

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4065462号
(P4065462)

(45) 発行日 平成20年3月26日(2008.3.26)

(24) 登録日 平成20年1月11日(2008.1.11)

(51) Int.Cl. F I
G06T 3/40 (2006.01) G O 6 T 3/40 C
HO4N 1/393 (2006.01) H O 4 N 1/393

請求項の数 12 (全 15 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平9-360706 (22) 出願日 平成9年12月26日(1997.12.26) (65) 公開番号 特開平11-195113 (43) 公開日 平成11年7月21日(1999.7.21) 審査請求日 平成16年10月12日(2004.10.12)</p>	<p>(73) 特許権者 000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 (74) 代理人 100090273 弁理士 園分 孝悦 (72) 発明者 三宅 信孝 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ ヤノン株式会社内 審査官 岡本 俊威 (56) 参考文献 特開平09-252400(JP,A) 特開平07-044701(JP,A) (58) 調査した分野(Int.Cl., DB名) G06T 3/40</p>
--	--

(54) 【発明の名称】 画像処理装置及び画像処理方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

入力画像情報における注目画素の周辺の複数画素から $m(m \geq 1)$ 点の画素(ただし、 m 点中の観測点 n における画素値を $P(n)$ とする)を検出する検出手段と、

前記入力画像情報に基づいて、前記注目画素を複数の画素に補間する補間手段と、

各補間点 k において補間された補間値 $C(k)$ に基づいて出力値 $h(k)$ を

【数1】

$$h(k) = \sum_{n=1}^m \alpha(n)P(n) + \beta C(k) + \sum_{s=1}^t \gamma(s)Q(s) + \omega$$

10

($\alpha(n)$)、 β 、($\gamma(s)$) は任意の係数、 $Q(s)$ は画素値のとりうる範囲内の任意の信号値、 ω は任意の値、 t は $t \geq 1$ 、ただし、($\gamma(0)$) により演算する演算手段とを有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記入力画像情報を平滑化する平滑化手段を有し、前記補間手段は平滑化された情報に基づいて前記注目画素を複数の画素に補間することを特徴とする請求項1に記載の画像処理装置。

【請求項3】

前記 ($\alpha(n)$)、 β 、($\gamma(s)$) の関係は、

20

【数 2】

$$\sum_{n=1}^m \alpha(n) + \beta + \sum_{s=1}^t \gamma(s) = 1$$

を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

$\alpha(n)$ 、 $P(n)$ 、 $\gamma(s)$ 、 $Q(s)$ の複数の組み合わせを有し、演算された複数の $h(k)$ の値を相互に比較することによって最適な値を出力値 $D(k)$ として選択することを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

10

【請求項 5】

前記 m が $m = 2$ である場合、 $P(1)$ 、 $P(2)$ は、前記周辺の複数画素の中の最大値と最小値であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記入力画像情報が 1 色あたり Z ビット / 画素であり、かつ前記 t が $t = 2$ である場合、 $Q(1)$ 、 $Q(2)$ は "0" と " $2^Z - 1$ " であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

入力画像情報における注目画素の周辺の複数画素から $m(m-1)$ 点の画素（ただし、 m 点中の観測点 n における画素値を $P(n)$ とする）を検出する検出工程と、
前記入力画像情報に基づいて、前記注目画素を複数の画素に補間する補間工程と、
各補間点 k において補間された補間値 $C(k)$ に基づいて出力値 $h(k)$ を

20

【数 3】

$$h(k) = \sum_{n=1}^m \alpha(n)P(n) + \beta C(k) + \sum_{s=1}^t \gamma(s)Q(s) + \omega$$

$\alpha(n)$ 、 $\gamma(s)$ は任意の係数、 $Q(s)$ は画素値のとりうる範囲内の任意の信号値、 ω は任意の値、 t は $t \geq 1$ 、ただし、 $\alpha(n) \geq 0$ により演算する演算工程とを有することを特徴とする画像処理方法。

30

【請求項 8】

前記入力画像情報を平滑化する平滑化工程を有し、前記補間工程は平滑化された情報に基づいて前記注目画素を複数の画素に補間することを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理方法。

【請求項 9】

前記 $\alpha(n)$ 、 $\gamma(s)$ の関係は、

【数 4】

$$\sum_{n=1}^m \alpha(n) + \beta + \sum_{s=1}^t \gamma(s) = 1$$

を満たすことを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理方法。

【請求項 10】

$\alpha(n)$ 、 $P(n)$ 、 $\gamma(s)$ 、 $Q(s)$ の複数の組み合わせを有し、演算された複数の $h(k)$ の値を相互に比較することによって最適な値を出力値 $D(k)$ として選択することを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理方法。

【請求項 11】

前記 m が $m = 2$ である場合、 $P(1)$ 、 $P(2)$ は、前記周辺の複数画素の中の最大値と最小値であることを特徴とする請求項 7 に記載の画像処理方法。

【請求項 12】

50

前記入力画像情報が1色あたりZビット/画素であり、かつ前記tが $t = 2$ である場合、 $Q(1)$ 、 $Q(2)$ は“0”と“ $2^Z - 1$ ”であることを特徴とする請求項7に記載の画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、入力した画像情報を、拡大変倍して出力するプリンタ等の画像出力装置や、解像度の異なる機種間通信で、低解像情報から高解像情報に解像度変換する場合に用いて好適な画像処理装置及び画像処理方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、入力した低解像情報を高解像情報に解像度変換する方法として、様々な方法が提案されている。提案されている従来方法は、対象となる画像の種類（例えば、各画素ごとに階調情報を持つ多値画像、擬似中間調により2値化された2値画像、固定閾値により2値化された2値画像、文字画像等）によって、その変換処理方法が異なっている。

【0003】

従来の内挿方法は図12に示すような、内挿点に最も近い同じ画素値を配列する最近内挿方法、図13に示すような、内挿点を囲む4点（4点の画素値をA、B、C、Dとする）の距離により、以下の演算によって画素値Eを決定すると共1次内挿法等が一般的に用いられている。

$$E = (1 - i)(1 - j)A + i \cdot (1 - j)B + j \cdot (1 - i)C + ijD$$

（但し、画素間距離を1とした場合に、Aから横方向にi、縦方向にjの距離があるとする（ $i = 1$ 、 $j = 1$ ））。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来例には以下に示す欠点がある。

まず、図12の方法は、構成が簡単であるという利点はあるが、対象画像を自然画像等に用いた場合には、拡大するブロック毎に画素値が決定されるため、視覚的にブロックが目立ってしまい画質的に劣悪である。

【0005】

また、文字、線画像、CG（コンピュータグラフィック）画像等に用いた場合でも、拡大するブロック毎に同一画素値が連続するため、特に、斜線等には、ジャギーといわれるギザギザの目立った劣悪な画像になってしまう。ジャギーの発生の様子を図14、図15に示す。図14は入力情報、図15が図12の方法により縦横ともに2倍の画素数にした解像度変換の例である。一般に倍率が大きくなるほど、画質劣化は大きくなる（図中の“200”、“10”は画素値である）。

【0006】

一方、図13の方法は自然画像の拡大には一般的に良く用いられている方法である。この方法では、平均化され、スムージングのかかった画質になるが、エッジ部や、シャープな画質が要求される部分には、ぼけた画質になってしまう。さらに、地図等をスキャンした画像や、文字部を含む自然画像のような場合には、補間によるぼけのために、重要な情報が受け手に伝わらないこともある。

【0007】

図16は図13の方法により、図14の入力画像情報を縦横2倍ずつに補間処理をした画像情報を示している。

この図16からも明らかなように、斜線周辺のみならず、斜線そのものも画素値が均一にならず、ぼけが生じてしまう。

【0008】

そこで、本出願人は、低解像情報から高解像情報の作成において、補間処理による補間ぼけもなく、また、ジャギーが発生することなく解像度変換ができる方法を特開平7 - 93

10

20

30

40

50

531号公報、特開平7-107268号公報、特開平7-105359号公報により提案した。

この提案の基本的な考え方は、入力した原情報から解像度依存成分を除去し、除去した状態で、画素数を出力解像度相当まで増加させ、増加させた状態の中で新たな解像度に見合う情報を推測し作成する方法である。入力解像度の依存性を取り除く手段としては、LPFによる平滑化、画素数の増加は線形補間により実現可能である。高解像情報の推測は、補間後の情報を単純2値化して、“1”に分類された画素と“0”に分類された画素とをそれぞれ異なる処理を行うことにより、出力する画素値を算出する。

【0009】

また、特開平9-252400号公報で提案したように、画素値の連続性が保たれた良好なエッジを作成する方法もある。この公報では、低解像度注目画素の周辺画素よりm点(m-1)の画素(ただし、m点中の観測点nにおける画素値をP(n)とする)を検出し、注目画素を複数画素分に補間した各補間点kにおける上記補間値C(k)を基に、出力値h(k)を以下の式により演算している。

【0010】

【数5】

$$h(k) = \sum_{n=1}^m \alpha(n) P(n) + \beta C(k)$$

【0011】

(α(n)、βは任意の係数、ただしα(n) ≥ 0)

しかし、上述した何れの公報の技術も、注目画素周辺のウィンドウ内の最大値、最小値によるエッジ作成が基本的な思想になっていた。すなわち、注目画素1画素分を縦N倍、横M倍にした場合に、N×M画素内を最大値、最小値によるエッジ形成の一部分と仮定して、新たにN×M画素分の画素値を演算する方法である。この方法では、確かに原画に違和感なく、あたかも高解像情報を入力したかのように変換することができる。

【0012】

しかし、この技術の用途を拡大して考えると、原画の印象を大幅に変化させても、ユーザーに見やすい画像を提供した方が良い場合もある。例えば、文字情報である。プリンタをコンピュータに接続した場合には、コンピュータ側でベクトル形式のフォントを有し、プリンタ相当の解像度に変換して送信する方式や、また、プリンタ側でフォントを有し、コンピュータ側から送信されてきたコード情報に基づきフォントを展開して出力する方式がある。このようなケースでは、文字情報はベクトル形式を有しているために、入力側と出力側で解像度の違いがあったとしてもほとんど問題にはならない。

【0013】

しかし、プリンタとコンピュータ以外の機器、例えばインターネットテレビ等との接続を仮定した場合、テレビの画面上に表示されているアンチエイリアス処理のかけられたスクリーンフォントをそのままプリンタ側に送信するケースもある。コンピュータとの接続でもスクリーン上の情報を複写するスクリーンコピーや、また、画像中に画像の一部として埋め込まれている文字をきれいに出力する用途もある。

【0014】

また、文字、図形が中心であるファクシミリでも同様である。読み取る撮像系のMTFによって、コントラストが低減し、エッジの急峻さの度合いが鈍ってしまうからである。これらの用途では、入力した低解像情報の印象を変化させずに、ジャギー、補間ボケを軽減させて高解像情報を作り上げるのではなく、低解像情報の印象を多少変化させても、より積極的に読みやすい画像に変換させなくてはならない。これはユーザーにとって、文字情報と自然画像等とは伝えたい情報の性質が異なるからである。すなわち、前述した演算式では、作成する内挿点の画素値は、補間値と周辺画素値との積和演算によって作成しているが、これらの項だけでは不十分である。つまり、原画のコントラストが劣化していれば

10

20

30

40

50

ば、原画のコントラスト以上の高解像画像を作成することはできない。

【0015】

本発明は上述した従来の課題を解決するものであり、入力した低解像情報のコントラストが劣化している場合でも、入力情報のコントラスト以上の鮮明な高解像画像をジャギーレスに作成することができる画像処理装置及び画像処理方法を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る画像処理装置は、入力画像情報における注目画素の周辺の複数画素から m ($m \geq 1$) 点の画素（ただし、 m 点中の観測点 n における画素値を $P(n)$ とする）を検出する検出手段と、前記入力画像情報に基づいて、前記注目画素を複数の画素に補間する補間手段と、各補間点 k において補間された補間値 $C(k)$ に基づいて出力値 $h(k)$ を

$$h(k) = \sum_{n=1}^m \alpha(n)P(n) + \beta C(k) + \sum_{s=1}^t \gamma(s)Q(s) + \omega$$

($\alpha(n)$)、 β 、($\gamma(s)$) は任意の係数、 $Q(s)$ は画素値のとりうる範囲内の任意の信号値、 ω は任意の値、 t は $t \geq 1$ 、ただし、 $\omega \geq 0$) により演算する演算手段とを有することを特徴とする。

【0017】

本発明に係る画像処理方法は、入力画像情報における注目画素の周辺の複数画素から m ($m \geq 1$) 点の画素（ただし、 m 点中の観測点 n における画素値を $P(n)$ とする）を検出する検出工程と、前記入力画像情報に基づいて、前記注目画素を複数の画素に補間する補間工程と、各補間点 k において補間された補間値 $C(k)$ に基づいて出力値 $h(k)$ を

$$h(k) = \sum_{n=1}^m \alpha(n)P(n) + \beta C(k) + \sum_{s=1}^t \gamma(s)Q(s) + \omega$$

($\alpha(n)$)、 β 、($\gamma(s)$) は任意の係数、 $Q(s)$ は画素値のとりうる範囲内の任意の信号値、 ω は任意の値、 t は $t \geq 1$ 、ただし、 $\omega \geq 0$) により演算する演算工程とを有することを特徴とする。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面と共に説明する。

図1は本発明の実施の形態を示す要部ブロック図である。本実施の形態の画像処理装置は、主としてコンピュータと接続するプリンタや、コンピュータ以外の例えばインターネットテレビ本体、及びインターネットテレビのセットトップボックス等に接続するプリンタ、また、ビデオ信号を入力するビデオプリンタ等の画像出力装置内部に具備することが効率的であるが、画像出力装置以外の画像処理装置、ファクシミリ、ホストコンピュータ内のアプリケーションソフト、また、プリンタに出力するためのプリンタドライバソフトとして内蔵することも可能である。

【0020】

次に、図1のブロック図に沿って本実施の形態の構成及び動作手順を説明する。本実施の形態では、入力した画像情報を縦 N 倍、横 M 倍の画素数の情報に変換する例について述べる。

図1において、100は入力端子を示し、低解像の画像情報が入力される。この低解像情報は、ラインバッファ101により、数ライン分格納、保持される。この数ライン分の画像情報により、注目画素を含む複数の周辺画素によるウインドウ単位の処理が施される。

102は、ウインドウ内の画像情報から、最大値、最小値を検出するMAX、MIN検出部である。

【0021】

103は平滑化部であり、ウインドウ内の各画素をLPF（ローパスフィルタ）にてフィルタリングする。図2は平滑化フィルタの一例であり、注目画素を中心として、注目画素を含む周囲9画素の平均をとることにより、高周波成分を遮断している。

【0022】

図1において、104は補間部であり、注目画素を中心として、共1次補間処理（以下、線形補間処理という）により、元のサンプリング間の画素が埋められ、縦N画素、横M画素分の補間点の補間情報を作成する。線形補間処理については図12に示した従来例で説明したので省略する。線形補間の積和演算に使用する周辺画素はフィルタリング後の画素値を用いる。例えば、図2に示したような3×3のフィルタを用いる場合には、ラインバッファ101の容量を5ライン分用意すれば、注目画素のみならず、積和演算に使用する周囲8画素分においてもフィルタリングが可能である。

【0023】

105は演算部を示し、検出部102で検出したMAX、MIN、補間部104において算出した補間点(i, j)（但し、 $0 \leq i < N$ 、 $0 \leq j < M$ とする）における補間値P(i, j)の3種の信号に加え、2種の固定の信号値とオフセット値を入力し、これらの入力した6種の信号を基に所定の演算を施して、新たな出力値を算出する。今、入力信号が1色あたりZビット/画素より成るデジタル信号であった場合には、画像信号の取りうる値は、0から $2^Z - 1$ までの 2^Z りになる。本実施の形態では、演算部105に入力する固定の入力値は、“0”と“ $2^Z - 1$ ”の2種とする。オフセット値は予め実験的に求めた値で良い。

【0024】

演算部105は積和演算により成り立っていて、補間点(i, j)における出力値D(i, j)を以下の式により算出する。

$$D(i, j) = a \times \text{MAX} + b \times \text{MIN} + c \times P(i, j) + d \times (2^Z - 1) + e \times 0 + \text{offset} \quad (a, b, c, d, e \text{ は所定の係数、offset は任意のオフセット値})$$

上記の出力点の演算をN×M回分実行して注目画素1画素分の高解像情報の作成が終了し、出力端子106に出力される。

【0025】

以上の構成において、以下の手順により低解像情報から高解像情報を作成する。

図3は、本実施の形態の補間演算を1次元において簡単に説明するための図である。図3において、横軸方向は1次元の座標空間を示し、注目画素をjとし、前後の周辺画素を(j-1)、(j+1)とする。注目画素jにおいて、拡大して情報を作成する画素数分を注目画素ブロックと称する。すなわち、注目画素1画素から注目画素ブロック分の画素値を作成することになる。縦軸方向は画素値の深さ方向を示し、印で示した点は、注目画素及び周辺画素の原情報の画素値である。それぞれ、I(j)、I(j-1)、I(j+1)とする。

【0026】

いま、周辺画素によりエッジが形成され、注目画素がエッジ内部にあたると仮定する。注目画素及び周辺画素の原情報の画素値間を線形補間によりつなげた線をorg(k)とする(kは空間的な補間点による座標値)。ここでは説明を容易にするため、アナログ的に線をつないでいる。高解像情報の作成において、ジャギーの発生しない高解像エッジを作成するためには、入力した原情報に左右されてはならない。すなわち、作成するエッジ部では、印で示した観測点、及び線形補間により作成した線org(k)に依存してはならない。そこで、原情報をLPFで平滑化する。印がそれぞれ、注目画素及び周辺画素を平滑化した画素の画素値になる(それぞれ、filt(I(j))、filt(I(j-1))、filt(I(j+1)))とする。

10

20

30

40

50

【0027】

平滑化した 印を線形補間により結んだ線を $f i 1 t (k)$ とする。高解像のエッジはこの $f i 1 t (k)$ に基づいて作成する。 $f i 1 t (k)$ は $o r g (k)$ よりも深さ方向にコントラストの減少した濃度推移の軌跡になる。直線 T は周辺画素の最大値 ($M A X$) と最小値 ($M I N$) との平均値とする。すなわち、

$$T = (M A X + M I N) / 2 \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

となる。

【0028】

本実施の形態では、 $f i 1 t (k)$ の濃度推移線を変形することにより、新たな高解像エッジの作成を連続的な軌跡により実現する。前述したように $f i 1 t (k)$ の濃度推移線は $o r g (k)$ よりもさらにコントラストの軽減した線になっている。そこで、エッジ部を中心にしてこの傾きを急峻にするように変形させる。濃度推移線の変形は、 $f i 1 t (k)$ の濃度推移線と T の直線との外挿により算出する。

10

【0029】

すなわち、傾きを急峻に変換する推移線を $h (k)$ とすると、

$$h (k) = a \times f i 1 t (k) - (a - 1) \times T \quad \cdot \cdot \cdot (2)$$

(1)、(2) 式より、

$$h (k) = a \times f i 1 t (k) - (a - 1) \times (M A X + M I N) / 2 \quad \cdot \cdot \cdot (3)$$

並び換えると、

$$h (k) = a \times f i 1 t (k) + (- (a - 1) / 2) M A X + (- (a - 1) / 2) M I N \quad \cdot \cdot \cdot (4)$$

20

となる。

【0030】

一般的に、

$$h (k) = a \times f i 1 t (k) + b \times M A X + c \times M I N \quad \cdot \cdot \cdot (5)$$

によって、エッジの傾きを急峻にすることができる。

【0031】

図3には、 $a = 2, 3, 4, 5$ の4種類の場合の $h (k)$ の濃度推移線を示している。いずれも $f i 1 t (k)$ と T の直線との交点を中心にして、 $f i 1 t (k)$ の傾きが急峻になっている。言い換えると、エッジの中心の空間的な座標位置は $f i 1 t (k)$ の場合と変化しない濃度推移の角度だけを変化させたことになる。

30

【0032】

図4は、 $a = 5$ の場合のエッジ作成の様子を示す。当然、 $h (k)$ の推移線はコントラストを増大させているために、濃度値の大小でリミットをかける必要がある。リミットをかける限界点は、信号の有するダイナミックレンジとなる。すなわち、本実施の形態では、0から $2^Z - 1$ になる。いま Z を8、すなわち入力信号が1色あたり8ビット/画素と仮定すると、ダイナミックレンジは0から255になる。

【0033】

本実施の形態では、本出願人が先に提案した特開平9 - 252400号公報とは異なり、よりエッジのコントラストを増加させた高解像情報を作成する。図4では、 $M A X$ 、 $M I N$ の値を用いず、入力信号の取りうる最大値、最小値である“0”と“255”を用いて、以下の演算をする。

40

$$h 1 (k) = (d \times 255 + (1 - d) \times f i 1 t (k)) \quad \cdot \cdot \cdot (6)$$

$$h 2 (k) = (e \times 0 + (1 - e) \times f i 1 t (k)) \quad \cdot \cdot \cdot (7)$$

(6)、(7) 式は、固定の信号値と補間値との積和演算になっている。

図5に $d = 3 / 4$ の濃度推移線の軌跡を示す。

【0034】

(5)、(6)、(7) 式により作成した3種の推移線より以下のように出力値 $D (k)$ を選択する。

$h (k)$ $h 1 (k)$ の時

50

$D(k) = h_1(k)$
 $h_1(k) > h(k)$ $h_2(k)$ の時
 $D(k) = h(k)$
 $h_2(k) > h(k)$ の時
 $D(k) = h_2(k)$

【0035】

以上の様子を図6に示す。太線で示した実線部分が注目画素ブロックの作成する高解像情報 $D(k)$ に当たる。図6の太線から明らかなように、コントラストの低減した MAX 、 MIN においても、さらにコントラストを増加させた濃度推移線の軌跡が作成できる。しかも高解像のエッジ部においては急峻に、また、エッジ中心から空間的に離れた所は傾きをゆるやかに変化させることが可能である。例えば角度がゆるやかでも、傾斜を有していることにより、固定値でクリップする場合よりも格段に滑らかな画像が作成できる。しかもそれらの傾きの変化が連続性を持って実現することができる。すなわち、この3種の濃度推移線の本処理を実行するシステムに最適に設計することによって、自由に高解像エッジの軌跡を作成することができる。

【0036】

図7では、(6)、(7)式にさらにオフセット値 1 を加えたものである。つまり、文字等の画像を更に読みやすくするために、エッジ角度のみならず、濃度推移線が非線形的に切り替わるポイントを変化させることによって、文字の濃度を変化させることが可能である。

【0037】

また、図8は、(6)、(7)式にオフセット値 1 を、また、(5)式にオフセット値 2 を加えたものである。これは文字等の画像ではエッジ中心位置がずれるために、文字の太り、細りを制御することが可能である。オフセットを加算することによって信号のダイナミックレンジを超える場合にはクリップすることは当然である。

【0038】

また、(6)、(7)式を $f_{ilt}(k)$ と固定値との積和ではなく、 $org(k)$ と固定値との積和により算出しても良い。 $f_{ilt}(k)$ は入力した原情報の解像度依存性を除去した濃度推移線であるため、エッジの中心位置を作成する目的では大変重要である。しかし、エッジ中心位置を形成するのは(5)式であって、(6)、(7)式はエッジ中心から空間的に離れているため、 $f_{ilt}(k)$ よりもコントラストの大きい $org(k)$ を用いることも非常に有効な手段になる。

【0039】

また、本実施の形態において、 $MAX = 255$ 、もしくは $MIN = 0$ である場合でも別に不具合は生じない。逆に MAX 、及び MIN が中間レベルに存在する場合には、必要以上にエッジのコントラストを増加させてしまうことになる。そのため、本処理を実行する条件として、 $MAX - MIN$ のコントラストが、ある設定した閾値以上である場合、もしくは MAX が、ある設定した値以上、かつ、 MIN が、ある設定した値以下である場合、等の条件が必要である。また、入力した注目画素が文字部であるのか、自然画像の一部であるのかの判定条件を付加して、文字部等の人工的な画像と判断された時のみに実行させる仕様にするのも有効である。

【0040】

以上は、補間値と周囲画素との積和演算による濃度推移線と、補間値と固定値との積和演算による濃度推移線の切り替えによる軌跡について述べたが、次に、補間値、周囲画素、固定値との積和演算により濃度推移線を算出する例について述べる。

図9において、 T_1 、 T_2 はそれぞれ MAX と 255 、及び MIN と 0 との平均値を示している。

$$T_1 = (MAX + 255) / 2 \quad \dots (9)$$

$$T_2 = (MIN + 0) / 2 \quad \dots (10)$$

【0041】

10

20

30

40

50

上記の T_1 、 T_2 のそれぞれの直線と、(5)式による $h(k)$ との内挿を算出する。いま図10に示すように、 $h(k) = 5 \text{fit}(k) - 4T$ と仮定し、 T_1 、 T_2 と $h(k)$ との内挿の係数を各々 $1/2$ とすると、

$$h_3(k) = (5 \text{fit}(k) - 4T + T_1) / 2 \quad \dots (11)$$

$$h_4(k) = (5 \text{fit}(k) - 4T + T_2) / 2 \quad \dots (12)$$

【0042】

(11)、(12)式を(1)、(9)、(10)式によりまとめると、

$$h_3(k) = (-3/4) \times \text{MAX} - \text{MIN} + (5/2) \times \text{fit}(k) + (1/4) \times 255 \quad \dots (13)$$

$$h_4(k) = (-3/4) \times \text{MAX} - \text{MIN} + (5/2) \times \text{fit}(k) + (1/4) \times 0 \quad \dots (14)$$

となる。

【0043】

次に、(5)、(13)、(14)式により作成した3種の推移線より以下のように出力値 $D(k)$ を選択する。

$h(k) = h_3(k)$ の時

$$D(k) = h_3(k)$$

$h_3(k) > h(k) = h_4(k)$ の時

$$D(k) = h(k)$$

$h_4(k) > h(k)$ の時

$$D(k) = h_4(k) \quad \dots (15)$$

【0044】

以上の様子を図11に示す。太線で示した実線部分が注目画素ブロックの作成する高解像情報 $D(k)$ に当たる。当然、255、0を超える推移線はクリップする。

この推移線の長所は、角度の制御が容易である点である。すなわち、図11に示した T_1 、 T_2 のように、推移線の傾きが切り替える濃度を予め設定できるわけである。(9)、(10)式では、 T_1 は MAX と 255 の平均値、 T_2 は MIN と 0 の平均値である例を示したが、当然、この値以外に自由に設定できる。前述したように、高解像のエッジ部においては急峻に、また、エッジ中心から空間的に離れた所は傾きをゆるやかに変化させることを目的としている。その場合に、傾きをゆるやかに変化させる濃度が予め設定できれば、画像設計の自由度は大きくなる。当然図11に示した T_1 、 T_2 の2種よりも数多くの切り替え濃度を設定することも可能である。

【0045】

その場合には、除々に傾きを急峻なものからゆるやかなものに変化させることができる。傾きをゆるやかにするには、 $h(k)$ の内挿の係数を除々に減少させれば実現できる。すなわち、補間値である $\text{org}(k)$ 、もしくは $\text{fit}(k)$ と、補間アドレスである k に依存しない関数(周囲画素値や固定値)との内挿、外挿により算出した線を濃度推移の軌跡にすることによって、連続性を保ちながら自由にエッジの角度を急峻にすることもゆるやかにすることも容易にできる。

【0046】

以上、一次元にて高解像のエッジ作成について説明したが、当然二次元に拡張しても同様である。また、 MAX 、 MIN 値を検出するウィンドウと、フィルタリングするウィンドウ、また、補間に要するウィンドウは同サイズでも異なっても良い。また、補間演算とフィルタリングの演算とをまとめて積和演算の回数を減らすように実行しても良いのは当然である。また、補間方法は線形補間以外でも可能である。

【0047】

また、フィルタは平滑化を中心に述べてきたが、平滑化により重要な情報が消失してしまう場合もある。そのような恐れがある際には、はじめから異なるフィルタを用いることも可能である。あるいは画像の特徴量を評価して動的にフィルタを切り替えることも可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

また、周辺画素からの検出をMAX、MINの2種の値を抜き出して処理する例を示したが、当然ながらこの2種の値には限定しない。ウインドウ内の中間値等、他の値を有する画素であっても良いし、あるいは抜き出す画素数も2に限定することではない。例えばウインドウサイズを変化させた2種のウインドウを用いて、それぞれのウインドウ内でMAX、MINを検出し、その結果検出された合計4種の値を用いた関数により濃度推移線を作成することもできる。

【 0 0 4 9 】

また、積和演算に使用する固定値も入力信号のダイナミックレンジの最大値、最小値である“0”、“ $2^Z - 1$ ”の2種の値を用いたが、これに限定するものでもないし、2種以上の固定値を用いても良い。すなわち、抜き出す周辺画素の各画素値 $P(n)$ 、演算に使用する固定値 $Q(s)$ とすると、

$$\begin{aligned} h(k) = & a \times \text{filt}(k) \\ & + b_1 \times P(1) + b_2 \times P(2) + b_3 \times P(3) \\ & + b_4 \times P(4) + \dots \\ & + c_1 \times Q(1) + c_2 \times Q(2) + c_3 \times Q(3) \\ & + c_4 \times Q(4) + \dots \\ & \dots \dots (16) \end{aligned}$$

一般的に周辺画素を m 点抜き出し、固定値を t 種だけ用いると、

【 0 0 5 0 】

【数9】

$$h(k) = a \times \text{filt}(k) + \sum_{n=1}^m \alpha(n) P(n) + \sum_{s=1}^t \tau(s) Q(s) \text{ ---- (17)}$$

【 0 0 5 1 】

と記述することができる。この場合においても、複数の a 、 (n) 、 $P(n)$ 、 (s) 、 $Q(s)$ の組み合わせを有し、算出した複数の $h(k)$ の中から、出力値 $D(k)$ を選択することが可能である。

【 0 0 5 2 】

また、前述したように平滑化フィルタに限定しない場合には、補間点 k における補間値を $C(k)$ と記述し、任意のオフセット分を追加すると、(17)式は一般的に以下のように記述できる。

【 0 0 5 3 】

【数10】

$$h(k) = \sum_{n=1}^m \alpha(n) P(n) + \beta C(k) + \sum_{s=1}^t \tau(s) Q(s) + \omega \text{ ---- (18)}$$

【 0 0 5 4 】

(n) 、 (s) は任意の係数、 $Q(s)$ は画素値のとりうる範囲の信号値、 β は任意の値、 m は $m-1$ 、 t は $t-1$ 、ただし、 $\omega \geq 0$

【 0 0 5 5 】

【数11】

10

20

30

40

$$\sum_{s=1}^n = \alpha(n) + \beta + \sum_{s=1}^k r(s) = 1 \quad \text{-----(19)}$$

【0056】

(18)、(19)式を満たす $h(k)$ は、補間点に依存している関数と補間点とは非依存の関数との和になっている。非依存の関数は、周囲画素によるものと、周囲画素とは関連のない固定の値によるものとに分類できる。

【0057】

従来例で説明した図12の例では、近傍の観測点を置き換えるために、補間点に非依存の関数(最短距離の観測点の置き換えでは、注目画素である観測点を中心とした注目画素ブロック内は補間点に関らず一定値となる)、図13は補間点に依存の関数となっている。また、従来の高次の補間演算においても補間点に依存した関数になっている。しかし、高解像情報を作成する目的の場合には、エッジ位置の推測、コントラストの傾斜変化等の人んらかの情報作成を行わなければ画質が良好な変換はできない。つまり、補間点に依存している関数のみでは新たな情報作成は実現できない。

10

【0058】

本発明の思想は、原情報には存在しない高解像情報の推移作成にある。前述したように、(18)、(19)式を満たすものは、エッジ位置の推移、コントラストの傾斜変化等が自由に設定できる良好な変換が実現できる。また、周囲画素とは関連のない固定値による関数の項を含んでいることにより、任意に濃度を変化させたり、線幅を搭載させる制御が可能であるために、原画が劣化している場合でも、さらに良好な画質が得られる。

20

【0059】

尚、図1の各機能ブロックによるシステムは、ハード的に構成してもよく、また、CPUやメモリ等から成るマイクロコンピュータシステムに構成してもよい。マイクロコンピュータシステムに構成する場合、上記メモリは本発明による記憶媒体を構成する。この記憶媒体には、前述した処理を実行するためのプログラムが記憶される。またこの記憶媒体としてはROM、RAM等の半導体メモリ、光ディスク、光磁気ディスク、磁気媒体等を用いてよく、これらとしてCD-ROM、フロッピ(登録商標)ディスク、磁気テープ、不揮発性のメモリカード等を用いてよい。

30

【0060】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、入力した低解像度情報から高解像度情報に変換する際に、原情報の低解像性に依存せず、ジャギーの全くない画質的に良好な変換処理を実現できる。

【0061】

また、インターネットテレビ等との接続時、及びコンピュータとの接続でもスクリーン上の情報を複写するスクリーンコピーや、また、画像中に画像の一部として埋め込まれている文字をきれいに出力する用途、また、文字、図形が中心であるファクシミリ等の撮像系のMTFにより入力情報のコントラストが劣化している場合でも、入力情報のコントラスト以上の高解像画像を作成することができる。また、新たなエッジ角度、及びエッジの中心位置を自由に設計できるため、連続性のある良好なエッジを作成することができる。

40

【0062】

従って、本発明により、読み手に鮮明なジャギーレスの画像を出力することができ、情報量の少ない画像でも画質の良い出力が期待できるプリンタや、ビデオプリンタ等の製品が提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態を示すブロック図である。

【図2】平滑化フィルタの一例を示す構成図である。

【図3】高解像エッジについて説明するための構成図である。

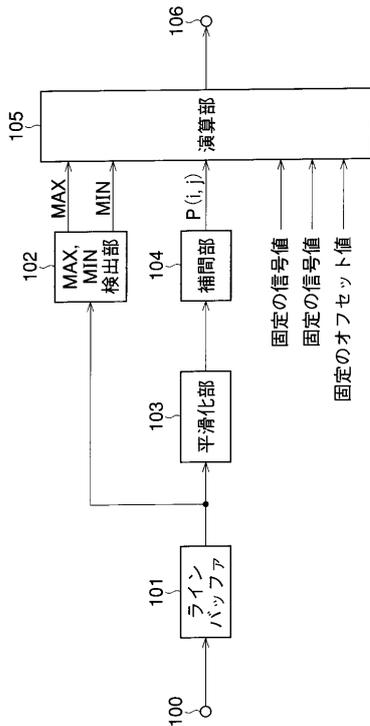
50

- 【図4】高解像エッジについて説明するための構成図である。
- 【図5】高解像エッジについて説明するための構成図である。
- 【図6】高解像エッジについて説明するための構成図である。
- 【図7】高解像エッジについて説明するための構成図である。
- 【図8】高解像エッジについて説明するための構成図である。
- 【図9】高解像エッジについて説明するための構成図である。
- 【図10】高解像エッジについて説明するための構成図である。
- 【図11】高解像エッジについて説明するための構成図である。
- 【図12】従来の最近接内挿法を示す構成図である。
- 【図13】従来の共1次内挿法を示す構成図である。
- 【図14】入力情報の例を示した構成図である。
- 【図15】図11の方法による処理例を示した構成図である。
- 【図16】図12の方法による処理例を示した構成図である。

【符号の説明】

- 101 ラインバッファ
- 102 MAX、MIN検出部
- 103 平滑化部
- 104 補間部
- 105 演算部

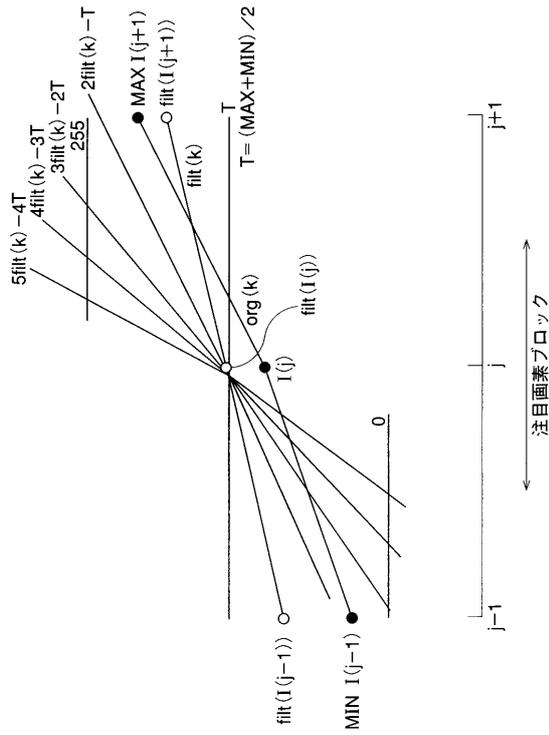
【図1】



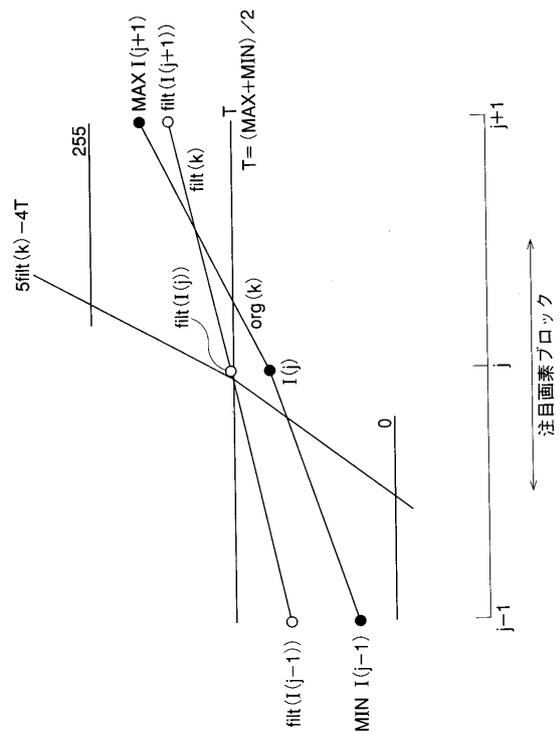
【図2】

1	1	1
1	1	1
1	1	1

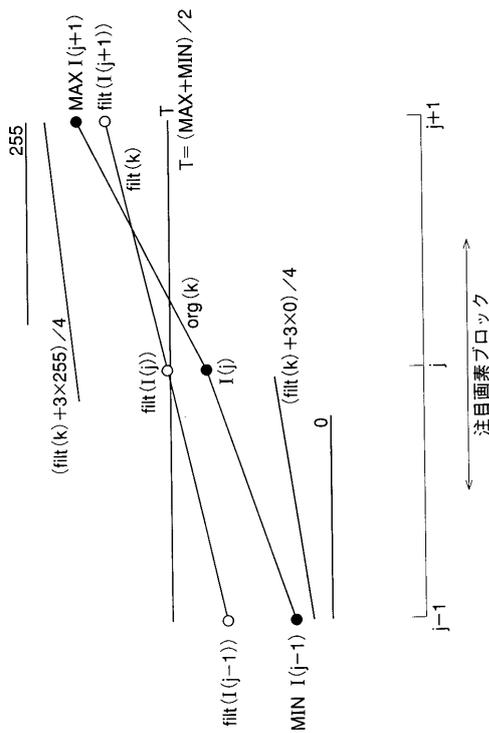
【 図 3 】



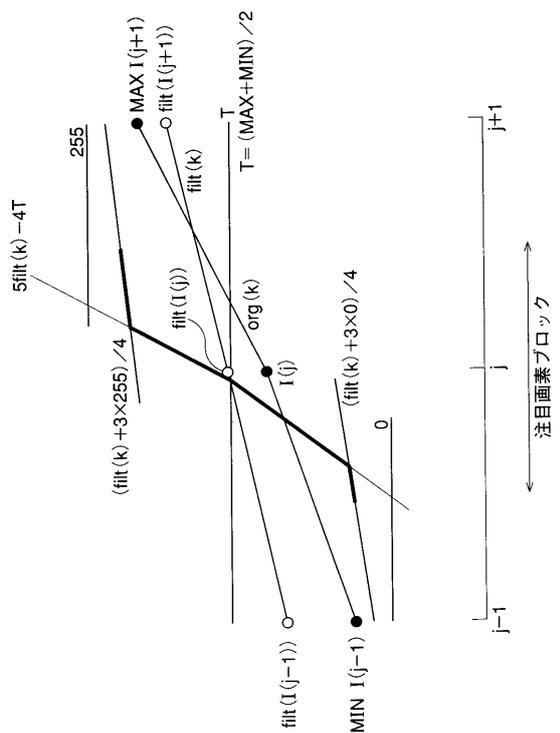
【 図 4 】



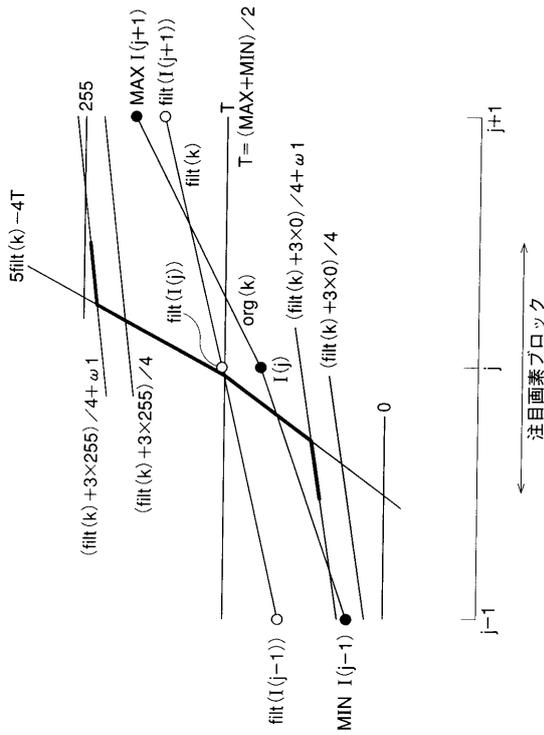
【 図 5 】



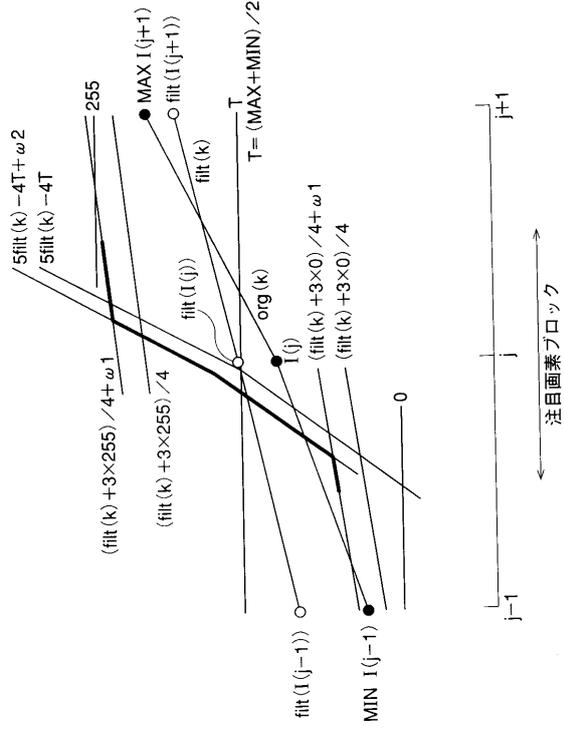
【 図 6 】



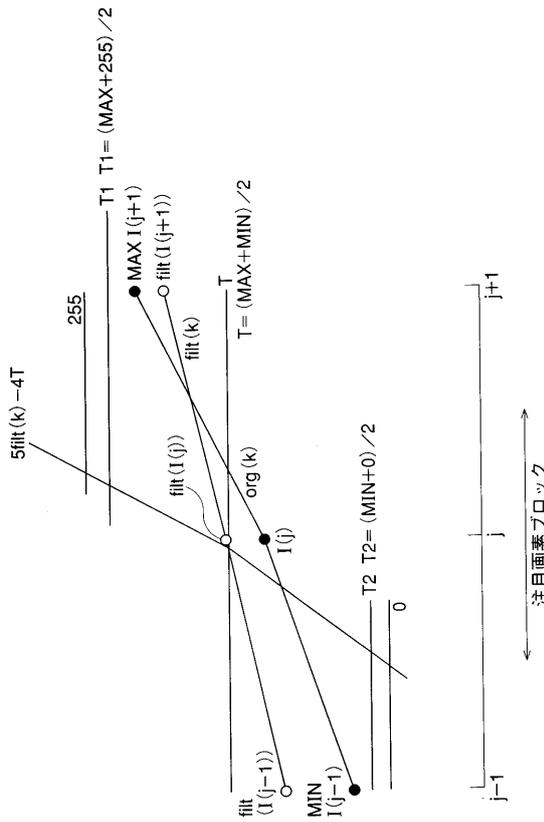
【 図 7 】



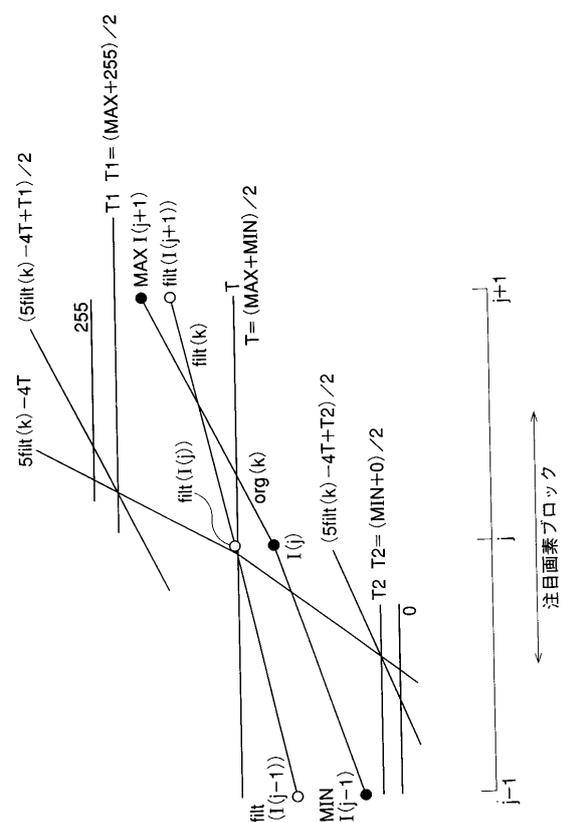
【 図 8 】



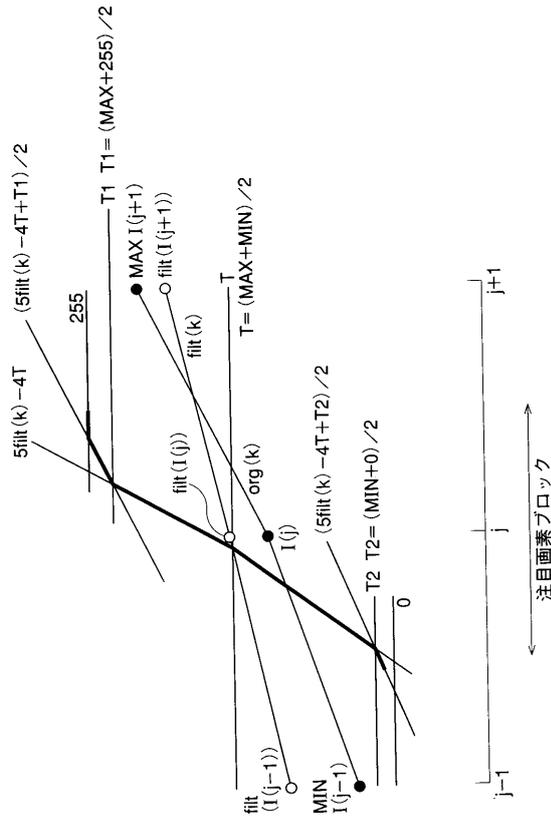
【 図 9 】



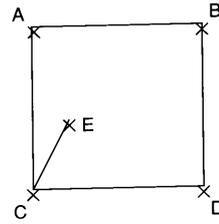
【 図 10 】



【 図 1 1 】

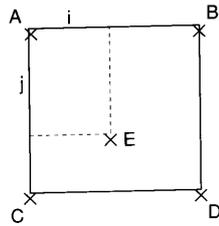


【 図 1 2 】



$J = \min(|A-E|, |B-E|, |C-E|, |D-E|) = |X-E|$
 (Jは内挿点から観測点までの最短距離
 Xは最短距離になる観測点)
 内挿点E=X

【 図 1 3 】



内挿点E = (1-i)(1-j)A + i(1-j)B + (1-i)C + ijD

【 図 1 4 】

```

200 10 10 10
10 200 10 10 ...
10 10 200 10
10 10 10 200
:
:
    
```

入力情報

【 図 1 5 】

```

200 200 10 10 10 10 10 10
200 200 10 10 10 10 10 10
10 10 200 200 10 10 10 10
10 10 200 200 10 10 10 10 ...
10 10 10 10 200 200 10 10
10 10 10 10 10 10 200 200
10 10 10 10 10 10 200 200
:
:
    
```

最近接内挿法による
 解像度変換後の情報
 <2倍×2倍>

【 図 1 6 】

```

200 105 10 10 10 10 10
105 105 105 58 10 10 10
10 105 200 105 10 10 10
10 58 105 105 105 58 10
10 10 10 105 200 105 10
10 10 10 58 105 105 105
10 10 10 10 10 105 200
10 10 10 10 10 58 105
:
:
    
```

共一次内挿法による
 解像度変換後の情報
 <2倍×2倍>