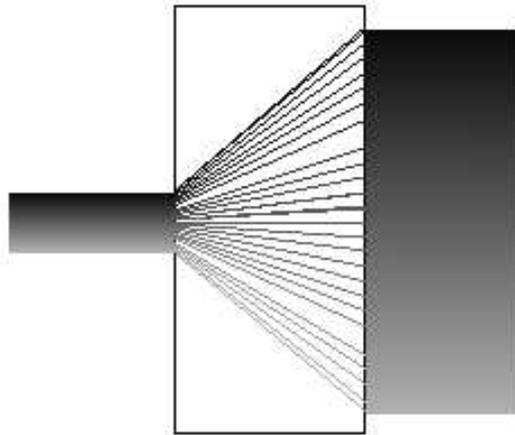


図 4.2 同グレイレベルでの接続

一度，最適の T-junction のセットが計算された場合，それはその領域に対し色をつけ続ける．それは，2つのステップで容易に行なうことができる．

最初のステップとして，1つ目は最適のペアを形成する2つの T-junction を接続する測地線パスを引く．次に，グレイレベルで補間されたラインに対応するその二つが対応したことを示す 2pixel 広い線を引く．後はその2つの補間された線から，劣化領域上でラインの右側に系統的に色をつけ続ける．

全体的のアルゴリズムをメインステップ順に作成すると次のようになる．

1. 劣化領域の境界に対応する多角形のラインを計算する．
2. 劣化領域の境界上の各 T-junction を計算する．

T-junction はその座標，劣化領域の境界上の位置，関連するグレイレベルと対応するレベルラインの平均方向によって決定される．

3. 劣化領域の三角測量を行なう．
4. T-junction を接続し，ペアのレベルラインの最適のセットをダイナミックプログラミングにより計算する．
5. 対応する測地線パスを図面化する．

4.2 グレイレベルを元にした画像復元

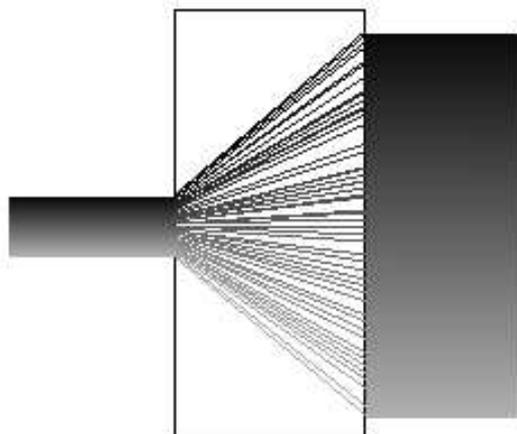


図 4.3 T-junction を考慮しての接続

6. 補間するイメージを構築するために測地線を使用し，領域を埋める．

これが補間のアルゴリズムの大まかなステップとなる．

図 4.5 は，図 1.1(1) の原画像に対し一部を意図的に隠した画像である．その他の雑音等に関しては一切の処理を行っていない．まずは補正の簡単そうな左上部分の修正を行ってみた．画面左上の白い四角部分をノイズと仮定する．この左上部分は急激な濃度値の変化があまり見られず理論的には修正は容易であると考えられる．

その修正結果を図 4.6 に示す．図 4.6 は，図 4.5 の修正結果である．主に，この修正部分の濃度値は明るい部分と暗い部分の二つに分ける事ができる．そこで，今回の修正部分は暗い部分での修正がうまくいっていない．さらに，修正部分全体的に見てもどうにもうまく修正されていないように見える．

これは自然画では連続的に見える濃度でも少しずつ違っていることが問題である．つまりは，自然画は多少のノイズを含んだ画素が散らばっていたり連続的な濃度でも少しずつ変化していった場合がある．

そこで，濃度値の情報をフラットにするためにメディアンフィルタを施す．

図 4.7 は，図 4.6 にメディアンフィルタを施しその後，一部の情報をカットした画像であ

4.3 問題点

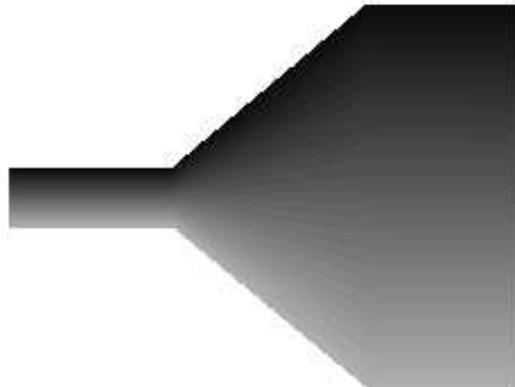


図 4.4 領域の補間

る。一度，メディアンフィルタをかけることで自然画特有の多少のノイズが除去され画像全体がフラットになり T-junction 接続が容易になっている。さらに濃度値の微妙なばらつきに対しても修正が加えられている。

図 4.8 は，図 4.7 に対し修正を行った画像である。ノイズ部分に対しての修正が良好な状態で加えられている画像を得ることができた。

4.3 問題点

ここまでは，修正が比較的容易である場所に関しての修正を行ってきた。そこで，図 4.9 に示すように濃度値の変化が急激なエッジ部分での補間を行ってみる。図 4.9 は画像修復がスムーズにいくようにメディアンフィルタをかけている。

図 4.10 はエッジ部分の修正を行なう図 4.9 に対し修正を行なった画像である。図 4.10 を見る限り画像復元がうまくいっていない。うまくエッジ部分を認識できず，領域を乗り越えて補間をしてしまっている。

これは，図 4.11 に示す通り，濃度値の変化が似ている部分の T-junction 同士を接続してしまったためである。そして，その時に接続したグレイレベルでの領域補間を行なった

4.4 解決法



自然画での補間

図 4.5 自然画での補間

ために図 4.10 のような補間作業が行なわれたと考えられる。このような問題の解決方法は T-junction の接続条件をよりシビアにする方法がある。ただし、接続条件がシビアであればある程柔軟に対応することが難しく本来エッジの部分であったとしても多少の濃度値が変化しただけで接続されない可能性が出て来る。

4.4 解決法

図 4.10 のようにエッジ部分での T-junction の定義がうまくいかなかった問題に対し、そのノイズ部分に対して中心線を定義し T-junction での接続の補助を行なった。

本研究では、ノイズ部分での輪郭抽出を行ないその輪郭線に対しての x, y の半分の数値を対格で結ぶことにより、図 4.12 のような中心線を作成した。本研究では、ノイズが四角の場合のみに中心線を用いたが、四角ではない場合はノイズ部分の輪郭抽出で得た x, y の最大値の半分を用いる。次に、その手法の具体的な説明を行なう。

その手順を説明するために図 4.14 に示す図 4.12 のノイズ部分周辺を拡大しイメージ化した画像を扱う。1つ1つのグリッドは 1pixel(画素)とし、それぞれの色の違いは濃度値の違

4.4 解決法



図 4.6 自然画での修正結果

いと仮定する。そして、ノイズ周囲 1pixel をイメージ化し用いる。

この時作成された 4 つの領域でそれぞれ周囲の濃度値と T-junction の情報をコピーし指針として用いる。修正目標の領域での T-junction 接続を行ない、T-junction の接続が行なわれたならばコピー元の T-junction へと接続を行なう。その二つの接続が完了した場合に限り 2 次 B-スプライン曲線を用い T-junction の指針とする。その数式は

$$\begin{aligned} X &= (1-t)^2 x_1 + 2t(1-t)x_2 + t^2 x_3 \\ Y &= (1-t)^2 y_1 + 2t(1-t)y_2 + t^2 y_3 \\ 0 &\leq t \leq 1 \end{aligned} \tag{4.1}$$

で表される。 x_1, y_1 は、オンカーブ点として劣化領域に接する T-junction, x_2, y_2 は、オフカーブ点として中心線で定義される T-junction, x_3, y_3 は、オンカーブ点として中心線にコピーされた T-junction の本来の点である。スプライン曲線を用いての T-junction 接続を行なった図が図 4.18 となる。そして最後に、全領域での処理を行ない T-junction の接続を行なう。

この手法により、T-junction の定義が若干楽になり図 4.19 のような以前よりも良好な画像を得ることができた。ただし、多少のグレイレベルの違いが現れてしまっている。それで

4.5 まとめ



図 4.7 メディアンフィルタを施した画像

も輪郭部分に関しては正確に処理されているように見える。

4.5 まとめ

T-junction の接続の条件に関しては、表 3.1 のリストを参照し濃度値の変化が同じレベルであり、その T-junction の方角が同じでないものを対象に接続を行なった。しかし、濃度値の変化が同じという条件では得られる T-junction のペアは極端に少なくなってしまうという問題があった。

そこで、接続の条件を緩く設定し接続実験を行なったが今度は逆に不必要な接続を行なってしまうという問題があった。さらに、接続には直線を用いていたが、直線では自然画に対しては十分な補間ができず十分な結果が得られなかった。曲線を用いる場合は周囲のグレイレベルがどう変化しているか、その平均方向を知る必要がありかつ、その曲線自体は自身と交差してはいけないという条件が必要である。

その曲線と誤った接続を解決するために中心線を用い、双方の問題についての解決に当たった。

4.5 まとめ



図 4.8 修正を行なった画像



図 4.9 エッジ部分での補間

4.5 まとめ



図 4.10 復元作業の問題点

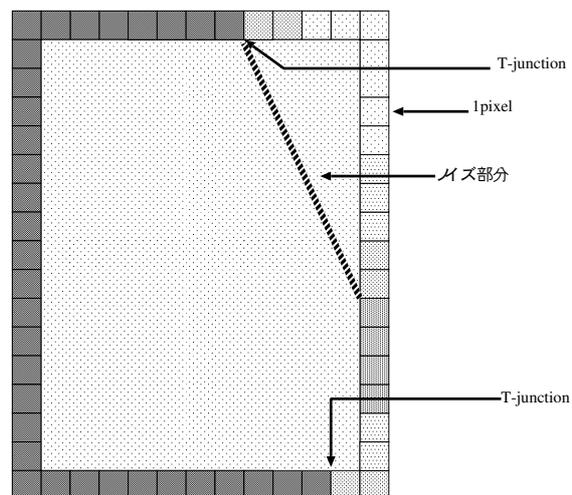


図 4.11 誤った接続

4.5 まとめ



図 4.12 中心線の定義

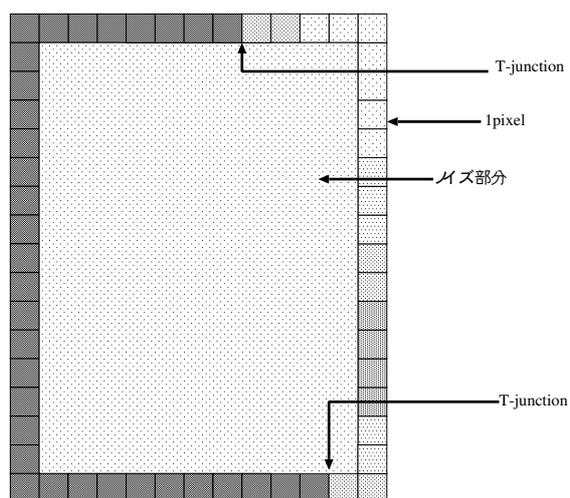


図 4.13 ノイズ部分の拡大

4.5 まとめ

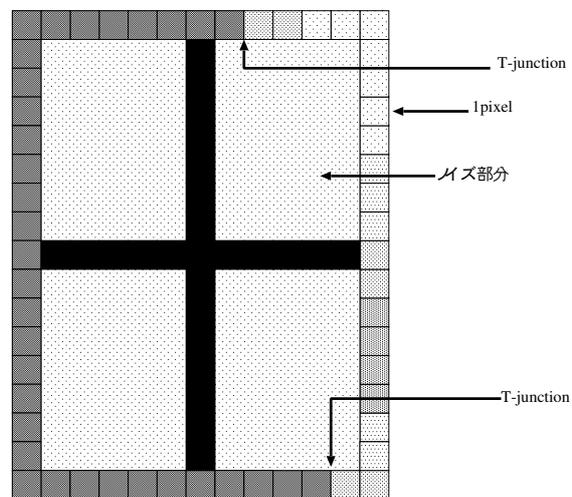


図 4.14 中心線の作成

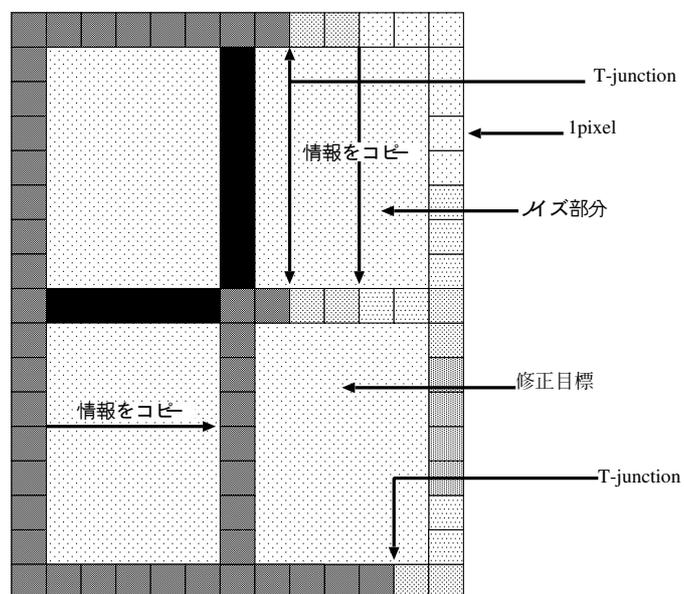


図 4.15 右下の濃度情報

4.5 まとめ

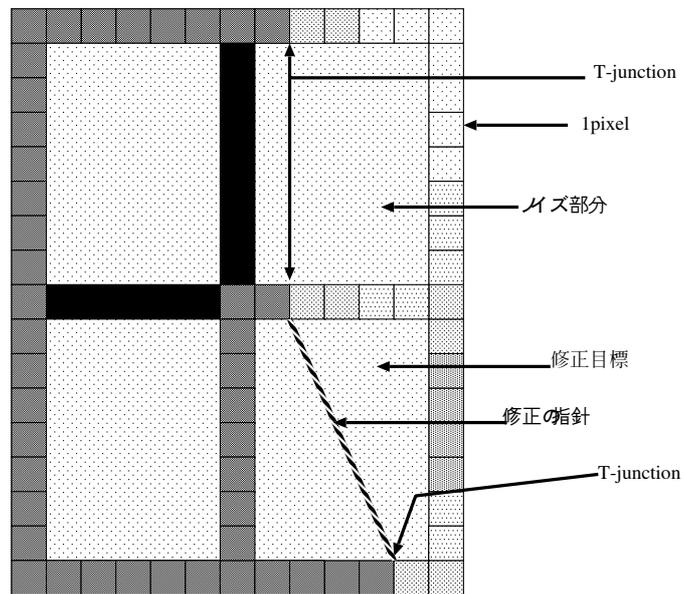


図 4.16 中心線までの T-junction 接続

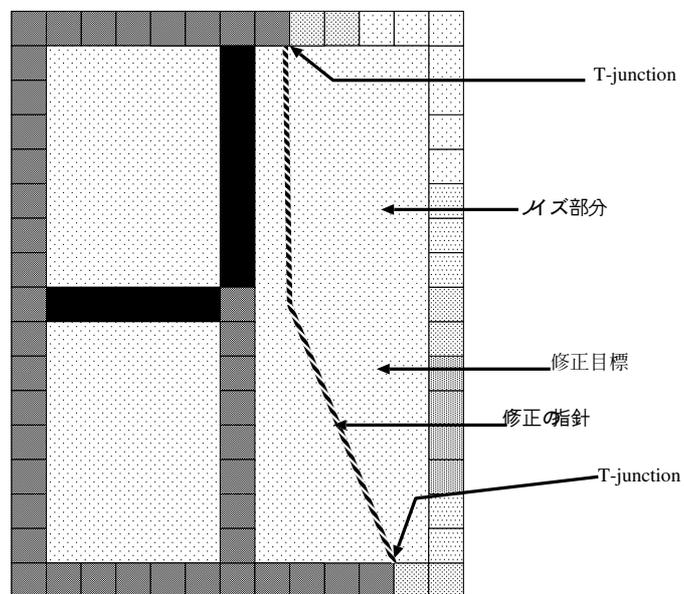


図 4.17 中心線からの T-junction 接続

4.5 まとめ

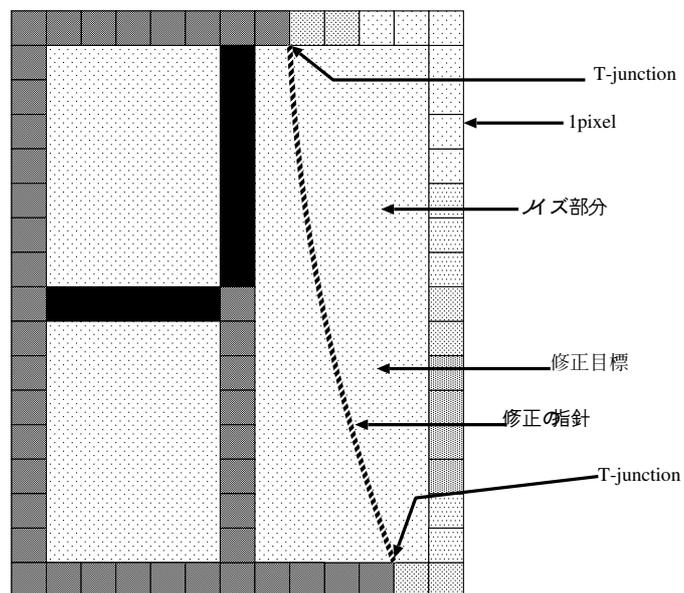


図 4.18 スプライン曲線を用いての接続



図 4.19 T-junction の接続

第 5 章

結論

5.1 まとめと今後の課題

本研究では，劣化部分が広い場合にどうするかを元に研究を進めてきた．その劣化部分の補間に対して，視覚システムを参考に作られたグレイレベルでの補正法を検討した．

その結果，エッジ部分での修正がうまくいかなかったり，場合によっては全く違うものを補間してしまう場合もあった．

その問題に対して，中心線を元に T-junction 定義の補正を行なう方法をとった．

その結果 T-junction は有効であるが，さらに補正領域を考え補正してやるとより良好な結果が得られた．

今後の課題としてより劣化部分の補間に関しての精度を上げる必要がある．極端な場合さらに劣化部分が広がった場合などの対処なども考える必要がある．

謝辞

本研究を行なうにあたって，未熟者の私を見捨てず，家庭を顧みず夜遅くまで御指導，御助言して下さいました高知工科大学 情報システム工学科福本昌弘助教授に深く感謝致します。また，本研究を審議して下さいました岡田守教授，木村義政教授，および情報システム工学科の先生皆様に感謝致します。

そして，日々の研究活動の中でお互いを励ましあった福本研究室の一同に深く感謝致します。

最後に，今の私を支えてくれているすべての方に深く感謝致します。

参考文献

- [1] Simon Masnou, “Disocclusion: A Variational Approach Using Level Lines,” IEEE Transactions on Image Processing, vol. 11, no. 2, Feb 2002.
- [2] M. M. Hayat, M. S. Abdullah, A. Joodeur, and B. E. A. Saleh, “Maximum-Likelihood Image Estimation Using Photon-Correlated Beams,” IEEE Transactions on, Image Processing, vol. 11, no. 8, Aug 2002.
- [3] 村上 伸一, “画像処理工学,” 東京電器大学出版局, 1996 年.
- [4] 斎藤恒雄, “画像処理アルゴリズム,” 近代科学社, 1993 年.
- [5] 山根延元, 森川良孝, 小郷裕輝, “ガウス混合モデルに基づく画像のインパルス性雑音除去フィルタ,” 電子情報通信学会論文誌 (A), Vol. J82-A, No. 11, pp. 1097-1262, 2003 年 11 月.