

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 7 月 2 日(02.07.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/098436 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 7/01 (2006.01) G06T 7/00 (2006.01)
H04N 5/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/081858
- (22) 国際出願日: 2014 年 12 月 2 日(02.12.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-271621 2013 年 12 月 27 日(27.12.2013) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 村橋 善光(MURAHASHI Yoshimitsu). 守屋 政明(MORIYA Masaaki).
- (74) 代理人: 川上 桂子, 外(KAWAKAMI Keiko et al.); 〒5300004 大阪府大阪市北区堂島浜 2 丁目 2 番 2 8 号堂島アクシビル インテリクス特許法律事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: RESOLUTION ESTIMATING DEVICE

(54) 発明の名称: 解像度推定装置

【図1】

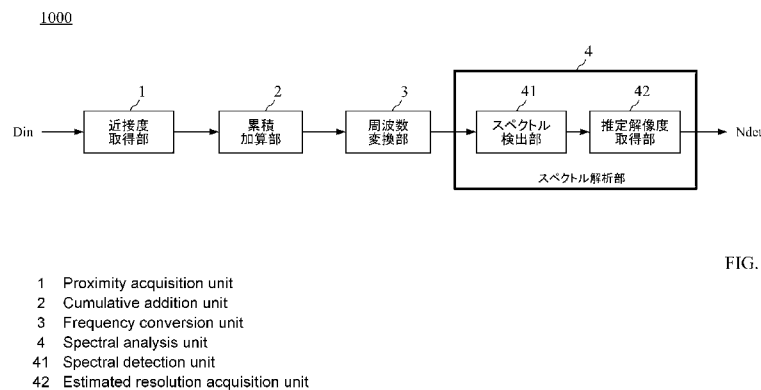


FIG. 1

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to realize a resolution estimating device that can appropriately estimate the resolution of an original image for any type of input image signal. A resolution estimating device (1000) comprises a proximity acquisition unit (1), a cumulative addition unit (2), a frequency conversion unit (3), and a spectral analysis unit (4). The proximity acquisition unit (1) acquires a proximity value for a target pixel. The cumulative addition unit (2) performs cumulatively addition on the target-pixel proximity in a vertical direction, for example, on an image, and acquires a one-dimensional sequence of the proximity cumulative-addition value. The frequency conversion unit (3) performs frequency conversion on the one-dimensional data sequence of the proximity cumulative-addition value acquired by the cumulative addition unit (2), and acquires a frequency component one-dimensional data sequence which is the one-dimensional data sequence of a frequency region. On the basis of the frequency component one-dimensional data sequence acquired by the frequency conversion unit (3), the spectral analysis unit (4) calculates the periodicity of the proximity in a horizontal direction, for example, on the image, and estimates the resolution of an original-image prior to up-scaling an input image.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/098436 A1



入力される画像信号がどのようなものであっても、原画像の解像度を適切に推定することができる解像度推定装置を実現する。解像度推定装置（１０００）は、近接度取得部（１）と、累積加算部（２）と、周波数変換部（３）と、スペクトル解析部（４）と、を備える。近接度取得部（１）は、注目画素の近接度値を取得する。累積加算部（２）は、注目画素の近接度を、画像上の例えば、垂直方向に累積加算し、近接度の累積加算値の１次元データ列を取得する。周波数変換部（３）は、累積加算部（２）により取得された近接度の累積加算値の１次元データ列に対して、周波数変換を行い、周波数領域の１次元データ列である周波数成分１次元データ列を取得する。スペクトル解析部（４）は、周波数変換部（３）により取得された周波数成分１次元データ列に基づいて、近接度の画像上の例えば、水平方向における周期性を検出し、検出した周期性に基づいて、入力画像のアップスケール処理前の原画像の解像度を推定する。

明 細 書

発明の名称： 解像度推定装置

技術分野

[0001] 本発明は、画像処理技術に関し、例えば、解像度の低い画像をアップスケール処理により解像度の高い表示装置に表示させる場合において、アップスケール処理前の画像（原画像）の解像度を推定する技術に関する。

背景技術

[0002] 解像度の低い画像を解像度の高い表示装置に表示する場合、解像度の低い画像（原画像）に対して、アップスケール処理を実行し、当該アップスケール処理後の画像を解像度の高い表示装置に表示させることで、解像度の低い画像（原画像）を、品質の良い画像として表示させることができる。アップスケールされた画像（アップスケール処理が実行された画像）に対して、画質改善処理を施す場合、何倍でアップスケールされたのかという情報が必要であり、この情報の推定精度が、画像の品質に影響を及ぼす。

[0003] 一般に、テレビ受像機等の表示装置において、SD（Standard Definition）画質の画像（映像）を、HD（High Definition）画質の画像（映像）にアップスケールする場合、アップスケール処理前の原画像の解像度が既知であるため、アップスケール処理におけるアップスケールの倍率（以下、これを「アップスケール倍率」という）は、容易に把握することができる。

[0004] しかし、例えば、放送局側でアップスケールされた映像などを受信する場合、受信した画像（映像）の画素数が、HD画像（HD映像）の画素数になっているため、アップスケールされる前の画像（映像）の倍率は、一般に既知ではない。したがって、このような場合、アップスケール倍率の推定が必要となる。

[0005] 従来のアップスケール倍率の推定方法では、画像信号を直接周波数解析（例えば、フーリエ変換）することにより、当該画像信号に含まれる高周波成分を

検出し、検出した当該高周波成分の量に基づいて、おおよそのアップスケール倍率を推定する。

[0006] また、例えば、特許文献１（特開２０００－３０５５５５号公報）に開示されている技術では、水平同期信号と垂直同期信号とを手掛かりに、映像（画像）の水平画素数を推定することができるので、この技術により、アップスケール倍率を推定することができる。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、上記周波数解析を用いてアップスケール倍率を推定する方法では、アップスケール倍率の推定の精度は、表示するコンテンツに大きく左右される。また、アップスケールの方式によっては、正しくアップスケール倍率を推定することができない。例えば、アップスケールの方式によっては、低解像度の画像をアップスケールした画像を周波数解析すると、折り返し成分（エイリアス成分）が高周波数領域に大きな電力で分布することがあり、当該折り返し成分を高周波成分と誤判定し、処理対象が画像を高解像度画像であると誤判定することがある。このような場合、画像信号を直接周波数解析する方法を用いてアップスケール倍率を推定する方法では、正しくアップスケール倍率を推定することができない。

[0008] また、上記特許文献１の技術では、コンテンツ（例えば、特許文献１の液晶表示装置に入力される映像）そのものがアップスケールされている場合、当該コンテンツのアップスケールされる前の原画像の解像度を推定することができない。

[0009] そこで、本発明は、上記問題点に鑑み、入力される画像信号（映像信号）がどのようなものであっても、原画像（原映像）の解像度を適切に推定することができる解像度推定装置を実現することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 上記課題を解決するために、第１の構成は、入力画像のアップスケール処理前の原画像の解像度を推定する解像度推定装置であって、近接度取得部と

、累積加算部と、周波数変換部と、スペクトル解析部と、を備える。

[0011] 近接度取得部は、注目画素の画素位置が、原画像をアップスケール処理した場合に、原画像の画素が配置される画素位置に近いと推定される程、大きな値となるように、注目画素の推定近接度を設定する。

[0012] 累積加算部は、注目画素の近接度を、画像上の第1方向と直交する第2方向に累積加算し、近接度の累積加算値の1次元データ列を取得する。

周波数変換部は、累積加算部により取得された近接度の累積加算値の1次元データ列に対して、周波数変換を行い、周波数領域の1次元データ列である周波数成分1次元データ列を取得する。

[0013] スペクトル解析部は、周波数変換部により取得された周波数成分1次元データ列に基づいて、近接度の画像上の第1方向における周期性を検出し、検出した周期性に基づいて、入力画像のアップスケール処理前の原画像の解像度を推定する。

[0014] なお、「推定近接度」とは、注目画素の画像上の画素位置と、入力画像の原画像に対して挿入処理（インターポーレート）を行って取得したインターポーレート画像上の画素位置との位置的な近さを表す指標である。近接度は、例えば、次のように設定される。注目画素の画像上の画素位置と、原画像から取得したインターポーレート画像上の画素位置とが近い程、近接度は大きい値に設定される。

[0015] つまり、「推定近接度」とは、アップスケール処理後の座標空間において、挿入処理で配置された入力画像の画素の位置と、アップスケール処理後の画像の注目画素の距離が、どの程度近いかを示す指標である。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、入力される画像信号（映像信号）がどのようなものであっても、原画像（原映像）の解像度を適切に推定することができる解像度推定装置を実現することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]第1実施形態に係る解像度推定装置1000の概略構成図。

[図2]第1実施形態に係る解像度推定装置1000をハードウェアで構成する場合の概略構成図。

[図3]アップスケール処理を説明するための図。

[図4]直線補間の場合における画素の関係を説明するための図。

[図5]アップスケール処理を、(1)直線補間法(L i n e a r 法)、(2)B i c u b i c 法、(3)L a n c z o s 3 法、および(4)L a n c z o s 4 法により実行した場合のピーク画素のズレ量(座標位置の差) Δx と、頻度とを示すグラフ。

[図6]入力画像I m g 4 と、入力画像I m g 4 から取得した近接度画像I m g 5 と、座標位置と累積加算値との関係を示すグラフとを示す図。

[図7]図6の近接度値の累積加算値のデータ列s 0 ~ s 5 1 1 が、フーリエ変換され、周波数成分値(各周波数成分のスペクトル値のデータ列)f 0 ~ f 5 1 1 に変換される様子を示す図。

[図8]周波数変換部3により取得された周波数スペクトルを示す図。

[図9]第1実施形態の第1変形例に係る解像度推定装置1000Aの概略構成図。

[図10]第1実施形態の第1変形例に係る解像度推定装置1000Aの指定解像度取得部5の概略構成図。

[図11]第1実施形態の第2変形例に係る解像度推定装置1000Bの概略構成図。

[図12]第1実施形態の第2変形例に係る解像度推定装置1000Bをハードウェアで構成する場合の概略構成図。

[図13]第2実施形態に係る解像度推定方法のフローチャート。

発明を実施するための形態

[0018] [第1実施形態]

第1実施形態について、図面を参照しながら、以下、説明する。

[0019] 第1実施形態では、画像(映像)の水平解像度を推定する場合を例に説明する。

[0020] <1. 1 : 解像度推定装置の構成>

図1は、第1実施形態に係る解像度推定装置1000の概略構成図である。

[0021] 図2は、第1実施形態に係る解像度推定装置1000をハードウェアで構成する場合の概略構成図（一例）である。

[0022] 解像度推定装置1000は、図1に示すように、近接度取得部1と、累積加算部2と、周波数変換部3と、スペクトル解析部4と、を備える。

[0023] 近接度取得部1は、入力画像（映像）D_{in}を入力とし、注目画素（処理対象画素）の画素値と、当該注目画素に隣接する画素の画素値との関係に基づいて、注目画素の近接度（推定近接度）を取得する。なお、近接度取得部1は、入力画像（映像）D_{in}の同期信号（水平同期信号、または、垂直同期信号）S_{ync}を入力するものであってもよい。図2では、同期信号S_{ync}は、入力画像（映像）D_{in}の水平同期信号であるものとして、図示している。

[0024] 「近接度」（推定近接度）とは、注目画素の入力画像D_{in}上の座標位置が、入力画像D_{in}のアップスケール前の画像上の画素位置にどの程度近いかを示す指標である（詳細については、後述）。

[0025] 近接度取得部1は、取得した近接度を示す値（信号）を累積加算部2に出力する。

[0026] 近接度取得部1は、例えば、図2に示すように、座標取得部11と、近接度算出部12とを備える。

[0027] 座標取得部11は、ハードウェアで構成する場合、図2に示すように、Dフリップフロップ111と、座標算出部112とを備える。

[0028] Dフリップフロップ111は、入力画像（映像）D_{in}の同期信号S_{ync}（例えば、水平同期信号、垂直同期信号、イネーブル信号等）を入力とし、入力された同期信号S_{ync}を1クロック分遅延させて、座標算出部112に出力する。

[0029] 座標算出部112は、Dフリップフロップ111から出力される同期信号

S y n cを入力とし、入力された同期信号S y n cに基づいて、処理対象の信号（注目画素に相当する画像信号）の水平座標 x （入力画像信号D i nにより形成される画像上の注目画素の水平方向の座標 x ）を算出する。そして、座標算出部1 1 2は、算出した水平座標 x の値を累積加算部2に出力する。

[0030] 近接度算出部1 2は、ハードウェアで構成する場合、図2に示すように、Dフリップフロップ1 2 1、1 2 2と、ピーク検出部1 2 3とを備える。

[0031] Dフリップフロップ1 2 1は、入力画像（映像）D i n（画像信号D i n）を入力とし、入力された画像信号D i nを1クロック分遅延させて、Dフリップフロップ1 2 2およびピーク検出部1 2 3に出力する。

[0032] Dフリップフロップ1 2 2は、Dフリップフロップ1 2 1から出力される画像信号を入力とし、入力された画像信号を1クロック分遅延させて、ピーク検出部1 2 3に出力する。

[0033] ピーク検出部1 2 3は、入力画像（映像）D i n（画像信号D i n）（これを画像信号（画像データ）D nと表記する）と、Dフリップフロップ1 2 1から出力される画像信号（これを画像信号（画像データ）D cと表記する）と、Dフリップフロップ1 2 2から出力される画像信号（これを画像信号（画像データ）D pと表記する）と、を入力する。つまり、ピーク検出部1 2 3は、処理対象の画像データD cと、当該画像データD cに相当する画素を中心とし、画像上の水平方向に隣接する画像データD nおよびD pとの3つの画像データ（画素）を用いて、処理対象の画像データD c（注目画素）がピーク（極値）となっているか否かを検出する。そして、ピーク検出部1 2 3は、上記検出結果に基づいて、近接度Qを算出し、算出した近接度Qを示すデータを累積加算部2に出力する。

[0034] 累積加算部2と、近接度取得部1から出力される近接度を示す値（信号）を入力する。累積加算部2は、入力された近接度を示す値（以下、「近接度値」という）を、入力画像D i nの2次元画像領域上で規定される水平座標ごとに累積加算する（詳細については、後述）。そして、累積加算部2は、

上記処理に取得した、水平座標ごとの近接度の累積加算値を周波数変換部 3 に出力する。

[0035] 累積加算部 2 は、ハードウェアで構成する場合、図 2 に示すように、第 1 累積加算処理部 20、第 2 累積加算処理部 21、・・・、第 $n+1$ 累積加算処理部 2n の $(n+1)$ 個 (n : 自然数) の累積加算処理部を備える。

[0036] 第 1 累積加算処理部 20 は、図 2 に示すように、座標判定部 201 と、第 1 セレクタ 202 と、加算器 203 と、第 2 セレクタ 204 と、D フリップフロップ 205 とを備える。

[0037] 座標判定部 201 は、近接度取得部 1 の座標取得部 11 から出力される水平座標値 x を入力する。座標判定部 201 は、(1) 入力された水平座標値 x が「0」である場合、「1」を第 1 セレクタ 202 に出力し、(2) 入力された水平座標値 x が「0」でない場合、「0」を第 1 セレクタ 202 に出力する。

[0038] 第 1 セレクタ 202 は、近接度取得部 1 の近接度算出部 12 から出力される近接度値 Q と、座標判定部 201 から出力される判定結果を示す値を入力する。第 1 セレクタ 202 は、(1) 座標判定部 201 から出力される判定結果を示す値が「1」である場合、近接度算出部 12 から出力される近接度値 Q を加算器 203 に出力し、(2) 座標判定部 201 から出力される判定結果を示す値が「0」である場合、値「0」を加算器 203 に出力する。

[0039] 加算器 203 は、第 1 セレクタ 202 からの出力と、D フリップフロップ 205 からの出力とを入力とし、両者を加算する。そして、加算器 203 は、加算して取得した値を第 2 セレクタ 204 に出力する。

[0040] 第 2 セレクタ 204 は、加算器 203 からの出力と、スペクトル解析部 4 から出力されるリセット信号 Rst とを入力する。第 2 セレクタ 204 は、(1) リセット信号が「0」である場合、加算器 203 からの出力を D フリップフロップ 205 に出力し、(2) リセット信号が「1」である場合、値「0」を D フリップフロップ 205 に出力する。

[0041] D フリップフロップ 205 は、第 2 セレクタ 204 からの出力を、1 クロ

ック分遅延させて、周波数変換部 3 および加算器 203 に、加算累積値 s_0 として出力する。

[0042] 第 2 累積加算処理部 21 ~ 第 $n+1$ 累積加算処理部 2n の構成も、図 2 に示すように、上記第 1 累積加算処理部 20 と同様の構成を有しており、第 2 累積加算処理部 21 ~ 第 $n+1$ 累積加算処理部 2n は、第 1 累積加算処理部 20 と同様に、それぞれの加算累積値 $s_1 \sim s_n$ を周波数変換部 3 に出力する。

[0043] 周波数変換部 3 は、累積加算部 2 から出力される近接度の累積加算値を入力する。周波数変換部 3 は、画像単位で（例えば、1 フレーム画像単位で）累積加算部 2 により取得された近接度の累積加算値を 1 系列のデータ（例えば、図 2 の加算累積値 $s_0 \sim s_n$ の $n+1$ 個の値からのなるデータ）として、当該 1 系列のデータに対して、周波数変換処理（例えば、フーリエ変換、離散フーリエ変換、高速フーリエ変換等）を実行し、当該 1 系列のデータに対応する周波数スペクトルデータ（例えば、図 2 の周波数スペクトル値 $f_0 \sim f_n$ の $n+1$ 個の値からのなるデータ）を取得する。そして、周波数変換部 3 は、取得した周波数スペクトルデータを、スペクトル解析部 4 に出力する。

[0044] スペクトル解析部 4 は、図 1 に示すように、スペクトル検出部 41 と、推定解像度取得部 42 とを備える。

[0045] スペクトル検出部 41 は、周波数変換部 3 から出力される周波数スペクトルデータを入力する。スペクトル検出部 41 は、入力された周波数スペクトルデータを解析し、解析結果を推定解像度取得部 42 に出力する。

[0046] 推定解像度取得部 42 は、スペクトル検出部 41 から出力される周波数スペクトルデータの解析結果に基づいて、入力画像（映像） D_{in} のアップスケール前の解像度を推定（決定）する。そして、推定解像度取得部 42 は、推定（決定）した解像度を、推定解像度 N_{det} として、出力する。

[0047] < 1. 2 : 解像度推定装置の動作 >

以上のように構成された解像度推定装置 1000 の動作について、以下、

説明する。

[0048] なお、以下では、解像度推定装置 1000 が、図 2 に示すように、ハードウェアで構成される場合を例に、説明する。

[0049] 入力画像（映像） D_{in} は、近接度取得部 1 の近接度算出部 12 に入力される。

[0050] 近接度算出部 12 では、入力された入力画像（映像） D_{in} から、近接度値 Q が算出される。具体的には、近接度算出部 12 では、（１） D フリップフロップ 121 からの出力である画像データ D_c （注目画素の画像データ D_c ）と、（２）画像信号 D_{in} により形成される画像上において、注目画素の水平方向左隣の画素（画像データ D_c の 1 クロック前に入力された画像データ）の画像データ D_p （ D フリップフロップ 122 の出力である画像データ D_p ）と、（３）注目画素の水平方向右隣の画素（画像データ D_p の 1 クロック後に入力された画像データ）の画像データ D_n （＝画像データ D_{in} ）の水平方向に連続する 3 つの画素の画像データを用いて、近接度値 Q が算出される。

[0051] より具体的には、以下の（方法 A）または（方法 B）により、近接度値 Q が算出される。

[0052] （方法 A）：

（A1）3 つの画素の画像データ D_n 、 D_c 、 C_p のうち、画像データ D_c が最大値または最小値をとる場合、近接度算出部 12 は、近接度値 Q を、

$$Q = 1$$

とする。

（A2）上記（A1）以外の場合、近接度算出部 12 は、近接度値 Q を、

$$Q = 0$$

とする。

[0053] （方法 B）：

（B1）3 つの画素の画像データ D_n 、 D_c 、 C_p のうち、画像データ D_c が最大値または最小値をとる場合、近接度算出部 12 は、近接度値 Q を、

$$Q = 1$$

とする。

(B 2) 3つの画素の画像データ D_n 、 D_c 、 C_p のうち、画像データ D_c および D_p が最大値または最小値をとる、または、画像データ D_c および D_n が最大値または最小値をとる場合、つまり、画像データ D_c が最大値または最小値をとるが、画像データ D_p および D_n のいずれか一方が、画像データ D_c と同じ値である場合、近接度算出部12は、近接度値 Q を、

$$Q = 0.5$$

とする。

(B 3) 上記(B 1)、(B 2)以外の場合、近接度算出部12は、近接度値 Q を、

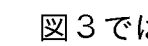
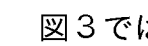
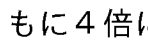
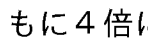
$$Q = 0$$

とする。

[0054] 以上のように、近接度算出部12により算出された近接度値 Q は、累積加算部2に出力される。なお、上記(B 2)において、 Q は、 $0 < Q < 1$ を満たす値であればよく、「0.5」以外の値であってもよい。

[0055] ここで、近接度値 Q を上記のように算出する理由について、図3～図5を用いて説明する。

[0056] 図3は、アップスケール処理を説明するための図である。

[0057] 図3では、64画素×64画素からなる原画像1を、水平・垂直ともに4倍にアップスケールする場合を模式的に示している。つまり、図3では、原画像1とともに、挿入処理（インターポーレーション処理）後の画像2と、画像2を平滑化して取得されるアップスケール画像（アップスケール処理後の画像）3とを、模式的に示している。

[0058] アップスケール処理では、一般に、原画像に対して、挿入処理（インターポーレーション処理）が実行された後、平滑化処理が実行される。

[0059] 挿入処理（インターポーレーション処理）では、図3に示すように、64

画素×64画素の原画像の画素データが、256画素×256画素の座標系に均等に配置されるように拡大され、拡大後の256画素×256画素の画像において、原画像に対応する画素がない座標には、画素値が「0」の画素が配置される。このようにして、インターポーレーション処理後の画像が取得される。

[0060] そして、挿入処理（インターポーレーション処理）後の画像に対して、平滑化処理が実行される。例えば、平滑化処理において、ローパスフィルタ処理等を実行し、画素値が「0」の画素を適切な値で補完することによって、自然なアップスケール画像を取得することができる。このようにして、アップスケール画像が取得される。

[0061] アップスケール処理が実行された画像は、その画素が自然に滑らかに補間されているため、従来は、アップスケール処理後の画像から原画素の解像度を推定することは困難であった。

[0062] ここで、インターポーレーション処理直後の画像に注目する。この画像であれば、水平(垂直)の256画素の中に64画素の非ゼロのデータ（画素データ）が存在していることから、アップスケールされる前の画像（原画像）は、64画素×64画素の画像であり、アップスケール倍率が4倍でアップスケールされていることがわかる。

[0063] したがって、アップスケール画像から原画像の画素数を推定するためには、何らかの形で、インターポーレーションされた画素の個数（インターポーレーション処理直後の画像の画素数）を明らかにする必要がある。

[0064] ここで、図4を用いて、直線補間の場合における画素の関係について説明する。

[0065] 図4は、直線補間の場合における画素の関係を説明するための図であり、インターポーレート画像 $D_{inpl}(x)$ とアップスケール画像 $D_{ups}(x)$ とを横軸を一致させて表示させた図である。なお、図4において、白丸は画素を示している。

[0066] 本来、画像データは2次元データであるが、説明を簡単にするため、1次

元のデータを使って説明する。図4は、横軸に座標の位置 x 、縦軸に画素の輝度（画素値）を表している。図4の下図は、元のデータ（原画像データ）を、アップスケール後の座標系で表示させた図である。つまり、図4の下図は、アップスケール処理が実行される前の画像データ $D\_input(x)$ （インターポーレート画像 $D\_input(x)$ ）を示している。図4の上図は、アップスケール処理後の画像データ $D\_ups(x)$ （アップスケール画像 $D\_ups(x)$ ）を示している。

[0067] 図4の下図の画像データに対して、直線補間によるアップスケール処理を実行した場合について考える。

[0068] たとえば、インターポーレート画像 $D\_input(x)$ において、連続する3つの画像データにおいて、その中央の画像データがピーク値（極値）をとっている部分に着目する。例えば、図4に示した連続する3つの画像データ $S_q(x=x_q)$ の画像データ）、 $S_c(x=x_0)$ の画像データ）、 $S_m(x=x_m)$ の画像データ）に着目する。

[0069] 図4から分かるように、インターポーレート画像 $D\_input(x)$ においてピーク値をとる画素 S_c に最も近い位置にある、アップスケール画像 $D\_ups(x)$ の画素は、画素 $D_c(x=x_c)$ である。この画素 $D_c(x=x_c)$ の画像データ）は、当該画素の隣接画素 $D_p(x=x_p)$ の画像データ）および $D_n(x=x_n)$ の画像データ）よりも大きな値をとる。すなわち、画素 $D_c(x=x_c)$ の画像データ）は、ピーク値（3つの画素の中の最大値）をとることが分かる。

[0070] アップスケール処理を直線補間により実行した場合、画素 D_p は、おおよそ画素 S_c と画素 S_q の間の値をとり、画素 D_n は、画素 S_c と画素 S_m の間の値をとる。したがって、画素 D_n や画素 D_p は、アップスケール画像 $D\_ups(x)$ において、ピーク値をとる画素にはなりえない。

[0071] このように、アップスケール画像 $D\_ups(x)$ において、隣接画素と比べて、処理対象画素（注目画素）が最大値もしくは最小値をとる場合（ピーク値をとる場合）、当該注目画素は、インターポーレート画像 $D\_input(x)$

$p_l(x)$ の画素の位置に近いということがわかる。

[0072] なお、アップスケール画像 $D\_ups_l(x)$ において、隣接画素に比べて最大値・最小値をとる画素（ピーク値をとる画素）が現れるのは、インターポーレート画像 $D\_inp_l(x)$ においても、隣接画素に比べて最大値・最小値をとる画素（ピーク値をとる画素）が現れる場合に限られる。

[0073] 次に、アップスケール処理を、直線補間以外の処理により実行した場合について考える。

[0074] 図5は、アップスケール処理を、（1）直線補間法（Linear法）、（2）Bicubic法、（3）Lanczos3法、および（4）Lanczos4法により実行した場合のピーク画素のズレ量（座標位置の差） Δx と、頻度とを示すグラフである。なお、図5のグラフは、横軸に、アップスケール画像 $D\_ups_l(x)$ においてピーク値をとる画素の座標位置と、インターポーレート画像 $D\_inp_l(x)$ においてピーク値をとる画素の座標位置との差 Δx （図4の Δx に相当）をとり、縦軸に、頻度をとったグラフである。

[0075] 図5の各グラフから分かるように、いずれの方式により、アップスケール処理を実行しても、 $\Delta x = 0$ のときが最頻値を示しており、したがって、この統計的な性質を利用することで、インターポーレート画像 $D\_inp_l(x)$ の画素位置を推定することができる。

[0076] 以上のように、アップスケール画像においてピーク値をとる画素は、インターポーレート画像の画素位置に近いと判断することができる。したがって、近接度取得部1に入力される画像データにおいて、ピーク値を示す画素ほど、高い値の近接度値を設定する。これにより、注目画素の画素位置が、どの程度、インターポーレート画像の画素位置に近いかを適切に表現することができる。

[0077] このように近接度取得部1の近接度算出部12により算出された近接度値 Q は、累積加算部2に出力される。

[0078] 累積加算部2では、座標位置 x ごとに、近接度取得部1の近接度算出部1

2から出力される近接度値Qが累積加算される。

[0079] 例えば、画像データの水平方向の画素数が「5 1 2」である場合、累積加算部2は、第1累積加算処理部20、第2累積加算処理部21、・・・、第5 1 2累積加算処理部2 5 1 1の5 1 2個の累積加算処理部を備える。

[0080] 座標位置 $x = k$ ($0 \leq k \leq 5 1 1$)である場合、第 $(k + 1)$ 累積加算部により、近接度算出部12から出力される近接度値Qが累積加算される。そして、この処理が1枚の画像分（例えば、1フレーム画像分）だけ実行され、取得された累積加算値 $s_0 \sim s_{5 1 1}$ ($n = 5 1 1$ の場合)が、周波数変換部3に出力される。なお、上記累積加算処理は、1枚の画像分（例えば、1フレーム画像分）の画像データに対して実行された後、スペクトル解析部4から出力されるリセット信号 Rst により、各累積加算処理部の累積加算値は、「0」にリセットされる。つまり、各累積加算処理部の第2セクタ204～2n4にリセット信号 Rst （信号値「1」）が入力されることにより、累積加算値が「0」にリセットされる。

[0081] ここで、累積加算処理を実行する理由について、図6を用いて説明する。

[0082] 図6は、入力画像4と、入力画像4から取得した近接度画像5と、座標位置と累積加算値との関係を示すグラフとを示す図である。

[0083] 近接度画像5は、画素毎に取得された近接度値を、対応する画素位置にマッピングした画像である。入力画像4の画素が、インターポーレート画像の画素位置に近い程大きな値とし、近接度画像5において、近接度値が大きい画素ほど、輝度を高く表示している（白く表示されている画素ほど、近接度値が大きい）。

一般に、近接度画像では、必ずしもサンプリング位置（インターポーレート画像の画素位置）に近い位置で「1」が出現するとは限らない。

[0084] これは、以下の理由による。

[0085] 例えば、アップスケールされる前の画像において、輝度的に平坦で最大値・最小値（ピーク値）を持たない画像領域では、処理対象画素が、サンプリ

ング位置（インターポーレート画像の画素位置）に近い位置であっても、当該画素の近接度値は、大きな値にはならない。また、図5に示したグラフ（ヒストグラム）からも分かるように、直線補間法（Linear法）以外の方法によりアップスケール処理を実行した場合、処理対象画素が、必ずしもサンプリング位置（インターポーレート画像の画素位置）に近い位置であっても、当該画素の近接度値は、最大値・最小値（ピーク値）となるとは限らない。

[0086] このような理由により、一般に、近接度画像では、必ずしもサンプリング位置（インターポーレート画像の画素位置）に近い位置で「1」が出現するとは限らない。

[0087] そこで、統計的な性質を利用し、サンプリング位置（インターポーレート画像の画素位置）を推定する。

[0088] 具体的には、1枚の画像（例えば、1フレーム画像）に対して、水平方向の座標位置 x が同じ画素の近接度値を（垂直方向に）累積加算することで、水平方向の座標位置 x ごとの近接度値の累積加算値を取得する。そして、取得した当該水平方向の座標位置 x ごとの近接度値の累積加算値における水平方向の周期性を判断することで、原画像の解像度（またはアップスケール倍率）を推定することができる。

[0089] つまり、少ないサンプル数のデータからでは、近接度値が大きな値をとる位置の水平方向の周期性を的確に把握することが困難であるが、上記のようにして取得した水平方向の座標位置 x ごとの近接度値の累積加算値を用いることで、データサンプル数を増やし、より精度良く、近接度値が大きな値をとる位置の水平方向の周期性を的確に把握することができるようになる。

[0090] すなわち、どのようなアップスケール処理が実行されていても、近接度画像において、サンプリング位置（インターポーレート画像の画素位置）に近い位置の画素ほど、近接度値が大きな値となる確率は高いので、この統計的な性質を利用し、上記のように、データサンプル数を多くすることで、より精度良く、近接度値が大きな値をとる位置の水平方向の周期性を的確に把握

することができるようになる。

[0091] このような理由により、累積加算部2では、上記のような累積加算処理が実行される。

[0092] 累積加算部2の累積加算処理により取得された累積加算値 $s_0 \sim s_{511}$ ($n = 511$ の場合) は、周波数変換部3に出力される。

[0093] 周波数変換部3では、入力された累積加算値 $s_0 \sim s_{511}$ ($n = 511$ の場合) に対して、周波数変換処理が実行される。周波数変換部3は、累積加算値 $s_0 \sim s_{511}$ のデータ列に対して、例えば、フーリエ変換（離散フーリエ変換または高速フーリエ変換）を行い、周波数成分値（各周波数成分のスペクトル値のデータ列） $f_0 \sim f_{511}$ を取得する。

[0094] 図7に、図6の近接度値の累積加算値のデータ列 $s_0 \sim s_{511}$ （図7上図）が、フーリエ変換され、周波数成分値（各周波数成分のスペクトル値のデータ列） $f_0 \sim f_{511}$ に変換される様子を示す。なお、図7の上図において、水平方向座標位置 $x = k$ ($0 \leq k \leq 511$) のデータが、近接度の累積加算値 s_k に対応する。また、図7の下図において、水平周波数 $f = k$ ($0 \leq k \leq 511$) のデータが、周波数成分値 f_k に対応する。

[0095] 図7から分かるように、図7の上図のように、時系列データからは、近接度値の累積加算値の周期性を見出すのは困難であるが、図7の下図のように、周波数領域のデータ列からは、ピークを容易に判断でき、近接度値の累積加算値の周期性を容易に見つけることができる。

[0096] このように近接度値の累積加算値の周期性を発見しやすくするために、周波数変換部3により周波数変換することで取得された周波数領域のデータ列 $f_0 \sim f_{511}$ ($n = 511$) は、周波数変換部3から、スペクトル解析部4に出力される。

[0097] スペクトル解析部4では、入力された周波数領域のデータ列 $f_0 \sim f_{511}$ ($n = 511$) から、原画像（アップスケール処理が実行される前の画像）の解像度 N_{det} を推定する。

[0098] 例えば、図7の下図の周波数領域のデータ列 $f_0 \sim f_{511}$ が入力された

場合、スペクトル解析部4のスペクトル検出部41は、ピークが存在する場所を特定する。図7の下図の場合だと、スペクトル検出部41は、 $f = 128$ 、 384 にピークが存在することを検出する。

[0099] そして、推定解像度取得部42は、スペクトル検出部41の検出結果（解析結果）に基づいて、解像度 N_{det} を推定する。 $n = 512$ であるので、図7の下図のように、 $f = 128$ にピークが出現する場合、原画像の画素数は、水平方向に128画素であると推定することができる。つまり、水平方向の512画素分のデータが1Hzに相当すると、 $f = 128$ にピークが存在するということは、128Hzの周期でインターポーレート処理された画素が存在する可能性が高いことを意味する。

[0100] したがって、この場合、スペクトル解析部4の推定解像度取得部42は、原画像（アップスケール処理が実行される前の画像）の解像度 N_{det} を

$$N_{det} = 128$$

と推定する。

[0101] なお、周波数変換部3において、離散フーリエ変換あるいは高速フーリエ変換により、周波数領域のデータ列を取得した場合、 $f = 128$ にピークが存在すると、その折り返し成分である $f = 384$ にもピークが存在する。

[0102] この2つのピークの中のいずれかのピークを選択する必要があるが、例えば、アップスケール倍率としてとり得る範囲を予め設定しており、スペクトル解析部4の推定解像度取得部42が、当該範囲内に入る方のピークを選択するようにしてもよい。

[0103] この一例について、図8を用いて説明する。図8は、周波数変換部3により取得された周波数領域のデータ列 $f_0 \sim f_{511}$ であり、水平方向の1画素が解像度1920本に相当する場合を示している。

[0104] 地上波デジタル放送の場合、水平解像は1440本であり、BS放送の場合、水平解像度は、1920本であり、その他の動画フォーマットの水平解像度は、720本、640本等である。つまり、通常使用される水平解像度のバリエーションは、それ程多くない。ここで、解像度推定装置1000に

において、水平解像度のバリエーション（取り得る値）として、1440本、960本、720本、640本と設定した場合、スペクトル解析部4のスペクトル検出部41は、図8の周波数領域のデータ列 $f_0 \sim f_{511}$ が入力された場合、 $f = 128$ （水平解像度480本に相当）のピークと、 $f = 384$ （水平解像度1440本に相当）のピークを検出する。そして、スペクトル解析部4の推定解像度取得部42は、検出した2つのピークについて、予め設定された水平解像度に一致するものがあるか否かを判断する。上記の場合、水平解像度1440本のみが予め設定された水平解像度として設定されているので、スペクトル解析部4の推定解像度取得部42は、原画像（アップスケール処理が実行される前の画像）の解像度 N_{det} を

$$N_{det} = 384 \text{（水平解像度1440本に相当）}$$

と推定する。

[0105] なお、スペクトル解析部4は、上記解像度の推定処理が終了すると（1枚の画像分（1フレーム分の画像）の処理が終了すると）、累積加算部2の各累積加算処理部にリセット信号 R_{st} を出力する（値を「1」にして出力する）。

[0106] また、別の方法として、スペクトル解析部4は、すでによく知られている水平解像度に相当する周波数領域に存在するスペクトル成分を積算し、その積算値が最大となる周波数領域に対応する水平解像度を、原画像の水平解像度と推定するようにしてもよい。例えば、スペクトル解析部4のスペクトル検出部41は、図8に点線の矩形で示した領域について、スペクトル値を積算し、その積算値が最大となる領域（図8の場合では、水平解像度1440本の領域）を検出し、その検出結果に基づいて、推定解像度取得部42は、当該領域に相当する水平解像度を、原画像の水平解像度（図8の場合、水平解像度1440本）として決定するようにしてもよい。

[0107] さらに、解像度推定装置1000に入力されることがない水平解像度については、予め除外し、原画像の水平解像度の判定処理を行うようにしてもよい。

- [0108] 以上のようにして、スペクトル解析部4では、原画像の水平解像度を推定し、原画像の解像度 N_{det} を決定（推定）することができる。
- [0109] 以上のように、解像度推定装置1000では、近接度取得部1が、入力画像 D_{in} において、ピーク値をとる画素の近接度値 Q が高くなるように設定し、累積加算部2が、水平方向座標 x が同じ画素について、（垂直方向に）近接度値 Q を累積加算する。そして、解像度推定装置1000では、周波数変換部3が、累積加算部2により取得された近接度値 Q のデータ列に対して、周波数変換を行い、周波数領域のデータ列を取得する。そして、解像度推定装置1000では、スペクトル解析部4が、周波数変換部3により取得された周波数領域のデータ列を解析することで、近接度値 Q の水平方向の周期性を検出し、原画像（アップスケール処理が実行される前の画像）の（水平）解像度を特定（推定）する。
- [0110] つまり、解像度推定装置1000では、サンプリング位置（インターポーレート画像の画素位置）の位置的な近さを表している近接度値のサンプル数を、（垂直方向に）累積加算することで、近接度値のサンプル数を増やし、さらに、近接度値の累積加算値の時系列のデータ列を周波数変換して取得した周波数領域のデータ列から、近接度値が高い画素の周期性を適切に検出することができる。
- [0111] すなわち、どのようなアップスケール処理が実行されていても、近接度画像（近接度値をマッピングした画像）において、サンプリング位置（インターポーレート画像の画素位置）に近い位置の画素ほど、近接度値が大きな値となる確率は高いので、解像度推定装置1000では、この統計的な性質を利用し、上記のように、データサンプル数を多くすることで、より精度良く、近接度値が大きな値をとる位置の水平方向の周期性を的確に把握することができるようになる。
- [0112] このように、解像度推定装置1000では、入力される画像信号（映像信号）がどのようなものであっても、原画像（原映像）の解像度を適切に推定することができる。

[0113] 《第1変形例》

次に、第1実施形態の第1変形例について説明する。

[0114] なお、上記実施形態と同様の部分については、同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0115] 図9は、第1実施形態の第1変形例に係る解像度推定装置1000Aの概略構成図である。

[0116] 図10は、第1実施形態の第1変形例に係る解像度推定装置1000Aの指定解像度取得部5の概略構成図である。

[0117] 本変形例の解像度推定装置1000Aは、図9に示すように、第1実施形態の解像度推定装置1000において、スペクトル解析部4を、スペクトル解析部4Aに置換した構成を有している。つまり、本変形例の解像度推定装置1000Aは、図9に示すように、第1実施形態の解像度推定装置1000において、推定解像度取得部42を推定解像度取得部42Aに置換した構成を有している。

[0118] 推定解像度取得部42Aは、図10に示すように、1次元データ列取得部401と、暫定解像度取得部402と、ダウンスケール処理部403と、アップスケール処理部404と、誤差算出部405と、推定解像度決定部406と、を備える。

[0119] 1次元データ列取得部401は、入力画像 D_{in} を入力し、入力画像 D_{in} において、垂直方向に画素値を合計し、1次元のデータ列 $S_0(x)$ を取得する。そして、1次元データ列取得部401は、取得した1次元データ列 $S_0(x)$ を、ダウンスケール処理部403および誤差算出部405に出力する。

[0120] 暫定解像度取得部402は、スペクトル検出部41から出力されるスペクトル検出結果を入力とし、当該スペクトル検出結果に基づいて、暫定解像度 N_{det} を取得する。なお、暫定解像度取得部402は、第1実施形態の推定解像度取得部42と同様の処理を実行することで、暫定解像度 N_{det} を取得する。つまり、暫定解像度 N_{det} は、第1実施形態の推定解像度取得

部42により取得される解像度 N_{det} と同様のものである。

[0121] ダウンスケール処理部403は、1次元データ列取得部401から出力される1次元データ列 $S_0(x)$ と、暫定解像度取得部402から出力される暫定解像度を示す値（信号） N_{det} とを入力する。ダウンスケール処理部403は、暫定解像度 N_{det} に基づいて、1次元データ列 $S_0(x)$ に対して、ダウンスケール処理を実行する。ダウンスケール処理部403は、ダウンスケール処理後の1次元データ列を1次元データ列 $S_d(x)$ として、アップスケール処理部404に出力する。

[0122] アップスケール処理部404は、ダウンスケール処理部403から入力された1次元データ列 $S_d(x)$ を入力とし、入力された1次元データ列 $S_d(x)$ に対して、1次元データ列 $S_0(x)$ と同じ水平解像度（同じデータ数）となるように、アップスケール処理を実行し、1次元データ列 $S_1(x)$ を取得する。そして、アップスケール処理部404は、アップスケール処理後の1次元データ列 $S_1(x)$ を誤差算出部405に出力する。

[0123] 誤差算出部405は、1次元データ列取得部401から出力される1次元データ列 $S_0(x)$ と、アップスケール処理部404から出力される1次元データ列 $S_1(x)$ とを入力する。誤差算出部405は、入力された1次元データ列 $S_0(x)$ と $S_1(x)$ との誤差を算出し、算出した誤差を示す値（誤差信号） E_{rr} を推定解像度決定部406に出力する。

[0124] 推定解像度決定部406は、誤差算出部405から出力される誤差信号 E_{rr} を入力し、当該誤差信号 E_{rr} に基づいて、入力画像 D_{in} の原画像（アップスケール処理が実行される前の画像）の解像度 N_{2det} を推定（決定）する。そして、推定解像度決定部406は、決定（推定）した解像度 N_{2det} を出力する。

[0125] 以上のように構成された解像度推定装置1000Aの動作について、説明する。

[0126] なお、スペクトル解析部4のスペクトル検出部41までの処理は、第1実施形態と同様であるため、説明を省略する。

- [0127] 以下では、図7の下図の周波数領域のデータ列が、周波数変換部3により取得され、スペクトル検出部41でのスペクトル検出結果に基づいて、暫定解像度取得部402により、暫定解像度 N_{det} が「128」（128画素に相当する解像度）として出力された場合について、説明する。
- [0128] この場合、上記第1実施形態で説明したように、入力画像 D_{in} の原画像（アップスケール処理前の画像）の解像度が「128」である場合と、「384」（折り返し成分に相当する解像度）である場合とが考えられる。
- [0129] そこで、本変形例の解像度推定装置1000Aでは、上記2つの推定解像度の候補のうち、正しい方の解像度をより適切に選択することができるように処理が実行される。これについて、以下、具体的に説明する。なお、本変形例では、値の小さい方の解像度を N_1 とし、値の大きい方の解像度（折り返し成分に相当する解像度）を N_2 とし、暫定解像度取得部402は、原画像の解像度の候補 N_1 、 N_2 のうち、常に値の小さい方の解像度 N_1 を選択して、 N_{det} に設定するものとする。
- [0130] 推定解像度取得部42Aの1次元データ列取得部401では、入力画像 D_{in} （水平解像度512画素の画像）から、垂直方向に画素値を合計し、1次元のデータ列 $S_0(x)$ が生成される。つまり、1次元データ列取得部401は、入力画像 D_{in} において、水平方向の座標位置 x が同じ画素の画素値を（垂直方向に）累積加算し、 $S_0(x)$ を取得する。なお、本変形例では、入力画像の水平方向の画素数が512画素であるので、1次元データ列取得部401により取得される1次元データ列 $S_0(x)$ （ $0 \leq x \leq 511$ ）は、512個のデータからなるデータ列である。
- [0131] 上記のようにして、1次元データ列取得部401で取得された1次元データ列 $S_0(x)$ は、ダウンスケール処理部403および誤差算出部405に出力される。
- [0132] ダウンスケール処理部403では、1次元データ列取得部401から出力された1次元データ列 $S_0(x)$ （512個のデータ列）に対して、解像度 N_{det} （＝128）で指定されている（水平）解像度となるように、ダウ

ンスケール処理が実行される。そして、ダウンスケール処理後のデータ列は、1次元データ列 $S_d(x)$ （128個のデータ列）として、アップスケール処理部404に出力される。

[0133] アップスケール処理部404では、ダウンスケール処理部403から出力されるダウンスケール処理後の1次元データ列 $S_d(x)$ （128個のデータ列）が、ダウンスケール処理前のデータ列 $S_0(x)$ と同じ水平解像度（＝512画素）となるように、つまり、ダウンスケール処理前のデータ列 $S_0(x)$ と同じデータ数のデータ列となるように、1次元データ列 $S_d(x)$ に対して、アップスケール処理が実行される。そして、アップスケール処理後の1次元データ列は、データ列 $S_1(x)$ （512個のデータ列）として、誤差算出部405に出力される。

[0134] 誤差算出部405では、1次元データ列取得部401から出力される1次元データ列 $S_0(x)$ （512個のデータ列）と、アップスケール処理部404から出力される1次元データ列 $S_1(x)$ （512個のデータ列）との誤差が算出される。具体的には、誤差算出部405は、

[数1]

$$Err = \sum_{i=0}^n \frac{(S1(x) - S0(x))^2}{S0(x)^2} \dots\dots\dots(1)$$

に相当する処理を実行することで、誤差 Err を取得する。なお、上式において、 $n=511$ である。

[0135] そして、上記のようにして取得された誤差 Err は、推定解像度決定部406に出力される。

[0136] 推定解像度決定部406では、入力された誤差 Err を所定の閾値 Th （例えば、 $Th=0.001$ ）と比較し、

(1) $Err > Th$ である場合、

$$N2det = N2$$

とし、つまり、推定解像度の候補のうち、値が大きい方の解像度（折り返し

成分に相当する解像度) N_2 (上記例では、384画素) を推定解像度 N_{2det} として決定し、

(2) $E_{rr} \leq Th$ である場合、

$$N_{2det} = N_1 = N_{det}$$

とし、つまり、推定解像度の候補のうち、値が小さい方の解像度 N_1 (上記例では、128画素) を推定解像度 N_{2det} として決定する。

[0137] そして、決定した推定解像度 N_{2det} は、推定解像度決定部406から出力される。

[0138] ここで、上記処理により、適切な推定解像度を取得することができる理由について、説明する。

[0139] 仮に、入力画像 D_{in} が、水平解像度128本 (水平画素数128画素) の原画像をアップスケール処理した画像である場合、1次元データ列取得部401で、入力画像 D_{in} を1次元にしたデータ列 (512個のデータ列) を、128個のデータ列 (水平解像度128本に相当するデータ列) にダウンスケールした後、元の水平解像度512本のデータ列 (512個のデータ列) にアップスケールしても、データ列 (信号) の変化は小さい。つまり、誤差算出部405により算出される誤差 E_{rr} の値は小さい。

[0140] 一方、入力画像 D_{in} が、水平解像度384本 (水平画素数384画素) の原画像をアップスケール処理した画像である場合、1次元データ列取得部401で、入力画像 D_{in} を1次元にしたデータ列 (512個のデータ列) を、128個のデータ列 (水平解像度128本に相当するデータ列) にダウンスケールした後、元の水平解像度512本のデータ列 (512個のデータ列) にアップスケールすると、水平解像度が384本であれば表現できる高周波成分の一部が、ダウンスケール処理およびアップスケール処理の過程で失われる。したがって、この場合、誤差算出部405により算出される誤差 E_{rr} の値が大きくなる。

[0141] このような理由により、推定解像度取得部42Aにおいて、上記処理を実行することで、スペクトル検出部41のスペクトル検出結果に基づいて、暫

定解像度取得部402により取得された暫定解像度と、その折り返し成分に相当する解像度の2つの候補のうちのより適切な方を、推定解像度として特定することができる。

[0142] 以上のように、本変形例の解像度推定装置1000Aでは、推定解像度取得部42Aが、入力画像 D_{in} から取得した1次元データ列 $S_0(x)$ に対して、スペクトル検出部41のスペクトル検出結果に基づいて、暫定解像度取得部402により取得された推定解像度の2つの候補のうちの値が小さい方の解像度にダウンスケールした後、アップスケールした1次元データ列 $S_1(x)$ を取得する。そして、解像度推定装置1000Aでは、誤差算出部405により、1次元データ列 $S_0(x)$ 、 $S_1(x)$ の間の誤差を算出し、算出した誤差に基づいて、スペクトル検出部41のスペクトル検出結果に基づいて、暫定解像度取得部402により取得された暫定解像度と、その折り返し成分に相当する解像度の2つの候補のうちのより適切な方を、推定解像度として特定する。

[0143] したがって、解像度推定装置1000Aでは、入力画像 D_{in} の原画像（アップスケール処理前の画像）の解像度を、さらに、適切に決定（推定）することができる。

[0144] ≪第2変形例≫

次に、第1実施形態の第2変形例について、説明する。

[0145] 第1実施形態の第2変形例では、画像（映像）の垂直解像度を推定する場合を例に説明する。

[0146] なお、上記実施形態と同様の部分については、同一符号を付し、詳細な説明を省略する。

[0147] 図11は、第1実施形態の第2変形例に係る解像度推定装置1000Bの概略構成図である。

[0148] 図12は、第1実施形態の第2変形例に係る解像度推定装置1000Bをハードウェアで構成する場合の概略構成図（一例）である。

[0149] 本変形例の解像度推定装置1000Bは、図11に示すように、第1実施

形態の解像度推定装置 1000 において、近接度取得部 1 を近接度取得部 1 A に置換し、累積加算部 2 を累積加算部 2 A に置換した構成を有している。

[0150] そして、図 12 に示すように、本変形例の近接度取得部 1 A は、第 1 実施形態の近接度取得部 1 において、座標取得部 11 を座標取得部 11 A に置換し、近接度算出部 12 を近接度算出部 12 A に置換した構成を有している。つまり、第 1 実施形態の本変形例の近接度取得部 1 A は、第 1 実施形態の近接度取得部 1 において、D フリップフロップ 111、121、122 を、1 ライン分の遅延器（例えば、ラインメモリ）111 A、121 A、122 A に置換した構成を有している。

[0151] これにより、座標取得部 11 A からは、画像の垂直方向の座標 y が累積加算部 2 A に出力され、近接度算出部 12 A からは、当該垂直座標値 y に対応する画素の近接度値 Q が累積加算部 2 A に出力される。

[0152] また、図 12 に示すように、本変形例の累積加算部 2 A の各累積加算処理部の座標判定部 201 A ~ 2n1 A は、近接度取得部 1 A の座標取得部 11 A から出力される垂直座標値 y を入力する。そして、各座標判定部は、入力された垂直座標値 y が、図 12 に示すように設定された値と一致する場合、「1」を第 1 セレクタに出力し、入力された垂直座標値 y が図 12 に示すように設定された値と一致しない場合、「0」を第 1 セレクタに出力する。それ以外は、第 1 実施形態と同様である。

[0153] 以上のように構成された本変形例の解像度推定装置 1000 A は、第 1 実施形態の解像度推定装置 1000 とは、異なり、画像上の垂直方向に連続する 3 つの画素から、近接度値 Q を算出し、画像上の水平方向に、近接度値 Q を累積加算する。

[0154] つまり、第 1 実施形態の解像度推定装置 1000 が、画像上の水平方向において、近接度値 Q を算出し、画像上の垂直方向に近接度値 Q を累積加算していたのに対し、本変形例の解像度推定装置 1000 B では、画像上の垂直方向において、近接度値 Q を算出し、画像上の水平方向に近接度値 Q を累積加算する。この点が、本変形例の解像度推定装置 1000 A が、第 1 実施形

態の解像度推定装置 1000 と相違する点である。

[0155] なお、推定解像度を決定（推定）する処理については、第 1 実施形態と同様である。

[0156] 本変形例の解像度推定装置 1000B においても、第 1 実施形態の解像度推定装置 1000 と同様に、入力される画像信号（映像信号）がどのようなものであっても、原画像（原映像）の解像度を適切に推定することができる。

[0157] [第 2 実施形態]

次に、第 2 実施形態について、説明する。

[0158] 図 13 は、第 2 実施形態に係る解像度推定方法のフローチャートである。

[0159] 図 13 のフローチャートを用いて、本実施形態の解像度推定方法について、説明する。

[0160] なお、本実施形態の解像度推定方法は、例えば、第 1 実施形態の解像度推定装置 1000 により実行される。

[0161] 以下では、第 1 実施形態の解像度推定装置 1000 により、本実施形態の解像度推定方法が実行される場合を一例として、説明する。

[0162] (S1) :

ステップ S1 では、累積加算部 2 により保持される画像上の水平座標 x ごとに用意された水平累積加算値用配列 S_h [] および累積加算部 2 により保持される画像上の垂直座標 y ごとに用意された垂直累積加算値用配列 S_v [] が、リセットされ、全ての配列要素に「0」がセットされる。また、ステップ S1 では、画像上の水平座標 x および垂直座標 y が、ともに「0」にセットされる。

[0163] (S2) :

ステップ S2 では、近接度取得部 1 により、水平近接度 Q_h が算出される。

[0164] 具体的には、入力画像上の座標 (x, y) の画素の画素値を $D(x, y)$ と表記し、注目画素の画素値を $D(x, y)$ とすると、

(1) 注目画素を中心として、水平方向に連続する3つの画素の画素値 $D(x-1, y)$ 、 $D(x, y)$ 、および、 $D(x+1, y)$ において、 $D(x, y)$ が単独で最大値あるいは最小値をとる場合、近接度取得部1は、注目画素の近接度値 Q_h を、

$$Q_h = 1$$

に設定する。

(2) 画素値 $D(x-1, y)$ 、 $D(x, y)$ 、および、 $D(x+1, y)$ において、 $D(x, y)$ が最大値あるいは最小値をとるが、 $D(x-1, y)$ および $D(x+1, y)$ のいずれかが $D(x, y)$ と同じ値である場合、近接度取得部1は、注目画素の近接度値 Q_h を、

$$Q_h = 0.5$$

に設定する。

(3) 上記(1)、(2)以外の場合、近接度取得部1は、注目画素の近接度値 Q_h を、

$$Q_h = 0$$

に設定する。

[0165] (S3) :

ステップS3では、累積加算部2により、近接度値 Q_h の画像の垂直方向への累積加算処理が実行される。すなわち、累積加算部2は、

$$S_h[x] = S_h[x] + Q_h$$

に相当する処理を実行する。

[0166] (S4) :

ステップS4では、近接度取得部1により、垂直近接度 Q_v が算出される。

[0167] つまり、

(1) 注目画素を中心として、垂直方向に連続する3つの画素の画素値 $D(x, y-1)$ 、 $D(x, y)$ 、および、 $D(x, y+1)$ において、 $D(x, y)$ が単独で最大値あるいは最小値をとる場合、近接度取得部1は、注目

画素の近接度値 Q_v を、

$$Q_v = 1$$

に設定する。

(2) 画素値 $D(x, y-1)$ 、 $D(x, y)$ 、および、 $D(x, y+1)$ において、 $D(x, y)$ が最大値あるいは最小値をとるが、 $D(x, y-1)$ および $D(x, y+1)$ のいずれかが $D(x, y)$ と同じ値である場合、近接度取得部 1 は、注目画素の近接度値 Q_v を、

$$Q_v = 0.5$$

に設定する。

(3) 上記 (1)、(2) 以外の場合、近接度取得部 1 は、注目画素の近接度値 Q_v を、

$$Q_v = 0$$

に設定する。

[0168] (S5) :

ステップ S5 では、累積加算部 2 により、近接度値 Q_v の画像の水平方向への累積加算処理が実行される。すなわち、累積加算部 2 は、

$$S_v[x] = S_v[x] + Q_v$$

に相当する処理を実行する。

[0169] (S6、S7) :

ステップ S6 では、水平座標値 x の +1 のインクリメント処理が実行される。

[0170] また、ステップ S7 では、水平座標値 x が、水平方向の最大値 H_SIZE (水平方向の画素数) 以上であるか否かを判定し、判定結果が「Yes」である場合、処理をステップ S8 に進め、一方、判定結果が「No」である場合、処理をステップ S2 に戻す。

[0171] (S8、S9) :

ステップ S8 では、水平座標値 x を「0」にリセットし、垂直座標値 y を +1 だけインクリメントする。

[0172] また、ステップS 9では、垂直座標値 y が、垂直方向の最大値 $V\_S I S E$ （垂直方向の画素数）以上であるか否かを判定し、判定結果が「Y e s」である場合、処理をステップS 1 0に進め、一方、判定結果が「N o」である場合、処理をステップS 2に戻す。

[0173] (S 1 0) :

ステップS 1 0では、周波数変換部3により、1枚の画像（例えば、1フレーム画像）に対して、上記水平方向の累積加算処理を実行して取得されたデータ列 $S h []$ に対して、フーリエ変換（離散フーリエ変換、高速フーリエ変換等）が実行され、水平周波数領域のデータ列 $F h []$ が取得される。

[0174] また、ステップS 1 0では、周波数変換部3により、1枚の画像（例えば、1フレーム画像）に対して、上記垂直方向の累積加算処理を実行して取得されたデータ列 $S v []$ に対して、フーリエ変換（離散フーリエ変換、高速フーリエ変換等）が実行され、垂直周波数領域のデータ列 $F v []$ が取得される。

[0175] (S 1 1) :

ステップS 1 1では、スペクトル解析部4により、ステップS 1 0で取得された水平周波数領域のデータ列 $F h []$ からピークを検出し、当該ピークに基づいて、入力画像の原画像（アップスケール処理前の画像）の水平解像度を推定する。

[0176] また、ステップS 1 1では、スペクトル解析部4により、ステップS 1 0で取得された垂直周波数領域のデータ列 $F v []$ からピークを検出し、当該ピークに基づいて、入力画像の原画像（アップスケール処理前の画像）の垂直解像度を推定する。

[0177] 以上のように、本実施形態の解像度推定方法を実行することにより、入力される画像信号（映像信号）がどのようなものであっても、原画像（原映像）の解像度を適切に推定することができる。

[0178] [他の実施形態]

上記実施形態（変形例を含む）において、近接度取得部に同期信号 $S y n$

cが入力される場合（例えば、図2、図12の場合）について、説明したが、これに限定されることはなく、例えば、近接度取得部が、入力画像D_{in}から同期信号Syncに対応する信号（データ）を取得し、取得した当該信号（データ）を用いて、座標算出処理を行うようにしてもよい。

[0179] また、上記実施形態（変形例を含む）において、周波数変換部において、フーリエ変換により周波数変換を行う場合について説明した。しかし、これに限定されることはなく、データ列の周期性を見出すことができる周波数変換であれば、他の周波数変換（例えば、離散コサイン変換、ウェーブレット変換等）を用いて、周波数変換を行うようにしてもよい。

[0180] また、上記実施形態（変形例を含む）の一部または全部を組み合わせ、解像度推定装置および解像度推定方法を実現するようにしてもよい。

[0181] また、入力画像の垂直方向のアップスケール倍率と、水平方向のアップスケール倍率とは、異なるものであってもよい。例えば、入力画像（入力映像）は、640×480の画像（映像）を1920×1080の画像（映像）に拡大した画像（映像）であってもよいし、また、1440×1080の画像（映像）を1920×1080の画像（映像）に拡大した画像（映像）であってもよい。このような入力画像（映像）に対しても、上記実施形態（変形例を含む）の解像度推定装置（上記実施形態（変形例を含む）の一部または全部を組み合わせる場合を含む。）により処理、あるいは、解像度推定方法（上記実施形態（変形例を含む）の一部または全部を組み合わせる場合を含む。）を実行してもよい。

[0182] また、上記実施形態の解像度推定装置の一部または全部は、集積回路（例えば、LSI、システムLSI等）として実現されるものであってもよい。

[0183] 上記実施形態の各機能ブロックの処理の一部または全部は、プログラムにより実現されるものであってもよい。そして、上記実施形態の各機能ブロックの処理の一部または全部は、コンピュータにおいて、中央演算装置（CPU）により実行されるものであってもよい。また、それぞれの処理を行うためのプログラムは、ハードディスク、ROMなどの記憶装置に格納されてお

り、中央演算装置（CPU）が、ROM、あるいはRAMから当該プログラムを読み出し、実行されるものであってもよい。

[0184] また、上記実施形態の各処理をハードウェアにより実現してもよいし、ソフトウェア（OS（オペレーティングシステム）、ミドルウェア、あるいは、所定のライブラリとともに実現される場合を含む。）により実現してもよい。さらに、ソフトウェアおよびハードウェアの混在処理により実現してもよい。

[0185] なお、上記実施形態に係る画像処理装置をハードウェアにより実現する場合、各処理を行うためのタイミング調整を行う必要があるのは言うまでもない。上記実施形態においては、説明便宜のため、実際のハードウェア設計で生じる各種信号のタイミング調整の詳細については省略している。また、タイミング調整を行うための遅延器等についても図示を省略している。

[0186] また、上記実施形態における処理方法の実行順序は、必ずしも、上記実施形態の記載に制限されるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で、実行順序を入れ替えることができるものである。

[0187] 前述した方法をコンピュータに実行させるコンピュータプログラム及びそのプログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体は、本発明の範囲に含まれる。ここで、コンピュータ読み取り可能な記録媒体としては、例えば、フレキシブルディスク、ハードディスク、CD-ROM、MO、DVD、大容量DVD、次世代DVD、半導体メモリを挙げることができる。

[0188] 上記コンピュータプログラムは、上記記録媒体に記録されたものに限られず、電気通信回線、無線又は有線通信回線、インターネットを代表とするネットワーク等を経由して伝送されるものであってもよい。

[0189] なお、本発明の具体的な構成は、前述の実施形態に限られるものではなく、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更および修正が可能である。

[0190] [付記]

なお、本発明は、以下のようにも表現することができる。

[0191] 第1の発明は、入力画像のアップスケール処理前の原画像の解像度を推定

する解像度推定装置であって、近接度取得部と、累積加算部と、周波数変換部と、スペクトル解析部と、を備える。

[0192] 近接度取得部は、注目画素の画素位置が、原画像をアップスケール処理した場合に、原画像の画素が配置される画素位置に近いと推定される程、大きな値となるように、注目画素の推定近接度を設定する。

[0193] 累積加算部は、注目画素の推定近接度を、画像上の第1方向と直交する第2方向に累積加算し、推定近接度の累積加算値の1次元データ列を取得する。

[0194] 周波数変換部は、累積加算部により取得された推定近接度の累積加算値の1次元データ列に対して、周波数変換を行い、周波数領域の1次元データ列である周波数成分1次元データ列を取得する。

[0195] スペクトル解析部は、周波数変換部により取得された周波数成分1次元データ列に基づいて、近接度の画像上の第1方向における周期性を検出し、検出した周期性に基づいて、入力画像のアップスケール処理前の原画像の解像度を推定する。

[0196] この解像度推定装置では、近接度取得部が、入力画像において、注目画素の画素位置が、原画像をアップスケール処理した場合に、原画像の画素が配置される画素位置に近いと推定される程、大きな値となるように、注目画素の推定近接度を設定する。そして、累積加算部が、第1方向（例えば、水平方向）座標が同じ画素について、第2方向（例えば、垂直方向）の推定近接度の値（推定近接度値）を累積加算する。そして、この解像度推定装置では、周波数変換部が、累積加算部により取得された推定近接度値の累積加算値の1次元データ列に対して、周波数変換を行い、周波数領域のデータ列を取得する。そして、この解像度推定装置では、スペクトル解析部が、周波数変換部により取得された周波数領域のデータ列を解析することで、推定近接度値の第1方向（例えば、水平方向）の周期性を検出し、原画像（アップスケール処理が実行される前の画像）の第1方向（例えば、水平方向）解像度を特定（推定）する。

[0197] つまり、この解像度推定装置では、サンプリング位置（インターポーレート画像の画素位置）の位置的な近さを表している推定近接度値のサンプル数を、第2方向に（例えば、垂直方向に）累積加算することで、推定近接度値のサンプル数を増やし、さらに、推定近接度値の累積加算値の時系列のデータ列を周波数変換して取得した周波数領域のデータ列から、推定近接度値が高い画素の周期性を適切に検出することができる。

[0198] すなわち、どのようなアップスケール処理が実行されていても、推定近接度画像（推定近接度値をマッピングした画像）において、サンプリング位置（インターポーレート画像の画素位置）に近い位置の画素ほど、推定近接度値が大きな値となる確率は高いので、この解像度推定装置では、この統計的な性質を利用し、上記のように、データサンプル数を多くすることで、より精度良く、推定近接度値が大きな値をとる位置の第1方向（例えば、水平方向）の周期性を的確に把握することができるようになる。

[0199] このように、この解像度推定装置では、入力される画像信号（映像信号）がどのようなものであっても、原画像（原映像）の解像度を適切に推定することができる。

[0200] なお、「推定近接度」とは、注目画素の画像上の画素位置と、入力画像の原画像に対して挿入処理（インターポーレート）を行って取得したインターポーレート画像上の画素位置との位置的な近さを表す指標である。近接度は、例えば、次のように設定される。注目画素の画像上の画素位置と、原画像から取得したインターポーレート画像上の画素位置とが近い程、近接度は大きい値に設定される。

[0201] つまり、「推定近接度」とは、アップスケール処理後の座標空間において、挿入処理で配置された入力画像の画素の位置と、アップスケール処理後の画像の注目画素の距離が、どの程度近いかを示す指標である。

[0202] 第2の発明は、第1の発明であって、近接度取得部は、注目画素の画素位置が、局所領域において、極大値または極小値をとる場合、注目画素の画素位置が、原画像をアップスケール処理した場合に、原画像の画素が配置される

画素位置に近いと推定し、注目画素の推定近接度を、注目画素の画素値が、局所領域において、極大値および極小値のいずれでもない場合の推定近接度よりも大きな値に設定する。

[0203] この解像度推定装置では、（画像上の）局所領域において、極大値または極小値をとる画素についての推定近接度を高い値とするので、適切に、推定近接度を設定することができる。そして、適切に設定された推定近接度を用いて、高精度に、近接度値の第1方向（例えば、水平方向）の周期性を検出し、原画像（アップスケール処理が実行される前の画像）の第1方向（例えば、水平方向）解像度を特定（推定）することができる。

[0204] 第3の発明は、第1の発明であって、近接度取得部は、注目画素を中心として、画像上の第1方向に連続する3つの画素において、注目画素の画素値が極大値または極小値である場合、注目画素の推定近接度を第1の値に設定し、注目画素を中心として、画像上の前記第1方向に連続する3つの画素において、注目画素の画素値が極大値および極小値のいずれでもない場合、注目画素の推定近接度を前記第1の値よりも小さい第2の値に設定することで、注目画素の推定近接度を設定する。

[0205] この解像度推定装置では、近接度取得部が、入力画像において、極大値または極小値（極値）をとる画素の近接度値（近接度）が高くなるように設定し、累積加算部が、第1方向（例えば、水平方向）座標が同じ画素について、第2方向（例えば、垂直方向）の近接度値を累積加算する。そして、この解像度推定装置では、周波数変換部が、累積加算部により取得された近接度値の累積加算値の1次元データ列に対して、周波数変換を行い、周波数領域のデータ列を取得する。そして、この解像度推定装置では、スペクトル解析部が、周波数変換部により取得された周波数領域のデータ列を解析することで、近接度値の第1方向（例えば、水平方向）の周期性を検出し、原画像（アップスケール処理が実行される前の画像）の第1方向（例えば、水平方向）解像度を特定（推定）する。

[0206] つまり、この解像度推定装置では、サンプリング位置（インターポーレー

ト画像の画素位置)の位置的な近さを表している近接度値のサンプル数を、第2方向に(例えば、垂直方向に)累積加算することで、近接度値のサンプル数を増やし、さらに、近接度値の累積加算値の時系列のデータ列を周波数変換して取得した周波数領域のデータ列から、近接度値が高い画素の周期性を適切に検出することができる。

[0207] すなわち、どのようなアップスケール処理が実行されていても、近接度画像(近接度値をマッピングした画像)において、サンプリング位置(インターポーレート画像の画素位置)に近い位置の画素ほど、近接度値が大きな値となる確率は高いので、この解像度推定装置では、この統計的な性質を利用し、上記のように、データサンプル数を多くすることで、より精度良く、近接度値が大きな値をとる位置の第1方向(例えば、水平方向)の周期性を的確に把握することができるようになる。

[0208] このように、この解像度推定装置では、入力される画像信号(映像信号)がどのようなものであっても、原画像(原映像)の解像度を適切に推定することができる。

[0209] 第4の発明は、第1の発明であって、スペクトル解析部は、周波数成分1次元データ列において、ピーク値をとる周波数成分値を検出し、検出した当該周波数成分値に基づいて、入力画像のアップスケール処理前の原画像の解像度を推定する。

[0210] これにより、この解像度推定装置では、周波数成分1次元データ列において、ピーク値をとる周波数成分値に基づいて、適切に、入力画像のアップスケール処理前の原画像の解像度を推定することができる。

[0211] 第5の発明は、第4の発明であって、推定解像度取得部をさらに備える。

[0212] 推定解像度取得部は、スペクトル解析部により、異なる周波数成分値において、周波数成分1次元データ列にピークが検出された場合、ピークが検出されたデータの周波数成分値のうち、最小の値をとる周波数成分値を最小周波数成分値とし、当該最小周波数成分値に対応する解像度を第1解像度とすると、

入力画像の画素値を第2方向に累積加算することで取得した1次元データ列 $S_0(x)$ を、第1解像度の1次元データ列にダウンスケール処理し、さらに、ダウンスケール処理された第1解像度の1次元データ列を、ダウンスケール処理前の解像度と一致するようにアップスケール処理して1次元データ列 $S_1(x)$ を取得し、

入力画像から取得した1次元データ列 $S_0(x)$ と、アップスケール処理により取得した1次元データ列 $S_1(x)$ との誤差を算出し、

算出した誤差に基づいて、周波数成分1次元データ列中に検出されたピークのいずれかに対応する周波数成分値に相当する解像度を、入力画像のアップスケール処理前の原画像の解像度と推定する。

[0213] この解像度推定装置では、推定解像度取得部が、入力画像から取得した1次元データ列 $S_0(x)$ に対して、スペクトル解析部により取得された推定解像度の複数の候補のうちの値が最小の解像度にダウンスケールした後、アップスケールした1次元データ列 $S_1(x)$ を取得する。そして、この解像度推定装置では、推定解像度取得部により、1次元データ列 $S_0(x)$ 、 $S_1(x)$ の間の誤差が算出され、算出された誤差に基づいて、スペクトル解析部により取得された推定解像度の複数の候補のうちの最も適切な推定解像度を特定する。

[0214] したがって、この解像度推定装置では、入力画像の原画像（アップスケール処理前の画像）の解像度を、さらに、適切に決定（推定）することができる。

[0215] 第6の発明は、第1から第5のいずれかの発明であって、第1方向は、画像上の水平方向であり、第2方向は、画像上の垂直方向である。

[0216] これにより、この解像度推定装置では、第1方向を画像上の水平方向とし、第2方向を画像上の垂直方向として処理を行うことができ、入力画像の原画像（アップスケール処理前の画像）の水平解像度を、適切に決定（推定）することができる。

[0217] 第7の発明は、第1から第5のいずれかの発明であって、第1方向は、画

像上の垂直方向であり、第2方向は、画像上の水平方向である。

[0218] これにより、この解像度推定装置では、第1方向を画像上の垂直方向とし、第2方向を画像上の水平方向として処理を行うことができ、入力画像の原画像（アップスケール処理前の画像）の垂直解像度を、適切に決定（推定）することができる。

産業上の利用可能性

[0219] 本発明は、入力される画像信号（映像信号）がどのようなものであっても、原画像（原映像）の解像度を適切に推定することができる解像度推定装置を実現することができる。したがって、本発明は、映像関連産業分野において、有用であり、当該分野において実施することができる。

符号の説明

[0220] 1000、1000A、1000B 解像度推定装置

1、1A 近接度取得部

2、2A 累積加算部

3 周波数変換部

4、4A スペクトル解析部

41 スペクトル検出部

42、42A 推定解像度取得部

請求の範囲

[請求項1] 入力画像のアップスケール処理前の原画像の解像度を推定する解像度推定装置であって、

 注目画素の画素位置が、前記原画像をアップスケール処理した場合に、前記原画像の画素が配置される画素位置に近いと推定される程、大きな値となるように、前記注目画素の推定近接度を設定する近接度取得部と、

 前記注目画素の前記推定近接度を、画像上の第1方向と直交する第2方向に累積加算し、前記推定近接度の累積加算値の1次元データ列を取得する累積加算部と、

 前記累積加算部により取得された前記推定近接度の累積加算値の前記1次元データ列に対して、周波数変換を行い、周波数領域の1次元データ列である周波数成分1次元データ列を取得する周波数変換部と、

 前記周波数変換部により取得された前記周波数成分1次元データ列に基づいて、前記推定近接度の画像上の前記第1方向における周期性を検出し、検出した前記周期性に基づいて、前記入力画像のアップスケール処理前の原画像の解像度を推定するスペクトル解析部と、
 を備える解像度推定装置。

[請求項2] 前記近接度取得部は、

 前記注目画素の画素値が、局所領域において、極大値または極小値をとる場合、前記注目画素の画素位置が、前記原画像をアップスケール処理した場合に、前記原画像の画素が配置される画素位置に近いと推定し、前記注目画素の推定近接度を、前記注目画素の画素値が、局所領域において、極大値および極小値のいずれでもない場合の推定近接度よりも大きな値に設定する、

 請求項1に記載の解像度推定装置。

[請求項3] 前記近接度取得部は、

前記注目画素を中心として、画像上の第1方向に連続する3つの画素において、前記注目画素の画素値が極大値または極小値である場合、前記注目画素の推定近接度を第1の値に設定し、前記注目画素を中心として、画像上の前記第1方向に連続する前記3つの画素において、前記注目画素の画素値が極大値および極小値のいずれでもない場合、前記注目画素の推定近接度を前記第1の値よりも小さい第2の値に設定することで、前記注目画素の推定近接度を設定する、

請求項1に記載の解像度推定装置。

[請求項4]

前記スペクトル解析部は、前記周波数成分1次元データ列において、ピーク値をとる周波数成分値を検出し、検出した当該周波数成分値に基づいて、前記入力画像のアップスケール処理前の原画像の解像度を推定する、

請求項1に記載の解像度推定装置。

[請求項5]

前記スペクトル解析部により、異なる周波数成分値において、前記周波数成分1次元データ列にピークが検出された場合、ピークが検出されたデータの周波数成分値のうち、最小の値をとる周波数成分値を最小周波数成分値とし、当該最小周波数成分値に対応する解像度を第1解像度とすると、

前記入力画像の画素値を前記第2方向に累積加算することで取得した1次元データ列 $S_0(x)$ を、前記第1解像度の1次元データ列にダウンスケール処理し、さらに、前記ダウンスケール処理された前記第1解像度の前記1次元データ列を、前記ダウンスケール処理前の解像度と一致するようにアップスケール処理して1次元データ列 $S_1(x)$ を取得し、

前記入力画像から取得した前記1次元データ列 $S_0(x)$ と、前記アップスケール処理により取得した前記1次元データ列 $S_1(x)$ との誤差を算出し、

算出した前記誤差に基づいて、前記周波数成分1次元データ列中に

検出されたピークのいずれかに対応する周波数成分値に相当する解像度を、前記入力画像のアップスケール処理前の原画像の解像度と推定する推定解像度取得部をさらに備える、

請求項 4 に記載の解像度推定装置。

[請求項6]

前記第 1 方向は、画像上の水平方向であり、

前記第 2 方向は、画像上の垂直方向である、

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の解像度推定装置。

[請求項7]

前記第 1 方向は、画像上の垂直方向であり、

前記第 2 方向は、画像上の水平方向である、

請求項 1 から 5 のいずれかに記載の解像度推定装置。

[図1]

1000

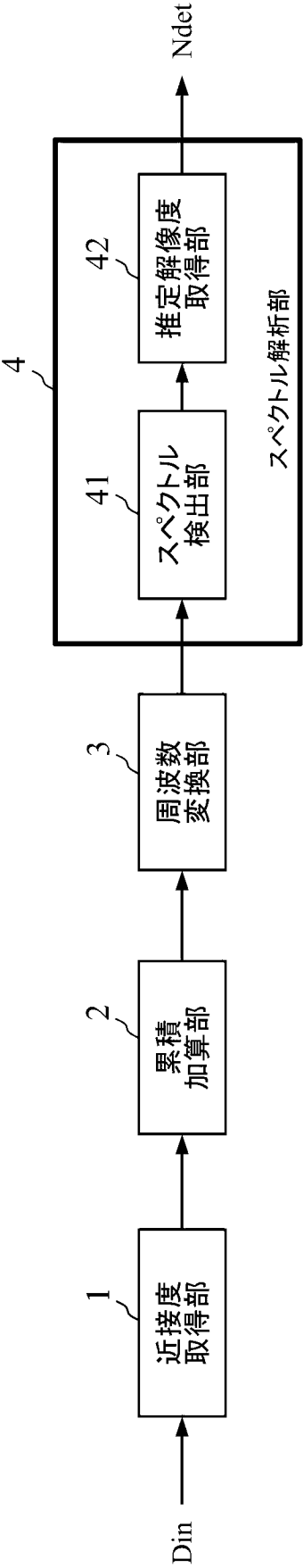


FIG. 1

[図2]

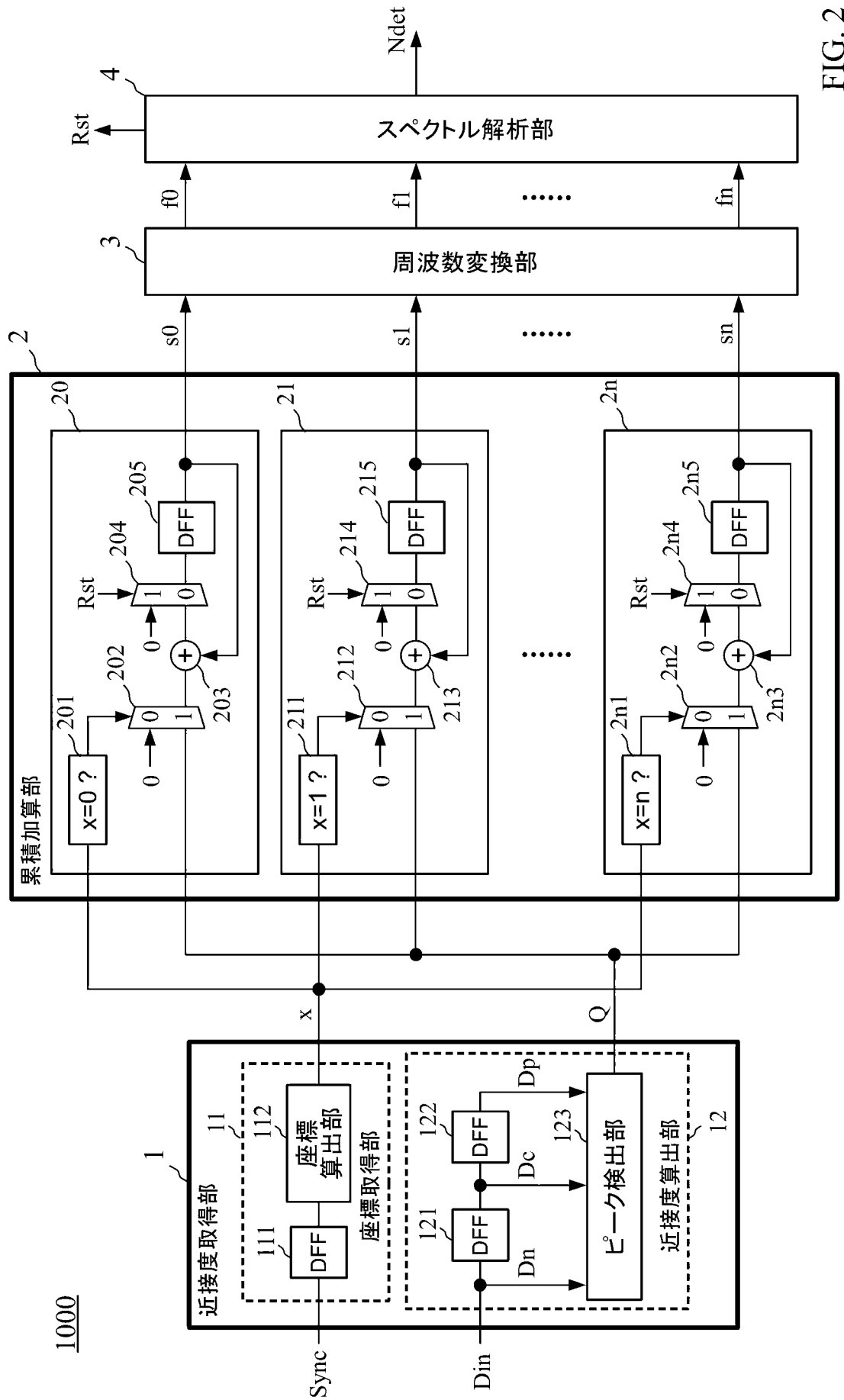


FIG. 2

[図3]

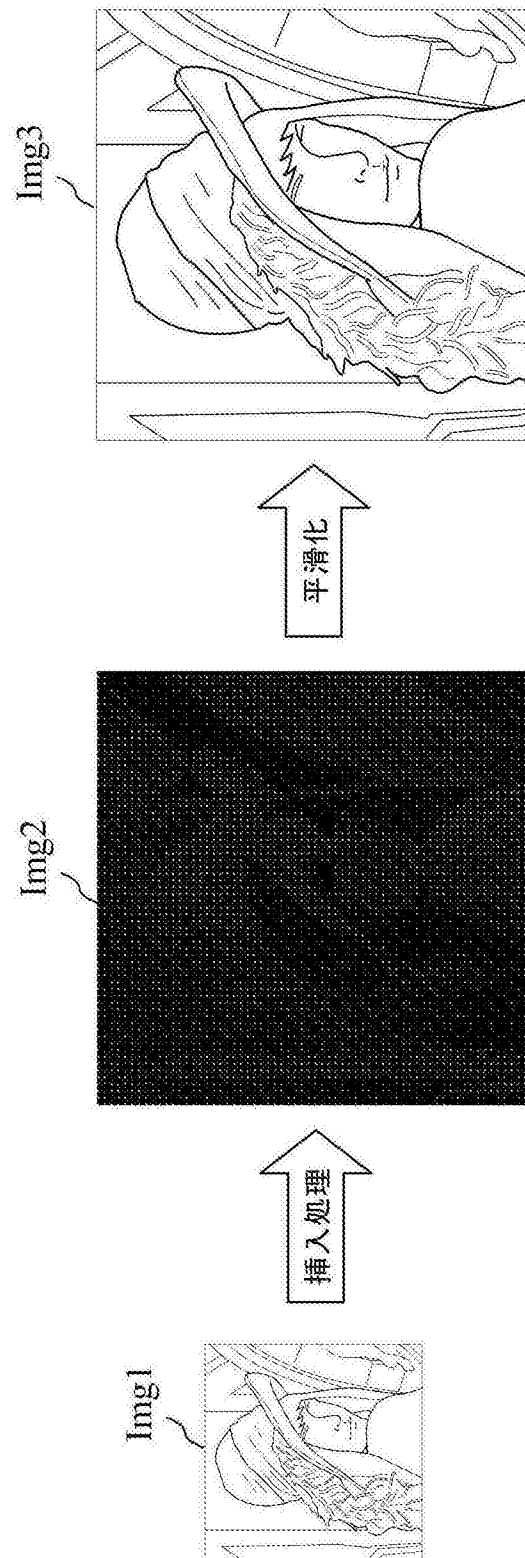


FIG. 3

[図4]

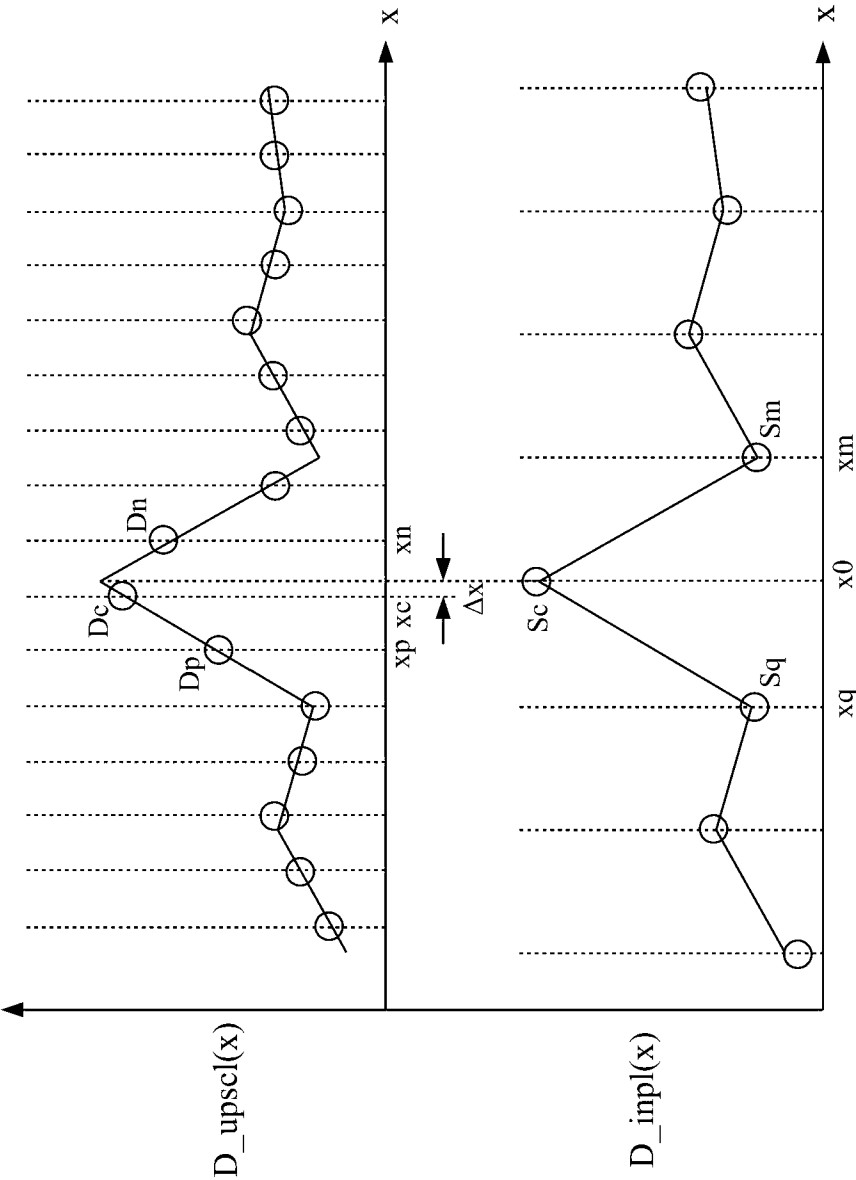


FIG. 4

[図5]

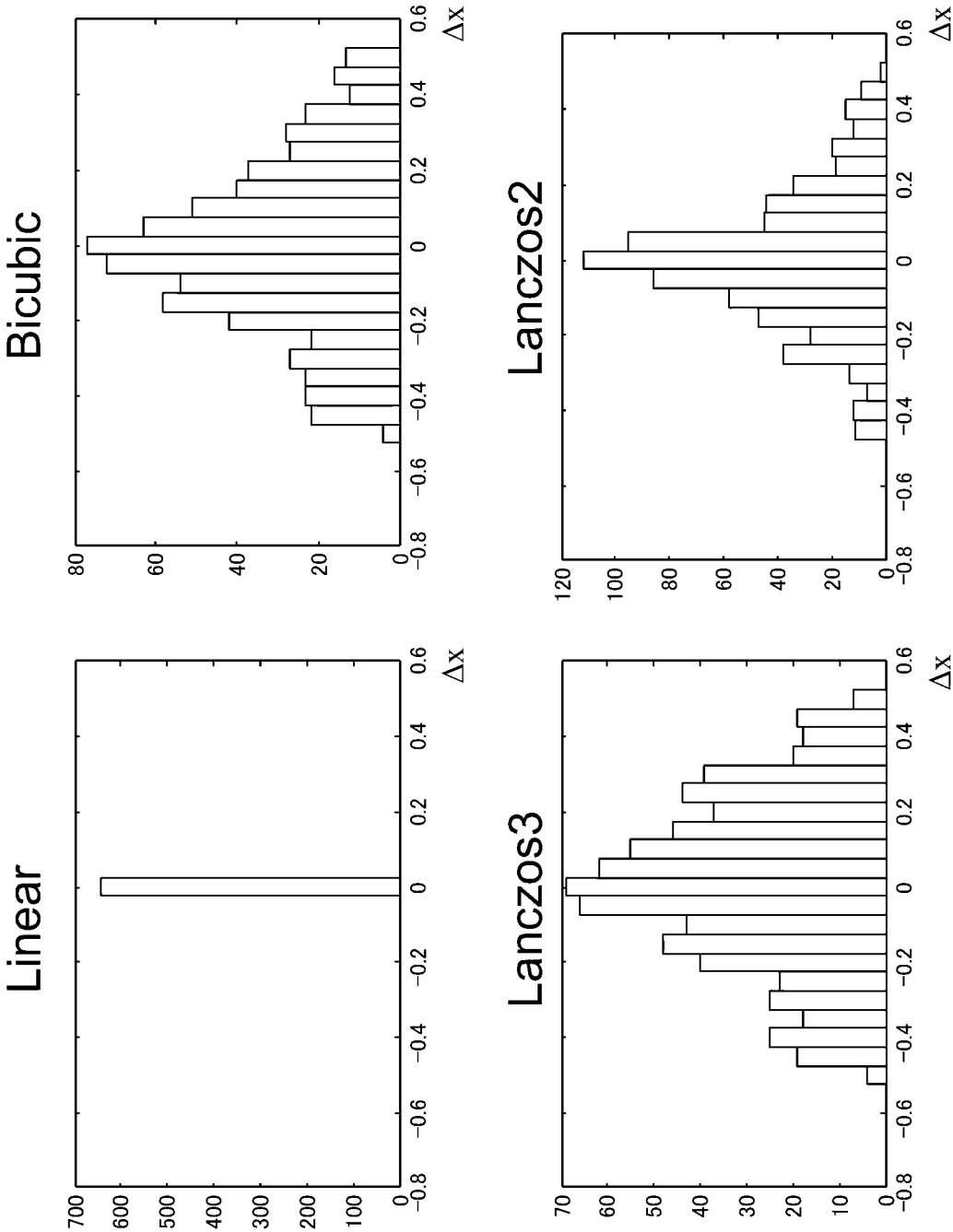


FIG. 5

[図6]

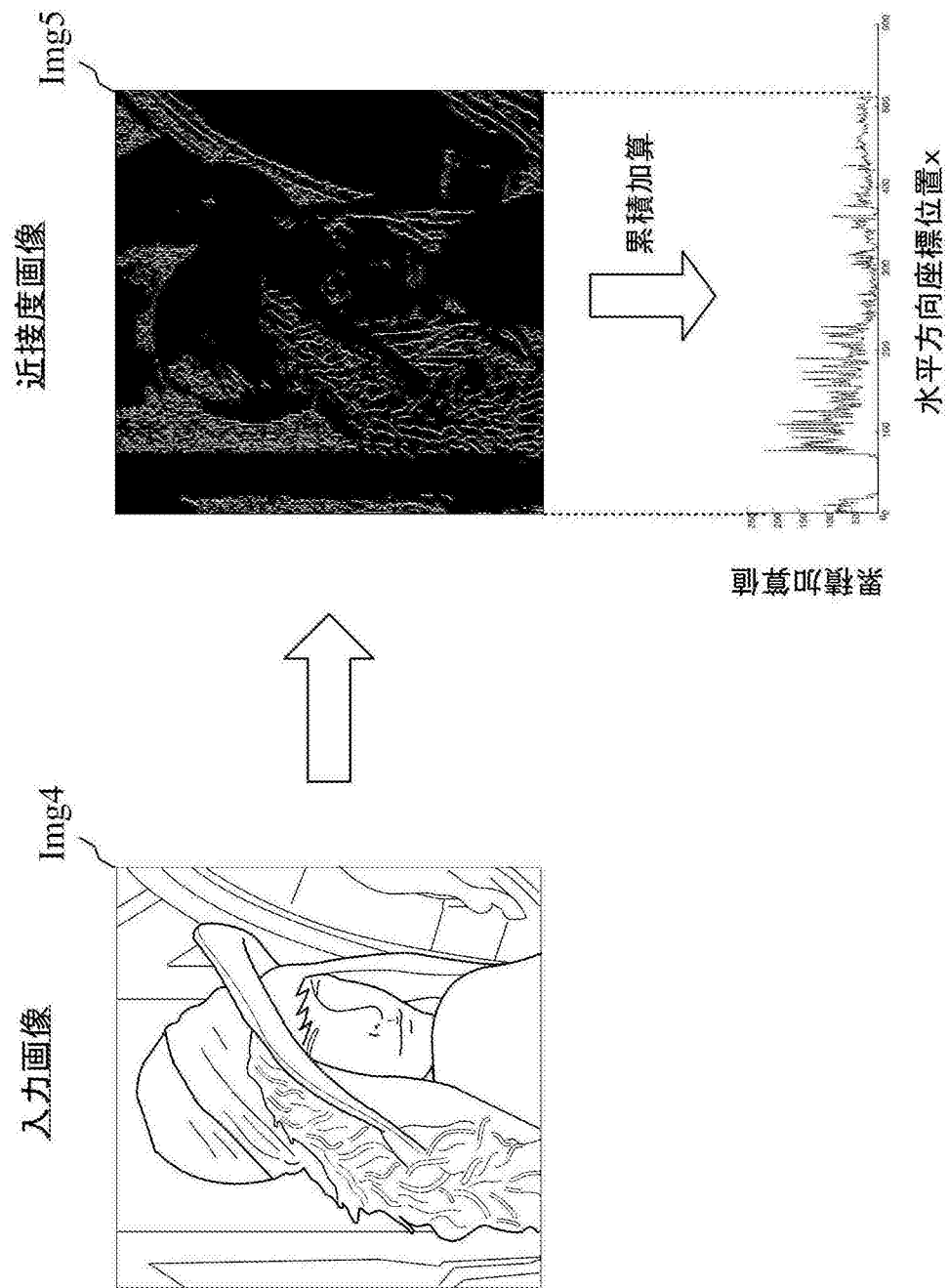


FIG. 6

[図7]

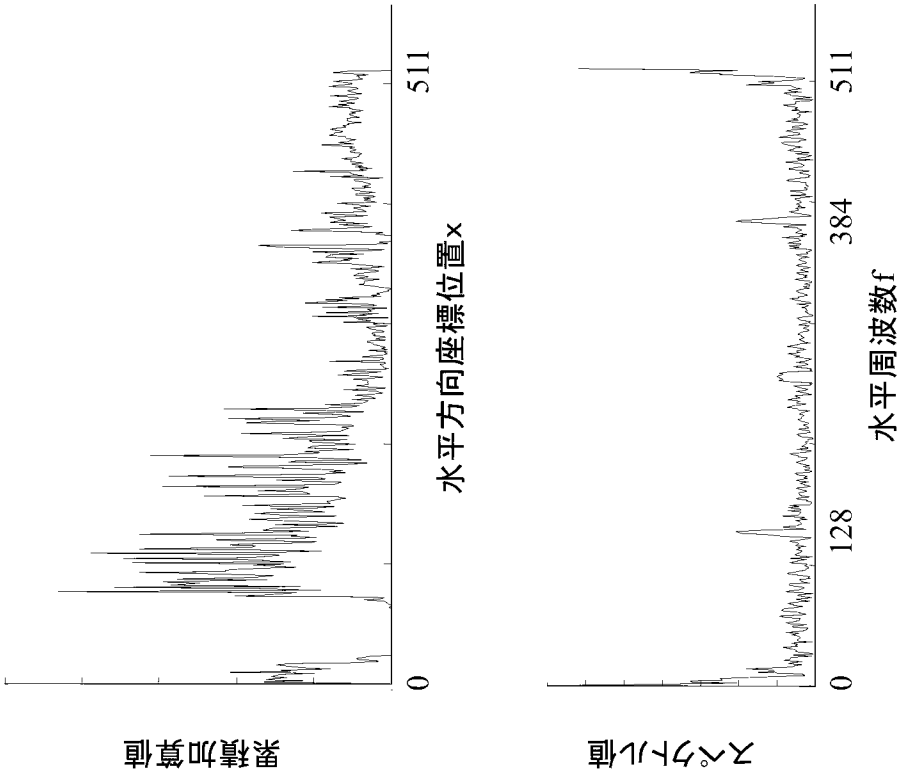


FIG. 7

[図8]

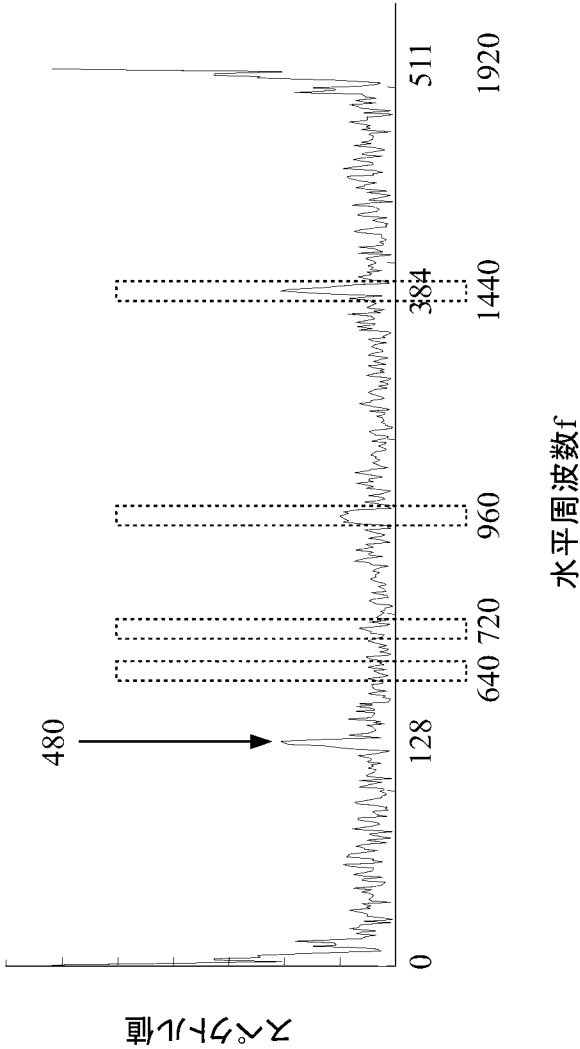


FIG. 8

[図9]

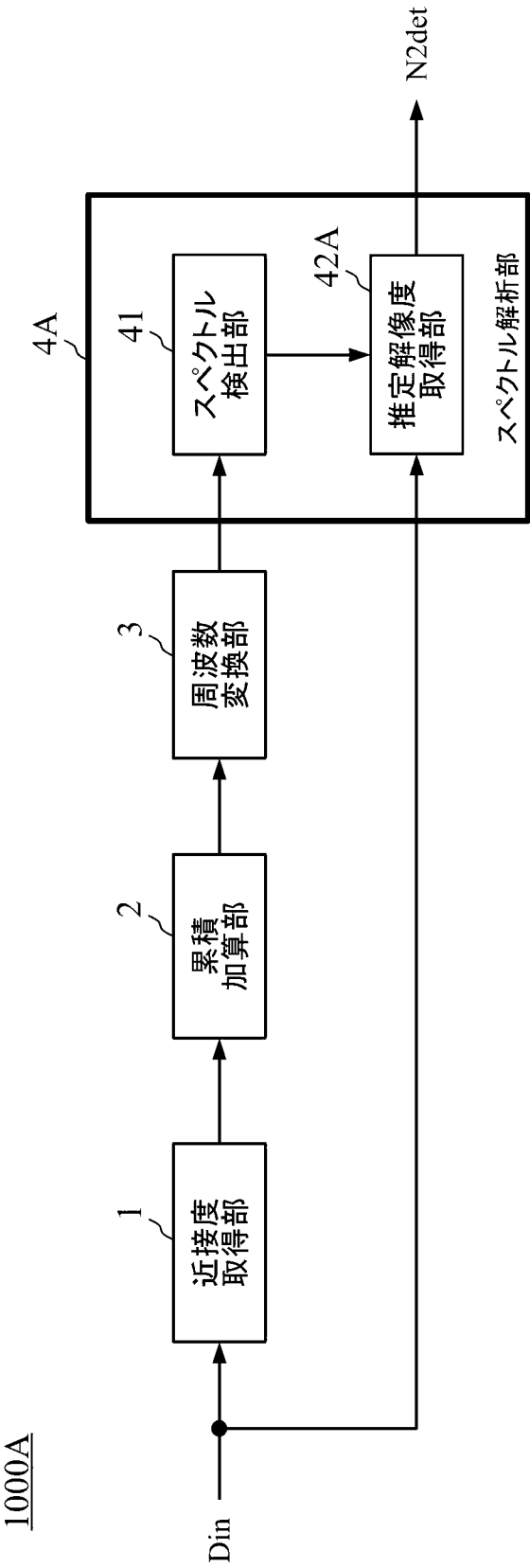


FIG. 9

[図10]

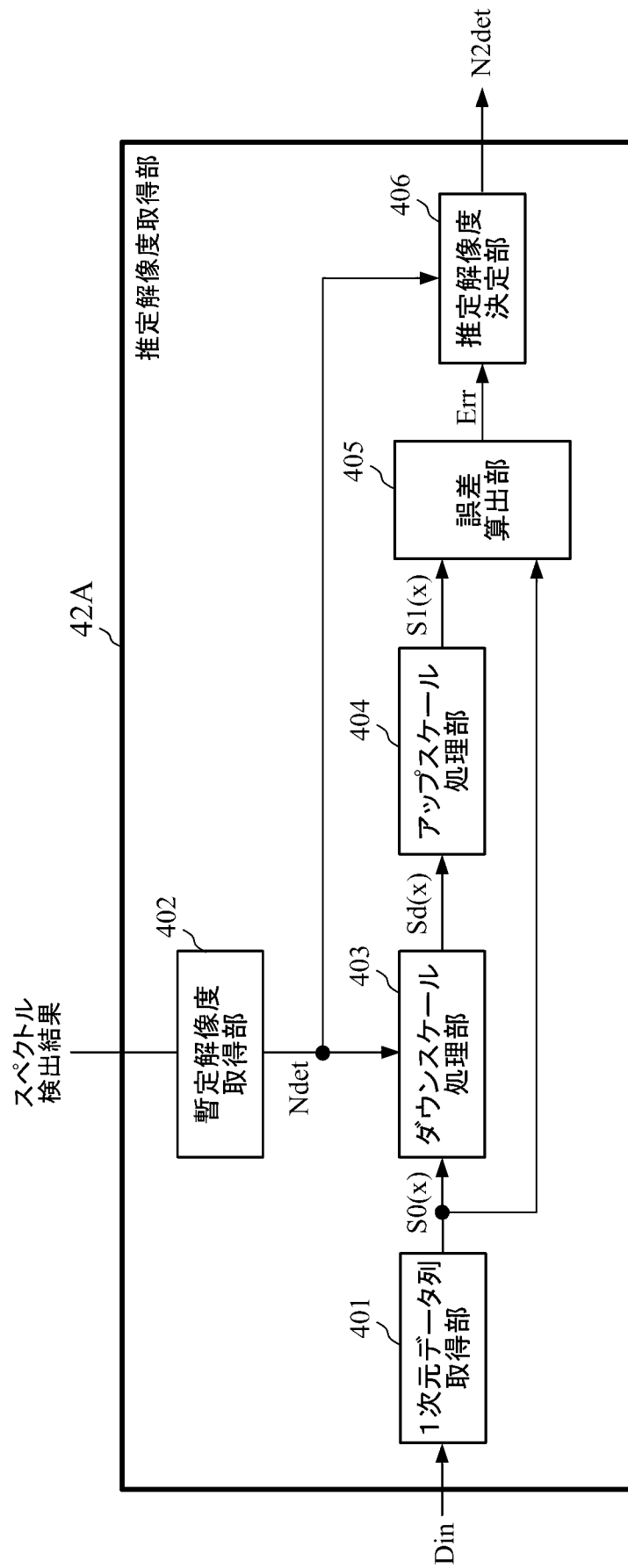


FIG. 10

[図11]

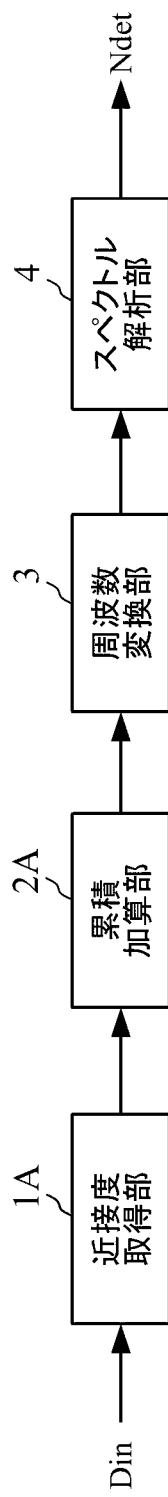
1000B

FIG. 11

[図12]

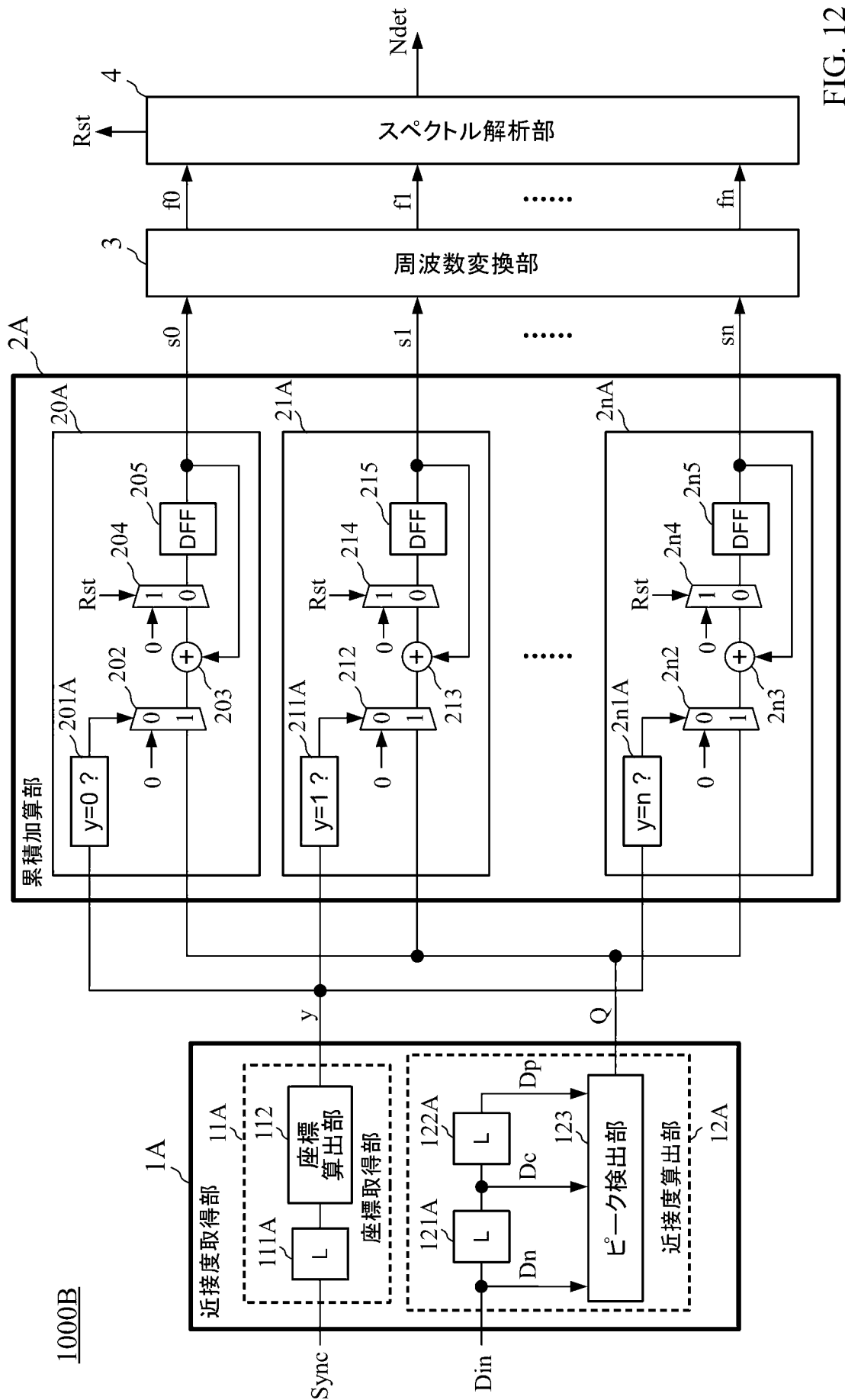


FIG. 12

[図13]

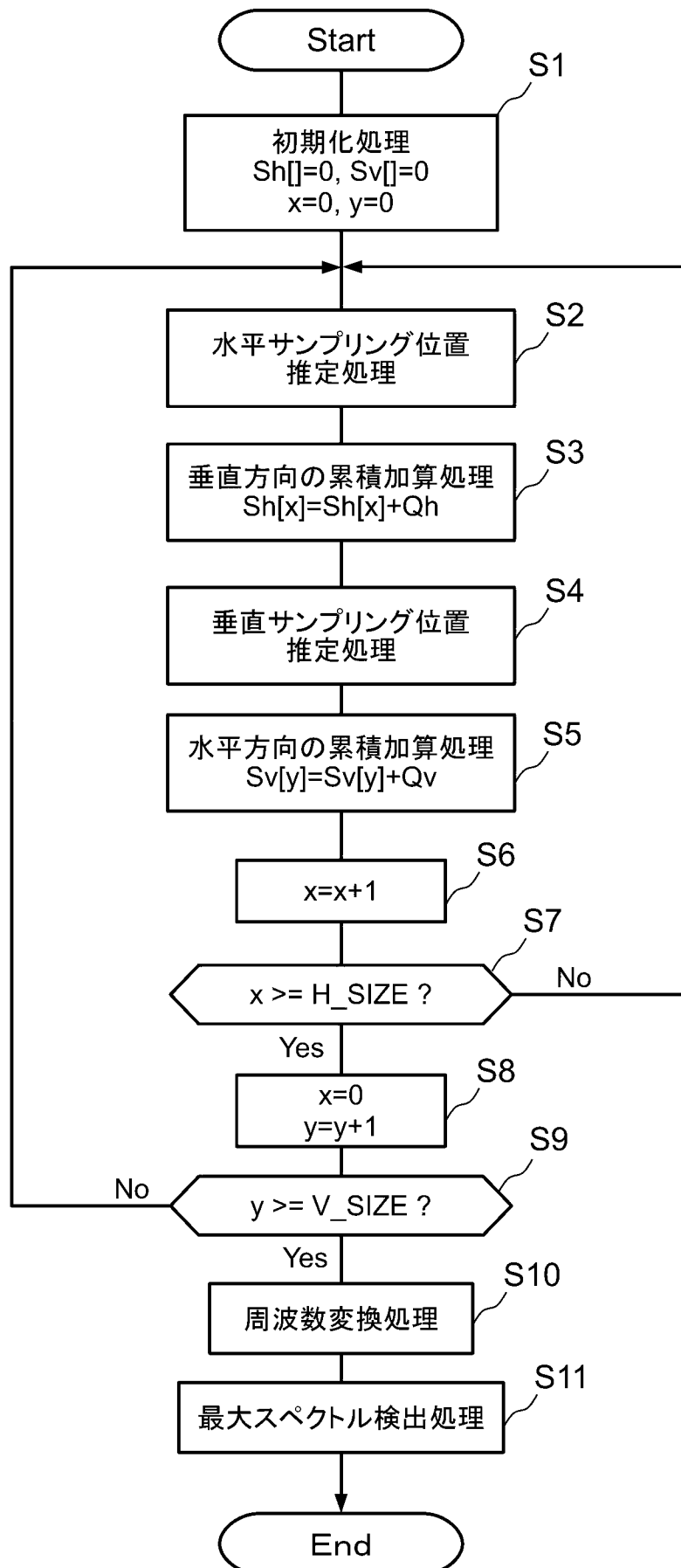


FIG. 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/081858

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N7/01(2006.01)i, H04N5/14(2006.01)i, G06T7/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N7/01, H04N5/14, G06T7/00, H04N1/40, H04N1/387, G06T3/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/073866 A1 (Sharp Corp.), 07 June 2012 (07.06.2012), paragraphs [0090] to [0093]; fig. 19, 20 & EP 2632145 A1 & CN 103238315 A	1-7
A	JP 2012-19380 A (Sony Corp.), 26 January 2012 (26.01.2012), paragraphs [0039] to [0045]; fig. 3, 4 (Family: none)	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
24 February 2015 (24.02.15)

Date of mailing of the international search report
10 March 2015 (10.03.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N7/01(2006.01)i, H04N5/14(2006.01)i, G06T7/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N7/01, H04N5/14, G06T7/00, H04N1/40, H04N1/387, G06T3/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2012/073866 A1（シャープ株式会社）2012.06.07, [0090] - [0093], 図19, 図20 & EP 2632145 A1 & CN 103238315 A	1 - 7
A	JP 2012-19380 A（ソニー株式会社）2012.01.26, 【0039】 - 【0045】, 図3, 図4 (ファミリーなし)	1 - 7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

2 4 . 0 2 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 3 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

益戸 宏

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

5 P

9 3 8 0