

(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
2009年10月8日(08.10.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/122463 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 1/41 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/000836
- (22) 国際出願日: 2008年3月31日(31.03.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社(FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 小田切淳一(ODAGIRI, Junichi) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 大菅義之(OSUGA, Yoshiyuki); 〒1020084 東京都千代田区二番町8番地20 二番町ビル3F Tokyo (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

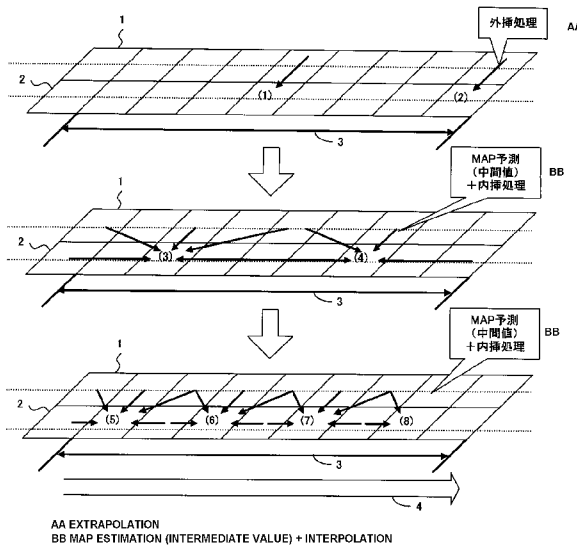
添付公開書類:

- 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: IMAGE DATA COMPRESSION APPARATUS, DECOMPRESSION APPARATUS, COMPRESSION METHOD, DECOMPRESSION METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像データ圧縮装置、復元装置、圧縮方法、復元方法及びプログラム

[図9]



(57) Abstract: An image compression apparatus is characterized by that it includes a line memory part for holding pixel values for at least one immediately previous line among lines to be processed in an image to be compressed, a division part for dividing pixels of the line to be processed into block units containing 2^n pixels as one block, a first estimation value calculating part for extrapolation-estimating a 2^{n-1} -th and a 2^n -th pixels among the pixels in the block divided by the division part using respective pixel values immediately above them as reference values to obtain an estimation value as processing in a first hierarchy, a second estimation value calculating part for interpolation-estimating the pixel value one line before in the line memory and an estimation value obtained up to the previous hierarchy processing for a predetermined pixel, as processing for the n -th hierarchy from the second hierarchy to obtain an estimation value and an estimation coding part for obtaining an estimation error from the estimation values obtained from the first to n -th hierarchy processing, converting the estimation error into a quantization number and converting the quantization number into a variable length code for obtaining a compression code.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2009/122463 A1



圧縮対象画像の処理対象ラインの少なくとも直前1ライン分の画素値を保持するラインメモリ部と、前記処理対象ラインの画素を 2^m 画素を1ブロックとするブロック単位に分割する分割部と、第1階層の処理として、前記分割部により分割したブロック内の各画素のうち、 2^{m-1} 番目と 2^m 番目の画素に対して、前記ラインメモリ内の該 2^{m-1} 番目と 2^m 番目の画素それぞれの直上の画素値を参照値として外挿予測を行って予測値を求める第1の予測値算出部と、第2階層の処理から第n階層目の処理として、所定の画素に対して、前記ラインメモリ内の直前1ラインの画素値及び1つ前の階層処理までに求めた予測値を参照値として内挿予測を行って予測値を求める第2の予測値算出部と、前記第1の階層処理から前記第nの階層処理までの処理で求めた前記予測値から予測誤差を求め、当該予測誤差を量子化番号に変換し、当該量子化番号を可変長符号に変換して圧縮符号を求める予測符号化部とを備えたことを特徴とする画像圧縮装置。

明 細 書

画像データ圧縮装置、復元装置、圧縮方法、復元方法及びプログラム

技術分野

[0001] 本発明は、画像データを圧縮、復元する技術に関し、更に詳しくは画素単位で画素レベル値を予測する予測符号化方式（Differential Pulse Code Modulation: DPCM）による画像データの圧縮復元技術に関する。

背景技術

[0002] 現在データの圧縮／復元技術は、様々な分野の機器に用いられており、その分野の1つとして、車載向けの機器に採用されているものがある。

図1は、車載用の画像データ圧縮／復元装置の搭載例を示す図である。

[0003] 同図において車1の外側に複数のカメラ2-1～2-6を設け、車1内には複数のモニタ3、リアモニタ4-1～4-2を設けてこれらを車載LAN5で接続されている。また各カメラ2-1～2-6にはそれぞれ画像データ圧縮装置6-1～6-6が接続され、モニタ3及びリアモニタ4-1～4-2には画像データ復元装置7-1～7-3が接続される構成となっている。そして各カメラ2-1～2-6で撮影した画像の画像データや不図示のカーナビゲーションによる画像の画像データを画像データ圧縮装置6-1～6-6でデータ圧縮し、車載LAN5を介して転送されてきた圧縮データを画像データ復元装置7-1～7-3で伸張後、モニタ3やリアモニタ4-1～4-2上に表示する。

[0004] このような車載向けに動画像データの圧縮／復元を適用するのには、以下の課題を満たす必要がある。

(1) 高画質であること（原画像が自然画のときとCG（Computer Graphics）画像のときの双方において高画質であること）

車載で扱う画像情報としては、一般テレビ画像や映画等に代表される自然

画と、カーナビの地図等に代表されるCG画像（デジタル画像）が知られており、一般的に自然画では低周波成分が、またデジタル画像では高周波成分が多く含まれている。最近の車載端末や携帯電話を含む携帯端末では、地図などのデジタル画像と、TVや映画などの自然画像との両方を扱うようになってきており、両方の画像データを効率的に伝送するためには、低周波成分と高周波成分の両方に効果的なデータ圧縮方式が望まれている。

（２）低遅延であること（圧縮、復元に時間がかからない、車載カメラ向け）

車載で扱う画像情報としては、周辺監視カメラからの映像がある。リアルタイム監視のためには、圧縮及び復元処理に時間がかからず低遅延であることが求められる。

（３）装置が軽量であること（回路規模小）

映像情報の伝送は通常車載LANによって行われるが、多重伝送となるとLAN端末毎に圧縮、復元装置が必要になるため、個々の回路規模が小さいことが必要となる。

（４）高速処理が可能なこと

動画像の場合は、１秒間に30～60フレーム程度の画像データが送受信されるため、単位時間当たりで高速にデータ圧縮が可能であることが必要となる。特に、近年はハイビジョン映像など高解像度化が進んでおり、更に高速にデータ圧縮を行う必要がある。

[0005] 以下に、現在行われている画像圧縮技術を上述した課題と対比させつつ説明する。

（１）JPEG、MPEG（変換符号化）

JPEG、MPEGでは、原画像に対してDCT（Discrete Cosine Transfer）変換を行い、得られたDCT係数に対して量子化を行う。

[0006] DCT変換とは、画像データを周波数変換する手法である。人間の目は低周波成分（画像中の平坦な部分）に敏感であるため、低周波に関するDCT

係数は細かく、高周波に関するDCT係数は粗く量子化することで、自然画に対しては画質劣化が目立たないように高い圧縮率で画像圧縮を行うことが可能である。

[0007] しかしこの手法は、CGによる地図画像中の線、文字のような高周波成分に対しては画質劣化が目立つため、CG画像の圧縮には不向きである。

図2に従来技術であるJPEG等に用いられるDCTによる符号化の仕方を示す。

[0008] DCT変換では、まず原画像データを周波数変換し、高周波成分と低周波成分に分ける。そして、低周波成分は細かく、高周波は荒く量子化を行い、量子化成分をGolomb符号等の可変長符号により符号化する。これにより画像データの高圧縮化を実現できるが、この圧縮化の方法は、線、文字などの高周波成分に対しては画質劣化が目立つ。

[0009] また、圧縮率と回路規模については、JPEGでは8×8のブロック単位での変換符号化を行うことで二次元の相関を取ることが可能となって高圧縮率（1/10程度）を実現できるが、少なくとも8ライン分のメモリが必要になり、そのため回路規模が大きくなってしまふ。さらにMPEGにおいては、フレーム間での相関を取るためにかなりの圧縮率（1/20以上）が期待できるが、1フレーム分のデータを保持するためのメモリが必要となるため、回路規模が更に大きくなる。

(2) JPEG-LS (Lossless)

JPEG-LSは、可逆圧縮が可能な静止画像データの圧縮方式で、周辺画素のレベル値からMED (Median Edge Detector: MAP、DPCMの一種) を元に縦方向と横方向のエッジを考慮して妥当なレベル値を予測し、その予測誤差を直接符号化する。

[0010] 図3に従来技術であるJPEG-LSによる圧縮方式を示す。

JPEG-LSでは、原画像データを予測器によって図3の画素A、B、Cから画素Xを予測する。そして予測値X' と実測値Xとの誤差(X-X') を求め、これを符号化することによりデータ圧縮を行う。

[0011] この J P E G - L S による圧縮技術の課題を以下に記す。

課題（１）： 画質の調整が困難

J P E G - L S はロスレス圧縮であるので、ロッキー圧縮時に徐々に画質を落とすことが難しい。

[0012] また量子化誤差の伝播がライン方向に発生し、量子化誤差を含む画素を元に次の画素を予測するため、量子化ステップが粗いほど予測精度が悪化する。

例えば図 4 において、画素 A のデータが誤差を含んでいた場合、その誤差は画素 X_1 、画素 X_2 と伝播する。よって量子化ステップが荒いほど、予測精度が悪くなってしまふ。

課題（２）： 動画のリアルタイム圧縮復元が極めて困難

ロッキー圧縮では、ライン方向に一画素ずつ予測、量子化、復元画素レベル値の算出を実行するが、J P E G - L S による圧縮では、次の画素を予測するのに直前の画素の復元画素レベル値が必要となる。よって高速処理が難しい。

[0013] 例えば図 5 A のような順番で画素を処理する際に、1 画素が送られてくる時間（1 クロック）に 1 画素が圧縮されている必要があるが、予測、量子化、復元画素レベル値の算出でそれぞれ 1 クロックずつ処理時間がかかるとすると、1 画素圧縮に 3 クロックかかる。そして前の画素を用いて次の画素の予測を行うので、前の画素の復元が完了しなければ次の画素の予測処理に取り掛かれないので、圧縮復元の処理タイミングは、図 5 B に示すようになってしまい、リアルタイムでの圧縮復元は不可能となる。

（３） 階層符号化あるいは順次再生符号化方式（特許文献 1、特許文献 2）

予測符号化方式を高画質化、高圧縮化（画質調整）するには、階層的に予測を用いる方法がよく採られる。以下に従来技術による階層予測の例を図 6 を用いて説明する。

1) ビットプレーン（各ビット深度での 0 と 1 の白黒画像、8 b i t ならば

8つのプレーン)を生成する。なお図6では、簡略化のために最上段の外挿処理によって求めたプレーンと、それに続く内挿処理によって求めた2つのプレーンの、計3つのプレーンのみを示している。

2) 各プレーン中の画素を階層的に2値符号化する。第2階層以降は既に符号化されている周囲画素の状態を元に符号化順番、手段を変更する。

3) 場合によっては全画素を符号化・復元せずに、既に復元した周囲4画素の単純平均を未復元画素の画素レベル値とする。

[0014] この階層予測をそのまま適用すると、手順が複雑なので回路規模が大きくなり、LSI組込み用としてはコスト・パフォーマンスが引き合わない。また、ブロックライン相当(図6の場合5ライン分)の大きなバッファメモリを必要とし、回路規模が大きくなる。

特許文献1: 特開昭60-127875号公報

特許文献2: 特開平10-84548号公報

発明の開示

[0015] 本発明は、高速、低遅延、かつ高画質で回路規模が小さい画像圧縮装置/復元装置、圧縮方法/復元方法、及びプログラムを提供することを目的とする。

本画像圧縮装置は、ラインメモリ部、分割部、第1の予測値算出部、第2の予測値算出部及び予測符号化部を備える。

[0016] ラインメモリ部は、圧縮対象画像の処理対象ラインの少なくとも直前1ライン分の画素値を保持する。

分割部は、前記処理対象ラインの画素を 2^n 画素を1ブロックとするブロック単位に分割する。

[0017] 第1の予測値算出部は、第1階層の処理として、前記分割部により分割したブロック内の各画素のうち、 2^{n-1} 番目と 2^n 番目の画素に対して、前記ラインメモリ内の該 2^{n-1} 番目と 2^n 番目の画素それぞれの直上の画素値を参照値として外挿予測を行って予測値を求める。

[0018] 第2の予測値算出部は、第2階層の処理から第n階層目の処理として、所

定の画素に対して、前記ラインメモリ内の直前の1ラインの画素値及び1つ前の階層処理までに求めた予測値を参照値として内挿予測を行って予測値を求める。

[0019] 予測符号化部は、前記第1の階層処理から前記第nの階層処理までの処理で求めた前記予測値から予測誤差を求め、当該予測誤差を量子化番号に変換し、当該量子化番号を可変長符号に変換して圧縮符号を求める。

[0020] この構成によりメモリはラインメモリ部のみを備えれば良いので回路規模を小さくすることが出来る。

また各階層処理を並列に実行できるので、高速に圧縮処理を行なうことが出来る。

[0021] 本画像復元装置は、ラインメモリ部、第1の予測値算出部、第2の予測値算出部及び復元画素値算出部を備える。

ラインメモリ部は、復元対象画像の処理対象ラインの少なくとも直前1ライン分の画素値を保持する。

[0022] 分割部は、前記処理対象ラインの画素を 2^n 画素を1ブロックとするブロック単位に分割する。

第1の予測値算出部は、第1階層の処理として、前記分割部により分割したブロック内の各画素のうち、 2^{n-1} 番目と 2^n 番目の画素に対して、前記ラインメモリ内の該 2^{n-1} 番目と 2^n 番目の画素それぞれの直上の画素値を参照値として外挿予測を行って予測値を求める。

[0023] 第2の予測値算出部は、第2階層の処理から第n階層目の処理として、所定の画素に対して、前記ラインメモリ内の直前の1ラインの画素値及び1つ前の階層処理までに求めた予測値を参照値として内挿予測を行って予測値を求める。

[0024] 復元画素値算出部は、圧縮符号から量子化番号を求め、当該量子化番号から予測誤差量子化値を求め、当該予測誤差量子化値及び前記第1の予測値算出部が求めた予測値若しくは前記第2の予測値算出部が求めた予測値を用いて復元画素の画素値を求める。

[0025] この構成によりメモリはラインメモリ部のみを備えれば良いので回路規模を小さくすることが出来る。

また各階層処理を並列に実行できるので、高速に復元処理を行なうことが出来る。

[0026] また、データ圧縮方法、データ復元方法及びプログラムも本発明の範囲に含む。

図面の簡単な説明

- [0027] [図1] 車載用の画像データ圧縮／復元装置の搭載例を示す図である。
- [図2] 従来技術であるDCTによる符号化の仕方を示す図である。
- [図3] 従来技術であるJPEG-L Sによる圧縮方式を示す図である。
- [図4] 従来技術であるJPEG-L Sによる圧縮技術の説明を示す図である。
- [図5A] 画素単位の処理の順番を示す図である。
- [図5B] 従来技術であるJPEG-L Sによる圧縮復元の処理タイミングを示す図である。
- [図6] 従来技術による階層予測の例を示す図である。
- [図7] 本実施形態の予測の仕方の概略を示す図である。
- [図8] $n = 3$ とした場合の本実施形態の処理を示す図である。
- [図9] 図8の各階層の処理をより具体的に示した図である。
- [図10] 1ブロックを8画素 ($n = 3$)としたときの画素復元処理のタイミングチャートの概略を示す図である。
- [図11] 本実施形態における画像データ圧縮装置の構成例を示す図である。
- [図12] 各画素の参照値を示す図である。
- [図13] 参照中間値とそれに対応する予測値を示す図である。
- [図14] 予測誤差と予測誤差量子化値及び量子化番号の対応関係を示す図である。
- [図15] 本実施形態の画像データ圧縮装置の画像データ圧縮時の動作処理を示すフローチャートである。
- [図16] 本実施形態における画像データ復元装置の構成例を示す図である。

[図17]量子化番号と予測誤差量子化値の関係を示す図である。

[図18]本実施形態における画像データ復元装置の圧縮データの復元処理時の動作処理を示すフローチャートである。

[図19]本実施形態における画像データ圧縮処理及び復元処理で例外処理を行なう画像データの1フレーム中の位置を示す図である。

[図20]図19の左端の(3)の位置の例外処理における予測値を示す図である。

[図21]図19の左端の(3)の位置の画素の予測値を求めるときの代替画素の例を示す図である。

[図22]本実施形態におけるデータ圧縮プログラムのプログラム構成例を示す図である。

[図23]画像データを圧縮する際のデータ圧縮プログラム300の動作処理を示すフローチャートである。

[図24A]図19の(2)の位置の場合の予測値の算出を示す図である。

[図24B]図19の(3)の位置の場合の予測値の算出を示す図である。

[図25]本実施形態におけるデータ復元プログラムのプログラム構成例を示す図である。

[図26]画像データを復元する際のデータ復元プログラム400の動作処理を示すフローチャートである。

[図27]データ圧縮プログラムやデータ復元プログラムが実行される情報処理装置のシステム環境を示す図である。

[図28]記憶媒体の例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0028] 以下、本発明の一実施形態を図面を参照しながら詳細に説明する。

本実施形態の画像圧縮装置及び画像復元装置は、高画質、低遅延、軽量、高速処理を満たすために、画像の約1ライン分のメモリを有し、MAP (Median Adaptive Predictor) 予測を1ブロック内で階層的に交互に実行することで予測処理における処理速度上のボトルネッ

クを解消する。

[0029] また、予測精度を向上させて高画質化を狙うために、高解像度成分画素に対して内挿予測を考慮したMAP予測を実行する。予測方式としては、あるデータ系列から外側のデータを予測する外挿予測と、あるデータ系列の途中を予測する内挿予測があるが、内挿予測の方が予めデータの系列の傾向を把握しやすいため、予測精度が高くなる。

[0030] 図7は、本実施形態の予測の仕方の概略を示す図である。

本実施形態の画像圧縮装置及び画像復元装置では、画像データを 2^n 単位（以下これを1ブロックという）で処理する。

[0031] 図7において X_1 から X_{2^n} の画素が処理対象画素で、 X'_1 から X'_{2^n} が既に処理が済んだ X_1 から X_{2^n} の1つ前のライン、すなわち直前ラインの画素であるとする。

本実施形態では、第一階層の処理として、まず X_1 から X_{2^n} の画素の内、ちょうど中間の画素 $X_{2^{n-1}}$ と一番最後の X_{2^n} を隣接するすなわち直上の画素である $X'_{2^{n-1}}$ と X'_{2^n} を用いて外挿処理で求める。

[0032] 次に第二階層の処理として、画素 X_1 の左隣の画素 X_0 （すなわち1つ前ブロックに対する処理で求めた一つ前のブロックにおける X_{2^n} ）、第一階層の処理で求めた画素 $X_{2^{n-1}}$ 、及び、直前ライン内の復元画素値を用いて、画素 X_{2^n} のちょうど中間の画素を画素 $X_{2^{n-2}}$ 、 $X_{2^{n-1}} + X_{2^{n-2}}$ の順でMAP予測により求める。

[0033] 第三階層の処理では、画素 X_0 及び第二階層の処理までに求めた画素 $X_{2^{n-2}}$ 、 $X_{2^{n-1}}$ 、 $X_{2^{n-1}} + X_{2^{n-2}}$ を用いて、画素 X_{2^n} のちょうど中間の画素を画素 $X_{2^{n-3}}$ 、 $X_{2^{n-2}} + X_{2^{n-3}}$ 、 $X_{2^{n-1}} + X_{2^{n-3}}$ 及び $X_{2^{n-1}} + X_{2^{n-2}} + X_{2^{n-3}}$ の順でMAP予測により求める。

[0034] 以降同様にそれまでに求めた画素の中間の画素をMAP予測によって求め、最後に第 n 階層の処理として、中間の画素を画素 X_1 、 X_3 、 \dots 、 $X_{2^n - 1}$ の順でMAP予測によって求める。

[0035] このような処理により、ある階層の処理が全て完了する前に、次の階層の

処理を開始することが出来、2つの階層の処理を平行して行なうことが出来るので、処理を高速化することが出来る。

[0036] また処理に必要となる画素のデータは、処理対象の画素の1つ前のラインの画素と処理対象のブロックの画素のデータのみなので、この分の画素データを保持する、画像の約1ライン分のメモリを備えればよく、画像圧縮装置及び画像復元装置の回路を小規模に抑えることが出来る。

[0037] 次に上記した本願の概要を $n = 3$ として、より具体的に説明する。

図8は、 $n = 3$ とした場合の本実施形態の処理を示す図である。

$n = 3$ なので処理を三階層に分類し、第一、第二、第三階層の順番で予測符号化を実行する。

[0038] 同図では、処理ライン2の画素データに対して、まず第一階層の処理で画素X3及びX8を直前ライン1の画素データを用いて外挿処理により予測して求める。次に第二階層の処理で直前ライン1の画素データ及び第一階層の処理で求めた画素データを用いて内挿処理により予測して画素X2及びX6を求める。そして最後に第三階層の処理によって直前ラインの画素データ及び第一階層及び第二階層の処理で求めた画素データを用いて内挿処理により予測して画素X1、X3、X5、及びX7を求める。

[0039] 予測符号化の処理を注目画素ブロック3のX1～X8の8画素全てに対して終了したら、次のブロックに対しても同様に三階層に分けて予測符号化の処理を実行する。

図9は、図8の各階層の処理をより具体的に示した図である。

[0040] 実際の予測符号化処理では、ラインメモリに格納された処理ラインの直前ライン1分の画素データ及び既に処理済の前の階層で予測して求めた画素データを元に行われる。

ラインメモリには直前ライン1分の各画素レベル値の復元画素が格納されている。

[0041] 図9において、注目画素ブロック3内の8画素の処理順番は以下のように(1)、(2)、・・・、(8)の順番になる。

まず第1階層の処理として図8のX4に該当する(1)をラインメモリ内の直前ライン1のX'4から外挿処理により予測して求める。次に図8のX8に該当する(2)をラインメモリ内の直前ライン1のX'8から外挿処理により予測して求める。

[0042] 次に第2階層の処理では、図8のX2に該当する(3)をラインメモリ内の直前ライン1の画素X'0、X'2、X'4及び処理ライン1の第1階層の処理までで求まっている画素X0、X4からMAP予測により求める。また次に図8のX6に該当する(4)をラインメモリ内の直前ライン1の画素X'4、X'6、X'8及び処理ライン1の第1階層の処理までで求まっている画素X4、X8からMAP予測により求める。

[0043] 最後に第3階層目の処理として、図8のX1に該当する(5)をラインメモリ内の直前ライン1の画素X'0、X'1、X'2及び処理ライン1の第2階層の処理までで求まっている画素X0、X2からMAP予測により求める。また図8のX3に該当する(6)をラインメモリ内の直前ライン1の画素X'2、X'3、X'4及び処理ライン1の第1階層の処理までで求まっている画素X2、X4からMAP予測により求める。以下同様に、図8のX5に該当する(7)をラインメモリ内の直前ライン1の画素X'4、X'5、X'6及び処理ライン1の第2階層の処理までに求まっている画素X4、X6からMAP予測により求め、また図8のX7に該当する(8)をラインメモリ内の直前ライン1の画素X'6、X'7、X'8及び処理ライン1の第2階層の処理までに求まっている画素X6、X8からMAP予測により求める。

[0044] これらの処理は、ライン方向4、ブロック内で階層的に交互に実行することで前の予測結果を待たずに処理を進めるようにする。

通常MAPは縦方向と横方向の相関を考慮した3つの予測値候補の中から1つを予測値とすることで高性能な予測処理を行うが、本実施形態においても、第2階層以降は前階層の復元画素を参照することで、縦方向と横方向の相関を考慮した3つの予測値候補を算出することが可能である。このため、

更に予測精度を高めることが可能となり高画質の圧縮を行なうことが出来る。

[0045] 図10は、1ブロックを8画素 ($n=3$) としたときの画素復元処理のタイミングチャートの概略を示す図である。

同図においてまず画素X4及びX8は、1つ前のラインの画素データ値を使用するだけで、前のブロック中の全画素の処理を完了する前に次のブロックの処理を始めることが可能になる。同図では、前のブロックの画素X6までが復元された時点で、次のブロックの画素X4の予測処理が開始されている。

[0046] また、画素X2、X6、X1、X3、X5、X7の画素データ値は次のブロックの予測処理には使用されないので、遅延して処理してもよい。このため、高性能な予測が可能な内挿処理を伴うMAPに処理時間を余分に掛けても良い。

[0047] これらリアルタイム動画伝送においては、1クロックに毎回1画素が送られてくるので、画素単位の予測符号化方式では1クロックあたり1画素処理する必要がある。このため、予測、量子化、復元画素レベル値の算出でそれぞれ1クロックかかるとすると、図10のように画素X4及びX8を先に8クロック以内に処理し、他の画素は更にタイミングをずらして処理を行うことで順次ブロックを処理し続けることが可能となる。

[0048] なお図10では、予測、量子化、復元画素レベル値の算出の回路がそれぞれひとつ備えれば良いように、各処理が同一クロック内で重複しないタイミングで処理しているが、もちろん各回路を複数備え、タイミングを重複させて処理できるようにすることでブロック毎の処理期間を更に短縮する構成とすることも可能である。

[0049] 次に本実施形態における画像データ圧縮装置の構成について説明する。

図11は、本実施形態における画像データ圧縮装置100の構成例を示す図である。

同図の画像データ圧縮装置100は、上述したように連続して入力される

画像データ 11 を 8 画素 ($n = 3$) 毎に処理する構成を示している。

[0050] 同図において、画像データ圧縮装置 100 に入力される画像データ 11 は、圧縮対象となる画素の集まりで、ライン方向に画素データが入力される。順序制御回路 12 a は、圧縮対象ブロックの 8 画素の処理順番を制御する回路で、画像データ圧縮装置 100 内のマルチプレクサから出力される画素データを制御信号で制御する。

[0051] 本実施形態の画像データ圧縮装置 100 及び後述する画像データ復元装置 200 による画素の処理タイミング図 10 を用いて説明する。

1 ブロック内の画素の処理順番は図 10 のとおりで、3 クロック目で画素 X 4、4 クロック目で画素 X 8、5 クロック目で画素 X 5、6 クロック目で画素 X 2、7 クロック目で X 6、8 クロック目で X 7、9 クロック目で X 1、10 クロック目で画素 X 3 の処理を完了している。ただし、タイミングの関係上、画素 X 5、X 7 に対する処理は、前のブロックの画素に対しての処理となる。

[0052] マルチプレクサ (MUX 1) 13 は、画像データ圧縮装置 100 に 1 画素ずつ入力される画像データ 11 の画素をブロック単位で処理するために、圧縮対象画素ブロックに順次振り分けるマルチプレクサである。圧縮対象画素ブロック 14 は、現ステップで圧縮対象となる画素の画素データ (レベル値) を保持する。なお画素 X 5、X 7 については処理遅延の観点から 1 つ前のブロックの画素データも保持する。デマルチプレクサ (DMUX 1) 15 は、圧縮対象ブロック 14 中の画素レベル値を階層順に後段の処理に渡すデマルチプレクサである。予測用ラインバッファ 16 は、少なくとも処理対象ブロックの直前 1 ライン分の復元画素レベル値を保持するバッファで、圧縮対象ブロック 14 の直上にある直上ブロックラインメモリ 17 に値を渡す。直上ブロックラインメモリ 17 は、圧縮対象画素ブロック 14 内の画素の 1 つ上のラインの画素レベル値を保持するラインメモリである。この直上ブロックラインメモリ 17 中の画素 $X' - 4$ 、 $X' - 3$ 、 $X' - 2$ 、 $X' - 1$ 、 $X' 0$ 、は、前ブロックの画素 $X' 4$ 、 $X' 5$ 、 $X' 6$ 、 $X' 7$ 、 $X' 8$ の画

素を示す。圧縮対象画素ブロック 18 は、圧縮対象画素ブロック 004 の画素の中で処理済となった復元画素レベル値を保持するバッファである。この圧縮対象画素ブロック 18 内の画素レベル値は予測値算出に使用される。なお圧縮対象画素ブロック 18 中の画素 $X-4$ 、 $X-2$ 、 $X0$ 、は前ブロックの画素 $X4$ 、 $X6$ 、 $X8$ を示すもので、前のブロックの画素 $X5$ 、 $X7$ を処理するために用いる。

[0053] デマルチプレクサ (DMUX2) 19 は、圧縮対象画素の直上の画素のレベル値を予測値算出・選択モジュール 26 に出力するデマルチプレクサである。デマルチプレクサ 19 が出力する、予測対象画素に対応する直上画素は図 12 の C のようになる。

[0054] デマルチプレクサ (DMUX3) 20 は、圧縮対象画素の直上 2 値平均を算出する際に使用する画素レベル値を直上 2 値平均算出モジュール 24 に出力するデマルチプレクサである。予測対象画素に対応する直上 2 値平均は図 12 の B のようになり、デマルチプレクサ 20 は、平均値算出に使用される 2 つの画素のうち、数字の小さい方の画素レベル値を出力する。なお予測対象画素が第 1 階層の処理で処理される画素 $X4$ 、 $X8$ の場合はデマルチプレクサ 20 は動作しない。

[0055] デマルチプレクサ (DMUX4) 21 は、圧縮対象画素の直上 2 値平均を算出する際に使用する画素レベル値を直上 2 値平均算出モジュール 24 に出力するデマルチプレクサである。予測対象画素に対応する直上 2 値平均は図 2 の B に示すとおりで、デマルチプレクサ 21 は、平均値算出に使用される 2 つの画素のうち、数字の大きい方の画素レベル値を出力する。このデマルチプレクサ (DMUX4) 21 も、予測対象画素が第 1 階層の処理で処理される画素 $X4$ 、 $X8$ の場合は動作しない。

[0056] デマルチプレクサ (DMUX5) 22 は、圧縮対象画素の現ライン 2 値平均を算出する際に使用する画素の画素レベル値を現ライン 2 値平均算出モジュール 25 に出力するデマルチプレクサである。予測対象画素に対応する現ライン 2 値平均は図 12 の A に示すとおりで、デマルチプレクサ 22 は平均

値算出に使用される2つの画素のうち、数字の小さい方の画素を出力する。予測対象画素が第1階層の処理で処理される画素×4、×8の場合は動作しない。

[0057] デマルチプレクサ23 (DMUX6) は、圧縮対象画素の現ラインの2値平均を算出する際に使用する画素レベル値を、現ライン2値平均算出モジュール25に出力するデマルチプレクサである。予測対象画素に対応する現ライン2値平均は図12のAに示すとおりで、デマルチプレクサ23は平均値算出に使用される2つの画素のうち、数字の大きい方の画素レベルを出力する。またデマルチプレクサ23は、予測対象画素が第1階層の処理で処理される画素×4、×8の場合は動作しない。

[0058] 直上2値平均算出モジュール24は、圧縮対象画素の直上近辺にある2値の平均値を算出するモジュールである。予測対象画素に対応する現ライン2値平均は図12のAに示すとおりである。この直上2値平均算出モジュール24は、予測対象画素が第1階層の処理で処理される画素×4、×8の場合は動作しない。一般的に予測方式は、圧縮対象画素と既に復元した画素レベル値から外側の画素レベル値を予測する外挿予測より、既に復元した画素が予測対象画素を挟む形で予測する内挿予測の方が予測精度が良い。このため、前ライン上での参照値Aも内挿処理を実行すると更に予測精度を高めることが出来る。

[0059] 現ライン2値平均算出モジュール25は、圧縮対象画素とその両隣にある画素の2値の平均値を算出するモジュールある。この現ライン2値平均算出モジュール25は、予測対象画素が第1階層の処理で処理される画素×4、×8の場合は動作しない。一般的に予測方式は、圧縮対象画素と既に復元した画素レベル値から外側の画素レベル値を予測する外挿予測より、既に復元した画素が予測対象画素を挟む形で予測する内挿予測の方が予測精度が良い。このため、同一ライン上での参照値Aも内挿処理を実行すると更に予測精度を高めることが出来る。

[0060] 予測値算出・選択モジュール26は、圧縮対象画素の直上画素、直上2値

平均及び現ライン2値平均を元に、順序制御回路12aからの制御信号に従って予測値を算出、選択するモジュールである。

[0061] 図13は、参照中間値とそれに対応する予測値を示す図である。予測値算出・選択モジュール26による予測値算出は、第一階層目の処理では圧縮対象画素の直上画素しか使用しない。しかし、第二階層の処理以降の処理では、予測値算出・選択モジュール26は、現ライン2値平均をA、直上2値平均をB、直上画素をCとした場合に、これらの中間値を算出して、図13に対応するようにA、C、 $A+C-B$ の中から使用する予測値を決定する。

[0062] 予測値27は、予測値算出・選択モジュール26によって算出された予測値である。減算器28は、デマルチプレクサ(DMUX1)15から出力される圧縮対象画素から予測値27を減算して、予測誤差を算出する演算器である。

[0063] 量子化器29は、圧縮対象画素と予測値の差分値である予測誤差を量子化するものである。量子化器29は、予測誤差を入力として、量子化値と量子化番号を出力する。予測誤差と予測誤差量子化値及び量子化番号は図14のように対応付けられている。この図14の表に基づいて量子化器29は、入力された予測誤差から対応する予測誤差量子化値及び量子化番号を出力する。

[0064] 加算器30は、予測値27と量子化器29が出力する予測誤差量子化値を加算して復元画素レベル値を算出してマルチプレクサ(MUX2)31及びマルチプレクサ(MUX3)32に出力する演算器である。

[0065] マルチプレクサ(MUX2)31は、復元画素レベル値 $\times 2$ 、 $\times 4$ 、 $\times 6$ 、 $\times 8$ を圧縮対象画素ブロック18に出力するマルチプレクサである。

マルチプレクサ(MUX3)32は、復元画素レベル値を予測用ラインバッファ16に順次出力するマルチプレクサである。

[0066] 可変長符号化器33は、量子化器29から出力される量子化番号を入力として、これをハフマン符号等の可変長符号に変換して出力する。

圧縮符号バッファ34は、可変長符号化器33から出力される可変長符号

を蓄積するバッファである。

[0067] 次に図 11 の画像データ圧縮装置 100 の動作処理について説明する。

図 15 は、本実施形態の画像データ圧縮装置 100 の画像データ圧縮時の動作処理を示すフローチャートである。

[0068] 同図において、処理が開始され画像データ圧縮装置 100 に画像データ 11 が入力され始めると、まずステップ S1 として、画像データ圧縮装置 100 は、入力された画像データ 11 のうち 8 画素分を圧縮対象画素ブロック 14 に格納する。

[0069] 次に画像データ圧縮装置 100 は、ステップ S2 として予測用ラインバッファ 16 から直上ブロックラインメモリに画素 $X' - 4$ 、 $X' - 3$ 、 $X' - 2$ 、 $X' - 1$ 、 $X' 0$ 、 $X' 1$ 、 $X' 2$ 、 $X' 3$ 、 $X' 4$ 、 $X' 5$ 、 $X' 6$ 、 $X' 7$ 、 $X' 8$ に該当する画素レベル値を格納する。

[0070] そして次にステップ S3 において、圧縮対象画素ブロック 14 で、順序制御回路からの制御信号に基づいて前ブロックの画素 $X 4$ 、 $X 6$ 、 $X 8$ の画素レベル値を画素 $X - 4$ 、 $X - 2$ 、 $X 0$ に上書きする。

[0071] そしてステップ S4 において、圧縮対象画素が第一階層の処理対象である画素 $X 4$ または $X 8$ であったなら（ステップ S4、Yes）、ステップ S5 として第一階層の処理、すなわち予測値算出・選択モジュール 26 がデマルチプレクサ（DMUX2）19 から出力される、処理対象画素 $X 4$ 及び $X 8$ の直上の画素 $X' 4$ 、 $X' 8$ の画素レベル値を予測値 27 として出力する。

[0072] またステップ S4 において、圧縮対象画素が第一階層の処理対象である画素 $X 4$ 及び $X 8$ でなかったなら（ステップ S4、No）、第二階層以降の処理対象の画素であるので、MAP 予測を行うために、ステップ S6 でデマルチプレクサ（DMUX3）20 及びデマルチプレクサ（DMUX4）21 から選択出力された値を元に直上 2 値平均値算出モジュール 24 によって直上 2 値平均値を算出し、ステップ S7 で現ライン 2 値平均値算出モジュール 25 によってデマルチプレクサ（DMUX5）22 及びデマルチプレクサ（DMUX6）23 から選択出力された値を元に現ライン 2 値平均値を算出する

。そしてステップS 8で予測値算出・選択モジュール26によって直上画素、ステップS 6、S 7で求めた直上2値平均値及び現ライン2値平均値を用いて予測値26を算出する。

[0073] 次に画像データ圧縮装置100では、ステップS 9として、減算器28によって圧縮対象画素ブロック14からデマルチプレクサ(DMUX1)によって選択出力された圧縮対象画素の画素レベル値から予測値27を減算し、予測誤差を算出する。そしてステップS 10として、ステップS 9で算出した予測誤差を量子化器29で量子化し、予測誤差量子化値と量子化番号を出力する。そして画像データ圧縮装置100は、ステップS 11において予測誤差量子化値と予測値27を加算器30で加算して復元画素を求めてこれをマルチプレクサ(MUX2)31及びマルチプレクサ(MUX3)32に出力する。

[0074] そして圧縮対象画素がX 2、X 4、X 6、X 8の場合は(ステップS 12、Yes)、ステップS 13としてマルチプレクサ(MUX2)31によって画素X 2、X 4、X 6、X 8の復元画素を圧縮対象画素ブロック18に保持する。またこのステップS 12において圧縮対象画素がX 2、X 4、X 6、X 8以外の場合には(ステップS 12、No)、ステップS 13の処理はスキップする。そして次に画像データ圧縮装置100は、ステップS 14において復元画素をマルチプレクサ(MUX3)32によって予測用ラインバッファ16に渡す。

[0075] そして最後に画像データ圧縮装置100は、可変長符号化器33で量子化番号をもとに符号生成する。なおこのとき用いられる符号の種類はGolomb符号でも算術符号でも構わないものとする。

[0076] 上記したステップS 1からS 15の処理を前画像データに対して行ない、全画像データに対して処理が完了すると本処理は終了する。

このように本実施形態の画像データ圧縮装置100による画像圧縮では、ライン内の画素を $2n$ (上記例では $n=3$) 毎のブロックに分け、ブロック内で階層単位に処理タイミングをずらすことで、予測処理による処理速度上

のボトルネックを解消する。また、高解像度成分（第二、三階層）については、前ライン及び前階層の復元値を参照、内挿する中間値算出を実行するため、高精度な予測が可能となる。

[0077] 次に本実施形態における画像データ復元装置について説明する。

図16は、本実施形態における画像データ復元装置200の構成例を示す図である。

なお同図の構成要素において、予測値27を求める部分の構成要素は図11の画像データ圧縮装置100の構成要素と基本的に同じ動作を行うものであり、これらについては、同一の符号が付せられている。そしてこれらの構成要素については、詳細な説明は省略する。

[0078] 図16において、圧縮符号41は、画像データを符号化したもので、本実施形態の画像データ復元装置200によって復元対象となるデータである。逆符号化器42は圧縮符号41を入力とし、その圧縮符号41に該当する量子化番号を出力するものである。逆量子化器43は、逆符号化器42から出力された量子化番号を入力とし、予測誤差量子化値44を出力する。量子化番号と予測誤差量子化値は、図17に示すような関係にあり、当然ながら、図14に示す予測誤差量子化値と量子化番号の関係と同じである。逆量子化器43は、入力された量子化番号に対応する予測誤差量子化値44を出力する。予測誤差量子化値44は、逆量子化器43から出力された予測誤差の量子化値である。

[0079] 順序制御回路12bは、復元対象ブロックの8画素の処理順番を制御する回路で、制御信号を出力して各マルチプレクサ(MUX)、デマルチプレクサ(DMUX)の出力を制御する。画像データ復元装置200では、画素の処理の順番は図10に示したのと同様、画素X4、X8、X5、X2、X6、X7、X1、X3となる。ただし、タイミングの関係上、画素X5、X7は1つ前のブロックの画素に対しての処理となる。

[0080] 加算器45は、予測値27と予測誤差量子化値45を加算して復元画素レベル値を算出するものである。マルチプレクサ(MUX1)46は、1画素

ずつ復元された画素を復元完了画素ブロック 47 に順次振り分けるマルチプレクサである。復元完了画素ブロック 47 は、現在行われている復元処理で復元が完了した画素レベル値を保持するものである。デマルチプレクサ (DMUX 1) 48 は、復元完了画素ブロック 47 内の画素データを圧縮前の順番 (X1、X2、X3、X4、X5、X6、X7、X8) に並べなおして出力するデマルチプレクサである。復元画像データ 49 は、画像データ復元装置 200 による復元結果の画像データである。

[0081] 次に図 16 の画像データ復元装置 200 の圧縮データの復元処理時の動作を説明する。

図 18 は、本実施形態における画像データ復元装置 200 の圧縮データの復元処理時の動作処理を示すフローチャートである。

[0082] 同図において画像データ復元装置 200 に圧縮符号 41 が入力されて処理が開始されると、まずステップ S21 として、入力された圧縮符号 41 を元に逆符号化器 42 で量子化番号を求める。

[0083] 次に画像データ復元装置 200 は、ステップ S22 として、ステップ S21 で求めた量子化番号を元に逆量子化器 43 で予測誤差量子化値 44 を求める。

そしてステップ S23 において、直上ブロックラインメモリ 17 に予測用ラインバッファ 16 から出力される画素 X'_{-4} 、 X'_{-3} 、 X'_{-2} 、 X'_{-1} 、 X'_0 、 X'_1 、 X'_2 、 X'_3 、 X'_4 、 X'_5 、 X'_6 、 X'_7 、 X'_8 に該当する画素レベル値を保持する。またステップ S24 として、圧縮対象画素ブロック 18 において、順序制御回路 12b からの制御信号に基づいて前ブロックの画素 X_4 、 X_6 、 X_8 の値を X_{-4} 、 X_{-2} 、 X_0 に上書きする。

[0084] 次に画像データ復元装置 200 は、ステップ S25 において復元処理対象の画素が X_4 または X_8 であるかどうかを判断し、これらの画素であったならば (ステップ S25、Yes)、ステップ S26 の処理として、予測値算出・選択モジュール 26 はデマルチプレクス (DMUX 2) 19 から出力さ

れる直上画素の画素レベル値を圧縮処理対象の画素の直上画素の画素レベル値を予測値 27 として出力する。

[0085] またステップ S 25 において復元対象の画素が X 4 または X 8 で無ければ（ステップ S 25、No）、ステップ S 27 として直上 2 値平均値算出モジュール 24 がデマルチプレックス（DMUX 3）20 及びデマルチプレックス（DMUX 4）21 選択出力された値から選択直上 2 値平均値を算出して予測値算出・選択モジュール 26 に出力する。次にステップ S 28 として現ライン 2 値平均値算出モジュール 25 がデマルチプレックス（DMUX 5）22 及びデマルチプレックス（DMUX 6）33 が選択出力した値から参照値を算出し、予測値算出・選択モジュール 26 に出力する。そしてステップ S 29 として予測値算出・選択モジュール 26 は、ステップ S 27 で求めた直上 2 値平均値及びステップ S 28 で求めた現ライン 2 値平均値を元に図 12 及び図 13 に基づいて予測値 27 を求める。

[0086] ステップ S 26 若しくはステップ S 29 で予測値 27 が求まると、画像データ復元装置 200 では、ステップ S 30 として、ステップ S 22 で求めた予測誤差量子化値 44 と予測値 27 を加算器 45 によって加算し復元画素を算出する。

[0087] そしてステップ S 30 で算出した復元画素が、画素 X 2、X 4、X 6、X 8 の復元画素の場合には（ステップ S 31、Yes）、ステップ S 31 としてマルチプレクサ（MUX 2）31 によって復元対象画素ブロック 18 に入力され、それ以外の画素の復元画素であった場合には（ステップ S 31、No）、ステップ S 31 はスキップする。

[0088] 次に画像データ復元装置 200 では、マルチプレクサ（MUX 3）32 によって復元画素を予測用ラインバッファ 16 に入力する。

そして次に画像データ復元装置 200 は、ステップ S 34 として全ての復元画素を復元完了ブロック 47 に入力する。そしてステップ S 35 として復元画素を復元完了ブロック 47 内の復元画素をデマルチプレクサ（DMUX 1）48 によって圧縮前の順番（X 1、X 2、X 3、X 4、X 5、X 6、X

7、X8)にして復元画素を出力する。

[0089] 以降上記ステップS21からS35までの処理を全ての画像データ分繰り返し、全ての画像データに対して復元処理が完了すると、本処理を終了する。

以上のように本実施形態における画像データ復元装置200による復元処理では、上記のように、ライン内の画素をブロックに分け、ブロック内で階層単位の処理タイミングをずらすことで、予測処理による処理速度上のボトルネックを解消することができる。また、高解像度成分(第二、三階層)については、前ライン及び前階層の復元値を参照、内挿する中間値算出を実行するため、高精度な予測が可能となる。

[0090] 次に本実施形態における画像データ圧縮処理及び復元処理における例外処理について説明する。

図19は、本実施形態における画像データ圧縮処理及び復元処理で例外処理を行なう画像データの1フレーム中の位置を示す図である。

[0091] 1フレームの縁にあたる図19の(1)~(4)の位置では参照値全てが揃わないため例外処理を行なって予測を行う。

画像データの1ライン目にあたる(1)と(2)は、直上のローカルコード値が存在しないため、参照値A~CのMedianを取るのではなく図21に挙げた値を予測値とする。

[0092] 図20において、0x80は16進法表記での80で10進法表記では128になる。この128は、画素の階調数が256階調としたときの半分の値である。

図19の(1)の位置の画素では、第1階層の処理を行なうにあたって、外挿処理を行なうための直前の画素が無いのでこの128の値(0x80)の画素があるものとして外挿処理を行なって予測値を求める。また図19の(2)では、前ブロックの対応画素の値を予測値として用いる。

[0093] 第2階層及び第3階層の処理では、本来無い部分の位置に0x80の階調数(これは10進数表記で128を示し、階調数が256とした場合の半分

の値)を持つ画素が存在するものとして内挿処理を行って予測値を求める。

[0094] また2ライン目以降の先頭ブロックに該当する(3)の位置の画素においては、図21に示す代替画素を使用することで参照値を構成する。

図21は、図19の左端の(3)の位置の画素の予測値を求めるときの、代替画素の例を示すもので、注目画素ブロック51の予測値を求める際に直上画素52の画素X'0の位置と処理ライン53の画素X0の位置に画素X'1の値を代替画素として用いている。

[0095] 同様に図19の最終ブロックに該当する(4)の位置の画素の予測値を求めるときは、X'9及びX9の位置に代替画素を使用することで参照値を構成する。

このように本実施形態における画像データ圧縮処理及び復元処理では、画像データのフレームの端に対しても対応することが出来る。

[0096] 次に本実施形態における画像データ圧縮処理をプログラムによって行った場合について説明する。

図22は本実施形態におけるデータ圧縮プログラム300のプログラム構成例を示す図である。同図中のデータ圧縮プログラム300の構成ユニットは、CPUがメモリ上のデータ圧縮プログラム300を実行することによって実現される。

[0097] なおデータ圧縮プログラム300は、1つのプログラムとして構成しても、複数のプログラムからなるプログラム郡として構成しても良い。

同図において、画像データ61は、本実施形態のデータ圧縮プログラム300によるデータ圧縮の対象となる画素のデータ(階調値)である。この画素データ61はデータ圧縮プログラム300にライン方向に入力される。画像フォーマット62は、画像データ61の横画像サイズを示す情報で、データ圧縮処理が行われる際に、データ圧縮プログラム300に入力される。

[0098] 階層別アクセスユニット63は、画像のフレームの横画素サイズを元に各画素を階層別に分類し、階層別に符号化処理を実行するように各画素データをアクセスするプログラムユニットである。

- [0099] 階層がNの場合は以下のように分類される。なお本実施形態では、上述したハードウェアによって圧縮処理を行なう場合と異なり、処理を並列に行なっても行わなくても良いので、ブロックの分け方及び各階層での画素の選択の仕方がこれまでと異り以下ようになる。
- ・各ブロック内の画素数： 2^{N-1} 個（1ブロックの大きさはこれまでの半分）
 - ・第1階層：各ブロックあたり1個存在し、ブロック右端の画素が選択される。
 - ・第2階層：各ブロックあたり1個存在し、左端から 2^{N-2} 番目の画素が選択される。
 - ・第i階層：各ブロックあたり 2^{i-2} 個存在し、左端から 2^{N-i} 番目の画素から選択され、右端へ向けて 2^{N-i+1} 個おきに選択される。
 - ・第N階層：各ブロックあたり 2^{N-2} 個存在し、左端から1番目の画素から選択され、右端へ向けて2個おきに選択される。
- [0100] 圧縮対象ライン用メモリ領域64は、現ステップで圧縮対象となるラインの画素のレベル値を保持するメモリ領域で、データ圧縮プログラム300によって情報処理装置のメモリ領域上に設けられる。
- [0101] 予測用ラインメモリ領域66は、処理ラインの1つ前のラインの復元画素レベル値を保持するメモリ領域で、データ圧縮プログラム300によって情報処理装置のメモリ領域上に設けられる。
- [0102] 現ライン2値平均算出ユニット67は、圧縮対象画素と両隣にある2値の平均値を算出するプログラムユニットである。この算出処理は第二階層以降に行われ、算出方法は
- 第i階層、画素X_jの現ライン2値平均“C”： $(X_k + X_l) / 2$
- ※、 $k = j + 2^{N-2}$ ， $l = j - 2^{N-2}$
- となる。
- [0103] 直上2値平均算出ユニット68は、圧縮対象画素の直上近辺にある2値の平均値を算出するプログラムユニットである。この算出も第二階層以降に行われ、算出方法は以下ようになる。

[0104] 第 i 階層, 画素 X_j の直上ライン 2 値平均 “B” : $(X'_k + X'_l) / 2$ ※, $k = j + 2^{N-2}$, $l = j - 2^{N-2}$

予測値算出・選択ユニット 69 は、直上画素、直上 2 値平均および現ライン 2 値平均をもとに、予測値を算出、選択するプログラムユニットである。第一階層目は直上画素しか使用しないが、第二階層以降は現ライン 2 値平均を A、直上 2 値平均を B、直上画素を C とした場合に、これらの中間値を算出して、図 12 に対応するように A, C, $A + C - B$ の中から使用する予測値を決定する。

[0105] 予測値算出・選択ユニット 69 による第二階層以降の算出方法は以下のようになる。

第 i 階層, 画素 X_j の直上画素 “A” : X'_j

第 i 階層, 画素 X_j の直上ライン 2 値平均 “B” : $(X'_k + X'_l) / 2$ ※, $k = j + 2^{N-2}$, $l = j - 2^{N-2}$

第 i 階層, 画素 X_j の現ライン 2 値平均 “C” : $(X_k + X_l) / 2$ ※, $k = j + 2^{N-2}$, $l = j - 2^{N-2}$

減算ユニット 65 は、圧縮対象ライン用メモリ領域 64 から読み出した圧縮対象画素の画素レベル値から予測値算出・選択ユニット 69 が算出した予測値を減算して予測誤差を算出するプログラムユニットである。

[0106] 量子化ユニット 71 は、圧縮対象画素と予測値の差分値である “予測誤差” を量子化するプログラムユニットである。量子化ユニット 71 は、予測誤差を入力として予測誤差量子化値と量子化番号を出力する。この予測誤差と予測誤差量子化値及び量子化番号の関係は図 14 のようになる。

[0107] 可変長符号化ユニット 72 は、量子化番号を入力として、可変長符号を出力するプログラムユニットである。

圧縮符号メモリ領域 73 は、可変長符号化ユニット 72 から出力される可変長符号を圧縮符号として蓄積するバッファである。この圧縮符号メモリ領域 73 は、データ圧縮プログラム 300 によって、データ圧縮プログラム 300 が実行される情報処理装置のメモリ上に確保される。

[0108] 次にこのデータ圧縮プログラム300が画像データを圧縮する際の動作処理について説明する。

図23は、画像データを圧縮する際のデータ圧縮プログラム300の動作処理を示すフローチャートである。同図の処理は情報処理装置のCPUがメモリ上のデータ圧縮プログラム300を実行することによって実現される。

[0109] 同図の処理が開始されるとまずステップS41として、画像データ61のうち1ライン分を圧縮対象ライン用メモリ領域64に格納する。

次にステップS42として1ブロック分の圧縮対象画素を、第1階層の処理から第N階層の処理の対象画素に分類する。

[0110] そして次に、ステップS43として予測値算出・選択ユニット69は予測用ラインメモリ領域66から読み出す。

そして現在の処理が第1階層の処理であったなら（ステップS44、Yes）、第1階層の処理として、ステップS45において予測値算出・選択ユニット69が圧縮対象画素の直上の画素の画素レベル値を予測値とする。

[0111] またステップS44において、現在の処理が第2階層以降の処理であったなら（ステップS44、No）、ステップS46において直上2平均算出ユニット68は直上2値平均値を算出し、ステップS47において現ライン2値平均値算出ユニット67は現ライン2値平均値を算出し、ステップS49においてステップS46で算出した直上2値平均値とステップS47で算出した現ライン2値平均値を用いて圧縮対象画素の予測値を求める。

[0112] ステップS45若しくはステップS48で予測値が求まったら、ステップS49として減算ユニット65によって圧縮対象画素の画素レベル値から予測値を減算し、予測誤差を算出する。そしてステップS50としてステップS49で求めた予測誤差を量子化ユニット671によって量子化し、量子化値と量子化番号を求める。

[0113] そして次にステップS51において、加算ユニット70によってステップS50で求めた量子化値とステップS45、S48で求めた予測値を加算して復元画素を算出する。そしてステップS52としてこの復元画素を予測用

ラインメモリ領域66に格納する。

[0114] そして最後にステップS53として可変長符号化ユニット72によって、可変長符号に変換し、圧縮符号を生成して圧縮符号メモリ領域73に格納する。この圧縮符号はGolomb符号でも算術符号でも構わないものとする。

[0115] このステップS43からS53までの処理をまず1ライン中の全てのブロックの第1階層の処理について行ない、次に各階層順に処理を行なってゆく。

そしてステップS41からS53までの処理を全ての画像データに対して行ない、圧縮符号が生成されたなら、本処理を終了する。

[0116] この処理により、ハードウェアではなく、ソフトウェアによって本実施形態の画像データの圧縮を行なうことが出来る。

なお図23の処理において、圧縮処理の対象画素が図19の(1)、(2)、(3)、(4)部分に該当する場合には、例外処理を行なう。

[0117] この例外処理では、1ライン目の(1)と(2)の部分の画素の場合には、直上のローカルデコード値が存在しないため、図12の参照値A~Cの中央値を取るのではなく、以下に挙げた値を予測値とする。また2ライン目以降の先頭、及び最終ブロックに該当する(3)と(4)は、以下に示す代替画素を使用することで参照値を構成する。(1)と(2)については、上述の通り図21を用いて説明した。

[0118] 図24Aは、図19の(3)の位置の場合の予測値の算出を示す図である。

この場合、前ライン81と現ライン82の左端に更に前ライン81の左端終端画素の画素レベル値を持つ画素が存在するものとして各ブロック83の予測値を求める。

[0119] 図24Bは、図19の(4)の位置の場合の予測値の算出を示す図である。

この場合、前ライン81と現ライン82の右端の1ブロックに不足する分の画素数分、その位置に1つ前のブロックの右端の画素の画素レベル値の画

素が存在するものとして各ブロック 83 の予測値を求める。

[0120] 次に本実施形態における画像データ復元処理をプログラムによって行った場合について説明する。

図 25 は本実施形態におけるデータ復元プログラム 400 のプログラム構成例を示す図である。同図中のデータ復元プログラム 400 の構成ユニットは、CPU がメモリ上のデータ圧縮プログラム 300 を実行することによって実現される。

[0121] なおデータ復元プログラム 400 は、1 つのプログラムとして構成しても、複数のプログラムからなるプログラム郡として構成しても良い。

なお同図の構成要素において、予測値を求める部分の構成要素は図 22 の画像データ圧縮プログラム 300 の構成要素と基本的に同じ動作を行うものであり、これらについては、同一の符号が付せられている。そしてこれらの構成要素については、詳細な説明は省略する。

[0122] 同図において、圧縮符号 91 は、画像データを符号化したもので、本実施形態の画像データ復元プログラム 400 によって復元対象となるデータである。逆符号化ユニット 92 は圧縮符号 91 を該当する量子化番号を変換するプログラムユニットである。逆量子化ユニット 93 は、逆符号化ユニット 93 が変換した量子化番号を予測誤差量子化値に変換する。量子化番号と予測誤差量子化値は、上述したように図 17 に示すような関係にあり、逆量子化ユニット 93 は、量子化番号を対応する予測誤差量子化値に変換する。加算ユニット 94 は予測誤差量子化値と予測値を加算して復元画素を求めるプログラムユニットである。復元完了画素ブロック領域 95 は、1 ブロック分の復元画素の画素レベル値を記憶するメモリ領域で、データ復元プログラム 400 が実行される情報処理装置のメモリ上にデータ復元プログラム 400 が確保する。順序変換ユニット 96 は、復元完了画素ブロック領域 95 から画素レベル値を圧縮前の順番で読み出すプログラムユニットである。

[0123] 次に図 25 のデータ復元プログラム 400 が画像データを復元する際の動作処理について説明する。

図26は、画像データを復元する際のデータ復元プログラム400の動作処理を示すフローチャートである。同図の処理は情報処理装置のCPUがメモリ上のデータ復元プログラム400を実行することによって実現される。

[0124] 同図の処理が開始されると、まずステップS61として圧縮符号91を逆符号化ユニット92によって量子化番号に変換する。

次にステップS62として、ステップS61で求めた量子化番号を元に逆量子化ユニット93によって予測誤差量子化値を取得する。

[0125] そして次にステップS63として、予測値ラインメモリ領域から復元対象ブロックの直上ブロックの画素レベル値を予測値算出・選択ユニット69が読み出す。

そして現在の処理対象の画素が第1の階層の処理対象の画素であったなら（ステップS64、Yes）、ステップS65として予測値算出・選択ユニット69は、処理対象画素の直上画素の画素レベル値を予測値として出力する。

[0126] また現在の処理対象の画素が第1の階層の処理対象の以外の画素であったなら（ステップS64、No）、ステップS65において直上2平均算出ユニット68は直上2値平均値を算出し、ステップS66において現ライン2値平均値算出ユニット67は現ライン2値平均値を算出し、ステップS68においてステップS66で算出した直上2値平均値とステップS67で算出した現ライン2値平均値を用いて圧縮対象画素の予測値を求める。

[0127] ステップS65若しくはステップS68で予測値が求まったら、ステップS69として加算ユニット94によって圧縮対象画素の画素レベル値と予測値を加算し、復元画素を算出する。

[0128] そしてステップS70として、ステップS69で算出した復元画素を予測用ラインバッファメモリ領域65に保存し、またステップS71として復元画素を復元完了画素ブロック領域95に保存する。

[0129] そして最後に順序変換ユニット96が復元完了画素ブロック領域95から復元画素の画素レベル値を圧縮前の画像データの順番で読み出すと共に出力

する。この出力が復元画像データとなる。

[0130] 以上のステップS 6 1からS 7 2までの処理を全圧縮画像データ分繰り返すことによりデータ復元プログラム4 0 0による復元処理は完了する。

このように本実施形態の画像データ復元方法は、データ復元プログラム4 0 0を実行することによるソフトウェア的手法によっても実現できる。

[0131] 図2 7は、データ圧縮プログラム3 0 0やデータ復元プログラム4 0 0が実行される情報処理装置のシステム環境を示す図である。

同図において情報処理装置は、CPU 1 0 1、RAM等の主記憶装置1 0 2、ハードディスク等の補助記憶装置1 0 3、ディスプレイ、キーボード、ポインティングデバイス等の入出力装置（I/O）1 0 4、通信インターフェースやモデム等のネットワーク接続装置1 0 5、及びディスク、磁気テープなどの可搬記憶媒体から記憶内容を読み出す媒体読み取り装置1 0 6を有し、これらが互いにバス1 0 8により接続される構成を備えている。そして各構成要素は、バス1 0 8を介して互いにデータのやり取りを行う。

[0132] CPU 1 0 1は、補助記憶装置1 0 3上のプログラムやネットワーク接続装置1 0 5を介してインストールしたプログラムを、主記憶装置1 0 2をワークメモリとして実行することにより、図2 2及び図2 5に示したデータ圧縮プログラム3 0 0及びデータ復元プログラム4 0 0の各構成要素の機能を実現し、また図2 3及び図2 6に示したフローチャートの処理を実現する。

[0133] 図2 7に示した情報処理装置では、媒体読み取り装置1 0 7により磁気テープ、フレキシブルディスク、CD-ROM、MO、DVD等の記憶媒体1 0 8に記憶されているプログラム、データを読み出し、これを外部インターフェース1 0 6を介して本実施形態における接続管理サーバ1 0にロードする。そしてこのプログラムやデータを主記憶装置1 0 2や補助記憶装置1 0 3に記憶し、CPU 1 0 1で実行したり用いたりすることにより、上述したフローチャートの処理をソフトウェア的に実現する。

[0134] また、図2 7に示した情報処理装置では、CD-ROM等の記憶媒体1 0 7を用いてアプリケーションソフトの交換が行われる場合がある。よって、

本発明は、画像データ圧縮装置、復元装置、圧縮方法、復元方法及びプログラムに限らず、コンピュータにより使用されたときに、上述した本発明の実施形態の機能をコンピュータに行なわせるためのコンピュータ読み出し可能な記憶媒体107やプログラムとして構成することもできる。

[0135] この場合、「記憶媒体」には、例えば図28に示されるように、CD-ROM、フレキシブルディスク（あるいはMO、DVD、メモリーカード、リムーバブルハードディスク等であってもよい）等の媒体駆動装置117に脱着可能な可搬記憶媒体116や、ネットワーク回線113経由で送信される外部の装置（サーバ等）内の記憶部（データベース等）112、あるいは情報処理装置111の本体114内のメモリ（RAM又はハードディスク等）115等が含まれる。可搬記憶媒体116や記憶部（データベース等）112に記憶されているプログラムは、本体114内のメモリ（RAM又はハードディスク等）115にロードされて、実行される。

[0136] また、既に説明したCD-ROMやDVD-ROM等の記憶媒体には、上記に例として挙げたものの他にも、例えば、Blu-ray Disc（登録商標）やAOD（Advanced Optical Disc）などの青色レーザーを用いた次世代光ディスク記憶媒体、赤色レーザーを用いるHD-DVD9、青紫色レーザーを用いるBlue Laser DVD、ホログラムなど、今後開発される種々の大容量記憶媒体を用いて本発明を実施することも可能である。

[0137] 以上のように本発明によればライン内の画素をブロックに分け、ブロック内で階層単位に処理タイミングをずらすことで、予測処理による処理速度上のボトルネックを解消することが出来る。

[0138] また、高解像度成分（第二階層以降の処理）については、前ライン及び前階層の復元値を参照、内挿する中間値算出を実行するため、高精度な予測が可能となる。

請求の範囲

- [1] 圧縮対象画像の処理対象ラインの少なくとも直前1ライン分の画素値を保持するラインメモリ部と、
- 前記処理対象ラインの画素を 2^n 画素を1ブロックとするブロック単位に分割する分割部と、
- 第1階層の処理として、前記分割部により分割したブロック内の各画素のうち、 2^{n-1} 番目と 2^n 番目の画素に対して、前記ラインメモリ内の該 2^{n-1} 番目と 2^n 番目の画素それぞれの直上の画素値を参照値として外挿予測を行って予測値を求める第1の予測値算出部と、
- 第2階層の処理から第 n 階層目の処理として、所定の画素に対して、前記ラインメモリ内の直前1ラインの画素値及び1つ前の階層処理までに求めた予測値を参照値として内挿予測を行って予測値を求める第2の予測値算出部と、
- 前記第1の階層処理から前記第 n の階層処理までの処理で求めた前記予測値から予測誤差を求め、当該予測誤差を量子化番号に変換し、当該量子化番号を可変長符号に変換して圧縮符号を求める予測符号化部と
- を備えたことを特徴とする画像圧縮装置。
- [2] 第 k ($k=2$ 乃至 n)階層目の処理において、前記第2の予測値算出部が処理対象とする前記所定の画素は、第 $k-1$ 階層目の処理までに前記第1の予測値算出部及び前記第2の予測値算出部が求めた予測値の中間の画素であることを特徴とする請求項1に記載の画像圧縮装置。
- [3] 前記 $n=3$ で、
- 前記分割部は、8画素を1ブロックとして分割し、
- 前記第1の予測値算出部は、第一階層目の処理として該ブロック内の第4番目の画素と第8番目の画素の予測値を求め、
- 前記第2の予測値算出部は、第二階層目の処理として該ブロック内の第2番目の画素と第6番目の画素の予測値を求め、第三階層目の処理として該ブロック内の第1番目の画素、第3番目の画素、第5番目の画素、及び第7番

- 目の画素の予測値を求めることを特徴とする請求項 2 に記載の画像圧縮装置。
- [4] 前記第 2 の予測値算出部が行う内挿予測は、Median Adaptive Predictor (MAP) 予測であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像圧縮装置。
- [5] 前記第 2 の予測値算出部は、前記圧縮対象画像の処理対象ラインで 1 つ前の階層の処理で求めた予測値である参照値を A、前記ラインメモリ部内の圧縮対象画素の直上の画素の画素値である参照値を C、前記ラインメモリ部内の 1 つ前の階層の処理で求めた予測値の直上の画素の画素値である参照値を B とするとき、これらの中間値を算出し、中間値が A の場合は予測値を C とし、中間値が B の場合は予測値を $A + C - B$ とし、中間値が C の場合は予測値を A とすることを特徴とする請求項 4 に記載の画像データ圧縮装置。
- [6] 前記参照値 A は、同一ライン上にある 1 つ前の階層の処理で求めた近傍 2 画素の平均値とすることを特徴とする請求項 5 に記載の画像データ圧縮装置。
- [7] 前記参照値 B は、1 つ前のライン上の 1 つ前の階層の処理で求めた近傍 2 画素の平均値とすることを特徴とする請求項 5 に記載の画像データ圧縮装置。
- [8] 前記第 2 の予測処理部は、第 k ($k = 1$ 乃至 $n - 1$) 階層の処理が完了する前に第 $k + 1$ 階層の処理を開始することを特徴とする請求項 1 に記載の画像データ圧縮装置。
- [9] 前記第 1 の予測処理部及び前記第 2 の予測処理部は、1 つ前の前記ブロックに対する処理が完了する前に次のブロックに対する処理を開始することを特徴とする請求項 1 に記載の画像データ圧縮装置。
- [10] 前記第 1 の予測処理部及び前記第 2 の予測処理部は、同一の階層の処理においては、入力順に処理対象の画素とすることを特徴とする請求項 1 に記載の画像データ圧縮装置。
- [11] 復元対象画像の処理対象ラインの少なくとも直前 1 ライン分の画素値を保

持するラインメモリ部と、

前記処理対象ラインの画素を 2^n 画素を 1 ブロックとするブロック単位に分割する分割部と、

第 1 階層の処理として、前記分割部により分割したブロック内の各画素のうち、 2^{n-1} 番目と 2^n 番目の画素に対して、前記ラインメモリ内の該 2^{n-1} 番目と 2^n 番目の画素それぞれの直上の画素値を参照値として外挿予測を行って予測値を求める第 1 の予測値算出部と、

第 2 階層の処理から第 n 階層目の処理として、所定の画素に対して、前記ラインメモリ内の前記直前の画素値及び 1 つ前の階層処理までに求めた予測値を参照値として内挿予測を行って予測値を求める第 2 の予測値算出部と、

、
圧縮符号から量子化番号を求め、当該量子化番号から予測誤差量子化値を求め、当該予測誤差量子化値及び前記第 1 の予測値算出部が求めた予測値若しくは前記第 2 の予測値算出部が求めた予測値を用いて復元画素の画素値を求める復元画素値算出部と、

を備えたことを特徴とする画像復元装置。

[12] 第 k ($k = 2$ 乃至 n) 階層目の処理において、前記第 2 の予測値算出部が処理対象とする前記所定の画素は、第 $k - 1$ 階層目の処理までに前記第 1 の予測値算出部及び前記第 2 の予測値算出部が求めた予測値の中間の画素であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像復元装置。

[13] 前記第 2 の予測値算出部は、前記圧縮対象画像の処理対象ラインで 1 つ前の階層の処理で求めた予測値である参照値を A 、前記ラインメモリ部内の圧縮対象画素の直上の画素の画素値である参照値を C 、前記ラインメモリ部内の 1 つ前の階層の処理で求めた予測値の直上の画素の画素値である参照値を B とするとき、これらの中間値を算出し、中間値が A の場合は予測値を C とし、中間値が B の場合は予測値を $A + C - B$ とし、中間値が C の場合は予測値を A とすることを特徴とする請求項 1 に記載の画像データ復元装置。

[14] 前記参照値 A は、同一ライン上にある 1 つ前の階層の処理で求めた近傍 2

画素の平均値とすることを特徴とする請求項 12 に記載の画像データ復元装置。

[15] 前記参照値 B は、1 つ前のライン上の 1 つ前の階層の処理で求めた近傍 2 画素の平均値とすることを特徴とする請求項 12 に記載の画像データ復元装置。

[16] 圧縮対象画像の処理対象ラインの少なくとも直前 1 ライン分の画素値を保持し、

前記処理対象ラインの画素を 2^n 画素を 1 ブロックとするブロック単位に分割し、

第 1 階層の処理として、前記分割したブロック内の各画素のうち、 2^{n-1} 番目と 2^n 番目の画素に対して、前記 1 つ前の 1 ラインの画素値を参照値として外挿予測を行って予測値を求め、

第 2 階層の処理から第 n 階層目の処理として、所定の画素に対して、直前 1 ラインの画素値及び 1 つ前の階層処理までに求めた予測値を参照値として内挿予測を行って予測値を求め、

前記第 1 の階層処理から前記第 n の階層処理までの処理で求めた前記予測値から予測誤差を求め、当該予測誤差を量子化番号に変換し、当該量子化番号を可変長符号に変換して圧縮符号を求める

ことを特徴とする画像圧縮方法。

[17] 復元対象画像の処理対象ラインの少なくとも直前 1 ライン分の画素値を保持し、

前記処理対象ラインの画素を 2^n 画素を 1 ブロックとするブロック単位に分割し、

第 1 階層の処理として、前記分割したブロック内の各画素のうち、 2^{n-1} 番目と 2^n 番目の画素に対して、前記ラインメモリ内の該 2^{n-1} 番目と 2^n 番目の画素それぞれの直上の画素値を参照値として外挿予測を行って予測値を求め、

第 2 階層の処理から第 n 階層目の処理として、所定の画素に対して、前記

ラインメモリ内の直前1ラインの画素値及び1つ前の階層処理までに求めた予測値を参照値として内挿予測を行って予測値を求め、

圧縮符号から量子化番号を求め、当該量子化番号から予測誤差量子化値を求め、当該予測誤差量子化値及び前記予測値を用いて復元画素の画素値を求める復元画素値算出部と、

を備えたことを特徴とする画像復元方法。

[18] 情報処理装置によって実行されたとき

圧縮対象画像の処理対象ラインの少なくとも直前1ライン分の画素値を保持し、

前記処理対象ラインの画素を 2^n 画素を1ブロックとするブロック単位に分割し、

第1階層の処理として、前記分割したブロック内の各画素のうち、 2^{n-1} 番目と 2^n 番目の画素に対して、該 2^{n-1} 番目と 2^n 番目の画素それぞれの直上の画素値を参照値として外挿予測を行って予測値を求め、

第2階層の処理から第 n 階層目の処理として、所定の画素に対して、前記直前1ラインの画素値及び1つ前の階層処理までに求めた予測値を参照値として内挿予測を行って予測値を求め、

前記第1の階層処理から前記第 n の階層処理までの処理で求めた前記予測値から予測誤差を求め、当該予測誤差を量子化番号に変換し、当該量子化番号を可変長符号に変換して圧縮符号を求める

ことを前記情報処理装置に実行させるプログラム。

[19] 情報処理装置によって実行されたとき

復元対象画像の処理対象ラインの少なくとも直前1ライン分の画素値を保持し、

前記処理対象ラインの画素を 2^n 画素を1ブロックとするブロック単位に分割し、

第1階層の処理として、前記分割したブロック内の各画素のうち、 2^{n-1} 番目と 2^n 番目の画素に対して、前記ラインメモリ内の該 2^{n-1} 番目と 2^n 番目の

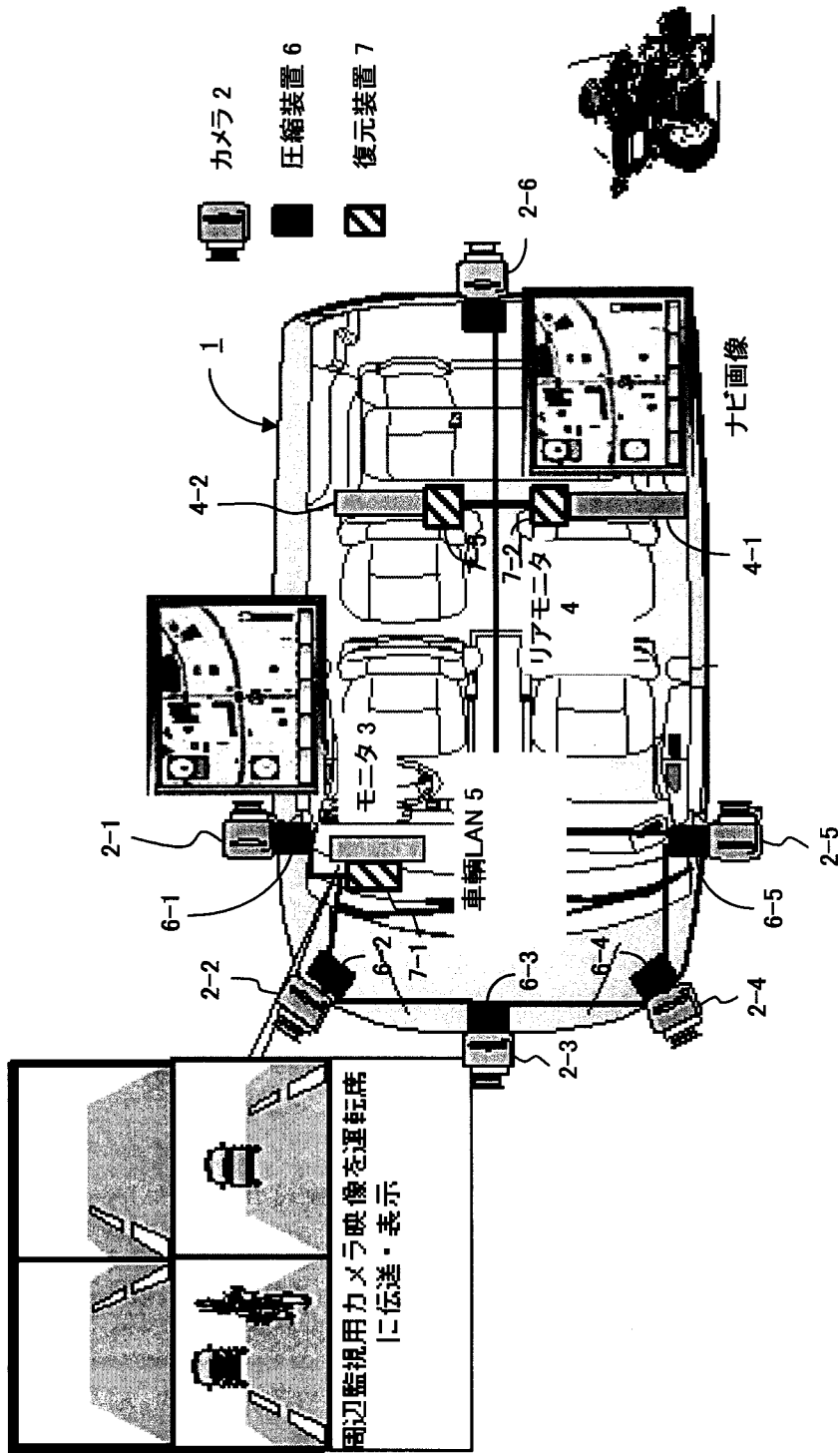
画素それぞれの直上の画素値を参照値として外挿予測を行って予測値を求め、

第2階層の処理から第n階層目の処理として、所定の画素に対して、前記ラインメモリ内の直前1ラインの画素値及び1つ前の階層処理までに求めた予測値を参照値として内挿予測を行って予測値を求め、

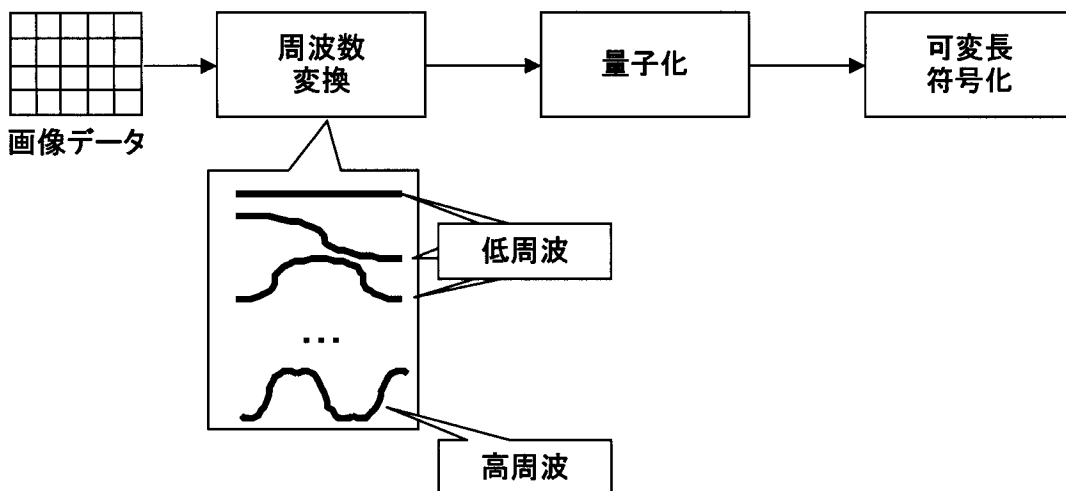
圧縮符号から量子化番号を求め、当該量子化番号から予測誤差量子化値を求め、当該予測誤差量子化値及び前記予測値を用いて復元画素の画素値を求める復元画素値算出部と、

ことを前記情報処理装置に実行させるプログラム。

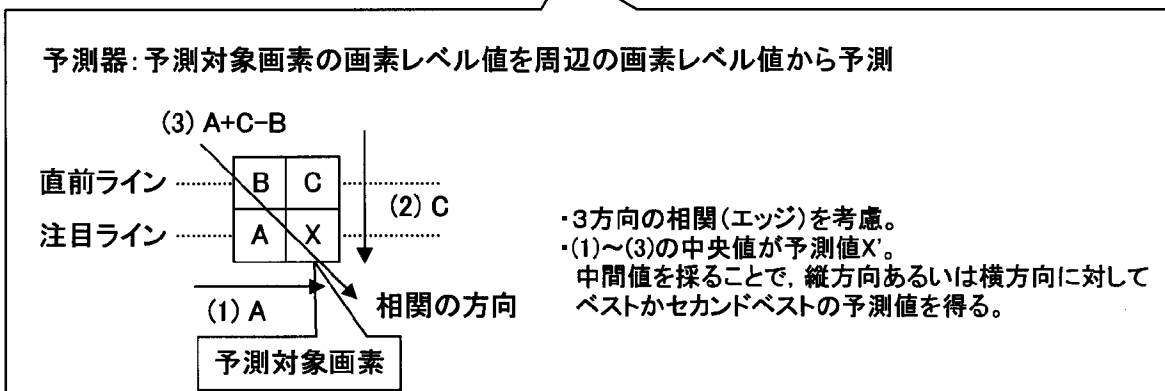
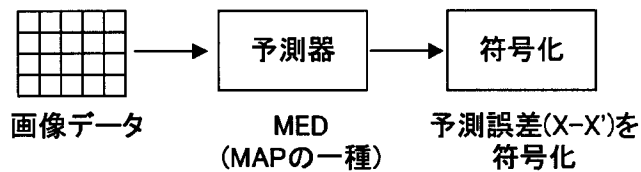
[図1]



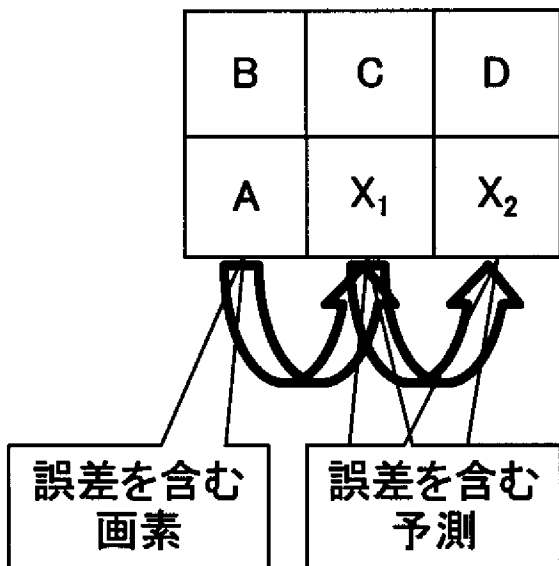
[図2]



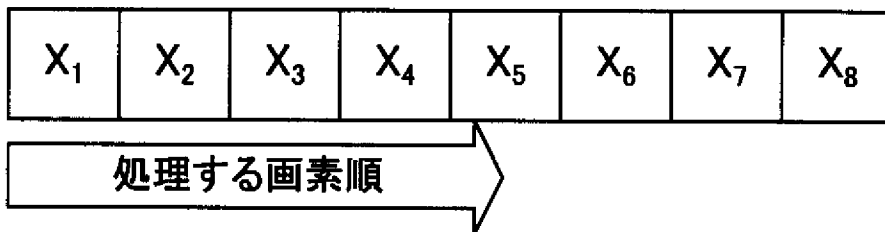
[図3]



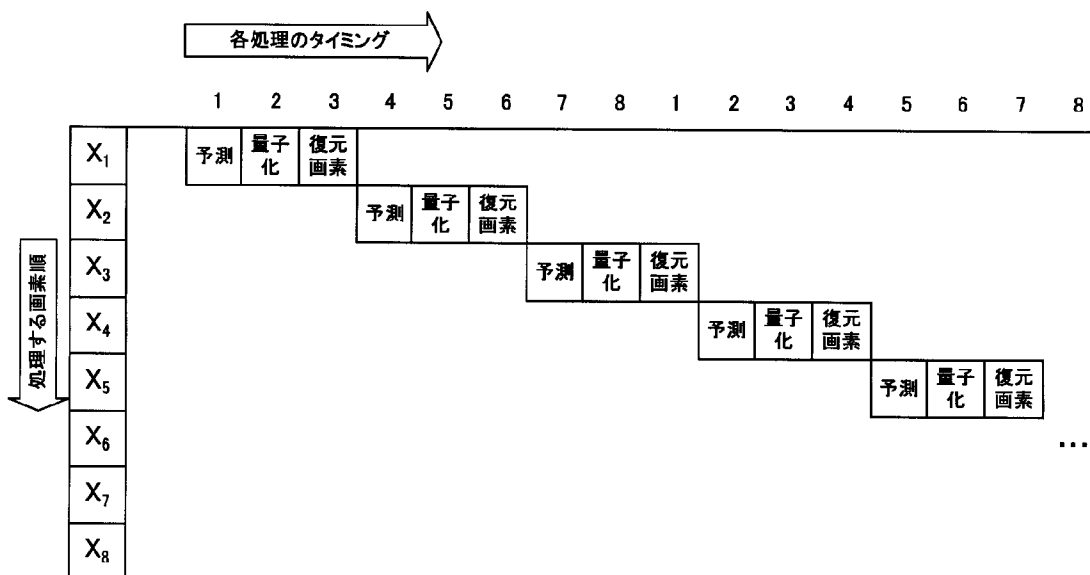
[図4]



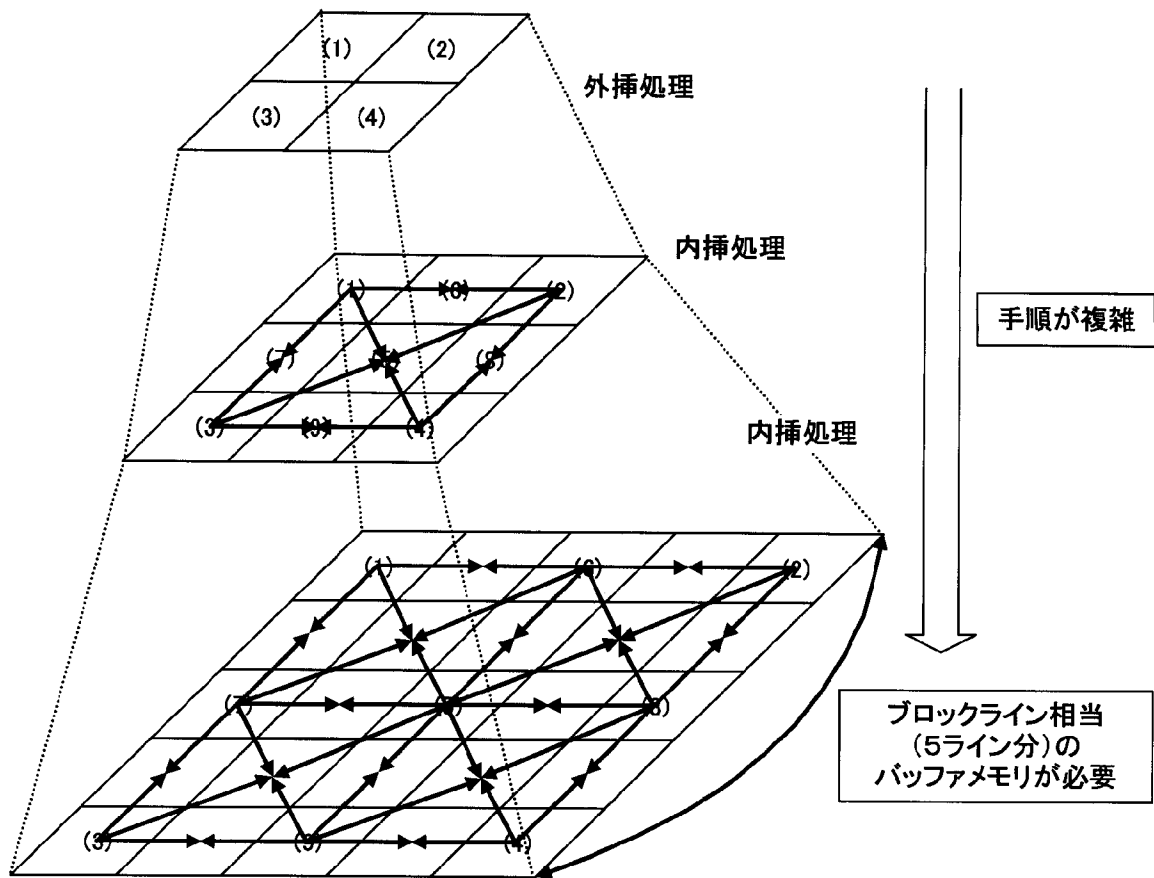
[図5A]



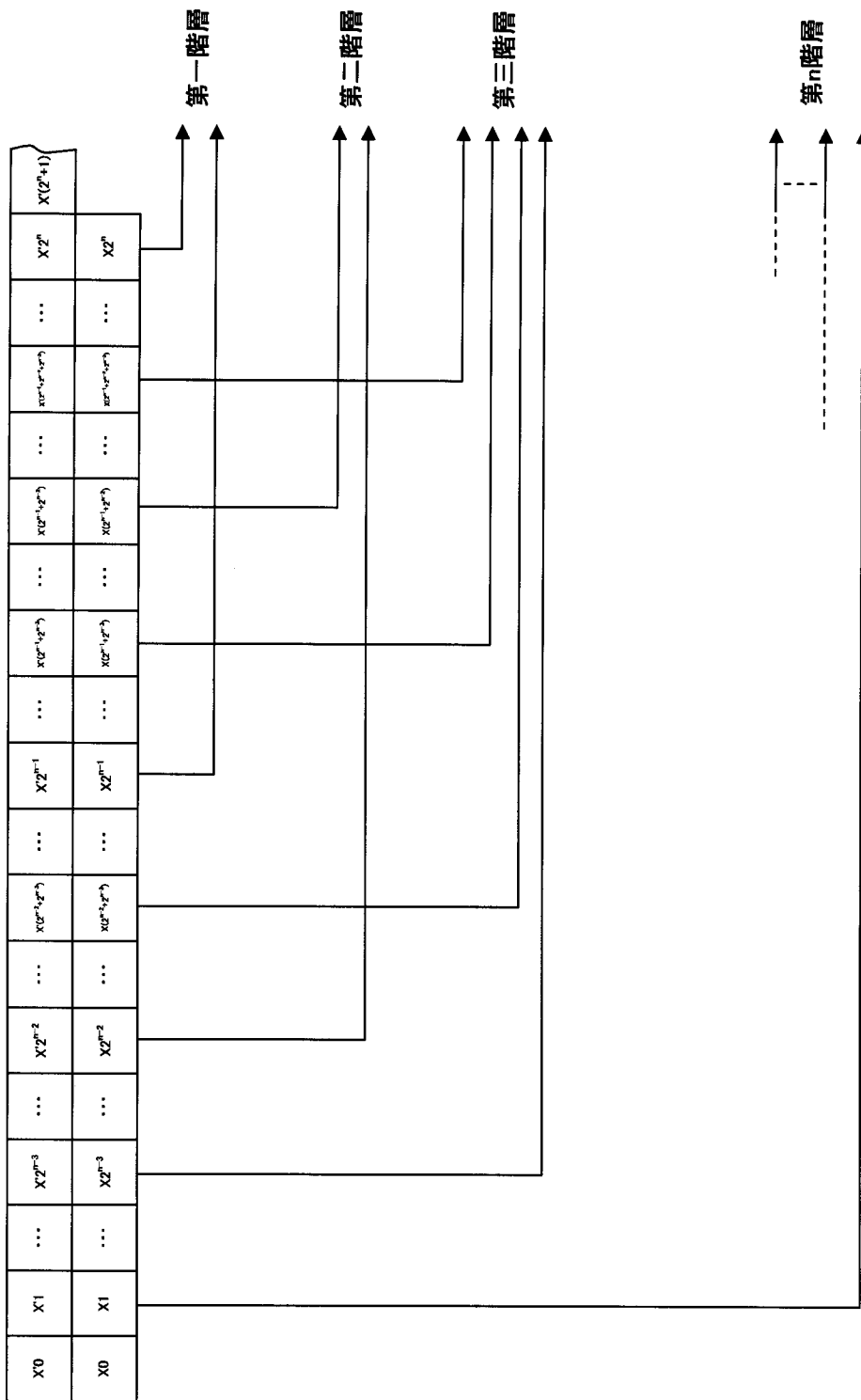
[図5B]



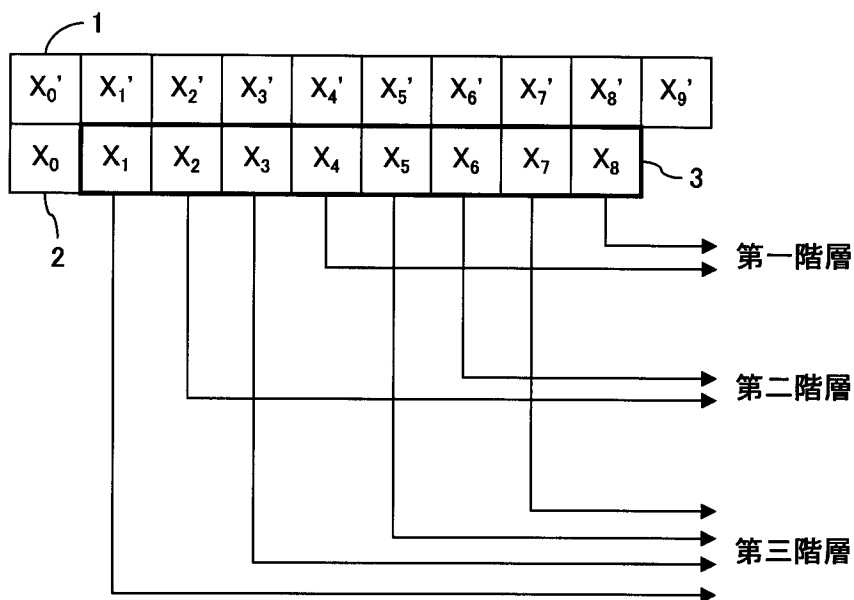
[図6]



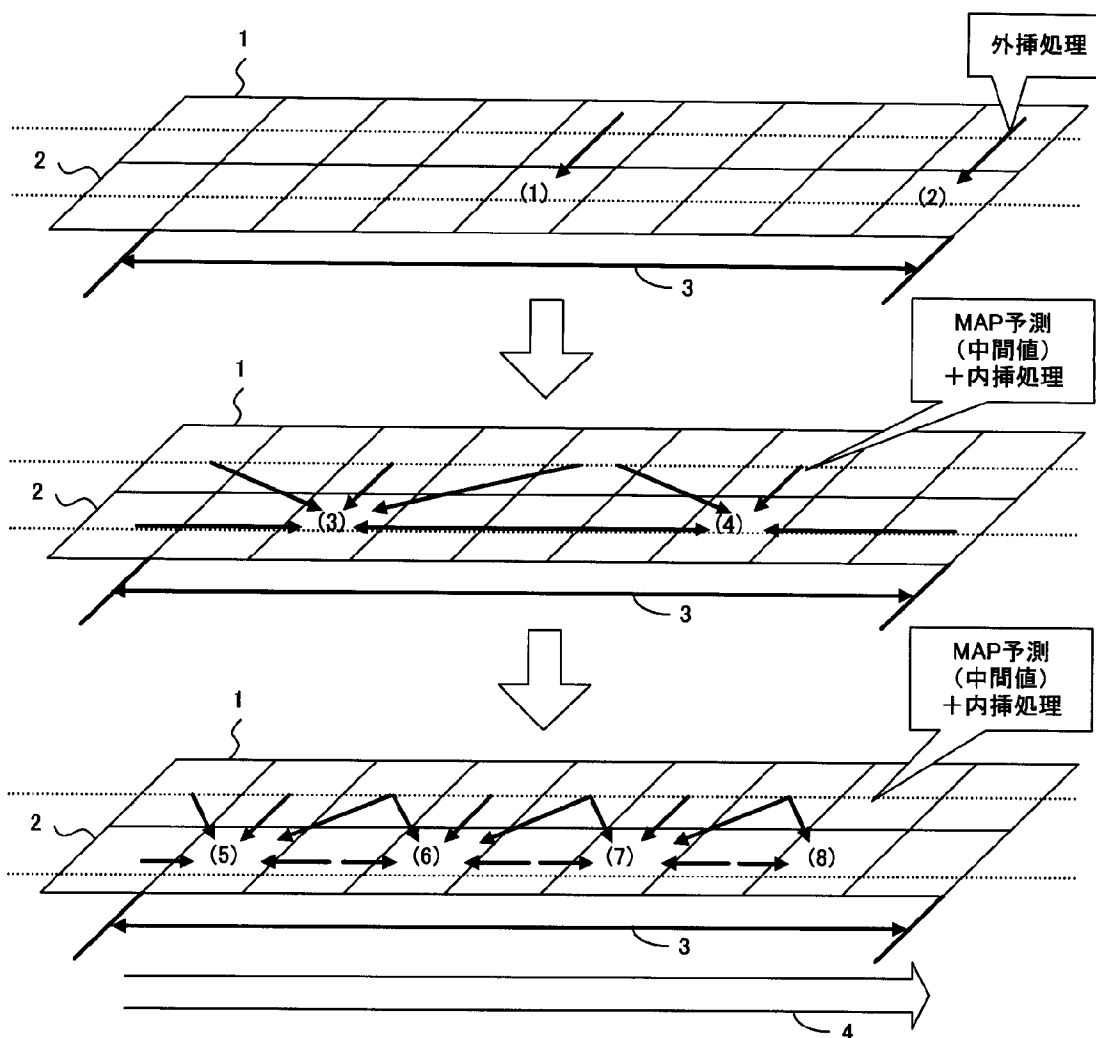
[図7]



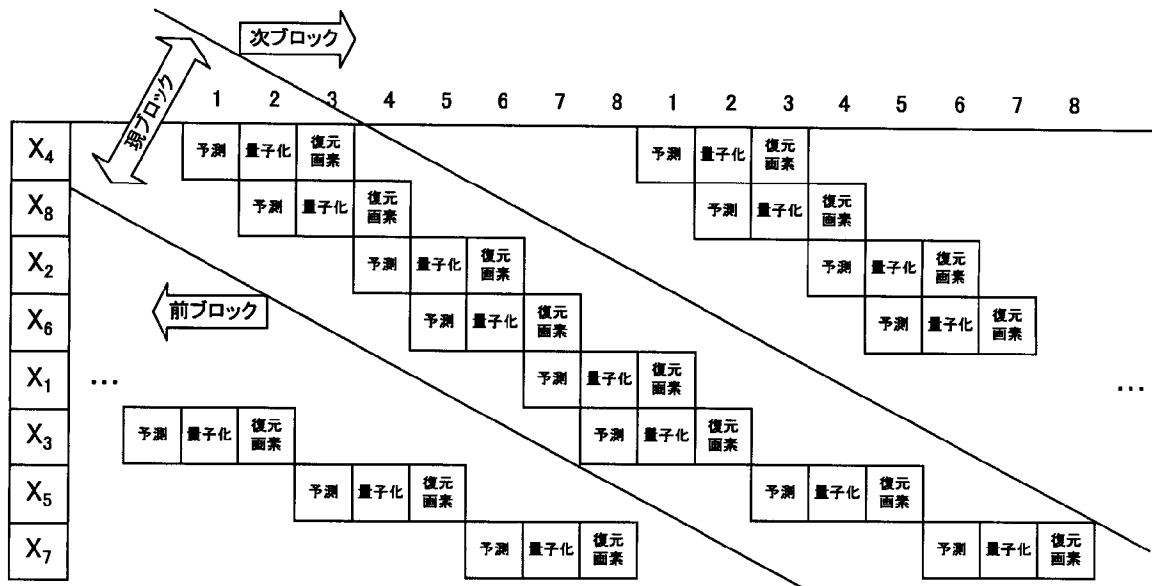
[圖8]



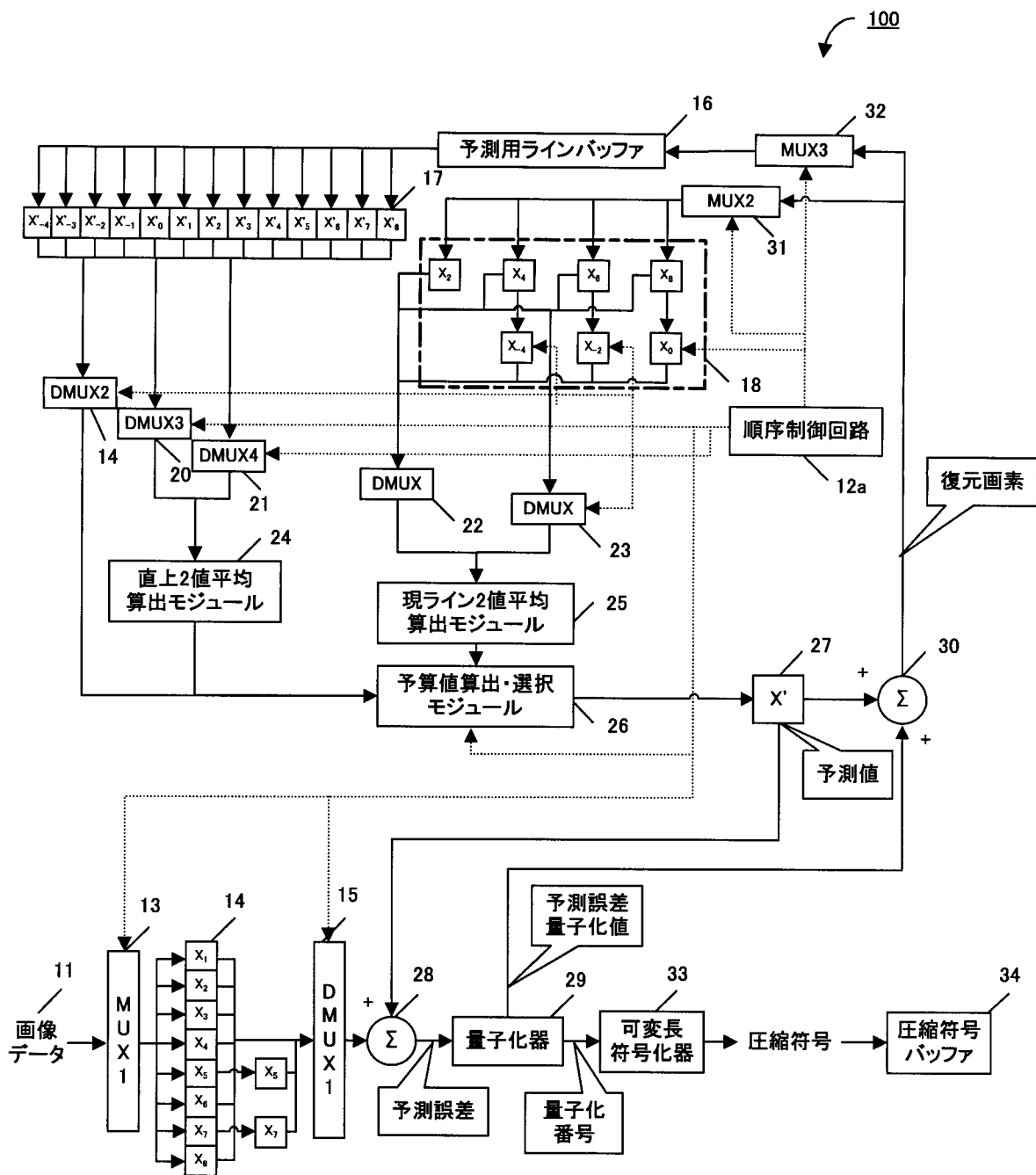
[圖9]



[図10]



[図11]



[図12]

予測対象		参照値			予測値 選択方式
		A	C	B	
		現ライン2値平均 (第一階層は3値平均)	直上 1画素	直上 2値平均	
第一階層	X_4		X'_4		直上C
	X_8		X'_8		直上C
第二階層	X_2	$(X_0+X_4)/2$	X'_2	$(X'_0+X'_4)/2$	MAP
	X_6	$(X_4+X_8)/2$	X'_6	$(X'_4+X'_8)/2$	MAP
第三階層	X_1	$(X_0+X_2)/2$	X'_1	$(X'_0+X'_2)/2$	MAP
	X_3	$(X_2+X_4)/2$	X'_3	$(X'_2+X'_4)/2$	MAP
	X_5	$(X_4+X_6)/2$	X'_5	$(X'_4+X'_6)/2$	MAP
	X_7	$(X_6+X_8)/2$	X'_7	$(X'_6+X'_8)/2$	MAP

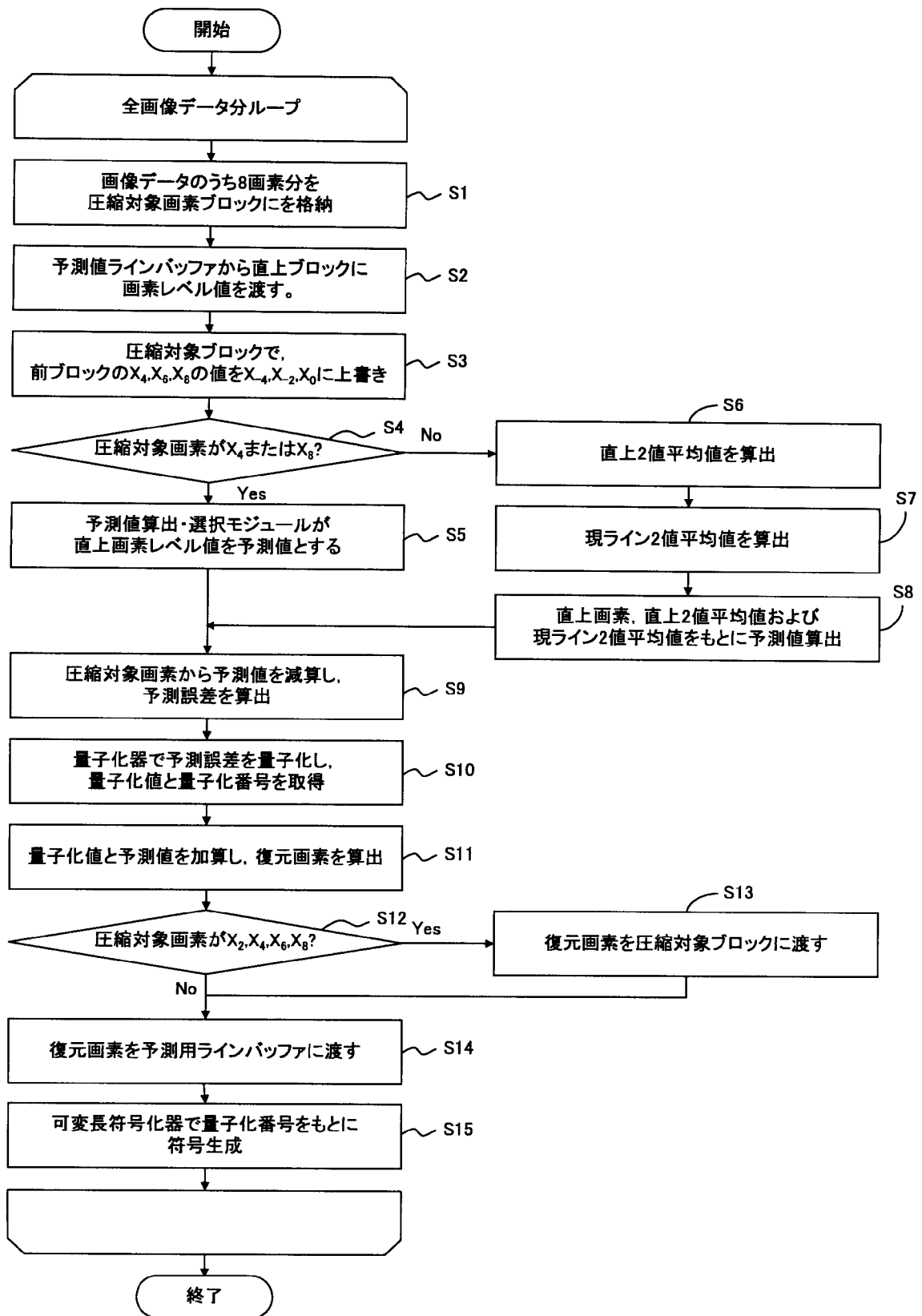
[図13]

参照値中間値	使用する予測値
A	C
B	A+C-B
C	A

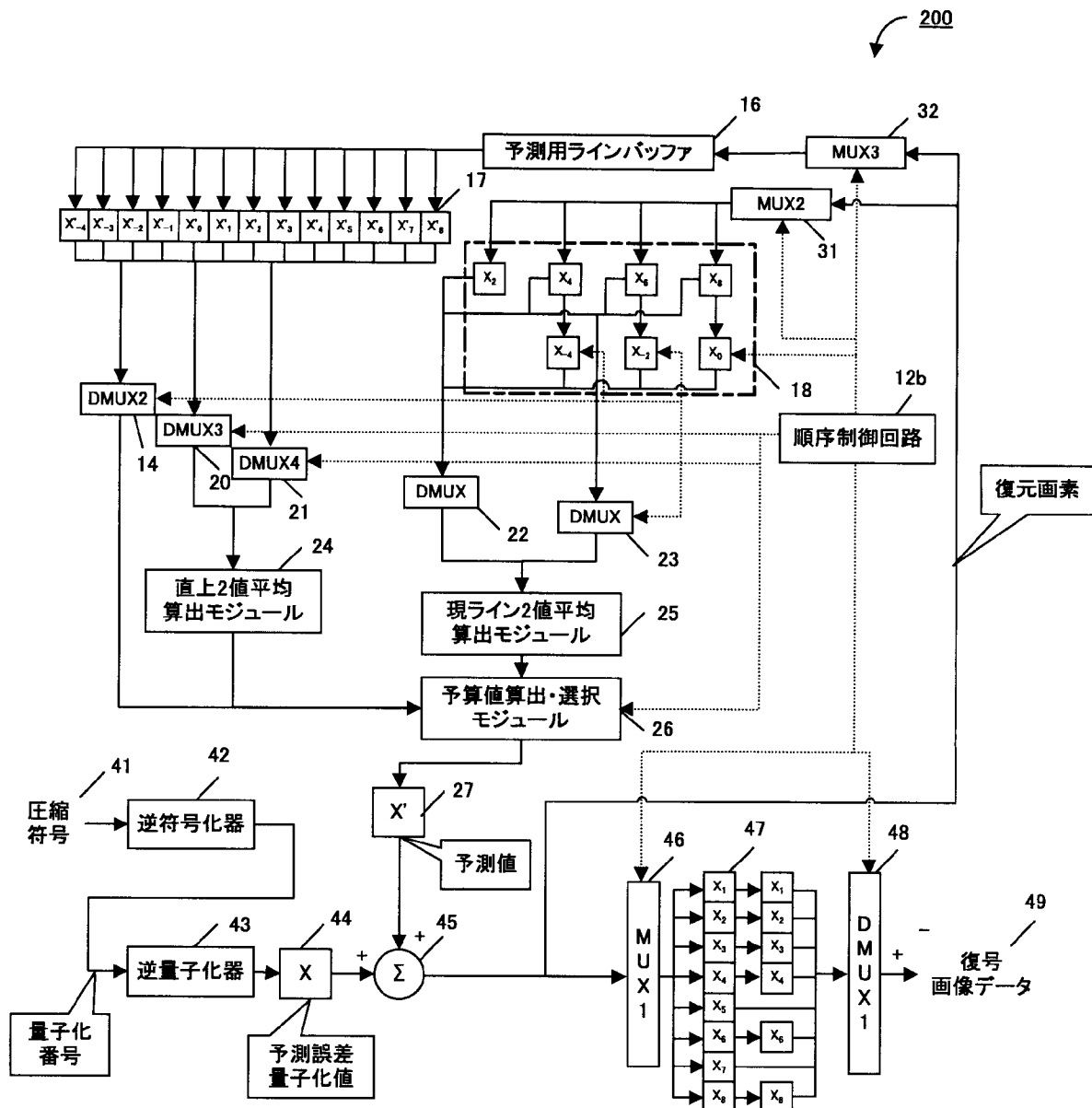
[図14]

予測 誤差	予測誤差 量子化値	量子化 番号
-21~	-28	7
-8~-20	-12	5
-3~-7	-4	3
-2~2	0	1
3~7	4	2
8~20	12	4
21~	28	6

[図15]



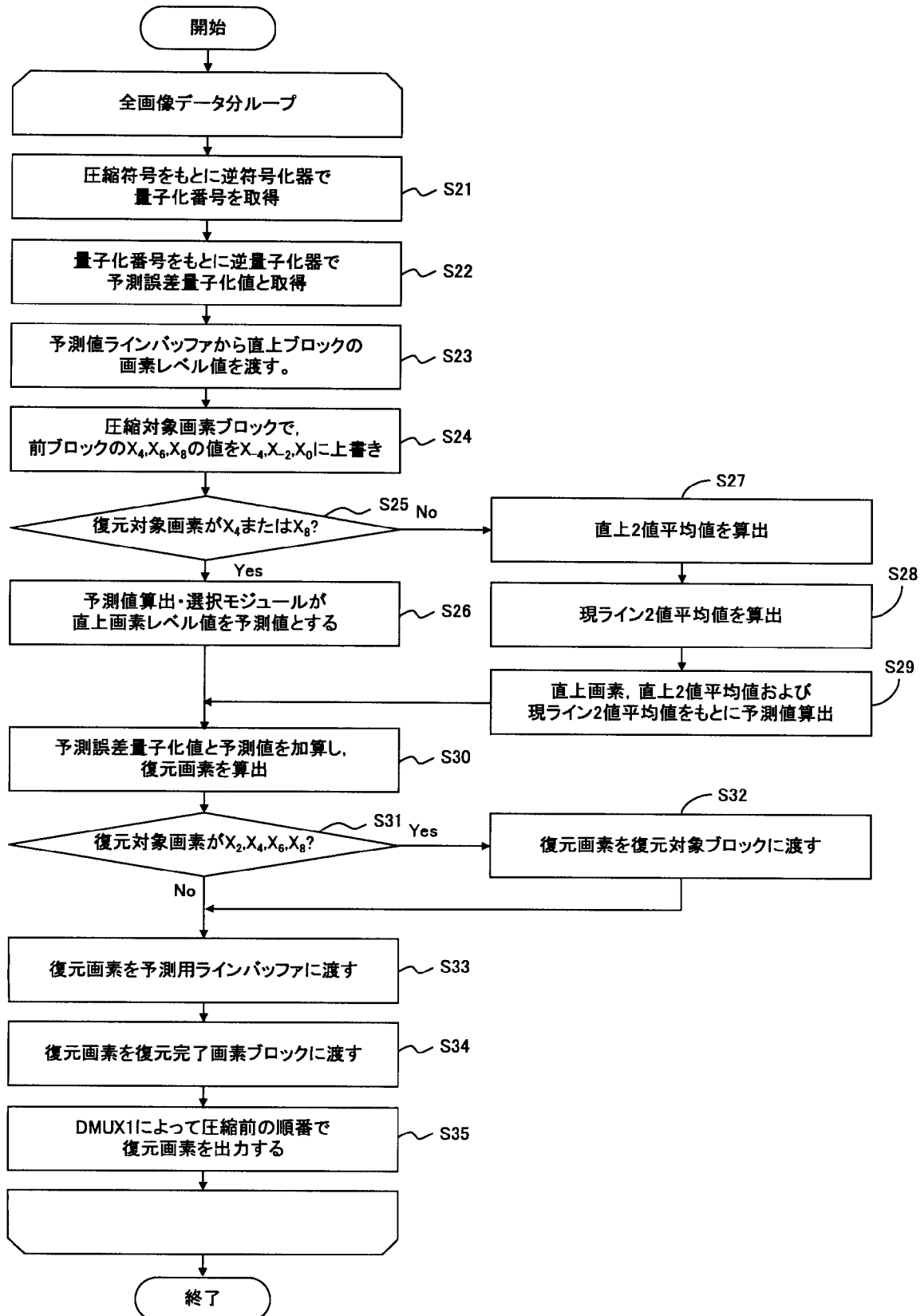
[図16]



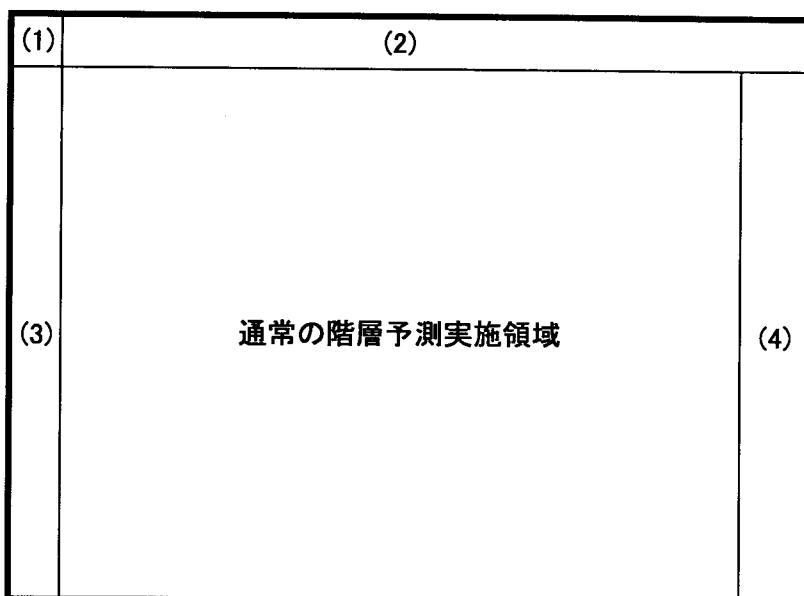
[図17]

量子化 番号	予測誤差 量子化値
7	-28
5	-12
3	-4
1	0
2	4
4	12
6	28

[図18]



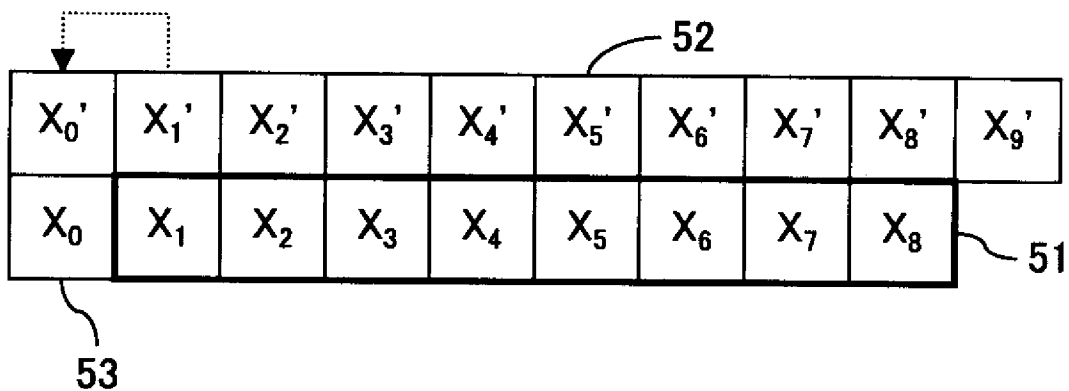
[図19]



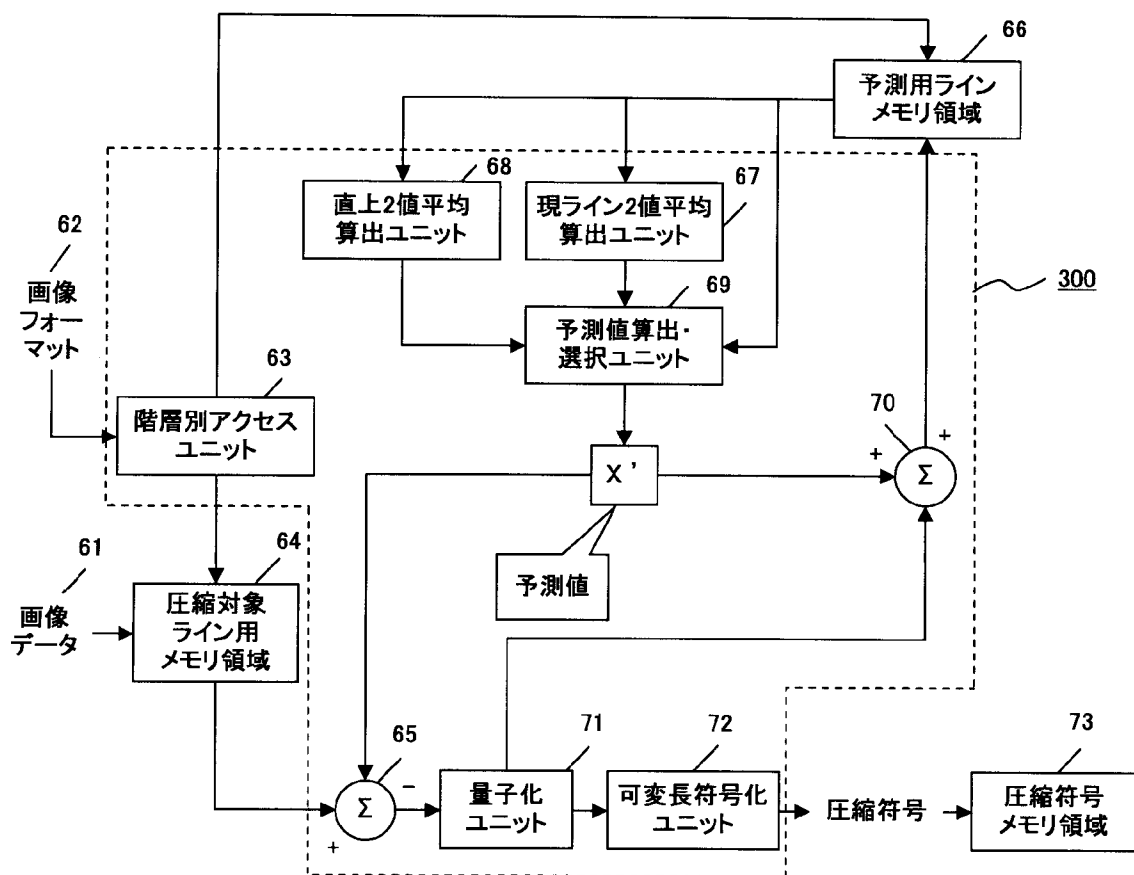
[図20]

予測対象画素		(1)予測値	(2)予測値
第一階層	X_4	$0x80$	前ブロックの X_4
	X_8	$0x80$	前ブロックの X_8
第二階層	X_2	$(0x80+X_4)/2$	$(X_0+X_4)/2$
	X_6	$(X_4+X_8)/2$	$(X_4+X_8)/2$
第三階層	X_1	$(0x80+X_2)/2$	$(X_0+X_2)/2$
	X_3	$(X_2+X_4)/2$	$(X_2+X_4)/2$
	X_5	$(X_4+X_6)/2$	$(X_4+X_6)/2$
	X_7	$(X_6+X_8)/2$	$(X_6+X_8)/2$

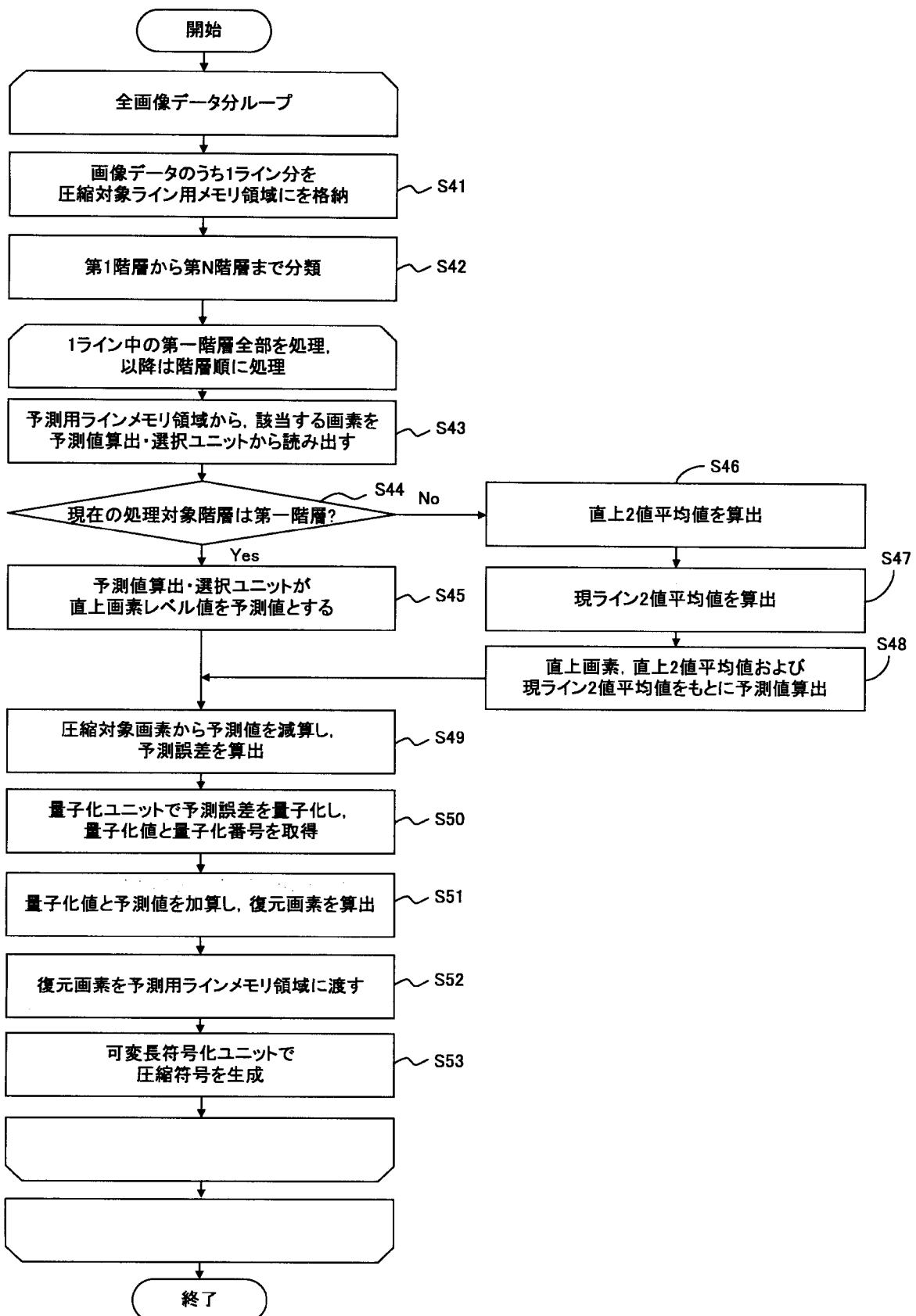
[図21]



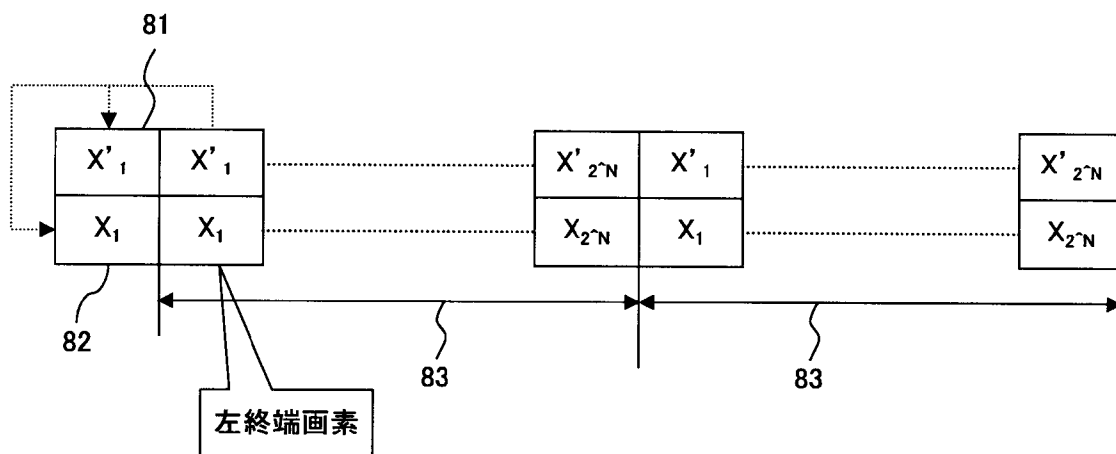
[図22]



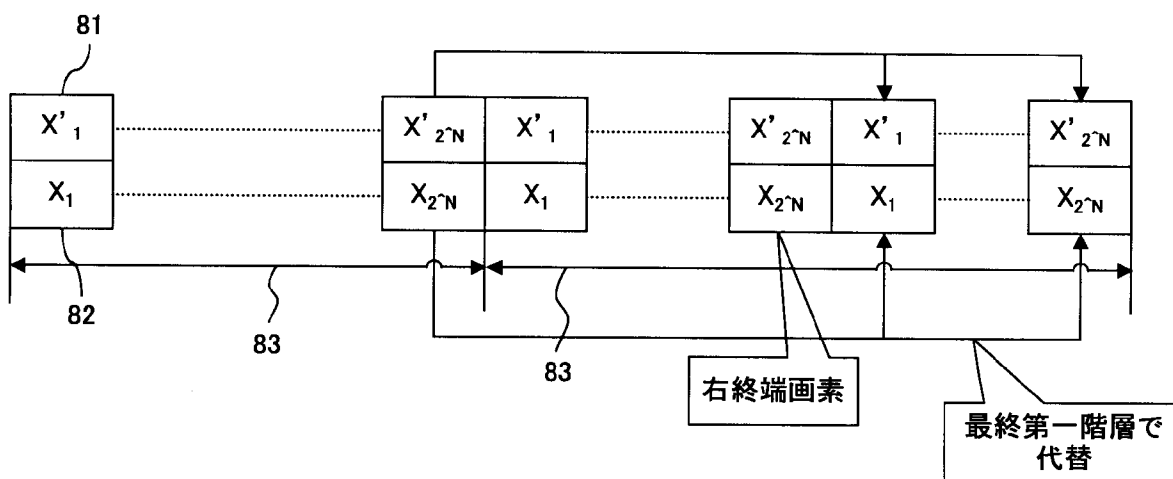
[図23]



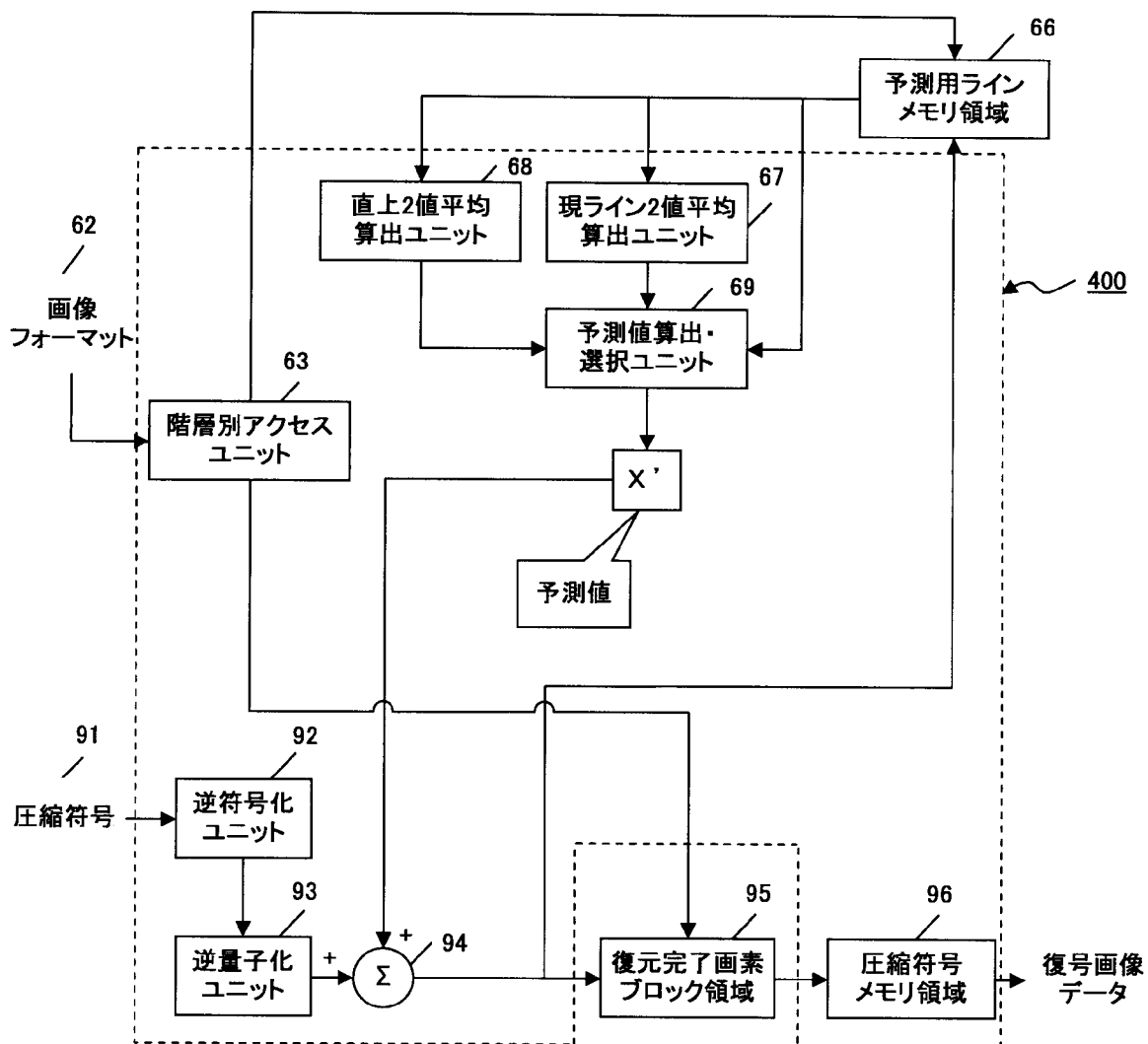
[図24A]



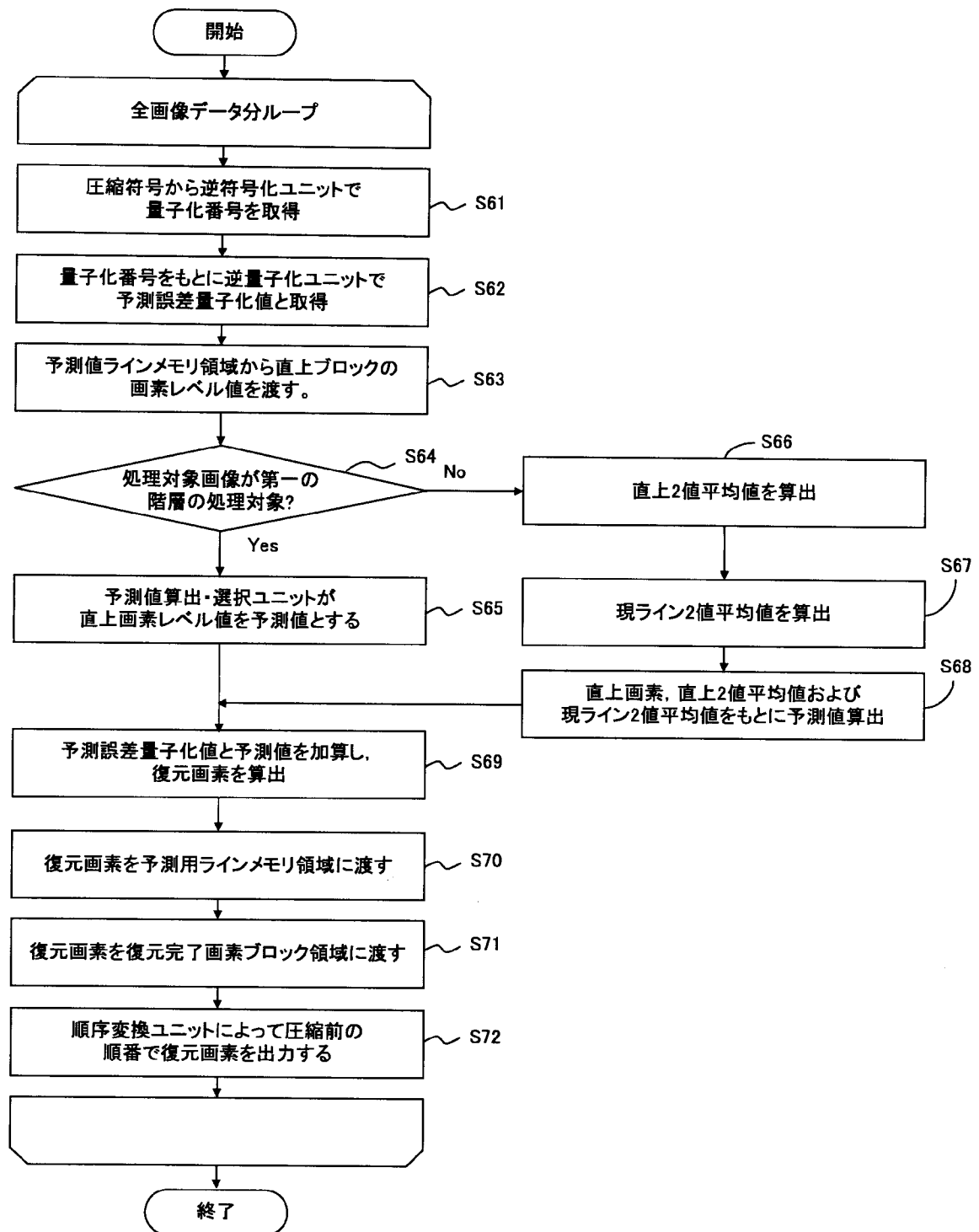
[図24B]



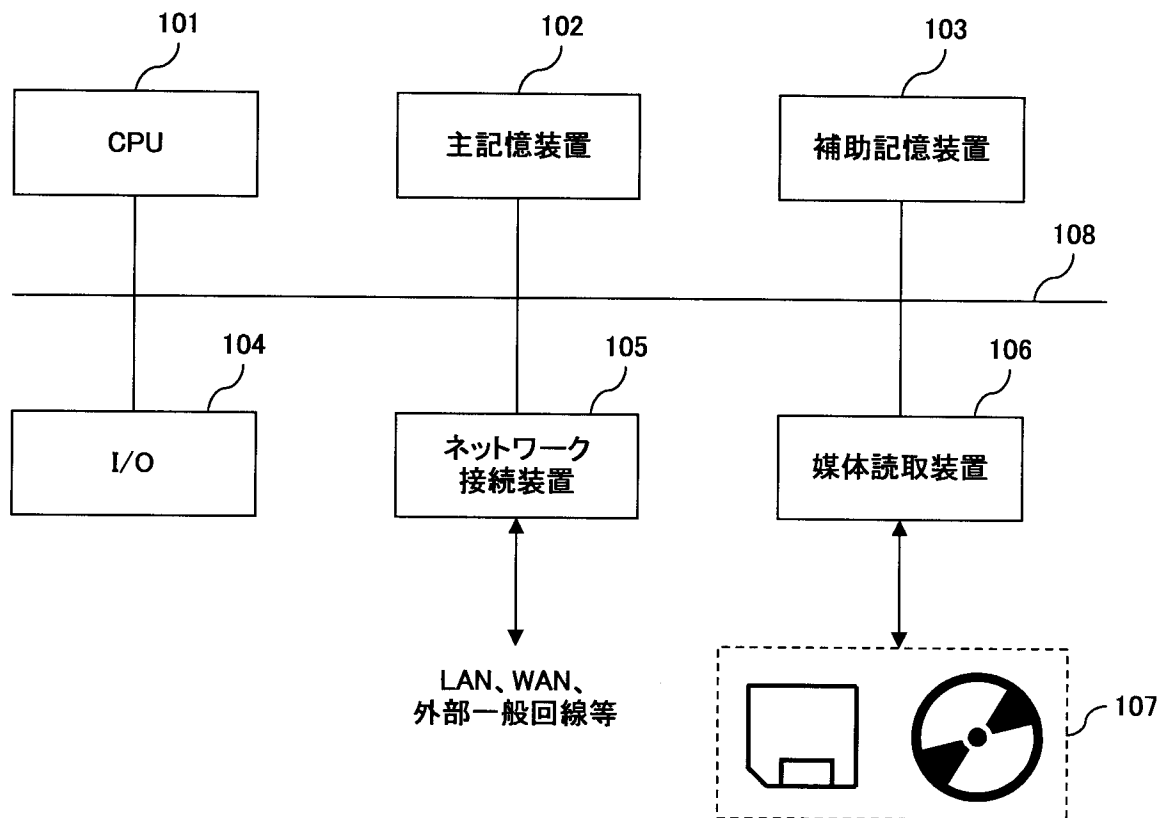
[図25]



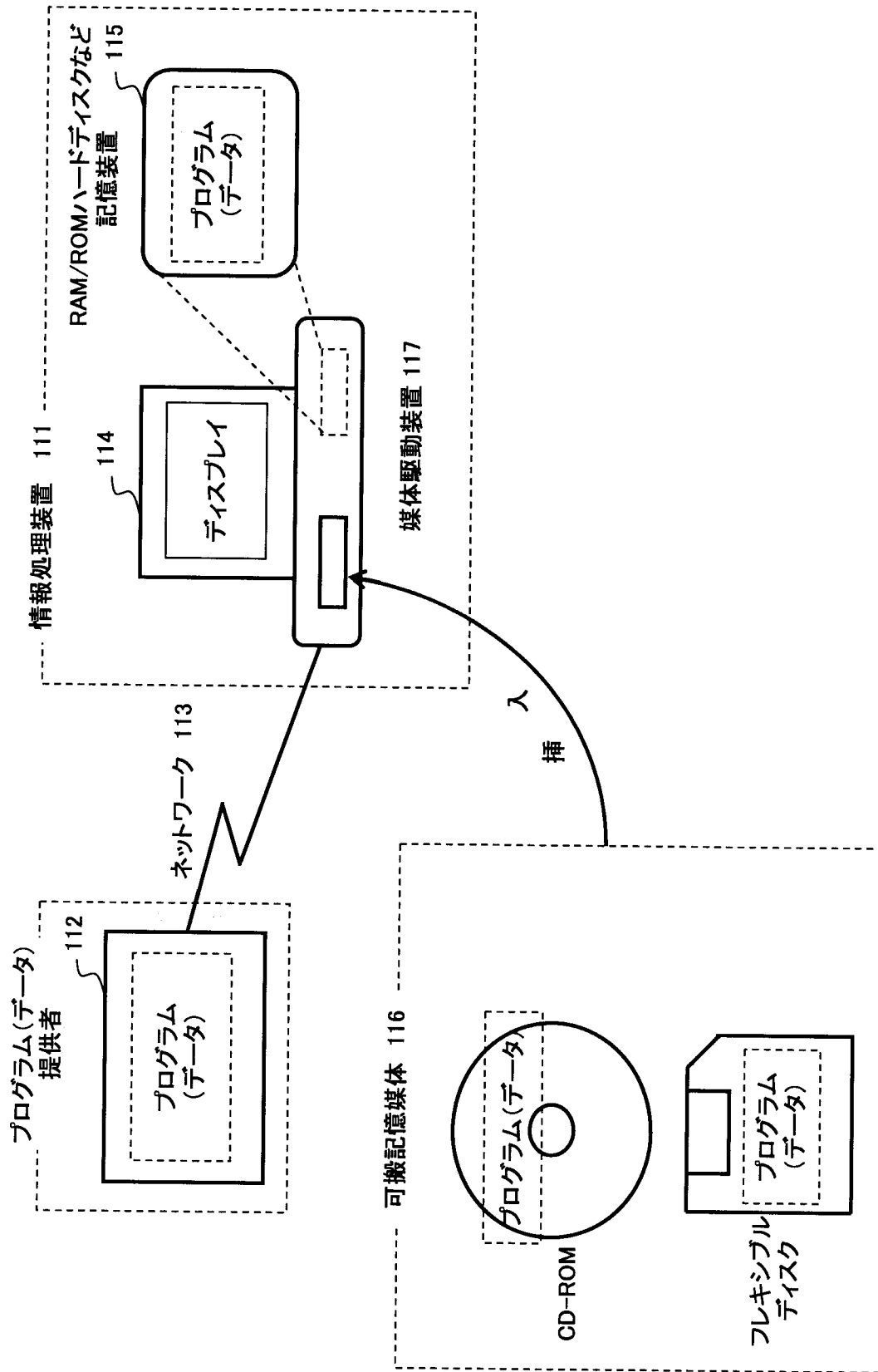
[図26]



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/000836

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N1/41 (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)

H04N1/41

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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	JP 10-136376 A (Victor Company Of Japan, Ltd.), 22 May, 1998 (22.05.98), Par. Nos. [0012] to [0032] & US 6028637 A & EP 840516 A2 & DE 69736654 T & CN 1199307 A	1-19
A	JP 62-264785 A (Fujitsu Ltd.), 17 November, 1987 (17.11.87), Page 3, upper right column, line 16 to page 4, upper left column, line 15 (Family: none)	1-19

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search
01 July, 2008 (01.07.08)

Date of mailing of the international search report
15 July, 2008 (15.07.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/000836

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 60-87570 A (Matsushita Graphic Communication Systems, Inc.), 17 May, 1985 (17.05.85), Page 2, upper right column, line 9 to page 3, lower left column, line 20 (Family: none)	1-19

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N1/41(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 (IPC))

Int.Cl. H04N1/41

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2008年
日本国実用新案登録公報	1996-2008年
日本国登録実用新案公報	1994-2008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 請求の範囲の番号
A	JP 10-136376 A (日本ビクター株式会社) 1998.05.22, 段落【0012】-【0032】 & US 6028637 A & EP 840516 A2 & DE 69736654 T & CN 1199307 A	1-19
A	JP 62-264785 A (富士通株式会社) 1987.11.17, 第3頁右上欄第16行目-第4頁左上欄 第15行目 (ファミリーなし)	1-19

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	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日
01.07.2008

国際調査報告の発送日
15.07.2008

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
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)	5V	9245
堀井 啓明		
電話番号 03-3581-1101 内線 3571		

C (続き) . 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 請求の範囲の番号
A	JP 60-87570 A (松下電送株式会社) 1985.05.17, 第2頁右上欄第9行目-第3頁左下欄第 20行目 (ファミリーなし)	1-19