

(11)特許出願公開番号

特開2011-71649

(P2011-71649A)

(43) 公開日 平成23年4月7日(2011.4.7)

(51) Int.Cl.
HO4N 1/41

F I
H O 4 N 1/41

テーマコード (参考)
5C178

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 40 頁)

(21) 出願番号 特願2009-219628 (P2009-219628)
(22) 出願日 平成21年9月24日 (2009. 9. 24)

(71) 出願人 000002185
ソニー株式会社
東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号

(74) 代理人 100082131
弁理士 稲本 義雄

(74) 代理人 100121131
弁理士 西川 孝

(72) 発明者 福原 隆浩
東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株
式会社内

(72) 発明者 保坂 和寿
東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株
式会社内

[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 画像処理装置および方法

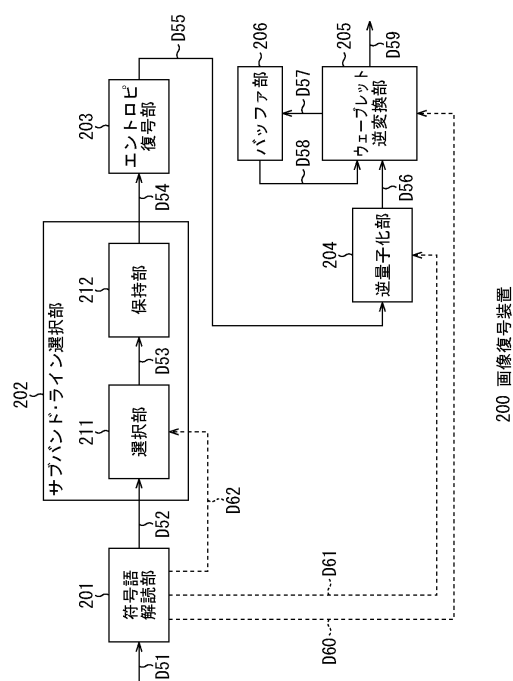
(57) 【要約】

【課題】画像が符号化された符号化データを低遅延かつスケーラブルに復号する。

【解決手段】サブバンド・ライン選択部202は、符号語解読部201から供給される各分割レベルの符号ラインを区別するために必要な情報に基づいて、符号語解読部201から供給されるコードストリームから、復号する各分割レベルの符号ラインを選択する。エントロピ復号部203は、選択された各分割レベルの符号ラインをエントロピ復号する。逆量子化部204は、エントロピ復号部203から供給される、各分割レベルの係数ラインを逆量子化する。ウェーブレット逆変換部205は、符号語解読部201から供給される情報に基づいて、逆量子化された係数ラインをウェーブレット逆変換し、復号画像を生成する。本発明は、例えば、画像処理装置に適用することができる。

【選択図】図 1-4

图14



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

階層的な分析フィルタ処理により所定ライン数の画像データが周波数帯域毎に分解された、少なくとも最低域成分のサブバンドの係数データを 1 ライン以上含む、各サブバンドの係数データ群からなるラインブロックが符号化されて生成された符号化データから、所定の解像度の復号画像を生成するのに必要なサブバンドの係数データに対応する符号化データを選択する選択手段と、

前記選択手段により選択された符号化データを、復号する復号手段と、

階層的に前記合成フィルタ処理を行い、前記復号手段により復号されて得られた前記係数データを合成し、前記所定の解像度の復号画像を生成する合成フィルタ手段と

を備える画像処理装置。

10

【請求項 2】

前記符号化データを解読する解読手段をさらに備え、

前記選択手段は、前記解読手段による解読結果に基づいて、前記符号化データを、各階層の前記係数データの 1 ライン分に対応する符号化データ毎に分割し、その中から、所定の解像度の復号画像を生成するのに必要なサブバンドの係数データに対応する符号化データを選択する

請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記解読手段は、前記符号化データを解読することにより、前記符号化データに含まれる、各階層の前記係数データの 1 ライン分に対応する符号化データの符号量の情報を抽出し、

20

前記選択手段は、前記符号量に基づいて、前記符号化データを、各階層の前記係数データの 1 ライン分に対応する符号化データ毎に分割し、その中から、所定の解像度の復号画像を生成するのに必要なサブバンドの係数データに対応する符号化データを選択する

請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記解読手段は、前記符号化データを解読することにより、前記符号化データに含まれる、各階層の前記係数データの 1 ライン分に対応する符号化データの境界を示すマーカを検出し、

30

前記選択手段は、前記マーカの検出結果に基づいて、前記符号化データを、各階層の前記係数データの 1 ライン分に対応する符号化データ毎に分割し、その中から、所定の解像度の復号画像を生成するのに必要なサブバンドの係数データに対応する符号化データを選択する

請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記復号手段により復号されて得られた前記係数データの並び順を、前記復号手段により復号された順から、前記合成フィルタ処理される順に並び替える係数データ並び替え手段をさらに備え、

前記合成フィルタ手段は、前記係数データ並び替え手段により並び替えられた各サブバンドの前記係数データを合成し、前記所定の解像度の復号画像を生成する

40

請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記合成フィルタ手段は、実行可能な中で、より下位の階層のサブバンドの係数データに対する前記合成フィルタ処理を優先的に実行する

請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記合成フィルタ手段は、前記合成フィルタ処理を、リフティング演算を用いて行う

請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

50

前記合成フィルタ手段は、初期状態のラインブロックに対しては、必要な係数データの対称拡張を行ってから前記リフティング演算を行い、定常状態のラインブロックに対しては、前回の前記リフティング演算結果を利用して、前記リフティング演算を行う

請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記合成フィルタ手段は、前記係数データに対して、水平方向に前記リフティング演算を行ってから、垂直方向に前記リフティング演算を行う

請求項 7 に記載の画像処理装置。

【請求項 10】

画像処理装置の選択手段が、階層的な分析フィルタ処理により所定ライン数の画像データが周波数帯域毎に分解された、少なくとも最低域成分のサブバンドの係数データを 1 ライン以上含む、各サブバンドの係数データ群からなるラインブロックが符号化されて生成された符号化データから、所定の解像度の復号画像を生成するのに必要なサブバンドの係数データに対応する符号化データを選択し、

10

前記画像処理装置の復号手段が、選択された符号化データを復号し、

前記画像処理装置の合成フィルタ手段が、階層的に前記合成フィルタ処理を行い、復号されて得られた前記係数データを合成し、前記所定の解像度の復号画像を生成する

画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、画像処理装置および方法に関し、特に、画像が符号化された符号化データを低遅延かつスケラブルに復号することができるようにした画像処理装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の代表的な画像圧縮方式として、ISO (International Standards Organization) によって標準化された JPEG (Joint Photographic Experts Group) や JPEG2000 がある。

【0003】

近年では画像をフィルタバンクと呼ばれるハイパス・フィルタとローパス・フィルタとを組み合わせたフィルタによって複数の帯域に分割し、帯域毎に符号化を行う方式の研究が盛んになっている。その中でも、ウェーブレット変換符号化は、DCT (Discrete Cosine Transform) 変換で問題になる高圧縮でのブロック歪みが無いことから、DCT に代わる新たな技術として有力視されている。

30

【0004】

2001 年 1 月に国際標準化が完了した JPEG2000 は、このウェーブレット変換に高能率なエントロピ符号化 (ビットプレーン単位のビット・モデリングと算術符号化) を組み合わせた方式を採用しており、JPEG に比べて符号化効率の大きな改善を実現している。

【0005】

この JPEG2000 はデジタルシネマ規格 (DCI (Digital Cinema Initiative) 規格) 用の標準コーデックとしても選定されており、映画の様な動画像用の圧縮にも使われ始めている。また各メーカーから JPEG2000 を監視カメラや放送局用の取材カメラ、セキュリティ・レコーダなどに応用した製品も出始めている。

40

【0006】

しかしながら、JPEG2000 は基本的にピクチャ単位の符号化・復号を行うため、リアルタイム送受信に使うために低遅延を実現しようとした場合、エンコード (符号化) で最低 1 ピクチャ分、デコード (復号) でも最低 1 ピクチャ分の遅延が生じる。

【0007】

これは JPEG2000 のみならず、AVC (Advanced Video Coding) イントラ、JPEG などのコーデックについても同様である。但し、最近になって、画面を幾つかの矩形スライスまたは

50

タイルに分けて、それらを独立にエンコード・デコードを行うことで遅延時間を短縮する手段が提案されている（例えば、特許文献１参照）。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【０００８】

【特許文献１】特開２００７－３１１９２４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

しかしながら、この方法では、通常のJPEG2000のように、１つの符号化コードストリームから複数の解像度または複数の画質に対応する部分の符号化コードストリームだけを抽出してデコードすることで目的の解像度または画質を得る、スケーラブルなデコードを行うことができなかった。

【００１０】

本発明は、このような状況に鑑みて提案されたものであり、画像が符号化された符号化データを低遅延かつスケーラブルに復号することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１１】

本発明の一側面は、階層的な分析フィルタ処理により所定ライン数の画像データが周波数帯域毎に分解された、少なくとも最低域成分のサブバンドの係数データを１ライン以上含む、各サブバンドの係数データ群からなるラインブロックが符号化されて生成された符号化データから、所定の解像度の復号画像を生成するのに必要なサブバンドの係数データに対応する符号化データを選択する選択手段と、前記選択手段により選択された符号化データを、復号する復号手段と、階層的に前記合成フィルタ処理を行い、前記復号手段により復号されて得られた前記係数データを合成し、前記所定の解像度の復号画像を生成する合成フィルタ手段とを備える画像処理装置である。

【００１２】

前記符号化データを解読する解読手段をさらに備え、前記選択手段は、前記解読手段による解読結果に基づいて、前記符号化データを、各階層の前記係数データの１ライン分に対応する符号化データ毎に分割し、その中から、所定の解像度の復号画像を生成するのに必要なサブバンドの係数データに対応する符号化データを選択することができる。

【００１３】

前記解読手段は、前記符号化データを解読することにより、前記符号化データに含まれる、各階層の前記係数データの１ライン分に対応する符号化データの符号量の情報を抽出し、前記選択手段は、前記符号量に基づいて、前記符号化データを、各階層の前記係数データの１ライン分に対応する符号化データ毎に分割し、その中から、所定の解像度の復号画像を生成するのに必要なサブバンドの係数データに対応する符号化データを選択することができる。

【００１４】

前記解読手段は、前記符号化データを解読することにより、前記符号化データに含まれる、各階層の前記係数データの１ライン分に対応する符号化データの境界を示すマーカを検出し、前記選択手段は、前記マーカの検出結果に基づいて、前記符号化データを、各階層の前記係数データの１ライン分に対応する符号化データ毎に分割し、その中から、所定の解像度の復号画像を生成するのに必要なサブバンドの係数データに対応する符号化データを選択することができる。

【００１５】

前記復号手段により復号されて得られた前記係数データの並び順を、前記復号手段により復号された順から、前記合成フィルタ処理される順に並び替える係数データ並び替え手段をさらに備え、前記合成フィルタ手段は、前記係数データ並び替え手段により並び替えられた各サブバンドの前記係数データを合成し、前記所定の解像度の復号画像を生成する

10

20

30

40

50

ことができる。

【0016】

前記合成フィルタ手段は、実行可能な中で、より下位の階層のサブバンドの係数データに対する前記合成フィルタ処理を優先的に実行することができる。

【0017】

前記合成フィルタ手段は、前記合成フィルタ処理を、リフティング演算を用いて行うことができる。

【0018】

前記合成フィルタ手段は、初期状態のラインブロックに対しては、必要な係数データの対称拡張を行ってから前記リフティング演算を行い、定常状態のラインブロックに対しては、前回の前記リフティング演算結果を利用して、前記リフティング演算を行うことができる。

10

【0019】

前記合成フィルタ手段は、前記係数データに対して、水平方向に前記リフティング演算を行ってから、垂直方向に前記リフティング演算を行うことができる。

【0020】

本発明の一側面は、また、画像処理装置の選択手段が、階層的な分析フィルタ処理により所定ライン数の画像データが周波数帯域毎に分解された、少なくとも最低域成分のサブバンドの係数データを1ライン以上含む、各サブバンドの係数データ群からなるラインブロックが符号化されて生成された符号化データから、所定の解像度の復号画像を生成するのに必要なサブバンドの係数データに対応する符号化データを選択し、前記画像処理装置の復号手段が、選択された符号化データを復号し、前記画像処理装置の合成フィルタ手段が、階層的に前記合成フィルタ処理を行い、復号されて得られた前記係数データを合成し、前記所定の解像度の復号画像を生成する画像処理方法である。

20

【0021】

本発明の一側面においては、階層的な分析フィルタ処理により所定ライン数の画像データが周波数帯域毎に分解された、少なくとも最低域成分のサブバンドの係数データを1ライン以上含む、各サブバンドの係数データ群からなるラインブロックが符号化されて生成された符号化データから、所定の解像度の復号画像を生成するのに必要なサブバンドの係数データに対応する符号化データが選択され、その選択された符号化データが復号され、階層的に合成フィルタ処理が行われ、復号されて得られた係数データが合成され、所定の解像度の復号画像が生成される。

30

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、画像を復号することができる。特に、画像が符号化された符号化データを低遅延かつスケラブルに復号することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】画像符号化装置の主な構成例を示すブロック図である。

【図2】サブバンドおよびラインブロックを説明する図である。

40

【図3】5×3フィルタの例を示す図である。

【図4】リフティング演算例を説明する図である。

【図5】分析フィルタリングの処理の様子を説明する図である。

【図6】分析フィルタリングの処理の様子を説明する図である。

【図7】分析フィルタリングの処理の様子を説明する図である。

【図8】分析フィルタリングの処理の様子を説明する図である。

【図9】係数データの出力順の例を説明する図である。

【図10】係数データの出力順を説明する図である。

【図11】係数データの並び替えを説明する図である。

【図12】ヘッダ情報の付加の例を説明する図である。

50

【図 1 3】符号化処理の流れの例を説明するフローチャートである。

【図 1 4】本発明を適用した画像復号装置の主な構成例を示すブロック図である。

【図 1 5】部分デコードの例を示す図である。

【図 1 6】スケーラブルなデコードのパターン例を説明する図である。

【図 1 7】リフティング演算例を説明する図である。

【図 1 8】合成フィルタリングの処理の様子を説明する図である。

【図 1 9】係数データの処理順の例を説明する図である。

【図 2 0】ピクチャの変換処理の様子を説明する図である。

【図 2 1】復号処理の流れの例を説明するフローチャートである。

【図 2 2】マーカの付加の例を説明する図である。

【図 2 3】本発明を適用した画像復号装置の他の構成例を示すブロック図である。

【図 2 4】係数データの並び替えを説明する図である。

【図 2 5】係数データの並び替えを説明する図である。

【図 2 6】復号処理の流れの例を説明するフローチャートである。

【図 2 7】本発明を適用した画像伝送システムの主な構成例を示すブロック図である。

【図 2 8】本発明を適用したパーソナルコンピュータの主な構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、発明を実施するための形態（以下実施の形態とする）について説明する。なお、説明は以下の順序で行う。

1. 第 1 の実施の形態（画像復号装置）
2. 第 2 の実施の形態（画像復号装置の他の構成例）
3. 第 3 の実施の形態（伝送システム）
4. 第 4 の実施の形態（パーソナルコンピュータ）

【0025】

< 1. 第 1 の実施の形態 >

〔画像符号化装置の説明〕

最初に、本発明を適用した画像処理装置としての画像復号装置に対応する、画像符号化装置について説明する。後述する画像復号装置は、符号化データをスケーラブルにデコードし、所望の解像度の復号画像を得ることができる。図 1 に示される画像符号化装置 100 は、画像データを符号化し、そのような画像復号装置が復号可能な符号化データを生成する装置である。

【0026】

図 1 において、画像符号化装置 100 は、画像ライン入力部 101、ラインバッファ部 102、ウェーブレット変換部 103、係数ライン並び替え部 104、量子化部 105、エントロピ符号化部 106、付加部 107、およびレート制御部 108 を有する。

【0027】

画像ライン入力部 101 は、入力される画像データ（矢印 D 10）を、ライン毎にラインバッファ部 102 に供給し（矢印 D 11）、ラインバッファ部 102 に蓄積させる。ラインバッファ部 102 は、画像ライン入力部 101 から供給される画像データや、ウェーブレット変換部 103 から供給される係数データを保持し、所定のタイミングにおいてその画像データや係数データをウェーブレット変換部 103 に供給する（矢印 D 12）。

【0028】

ウェーブレット変換部 103 は、ラインバッファ部 102 から供給される画像データや係数データに対してウェーブレット変換を行い、次の階層の低域成分と高域成分の係数データを生成する。ウェーブレット変換の詳細については後述する。

【0029】

ウェーブレット変換部 103 は、生成した係数データの、垂直方向および水平方向に低域成分をラインバッファ部 102 に供給して保持させ（矢印 D 13）、その他の成分を

10

20

30

40

50

係数ライン並び替え部 104 に供給する（矢印 D 14）。なお、ウェーブレット変換部 103 は、生成した係数データが最上位層である場合、垂直方向および水平方向に低域な成分も係数ライン並び替え部 104 に供給する。

【0030】

係数ライン並び替え部 104 には、ウェーブレット変換部 103 から係数データ（係数ライン）が供給される（矢印 D 14）。係数ライン並び替え部 104 は、その係数データ（係数ライン）の順序を、ウェーブレット逆変換処理の順序に並び替える。

【0031】

図 1 に示されるように、係数ライン並び替え部 104 は、係数ライン並び替えバッファ 111 および係数ライン読み出し部 112 を有する。係数ライン並び替えバッファ 111 は、ウェーブレット変換部 103 から供給される係数ラインを保持する。係数ライン読み出し部 112 は、係数ライン並び替えバッファ 111 に保持された係数ラインを、ウェーブレット逆変換処理の順序で読み出す（矢印 D 15）ことにより、並び替えを行う。この並び替えの詳細については後述する。

【0032】

係数ライン並び替え部 104（係数ライン読み出し部 112）は、順序を並び替えた係数データを量子化部 105 に供給する（矢印 D 16）。

【0033】

量子化部 105 は、係数ライン並び替え部 104 から供給された係数データに対して、量子化を行う。この量子化の方法としてはどのようなものを用いても良く、例えば、一般的な手段、つまり、以下の式（1）に示されるような、係数データ W を量子化ステップサイズ Q で除算する手法を用いれば良い。

【0034】

量子化係数 = $W / Q \quad \cdots (1)$

【0035】

なお、この量子化ステップサイズ Q は、レート制御部 108 により指定される。量子化部 105 は、量子化された係数データをエントロピ符号化部 106 に供給する（矢印 D 17）。

【0036】

エントロピ符号化部 106 は、量子化部 105 から供給される係数データを、例えば Huffman 符号化や算術符号化といった所定のエントロピ符号化方式で符号化する。エントロピ符号化部 106 は、1 係数ラインを符号化すると、その 1 係数ラインから生成された符号化データである 1 符号ラインを付加部 107 に供給する（矢印 D 18）。エントロピ符号化部 106 は、さらに、その 1 符号ラインの符号量を付加部 107 に供給する（点線矢印 D 19）。

【0037】

付加部 107 は、エントロピ符号化部 106 から供給された 1 符号ラインに対して、同じくエントロピ符号化部 106 から供給されたその 1 符号ラインの符号量を、ヘッダ情報として付加する。ヘッダ情報の付加の詳細については後述する。ヘッダ情報を付加すると、付加部 107 は、その符号化データ（符号ライン）を画像符号化装置 100 の外部に出力する（矢印 D 20）。画像符号化装置 100 の外部に出力された符号化データは、例えばネットワーク等を介して、後述する画像復号装置に供給される。

【0038】

この符号化データは、係数ライン並び替え部 104 により、ウェーブレット逆変換の順に並び替えられている。これにより、例えば、画像復号装置による復号処理の遅延時間を低減させることができる。

【0039】

なお、エントロピ符号化部 106 は、各符号ラインの符号量を、レート制御部 108 にも供給する（点線矢印 D 21）。

【0040】

10

20

30

40

50

レート制御部 108 は、エントロピ符号化部 106 から供給される符号ライン毎の符号量に基づいて、画像の符号化難易度を推定し、その符号化難易度に応じて量子化部 105 により用いられる量子化ステップサイズ Q を指定する（点線矢印 D22）。つまり、レート制御部 108 は、量子化ステップサイズ Q を指定することにより、符号化データのレート制御を行う。

【0041】

[サブバンドの説明]

次に、画像符号化装置 100 が行うウェーブレット変換について説明する。ウェーブレット変換は、画像データを空間周波数の高い成分（高域成分）と低い成分（低域成分）とに分割する分析フィルタリングを、再帰的に繰り返すことにより、画像データを、階層的に構成される周波数成分毎の係数データに変換する処理である。なお、以下において、分割レベルは、高域成分の階層ほど下位とし、低域成分の階層ほど上位とする。

【0042】

1つの階層（分割レベル）において、分析フィルタリングは、水平方向と垂直方向の両方について行われる。最初に水平方向の分析フィルタリングが行われ、次に垂直方向の分析フィルタリングが行われる。したがって、1つの階層の係数データ（画像データ）は、1階層分の分析フィルタリングにより4つのサブバンド（LL、LH、HL、およびHH）に分割される。そして、次の階層の分析フィルタリングは、生成された4つのサブバンドのうち、水平方向および垂直方向の両方について低域な成分（LL）に対して行われる。

【0043】

このように分析フィルタリングを再帰的に繰り返すことにより、空間周波数の低い帯域の係数データをより小さな領域に追いつめることができる。したがって、このようにウェーブレット変換された係数データを符号化することにより、効率的な符号化が可能となる。

【0044】

図2は、分析フィルタリングを4回繰り返して生成される係数データの構成について説明する図である。

【0045】

ベースバンドの画像データに対して分割レベル1の分析フィルタリングが行われると、画像データは、分割レベル1の4つのサブバンド（1LL、1LH、1HL、および1HH）に変換される。この分割レベル1の、水平方向および垂直方向の両方に対して低域成分のサブバンド1LLに対して、分割レベル2の分析フィルタリングが行われ、分割レベル2の4つのサブバンド（2LL、2LH、2HL、および2HH）に変換される。この分割レベル2の、水平方向および垂直方向の両方に対して低域成分のサブバンド2LLに対して、分割レベル3の分析フィルタリングが行われ、分割レベル3の4つのサブバンド（3LL、3LH、3HL、および3HH）に変換される。この分割レベル3の、水平方向および垂直方向の両方に対して低域成分のサブバンド3LLに対して、分割レベル4の分析フィルタリングが行われ、分割レベル4の4つのサブバンド（4LL、4LH、4HL、および4HH）に変換される。

【0046】

図2は、このようにして、13個のサブバンドに分割された係数データの構成を示している。

【0047】

以上のような分析フィルタリングにより、処理対象となる2ラインの画像データまたは係数データから、1階層上の4つのサブバンドの係数データが1ラインずつ生成される。したがって、図2の斜線部分で示されるように、分割レベル4のサブバンドの係数データが1ラインずつ生成されるのに、サブバンド3LLは2ライン必要であり、サブバンド2LLは4ライン必要であり、サブバンド1LLは8ライン必要である。つまり、16ラインの画像データが必要になる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

このような最低域成分のサブバンドの 1 ライン分の係数データを生成するために必要なライン数の画像データをラインブロック（またはプレシント）と称する。また、ラインブロックは、その 1 ラインブロックの画像データをウェーブレット変換して得られる各サブバンドの係数データの集合のことも示す。

【 0 0 4 9 】

例えば、図 2 の例の場合、図示せぬ 1 6 ラインの画像データが 1 ラインブロックとなる。また、ラインブロックは、その 1 6 ラインの画像データから生成される、分割レベル 1 の各サブバンドの 8 ラインの係数データ、分割レベル 2 の各サブバンドの 4 ラインの係数データ、分割レベル 3 の各サブバンドの 2 ラインの係数データ、および分割レベル 4 の各サブバンドの 1 ラインの係数データのことを示す場合もある。

10

【 0 0 5 0 】

ウェーブレット変換部 1 0 3 は、ウェーブレット変換をこのようなラインブロック毎に行うとも言える。

【 0 0 5 1 】

ここでラインとは、ウェーブレット変換前の画像データに対応するピクチャ若しくはフィールド内、各分割レベル内、または各サブバンド内において形成される 1 行のことを示す。

【 0 0 5 2 】

この 1 ライン分の係数データ（画像データ）を係数ラインとも称する。より詳細に区別して説明する必要がある場合、適宜表現を変える。例えば、あるサブバンドのある 1 ラインを「あるサブバンドの係数ライン」と称し、1 つ下位の階層の同じ 2 係数ラインから生成された、ある階層（分割レベル）の全サブバンド（L H , H L、および H H（最上位層の場合 L L も含む））の 1 ラインを「ある分割レベル（または階層）の係数ライン」と称する。

20

【 0 0 5 3 】

図 2 の例の場合、「分割レベル 4（最上位層）の係数ライン」は、サブバンド 4 L L , 4 L H , 4 H L、および 4 H H の、互いに対応する（1 つ下位の分割レベルの同じ係数ラインから生成された）ある 1 ラインを示す。また、「分割レベル 3 の係数ライン」は、サブバンド 3 L H , 3 H L、および 3 H H の、互いに対応するある 1 ラインを示す。さらに

30

【 0 0 5 4 】

なお、1 係数ライン（1 ライン分の係数データ）が符号化された 1 ライン分の符号化データを符号ラインとも称する。

【 0 0 5 5 】

図 2 においては、分割レベル 4 のウェーブレット変換について説明した。以下においても、基本的に、ウェーブレット変換は分割レベル 4 まで行われるものとして説明するが、実際には、ウェーブレット変換の階層数（分割レベル）は任意である。

【 0 0 5 6 】

[リフティング演算]

40

ウェーブレット変換部 1 0 3 は、通常、低域フィルタと高域フィルタとから構成されるフィルタバンクを用いて、上述のような処理を行う。なお、デジタルフィルタは、通常、複数タップ長のインパルス応答すなわちフィルタ係数を持っているため、フィルタ処理を行えるだけの入力画像データまたは係数データを予めバッファリングしておく必要がある。また、ウェーブレット変換を多段にわたって行う場合も同様に、前段で生成したウェーブレット変換係数を、フィルタ処理が行える数だけバッファリングしておく必要がある。

【 0 0 5 7 】

このウェーブレット変換の具体的な例として、5 × 3 フィルタを用いる方法について説明する。この 5 × 3 フィルタを用いる方法は、従来技術で既に説明した JPEG (Joint Photographic Experts Group) 2000 規格でも採用されており、少ないフィルタタップ数でウェ

50

ーブレット変換を行うことができる点で、優れた方法である。

【 0 0 5 8 】

5 × 3 フィルタのインパルス応答 (Z 変換表現) は、次の式 (2) および式 (3) に示すように、低域フィルタ $H_0(z)$ と、高域フィルタ $H_1(z)$ とから構成される。式 (2) および式 (3) から、低域フィルタ $H_0(z)$ は、5 タップで、高域フィルタ $H_1(z)$ は、3 タップであることが分かる。

【 0 0 5 9 】

$$H_0(z) = (-1 + 2z^{-1} + 6z^{-2} + 2z^{-3} - z^{-4}) / 8 \quad \cdots (2)$$

$$H_1(z) = (-1 + 2z^{-1} - z^{-2}) / 2 \quad \cdots (3)$$

【 0 0 6 0 】

これら式 (2) および式 (3) によれば、低域成分および高域成分の係数を、直接的に算出することができる。ここで、リフティング(Lifting)技術を用いることで、フィルタ処理の計算を減らすことができる。

【 0 0 6 1 】

図 3 は、5 × 3 フィルタをリフティング表現した図である。図中、最上部の一行が入力信号列である。データ処理は画面上から下方向に流れ、以下の式 (4) および式 (5) により、高域成分の係数 (高域係数) と、低域成分の係数 (低域係数) とが出力される。

【 0 0 6 2 】

$$d_i^1 = d_i^0 - 1 / 2 (s_i^0 + s_{i+1}^0) \quad \cdots (4)$$

$$s_i^1 = s_i^0 + 1 / 4 (d_{i-1}^1 + d_i^1) \quad \cdots (5)$$

【 0 0 6 3 】

図 4 は、5 × 3 分析フィルタを用いて、縦方向のラインに対してフィルタリングを行った場合の図である。横方向は、演算過程とそれによって生成される低域・高域係数を図示したものである。図 3 の場合と照らし合わせて見れば水平が垂直に変わっただけであり、演算の方法は全く同様であることがわかる。

【 0 0 6 4 】

画像の上端においては、矢印 1 5 1 に示されるように、Line- 1 から最上位ラインが点線の様に対称拡張され、1 ラインが補填される。枠 1 5 2 で示されるように、これとLine-0、Line- 1 の合計 3 ラインを用いてリフティング演算が行われ、Step-1の演算で係数 a が生成される。これは高域係数 (H_0) である。

【 0 0 6 5 】

Line-1,Line-2,Line-3が入力されると、この 3 ラインを用いて次の高域係数 a が算出される。これは高域係数 (H_1) である。そして、上記の 1 番目の高域係数 a (H_0) と 2 番目高域係数 a (H_1) 、及びLine-1の係数の合計 3 つの係数を用いて、式 2 に従い計算すると係数 b が生成される。これは低域係数 (L_1) である。つまり、枠 1 5 3 で示されるように、Line-1,Line-2,Line-3の 3 ラインと、高域係数 (H_0) とを用いて、低域係数 (L_1) および高域係数 (H_1) が生成される。

【 0 0 6 6 】

その後、2 ラインが入力される毎に、上記のリフティング演算が後続のラインに対しても同様に繰り返され、低域係数と高域係数とが出力される。そして、枠 1 5 4 に示されるように、低域係数 ($L(N-1)$) および高域係数 ($H(N-1)$) が生成されると、高域係数 ($H(N-1)$) が矢印 1 5 5 のように対称拡張され、枠 1 5 6 のように演算が行われ、低域成分 ($L(N)$) が生成される。

【 0 0 6 7 】

以上のリフティング演算は、各階層について再帰的に行われる。

【 0 0 6 8 】

また図 4 は垂直方向のラインに対してフィルタリングを行った例であるが、水平方向のフィルタリングの場合でも全く同様に考えることができることは自明である。

【 0 0 6 9 】

[分析フィルタリングの手順]

10

20

30

40

50

以上のような分析フィルタリングは、図 5 乃至図 8 のように進められる。

【 0 0 7 0 】

すなわち、図 5 の左に示されるようにベースバンドの画像データが 3 ライン入力されると、図 4 を参照して説明したようにリフティング演算が行われ、図 5 の右に示されるように、分割レベル 1 の各サブバンド (1 L L , 1 L H , 1 H L , 1 H H) が 1 ラインずつ生成される。

【 0 0 7 1 】

その後、ベースバンドの画像データが 2 ライン入力される毎に、同様のリフティング演算が行われるので、図 6 の左に示されるように、ベースバンドの画像データ 7 ラインから、図 6 の右に示されるように、分割レベル 1 の各サブバンドの係数ラインが 3 ラインずつ生成される。

10

【 0 0 7 2 】

図 7 の左 (図 6 の右) に示されるように、1 L L の係数ラインが 3 ライン生成されると、図 4 を参照して説明したようにリフティング演算が行われ、図 7 の右に示されるように、分割レベル 2 の各サブバンド (2 L L , 2 L H , 2 H L , 2 H H) が 1 ラインずつ生成される。分割レベル 1 においてもベースバンドのときと同様に、その後は 1 L L の係数ラインが 2 ラインずつ生成される毎にリフティング演算が行われ、分割レベル 2 の各サブバンドの係数ラインが 1 ラインずつ生成される。

【 0 0 7 3 】

したがって、図 8 の左に示されるように、ベースバンドの画像データが 1 1 ラインから、図 8 の右に示されるように、分割レベル 2 の各サブバンドの係数ラインが 2 ラインと、分割レベル 1 の 1 L H , 1 H L 、および 1 H H の各サブバンドの係数ラインが 5 ラインずつ生成される。

20

【 0 0 7 4 】

つまり、その時点で実行可能な、もっとも上位の階層のリフティング演算が実行される。換言すれば、より上位の階層のリフティング演算が優先的に実行される。また、分析フィルタリングは、画像上端の初期状態においては、3 ラインの画像データ若しくは係数データが入力として必要である。ただし、それ以外の部分の定常状態においては、2 ラインの画像データ若しくは係数データが入力される毎に分析フィルタリングが行われる。

【 0 0 7 5 】

30

以上のような手順でリフティング演算は進行される。

【 0 0 7 6 】

[ウェーブレット変換部 1 0 3 の出力]

次に、以上のような手順で分析フィルタリングを行うウェーブレット変換部 1 0 3 から出力されるデータについて説明する。図 9 は、初期状態において、ウェーブレット変換部 1 0 3 から出力されるデータを時系列順に示す図である。図 9 においては、ウェーブレット変換部 1 0 3 から出力されるデータが、図中、上から下に向かう方向に時系列順に並べられている。

【 0 0 7 7 】

ウェーブレット変換部 1 0 3 が上述したような手順で分析フィルタリングを行うので、初期状態において、分割レベル 1 (サブバンド 1 H H , 1 H L 、および 1 L H) の上から 1 番目の係数ライン (ライン 1) が、ウェーブレット変換部 1 0 3 から出力され、係数ライン並び替え部 1 0 4 に供給される。サブバンド 1 L L のライン 1 は、ラインバッファ部 1 0 2 に供給され保持される。

40

【 0 0 7 8 】

続いて、分割レベル 1 のライン 2 (上から 2 番目の係数ライン) およびライン 3 (上から 3 番目の係数ライン) が、生成され次第、順次、係数ライン並び替え部 1 0 4 に供給される。サブバンド 1 L L のライン 2 とライン 3 は、ラインバッファ部 1 0 2 に供給され保持される。

【 0 0 7 9 】

50

上述したように、ウェーブレット変換部 103 は、ラインバッファ部 102 にサブバンド 1LL の係数ラインが 3 ライン (2 回目以降は 2 ライン) 保持されると、それらに対して分割レベル 1 の分析フィルタリングを行う。

【0080】

したがって、分割レベル 1 のライン 3 が出力された後、分割レベル 2 (サブバンド 2HH, 2HL、および 2LH) のライン 1 がウェーブレット変換部 103 から出力され、係数ライン並び替え部 104 に供給される。また、サブバンド 2LL のライン 1 は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【0081】

続いて、分割レベル 1 のライン 4 (上から 4 番目の係数ライン) およびライン 5 (上から 5 番目の係数ライン) が、この順に生成され、順次、係数ライン並び替え部 104 に供給される。サブバンド 1LL のライン 4 とライン 5 は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【0082】

ラインバッファ部 102 にサブバンド 1LL の係数ラインが 2 ライン保持されたので、それらに対して分割レベル 1 の分析フィルタリングが行われ、分割レベル 2 のライン 2 がウェーブレット変換部 103 から出力され、係数ライン並び替え部 104 に供給される。また、サブバンド 2LL のライン 2 は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【0083】

続いて、分割レベル 1 のライン 6 (上から 6 番目の係数ライン) およびライン 7 (上から 7 番目の係数ライン) が、この順に生成され、順次、係数ライン並び替え部 104 に供給される。サブバンド 1LL のライン 6 とライン 7 は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【0084】

ラインバッファ部 102 にサブバンド 1LL の係数ラインが 2 ライン保持されたので、それらに対して分割レベル 1 の分析フィルタリングが行われ、分割レベル 2 のライン 3 がウェーブレット変換部 103 から出力され、係数ライン並び替え部 104 に供給される。また、サブバンド 2LL のライン 3 は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【0085】

ラインバッファ部 102 にサブバンド 2LL の係数ラインが 3 ライン (2 回目以降は 2 ライン) 保持されたので、それらに対して分割レベル 2 の分析フィルタリングが行われ、分割レベル 3 (サブバンド 3HH, 3HL、および 3LH) のライン 1 がウェーブレット変換部 103 から出力され、係数ライン並び替え部 104 に供給される。また、サブバンド 3LL のライン 1 は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【0086】

続いて、分割レベル 1 のライン 8 (上から 8 番目の係数ライン) およびライン 9 (上から 9 番目の係数ライン) が、この順に生成され、順次、係数ライン並び替え部 104 に供給される。サブバンド 1LL のライン 8 とライン 9 は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【0087】

ラインバッファ部 102 にサブバンド 1LL の係数ラインが 2 ライン保持されると、それらに対して分割レベル 1 の分析フィルタリングが行われ、分割レベル 2 のライン 4 がウェーブレット変換部 103 から出力され、係数ライン並び替え部 104 に供給される。また、サブバンド 2LL のライン 4 は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【0088】

続いて、分割レベル 1 のライン 10 (上から 10 番目の係数ライン) およびライン 11 (上から 11 番目の係数ライン) が、この順に生成され、順次、係数ライン並び替え部 104 に供給される。サブバンド 1LL のライン 10 とライン 11 は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【0089】

10

20

30

40

50

ラインバッファ部 102 にサブバンド 1LL の係数ラインが 2 ライン保持されると、それらに対して分割レベル 1 の分析フィルタリングが行われ、分割レベル 2 のライン 5 がウェーブレット変換部 103 から出力され、係数ライン並び替え部 104 に供給される。また、サブバンド 2LL のライン 5 は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【0090】

ラインバッファ部 102 にサブバンド 2LL の係数ラインが 2 ライン保持されると、それらに対して分割レベル 2 の分析フィルタリングが行われ、分割レベル 3 のライン 2 がウェーブレット変換部 103 から出力され、係数ライン並び替え部 104 に供給される。また、サブバンド 3LL のライン 2 は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【0091】

続いて、分割レベル 1 のライン 12（上から 12 番目の係数ライン）およびライン 13（上から 13 番目の係数ライン）が、この順に生成され、順次、係数ライン並び替え部 104 に供給される。サブバンド 1LL のライン 12 とライン 13 は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【0092】

ラインバッファ部 102 にサブバンド 1LL の係数ラインが 2 ライン保持されると、それらに対して分割レベル 1 の分析フィルタリングが行われ、分割レベル 2 のライン 6 がウェーブレット変換部 103 から出力され、係数ライン並び替え部 104 に供給される。また、サブバンド 2LL のライン 6 は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【0093】

続いて、分割レベル 1 のライン 14（上から 14 番目の係数ライン）およびライン 15（上から 15 番目の係数ライン）が、この順に生成され、順次、係数ライン並び替え部 104 に供給される。サブバンド 1LL のライン 14 とライン 15 は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【0094】

ラインバッファ部 102 にサブバンド 1LL の係数ラインが 2 ライン保持されると、それらに対して分割レベル 1 の分析フィルタリングが行われ、分割レベル 2 のライン 7 がウェーブレット変換部 103 から出力され、係数ライン並び替え部 104 に供給される。また、サブバンド 2LL のライン 7 は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【0095】

ラインバッファ部 102 にサブバンド 2LL の係数ラインが 2 ライン保持されると、それらに対して分割レベル 2 の分析フィルタリングが行われ、分割レベル 3 のライン 3 がウェーブレット変換部 103 から出力され、係数ライン並び替え部 104 に供給される。また、サブバンド 3LL のライン 3 は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【0096】

ラインバッファ部 102 にサブバンド 3LL の係数ラインが 3 ライン（2 回目以降は 2 ライン）保持されると、それらに対して分割レベル 3 の分析フィルタリングが行われ、分割レベル 4（4HH, 4HL, 4LH、および 4HH）のライン 1 がウェーブレット変換部 103 から出力され、係数ライン並び替え部 104 に供給される。

【0097】

以上が、初期状態においてウェーブレット変換部 103 から出力される 1 ラインブロック分の係数ライン群である。初期状態が終了すると、2 ラインずつ処理される定常状態に移行する。

【0098】

図 10 は、定常状態において、ウェーブレット変換部 103 から出力されるデータを時系列順に示す図である。図 10 においては、図 9 と同様に、ウェーブレット変換部 103 から出力されるデータが、図中、上から下に向かう方向に時系列順に並べられている。

【0099】

ウェーブレット変換部 103 が上述したような手順で分析フィルタリングを行うので、定常状態のあるタイミングにおいて、分割レベル 1 のライン L（上から L 番目の係数ライ

10

20

30

40

50

ン)およびライン($L+1$)(上から($L+1$)番目の係数ライン)が、生成され次第、順次、ウェーブレット変換部103から出力され、係数ライン並び替え部104に供給される。サブバンド1LLのラインLおよびライン($L+1$)は、ラインバッファ部102に供給され保持される。

【0100】

ラインバッファ部102にサブバンド1LLの係数ラインが2ライン保持されると、それらに対して分割レベル1の分析フィルタリングが行われ、分割レベル2のラインM(上からM番目の係数ライン)がウェーブレット変換部103から出力され、係数ライン並び替え部104に供給される。また、サブバンド2LLのラインMは、ラインバッファ部102に供給され保持される。

【0101】

続いて、分割レベル1のライン($L+2$)(上から($L+2$)番目の係数ライン)およびライン($L+3$)(上から($L+3$)番目の係数ライン)が、この順に生成され、順次、係数ライン並び替え部104に供給される。サブバンド1LLのライン($L+2$)とライン($L+3$)は、ラインバッファ部102に供給され保持される。

【0102】

ラインバッファ部102にサブバンド1LLの係数ラインが2ライン保持されると、それらに対して分割レベル1の分析フィルタリングが行われ、分割レベル2のライン($M+1$)(上から($M+1$)番目の係数ライン)がウェーブレット変換部103から出力され、係数ライン並び替え部104に供給される。また、サブバンド2LLのライン($M+1$)は、ラインバッファ部102に供給され保持される。

【0103】

ラインバッファ部102にサブバンド2LLの係数ラインが2ライン保持されると、それらに対して分割レベル2の分析フィルタリングが行われ、分割レベル3のラインN(上からN番目の係数ライン)がウェーブレット変換部103から出力され、係数ライン並び替え部104に供給される。また、サブバンド3LLのラインNは、ラインバッファ部102に供給され保持される。

【0104】

続いて、分割レベル1のライン($L+4$)(上から($L+4$)番目の係数ライン)およびライン($L+5$)(上から($L+5$)番目の係数ライン)が、この順に生成され、順次、係数ライン並び替え部104に供給される。サブバンド1LLのライン($L+4$)とライン($L+5$)は、ラインバッファ部102に供給され保持される。

【0105】

ラインバッファ部102にサブバンド1LLの係数ラインが2ライン保持されると、それらに対して分割レベル1の分析フィルタリングが行われ、分割レベル2のライン($M+2$)(上から($M+2$)番目の係数ライン)がウェーブレット変換部103から出力され、係数ライン並び替え部104に供給される。また、サブバンド2LLのライン($M+2$)は、ラインバッファ部102に供給され保持される。

【0106】

続いて、分割レベル1のライン($L+6$)(上から($L+6$)番目の係数ライン)およびライン($L+7$)(上から($L+7$)番目の係数ライン)が、この順に生成され、順次、係数ライン並び替え部104に供給される。サブバンド1LLのライン($L+6$)とライン($L+7$)は、ラインバッファ部102に供給され保持される。

【0107】

ラインバッファ部102にサブバンド1LLの係数ラインが2ライン保持されると、それらに対して分割レベル1の分析フィルタリングが行われ、分割レベル2のライン($M+3$)(上から($M+3$)番目の係数ライン)がウェーブレット変換部103から出力され、係数ライン並び替え部104に供給される。また、サブバンド2LLのライン($M+3$)は、ラインバッファ部102に供給され保持される。

【0108】

10

20

30

40

50

ラインバッファ部 102 にサブバンド 2 L L の係数ラインが 2 ライン保持されると、それらに対して分割レベル 2 の分析フィルタリングが行われ、分割レベル 3 のライン ($N + 1$) (上から ($N + 1$) 番目の係数ライン) がウェーブレット変換部 103 から出力され、係数ライン並び替え部 104 に供給される。また、サブバンド 3 L L のライン ($N + 1$) は、ラインバッファ部 102 に供給され保持される。

【 0 1 0 9 】

ラインバッファ部 102 にサブバンド 3 L L の係数ラインが 2 ライン保持されると、それらに対して分割レベル 3 の分析フィルタリングが行われ、分割レベル 4 のライン P (上から P 番目の係数ライン) がウェーブレット変換部 103 から出力され、係数ライン並び替え部 104 に供給される。

【 0 1 1 0 】

以上のような定常状態において、一番下のラインまで処理される。

【 0 1 1 1 】

なお、ウェーブレット変換部 103 の各係数ラインの処理順、すなわち、ウェーブレット変換部 103 からの各係数ラインの出力順は、任意であり、上述した以外の順序であってもよい。ただし、上述したような手順で分析フィルタリングを行うことにより、ウェーブレット変換部 103 は、効率よく各係数ラインを生成することができ、低遅延に変換処理を行うことができる。

【 0 1 1 2 】

[係数ライン並び替え]

図 9 および図 10 を参照して説明したような順でウェーブレット変換部 103 から出力された各分割レベルの係数ラインは、係数ライン並び替え部 104 の係数ライン並び替えバッファ 111 に保持される。係数ラインが 1 ラインブロック分蓄積されると、係数ライン読み出し部 112 は、各係数ラインを、図 11 に示されるように、ウェーブレット逆変換処理の順序で読み出すことにより、係数ラインの並び替えを行う。

【 0 1 1 3 】

図 11 において、各係数ラインは、その処理順に並べられている。図中上から下に向かう向きに時系列が示されている。つまり、図 11 に示される各係数ラインは、図中上から順に処理される。

【 0 1 1 4 】

つまり、図 11 の左側に示されるような順序 (ウェーブレット変換出力順) でウェーブレット変換部 103 から出力された各係数ラインは、係数ライン並び替え部 104 により、図 11 の右側に示されるようなウェーブレット逆変換処理の順に並び替えられる。

【 0 1 1 5 】

より具体的には、係数ライン読み出し部 112 は、分割レベル 4 のライン P の係数ラインを読み出し、分割レベル 3 のライン N の係数ラインを読み出し、分割レベル 2 のライン M の係数ラインを読み出し、分割レベル 1 のライン L およびライン ($L + 1$) の係数ラインを読み出し、読み出した各係数ラインを、その読み出し順に量子化部 105 に供給する。

【 0 1 1 6 】

また、係数ライン読み出し部 112 は、次に、分割レベル 2 のライン ($M + 1$) の係数ラインを読み出し、分割レベル 1 のライン ($L + 2$) およびライン ($L + 3$) の係数ラインを読み出し、読み出した各係数ラインを、その読み出し順に量子化部 105 に供給する。

【 0 1 1 7 】

さらに、係数ライン読み出し部 112 は、分割レベル 3 のライン ($N + 1$) の係数ラインを読み出し、分割レベル 2 のライン ($M + 2$) の係数ラインを読み出し、分割レベル 1 のライン ($L + 4$) およびライン ($L + 5$) の係数ラインを読み出し、読み出した各係数ラインを、その読み出し順に量子化部 105 に供給する。

【 0 1 1 8 】

10

20

30

40

50

また、係数ライン読み出し部 112 は、次に、分割レベル 2 のライン ($M + 3$) の係数ラインを読み出し、分割レベル 1 のライン ($L + 6$) およびライン ($L + 7$) の係数ラインを読み出し、読み出した各係数ラインを、その読み出し順に量子化部 105 に供給する。

【0119】

量子化部 105 は、各係数ラインを、供給された順に処理し、エントロピ符号化部 106 に供給するので、エントロピ符号化部 106 も、この図 11 の左に示される順に、各係数ラインを処理することになる。

【0120】

レート制御部 108 は、係数値が小さければ量子化ステップサイズを小さくするように設定して符号量発生を促進し、係数値が大きければステップサイズを大きくするように設定して符号量の発生を抑制するなどの制御を行う。

【0121】

なお、係数ラインの並び替えは、画像符号化装置 100 の中で行われればよく、例えば、量子化処理の後に行うようにしてもよい。

【0122】

[符号量の付加]

上述したように、付加部 107 は、各符号ラインに対して、その符号ラインの符号量を、ヘッダ情報として付加する。図 12 にその様子の例を示す。

【0123】

図 12 の例において、付加部 107 は、各分割レベルの符号ライン (符号語) に対して、その符号量をヘッダ情報 (Code_info) として付加している。例えば、分割レベル 1 の符号ライン (ライン L) の符号量が 100 バイトの場合、その符号ライン (ライン L) の例えば先頭に、「100 バイト」を示す情報が、ヘッダ情報 (Code_info (L)) として付加される。

【0124】

上述したように、画像符号化装置 100 の各部は、係数データを係数ライン毎に取り扱う。すなわち、各部は、係数ラインの境界を把握することができる。しかしながら、画像符号化装置 100 により生成された符号化データを復号する画像復号装置には、各符号ラインが連続して供給されるので、その符号ラインの境界を把握することができない。

【0125】

そこで、付加部 107 が各符号ラインの符号量を符号化データに付加することにより、画像復号装置は、その符号量に基づいて、符号化データ (ストリーム) を符号ライン毎に分割し、処理することができるようになる。

【0126】

[処理の流れ]

以上のような画像符号化装置 100 の各部により実行される符号化処理の流れの例を、図 13 のフローチャートを参照して説明する。なお、この符号化処理は、入力画像のピクチャ毎に実行される。

【0127】

符号化処理が開始されると、ステップ S101 において、画像ライン入力部 101 が、ライン毎に入力される画像データを受け付けながら (ラインバッファ部 102 に保持させながら)、ウェーブレット変換部 103 が、ラインバッファ部 102 に保持されている係数ラインを用いて、ウェーブレット変換を 1 ラインブロック分行う。

【0128】

ステップ S102 において、ウェーブレット変換部 103 は、1 ラインブロック分の処理を行ったか否かを判定する。1 ラインブロック分の処理を行っていないと判定された場合、ステップ S101 に戻り、ウェーブレット変換処理を継続する。

【0129】

1 ラインブロック分ウェーブレット変換処理を行ったと判定された場合、ステップ S1

10

20

30

40

50

03に進む。

【0130】

ステップS103において、係数ライン並び替え部104は、ウェーブレット変換された係数データを、ウェーブレット逆変換処理順に並び替える。ステップS104において、量子化部105は、その係数データを、レート制御部108に指定される量子化ステップサイズで量子化する。

【0131】

ステップS105において、エントロピ符号化部106は、係数データをエントロピ符号化する。ステップS106において、付加部107は、各符号ラインにその符号量をヘッダ情報として付加する。ステップS107において、付加部107は、ウェーブレット逆変換処理順に並び替えられた符号化データを出力する。

10

【0132】

ステップS108において、レート制御部108は、エントロピ符号化部106におけるエントロピ符号化の情報に基づいて、レート制御を行う。

【0133】

ステップS109において、ウェーブレット変換部103は、処理対象ピクチャの最終ラインブロック（例えば最下段のラインブロック）まで処理したか否かを判定する。処理していないと判定された場合、ステップS101に戻り、次のラインブロックに対して、それ以降の処理が繰り返される。また、ステップS110において、最終ラインブロックまで、処理が終了したと判定された場合、その処理対象ピクチャに対する符号化処理が終了される。

20

【0134】

〔画像復号装置のデバイスの構成〕

次に、上述した画像符号化装置100に対応する画像復号装置について説明する。図14は、本発明を適用した画像処理装置としての画像復号装置の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【0135】

画像復号装置200は、画像符号化装置100より出力される符号化データを復号し、復号画像を生成する。

【0136】

画像復号装置200は、符号語解読部201、サブバンド・ライン選択部202、エントロピ復号部203、逆量子化部204、ウェーブレット逆変換部205、およびバッファ部206を有する。

30

【0137】

符号語解読部201は、入力された符号化データ（符号語）（矢印D51）を解読して、データや符号化処理に関する関連情報を抽出する。この関連情報にどのような情報が含まれていてもよいが、例えば、画像の解像度（水平・垂直サイズ）、量子化ステップサイズ、ウェーブレット変換の分解数、および係数ライン（符号ライン）の並び順に関する情報等が含まれる。

【0138】

係数ライン（符号ライン）の並び順に関する情報としては、各分割レベルの符号ラインの並び順を示す情報、若しくは、その並び順を求めるのに必要な情報であればどのようなものであってもよい。例えば、図12に示されるような、各分割レベルの符号ラインの符号量を含むヘッダ情報や、後述するマーカの検出結果等であってもよい。

40

【0139】

符号語解読部201は、入力された符号化データ（コードストリーム）をサブバンド・ライン選択部202に供給する（矢印D52）。また、符号語解読部201は、コードストリームにおいて各分割レベルの符号ラインを区別するために必要な情報をサブバンド・ライン選択部202に供給する（点線矢印D62）。例えば、符号語解読部201は、各分割レベルの符号ラインの符号量や、マーカの検出結果等をサブバンド・ライン選択部2

50

02に供給する。

【0140】

また、符号語解読部201は、量子化ステップサイズを示す情報を逆量子化部204に供給する(点線矢印D61)。

【0141】

符号語解読部201は、さらに、例えば画像の解像度やウェーブレット変換の分解数等の、ウェーブレット逆変換処理に必要な情報をウェーブレット逆変換部205に供給する(点線矢印D60)。

【0142】

サブバンド・ライン選択部202は、符号語解読部201から供給される各分割レベルの符号ラインを区別するために必要な情報に基づいて、符号語解読部201から供給されるコードストリームから、復号する各分割レベルの符号ラインを選択する。

【0143】

画像復号装置200は、画像符号化装置100から供給される符号化データを復号して復号画像を生成する。この画像符号化装置100より供給される符号化データは、ウェーブレット変換により複数の周波数帯域に分割された係数データをエントロピ符号化したものである。この係数データのサブバンドは、図2を参照して説明したように階層化されており、その時点で最低域成分となるサブバンド(図2の例の場合、4LL)には、画像のエネルギーのほとんどが集中しており、元の画像と略同等とみなすことができる(画像データとして成立する)。ただし、上位階層(低域成分)になる程、その解像度は小さくなる。

【0144】

つまり、画像復号装置200は、このようなサブバンド毎に分割された係数データを、最上位の階層(最低域成分)から所望の階層までウェーブレット逆変換することにより、元の画像以下の解像度で復号画像を生成することができる。換言すれば、画像復号装置200は、ウェーブレット逆変換(合成フィルタリング)を行う階層を選択することにより、復元画像の解像度を選択することができる。すなわち、画像復号装置200は、符号化データをスケラブルにデコードすることができる。

【0145】

このように、解像度の小さい復号画像を得るために、符号化データの一部のサブバンドのみを復号することを部分デコードと称する。なお、全てのサブバンドをデコード(フルデコード)した場合の復号画像の解像度は、元の画像の解像度と同一になる。

【0146】

このような部分デコードを行う場合、合成フィルタリングされない高域成分のサブバンドは、不要であり、エントロピ復号する必要がある。したがって、サブバンド・ライン選択部202は、合成フィルタリングを行うサブバンドの係数データ(に対応する符号化データ)のみを選択し、不要なサブバンドの係数データ(に対応する符号化データ)を破棄する。サブバンド・ライン選択部202は、このような選択を、符号語解読部201から供給される情報に基づいて行う。

【0147】

サブバンド・ライン選択部202は、選択部211および保持部212を有する。符号語解読部201から出力された符号化データ(コードストリーム)は、選択部211に供給される。また、符号語解読部201から供給されるコードストリームにおいて各分割レベルの符号ラインを区別するために必要な情報も、選択部211に供給される。

【0148】

選択部211は、符号語解読部201から供給されるコードストリームにおいて各分割レベルの符号ラインを区別するために必要な情報に基づいて、符号語解読部201から供給されるコードストリームにおいて、各分割レベルの符号ラインを識別し、その分割レベルの符号ラインの取捨選択を行う。

【0149】

10

20

30

40

50

復号画像の解像度は、予め設定されている。つまり、必要なデータと不要なデータは、予め定められている。したがって、選択部 2 1 1 は、その設定に従って、供給される符号ラインの一部または全部を選択することになる。

【0 1 5 0】

もちろん、例えばユーザ等が復号画像の解像度を適宜選択し、選択部 2 1 1 は、そのような解像度指定指示に従って、符号化する必要な符号ラインを特定し、供給される符号ラインの中からその特定した符号ラインを検索し、選択するようにしてもよい。

【0 1 5 1】

いずれにしても、この選択部 2 1 1 の選択により、必要な符号ラインが抽出されるのみであり、符号ラインの並びは変化しない。したがって、サブバンド・ライン選択部 2 0 2 は、ウェーブレット逆変換順に供給された各符号ラインを、そのウェーブレット逆変換順のまま、エントロピ復号部 2 0 3 に供給することができる。

【0 1 5 2】

選択部 2 1 1 は、選択した符号ラインを保持部 2 1 2 に供給し、保持させる（矢印 D 5 3）。

【0 1 5 3】

保持部 2 1 2 は、選択部 2 1 1 から供給される符号ラインを保持し、所定のタイミングにおいて、その符号ラインをエントロピ復号部 2 0 3 に供給する（矢印 D 5 4）。なお、この保持部 2 1 2 を省略し、選択部 2 1 1 の出力がエントロピ復号部 2 0 3 に供給されるようにしてもよい。ただし、符号ラインの並び方によっては、選択部 2 1 1 により符号ラインが選択されるタイミングに偏りが生じる場合が考えられる。この保持部 2 1 2 を用いて選択された符号ラインをバッファリングすることにより、その偏りを低減させることができ、エントロピ復号部 2 0 3 の処理効率を向上させることができる。

【0 1 5 4】

エントロピ復号部 2 0 3 は、各分割レベルの符号ラインを、エントロピ符号化部 1 0 6（図 1）のエントロピ符号化に対応する方法で、エントロピ復号し、係数データ（量子化係数）を生成する。エントロピ復号部 2 0 3 は、その分割レベルの係数ライン（量子化係数）を逆量子化部 2 0 4 に供給する（矢印 D 5 5）。

【0 1 5 5】

逆量子化部 2 0 4 は、エントロピ復号部 2 0 3 から供給される、各分割レベルの係数ライン（量子化係数）を、符号語解読部 2 0 1 から供給される情報に基づいて決定される量子化ステップサイズにより逆量子化する。逆量子化部 2 0 4 は、逆量子化した各分割レベルの係数ライン（ウェーブレット変換係数）をウェーブレット逆変換部 2 0 5 に供給する（矢印 D 5 6）。

【0 1 5 6】

ウェーブレット逆変換部 2 0 5 は、符号語解読部 2 0 1 から供給される情報に基づいて、ウェーブレット変換部 1 0 3（図 1）において行われたウェーブレット変換の逆処理を行い、復号画像を生成する。ウェーブレット逆変換の詳細については後述する。

【0 1 5 7】

ウェーブレット逆変換部 2 0 5 は、係数データの低域成分と高域成分を合成する合成フィルタリングを繰り返すことにより、ウェーブレット逆変換を行う。このとき、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 は、合成フィルタリングを行って生成された 1 つ下位の階層の係数データを、バッファ部 2 0 6 に供給して保持させ（矢印 D 5 7）、次の合成フィルタリングに利用する。つまり、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 は、逆量子化部 2 0 4 から供給される係数データ（矢印 D 5 6）の他に、必要に応じて、バッファ部 2 0 6 から読みだされた係数データ（矢印 D 5 8）も用いて合成フィルタリングを行う。

【0 1 5 8】

以上のように合成フィルタリングを繰り返し行い、復号画像を復元すると、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 は、その画像データを画像復号装置 2 0 0 の外部に出力する（矢印 D 5 9）。

10

20

30

40

50

【0159】

このように、画像復号装置200は、符号化データをスケラブルにデコードすることができる。このとき、画像復号装置200は、ピクチャよりも小さい単位のラインブロックを単位としてデコードを行う。したがって、画像復号装置200は、符号化データを、低遅延に、かつ、スケラブルにデコードすることができる。

【0160】

特に、このラインブロックは、最上位のサブバンドの係数ラインを少なくとも1ライン生成するのに必要なライン数の画像データであり、ウェーブレット変換可能な最小のデータ単位とすることもできる。したがって、画像復号装置200は、符号化データを、より低遅延に、かつ、スケラブルにデコードすることができる。

10

【0161】

[部分デコード]

次に、部分デコードについて説明する。図15は、部分デコードの例を説明する図である。図15において、画像データは、ウェーブレット変換され、分割レベル4まで分割されている。

【0162】

例えば、復号画像の解像度を元の画像の解像度の4分の1とする場合、サブバンド1LLを復号画像とすればよい。したがって、点線枠で示されるように、分割レベル4乃至分割レベル2の係数データを合成フィルタリングすればよい。つまり、サブバンド1LH、1HL、および1HHの係数データは不要であるので、サブバンド・ライン選択部202は、これらの係数データに対応する符号ラインを選択しない。

20

【0163】

このように、符号ラインが必要か否かは、生成する復号画像の解像度によって決まる。換言すれば、選択する符号ラインは、最下位階層からどの階層までをウェーブレット逆変換するかによって決まる。

【0164】

[スケラブルデコードの例]

例えば、画像復号装置200が元の画像の $1/16 \times 1/16$ の解像度でデコードする場合、サブバンド・ライン選択部202は、図16Aに示されるケース1のように、分割レベル4（最下位階層）の最低域成分（サブバンド4LL）の係数ラインのみを選択する。

30

【0165】

ウェーブレット変換やウェーブレット逆変換は、ラインブロック毎に行われるので、サブバンド・ライン選択部202の選択もラインブロック毎となる。したがって、ケース1の場合、図16Aに示されるように、サブバンド4LLの係数ライン（符号ライン）が1ライン（ラインP）選択される。

【0166】

また、例えば、画像復号装置200が元の画像の $1/8 \times 1/8$ の解像度でデコードする場合、サブバンド・ライン選択部202は、図16Bに示されるケース2のように、分割レベル4（最下位階層）の各サブバンド（4HH、4HL、4LH、および4LL）の係数ライン（ラインP）のみを選択する。

40

【0167】

さらに、例えば、画像復号装置200が元の画像の $1/4 \times 1/4$ の解像度でデコードする場合、サブバンド・ライン選択部202は、図16Cに示されるケース3のように、分割レベル4（最下位階層）の各サブバンド（4HH、4HL、4LH、および4LL）の係数ライン（ラインP）と、分割レベル3の各サブバンド（3HH、3HL、および3LH）の係数ライン（ラインNおよびライン（N+1））とを選択する。

【0168】

また、例えば、画像復号装置200が元の画像の $1/2 \times 1/2$ の解像度でデコードする場合、サブバンド・ライン選択部202は、図16Dに示されるケース4のように、分

50

割レベル4（最下位階層）の各サブバンド（4HH，4HL，4LH、および4LL）の係数ライン（ラインP）と、分割レベル3の各サブバンド（3HH，3HL、および3LH）の係数ライン（ラインNおよびライン（N+1））と、分割レベル2の各サブバンド（2HH，2HL、および2LH）の係数ライン（ラインM乃至ライン（M+3））とを選択する。

【0169】

さらに、例えば、画像復号装置200が元の画像と同じ解像度でデコードする場合、サブバンド・ライン選択部202は、図16Eに示されるケース5のように、全てのサブバンドの係数ライン（分割レベル4の各サブバンド（4HH，4HL，4LH、および4LL）の係数ライン（ラインP）と、分割レベル3の各サブバンド（3HH，3HL、および3LH）の係数ライン（ラインNおよびライン（N+1））と、分割レベル2の各サブバンド（2HH，2HL、および2LH）の係数ライン（ラインM乃至ライン（M+3））と、分割レベル1の各サブバンド（1HH，1HL、および1LH）の係数ライン（ラインL乃至ライン（L+7））と）を選択する。

10

【0170】

したがって、エン트로ピ復号部203以降の処理部は、この選択された符号ラインのみを処理すればよく、画像復号装置200は、不要な処理による不要な負荷の増大を抑制することができる。

【0171】

なお、図16においては、定常状態のラインブロック（図10）について説明したが、初期状態のラインブロックについても基本的に同様に処理することができる。初期状態と定常状態の係数ラインの並びの違いは、図9および図10に示されるとおりである。したがって、初期状態のラインブロックの場合については、上述した説明に、図9および図10に示される違いを反映させるだけでよいので、その説明は省略する。

20

【0172】

[リフティング演算]

ウェーブレット逆変換部205は、ウェーブレット変換部103によるウェーブレット変換処理に対応する方法でウェーブレット逆変換を行う。例えば、上述したように、ウェーブレット変換部103が5×3フィルタを用いて分析フィルタリングを行った場合、ウェーブレット逆変換部205も、5×3フィルタを用いて合成フィルタリングを行う。

30

【0173】

合成フィルタリングの場合も、逆処理になるだけで、基本的に分析フィルタリングの場合と同様に処理が行われる。つまり、合成フィルタリングの場合も、図3に示されるような、リフティング(Lifting)技術を用いることで、フィルタ処理の計算を減らすことができる。

【0174】

図17は、5×3合成フィルタを用いて、縦方向のラインに対してフィルタリングを行った場合の図である。横方向は、演算過程とそれによって生成される下位の係数を図示したものである。分析フィルタリングの場合と同様に、水平方向の処理も垂直方向の処理と同様に行われる。最初に垂直方向の合成フィルタリングが行われ、次に水平方向の合成フィルタリングが行われる。

40

【0175】

画像の上端においては、枠251に示されるように、高域係数（H0）、低域係数（L1）、および高域係数（H1）が入力された時点で、リフティング演算が行われる。このとき、矢印252に示されるように、係数aが対称拡張される。このようにして、1つ下位の階層のLine-0とLine-1が生成される。

【0176】

次に、2係数ライン（低域成分L2と高域成分H2）が入力されると、枠253に示されるように、1つ下位の階層のLine-2とLine-3が生成される。

【0177】

50

その後、2 係数ラインが入力される毎に、枠 2 5 4 に示されるように、上記のリフティング演算が後続のラインに対しても同様に繰り返され、下位の係数ラインが 2 ライン出力される。そして、枠 2 5 5 に示されるように、入力された低域係数 ($L(N)$) および高域係数 ($H(N)$) に対して Line-2(N)-2 と Line-2(N)-1 が生成されると、高域係数 ($H(N)$) が矢印 2 5 6 のように対称拡張され、枠 2 5 7 のように演算が行われ、Line-2(N+1)-2 と Line-2(N+1)-1 が生成される。

【0178】

[ラインブロック単位の合成フィルタリング]

以上の合成フィルタリング (リフティング) は、各階層について再帰的に行われる。したがって、階層が 1 つ下位になる毎にライン数は 2 倍になる。

10

【0179】

例えば、図 1 8 に示されるように、分割レベル 2 の係数ラインが $N/4$ であるとする。この分割レベル 2 のサブバンド 2 L L, 2 L H, 2 H L、および 2 H H に対して合成フィルタリングを行うと、分割レベル 1 のサブバンド 1 L L が $N/2$ ライン生成される。

【0180】

[係数ラインの処理順]

以上のようなウェーブレット逆変換部 2 0 5 による合成フィルタリングの処理手順の例について、より具体的に説明する。

【0181】

図 1 9 は、定常状態において、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 により処理されるデータを時系列順に示す図である。図 1 9 においては、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 により処理されるデータが、図中、上から下に向かう方向に時系列順に並べられている。

20

【0182】

図 1 6 A に示されるケース 1 の場合、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 は、供給されたサブバンド 4 L L の係数ライン (ライン P) をそのまま出力する。

【0183】

また、図 1 6 B に示されるケース 2 の場合、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 は、供給される分割レベル 4 の各サブバンド (サブバンド 4 H H, 4 H L, 4 L H、および 4 L L) の 1 係数ライン (ライン P) を、合成フィルタリングし、分割レベル 3 のサブバンド 3 L L を 2 係数ライン (ライン N およびライン ($N+1$)) を生成し、出力する。

30

【0184】

また、図 1 6 C に示されるケース 3 の場合、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 は、ケース 2 の場合と同様にして生成された分割レベル 3 のサブバンド 3 L L の 2 係数ライン (ライン N およびライン ($N+1$)) のうち、ライン ($N+1$) の係数ラインを、バッファ部 2 0 6 に供給し、保持させる。

【0185】

次に、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 は、分割レベル 3 のサブバンド 3 L L (ライン N) と他の各サブバンド (サブバンド 3 H H, 3 H L、および 3 L H) の 1 係数ライン (ライン N) を合成フィルタリングし、分割レベル 2 のサブバンド 2 L L を 2 係数ライン (ライン M およびライン ($M+1$)) を生成し、出力する。

40

【0186】

次に、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 は、分割レベル 3 のサブバンド 3 L L (ライン ($N+1$)) をバッファ部 2 0 6 から読み出し、他の各サブバンド (サブバンド 3 H H, 3 H L、および 3 L H) の 1 係数ライン (ライン ($N+1$)) と合成フィルタリングし、分割レベル 2 のサブバンド 2 L L を 2 係数ライン (ライン ($M+2$)) およびライン ($M+3$)) を生成し、出力する。

【0187】

また、図 1 6 D に示されるケース 4 の場合、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 は、ケース 3 の場合と同様にして生成された分割レベル 2 のサブバンド 2 L L の 2 係数ライン (ライン M およびライン ($M+1$)) のうち、ライン ($M+1$) の係数ラインを、バッファ部 2

50

06に供給し、保持させる。

【0188】

次に、ウェーブレット逆変換部205は、分割レベル2のサブバンド2LL（ラインM）と他の各サブバンド（サブバンド2HH，2HL、および2LH）の1係数ライン（ラインM）を合成フィルタリングし、分割レベル1のサブバンド1LLを2係数ライン（ラインLおよびライン（L+1））を生成し、出力する。

【0189】

次に、ウェーブレット逆変換部205は、分割レベル2のサブバンド2LL（ライン（M+1））をバッファ部206から読み出し、他の各サブバンド（サブバンド2HH，2HL、および2LH）の1係数ライン（ライン（M+1））と合成フィルタリングし、分割レベル1のサブバンド1LLを2係数ライン（ライン（L+2）およびライン（L+3））を生成し、出力する。

【0190】

次に、ウェーブレット逆変換部205は、分割レベル3のサブバンド3LL（ライン（N+1））をバッファ部206から読み出し、他の各サブバンド（サブバンド3HH，3HL、および3LH）の1係数ライン（ライン（N+1））と合成フィルタリングし、分割レベル2のサブバンド2LLを2係数ライン（ライン（M+2）およびライン（M+3））を生成する。このうちライン（M+3）の係数ラインは、バッファ部206に供給され、保持される。

【0191】

次に、ウェーブレット逆変換部205は、分割レベル2のサブバンド2LL（ライン（M+2））と他の各サブバンド（サブバンド2HH，2HL、および2LH）の1係数ライン（ライン（M+2））を合成フィルタリングし、分割レベル1のサブバンド1LLを2係数ライン（ライン（L+4）およびライン（L+5））を生成し、出力する。

【0192】

次に、ウェーブレット逆変換部205は、分割レベル2のサブバンド2LL（ライン（M+3））をバッファ部206から読み出し、他の各サブバンド（サブバンド2HH，2HL、および2LH）の1係数ライン（ライン（M+3））と合成フィルタリングし、分割レベル1のサブバンド1LLを2係数ライン（ライン（L+6）およびライン（L+7））を生成し、出力する。

【0193】

また、図16Eに示されるケース5の場合、ウェーブレット逆変換部205は、ケース4の場合と同様にして生成された分割レベル1のサブバンド1LLの2係数ライン（ラインLおよびライン（L+1））のうち、ライン（L+1）の係数ラインを、バッファ部206に供給し、保持させる。

【0194】

次に、ウェーブレット逆変換部205は、分割レベル1のサブバンド1LL（ラインL）と他の各サブバンド（サブバンド1HH，1HL、および1LH）の1係数ライン（ラインL）を合成フィルタリングし、ベースバンドの画像データを2ライン（ラインKおよびライン（K+1））を生成し、出力する。

【0195】

次に、ウェーブレット逆変換部205は、分割レベル1のサブバンド1LL（ライン（L+1））をバッファ部206から読み出し、他の各サブバンド（サブバンド1HH，1HL、および1LH）の1係数ライン（ライン（L+1））と合成フィルタリングし、ベースバンドの画像データを2ライン（ライン（K+2）およびライン（K+3））を生成し、出力する。

【0196】

次に、ウェーブレット逆変換部205は、分割レベル2のサブバンド2LL（ライン（M+1））をバッファ部206から読み出し、他の各サブバンド（サブバンド2HH，2HL、および2LH）の1係数ライン（ライン（M+1））と合成フィルタリングし、分

10

20

30

40

50

割レベル 1 のサブバンド 1 L L を 2 係数ライン (ライン (L + 2) およびライン (L + 3)) を生成する。このうちライン (L + 3) の係数ラインは、バッファ部 206 に供給され、保持される。

【0197】

次に、ウェーブレット逆変換部 205 は、分割レベル 1 のサブバンド 1 L L (ライン (L + 2)) と他の各サブバンド (サブバンド 1 H H, 1 H L、および 1 L H) の 1 係数ライン (ライン (L + 2)) を合成フィルタリングし、ベースバンドの画像データを 2 ライン (ライン (K + 4) およびライン (K + 5)) を生成し、出力する。

【0198】

次に、ウェーブレット逆変換部 205 は、分割レベル 1 のサブバンド 1 L L (ライン (L + 3)) をバッファ部 206 から読み出し、他の各サブバンド (サブバンド 1 H H, 1 H L、および 1 L H) の 1 係数ライン (ライン (L + 3)) と合成フィルタリングし、ベースバンドの画像データを 2 ライン (ライン (K + 6) およびライン (K + 7)) を生成し、出力する。

【0199】

次に、ウェーブレット逆変換部 205 は、分割レベル 3 のサブバンド 3 L L (ライン (N + 1)) をバッファ部 206 から読み出し、他の各サブバンド (サブバンド 3 H H, 3 H L、および 3 L H) の 1 係数ライン (ライン (N + 1)) と合成フィルタリングし、分割レベル 2 のサブバンド 2 L L を 2 係数ライン (ライン (M + 2) およびライン (M + 3)) を生成する。このうちライン (M + 3) の係数ラインは、バッファ部 206 に供給され、保持される。

【0200】

次に、ウェーブレット逆変換部 205 は、分割レベル 2 のサブバンド 2 L L (ライン (M + 2)) と他の各サブバンド (サブバンド 2 H H, 2 H L、および 2 L H) の 1 係数ライン (ライン (M + 2)) を合成フィルタリングし、分割レベル 1 のサブバンド 1 L L を 2 係数ライン (ライン (L + 4) およびライン (L + 5)) を生成する。このうちライン (L + 5) の係数ラインは、バッファ部 206 に供給され、保持される。

【0201】

次に、ウェーブレット逆変換部 205 は、分割レベル 1 のサブバンド 1 L L (ライン (L + 4)) と他の各サブバンド (サブバンド 1 H H, 1 H L、および 1 L H) の 1 係数ライン (ライン (L + 4)) を合成フィルタリングし、ベースバンドの画像データを 2 ライン (ライン (K + 8) およびライン (K + 9)) を生成し、出力する。

【0202】

次に、ウェーブレット逆変換部 205 は、分割レベル 1 のサブバンド 1 L L (ライン (L + 5)) をバッファ部 206 から読み出し、他の各サブバンド (サブバンド 1 H H, 1 H L、および 1 L H) の 1 係数ライン (ライン (L + 5)) と合成フィルタリングし、ベースバンドの画像データを 2 ライン (ライン (K + 10) およびライン (K + 11)) を生成し、出力する。

【0203】

次に、ウェーブレット逆変換部 205 は、分割レベル 2 のサブバンド 2 L L (ライン (M + 3)) をバッファ部 206 から読み出し、他の各サブバンド (サブバンド 2 H H, 2 H L、および 2 L H) の 1 係数ライン (ライン (M + 3)) と合成フィルタリングし、分割レベル 1 のサブバンド 1 L L を 2 係数ライン (ライン (L + 6) およびライン (L + 7)) を生成する。このうちライン (L + 7) の係数ラインは、バッファ部 206 に供給され、保持される。

【0204】

次に、ウェーブレット逆変換部 205 は、分割レベル 1 のサブバンド 1 L L (ライン (L + 6)) と他の各サブバンド (サブバンド 1 H H, 1 H L、および 1 L H) の 1 係数ライン (ライン (L + 6)) を合成フィルタリングし、ベースバンドの画像データを 2 ライン (ライン (K + 12) およびライン (K + 13)) を生成し、出力する。

【 0 2 0 5 】

次に、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 は、分割レベル 1 のサブバンド 1 L L (ライン ($L + 7$)) をバッファ部 2 0 6 から読み出し、他の各サブバンド (サブバンド 1 H H, 1 H L、および 1 L H) の 1 係数ライン (ライン ($L + 7$)) と合成フィルタリングし、ベースバンドの画像データを 2 ライン (ライン ($K + 1 4$)) およびライン ($K + 1 5$)) を生成し、出力する。

【 0 2 0 6 】

以上のように、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 は、生成する復号画像の解像度に応じて、必要な係数データのみを合成フィルタ処理するので、不要な負荷の増大を抑制することができる。また、このような合成フィルタリングの順序は任意であるが、より低遅延に行うためには、実行可能な中で、より下位の階層に対する合成フィルタリングが優先的に実行されるようにするのが望ましい。

10

【 0 2 0 7 】

なお、以上においては定常状態のラインブロックについて説明したが、初期状態と定常状態の係数ラインの並びの違いは、図 9 および図 1 0 に示されるとおりであり、初期状態のラインブロックの場合も、基本的に同様に処理することができる。したがって、その説明は省略する。

【 0 2 0 8 】

[スケーラブル変換]

以上のようにして、画像符号化装置 1 0 0 および画像復号装置 2 0 0 により画像データ (および符号化データ) は、ラインブロック単位でウェーブレット変換・ウェーブレット逆変換処理 (符号化・復号処理) される。

20

【 0 2 0 9 】

ピクチャ全体でみると、例えば、図 2 0 A に示されるように、ベースバンドの画像データ 2 8 1 は、画像符号化装置 1 0 0 のエンコード (ウェーブレット変換) により、図 2 0 B に示されるように、1 3 個のサブバンドに分割された係数データ 2 8 2 (符号化データ) に変換される。

【 0 2 1 0 】

また、その係数データ 2 8 2 は、画像復号装置 2 0 0 のデコード (ウェーブレット逆変換) により、復号画像に変換される。画像復号装置 2 0 0 は、上述したようにスケーラブルにデコードを行うことができるので、図 2 0 C に示されるように、復号画像 2 8 3 乃至復号画像 2 8 7 のいずれかの解像度 (画像サイズ) で復号画像を生成することができる。

30

【 0 2 1 1 】

画像復号装置 2 0 0 は、例えば、画像復号装置 2 0 0 のハードウェアの性能、復号画像を処理する画像処理装置の性能、若しくは、復号画像を表示する表示画面のサイズ等に応じた適切な解像度 (画像サイズ) を選択することができる。上述したように、この解像度の大きさは、予め定められていてもよいし、ユーザ指定や、接続される装置のハードウェアスペック等に応じて、画像復号装置 2 0 0 が適宜選択するようにしてもよい。

【 0 2 1 2 】

[処理の流れ]

以上のような画像復号装置 2 0 0 の各部により実行される復号処理の流れの例を、図 2 1 のフローチャートを参照して説明する。なお、この復号処理は、1 ピクチャ分の画像に対応する符号化データ毎に実行される。

40

【 0 2 1 3 】

復号処理が開始されると、ステップ S 2 0 1 において、符号語解読部 2 0 1 は、1 ラインブロック分の符号化データの入力を受け付ける。ステップ S 2 0 2 において、符号語解読部 2 0 1 は、入力された符号化データの符号語を解読し、関連情報を抽出する。符号語解読部 2 0 1 は、抽出した関連情報に基づいて、必要な情報を各処理部に提供する。

【 0 2 1 4 】

ステップ S 2 0 3 において、サブバンド・ライン選択部 2 0 2 の選択部 2 1 1 は、符号

50

語解読部 201 から提供される情報（例えば符号量）に基づいて、符号化データから処理対象ラインを抽出する。

【0215】

ステップ S 204 において、選択部 211 は、抽出した処理対象ラインが、選択対象のラインであるか否かを判定する。すなわち、選択部 211 は、処理対象ラインが、スケーラブルデコードに必要な、復号すべき符号ラインであるか否かを判定する。処理対象ラインが選択対象ラインであると判定された場合、ステップ S 205 に進む。

【0216】

ステップ S 205 において、保持部 212 は、選択対象ラインである処理対象ラインを保持する。処理対象ラインが保持されると、ステップ S 206 に進む。また、ステップ S 204 において、処理対象ラインが復号すべき符号ラインでなく、スケーラブルデコードに不要であると判定された場合、ステップ S 205 の処理を省略し、処理対象ラインを保持せずに、ステップ S 206 に進む。

【0217】

ステップ S 206 において、符号語解読部 201 は、1 ラインブロック分処理したか否かを判定する。処理対象のラインブロック内に未処理の係数ラインが存在すると判定された場合、ステップ S 203 に戻り、それ以降の処理が繰り返される。また、ステップ S 206 において、1 ラインブロック分処理したと判定された場合、ステップ S 207 に進む。

【0218】

ステップ S 207 において、エントロピ復号部 203 は、1 ラインブロック分の符号ラインから選択対象ラインとして選択されて保持された処理対象ラインを読み出し、エントロピ復号する。ステップ S 208 において、逆量子化部 204 は、そのエントロピ復号されて得られた係数データを逆量子化する。

【0219】

ステップ S 209 において、ウェーブレット逆変換部 205 は、逆量子化された係数データをウェーブレット逆変換する。以上の処理により 1 ラインブロック分の符号ラインがスケーラブルにデコード（フルデコード若しくは部分デコード）される。

【0220】

ステップ S 210 において、ウェーブレット逆変換部 205 は、処理対象ピクチャの最終ラインブロック（例えば最下段のラインブロック）まで処理したか否かを判定する。処理していないと判定された場合、ステップ S 201 に戻り、次のラインブロックに対して、それ以降の処理が繰り返される。また、ステップ S 210 において、最終ラインブロックまで、処理が終了したと判定された場合、その処理対象ピクチャに対する復号処理が終了される。

【0221】

以上のように、復号処理を実行することにより、画像復号装置 200 は、画像が符号化された符号化データを低遅延かつスケーラブルに復号することができる。

【0222】

[符号ライン区切りのその他の例]

なお、図 12 においては、画像復号装置 200 がコードストリームにおいて各分割レベルの符号ラインの区切りを識別することができるように、画像符号化装置 100 において、各分割レベルの符号ラインにその符号量を含むヘッダ情報が付加されるように説明した。しかしながら、この区切りを示す方法としては、これ以外にも、例えば、図 22 に示されるように専用のマーカを付加するようにしてもよい。

【0223】

例えば、画像符号化装置 100 は、付加部 107 において、コードストリームの各分割レベルの符号ラインの境界に、この専用のマーカを付加する。画像復号装置 200 は、このマーカを検出することにより、各分割レベルの符号ラインの境界を特定することができる。ただし、この場合、画像復号装置 200 は、このマーカに基づいて、各分割レベルの

10

20

30

40

50

符号ラインを区別することはできるが、その符号ラインの符号量を判別することはできない。つまり、マーカからすぐに各分割レベルの符号ラインの並び順を特定することはできない。したがって、画像復号装置は、何らかの別の手段により、その並び順を把握する必要がある。

【0224】

< 2. 第2の実施の形態 >

[デバイスの構成]

なお、以上においては、画像符号化装置100が、ウェーブレット変換により生成された係数ラインをウェーブレット逆変換順に並び替えるように説明したが、係数ライン（符号ライン）は、どのような順で伝送されるようにしてもよい。

10

【0225】

画像復号装置200が取得した係数ライン（符号ライン）の並び順が、第1の実施の形態において説明したようなウェーブレット逆変換される順でない場合、その順のままウェーブレット逆変換させると、バッファにおけるデータ管理が煩雑になり、負荷が増大する恐れがある。さらに、その係数データの並び順が常に同一でなく、伝送元となる画像符号化装置の仕様によって、その係数データの並び順が異なる場合、ウェーブレット変換時のデータ管理はさらに煩雑になる恐れがある。

【0226】

そこで、画像復号装置がウェーブレット逆変換する前に、係数データをウェーブレット逆変換される順に並び替えるのが望ましい。

20

【0227】

図23は、本発明を適用した画像処理装置としての画像復号装置の一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【0228】

図23において、画像復号装置300は、図14の画像復号装置200と同様に、画像符号化装置100によって画像が符号化されて生成された符号化データを復号し、復号画像を生成する装置である。

【0229】

画像復号装置300は、画像復号装置200と基本的に同様の構成を有する。ただし、画像復号装置300は、画像復号装置200の構成に加えて、エントロピ復号部203と逆量子化部204との間に、係数ライン並び替え部302を有する。また、符号語解読部201の代わりに符号語解読部301を有する。

30

【0230】

エントロピ復号部203は、その分割レベルの係数ライン（量子化係数）を係数ライン並び替え部302に供給する（矢印D105）。

【0231】

係数ライン並び替え部302は、符号語解読部201から供給される各分割レベルの符号ラインを区別するために必要な情報に基づいて、係数データ（係数ライン）の順序（伝送時の順序）を、ウェーブレット逆変換処理の順序に並び替える。

40

【0232】

図23に示されるように、係数ライン並び替え部302は、係数ライン並び替えバッファ311および係数ライン読み出し部312を有する。係数ライン並び替えバッファ311は、エントロピ復号部203から供給される各分割レベルの係数ラインを保持する。係数ライン読み出し部312は、係数ライン並び替えバッファ311に保持された各分割レベルの係数ラインを、ウェーブレット逆変換処理用の順序で読み出す（矢印D106）ことにより、並び替えを行う。

【0233】

符号語解読部301は、符号語解読部201と同様に、入力された符号化データ（符号語）（矢印D101）を解読して、データや符号化処理に関する関連情報を抽出する。そして、符号語解読部301は、各分割レベルの係数ラインの並び替えに必要な情報を係数

50

ライン読み出し部 3 1 2 に供給する（点線矢印 D 1 2 3）。係数ライン読み出し部 3 1 2 は、並び替え後の並び順となる、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 によるウェーブレット逆変換処理順を予め把握している。係数ライン読み出し部 3 1 2 は、係数ライン並び替えのために、並び替え前の並び順となる、伝送時の符号ラインの並び順を把握する必要がある。そこで、符号語解読部 3 0 1 は、伝送時の符号ラインの並び順を示す情報、若しくは、その並び順を求めるのに必要な情報を係数ライン読み出し部 3 1 2 に提供する。

【 0 2 3 4 】

例えば、符号語解読部 3 0 1 は、符号語を解読することにより、伝送時の符号ラインの並び順を特定し、その並び順を示す情報を係数ライン読み出し部 3 1 2 に提供するようにしてもよい。また、例えば、符号語解読部 3 0 1 は、コードストリームより抽出した、各分割レベルの符号ラインの符号量を示す情報を、係数ライン読み出し部 3 1 2 に順次提供するようにしてもよい。この場合、係数ライン読み出し部 3 1 2 は、符号語解読部 3 0 1 より供給される符号量の順に基づいて、係数ラインの並び順を把握する。

10

【 0 2 3 5 】

なお、係数ライン並び替えバッファ 3 1 1 には、各分割レベルの係数ラインが区別可能な状態で記憶される。そこで係数ライン読み出し部 3 1 2 は、その係数ライン並び替えバッファ 3 1 1 に保持されている各分割レベルの係数ラインのデータ量を求め、そのデータ量の並び順から係数ラインの並び順を把握するようにしてもよい。この場合、符号語解読部 3 0 1 からの情報提供は省略することができる。

20

【 0 2 3 6 】

係数ライン並び替え部 3 0 2（係数ライン読み出し部 3 1 2）は、順序を並び替えた係数データを逆量子化部 2 0 4 に供給する（矢印 D 1 0 7）。

【 0 2 3 7 】

逆量子化部 2 0 4 は、係数データを供給された順に処理するので、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 には、係数データが、係数ライン並び替え部 3 0 2 が並び替えた順で供給される（矢印 D 1 0 8）。

【 0 2 3 8 】

つまり、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 は、供給されるデータをその順に使用し、合成フィルタリングを行うことができるので、不要な待機時間等を必要とせずに低遅延にウェーブレット逆変換を行うことができる。また、係数データの管理が容易になるので、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 は、ウェーブレット逆変換処理の負荷を低減させることができる。

30

【 0 2 3 9 】

したがって、画像復号装置 3 0 0 は、より多様な画像符号化装置に対して、符号化データを低遅延かつスケーラブルに復号することができる。

【 0 2 4 0 】

[伝送順の例]

なお、符号ライン（係数ライン）の並び順（伝送順）は、任意である。どのような並び順であっても、係数ライン並び替え部 3 0 2 は、符号語解読部 1 0 1 からの情報に基づいて、その並び順を把握し、その並び順からウェーブレット逆変換処理の順への並び替えを行う。

40

【 0 2 4 1 】

この伝送順の例を図 2 4 および図 2 5 に示す。図 2 4 および図 2 5 において、各係数ラインは、その伝送順に並べられている。図中上から下に向かう向きに時系列が示されている。つまり、図 2 4 および図 2 5 に示される各係数ラインは、図中上から順に伝送される。

【 0 2 4 2 】

図 2 4 A は、各分割レベルの係数ラインを低域成分から高域成分に向かう順に伝送する例を示している。図 2 4 B は、各分割レベルの係数ラインを高域成分から低域成分に向かう順に伝送する例を示している。図 2 5 A は、各分割レベルの係数ラインをウェーブレッ

50

ト変換処理された順のまま伝送する例を示している。図 2 5 B は、各分割レベルの係数ラインをウェーブレット逆変換処理された順に伝送する例を示している。

【 0 2 4 3 】

図 2 4 A、図 2 4 B、および図 2 5 A の場合、伝送順が、ウェーブレット逆変換処理の順と異なるので、係数ライン並び替え部 3 0 2 は、この伝送順を把握し、それをウェーブレット逆変換処理の順に並び替える。

【 0 2 4 4 】

図 2 5 B の場合、係数ライン並び替え部 3 0 2 は、並び替えを省略し、そのままの順で係数データを逆量子化部 2 0 4 に供給する。つまり、係数ライン読み出し部 3 1 2 は、各分割レベルの係数ラインを、係数ライン並び替えバッファ 3 1 1 に保持された順に読み出し、逆量子化部 2 0 4 に供給する。

【 0 2 4 5 】

なお、上述したように、選択部 2 1 1 の選択により符号ラインの並びは変化しない。したがって、上述したどの場合であっても、係数ライン並び替えバッファ 3 1 1 は、サブバンド・ライン選択部 2 0 2 により選択された分割レベルの係数ラインによらず（生成する復号画像の解像度によらず）、同様の方法で係数データの並び替えを行うことができる。

【 0 2 4 6 】

[処理の流れ]

以上のような画像復号装置 3 0 0 の各部により実行される復号処理の流れの例を、図 2 6 のフローチャートを参照して説明する。なお、この復号処理は、1 ピクチャ分の画像に対応する符号化データ毎に実行される。

【 0 2 4 7 】

この画像復号装置 3 0 0 の場合も、画像復号処理は、基本的に、図 2 1 のフローチャートを参照して説明した画像復号装置 2 0 0 の場合と同様に実行される。

【 0 2 4 8 】

すなわち、画像復号装置 3 0 0 の各部は、ステップ S 3 0 1 乃至ステップ S 3 0 7 の各処理を、図 2 1 のステップ S 2 0 1 乃至ステップ S 2 0 7 の各処理と同様に実行する。

【 0 2 4 9 】

ステップ S 3 0 8 において、係数ライン並び替え部 3 0 2 は、係数データをウェーブレット逆変換の順に並び替える。

【 0 2 5 0 】

画像復号装置 3 0 0 の各部は、ステップ S 3 0 9 乃至ステップ S 3 1 1 の各処理を、図 2 1 のステップ S 2 0 8 乃至ステップ S 2 1 0 の各処理と同様に実行する。

【 0 2 5 1 】

以上のように、復号処理を実行することにより、画像復号装置 3 0 0 は、画像が符号化された符号化データを低遅延かつスケーラブルに復号することができる。

【 0 2 5 2 】

なお、画像復号装置 3 0 0 において、係数ライン並び替え部 3 0 2 の位置は、ウェーブレット逆変換部 2 0 5 より前の位置であればよい。例えば、サブバンド・ライン選択部 2 0 2 とエントロピ復号部 2 0 3 との間に係数ライン並び替え部 3 0 2 を設けるようにしてもよいし、逆量子化部 2 0 4 とウェーブレット逆変換部 2 0 5 との間に係数ライン並び替え部 3 0 2 を設けるようにしてもよい。

【 0 2 5 3 】

< 3 . 第 3 の実施の形態 >

[システムの構成]

第 1 の実施の形態で説明した画像符号化装置 1 0 0 と、画像復号装置 2 0 0 （若しくは、第 2 の実施の形態で説明した画像復号装置 3 0 0 ）との適用例について説明する。図 2 7 は、入力画像を符号化して伝送し、その符号化データを伝送先で復号し、得られた復号画像を出力する画像伝送システムの構成例を示す図である。

【 0 2 5 4 】

画像伝送システム４００は、画像をより低遅延に伝送するシステムである。画像伝送システム４００は、ネットワーク４０２を介して接続される送信装置４０１および受信装置４０３を有する。

【０２５５】

送信装置４０１は、入力画像を、ネットワーク４０２を介して受信装置４０３に送信する装置である。送信装置４０１は、効率よく画像を伝送するために、画像データを符号化し、その符号化データを受信装置４０３に送信する。

【０２５６】

送信装置４０１は、符号化部４１１、パケタイズ処理部４１２、および送信部４１３を有する。

【０２５７】

符号化部４１１は、入力画像を符号化し、符号化データを出力する。符号化部４１１には、第１の実施の形態において説明した画像符号化装置１００が適用される。つまり、符号化部４１１は、画像符号化装置１００と同様の構成を有し、同様の処理を行う。

【０２５８】

パケタイズ処理部４１２は、符号化部４１１から出力される符号化データ（コードストリーム）をパケット化する。送信部４１３は、パケタイズ処理部４１２により生成されたパケットを、ネットワーク４０２を介して受信部４２１に送信する。

【０２５９】

ネットワーク４０２は、例えばインターネットや無線LAN等に代表される任意の通信網であり、送信装置４０１から受信装置４０３に伝送される符号化データの伝送路である。ネットワーク４０２の構成は任意であり、複数のネットワークの集合により構成されてもよいし、その一部または全部が、有線または無線のいずれにより構成されるようにしてもよい。

【０２６０】

受信装置４０３は、ネットワーク４０２を介して送信装置４０１から供給されるパケットを受信し、そのパケットに含まれる符号化データを復号し、復号画像を生成し、出力する装置である。

【０２６１】

受信装置４０３は、受信部４２１、デパケタイズ処理部４２２、および復号部４２３を有する。

【０２６２】

受信部４２１は、送信装置４０１の送信部４１３に対応する処理を行い、送信部４１３からネットワークを介して供給されるパケットを受信する処理を行う。

【０２６３】

デパケタイズ処理部４２２は、受信部４２１において受信されたパケットをデパケタイズし、符号化データを抽出する。

【０２６４】

復号部４２３は、デパケタイズ処理部４２２により抽出された符号化データを復号し、復号画像を出力する。復号部４２３には、第１の実施の形態において説明した画像復号装置２００（若しくは、第２の実施の形態において説明した画像復号装置３００）が適用される。つまり、復号部４２３は、画像復号装置２００（若しくは画像復号装置３００）と同様の構成を有し、同様の処理を行う。

【０２６５】

このように、復号部４２３として画像復号装置２００を適用することにより、受信装置４０３は、符号化データを低遅延かつスケーラブルに復号することができる。また、係数ライン並び替え部３０２を有する画像復号装置３００を復号部４２３として適用することにより、受信装置４０３は、より多様な画像符号化装置に対して、符号化データを低遅延かつスケーラブルに復号することができる。

【０２６６】

10

20

30

40

50

< 4 . 第 4 の実施の形態 >

[パーソナルコンピュータ]

上述した一連の処理は、ハードウェアにより実行させることもできるし、ソフトウェアにより実行させることもできる。この場合、例えば、図 2 8 に示されるようなパーソナルコンピュータとして構成されるようにしてもよい。

【 0 2 6 7 】

図 2 8 において、パーソナルコンピュータ 5 0 0 の CPU 5 0 1 は、ROM (Read Only Memory) 5 0 2 に記憶されているプログラム、または記憶部 5 1 3 から RAM (Random Access Memory) 5 0 3 にロードされたプログラムに従って各種の処理を実行する。RAM 5 0 3 にはまた、CPU 5 0 1 が各種の処理を実行する上において必要なデータなども適宜記憶される。

10

【 0 2 6 8 】

CPU 5 0 1、ROM 5 0 2、および RAM 5 0 3 は、バス 5 0 4 を介して相互に接続されている。このバス 5 0 4 にはまた、入出力インタフェース 5 1 0 も接続されている。

【 0 2 6 9 】

入出力インタフェース 5 1 0 には、キーボード、マウスなどよりなる入力部 5 1 1、CRT (Cathode Ray Tube) や LCD (Liquid Crystal Display) などよりなるディスプレイ、並びにスピーカなどよりなる出力部 5 1 2、ハードディスクなどより構成される記憶部 5 1 3、モデムなどより構成される通信部 5 1 4 が接続されている。通信部 5 1 4 は、インターネットを含むネットワークを介しての通信処理を行う。

20

【 0 2 7 0 】

入出力インタフェース 5 1 0 にはまた、必要に応じてドライブ 5 1 5 が接続され、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、或いは半導体メモリなどのリムーバブルメディア 5 2 1 が適宜装着され、それらから読み出されたコンピュータプログラムが、必要に応じて記憶部 5 1 3 にインストールされる。

【 0 2 7 1 】

上述した一連の処理をソフトウェアにより実行させる場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、ネットワークや記録媒体からインストールされる。

【 0 2 7 2 】

この記録媒体は、例えば、図 2 8 に示されるように、装置本体とは別に、ユーザにプログラムを配信するために配布される、プログラムが記録されている磁気ディスク (フレキシブルディスクを含む)、光ディスク (CD-ROM (Compact Disc - Read Only Memory)、DVD (Digital Versatile Disc) を含む)、光磁気ディスク (MD (Mini Disc) を含む)、もしくは半導体メモリなどよりなるリムーバブルメディア 5 2 1 により構成されるだけでなく、装置本体に予め組み込まれた状態でユーザに配信される、プログラムが記録されている ROM 5 0 2 や、記憶部 5 1 3 に含まれるハードディスクなどで構成される。

30

【 0 2 7 3 】

なお、コンピュータが実行するプログラムは、本明細書で説明する順序に沿って時系列に処理が行われるプログラムであっても良いし、並列に、あるいは呼び出しが行われたとき等の必要なタイミングで処理が行われるプログラムであっても良い。

40

【 0 2 7 4 】

また、本明細書において、記録媒体に記録されるプログラムを記述するステップは、記載された順序に沿って時系列的に行われる処理はもちろん、必ずしも時系列的に処理されなくとも、並列的あるいは個別に実行される処理をも含むものである。

【 0 2 7 5 】

また、本明細書において、システムとは、複数のデバイス (装置) により構成される装置全体を表すものである。

【 0 2 7 6 】

また、以上において、1つの装置 (または処理部) として説明した構成を分割し、複数の装置 (または処理部) として構成するようにしてもよい。逆に、以上において複数の装

50

置（または処理部）として説明した構成をまとめて１つの装置（または処理部）として構成されるようにしてもよい。また、各装置（または各処理部）の構成に上述した以外の構成を付加するようにしてももちろんよい。さらに、システム全体としての構成や動作が実質的に同じであれば、ある装置（または処理部）の構成の一部を他の装置（または他の処理部）の構成に含めるようにしてもよい。つまり、本発明の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【符号の説明】

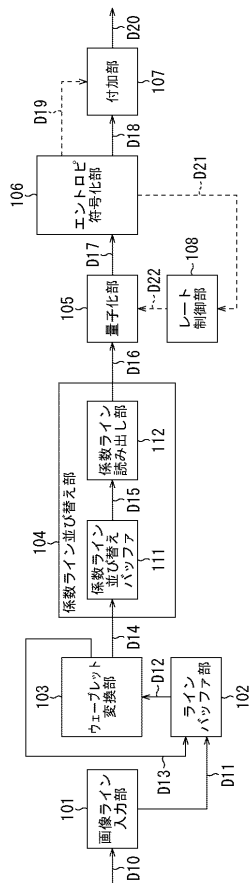
【 0 2 7 7 】

1 0 0 画像符号化装置, 1 0 1 画像ライン入力部, 1 0 2 ラインバッファ部
 , 1 0 3 ウェーブレット変換部, 1 0 4 係数ライン並び替え部, 1 0 5 量子
 化部, 1 0 6 エントロピ符号化部, 1 0 7 付加部, 1 0 8 レート制御部,
 1 1 1 係数ライン並び替えバッファ, 1 1 2 係数ライン読み出し部, 2 0 0 画
 像復号装置, 2 0 1 符号語解読部, 2 0 2 サブバンド・ライン選択部, 2 0 3
 エントロピ復号部, 2 0 4 逆量子化部, 2 0 5 ウェーブレット逆変換部, 2
 0 6 バッファ部, 2 1 1 選択部, 2 1 2 保持部, 3 0 0 画像復号装置,
 3 0 1 符号語解読部, 3 0 2 係数ライン並び替え部, 3 1 1 係数ライン並び替
 えバッファ, 3 1 2 係数ライン読み出し部

10

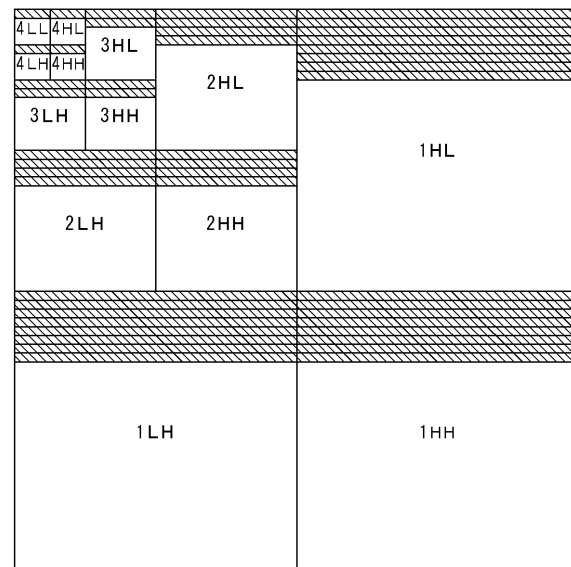
【 図 1 】

图1



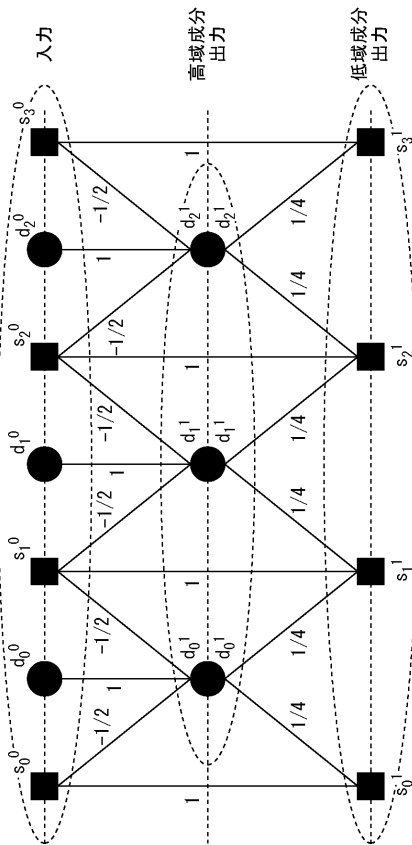
【圖 2】

图2



【図 3】

図3

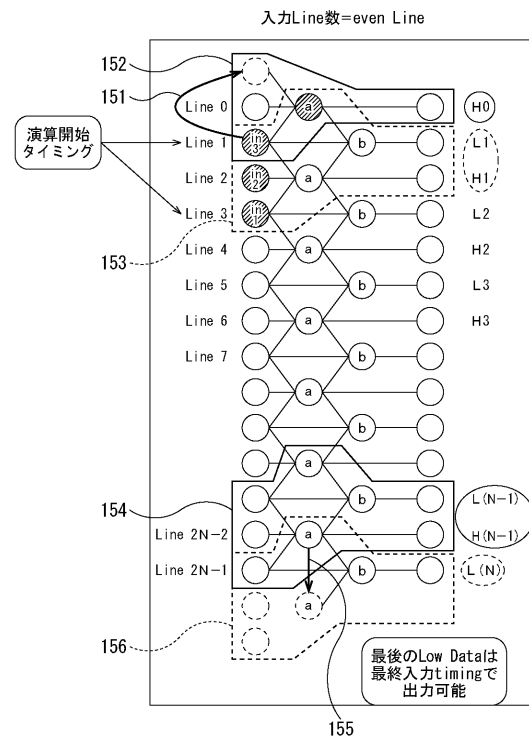


$$d_i^1 = d_i^0 - 1/2(s_i^0 + s_{i+1}^0) : \text{高域成分出力}$$

$$s_i^1 = s_i^0 + 1/4(d_{i-1}^1 + d_i^1) : \text{高域成分出力}$$

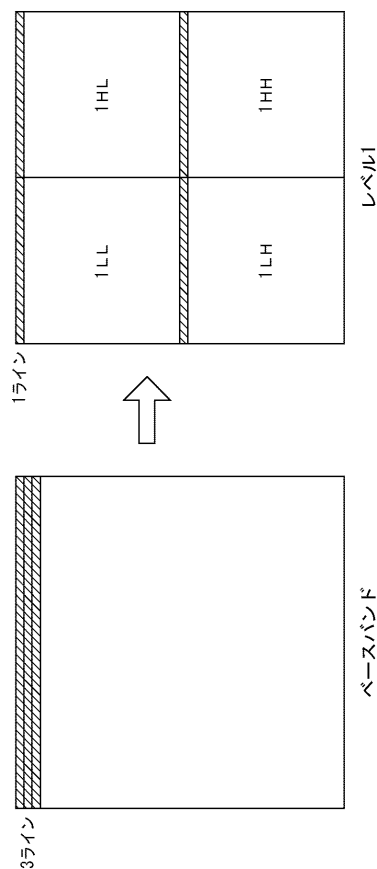
【図 4】

図4



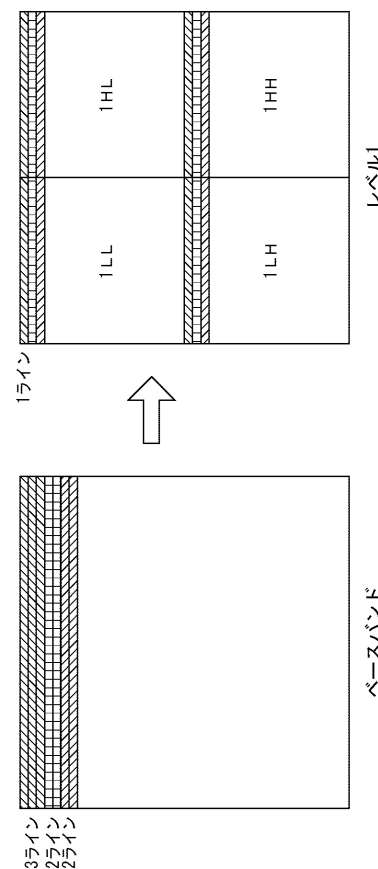
【図 5】

図5



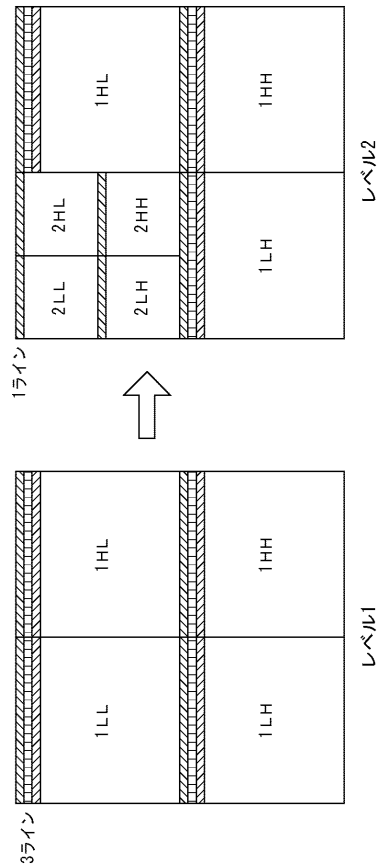
【図 6】

図6



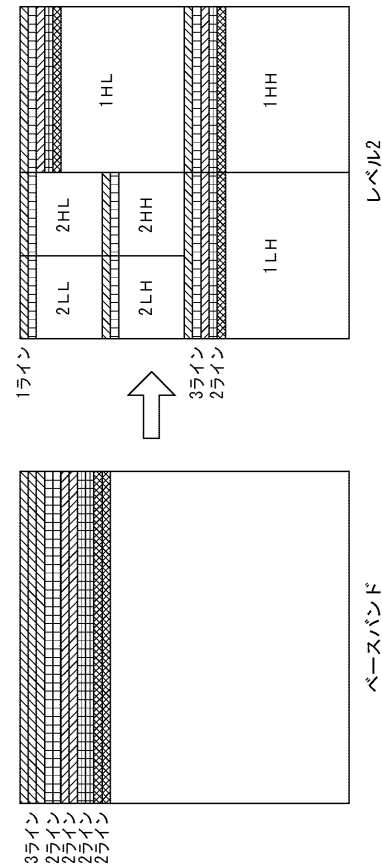
【図 7】

図7



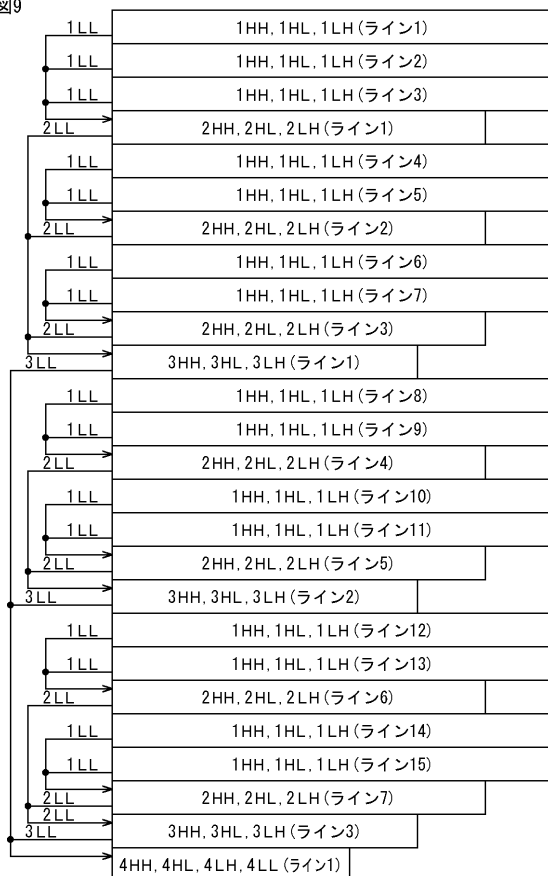
【図 8】

図8



【図 9】

図9



【図 10】

図10

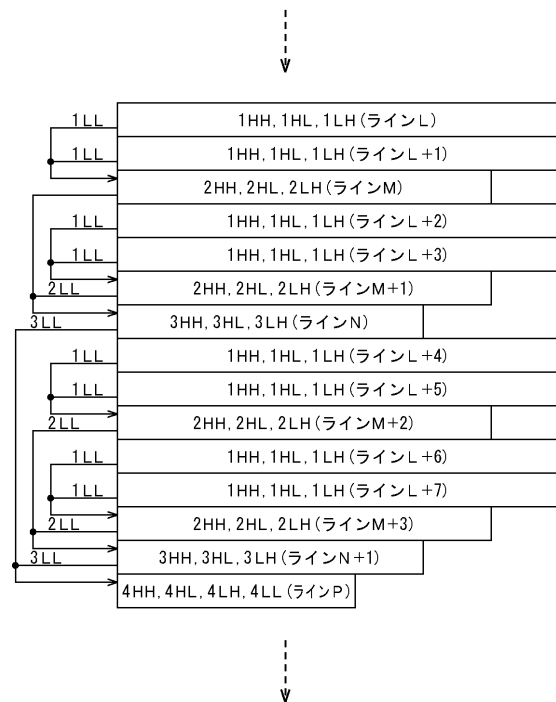


图11

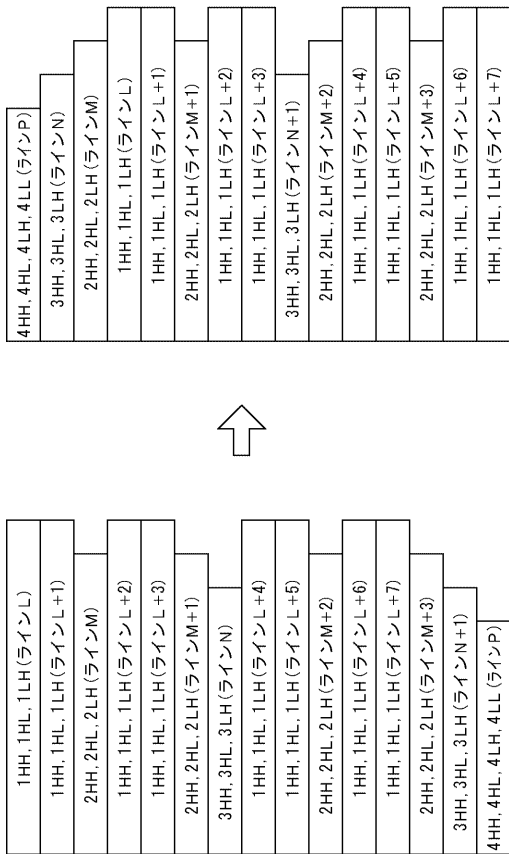


图12

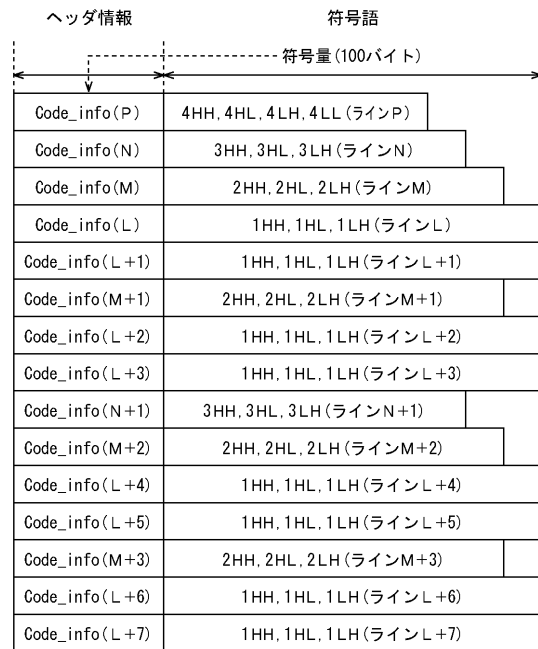


図13

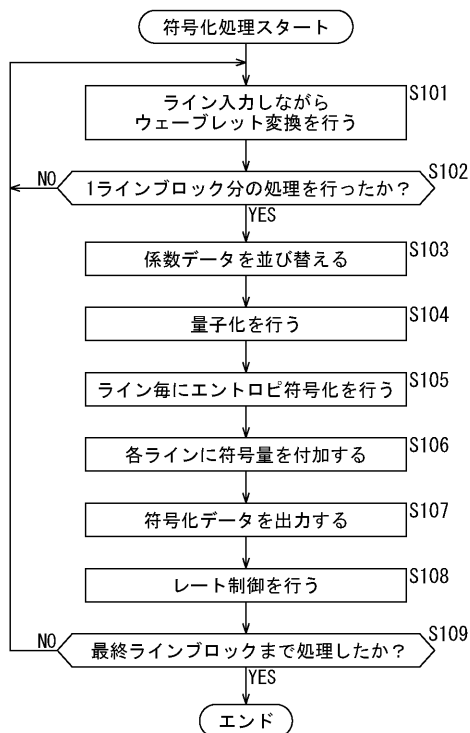
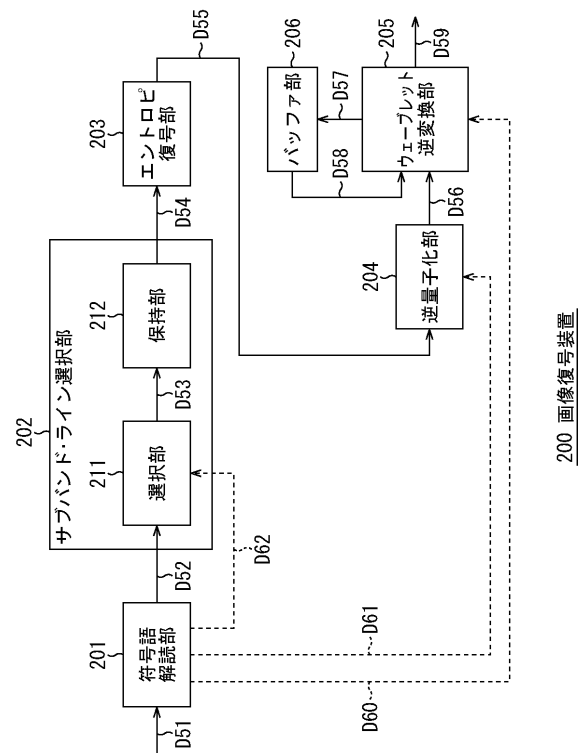
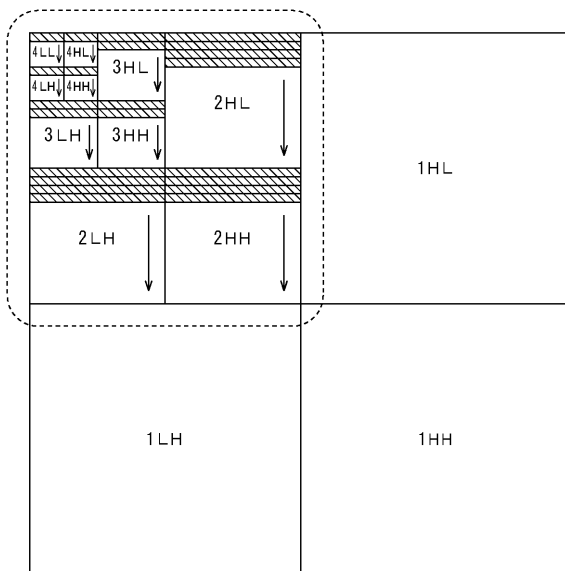


图14



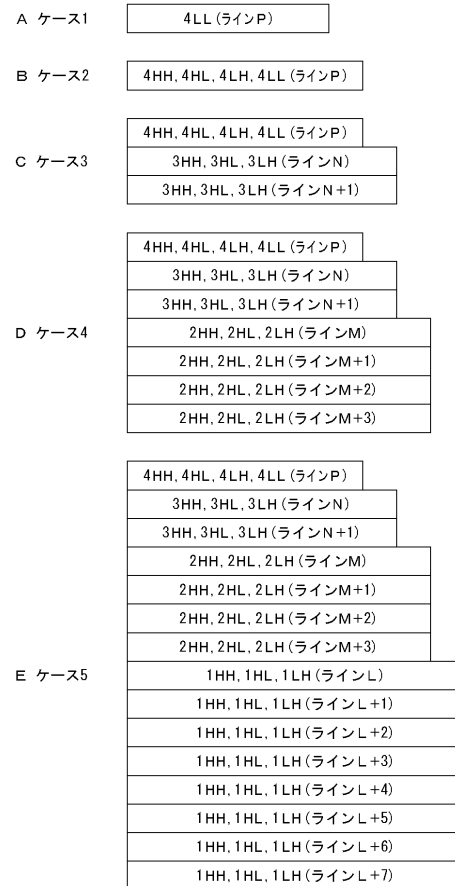
【図 15】

図15



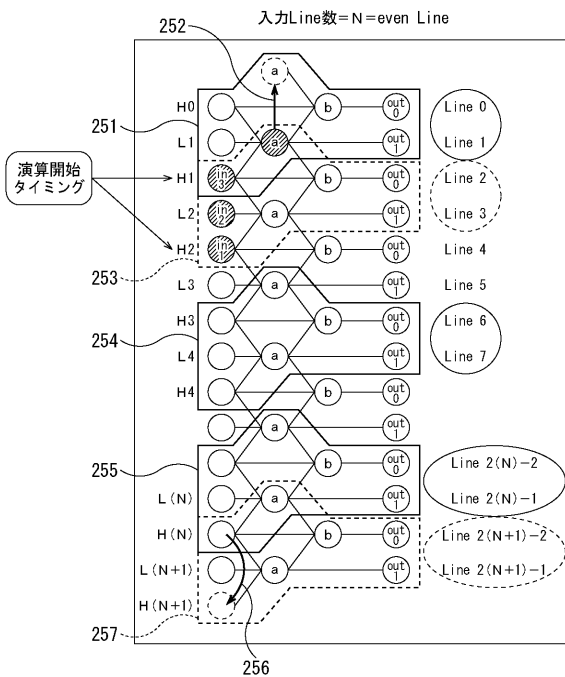
【図 16】

図16



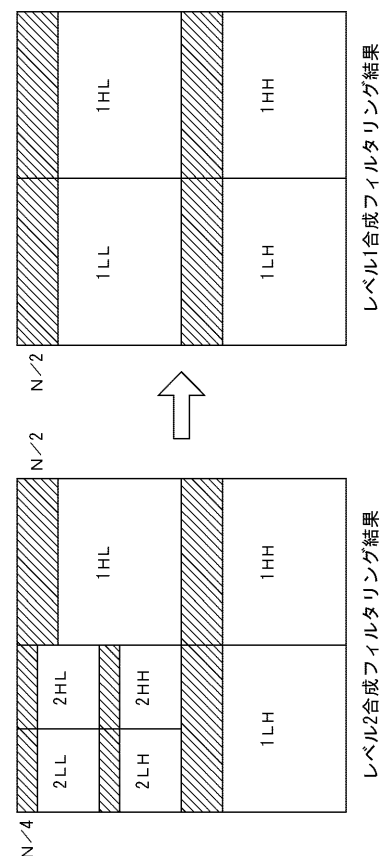
【図 17】

図17



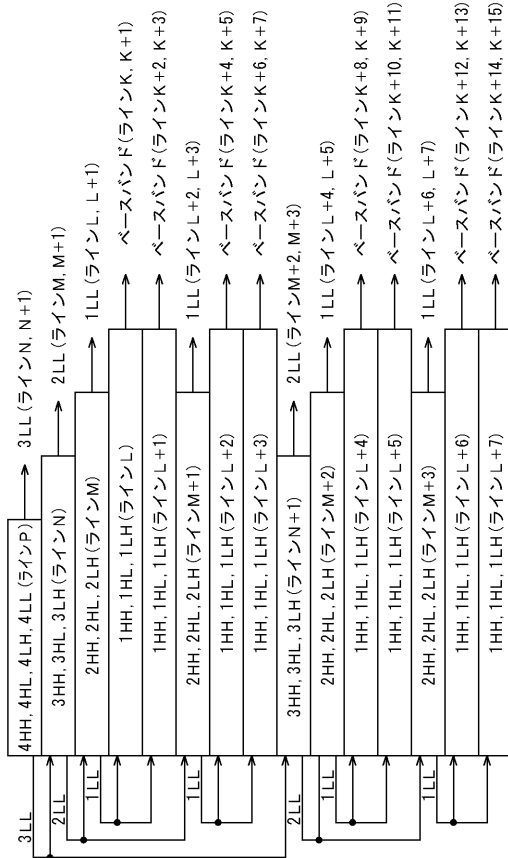
【図 18】

図18



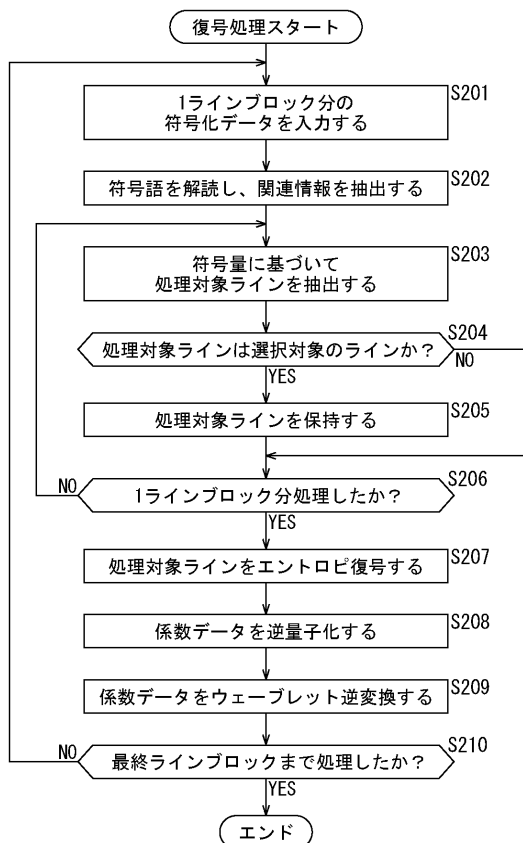
【図 19】

図19



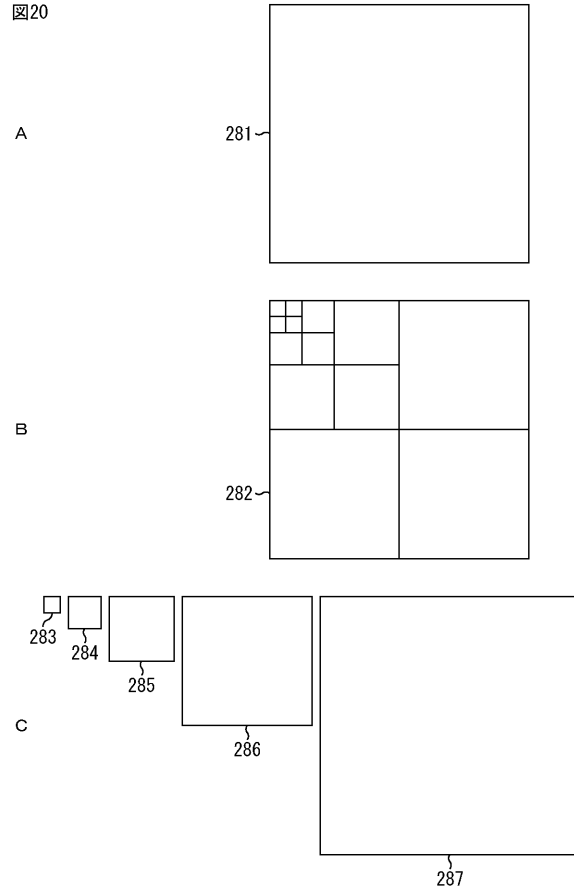
【図 21】

図21



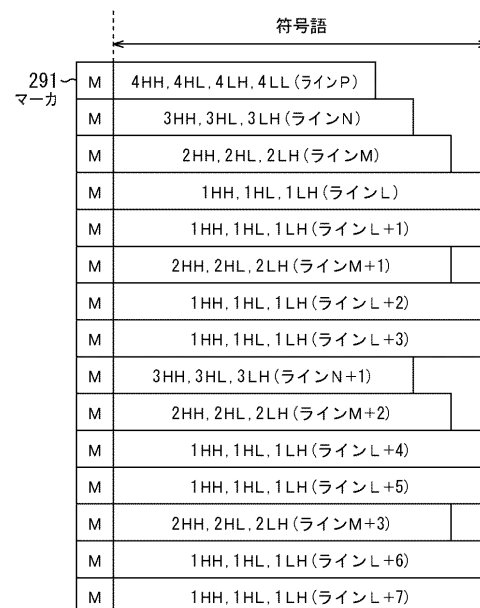
【図 20】

図20

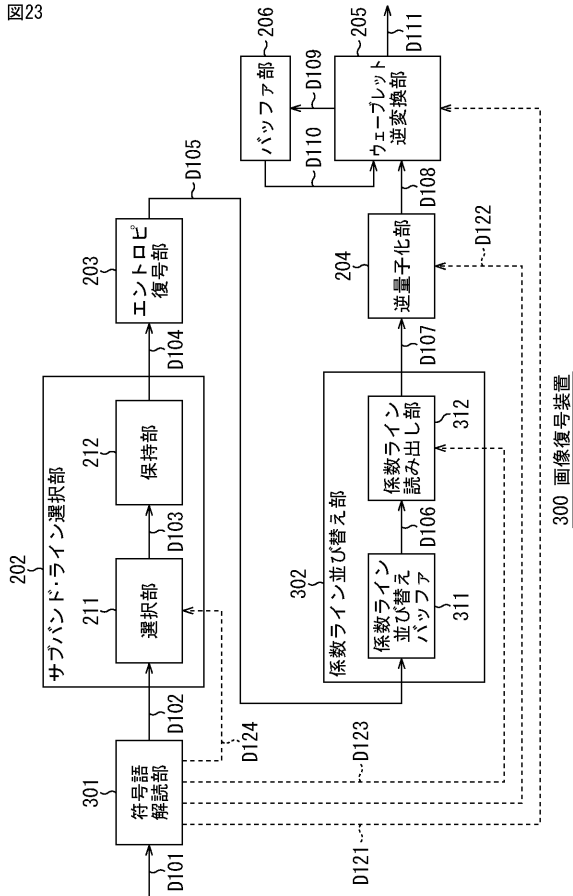


【図 22】

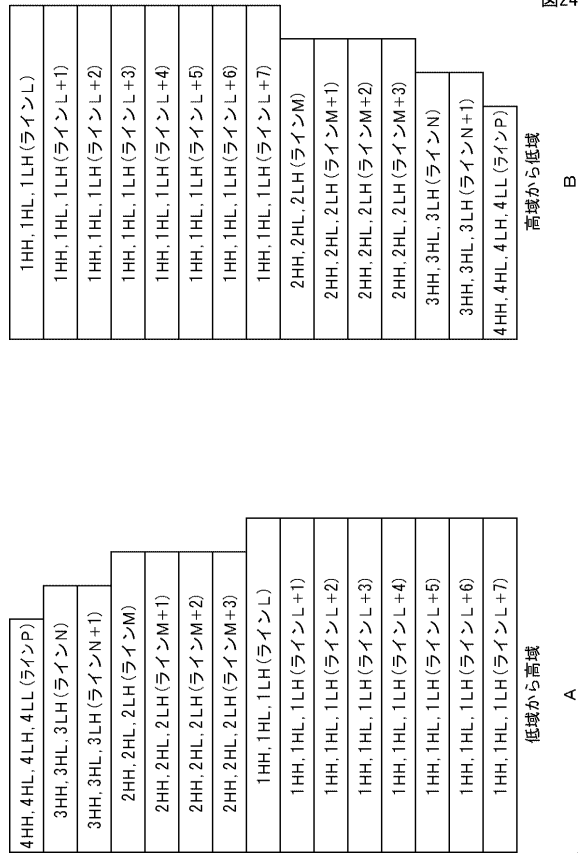
図22



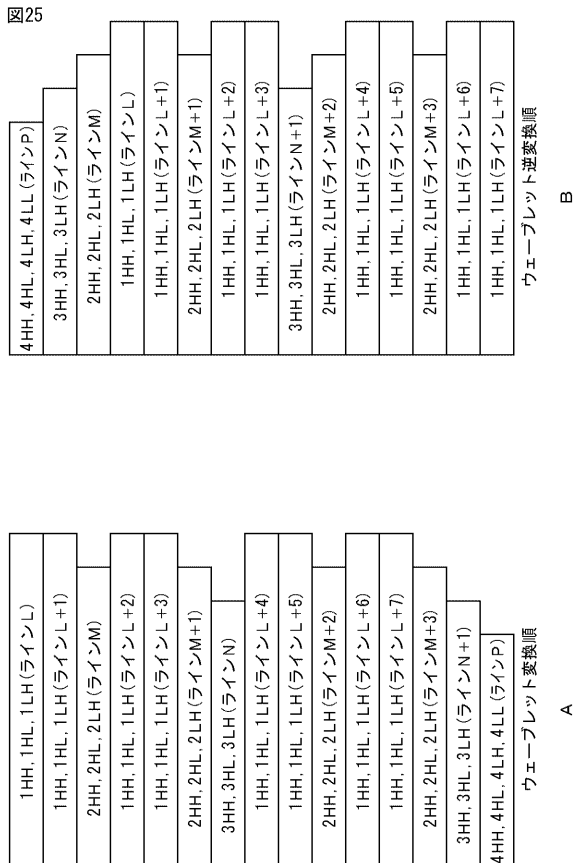
【図 2 3】



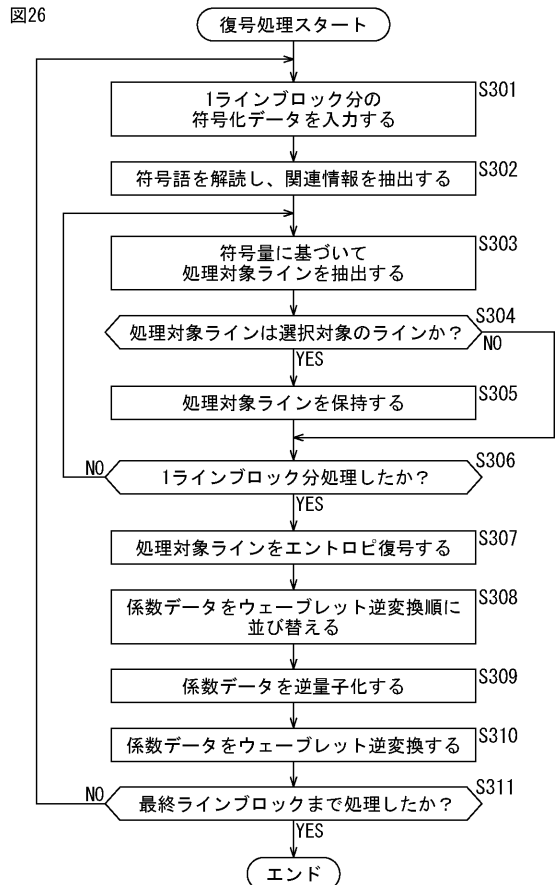
【図 2 4】



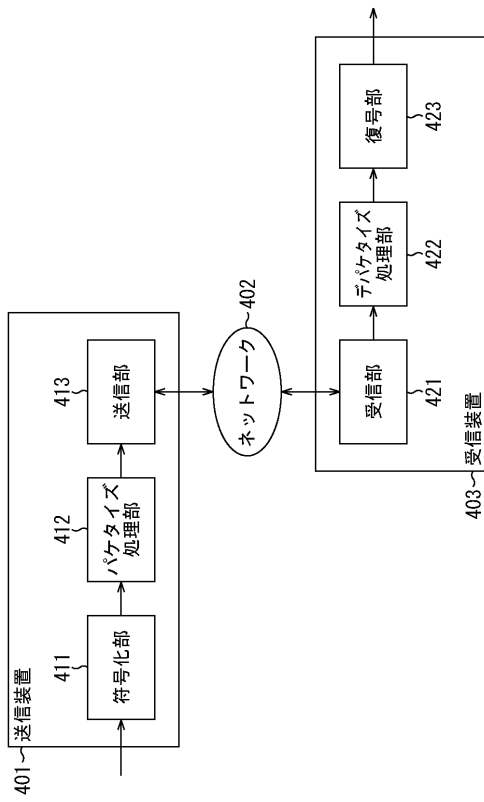
【図 2 5】



【図 2 6】

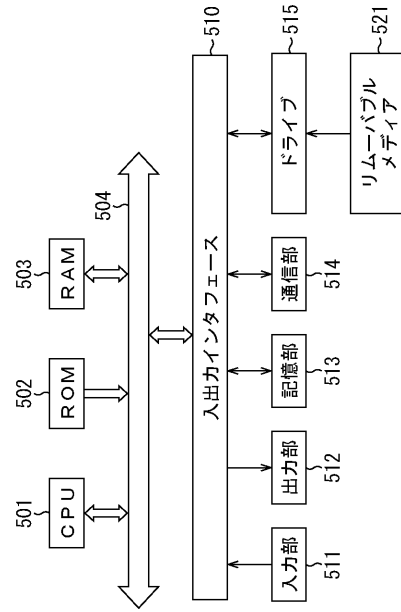


【図 27】
図27



400 画像伝送システム

【図 28】
図28



500 パーソナルコンピュータ

フロントページの続き

(72)発明者 稲垣 亜奈

神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 1 3 4 番地 ソニー・エルエスアイ・デザイン株式会社内

Fターム(参考) 5C178 AC07 BC62 BC78 CC69 DC08 GC02