(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3584327号
(P3584327)
(45)発行日　平成16年11月4日(2004.11.4)　(24)登録日　平成16年8月13日(2004.8.13)

(51)Int.Cl.[7]		F I		
G06T	7/60	G06T	7/60	150G
G06F	3/153	G06F	3/153	320G
G06T	3/00	G06T	3/00	500A
H04N	7/18	H04N	7/18	K

請求項の数 11　(全 36 頁)

(21)出願番号　特願平5-254463
(22)出願日　平成5年10月12日(1993.10.12)
(65)公開番号　特開平7-110865
(43)公開日　平成7年4月25日(1995.4.25)
審査請求日　平成12年9月25日(2000.9.25)

(73)特許権者　000002185
ソニー株式会社
東京都品川区北品川６丁目７番３５号
(74)代理人　100094053
弁理士　佐藤　隆久
(72)発明者　藤田　雅博
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内
(72)発明者　佐藤　仁
東京都品川区北品川６丁目７番３５号　ソニー株式会社内

審査官　新井　則和

最終頁に続く

(54)【発明の名称】画像信号分析方法と装置および画像信号合成方法と装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
２次元原画像データについて第１回目の微分処理を行い前記２次元原画像データのエッジを検出する情報変化分析手段と、
前記２次元原画像データの特徴点を検出する特徴点検出手段であって、前記情報変化分析手段において検出した前記画像データのエッジについて前記第１回目の微分処理と同じ方向に第２回目の微分処理を行い、該第２回目の微分処理した結果の値が０となったゼロクロス点を前記２次元原画像データの特徴点として検出する特徴点検出手段と、
特徴点符号化手段であって、
（ａ）前記特徴点検出手段で求めた前記ゼロクロス点からなるエッジ曲線の曲率を算出し、
（ｂ）該算出した曲率を用いて合成曲線を算出し、
（ｃ）前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以上のとき、前記エッジ曲線の曲率を微分し、該微分した微分曲率を前記曲率に加算して前記曲率を更新し、該更新した曲率を用いて前記合成曲線を算出する処理を、前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以下になるまで繰り返して、前記エッジ曲線の曲率を連続的に求める、特徴点符号化手段と、
前記特徴点検出手段において検出した前記２次元原画像データの特徴点の上で前記情報変化分析手段で求めた前記２次元原画像データのエッジを分析して、圧縮符号化を行う、情

報符号化手段と、
前記特徴点符号化手段で求めた前記エッジ曲線の曲率と、前記情報符号化手段で求めた圧縮符号化データの冗長度を圧縮する、または、量子化のためのビット割当を行う、総合符号化手段と
を具備する画像信号分析装置。
【請求項２】
２次元原画像データについて第１回目の微分処理を行い前記２次元原画像データのエッジを検出する情報変化分析手段と、
前記２次元原画像データの特徴点を検出する特徴点検出手段であって、前記情報変化分析手段において検出した前記画像データのエッジについて前記第１回目の微分処理と同じ方向に第２回目の微分処理を行い、該第２回目の微分処理した結果の値が０となったゼロクロス点を前記２次元原画像データの特徴点として検出する特徴点検出手段と、
特徴点符号化手段であって、
（ａ）前記特徴点検出手段で求めた前記ゼロクロス点からなるエッジ曲線の曲率を算出し、
（ｂ）該算出した曲率の極値を求め、
（ｃ）該算出した曲率の極値と、該極値以外の部分を補間した値とを用いて合成曲線を算出し、
（ｄ）前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以上のとき、前記エッジ曲線の曲率を微分し、該微分した微分曲率を前記曲率に加算して前記曲率を更新し、該更新した曲率の極値と該極値以外の部分を補間した値とを用いて前記合成曲線を算出する処理を、前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以下になるまで繰り返して、前記エッジ曲線の曲率を連続的に求める、
特徴点符号化手段と、
前記特徴点検出手段において検出した前記２次元原画像データの特徴点の上で前記情報変化分析手段で求めた前記２次元原画像データのエッジを分析して、圧縮符号化を行う、情報符号化手段と、
前記特徴点符号化手段で求めた前記エッジ曲線の曲率と、前記情報符号化手段で求めた圧縮符号化データの冗長度を圧縮する、または、量子化のためのビット割当を行う、総合符号化手段と
を具備する画像信号分析装置。
【請求項３】
前記情報変化分析手段は、
前記２次元画像データに２次元スムージング関数を畳み込んで前記２次元画像データのＤＣ成分を算出し、
該算出したＤＣ成分を前記２次元画像データから減じて前記ＤＣ成分を含まない画像データを生成し、
該ＤＣ成分を含まない画像データに対して異なる解像度スケールを持つ２次元スムージング関数を１階微分した関数を適用して前記２次元画像データのエッジを検出する、
請求項１または２記載の画像信号分析装置。
【請求項４】
前記特徴点検出手段は、前記情報変化分析手段において検出した前記２次元画像データのエッジに前記２次元スムージング関数を２階微分した関数を適用し、得られたゼロクロス点を前記画像データの特徴点として検出する、
請求項３に記載の画像信号分析装置。
【請求項５】
前記特徴点符号化手段は、所定の範囲内に前記ゼロクロス点が複数存在するとき、１つのゼロクロス点として集合して前記信号処理を行う、

請求項４記載の画像信号分析装置。
【請求項６】
前記特徴点符号化手段は、
前記ゼロクロス点を前記２次元原画像データの特徴点として２次元平面において連結して特徴点曲線を検出し、
該算出した特徴点曲線の曲率を算出する、
請求項５記載の画像信号分析装置。
【請求項７】
前記特徴点符号化手段は、前記最終的に求めたエッジ曲線の曲率についてスムーシング関数を畳み込んで、得られた曲率の振動性を改善する、
請求項１～６のいずれかに記載の画像信号分析装置。
【請求項８】
請求項１～７のいずれかに記載の画像信号分析装置で符号化されたデータを復号する画像信号合成装置であって、
前記総合符号化手段の処理と逆の処理を行い、前記特徴点符号化手段および前記情報符号化手段の出力情報を再生する総合再生手段と、
該総合再生手段において再生された特徴点の位置に関する情報に基づいて、前記特徴点と前記情報符号化手段の出力情報に該当する情報を２次元空間に配置し、特徴点以外の場所における画像成分を補間する、情報再生手段と、
該情報再生手段において求めた情報に基づいて、前記情報変化分析手段に入力された前記２次元原画像データに対応する画像データを再生する原画像データ再生手段と、
を具備する、画像信号合成装置。
【請求項９】
２次元原画像データについて第１回目の微分処理を行い前記２次元原画像データのエッジを検出する情報変化分析ステップと、
前記２次元原画像データの特徴点を検出する特徴点検出ステップであって、前記情報変化分析ステップにおいて検出した前記画像データのエッジについて前記第１回目の微分処理と同じ方向に第２回目の微分処理を行い、該第２回目の微分処理した結果の値が０となったゼロクロス点を前記２次元原画像データの特徴点として検出する、特徴点検出ステップと、
特徴点符号化ステップであって、
（ａ）前記特徴点検出ステップで求めた前記ゼロクロス点からなるエッジ曲線の曲率を算出し、
（ｂ）該算出した曲率を用いて合成曲線を算出し、
（ｃ）前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以上のとき、前記エッジ曲線の曲率を微分し、該微分した微分曲率を前記曲率に加算して前記曲率を更新し、該更新した曲率を用いて前記合成曲線を算出する処理を、前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以下になるまで繰り返して、前記エッジ曲線の曲率を求める、特徴点符号化ステップと、
前記特徴点検出ステップにおいて検出した前記２次元原画像データの特徴点の上で前記情報変化分析ステップで求めた前記２次元原画像データのエッジを分析して、圧縮符号化を行う、情報符号化ステップと、
前記特徴点符号化ステップで求めた前記エッジ曲線の曲率と、前記情報符号化ステップで求めた圧縮符号化データの冗長度を圧縮する、または、量子化のためのビット割当を行う、総合符号化ステップと
を具備する画像信号分析方法。
【請求項１０】
２次元原画像データについて第１回目の微分処理を行い前記２次元原画像データのエッジを検出する情報変化分析ステップと、

前記２次元原画像データの特徴点を検出する特徴点検出ステップであって、前記情報変化分析ステップにおいて検出した前記画像データのエッジについて前記第１回目の微分処理と同じ方向に第２回目の微分処理を行い、該第２回目の微分処理した結果の値が０となったゼロクロス点を前記２次元原画像データの特徴点として検出する特徴点検出ステップと、
特徴点符号化ステップであって、
（ａ）前記特徴点検出手段で求めた前記ゼロクロス点からなるエッジ曲線の曲率を算出し、
（ｂ）該算出した曲率の極値を求め、
（ｃ）該算出した曲率の極値と、該極値以外の部分を補間した値とを用いて合成曲線を算出し、
（ｄ）前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以上のとき、前記エッジ曲線の曲率を微分し、該微分した微分曲率を前記曲率に加算して前記曲率を更新し、該更新した曲率の極値と該極値以外の部分を補間した値とを用いて前記合成曲線を算出する処理を、前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以下になるまで繰り返して、前記エッジ曲線の曲率を連続的に求める、
特徴点符号化ステップと、
前記特徴点検出ステップにおいて検出した前記２次元原画像データの特徴点の上で前記情報変化分析ステップで求めた前記２次元原画像データのエッジを分析して、圧縮符号化を行う、情報符号化ステップと、
前記特徴点符号化ステップで求めた前記エッジ曲線の曲率と、前記情報符号化ステップで求めた圧縮符号化データの冗長度を圧縮する、または、量子化のためのビット割当を行う、総合符号化ステップと
を具備する画像信号分析方法。
【請求項１１】
請求項９または１０に記載の画像信号分析方法で符号化されたデータを復号する画像信号合成方法であって、
前記総合符号化ステップの処理と逆の処理を行い、前記特徴点符号化ステップおよび前記情報符号化ステップの出力情報を再生する総合再生ステップと、
該総合再生ステップにおいて再生された特徴点の位置に関する情報に基づいて、前記特徴点と前記情報符号化ステップの出力情報に該当する情報を２次元空間に配置し、特徴点以外の場所における画像成分を補間する、情報再生ステップと、
該情報再生ステップにおいて求めた情報に基づいて、前記情報変化分析ステップに入力された前記２次元原画像データに対応する画像データを再生する原画像データ再生ステップと、
を具備する、画像信号合成方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【産業上の利用分野】
本発明は、画像信号処理装置に関するものであり、特に、画像記録、通信などの分野で利用される画像データの分析と合成に使用する信号分析合成装置、画像信号合成装置、および、それらの方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
近年、画像信号の分析合成の手法として信号のエッジに注目してそこにおける情報から元の信号を合成する手法が報告されている。
例えば、論文、Stephan Mallat、他、“Characterization of Signals from Multiscale Edges“ 、IEEE TRANSACTIONS ON PATTERN ANALYSIS AND MACHINE INTELLIGENCE,VOL 14,

NO.7,JULY 1992,pp.710-732 においては、まず、一次元の画像の分析または合成の対象となる信号f(x)を想定する。
この例では、この信号を後述する複数の解像度スケールを用いる多重解像度法を用いて分析することから始めている。このときに用いる分析フィルターの特性関数は、周波数領域wにおいて下記式で表される。
【０００３】
【数１】

$$\hat{\phi}_a(w) = iw(\sin(w/4)/(w/4))^3 \qquad \cdots (1-1)$$

【０００４】
ただし、記号ｉは虚数を表し、 aは多重解像度における解像度スケールを表す。また、上付山形記号（上付ハット記号）は、その関数のフーリエ変換を表す。
これは、同じく周波数領域で下記式で表される関数の元の画像の分析または合成の対象となる信号の領域x でのフィルター関数W(x)の微分である。
【０００５】
【数２】

$$\hat{\theta}(w) = (\sin(w/4)/(w/4))^3 \qquad \cdots (1-2)$$

【０００６】
このフィルターの特性関数 W(x) と、上記領域ｘにおける画像の分析または合成の対象となる元の信号（原信号）f(x)を畳み込んだ結果を、関数 Wa f(x)と表す。上記文献ではこの振幅の絶対値/Waf(x)/の極大値を与える位置(Xn)（ただし、n は自然数である）、のフィルターの出力関数Wa f(Xn)だけを用いて画像の分析または合成の対象となる元の信号f(x)を近似できることを示している。
【０００７】
極大値からの復元の説明の前に、関数 Waf(x) から画像の分析または合成の対象となる元の信号f(x)を復元することについて述べる。
それは、ウェーブレットと呼ばれ近年盛んに研究されている方法である。分析関数を下記式で表わせば、
【０００８】
【数３】

$$\hat{\phi}_j(w) = iw(\sin(2^{-j}w/4)/(2^{-j}w/4))^3 \qquad \cdots (1-3)$$

【０００９】
となり、信号合成に用いるフィルターの特性は、
【００１０】
【数４】

$$\hat{\phi}_j^*(w) = \frac{\hat{\bar{\phi}}_j(w)}{\sum_{j=j1}^{jJ} ||\hat{\phi}(2^{-j}w)||^2} \quad \cdots (1-4)$$

【００１１】
となる。
ここで、頭部の記号－は複素共役を表す。また、j=j1,,,jJ である。
【００１２】
ここで、画像信号分析および画像信号合成に関してまとめる。
画像の分析または合成の対象となる元の信号（原信号）をfo(x) とし、式１－２で規定される関数をfo(x) に乗じてＤＣ成分S_{jJ}を算出して、算出したＤＣ成分S_{jJ}をfo(x) から減じて、原信号fo(x) の交流成分であり原信号fo(x) を分析するための分析信号（関数）ｆ（ｘ）を求めると、
【００１３】
【数５】

$$S_{jJ} = \theta_{jJ}(x) * f_o(x)$$

$$f(x) = f_o(x) - S_{jJ} \quad \cdots (1-5)$$

【００１４】
として表され、算出した分析関数ｆ（ｘ）に、式１－２～１－３で規定されるウェーブレット関数を適用すると、
【００１５】
【数６】

$$W_j f(x) = f(x) * \phi_j(x) * f(x) \quad \cdots (1-6)$$

【００１６】
となる。式１－６から分析関数ｆ（ｘ）を求める。ただし、j=j1，・・,jJ について分析する。
【００１７】
【数７】

$$f(x) = \sum_{j=j1}^{jJ} \phi_j^*(x) * W_j f(x) \quad \cdots (1-7)$$

【００１８】
【数８】

$$f_o(x) = f(x) + S_{jJ}(x) \quad \cdots (1-8)$$

【００１９】
で合成される。S_{jJ}は上述したＤＣ成分である。
このようにして、関数Wj f(x) と関数SjJ(x)から画像の分析または合成の対象となる元の信号（原信号）fo(x) を復元することができる。
したがって、先に述べた関数Wj f(xn)から関数Wj f(x) を補間することにより関数Wj f(x) を近似し、上述した逆変換処理を行って分析関数f の近似を得ることができる。
補間する方法としては、補関して得られた関数をWj'f(x) とすると、
【００２０】
【数９】

$$e(x) = W_j f(x) - \dot{W}_j f(x) \quad \cdots (1-9)$$

【００２１】
という関数を
【００２２】
【数１０】

$$e(x) = \alpha \exp(Ax) + \beta \exp(-Ax) \quad \cdots (1-10)$$

【００２３】
という形のものとして、２点、Xnj 、Xn+1j を通ることを用いて、下記式
【００２４】
【数１１】

$$e(x_n^j) = W_j f(x_n^j) - \dot{W}_j f(x_n^j)$$
$$e(x_{n+1}^j) = W_j f(x_{n+1}^j) - \dot{W}_j f(x_{n+1}^j) \quad \cdots (1-11)$$

【００２５】
より、上式の多重解像度における解像度スケール aを求め、それを式１－１０に代入し、
【００２６】
【数１２】

$$\dot{W}_j f(x) = \dot{W}_j f(x) + e(x) \quad \cdots (1-12)$$

【００２７】
と補間関数を更新する。
これを、式１－７を用いて元の信号（原信号）についての分析関数f(x)の推定値 f'(x)を求め、再び式１－６を用いてそれを、関数Wj' f(x)として再定義する。
これを、繰り返すことにより、推定関数f'(x) を更新して、分析関数f(x)を復元していく

。
最後に、式１－８を用いて、ＤＣ成分$S_{1,1}$を復帰させて画像の分析または合成の対象となる元の信号（原信号）fo(x) を得る。
【００２８】
【発明が解決しようとする課題】
以上述べた論文に記載された画像圧縮の方法のほかにも、画像圧縮の方法は数多く考えられているが、画質および圧縮率をさらに高めなければならないという要請がある。
この要請に応えるべく、２次元画像に関しては視覚特性が輝度が急変するエッジに対して敏感であることを考慮して、その部分を忠実に再現する試みが報告されているが、圧縮率を高くするという点においてまだ充分ではない。
【００２９】
したがって、本発明は一層圧縮効率のよい画像信号処理装置（信号分析・合成装置）を提供することを目的とする。
【００３０】
【課題を解決するための手段】
本発明の第１観点によれば、２次元原画像データについて第１回目の微分処理を行い前記２次元原画像データのエッジを検出する情報変化分析手段と、
前記２次元原画像データの特徴点を検出する特徴点検出手段であって、前記情報変化分析手段において検出した前記画像データのエッジについて前記第１回目の微分処理と同じ方向に第２回目の微分処理を行い、該第２回目の微分処理した結果の値が０となったゼロクロス点を前記２次元原画像データの特徴点として検出する特徴点検出手段と、
特徴点符号化手段であって、前記特徴点検出手段で求めた前記ゼロクロス点からなるエッジ曲線の曲率を算出し、該算出した曲率を用いて合成曲線を算出し、前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以上のとき、前記エッジ曲線の曲率を微分し、該微分した微分曲率を前記曲率に加算して前記曲率を更新し、該更新した曲率を用いて前記合成曲線を算出する処理を、前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以下になるまで繰り返して、前記エッジ曲線の曲率を求める、特徴点符号化手段と、
前記特徴点検出手段において検出した前記２次元原画像データの特徴点の上で前記情報変化分析手段で求めた前記２次元原画像データのエッジを分析して、圧縮符号化を行う、情報符号化手段と、
前記特徴点符号化手段で求めた前記エッジ曲線の曲率と、前記情報符号化手段で求めた圧縮符号化データの冗長度を圧縮する、または、量子化のためのビット割当を行う、総合符号化手段と
を具備する画像信号分析装置が提供される。
【００３１】
本発明の第２観点によれば、２次元原画像データについて第１回目の微分処理を行い前記２次元原画像データのエッジを検出する情報変化分析手段と、
前記２次元原画像データの特徴点を検出する特徴点検出手段であって、前記情報変化分析手段において検出した前記画像データのエッジについて前記第１回目の微分処理と同じ方向に第２回目の微分処理を行い、該第２回目の微分処理した結果の値が０となったゼロクロス点を前記２次元原画像データの特徴点として検出する特徴点検出手段と、
特徴点符号化手段であって、前記特徴点検出手段で求めた前記ゼロクロス点からなるエッジ曲線の曲率を算出し、該算出した曲率の極値を求め、該算出した曲率の極値と、該極値以外の部分を補間した値とを用いて合成曲線を算出し、前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以上のとき、前記エッジ曲線の曲率を微分し、該微分した微分曲率を前記曲率に加算して前記曲率を更新し、該更新した曲率の極値と該極値以外の部分を補間した値とを用いて前記合成曲線を算出する処理を、前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点

から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以下になるまで繰り返して、前記エッジ曲線の曲率を連続的に求める、特徴点符号化手段と、
前記特徴点検出手段において検出した前記２次元原画像データの特徴点の上で前記情報変化分析手段で求めた前記２次元原画像データのエッジを分析して、圧縮符号化を行う、情報符号化手段と、
前記特徴点符号化手段で求めた前記エッジ曲線の曲率と、前記情報符号化手段で求めた圧縮符号化データの冗長度を圧縮する、または、量子化のためのビット割当を行う、総合符号化手段と
を具備する画像信号分析装置が提供される。

【００３２】

本発明の第３観点によれば、上記いずれかに記載の画像信号分析装置で符号化されたデータを復号する画像信号合成装置であって、
前記総合符号化手段の処理と逆の処理を行い、前記特徴点符号化手段および前記情報符号化手段の出力情報を再生する総合再生手段と、
該総合再生手段において再生された特徴点の位置に関する情報に基づいて、前記特徴点と前記情報符号化手段の出力情報に該当する情報を２次元空間に配置し、特徴点以外の場所における画像成分を補間する、情報再生手段と、
該情報再生手段において求めた情報に基づいて、前記情報変化分析手段に入力された前記２次元原画像データに対応する画像データを再生する原画像データ再生手段と
を具備する画像信号合成装置が提供される。

【００３３】

本発明の第４観点によれば、２次元原画像データについて第１回目の微分処理を行い前記２次元原画像データのエッジを検出する情報変化分析ステップと、
前記２次元原画像データの特徴点を検出する特徴点検出ステップであって、前記情報変化分析ステップにおいて検出した前記画像データのエッジについて前記第１回目の微分処理と同じ方向に第２回目の微分処理を行い、該第２回目の微分処理した結果の値が０となったゼロクロス点を前記２次元原画像データの特徴点として検出する、特徴点検出ステップと、
特徴点符号化ステップであって、（ａ）前記特徴点検出ステップで求めた前記ゼロクロス点からなるエッジ曲線の曲率を算出し、（ｂ）該算出した曲率を用いて合成曲線を算出し、（ｃ）前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以上のとき、前記エッジ曲線の曲率を微分し、該微分した微分曲率を前記曲率に加算して前記曲率を更新し、該更新した曲率を用いて前記合成曲線を算出する処理を、前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以下になるまで繰り返して、前記エッジ曲線の曲率を求める、特徴点符号化ステップと、
前記特徴点検出ステップにおいて検出した前記２次元原画像データの特徴点の上で前記情報変化分析ステップで求めた前記２次元原画像データのエッジを分析して、圧縮符号化を行う、情報符号化ステップと、
前記特徴点符号化ステップで求めた前記エッジ曲線の曲率と、前記情報符号化ステップで求めた圧縮符号化データの冗長度を圧縮する、または、量子化のためのビット割当を行う、総合符号化ステップと
を具備する、画像信号分析方法が提供される。

【００３４】

本発明の第５観点によれば、２次元原画像データについて第１回目の微分処理を行い前記２次元原画像データのエッジを検出する情報変化分析ステップと、
前記２次元原画像データの特徴点を検出する特徴点検出ステップであって、前記情報変化分析ステップにおいて検出した前記画像データのエッジについて前記第１回目の微分処理と同じ方向に第２回目の微分処理を行い、該第２回目の微分処理した結果の値が０となったゼロクロス点を前記２次元原画像データの特徴点として検出する特徴点検出ステップと

、
特徴点符号化ステップであって、（ａ）前記特徴点検出手段で求めた前記ゼロクロス点からなるエッジ曲線の曲率を算出し、（ｂ）該算出した曲率の極値を求め、（ｃ）該算出した曲率の極値と、該極値以外の部分を補間した値とを用いて合成曲線を算出し、（ｄ）前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以上のとき、前記エッジ曲線の曲率を微分し、該微分した微分曲率を前記曲率に加算して前記曲率を更新し、該更新した曲率の極値と該極値以外の部分を補間した値とを用いて前記合成曲線を算出する処理を、前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以下になるまで繰り返して、前記エッジ曲線の曲率を連続的に求める、特徴点符号化ステップと、
前記特徴点検出ステップにおいて検出した前記２次元原画像データの特徴点の上で前記情報変化分析ステップで求めた前記２次元原画像データのエッジを分析して、圧縮符号化を行う、情報符号化ステップと、
前記特徴点符号化ステップで求めた前記エッジ曲線の曲率と、前記情報符号化ステップで求めた圧縮符号化データの冗長度を圧縮する、または、量子化のためのビット割当を行う、総合符号化ステップと
を具備する画像信号分析方法が提供される。
【００３５】
本発明の第６観点によれば、上記画像信号分析方法で符号化されたデータを復号する画像信号合成方法であって、
前記総合符号化ステップの処理と逆の処理を行い、前記特徴点符号化ステップおよび前記情報符号化ステップの出力情報を再生する総合再生ステップと、
該総合再生ステップにおいて再生された特徴点の位置に関する情報に基づいて、前記特徴点と前記情報符号化ステップの出力情報に該当する情報を２次元空間に配置し、特徴点以外の場所における画像成分を補間する、情報再生ステップと、
該情報再生ステップにおいて求めた情報に基づいて、前記情報変化分析ステップに入力された前記２次元原画像データに対応する画像データを再生する原画像データ再生ステップと
を具備する、画像信号合成方法が提供される。
【００３６】
【作用】
請求項１、８に記載の本発明の画像信号分析装置および方法において、
（１）２次元原画像データについて第１回目の微分処理を行い前記２次元原画像データのエッジを検出し、
（２）検出した画像データのエッジについて前記第１回目の微分処理と同じ方向に第２回目の微分処理を行い、該第２回目の微分処理した結果の値が０となったゼロクロス点を前記２次元原画像データの特徴点として検出し、
（３）前記求めた前記ゼロクロス点からなるエッジ曲線の曲率を算出し、該算出した曲率を用いて合成曲線を算出し、前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以上のとき、前記エッジ曲線の曲率を微分し、該微分した微分曲率を前記曲率に加算して前記曲率を更新し、該更新した曲率を用いて前記合成曲線を算出する処理を、前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以下になるまで繰り返して、前記エッジ曲線の曲率を連続的に求め、
（４）前記検出した前記２次元原画像データの特徴点の上で前記求めた２次元原画像データのエッジを分析して、圧縮符号化を行い、
（５）前記求めた前記エッジ曲線の曲率と、前記求めた圧縮符号化データの冗長度を圧縮する、または、量子化のためのビット割当を行う。
【００３７】

請求項２、９に記載の本発明の画像信号分析装置および方法において、請求項１、８に記載の画像信号分析装置および方法に対して、上記（３）において、曲率の極値を用いて合成曲線を算出する点が異なる。すなわち、曲率の極値を求め、該算出した曲率の極値と、該極値以外の部分を補間した値とを用いて合成曲線を算出する。
エッジ曲線および算出した合成曲線の始点から終点に至るまでエッジ曲線と算出した合成曲線との誤差が所定値以上のとき、エッジ曲線の曲率を微分し、該微分した微分曲率を前記曲率に加算して前記曲率を更新し、該更新した曲率の極値と該極値以外の部分を補間した値とを用いて前記合成曲線を算出する処理を、前記エッジ曲線および前記算出した合成曲線の始点から終点に至るまで前記エッジ曲線と前記算出した合成曲線との誤差が所定値以下になるまで繰り返して、前記エッジ曲線の曲率を連続的に求める。
【００３８】
請求項１０、１１に記載の画像信号合成装置および方法は、上記した画像信号分析装置および方法と逆の処理を行う。
【００３９】
【実施例】
以下に、本発明の画像信号処理装置の実施例としての信号分析合成装置およびその方法の実施例について説明する。
本発明の画像信号処理装置では、２次元上に分布する画像情報（２次元画像データ）の変化を分析し、その分析によって得られた変化の特徴点における画像情報を用いて元の画像を近似し、復元する。
【００４０】
本発明の第１実施例では、２次元空間における画像データのエッジを検出し、検出したエッジを接続してエッジ曲線を検出し、検出したエッジ曲線を、該曲線の始点、始点からの距離、曲率、始点における単位ベクトルで表現し、エラーフィードバックをかけながらエッジ曲線を合成する。
【００４１】
また本発明の第２実施例では、２次元空間における画像データのエッジを検出し、検出したエッジを接続してエッジ曲線を検出し、検出したエッジ曲線の曲率の極値（極大値と極小値）、エッジ曲線の始点、始点からの距離、始点における単位ベクトルで表現し、さらに好適には、曲率の極値（極大値と極小値）以外の点の曲線情報を補間し、エラーフィードバックをかけながらエッジ曲線を合成する。
【００４２】
以下、図１を参照し、本発明の画像信号処理装置の実施例としての画像信号分析合成装置１の構成を説明する。
図１は、本発明の画像信号分析合成装置１の一実施例の構成を示すブロック図である。実施例１、実施例２とも、構成は同様の構成からなるが、特徴点符号化部の処理内容が異なる。
【００４３】
画像信号分析合成装置１は、画像信号分析装置１０および画像信号合成装置２０で構成される。
画像信号分析装置１０は画像メモリ１１、情報変化分析部１２、特徴点検出部１３、特徴点符号化部１４、情報符号化部１５および総合符号化部１６を有する。
画像信号合成装置２０は、総合再生部２１、情報再生部２２および元画像（原画像）再生部２３を有する。
画像信号分析装置１０および画像信号合成装置２０の各部分はそれぞれに独立したハードウェアで構成されるか、あるいは同一計算機上でソフトウェア的に構成されるかを問わない。
【００４４】
画像メモリ１１は、本発明の実施の形態における、画像の分析または合成の対象となる、白黒の、元の２次元画像データ（原２次元画像データ）を記憶するためのメモリである。

情報変化分析部１２は、画像メモリ１１に記憶された、元の２次元画像データ（原２次元画像データ）を入力し、原２次元画像データの輝度の変化について２次元分析を行なう。
情報変化分析部１２より出力された分析結果（輝度の変化）は、特徴点検出部１３と、情報符号化部１５に入力される。
特徴点検出部１３は、入力された分析結果（輝度の変化）を解析し、原２次元画像データの特徴点の存在する場所を２次元上に点として表現し、特徴点符号化部１４と、情報符号化部１５に入力する。

【００４５】

特徴点符号化部１４は、特徴点検出部１３の解析結果をさらに処理し、第１実施例においては、特徴点の存在する場所を連結して曲線を抽出し、あるいは、第２実施例においては、曲線の曲率、曲率の最大と最小の場所と原２次元画像データの始点からの距離により曲線を表現する。

【００４６】

情報符号化部１５は、情報変化分析部１２と特徴点検出部１３からの結果を入力し、入力された画像を再生するために必要な情報を得るための分析を上述の特徴点において実行し、その分析結果を総合符号化部１６に入力する。
総合符号化部１６は、特徴点符号化部１４および情報符号化部１５の出力情報を符号化する。

【００４７】

総合再生部２１は、総合符号化部１６で符号化された情報を逆符号化して特徴点符号化部１４および情報符号化部１５の出力情報を再生する。
情報再生部２２は、総合再生部２１で再生された特徴点の位置に関する情報に基づいて、特徴点と情報部符号部１５の出力情報を２次元空間上に配置する。そして、特徴点以外の場所における画像成分も補間を行なうことにより、元の画像データ（原画像データ）の視覚的に重要である輝度変化の激しい部分は忠実に近似し、その他の部分はなだらかに近似する。
元画像再生部２３は、情報再生部２２の再生した情報に基づいて画像を合成し、再生する。

【００４８】

以下、本発明の画像信号分析合成装置の第１の実施例について説明する。
画像メモリ１１は、カメラやビデオなどの画像信号出力装置より得られた、画像の分析または合成の対象となる２次元画像情報（原画像データ）をメモリー上に記憶する。この画像情報は、画像上の位置（座標x,y ）によって表され、画像データＩｏ(x,y) として表現される。この画像データは、画像データとして情報変化分析部１２から処理のためにアクセスされる。

【００４９】

情報変化分析部１２は、画像メモリ１１に記憶された元の画像データ（原画像データ）の２次元的な変化を分析する。具体的には、後述する多重解像度での各方向へ方向性のあるフィルタリング処理を行なう。つまり、情報変化分析部１２は二次元空間における原画像データのエッジを検出する。
多重解像度とは、周波数空間において帯域の異なるいくつかのフィルタを用いて信号を帯域ごとに分割することを意味し、複数の解像度スケールでｊ＝ｊ１，，，ｊＪまで行う。ここではまず、ＤＣ成分が独立に処理される。
ＤＣ成分は、入力された画像の分析または合成の対象となる原画像データＩｏ(x,y) にスムージング関数Ｇ(x,y;σj)を畳み込むことにより抽出される。
ＤＣ成分の分析は次式で表される。

【００５０】

【数１３】

$$S_{jJ}(x,y) = G(x,y;\sigma_{jJ}) * I_0(x,y) \qquad \cdots (2-1)$$

【００５１】
ここで式中の記号＊は２次元の畳み込み演算を表す。
入力された画像データＩｏ(x,y) から、式２－１で得られたＤＣ成分を引いた交流信号成分の画像データＩ(x,y) は次式で表される。
【００５２】
【数１４】

$$I(x,y) = I_0(x,y) - S_{jJ}(x,y) \qquad \cdots (2-2)$$

【００５３】
このＤＣ成分を含まない画像信号（データ）Ｉ(x,y) に対して画像の変化を分析する。
まず、画像信号Ｉ(x,y) に対して、スムージング関数Ｇ(x,y; σ$_j$) をｘ，ｙ方向にそれぞれ１階微分した、異なる解像度スケールを持つ複数の分析フィルタによる多重解像度の分析を考える。
いま、解像度スケールに関するインデックスをｊ＝ｊ１，，，ｊＪとすると１次微分型の分析フィルタは、下記式で表される。
【００５４】
【数１５】

$$G_x(x,y;\sigma_j) = \frac{d}{dx}G(x,y;\sigma_j) \qquad \cdots (2-3)$$

【００５５】
【数１６】

$$G_y(x,y;\sigma_j) = \frac{d}{dy}G(x,y;\sigma_j) \qquad \cdots (2-4)$$

【００５６】
そしてこの分析フィルタの、下記式で表されるスムージング関数Ｇ１ｙ(x,y; σj)、Ｇ１ｙ(x,y; σ$_j$) を用いて、
【００５７】
【数１７】

$$W_x I(x,y;\sigma_j) = G_x(x,y;\sigma_j) * I(x,y) \qquad \cdots (2-5)$$

【００５８】
【数１８】

$$W_y I(x,y;\sigma_j) = G_y(x,y;\sigma_j) * I(x,y) \quad \cdots (2-6)$$

【００５９】
により分析が行なわれる。
【００６０】
特徴点検出部１３は、情報変化分析部１２の分析結果、つまり、二次元空間における原画像データのエッジの極大値および極小値の場所を抽出する。
具体的には、式２－５、式２－６の結果をもう一度同じ方向に微分し、その値が０となる点（ゼロクロス点）を求めることにより極値（極大値および極小値）となる画像データの２次元空間における位置を求める。
すなわち、下記式
【００６１】
【数１９】

$$W_{xx}(x,y;\sigma_j) = \frac{d}{dx} W_x I(x,y;\sigma_j) \quad \cdots (2-7)$$

【００６２】
【数２０】

$$W_{yy}(x,y;\sigma_j) = \frac{d}{dy} W_y I(x,y;\sigma_j) \quad \cdots (2-8)$$

【００６３】
において、出力Wxx(x,y; σ_j) = ０となる点をゼロクロス点Pxi(xi,yi; σ_j) と表す。また、同様に出力Wyy(x,y; σ_j) = ０となる点をゼロクロス点Pyh(xh,yh; σ_j) と表す。ただし、ｉ＝１，２，・・，jNx 、ｈ＝１，２，，，jNy であり、それぞれjNx、jNy 個のゼロクロス点があるものとする。
【００６４】
特徴点符号化部１４は、特徴点検出部１３で得られたゼロクロス点Pxi(j) , Pyi(j)をそれぞれ曲線上の点、および孤立した点としてとらえ、このゼロクロス点からなる曲線（エッジ曲線）、および孤立点のパラメータによりゼロクロス点Pxi(j),Pyi(j) を表すことにより符号化する。
具体的には、特徴点符号化部１４は、ゼロクロス点からなる曲線を曲率と、この曲線の始点からの距離、始点の位置、始点における単位ベクトルで表すことにより符号化を行なう。
また、特徴点符号化部１４は、その内部に曲線を合成するローカルエンコーダを含み、合成された曲線と、上記ゼロクロス点からなる曲線（エッジ曲線）との誤差関数が最小になるように、上記演算処理を反復して行う、エラーフィードバックをかけながら曲率を求めることを行なう。
【００６５】
以下、特徴点符号化部１４の詳細を説明する。
まず、ゼロクロス点Pxi(j),Pyh(j) を重複している点がある場合は、これらを１つにして特徴点集合P(j) をつくる。
特徴点集合P(j) の要素を特徴点P_p (j) と表す。ただし、特徴点集合P(j) は、その要

素である特徴点P_pの添え字（下付記号）はｐ＝１、２、、、N_pで表し、全部でN_p個の特徴点を有する。

【００６６】

次に、特徴点符号化部１４は、特徴点を２次元平面の中で連結して特徴点曲線を抽出する。

ある特徴点$P_p(j)$に注目し、その画素を中心として（３×３）画素から構成される正方形について処理を行ない、その中に同じく特徴点集合のP(j)の要素である特徴点が含まれていればその点を同一曲線に含む。

いま、得られた特徴点曲線の集合をL(j)とし、集合L(j)のｎ番目の特徴点曲線をLn(j)とする。この特徴点曲線Ln(j)に含まれるM個の特徴点に対し、曲率knm(l)を求める。ただし、ｍ＝１，２，，，Ｍ）である。曲率knm(l)の計算アルゴリズムに関しては後述する。

【００６７】

次に、図２に示すように求められた曲率knm(l)より曲線をエラーフィードバックを行ないながら合成する。曲率から曲線を合成するアルゴリズムについては後述する。ここで、曲線Ln(j)上のｉ番目の点をｑ(ｘi,ｙi)、合成された曲線Ln'(j)上のｉ番目の点をｑ'(ｘi,ｙi)とする。また誤差関数をE(k)を

【００６８】

【数２１】

$$E(\kappa(s_i)) = \| P(s_{i+1}) - P'(s_{i+1}) \|^2 \qquad \cdots (2-9)$$

【００６９】

とし、誤差関数E(k)が最小になるように曲率knm(li)をコントロールする。すなわち、式２－９をknm(li)で微分し、微分曲率dknm(li)を次式のように求め

【００７０】

【数２２】

$$\frac{d}{d\kappa(s_i)} \| P(s_{i+1}) - P'(s_{i+1}) \|^2$$

$$= \frac{d}{d\kappa(s_i)} (P(s_{i+1}) - P'(s_{i+1}))^t (P(s_{i+1}) - P'(s_{i+1})) \qquad \cdots (2-10)$$

【００７１】

微分曲率dknm(li)を曲率knm(li)に加算し、再度、曲率knm(li)を用いて曲線を合成する。

この操作を誤差関数E(k)がしきい値Eminより小さくなるまで繰り返し行なう。この処理をエラーフィードバック処理と呼ぶ。

以上の操作を、曲線の始点より順次終点になるまで行ない曲線Ln(j)の曲率knm(l)を求める。エラーフィードバックによる最適曲率決定アルゴリズムについては後述する。

【００７２】

２次元平面内の曲線の曲率計算アルゴリズムについて説明する。

いま曲線をパラメータｌ（エル）として２次元平面上の位置をＬ（x(l),y(l)）とする。ここで、曲線上の点における曲率k(l)は、パラメータｌ（エル）の関数x(l),y(l)の微分が存在しているとすると、次式のように計算できる。

【００７３】

【数２３】

$$\kappa(l) = \frac{y''}{(1+(y')^2)^{3/2}} \quad \cdots (2-11)$$

【００７４】
として、
【００７５】
【数２４】

$$x(l)^2 + y(l)^2 = \frac{1}{\kappa(l)^2} \quad \cdots (2-12)$$

【００７６】
式２－１２は次式より導出される。
【００７７】
【数２５】

$$y(l)y'(l) = -x(l) \quad \cdots (2-13)$$

【００７８】
式２－１３を、ｘについて１階微分すると下記式が得られる。
【００７９】
【数２６】

$$y'(l)^2 + y(l)y''(l) = -1 \quad \cdots (2-14)$$

【００８０】
式２－１３を、式２－１２に代入すると下記式が得られる。
【００８１】
【数２７】

$$y^2(l)(1+y'^2(l)) = \frac{1}{k^2} \quad \cdots (2-15)$$

【００８２】
式２－１４、式２－１５より下記式が得られる。
【００８３】
【数２８】

$$\kappa(l) = \frac{|y'|}{(1+(y')^2)^{3/2}} \quad \cdots (2-16)$$

【００８４】
ここで、x(l),y(l) のl （エル）による１階、２階微分は、下記式となる。

【００８５】
【数２９】

$$\dot{x} = \frac{dx}{dl} \qquad \ddot{x} = \frac{d^2x}{dl^2} \qquad \dot{y} = \frac{dy}{dl} \qquad \ddot{y} = \frac{d^2y}{dl^2} \qquad \cdots (2-17)$$

【００８６】
したがって、
【００８７】
【数３０】

$$y' = \frac{\dot{y}}{\dot{x}} \qquad y'' = \frac{\dot{x}\ddot{y} - \dot{y}\ddot{x}}{\dot{x}^3} \qquad \cdots (2-18)$$

【００８８】
式２－１６、式２－１８より曲率k(l)は、
【００８９】
【数３１】

$$\kappa(l) = \frac{\dot{x}\ddot{y} - \dot{y}\ddot{x}}{(\dot{x}^2 + \dot{y}^2)^{3/2}} \qquad \cdots (2-19)$$

【００９０】
と表すことができる。
以上より、式２－１９を用いて曲線のデータ列Ｌ(l) の曲率ｋ(l) を求めることができる。
しかしながら、データ列Ｌ(l) は、量子化された位置のデータであるため、得られる曲率は振動的になる。これを改善するためにデータ列Ｌ(l) に、スムーシング関数を畳み込む。
スムージング関数としては、１次元のガウス関数g(l;σ$_j$) を用いる。
ここで、パラメータσ$_j$ は多重解像度における各解像度に対するスケールを表す。
【００９１】
【数３２】

$$g(l,\sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp^{\frac{-l^2}{2\sigma^2}} \qquad \cdots (2-20)$$

【００９２】
ここで、スムーシングされたデータ列Ｌ(l; σ) を
【００９３】
【数３３】

$$P(l,\sigma) = [X(l,\sigma), Y(l,\sigma)] \qquad \cdots (2-21)$$

【００９４】

とし、畳み込み演算を記号＊で表すと、

【００９５】

【数３４】

$$X(l,\sigma) = x(l) * g(l,\sigma) \quad \cdots (2-22)$$

【００９６】

【数３５】

$$Y(l,\sigma) = y(l) * g(l,\sigma) \quad \cdots (2-23)$$

【００９７】

となる。曲率k(l)を求めるためには、x(l)=dx/dl, y(l)=dy/dl, x(l)=d2x/dl2,y(l)=d2y/dl2 が必要であるが、これらは以下のように求められる。

ガウス関数の１次微分をg1(l; σ_j)、２次微分をg2(l; σ_j)とすると、

【００９８】

【数３６】

$$g1(l,\sigma) = \frac{-l}{\sigma^3\sqrt{2\pi}} \exp^{\frac{-l^2}{2\sigma^2}} \quad \cdots (2-24)$$

【００９９】

【数３７】

$$g2(l,\sigma) = \frac{l^2}{\sigma^5\sqrt{2\pi}} \exp^{\frac{-l^2}{2\sigma^2}} \quad \cdots (2-25)$$

【０１００】

【数３８】

$$\dot{X}(l,\sigma) = x(l,\sigma) * g1(l,\sigma) \quad \cdots (2-26)$$

【０１０１】

【数３９】

$$\ddot{X}(l,\sigma) = x(l,\sigma) * g2(l,\sigma) \quad \cdots (2-27)$$

【０１０２】

【数４０】

$$\dot{Y}(l,\sigma) = y(l,\sigma) * g1(l,\sigma) \quad \cdots (2-28)$$

【０１０３】

【数４１】

$$\ddot{Y}(l,\sigma) = y(l,\sigma) * g2(l,\sigma) \qquad \cdots (2-29)$$

【０１０４】
となる。
したがって、式２－２６、式２－２７、式２－２８、式２－２９を式２－１９に代入することにより各解像度における曲率k(l)が求められる。
具体的には、以下のように行う。
以下、曲線の分析アルゴリズムをフローチャートを参照して述べる。図３は２次元平面上の曲線の分析を示すフローチャートである。
図３において、曲線の曲率計算アルゴリズムは６つのステップより構成される。
（１）ステップＳ１１で、ｉが１にセットされる。
（２）ステップＳ１２で曲線のデータが入力される。
（３）ステップＳ１３で、スムージング関数ｇ０、ｇ０の１階微分ｇ１、ｇ０の２階微分ｇ２がセットされる。
【０１０５】
【数４２】

$$g(l,\sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp^{\frac{-l^2}{2\sigma^2}} \qquad \cdots (2-30)$$

【０１０６】
【数４３】

$$g1(l,\sigma) = \frac{-l}{\sigma^3\sqrt{2\pi}} \exp^{\frac{-l^2}{2\sigma^2}} \qquad \cdots (2-31)$$

【０１０７】
【数４４】

$$g2(l,\sigma) = \frac{l^2}{\sigma^5\sqrt{2\pi}} \exp^{\frac{-l^2}{2\sigma^2}} \qquad \cdots (2-32)$$

【０１０８】
（４）ステップＳ１４で、曲線の曲率が式２－３３で計算される。
【０１０９】
【数４５】

$$\kappa(l) = \frac{\dot{x}\ddot{y} - \dot{y}\ddot{x}}{(\dot{x}^2 + \dot{y}^2)^{3/2}} \qquad \cdots (2-33)$$

【０１１０】
（５）ステップ１５で、ｉがインクリメントされる。
（６）ステップ１６において、データがあるか否かを判断し、データがある場合はＳ１２の処理に進む。

【０１１１】
次に曲線の合成方法について説明する。
以下、曲率から曲線を合成することを考える。まず、曲線をパラメータｓ として２次元上の位置を、Ｌ(s)=〔x(s),y(s) 〕とする。
ここでパラメータｓ は、時間０～ｔの間に動いた距離s=s(t)として
【０１１２】
【数４６】

$$|| p'(s) ||=|| \frac{dp(s]}{ds} ||= 1 \qquad \cdots (2-34)$$

【０１１３】
となるように選ぶことができる。
すなわち、単位接線ベクトルを e1 として
【０１１４】
【数４７】

$$e_1(s) = p'(s) = [x'(s), y'(s)] \qquad \cdots (2-35)$$

【０１１５】
となる。一方、単位接線ベクトルe1に垂直な単位垂直方向ベクトルe2は、
【０１１６】
【数４８】

$$e_2(s) = [-y'(s), x'(s)] \qquad \cdots (2-36)$$

【０１１７】
と表すことができる。
ここで、e1・e2=1をｓで微分すると
【０１１８】
【数４９】

$$(e_1(s) \cdot e_1(s))' = e_1(s)' \cdot e_1(s) + e_1(s) \cdot e_1(s)' = 0 \qquad \cdots (2-37)$$

【０１１９】
となる。すなわち、単位接線単位ベクトルe1と、ベクトルe1' は直交している。
したがって、ベクトルe1' と、単位垂直方向ベクトルe2は、
【０１２０】
【数５０】

$$e_1' = \kappa(s) e_2 \qquad \cdots (2-38)$$

【０１２１】
と表せる。ここで、k(s)は距離s における曲率を表している。
【０１２２】
次に、以上のことを用いて曲率k(s)から曲線を合成することを考える。
いま、曲線上の点P(si) から距離dsだけ移動した点P(si+ds)を考える。点P(si+ds)に対するテイラー展開は以下のようになる。
【０１２３】
【数５１】

$$P(s_i+ds)=P(s_i)+P'(s_i)ds+\frac{1}{2!}P''(s_i)ds^2+\frac{1}{3!}P'''(s_i)ds^3+\cdots$$

・・・（２－３９）

【０１２４】
ここで、式２－３９において距離dsの間に曲率k'(si)が一定である、すなわちk'(si)=0であるという仮定を導入すると式２－３９は以下のようになる。
【０１２５】
【数５２】

$$P(s_i+ds)=$$
$$P(s_i)+e_1(s_i)ds+\frac{1}{2!}\kappa(s_i)e_2(s_i)ds^2-\frac{1}{3!}\kappa(s_i)e_1(s)ds^3+\cdots$$

・・・（２－４０）

【０１２６】
ここで式２－４０を、sin(k(si) ds) とcos(k(si) ds) のマクローリン展開と見ると
【０１２７】
【数５３】

$$P(s_i+ds)=P(s_i)+\frac{e_1}{\kappa(s_i]}\sin(\kappa(s_i)ds)+\frac{e_2}{\kappa(s_i)}(1-\cos(\kappa(s_i)ds))$$

・・・（２－４１）

【０１２８】
と表すことができる。一方、単位接線ベクトルe1のテイラー展開は
【０１２９】
【数５４】

$$e_1(s_i+ds)=e_1(s_i)+e_1'(s_i)ds+\frac{1}{2!}e_1''(s_i)ds^2-\frac{1}{3!}e_1'''(s)ds^3+\cdots$$

・・・（２－４２）

【０１３０】
と書け、同様に曲率k'(si)=0であるという仮定を導入すると
【０１３１】
【数５５】

$$e_1(s_i+ds)=$$

$$e_1(s_i)+\kappa(s_i)e_2(s_i)ds+\frac{1}{2!}\kappa e_1(s_i)ds^2-\frac{1}{3!}\kappa e_2(s)ds^3+\cdots$$

・・・（２－４３）

【０１３２】
ここで式２－４３を、sin(k(si) ds) とcos(k(si) ds) のマクローリン展開と見ると
【０１３３】
【数５６】

$$e_1(s_i+ds)=e_1\cos(\kappa(s_i)ds)+e_2\sin(\kappa(s_i)ds))$$

・・・（２－４４）

【０１３４】
とかける。また、単位垂直方向ベクトルe2は
【０１３５】
【数５７】

$$e_2=[-e1|_y,e1|_x]$$

・・・（２－４５）

【０１３６】
であるから、単位垂直方向ベクトルe2は、単位接線ベクトルe1より一意に求まる。
ここで、e1/ x,e1/yはベクトルe2のｘ成分、ｙ成分を意味する。
以上、式２－４１、式２－４３、式２－４４より初期値P(0),e1(0),k(si),s(t) が分かっていれば順次、次の点を決定することができる。
【０１３７】
つぎに、式２－１９で求めたk(l)を使って、式２－４１、式２－４３、式２－４４より曲線を合成することを考える。
ここで問題となるのが、パラメータl （エル）とパラメータs の関係である。式２－４１、式２－４３、式２－４４では、
【０１３８】
【数５８】

$$\|p'(s)\|=\|\frac{dp(s)}{ds}\|=1$$

・・・（２－４６）

【０１３９】
が成立するようにパラメータs を選んでいる。ところが、パラメータl （エル）では式２－１９は成立しない。そこで、以下にパラメータl とパラメータs との関係を導きだす。
式２－１９を変形すると
【０１４０】
【数５９】

$$\left(\frac{dx}{ds}\right)^2+\left(\frac{dy}{ds}\right)^2=1 \qquad \cdots (2-47)$$

【０１４１】
となる。一方、l （エル）の関数α(l) を用いて
【０１４２】
【数６０】

$$\left(\frac{dx}{dl}\right)^2+\left(\frac{dy}{dl}\right)^2=\alpha(l)^2 \qquad \cdots (2-48)$$

【０１４３】
とおける。ここで、
【０１４４】
【数６１】

$$\frac{dx}{ds}=\frac{dx}{dl}\frac{dl}{ds} \qquad \frac{dy}{ds}=\frac{dy}{dl}\frac{dl}{ds} \qquad \cdots (2-49)$$

【０１４５】
として、式２－４９を式２－４７に代入すると
【０１４６】
【数６２】

$$\left(\left(\frac{dx}{dl}\right)^2+\left(\frac{dy}{dl}\right)^2\right)\left(\frac{dl}{ds}\right)^2=1 \qquad \cdots (2-50)$$

【０１４７】
となる。したがって、式２－４８、式２－５０より
【０１４８】
【数６３】

$$ds=\alpha dl \qquad \cdots (2-51)$$

【０１４９】
が導きだされる。これより
【０１５０】
【数６４】

$$s(l) = \int_0^l \alpha(l)dl \qquad \cdots (2-52)$$

【０１５１】
が得られる。また、
【０１５２】
【数６５】

$$\kappa(s) = \frac{\frac{dx}{ds}\frac{d^2y}{ds} - \frac{dy}{ds}\frac{d^2x}{ds}}{\left(\left(\frac{dx}{ds}\right)^2 + \left(\frac{dy}{ds}\right)^2\right)^{3/2}} \qquad \cdots (2-53)$$

【０１５３】
に式２－４９を代入すると
【０１５４】
【数６６】

$$\kappa(s) = \frac{\frac{dx}{dl}\frac{d^2y}{dl} - \frac{dy}{dl}\frac{d^2x}{dl}}{\left(\left(\frac{dx}{dl}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dl}\right)^2\right)^{3/2}} = \kappa(l) \qquad \cdots (2-54)$$

【０１５５】
が導きだされる。
したがって、以上のｌ（エル）とs(l)の関係ｌと曲率k(s)の関係より式２－１９より求めた曲率k(l)を使って式２－４１、式２－４３、式２－４４から曲線が合成できることになる。これを合成曲線と呼ぶ。
【０１５６】
具体的には、以下のようになる。
以下、曲線の分析アルゴリズムをフローチャートを参照して説明する。
図４は、２次元平面上の合成曲線の合成処理を示すフローチャートである。
ステップ２１（Ｓ２１）において、初期値として、位置Ｐ（ｓ１）、単位接線ベクトルｅ１（ｓ１）を与える。
ステップ２２（Ｓ２２）において、ｉ＝１と設定する。
ステップ２３（Ｓ２３）において、単位垂直方向ベクトルｅ２（s_i ＋１）を次式により求める。
【０１５７】
【数６７】

$$e2 = [-e1|_y, e1|_x] \qquad \cdots (2-55)$$

【０１５８】
ステップ２４（Ｓ２４）において、曲率ｋ（s_i）のデータを読む

ステップ２５（Ｓ２５）において、次式で位置Ｐ（ｓ$_i$ ＋１）を求める。

【０１５９】

【数６８】

$$P(s_i+1)=P(s_i)+\frac{e1}{\kappa(s_i)}\sin(\kappa(s_i)ds)+\frac{e2}{\kappa(s_i)}(1-\cos(\kappa(s_i)ds))$$

・・・（２－５６）

【０１６０】

ステップ２６（Ｓ２６）において、次式で単位接線ベクトルｅ１（ｓ$_i$ ＋１）を求める。

【０１６１】

【数６９】

$$e1(s_i+ds)=e1\cos(\kappa(s_i)ds)+e2\sin(\kappa(s_i)ds))$$

・・・（２－５７）

【０１６２】

ステップ２７（Ｓ２７）において、ｉ＝ｉ＋１とインクリメントする。

ステップ２８（Ｓ２８）において、データがあるか否かを判断し、データがある場合はステップ２３（Ｓ２３）の処理に進む。

【０１６３】

次に、曲率を使って求めた合成曲線と、元の曲線からエラーフィードバックにより最適な曲率を求めるアルゴリズムについて説明する。

いま、曲線Ｌ(S) 上のｉ 番目の点をＰ(S$_i$ ）、合成された曲線Ｌn'(s) 上のi番目の点（位置）をＰ'(S $_i$ ）とする。同様に、曲線Ｌ(S) 上の（ｉ＋１）番目の点（位置）をＰ（S $_i$ +1）、合成された曲線上の点をＰ(S$_i$ +1) とする。

ただし、ｓは始点からの距離を表すパラメータである。

また誤差関数をＥ(k) を

【０１６４】

【数７０】

$$E(\kappa(s_i))=\| P(s_{i+1})-P'(s_{i+1}) \|^2$$

・・・（２－５８）

【０１６５】

とし、誤差関数Ｅ(k) が最小になるように曲率ｋ(S$_i$ ）を決定することを考える。

式２－５８を曲率ｋ(S$_i$ ）について微分すると

【０１６６】

【数７１】

$$\frac{d}{d\kappa(s_i)} \| P(s_{i+1}) - P'(s_{i+1}) \|^2$$

$$= \frac{d}{d\kappa(s_i)}(P(s_{i+1}) - P'(s_{i+1}))^t(P(s_{i+1}) - P'(s_{i+1}))$$

$$= \frac{d}{d\kappa(s_i)}(P(s_{i+1}) - P'(s_i) + \frac{e_1}{\kappa(s_i)}\sin(\kappa(s_i)ds) +$$

$$\frac{e_2}{\kappa(s_i)}(1 - \cos(\kappa(s_i)ds)))^t\ (P(s_{i+1}) - P'(s_i) +$$

$$\frac{e_1}{\kappa(s_i)}\sin(\kappa(s_i)ds) + \frac{e_2}{\kappa(s_i)}(1 - \cos(\kappa(s_i)ds)))$$

・・・（２－５９）

【０１６７】
となる。ここで、
【０１６８】
【数７２】

$$f(\kappa(s_i)) = \frac{e_1}{\kappa(s_i)}\sin(\kappa(s_i)ds) + \frac{e_2}{\kappa(s_i)}(1 - \cos(\kappa(s_i)ds))$$

・・・（２－６０）

【０１６９】
とすれば、
【０１７０】
【数７３】

$$f'(\kappa(s_i)) = (\frac{e_1}{\kappa(s_i)^2} - \frac{e_2}{\kappa(s_i)}ds)\sin(\kappa(s_i)ds) - (\frac{e_1}{\kappa(s_i)}ds + \frac{e_2}{\kappa(s_i)^2})$$

$$\cos(\kappa(s_i)ds) + \frac{e_2}{\kappa(s_i)^2}$$

・・・（２－６１）

【０１７１】
となり、したがって、
【０１７２】
【数７４】

$$\frac{dE(\kappa(s_i))}{d\kappa(s_i)} = -2f'(\kappa(s_i))'(P(s_{i+1}) - P'(s_i) - f(\kappa(s_i)))$$

・・・（２－６２）

【０１７３】
となる。式２－６２は曲率ｋ(l$_i$ ）における変化分と見なせるから、
【０１７４】
【数７５】

$$\kappa(s_i) := \kappa(s_i) + \frac{dE(\kappa(s_i))}{d\kappa(s_i)}$$

・・・（２－６３）

【０１７５】
より、新たに曲率k(l $_i$ ）を定義できる。
そして、順次始点から終点に向けてエラーフィードバックをかけながら曲率を求め直す。
【０１７６】
具体的には、以下のようになる。
以下、エラーフィードバックによる曲率の計算方法をフローチャートを参照して述べる。
図５は、エラーフィードバックによる曲率の計算方法のフローチャートである。
ステップ３１（Ｓ３１）において、点（位置）の初期値Ｐ（ｓ１）、および単位接線ベクトルの初期値ｅ１（ｓ１）を与える。
ステップ３２（Ｓ３２）において、ｉ＝１と設定する。
ステップ３３（Ｓ３３）において、単位垂直方向ベクトルｅ２（ｓｉ＋１）を次式により求める。
【０１７７】
【数７６】

$$e2 = [-e1|_y, e1|_x]$$

・・・（２－６４）

【０１７８】
ステップ３４（Ｓ３４）において、曲率ｋ（ｓ$_i$ ）を読む。
ステップ３５（Ｓ３５）において、次式で位置Ｐ'（ｓ$_i$ ＋１）を求める。
【０１７９】
【数７７】

$$P(s_i + 1) = P(s_i) + \frac{e1}{\kappa(s_i)}\sin(\kappa(s_i)ds) + \frac{e2}{\kappa(s_i)}(1 - \cos(\kappa(s_i)ds))$$

・・・（２－６５）

【０１８０】
ステップ３６（Ｓ３６）において、次式で誤差関数Ｅ（ｋ$_i$ ）を求めこの誤差関数Ｅ（ｋ$_i$ ）がＥｍｉｎよりも小さければステップ３７に進み、Ｅｍｉｎ以上であれば、ステップ４０に進む。
ステップ３７（Ｓ３７）において、次式で単位接線ベクトルｅ１（ｓ$_i$ ＋１）を求める。

【０１８１】
【数７８】

$$e_1(s_i + ds) = e_1 \cos(\kappa(s_i)ds) + e_2 \sin(\kappa(s_i)ds)) \quad \cdots (2-66)$$

【０１８２】
ステップ３８（Ｓ３８）において、ｉ＝ｉ＋１とインクリメントする。
ステップ３９（Ｓ３９）において、データがあるか否かを判断し、データがある場合は、ステップ３３（Ｓ３３）の処理に進む。
ステップ３６（Ｓ３６）において、Ｅｍｉｎであると判断された場合、ステップ４０（Ｓ４０）において、次式で微分曲率ｄＫ（s_i）を求める。
【０１８３】
【数７９】

$$\frac{dE(\kappa(s_i))}{d\kappa(s_i)} = -2f'(\kappa(s_i))^t(P(s_{i+1}) - P'(s_i) - f(\kappa(s_i))) \quad \cdots (2-67)$$

【０１８４】
ステップ４１（Ｓ４１）において、次式で曲率ｋ（s_i）を更新し、ステップ３５（Ｓ３５）に進む。
【０１８５】
【数８０】

$$\kappa(s_i) := \kappa(s_i) + \frac{dE(\kappa(s_i))}{d\kappa(s_i)} \quad \cdots (2-68)$$

【０１８６】
情報符号化部１５は、上述の特徴点を構成する特徴点曲線あるいは孤立点の上で情報を分析し圧縮処理を行なって、符号化する。
【０１８７】
総合符号化部１６は、特徴点符号化部１４および情報符号化部１５の出力データの冗長度を、例えばランレングス符号化等により圧縮し、または、量子化のためのビット割当等を行なう。そして、その結果を送信し、記録する。
【０１８８】
総合再生部２１は、入力されるデータについて、総合符号化部１６と逆の操作を行なう。すなわち、総合符号化部１６で符号化された信号を、特徴点符号化部１４および情報符号化部１５の出力データに戻す。
【０１８９】
情報再生部２２は、総合再生部２１より得られた特徴点符号化部１４の出力と等価なデータから特徴点の位置を復元し、また、情報符号化部１５の出力と等価な情報から２次元平面における全ての特徴点とその位置における情報を復元する。
すなわち、情報再生部２２は、特徴点符号化部１４と情報符号化部１５が元画像情報（原画像データ）について行なった逆の処理を行なう。

【０１９０】
元画像（原画像）再生部２３は、以上に述べた処理によって得られた情報変化分析部１２の分析結果の極値（極大値、極小値）の情報に基づき、それを補間近似し、ｘ－ｙの２次元平面全体で情報変化分析部１２の結果を復元し、それに式２－５、式２－６の逆変換を行ないｘ－ｙ２次元座標系における元の２次元画像データを復元する。つまり、元の画像データのエッジ曲線を合成する。
このように、本発明の画像信号処理装置の第１実施例によれば、分析段階で高い圧縮率で曲線を符号化できる。
そして、その逆処理を行うことにより、元の曲線（元の画像データのエッジ曲線）を合成できる。
【０１９１】
以下、本発明の第２の実施例について説明する。
第２の実施例においては、第１の実施例における特徴点符号化部１４、総合再生部２１を変更したものである。
第２の実施例における特徴は、曲線を、始点の位置と、曲率の極値（極大、極小点）、始点からの距離によって表現し、合成する。こうすることにより、第１の実施例よりも少ない情報量で曲線を表現できることになる。
【０１９２】
特徴点符号化部１４では、第１の実施例と同様にしてエッジ曲線が抽出される。
そして抽出されたエッジ曲線は、上記の曲線分析アルゴリズムに従い分析され各特徴点において曲率が求められる。次に、求められた曲率から曲率の極大値、極小値（極値）を求める。
第２の実施例でも、第１の実施例と同様に特徴点符号化部１４の内部にローカルエンコーダを持ち、ここで曲線を合成しながら、合成した曲線と元の曲線との誤差関数を最小にするように極値における曲率を求める。
【０１９３】
以下、特徴点符号化部１４の詳細について説明する。
第２の実施例の特徴点符号化部１４において、第１の実施例のそれと異なる点は、曲率の極値を用いて曲線を分析合成することである。従って、それ以外の部分は第１の実施例と同様であるので、ここでは第２の実施例の異なる点について説明を記す。
まず、画像の分析または合成の対象となる画像データについてのエッジ曲線から各特徴点Ｐ(S) における曲率ｋ(S) を求める。曲率ｋ(S) の求め方は上記の曲線分析アルゴリズムによる。ただし、S は始点からの距離を表すパラメータである。
次に、曲率ｋ(S) から極値（極大値、極小値）を求める。曲率Ｋ(S) の極値以外の点を補間関数Ｉ(S) を用いて補間して、求めた極値と補間した値とを用いて合成曲線を合成しながら、第１実施例と同様に、エッジ曲線と合成曲線とについて始点から終点まで、エラーフィードバックをかけてエッジ曲線と合成曲線との誤差が最小または所定値以下になるように、曲率を再定義する。
【０１９４】
以下に、曲率の極値以外の点を補間し、エラーフィードバックをかけながら合成曲線を合成して、エッジ曲線との誤差が最小になるような曲率を再定義するアルゴリズムについて説明する。
いま、曲線Ｌ(S) 上のi番目の曲率の極値点をＰ(S_i)、合成された曲線Ｌn'(s) 上のｉ番目の曲率の極値点をＰ'(S_i) とする。同様に、ｊ番目の曲率の極値点をＰ（S_j ）、合成された曲率の極値点をＰ'(S_j) とする。ただし、ｓは始点からの距離を表すパラメータである。
いま誤差関数Ｅ(k) を
【０１９５】
【数８１】

$$E(\kappa(s_i)) = \| P(s_j) - P'(s_j) \|^2 \quad \cdots (2-69)$$

【０１９６】
とし、誤差関数Ｅ(k_j ）が最小になるように曲率ｋ(S_i ）を決定することを考える。
下記式２－７０を曲率ｋ(S_i ）について微分すると
【０１９７】
【数８２】

$$\frac{d}{d\kappa(s_i)} \| P(s_j) - P'(s_j) \|^2$$

$$= \frac{d}{d\kappa(s_i)} (P(s_j) - P'(s_j))^t (P(s_j) - P'(s_j))$$

$$= \frac{d}{d\kappa(s_i)} (P(s_j) - P'(s_j) + \sum_{n=i}^{j-1} (\frac{e_1}{\kappa(s_n)} \sin(\kappa(s_n) ds)$$

$$+ \frac{e_2}{\kappa(s_n)} (1 - \cos(\kappa(s_n) ds)))^t (P(s_j) - P'(s_i)$$

$$+ \sum_{n=i}^{j-1} (\frac{e_1}{\kappa(s_n)} \sin(\kappa(s_n) ds) + \frac{e_2}{\kappa(s_n)} (1 - \cos(\kappa(s_n) ds))))$$

$$\cdots (2-70)$$

【０１９８】
ここで、
【０１９９】
【数８３】

$$f(\kappa(s_n)) = \frac{e_1}{\kappa(s_n)} \sin(\kappa(s_n) ds) + \frac{e_2}{\kappa(s_n)} (1 - \cos(\kappa(s_n) ds)) \quad \cdots (2-71)$$

【０２００】
とすれば、
【０２０１】
【数８４】

$$f'(\kappa(s_n)) = (\frac{e1}{\kappa(s_n)^2} - \frac{e2}{\kappa(s_n)}ds)\sin(\kappa(s_n)ds)$$

$$-(\frac{e1}{\kappa(s_n)}ds + \frac{e2}{\kappa(s_n)^2})\cos(\kappa(s_n)ds) + \frac{e2}{\kappa(s_n)^2}$$

・・・（２－７２）

【０２０２】
となり、したがって、
【０２０３】
【数８５】

$$\frac{dE(\kappa(s_i))}{d\kappa(s_i)} =$$

$$-2\sum_{n=i}^{j-1}(\frac{d\kappa(s_n)}{d\kappa(s_i)}f'(\kappa(s_n)))^t(P(s_j) - P'(s_i) - \sum_{n=i}^{j-1}f(\kappa(s_i)))$$

・・・（２－７３）

【０２０４】
ここで、式２－７４におけるｄＫｓｎ／ｄＫｓｉは補間関数Ｉ(s) により決定される係数である。ただし、S_n は、$S_i < S_n < S_j$ である。
式２－７４は、曲率ｋ(l_i ）における変化分と見なせるから、
【０２０５】
【数８６】

$$\kappa(s_i) := \kappa(s_i) + \frac{dE(\kappa(s_i))}{d\kappa(s_i)}$$

・・・（２－７４）

【０２０６】
より、新たに曲率k(l_i ）を定義できる。
そして、順次始点から終点に向けてエラーフィードバックをかけながら曲率を求め直す。
【０２０７】
具体的には、以下のようになる。
以下、エラーフィードバックによる曲率の計算方法をフローチャートを参照して述べる。
図６は、エラーフィードバックによる曲率の計算方法のフローチャートである。
ステップ５１（Ｓ５１）において、位置の初期値Ｐ（ｓ１）、および単位接線ベクトルの初期値ｅ１（ｓ１）を与える。
ステップ５２（Ｓ５２）において、ｉ＝１，ｊ＝ｉ＋１と設定する。
ステップ５３（Ｓ５３）において、ベクトルｅ２（ｓｉ）を次式により求める。
【０２０８】
【数８７】

$$e2 = [-e1|_y, e1|_x] \quad \cdots (2-75)$$

【０２０９】
ステップ５４（Ｓ５４）において、曲率ｋ（ｓ$_i$）のデータを読む
ステップ５５（Ｓ５５）において、ｓ$_i$＜ｓ$_n$＜ｓ$_j$のｓ$_n$について曲率ｋ（ｓ$_n$）を補間する。
ステップ５６（Ｓ５６）において、次式で位置Ｐ'（ｓ$_n$）を求める。

【０２１０】
【数８８】

$$P'(s_n) = P(s_i) + \frac{e1}{\kappa(s_i)}\sin(\kappa(s_i)ds) + \frac{e2}{\kappa(s_i)}(1-\cos(\kappa(s_i)ds)) \quad \cdots (2-76)$$

【０２１１】
ステップ５７（Ｓ５７）において、式２－６９によって誤差関数Ｅ（ｋｉ）を求め、誤差関数Ｅ（ｋｉ）がＥｍｉｎよりも小さければステップ５８に進み、Ｅｍｉｎ以上であれば、ステップ６１（Ｓ６１）に進む。
ステップ５８（Ｓ５８）において、式２－６９を用いて単位接線ベクトルｅ１（ｓｊ）を求める。

【０２１２】
【数８９】

$$e1(s_n) = e1\cos(\kappa(s_i)ds) + e2\sin(\kappa(s_i)ds)) \quad \cdots (2-77)$$

【０２１３】
ステップ５９（Ｓ５９）において、ｉ＝ｉ＋１、ｊ＝ｊ＋１とする。
ステップ６０（Ｓ６０）において、データがあるか否かを判断し、データがある場合はステップ５３（Ｓ５３）の処理に進む。
ステップ５７（Ｓ５７）において、誤差関数Ｅ（ｋｉ）がＥｍｉｎ以上であると判断された場合、ステップ６１（Ｓ６１）において、次式で曲率変化ｄＫ（ｓ$_i$）を求める。

【０２１４】
【数９０】

$$\frac{dE(\kappa(s_i))}{d\kappa(s_i)} =$$

$$-2\sum_{n=i}^{j-1}\left(\frac{d\kappa(s_n)}{d\kappa(s_i)}f'(\kappa(s_n))\right)^t\left(P(s_j)-P'(s_i)-\sum_{n=i}^{j-1}f(\kappa(s_i))\right)$$

・・・（２－７８）

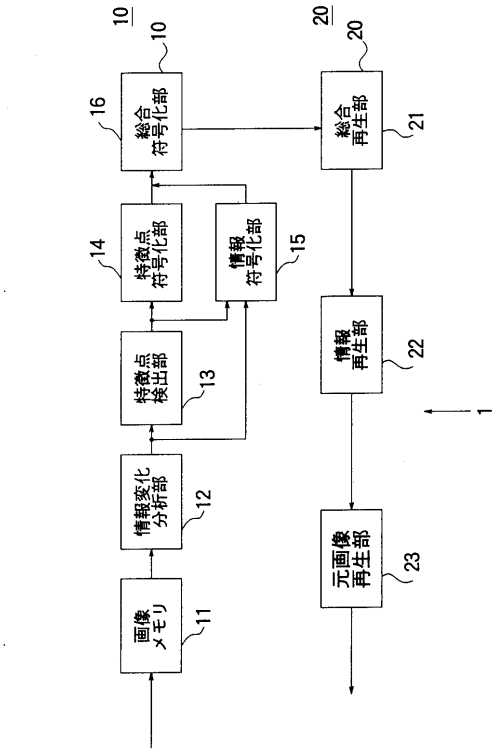
【０２１５】
ステップ６２（Ｓ６２）において、次式で曲率ｋ（ｓ$_i$）を更新し、ステップ５５（Ｓ５５）に進む。
【０２１６】
【数９１】

$$\kappa(s_i) := \kappa(s_i) + \frac{dE(\kappa(s_i))}{d\kappa(s_i)} \qquad \cdots (2-79)$$

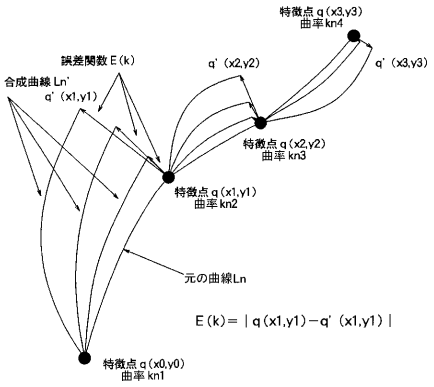
【０２１７】
以上に述べた処理を反復することにより、曲率が連続的に求められる。
このように曲率が求められると、これらの曲率が情報符号化部１４および総合符号化部１６において符号化される。
符号化された曲率は、総合再生部２１、情報再生部２２および元画像（原画像）再生部２３において復号されて曲線を合成することができる。
【０２１８】
本発明の実施に際しては上述したものに限らず、上記同様の他の方法および他の回路構成をとることができる。
【０２１９】
【発明の効果】
本発明の画像信号処理装置によれば、画像の分析または合成の対象となる２次元原画像データを高い符号化率が有効に符号化できる。
また本発明の画像信号処理装置によれば、上記のように圧縮した符号化データを合成できる。
【図面の簡単な説明】
【図１】図１は本発明の画像信号処理装置の実施例としての信号分析合成装置の構成図である。
【図２】図２は本発明のエラーフィードバック処理を図解するグラフである。
【図３】図３は、本発明の２次元平面上の曲線の分析を示すフローチャートである。
【図４】図４は、本発明の２次元平面上の曲線の合成処理を示すフローチャートである。
【図５】図５は、本発明のエラーフィードバックによる曲率の計算方法のフローチャートである。
【図６】図６は、本発明のエラーフィードバックによる曲率の計算方法のフローチャートである。
【符号の説明】
１・・画像信号分析合成装置
１０・・画像信号分析装置
１１・・画像メモリ
１２・・情報変化分析部

１３・・特徴点検出部
１４・・特徴点符号化部
１５・・情報符号化部
１６・・総合符号化部
２０・・画像信号合成装置
２１・・総合再生部
２２・・情報再生部
２３・・元画像（原画像）再生部２３

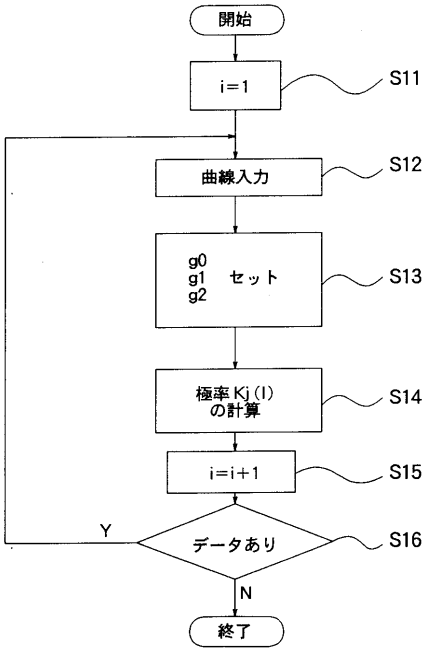
【図１】



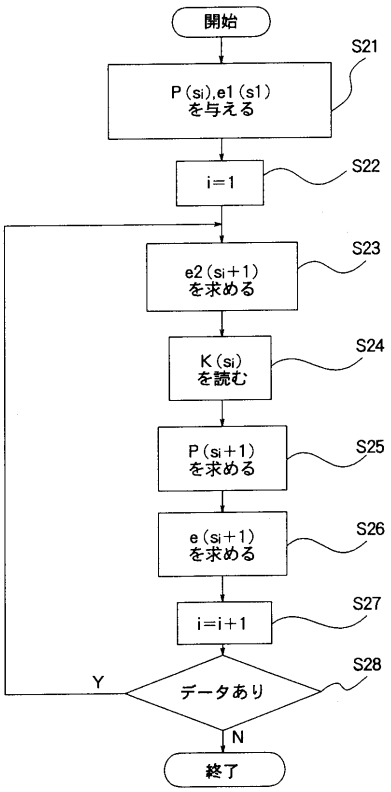
【図２】



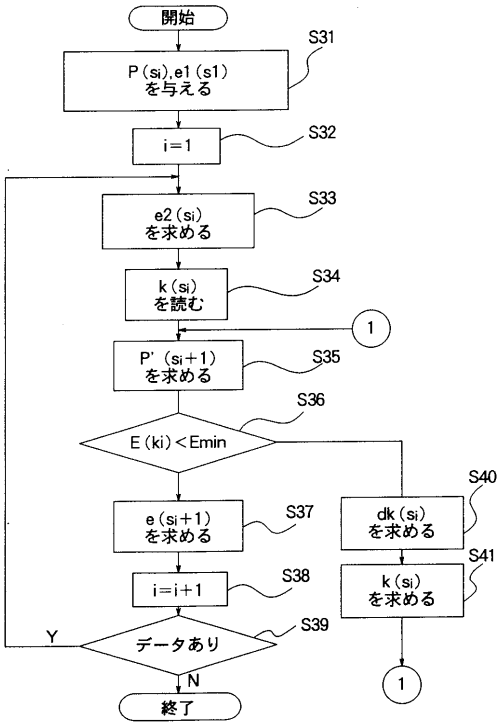
【図３】


開始
i=1
S11
曲線入力
S12
g0
g1 セット
g2
S13
極率 Kj (I)
の計算
S14
i=i+1
S15
データあり
S16
Y
N
終了

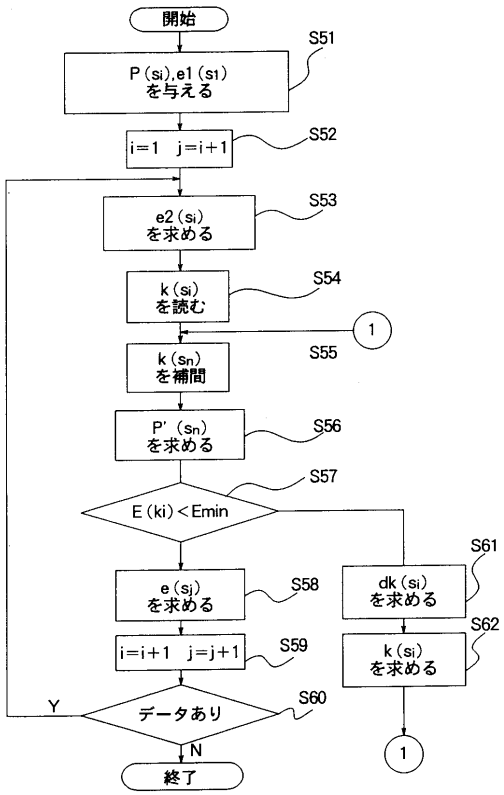
【図４】


開始
P (si),e1 (s1)
を与える
S21
i=1
S22
e2 (si+1)
を求める
S23
K (si)
を読む
S24
P (si+1)
を求める
S25
e (si+1)
を求める
S26
i=i+1
S27
データあり
S28
Y
N
終了

【図５】


開始
P (si),e1 (s1)
を与える
S31
i=1
S32
e2 (si)
を求める
S33
k (si)
を読む
S34
1
P' (si+1)
を求める
S35
E (ki) < Emin
S36
e (si+1)
を求める
S37
i=i+1
S38
データあり
S39
Y
N
終了
dk (si)
を求める
S40
k (si)
を求める
S41
1

【図６】


開始
P (si),e1 (s1)
を与える
S51
i=1 j=i+1
S52
e2 (si)
を求める
S53
k (si)
を読む
S54
1
k (sn)
を補間
S55
P' (sn)
を求める
S56
E (ki) < Emin
S57
e (sj)
を求める
S58
i=i+1 j=j+1
S59
データあり
S60
Y
N
終了
dk (si)
を求める
S61
k (si)
を求める
S62
1

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０３－１２１５７５（ＪＰ，Ａ）
特開昭５８－０２２４１３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G06T 7/60 150
G06F 3/153 320
G06T 3/00 500
H04N 7/18