

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-129944

(P2012-129944A)

(43) 公開日 平成24年7月5日(2012.7.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04N 7/32 (2006.01)	H04N 7/137 Z	5C159
H04N 1/41 (2006.01)	H04N 1/41 B	5C178
H03M 7/36 (2006.01)	H03M 7/36	5J064

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号	特願2010-282112 (P2010-282112)	(71) 出願人	308036402
(22) 出願日	平成22年12月17日 (2010.12.17)		株式会社 JVCケンウッド
			神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
		(74) 代理人	100105924
			弁理士 森下 賢樹
		(72) 発明者	安藤 一郎
			神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地
		Fターム(参考)	5C159 KK13 KK61 MA00 MA01 MC11
			MC38 ME01 PP04 TA17 TA74
			TC02 TC42 TD02 TD09 UA02
			UA05 UA33
			5C178 BC05 BC26 BC41 BC65 BC91
			CC55
			最終頁に続く

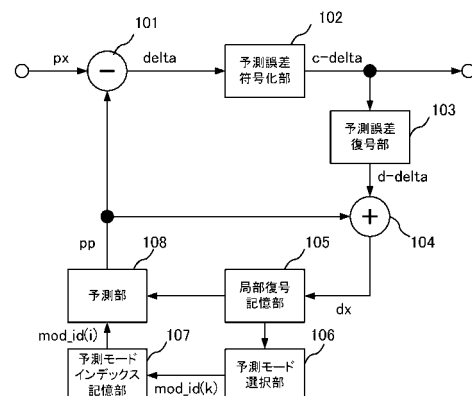
(54) 【発明の名称】 動画像符号化装置、動画像符号化方法及び動画像符号化プログラム

(57) 【要約】

【課題】 より多くの予測モードから選択したり、予測モードの選択に係る演算量を増加させることのできる技術を提供する。

【解決手段】 予測モード選択部106は、符号化対象画素の符号化に先行して、符号化対象画素を含むラインよりも符号化順において少なくとも一つ前のラインの画素の局部復号値を用いて、所定の条件式にしたがって、符号化対象画素の符号化に用いる予測モードを選択し、選択された予測モードに対応する予測モードインデックスを求める。予測モードインデックス記憶部107は予測モードインデックスを保持する。予測部108は、予測モードインデックス記憶部107から読み出した符号化対象画素の予測モードインデックスに基づき、複数の隣接画素の局部復号値を用いて、符号化対象画素の予測値を生成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

符号化対象画素の符号化に先行して、符号化対象画素を含むラインよりも符号化順において少なくとも一つ前のラインの画素の局部復号値を用いて、所定の条件式にしたがって、符号化対象画素の符号化に用いる予測モードを選択し、選択された予測モードに対応する予測モードインデックスを求める予測モード選択部と、

予測モードインデックスを保持する予測モードインデックス記憶部と、

予測モードインデックス記憶部から読み出した符号化対象画素の予測モードインデックスに基づき、複数の隣接画素の局部復号値を用いて、符号化対象画素の予測値を生成する予測部と、

符号化対象画素の予測値を符号化対象画素値から減算して得られる予測誤差値を符号化する予測誤差符号化部とを備えることを特徴とする動画像符号化装置。

【請求項 2】

前記予測モード選択部は、前記一つ前のラインとさらに一つ前のラインの画素についての水平または垂直方向の差分に関する条件式にしたがって前記予測モードを選択することを特徴とする請求項 1 に記載の動画像符号化装置。

【請求項 3】

前記予測モード選択部は、さらに、前記一つ前のラインとさらに一つ前のラインの画素についての斜め方向の差分に関する条件式にしたがって前記予測モードを選択することを特徴とする請求項 2 に記載の動画像符号化装置。

【請求項 4】

符号化対象画素の符号化に先行して、符号化対象画素を含むラインよりも符号化順において少なくとも一つ前のラインの画素の局部復号値を用いて、所定の条件式にしたがって、符号化対象画素の符号化に用いる予測モードを選択し、選択された予測モードに対応する予測モードインデックスを求めるステップと、

予測モードインデックスをメモリに保持するステップと、

メモリから読み出した符号化対象画素の予測モードインデックスに基づき、複数の隣接画素の局部復号値を用いて、符号化対象画素の予測値を生成するステップと、

符号化対象画素の予測値を符号化対象画素値から減算して得られる予測誤差値を符号化するステップとを備えることを特徴とする動画像符号化方法。

【請求項 5】

符号化対象画素の符号化に先行して、符号化対象画素を含むラインよりも符号化順において少なくとも一つ前のラインの画素の局部復号値を用いて、所定の条件式にしたがって、符号化対象画素の符号化に用いる予測モードを選択し、選択された予測モードに対応する予測モードインデックスを求める機能と、

予測モードインデックスをメモリに保持する機能と、

メモリから読み出した符号化対象画素の予測モードインデックスに基づき、複数の隣接画素の局部復号値を用いて、符号化対象画素の予測値を生成する機能と、

符号化対象画素の予測値を符号化対象画素値から減算して得られる予測誤差値を符号化する機能をコンピュータに実現させることを特徴とする動画像符号化プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、動画像の符号化技術に関し、特に画素間予測符号化を利用した動画像の符号化技術に関する。

【背景技術】

【0002】

画像を効率よく蓄積伝送するために、画面内の相関性に着目して情報量を削減する圧縮符号化が用いられる。例えば、ISO/IEC 10918-1（通称 JPEG）や ISO/IEC 14495-1（通称 JPEG-L S）に基づく符号化方式等が知られてい

10

20

30

40

50

る。J P E G方式は、 8×8 画素のブロックごとに離散コサイン変換（D C T ; Discrete Cosine Transform）して、重み付け量子化したD C T係数を可変長符号化することで情報量を削減する。一方、J P E G - L S方式は、画素ごとに、隣接する複数の局部復号画素を用いて予測値を求め、予測誤差を量子化して可変長符号化することで情報量を削減する。

【0003】

画素ごとに、隣接する複数の局部復号画素を用いて予測値を求め、予測誤差を符号化する方式は、一般にD P C M（Differential Pulse Code Modulation）方式と呼ばれ、 8×8 画素D C Tを用いるJ P E G方式に比べて比較的小さな実装規模で実現できるという特徴がある。

10

【0004】

非特許文献1には、J P E G - L S方式として、複数の隣接画素から、所定の条件式により複数の予測モードからひとつを選択して、選択した予測モードに基づき、複数の隣接画素からひとつの画素値を選択、もしくは、所定の演算により、予測値を求める方式が記載されている。符号化側と復号側で、同一の条件式により、複数の予測モードからひとつを選択して、予測値を求めることで、選択した予測モードの情報を符号化する必要がなく、効率的に符号化することができる。

【0005】

一般に、予測符号化では、概ね予測誤差は小さいことを前提として、小さな予測誤差を大きな予測誤差より細かに量子化する非線形量子化を用いたり、小さな予測誤差に大きな予測誤差より短い符号を割当てて可変長符号化を用いたりする。これにより、符号化歪低減による画質の向上や、符号化効率の向上を図る。したがって、予測モードを適切に選ぶことで予測誤差を小さくすることが重要となる。

20

【0006】

このため、非特許文献2のように、水平・垂直エッジだけでなく、左斜め・右斜めエッジを判定して、判定結果に応じた方法で予測値を算出して、符号化や復号する方式も考案されている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献1】"LOCO-I: a low complexity, context-based, lossless image compression algorithm", IEEE Data compression conference, March-April 1996.

【非特許文献2】"Gradient Based Predictive Coding for Lossless Image Compression", IEICE TRANS. INFO&SYST. VOL.E89-D, NO.7, JULY 2006.

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

非特許文献1や非特許文献2に記載するような予測方式を用いて、例えば、ある程度の符号化歪を視覚上許容可能として、予測誤差を量子化する場合には、予測モードの選択、及び、予測値を求める際に、隣接画素を用いると、符号化側と復号側で、異なる結果を生じる。この場合、隣接局部復号画素を用いる。これにより、予測誤差を量子化する場合においても、選択した予測モードの情報を符号化する必要がなく、効率的に符号化することができる。すなわち、符号化対象画素に隣接する局部復号画素を用いて、予測モードを選択して、選択した予測モードに基づき予測値を設定して、予測誤差を求めて符号化するとともに、局部復号して局部復号画素値をメモリに保持する。

40

【0009】

ここで、予測モードの選択、及び、選択した予測モードに基づく予測値の設定に用いる局部復号画素には、直前に符号化した左隣の画素が含まれる。このため、画素ごとに、予測モードの選択に係る演算、選択した予測モードに基づく予測値の算出に係る演算、予測値に基づく予測誤差の算出に係る演算、予測誤差に基づく量子化と逆量子に係る演算、予

50

測値と逆量子化値に基づく局部復号値の算出に係る演算等を、次の画素を処理する前までに、順次実行して完了させる必要がある。左隣画素の局部復号値を予測モードの選択、及び、予測値の算出に用いるため、いずれの演算処理も、独立に並列処理することができない。

【0010】

動画像を符号化するには、画素ごとの一連の多くの演算を、非常に短時間で処理する必要がある。例えば、画面サイズ1920x1080、フレームレート30Hzの動画像において、画素あたり約13.4[nsec]で処理する必要がある。一連の多くの演算を順次、短時間で処理するためには、高速な演算器が必要となり、符号化装置や復号装置の実用化コストを増大させたり、実用化を困難にさせたりする。また、より予測誤差が小さくなるように、多くの予測モードから選択したり、予測モードの選択に係る演算量を増加させたりすると、更に、非常に高速な演算器が必要となる。

10

【0011】

例えば、非特許文献1では、条件式に基づき、水平・垂直エッジを検出して、3つの予測モードからひとつを選択する。非特許文献2では、条件式に基づき、水平・垂直エッジ、左斜め・右斜めエッジを検出して、4つの予測モードからひとつを選択する。予測モードが多くなると選択に係る演算量が増加する。このため、更に高速な演算器が求められ、符号化装置や復号装置を動画像に適用するには、実用化で大きな課題となる。

【0012】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、より多くの予測モードから選択したり、予測モードの選択に係る演算量を増加させることのできる技術を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記課題を解決するために、本発明のある態様の動画像符号化装置は、符号化対象画素の符号化に先行して、符号化対象画素を含むラインよりも符号化順において少なくとも一つ前のラインの画素の局部復号値を用いて、所定の条件式にしたがって、符号化対象画素の符号化に用いる予測モードを選択し、選択された予測モードに対応する予測モードインデックスを求める予測モード選択部(106)と、予測モードインデックスを保持する予測モードインデックス記憶部(107)と、予測モードインデックス記憶部(107)から読み出した符号化対象画素の予測モードインデックスに基づき、複数の隣接画素の局部復号値を用いて、符号化対象画素の予測値を生成する予測部(108)と、符号化対象画素の予測値を符号化対象画素値から減算して得られる予測誤差値を符号化する予測誤差符号化部(102)とを備える。

30

【0014】

本発明の別の態様は、動画像符号化方法である。この方法は、符号化対象画素の符号化に先行して、符号化対象画素を含むラインよりも符号化順において少なくとも一つ前のラインの画素の局部復号値を用いて、所定の条件式にしたがって、符号化対象画素の符号化に用いる予測モードを選択し、選択された予測モードに対応する予測モードインデックスを求めるステップと、予測モードインデックスをメモリに保持するステップと、メモリから読み出した符号化対象画素の予測モードインデックスに基づき、複数の隣接画素の局部復号値を用いて、符号化対象画素の予測値を生成するステップと、符号化対象画素の予測値を符号化対象画素値から減算して得られる予測誤差値を符号化するステップとを備える。

40

【0015】

なお、以上の構成要素の任意の組合せ、本発明の表現を方法、装置、システム、記録媒体、コンピュータプログラムなどの間で変換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

【0016】

50

本発明によれば、高速な演算器を用いなくとも、より多くの予測モードから選択したり、予測モードの選択に係る演算量を増加させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】実施の形態に係る動画像符号化装置の構成を示すブロック図である。

【図2】J P E G - L S方式で用いる画素の予測方法を説明する図である。

【図3】本実施の形態における符号化対象画素の第1の予測アルゴリズムを説明する図である。

【図4】図4(a)～図4(d)は、現画素周辺に水平エッジがある場合について、第1の予測アルゴリズムの動作を説明する図である。

10

【図5】図5(a)～図5(d)は、現画素周辺に垂直エッジがある場合について、第1の予測アルゴリズムの動作を説明する図である。

【図6】本実施の形態における符号化対象画素の第2の予測アルゴリズムを説明する図である。

【図7】図7(a)～図7(d)は、現画素周辺に水平エッジがある場合について、第2の予測アルゴリズムの動作を説明する図である。

【図8】図8(a)～図8(d)は、現画素周辺に垂直エッジがある場合について、第2の予測アルゴリズムの動作を説明する図である。

【図9】図9(a)～図9(d)は、現画素周辺に左斜めエッジがある場合について、第2の予測アルゴリズムの動作を説明する図である。

20

【図10】図10(a)～図10(d)は、現画素周辺に右斜めエッジがある場合について、第2の予測アルゴリズムの動作を説明する図である。

【図11】本実施の形態における符号化対象画素の第3の予測アルゴリズムを説明する図である。

【図12】図1の動画像符号化装置による画像符号化処理を説明するフローチャートである。

【図13】実施の形態に係る動画像復号装置の構成を示すブロック図である。

【図14】図13の動画像復号装置による画像復号処理を説明するフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

30

【0018】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0019】

図1は、実施の形態に係る動画像符号化装置の構成を示すブロック図である。動画像符号化装置は、減算部101、予測誤差符号化部102、予測誤差復号部103、加算部104、局部復号記憶部105、予測モード選択部106、予測モードインデックス記憶部107、および予測部108を備える。

【0020】

動画像符号化装置には、画像を構成する各画素を、最左上画素から右に、右端画素の次は1ライン下の左端画素から右へと、順次予測して符号化するように入力される。画素は、たとえば8ビットとする。

40

【0021】

減算部101は、入力された現画素値 p_x から、予測部108から供給される予測値 p_p を減算して、予測誤差値 $delt a$ を出力する。

【0022】

予測誤差符号化部102は、減算部101から供給される予測誤差値 $delt a$ を、例えば6ビットに非線形量子化して、予測誤差符号 $c-delt a$ を出力する。なお、予測誤差の符号化は、非線形量子化に限るものでなく、例えば、予測誤差値を線形量子化したり、予測誤差値やその量子化値を可変長符号化したりしてもよいし、その他の符号化方法を用いてもよい。

50

【0023】

予測誤差復号部103は、予測誤差符号化部102からの予測誤差符号 $c - delta$ を、逆量子化して、予測誤差復号値 $d - delta$ を出力する。

【0024】

加算部104は、予測誤差復号部103から供給される予測誤差復号値 $d - delta$ と、予測部108から供給される予測値 pp とを、加算して、現画素の局部復号値 dx を出力する。

【0025】

局部復号記憶部105は、加算部104から供給される局部復号値 dx を、後で（将来）符号化する画素を予測するため、少なくとも、局部復号値 dx を予測モードの選択や予測値の算出に用いる可能性のある、後で符号化する全ての画素を符号化するまでの期間、保持する。

10

【0026】

予測モード選択部106は、後で符号化する画素 k の予測モードを選択するため、複数の局部復号画素値を局部復号記憶部105から読み出して、予測アルゴリズムに応じた所定の条件式に基づき、選択する予測モードを示す予測モードインデックス $mod_id(k)$ を出力する。

【0027】

予測モードインデックス記憶部107は、予測モード選択部106から供給される、後で符号化する画素 k の予測モードインデックス $mod_id(k)$ を、少なくとも、対応する画素を符号化するまでの期間、保持する。

20

【0028】

予測部108は、現画素 i の予測モードインデックス $mod_id(i)$ を予測モードインデックス記憶部107から読み出して、 $mod_id(i)$ で特定された所定の予測モードで、局部復号記憶部105から読み出した複数の局部復号画素値を用いて、現画素 i の予測値 pp を求めて出力する。

【0029】

予測モード選択部106が、後で符号化する画素 k の予測モードを選択して、選択した予測モードを示す予測モードインデックス $mod_id(k)$ を予測モードインデックス記憶部107に保持する処理（「予測モード選択処理」と呼ぶ）と、予測部108が、現画素 i の予測モードインデックス $mod_id(i)$ を予測モードインデックス記憶部107から読み出して、 $mod_id(i)$ で特定された予測モードで現画素 i の予測値 pp を求める処理（「予測値算出処理」と呼ぶ）とは、並列に実行される。

30

【0030】

符号化対象画素である現画素の直前に符号化する画素の局部復号値を用いないようにすれば、予測モード選択部106による予測モード選択処理を、予測部108による予測値算出処理に先だって実行することが可能になり、予測モード選択処理と予測値算出処理の並列処理が可能である。

【0031】

より具体的には、予測モード選択部106は、予測部108による符号化対象画素である現画素の符号化に先行して、現画素を含むラインよりも符号化順において少なくとも一つ前のラインの画素の局部復号値を用いて、所定の条件式にしたがって、現画素の符号化に用いる予測モードを選択し、選択された予測モードを示す予測モードインデックスを出力する。

40

【0032】

なお、画像を符号化する際に、局部復号記憶部105と予測モードインデックス記憶部107は初期化する。これらの記憶部はメモリで構成される。例えば、局部復号記憶部105は、8ビット画素値の中間値である128に初期化する。予測モードインデックス記憶部107は、左隣の局部復号画素からの水平方向の予測モードを示す予測モードインデックスで初期化する。

50

【0033】

予測モード選択部106による予測モード選択処理について詳細に説明する。まず、比較のため、図2を参照して、従来のJ P E G - L S方式で用いる画素の予測方法を説明した後で、図3～図11を参照して、本実施の形態の予測モード選択部106による予測モード選択処理について説明する。

【0034】

図2は、J P E G - L S方式で用いる画素の予測方法を説明する図である。符号化対象画素 p_x に対して左、斜め上、真上に隣接する局部復号画素 p_{d01} 、 p_{d11} 、 p_{d12} の値を用いて、次の条件式に基づいて予測モード mod_id を選択する。

【0035】

$$\begin{aligned} & \text{if } (p_{d11} \geq \text{MAX}(p_{d01}, p_{d12})) & mod_id = 0 \\ & \text{else if } (p_{d11} \leq \text{MIN}(p_{d01}, p_{d12})) & mod_id = 1 \\ & \text{else} & mod_id = 2 \end{aligned} \quad (\text{式201})$$

【0036】

符号化対象画素 p_x の予測値 p_p は、予測モード mod_id にもとづいて次式により算出される。

【0037】

$$\begin{aligned} & \text{if } (mod_id == 0) & p_p = \text{MIN}(p_{d01}, p_{d12}) \\ & \text{else if } (mod_id == 1) & p_p = \text{MAX}(p_{d01}, p_{d12}) \\ & \text{else if } (mod_id == 2) & p_p = p_{d01} + p_{d12} - p_{d11} \end{aligned} \quad (\text{式202})$$

【0038】

ここで、 $\text{MIN}()$ は最小値を選択する演算、 $\text{MAX}()$ は最大値を選択する演算である。

【0039】

予測誤差 $delta$ は次式で得られる。

【0040】

$$delta = p_x - p_p \quad (\text{式203})$$

【0041】

(式202)で示すように、J P E G - L S方式の予測方法では、3つの予測モードに応じて、左隣の局部復号画素、上隣の局部復号画素、上隣と左隣と左上隣の局部復号画素からの算出値のいずれか選択して符号化対象画素を予測する。

【0042】

予測モードを決定する条件式である(式201)からわかるように、概ね、左隣の局部復号画素からの予測は、符号化対象画素周辺に水平エッジありと判定した場合に選択される。上隣の局部復号画素からの予測は、符号化対象画素周辺に垂直エッジありと判定した場合に選択される。また、上隣と左隣と左上隣の局部復号画素からの算出値による予測は、水平エッジも垂直エッジもないと判定した場合に選択される。

【0043】

図2に示したJ P E G - L S方式で用いる画素の予測方法では、符号化対象画素 p_x の直前に符号化された左隣の局部復号画素 p_{d01} を利用して符号化対象画素 p_x の予測モードを決定している。すぐ左に隣接する局部復号画素 p_{d01} は、符号化対象画素 p_x の符号化を開始する時点でないとは得られない。そのため、すぐ左の隣接局部復号画素を利用する予測方法では、予測モード選択処理の後に予測値算出処理を逐次的に実行する必要があり、予測モード選択処理と予測値算出処理とを並列に実行することはできない。

【0044】

そこで、本実施の形態では、符号化対象画素 p_x の直前に符号化された左隣の局部復号画素 p_{d01} を使わずに、符号化対象画素 p_x を含むラインよりも符号化順で少なくとも一つ前のラインの局部復号画素を用いて、符号化対象画素 p_x の予測モードを選択する。

【0045】

図3は、本実施の形態における符号化対象画素の第1の予測アルゴリズムを説明する図である。図3では、符号化対象画素である現画素 p_x に対して、予測モードに応じて左隣の局部復号画素 p_{d01} 、または、上隣の局部復号画素 p_{d12} を選択して予測値とする。どちらの局部復号画素を選択するかは、現画素 p_x を含むラインよりも符号化順で一つ前および二つ前のラインにある局部復号画素 p_{d11} 、 p_{d12} 、 p_{d22} を用いた下記の条件式（式301）～（式303）で決まる予測モードインデックス mod_id に従って決められる。

【0046】

第1の予測アルゴリズムでは、予測モードの選択において、非特許文献1や非特許文献2に記載され図2で説明した従来の予測方法のように、現画素 p_x の左隣の局部復号画素 p_{d01} は用いず、現画素 p_x を含むラインよりも符号化順で一つ前および二つ前のラインにある局部復号画素 p_{d11} 、 p_{d12} 、 p_{d22} を用いる。これにより、左隣の局部復号画素 p_{d01} の算出が終わる前、言い換えれば、現画素 p_x の符号化を開始する前に、先行して現画素 p_x の符号化に用いる予測モードを選択し、予測モードインデックス mod_id を求めることができる。例えば、局部復号画素 p_{d12} の算出が終わった後、次の局部復号画素 p_{d13} に対する一連の予測符号化に係る処理と並列に、現画素 p_x の符号化に用いる予測モードの選択処理を実行することができる。

【0047】

現画素 p_x の符号化に用いる予測モードの選択処理は、現画素 p_x の符号化を開始する前に完了すればよいので、予測モードを決定する条件式に用いられる局部復号画素 p_{d11} 、 p_{d12} 、 p_{d22} の算出が終わった後で、かつ、現画素 p_x の符号化を開始する前であれば、現画素 p_x の予測モード選択処理は任意の時点で実行してよい。実装上は、予測モードを決定する条件式に用いられる局部復号画素 p_{d11} 、 p_{d12} 、 p_{d22} がラインメモリに保持されている間に実行することが望ましい。

【0048】

現画素 p_x に対して、一つ前および二つ前のラインにある局部復号画素 p_{d11} 、 p_{d12} 、 p_{d22} の値を用いて、次の条件式（式301）～（式303）に基づいて予測モード mod_id を選択する。

【0049】

$$R1 = abs(p_{d12} - p_{d11}) \quad (\text{式301})$$

$$R2 = abs(p_{d12} - p_{d22}) + \alpha \quad (\text{式302})$$

$$(\alpha \geq 0)$$

【0050】

$$\begin{aligned} \text{if } (R1 < R2) \quad & mod_id = 0 \\ \text{else} \quad & mod_id = 1 \end{aligned} \quad (\text{式303})$$

【0051】

ここで、 $abs()$ は絶対値を求める演算である。 α は、水平方向の絶対差分 $R1$ を垂直方向の絶対差分 $R2$ よりも優先するための重み付け値である。

【0052】

符号化対象画素 p_x の予測値 p_p は、予測モード mod_id にもとづいて次式により算出される。

【0053】

$$\begin{aligned} \text{if } (mod_id == 0) \quad & p_p = p_{d01} \\ \text{else} \quad & p_p = p_{d12} \end{aligned} \quad (\text{式304})$$

【0054】

予測誤差 $delt$ は次式で得られる。

【0055】

$$delt = p_x - p_p \quad (\text{式305})$$

【0056】

10

20

30

40

50

なお、第1の予測アルゴリズムにおいて、予測モードインデックスは2値なので、1ビットで表現できる。予測モードインデックス記憶部107は、凡そ1ライン分の1ビットメモリを用いて構成することができる。

【0057】

予測モードを決定する条件式(式301)～(式303)と、予測値を算出する式(式304)からわかるように、一つ前および二つ前のラインにある局部復号画素 p_{d11} 、 p_{d12} 、 p_{d22} について、水平方向の絶対差分 R_1 が垂直方向の絶対差分 R_2 よりも小さければ、現画素 p_x を左隣の局部復号画素 p_{d01} から予測し、垂直方向の絶対差分 R_2 が水平方向の絶対差分 R_1 よりも小さければ、現画素 p_x を上隣の局部復号画素 p_{d12} から予測する。

10

【0058】

以上のように、第1の予測アルゴリズムにより、符号化対象画素に対する一連の予測符号化に係る処理から分離して、符号化対象画素の最適な予測モードの選択に係る処理を並列に実行することができ、高速化を実現できる。また、予測モード選択処理を予測符号化処理から分離したことで、予測符号化処理に予測モード選択処理を統合した場合と比べて、予測符号化処理を比較的簡単に低速な演算器でも実装することができる。

【0059】

次に、現画素周辺に水平エッジまたは垂直エッジがある場合について、第1の予測アルゴリズムの動作を説明する。

【0060】

20

図4(a)～図4(d)は、現画素周辺に水平エッジがある場合について、第1の予測アルゴリズムの動作を説明する図である。図中の丸は画素を示し、丸の濃淡は画素値を示す。簡単のため、黒、グレー、薄グレーの3段階の濃淡により画素値の変化を示す。図4(a)～図4(d)は、上から下へ進むにつれて水平方向のラインは黒、グレー、薄グレーと変化し、いずれかの水平方向のラインにおいて水平エッジが存在する。

【0061】

図4(a)では、第1行の画素 p_{d21} 、 p_{d22} 、 p_{d23} の一つ上のラインよりも上のライン(図示せず)は黒、第1行の画素 p_{d21} 、 p_{d22} 、 p_{d23} のラインはグレー、第2行の画素 p_{d11} 、 p_{d12} 、 p_{d13} から下のラインは薄グレーであり、第1行の画素 p_{d21} 、 p_{d22} 、 p_{d23} のラインに水平エッジが存在する。

30

【0062】

図4(b)では、第1行の画素 p_{d21} 、 p_{d22} 、 p_{d23} から上のラインは黒、第2行の画素 p_{d11} 、 p_{d12} 、 p_{d13} のラインはグレー、第3行の画素 p_{d01} 、 p_x から下のラインは薄グレーであり、第2行の画素 p_{d11} 、 p_{d12} 、 p_{d13} のラインに水平エッジが存在する。

【0063】

図4(c)では、第2行の画素 p_{d11} 、 p_{d12} 、 p_{d13} から上のラインは黒、第3行の画素 p_{d01} 、 p_x のラインはグレー、第4行の画素から下のラインは薄グレーであり、第3行の画素 p_{d01} 、 p_x のラインに水平エッジが存在する。

【0064】

40

図4(d)では、第3行の画素 p_{d01} 、 p_x から上のラインは黒、第4行の画素のラインはグレー、第4行の画素の一つ下のラインよりも下のライン(図示せず)は薄グレーであり、第4行の画素のラインに水平エッジが存在する。

【0065】

各図において、丸端線の太さは、局部復号画素間の差分の大きさを表す。また、両矢印線は、現画素 p_x の予測に用いられる隣接局部復号画素を示す。

【0066】

図4(a)～図4(d)はそれぞれ、(式301)から(式303)に従い、水平方向の局部復号画素 p_{d11} と p_{d12} の絶対差分値 R_1 と、垂直方向の局部復号画素 p_{d22} と p_{d12} の絶対差分値に所定の重み付け値 α を加えた値 R_2 とを比較して、 R_1 は R

50

2 以下であることから、水平方向の予測モード ($\text{mod_id} = 0$) が選択され、現画素 p_x が左隣の局部復号画素 p_{d01} で予測される様子を示している。

【0067】

図4(a)、図4(b)では、水平方向の画素の絶対差分が垂直方向の画素の絶対差分よりも小さいため、 $R_1 < R_2$ が成り立つことから、 $\text{mod_id} = 0$ であり、左隣の局部復号画素 p_{d01} が現画素 p_x の予測値として選ばれる。

【0068】

図4(c)、図4(d)では、水平方向の画素の絶対差分と垂直方向の画素の絶対差分が等しいが、後者には重み付け値 α が加算されるため、やはり $R_1 < R_2$ が成り立つことから、同じく $\text{mod_id} = 0$ であり、左隣の局部復号画素 p_{d01} が現画素 p_x の予測値として選ばれる。所定の重み付け値 α を加えることで、図4(c)、図4(d)の場合でも、誤判定を防ぐことができる。

【0069】

このように、水平方向にエッジがある場合、図4(a)～図4(d)のいずれの場合でも、水平予測が選択される。

【0070】

図5(a)～図5(d)は、現画素周辺に垂直エッジがある場合について、第1の予測アルゴリズムの動作を説明する図である。図5(a)～図5(d)は、左から右へ進むにつれて垂直方向のラインは黒、グレー、薄グレーと変化し、いずれかの垂直方向のラインにおいて垂直エッジが存在する。

【0071】

図5(a)では、第1列の画素の一つ左のラインよりも左のライン(図示せず)は黒、第1列の画素のラインはグレー、第2列の画素 p_{d21} 、 p_{d11} 、 p_{d01} から右のラインは薄グレーであり、第1列の画素のラインに垂直エッジが存在する。

【0072】

図5(b)では、第1列の画素から左のラインは黒、第2列の画素 p_{d21} 、 p_{d11} 、 p_{d01} のラインはグレー、第3列の画素 p_{d22} 、 p_{d12} 、 p_x から右のラインは薄グレーであり、第2列の画素 p_{d21} 、 p_{d11} 、 p_{d01} のラインに垂直エッジが存在する。

【0073】

図5(c)では、第2列の画素 p_{d21} 、 p_{d11} 、 p_{d01} から左のラインは黒、第3列の画素 p_{d22} 、 p_{d12} 、 p_x のラインはグレー、第4列の画素 p_{d23} 、 p_{d13} から右のラインは薄グレーであり、第3列の画素 p_{d22} 、 p_{d12} 、 p_x のラインに垂直エッジが存在する。

【0074】

図5(d)では、第3列の画素 p_{d22} 、 p_{d12} 、 p_x から左のラインは黒、第4列の画素のラインはグレー、第4列の画素 p_{d23} 、 p_{d13} の一つ右のラインよりも右のライン(図示せず)は薄グレーであり、第4列の画素 p_{d23} 、 p_{d13} のラインに垂直エッジが存在する。

【0075】

図5(a)～図5(d)はそれぞれ、(式301)から(式303)に従い、水平方向の局部復号画素 p_{d11} と p_{d12} の絶対差分値 R_1 と、垂直方向の局部復号画素 p_{d22} と p_{d12} の絶対差分値に所定の重み付け値 α を加えた値 R_2 とを比較して、図5(b)、図5(c)では、 R_1 は R_2 以下でないことから、垂直方向の予測モード ($\text{mod_id} = 1$) が選択され、現画素 p_x が上隣の局部復号画素 p_{d12} で予測され、図5(a)、図5(d)では、 R_1 は R_2 以下であることから、水平方向の予測モード ($\text{mod_id} = 0$) が選択され、現画素 p_x が左隣の局部復号画素 p_{d01} で予測される様子を示している。

【0076】

図5(b)、図5(c)では、垂直方向の画素の絶対差分が水平方向の画素の絶対差分

よりも小さいため、 $R1 > R2$ が成り立つことから、 $mod_id = 1$ であり、上隣の局部復号画素 $pd01$ が現画素 px の予測値として選ばれる。

【0077】

図5(a)、図5(d)では、垂直方向の画素の絶対差分と水平方向の画素の絶対差分が等しいが、前者には重み付け値 α が加算されるため、 $R1 < R2$ が成り立つことから、 $mod_id = 0$ であり、左隣の局部復号画素 $pd01$ が現画素 px の予測値として選ばれる。ここで、水平方向の予測モードを選択しても、図5(a)の場合は、薄グレー画素間の予測であり、図5(d)の場合は、クロ画素間の予測であるから、大きな予測誤差となる問題を生じることはない。

【0078】

図6は、本実施の形態における符号化対象画素の第2の予測アルゴリズムを説明する図である。図6では、符号化対象画素である現画素 px に対して、予測モードに応じて左隣の局部復号画素 $pd02$ 、左上隣の局部復号画素 $pd12$ 、上隣の局部復号画素 $pd13$ 、及び、右上隣の局部復号画素 $pd14$ の中からいずれかを選択して予測値とする。いずれの局部復号画素を選択するかは、現画素 px を含むラインよりも符号化順で一つ前および二つ前のラインにある局部復号画素 $pd11$ 、 $pd12$ 、 $pd13$ 、 $pd14$ 、 $pd22$ 、 $pd23$ 、 $pd24$ を用いた下記の条件式(式601)～(式616)で決まる予測モードインデックス mod_id に従って決められる。

【0079】

第2の予測アルゴリズムでも、第1の予測アルゴリズムと同様に、予測モードの選択において、非特許文献1や非特許文献2に記載され図2で説明した従来の予測方法のように、現画素 px の左隣の局部復号画素 $pd02$ は用いず、現画素 px を含むラインよりも符号化順で一つ前および二つ前のラインにある局部復号画素 $pd11$ 、 $pd12$ 、 $pd13$ 、 $pd14$ 、 $pd22$ 、 $pd23$ 、 $pd24$ を用いる。これにより、左隣の局部復号画素 $pd02$ の算出が終わる前、言い換えれば、現画素 px の符号化を開始する前に、先行して現画素 px の符号化に用いる予測モードを選択し、予測モードインデックス mod_id を求めることができる。例えば、局部復号画素 $pd14$ の算出が終わった後、次の局部復号画素 $pd15$ に対する一連の予測符号化に係る処理と並列に、現画素 px の符号化に用いる予測モードの選択処理を実行することができる。

【0080】

現画素 px に対して、一つ前および二つ前のラインにある局部復号画素 $pd11$ 、 $pd12$ 、 $pd13$ 、 $pd14$ 、 $pd22$ 、 $pd23$ 、 $pd24$ の値を用いて、次の条件式(式601)～(式616)に基づいて予測モード mod_id を選択する。

【0081】

$$R11 = abs(pd11 - pd12) \quad (式601)$$

$$R12 = abs(pd12 - pd13) \quad (式602)$$

$$R13 = abs(pd13 - pd14) \quad (式603)$$

【0082】

$$R21 = abs(pd22 - pd13) \quad (式604)$$

$$R22 = abs(pd23 - pd14) \quad (式605)$$

【0083】

$$R31 = abs(pd22 - pd12) \quad (式606)$$

$$R32 = abs(pd23 - pd13) \quad (式607)$$

$$R33 = abs(pd24 - pd14) \quad (式608)$$

【0084】

$$R41 = abs(pd22 - pd11) \quad (式609)$$

$$R42 = abs(pd24 - pd13) \quad (式610)$$

【0085】

$$R1 = MAX(R11, R12, R13) \quad (式611)$$

$$R2 = MAX(R21, R22) + \alpha \quad (式612)$$

10

20

30

40

50

$$R3 = \text{MAX}(R31, R32, R33) + \alpha \quad (\text{式 6 1 3})$$

$$R4 = \text{MAX}(R41, R42) + \alpha \quad (\text{式 6 1 4})$$

$$(\alpha \geq 0)$$

【0086】

$$R_{\min} = \text{MIN}(R1, R2, R3, R4) \quad (\text{式 6 1 5})$$

【0087】

$$\begin{aligned} \text{if}(R1 == R_{\min}) & \quad \text{mod_id} = 0 \\ \text{else if}(R2 == R_{\min}) & \quad \text{mod_id} = 1 \\ \text{else if}(R3 == R_{\min}) & \quad \text{mod_id} = 2 \\ \text{else if}(R4 == R_{\min}) & \quad \text{mod_id} = 3 \end{aligned} \quad (\text{式 6 1 6})$$

10

【0088】

符号化対象画素 p_x の予測値 p_p は、予測モード mod_id にもとづいて次式により算出される。

【0089】

$$\begin{aligned} \text{if}(\text{mod_id} == 0) & \quad p_p = p_{d01} \\ \text{else if}(\text{mod_id} == 1) & \quad p_p = p_{d11} \\ \text{else if}(\text{mod_id} == 2) & \quad p_p = p_{d12} \\ \text{else if}(\text{mod_id} == 3) & \quad p_p = p_{d13} \end{aligned} \quad (\text{式 6 1 7})$$

【0090】

予測誤差 delt a は次式で得られる。

20

【0091】

$$\text{delt a} = p_x - p_p \quad (\text{式 6 1 8})$$

【0092】

以上のように、第2の予測アルゴリズムにより、符号化対象画素に対する一連の予測符号化に係る処理から分離して、符号化対象画素の最適な予測モードの選択に係る処理を並列に実行することができ、高速化を実現できる。また、予測モード選択処理を予測符号化処理から分離したことで、予測符号化処理に予測モード選択処理を統合した場合と比べて、予測符号化処理を比較的簡単に低速な演算器でも実装することができる。

【0093】

また、非特許文献2に記載の方法では、水平・垂直エッジだけでなく、左斜めエッジや右斜めエッジに適応して予測モードを選択し、予測値を算出するために、局部復号画素を蓄積する少なくとも2ライン分のメモリを必要とするが、第2の予測アルゴリズムに従えば、凡そ局部復号画素1ライン分のメモリで、水平・垂直エッジだけでなく、左斜め・右斜めエッジに適応して予測モードの選択、及び、予測値の算出ができるので、メモリ量を削減することができる。

30

【0094】

なお、第2の予測アルゴリズムにおいて、予測モードインデックスは4値なので、2ビットで表現できる。予測モードインデックス記憶部107は、凡そ1ライン分の2ビットメモリを用いて構成することができるので、この分を加味しても、メモリ量削減効果は十分にある。

40

【0095】

次に、現画素周辺に水平／垂直エッジ、左斜め／右斜めエッジがある場合について、第2の予測アルゴリズムの動作を説明する。ここで、「左斜め」とは左上から右下へ方向のことであり、「右斜め」とは右上から左下へ方向のことであるとする。

【0096】

図7(a)～図7(d)は、現画素周辺に水平エッジがある場合について、第2の予測アルゴリズムの動作を説明する図である。図7(a)～図7(d)は、上から下へ進むにつれて水平方向のラインは黒、グレー、薄グレーと変化し、いずれかの水平方向のラインにおいて水平エッジが存在する。

【0097】

50

図 7 (a) では、第 1 行の画素 p d 2 1、p d 2 2、p d 2 3、p d 2 4 の一つ上のラインよりも上のライン（図示せず）は黒、第 1 行の画素 p d 2 1、p d 2 2、p d 2 3、p d 2 4 のラインはグレー、第 2 行の画素 p d 1 1、p d 1 2、p d 1 3、p d 1 4 から下のラインは薄グレーであり、第 1 行の画素 p d 2 1、p d 2 2、p d 2 3、p d 2 4 のラインに水平エッジが存在する。

【0098】

図 7 (b) では、第 1 行の画素 p d 2 1、p d 2 2、p d 2 3、p d 2 4 から上のラインは黒、第 2 行の画素 p d 1 1、p d 1 2、p d 1 3、p d 1 4 のラインはグレー、第 3 行の画素 p d 0 1、p d 0 2、p x から下のラインは薄グレーであり、第 2 行の画素 p d 1 1、p d 1 2、p d 1 3、p d 1 4 のラインに水平エッジが存在する。

10

【0099】

図 7 (c) では、第 2 行の画素 p d 1 1、p d 1 2、p d 1 3、p d 1 4 から上のラインは黒、第 3 行の画素 p d 0 1、p d 0 2、p x のラインはグレー、第 4 行の画素から下のライン（図示せず）は薄グレーであり、第 3 行の画素 p d 0 1、p d 0 2、p x のラインに水平エッジが存在する。

【0100】

図 7 (d) では、第 3 行の画素 p d 0 1、p d 0 2、p x から上のラインは黒、第 4 行の画素のラインはグレー、第 4 行の画素の一つ下のラインよりも下のライン（図示せず）は薄グレーであり、第 4 行の画素のラインに水平エッジが存在する。

【0101】

各図において、丸端線の太さは、局部復号画素間の差分の大きさを表す。また、両矢印線は、現画素 p x の予測に用いられる隣接局部復号画素を示す。

20

【0102】

図 7 (a) ～図 7 (d) はそれぞれ、(式 601) から (式 616) に従い、水平方向の評価値 R 1 が最小と判断され、水平方向の予測モード (mod _ id = 0) が選択され、現画素 p x が左隣の局部復号画素 p d 0 2 で予測される様子を示している。

【0103】

左斜め方向の評価値 R 2、垂直方向の評価値 R 3、右斜め方向の評価値 R 4 を求める際に、所定の重み付け値 α を加えることで、図 7 (c) や、図 7 (d) の場合でも、水平方向の評価値 R 1 を優先して誤判定を防ぎ、水平方向の予測モードを選択することができる。

30

【0104】

図 8 (a) ～図 8 (d) は、現画素周辺に垂直エッジがある場合について、第 2 の予測アルゴリズムの動作を説明する図である。図 8 (a) ～図 8 (d) は、左から右へ進むにつれて垂直方向のラインは黒、グレー、薄グレーと変化し、いずれかの垂直方向のラインにおいて垂直エッジが存在する。

【0105】

図 8 (a) では、第 1 列の画素の一つ左のラインよりも左のライン（図示せず）は黒、第 1 列の画素 p d 2 1、p d 1 1、p d 0 1 のラインはグレー、第 2 列の画素 p d 2 2、p d 1 2、p d 0 2 から右のラインは薄グレーであり、第 1 列の画素 p d 2 1、p d 1 1、p d 0 1 のラインに垂直エッジが存在する。

40

【0106】

図 8 (b) では、第 1 列の画素 p d 2 1、p d 1 1、p d 0 1 から左のラインは黒、第 2 列の画素 p d 2 2、p d 1 2、p d 0 2 のラインはグレー、第 3 列の画素 p d 2 3、p d 1 3、p x から右のラインは薄グレーであり、第 2 列の画素 p d 2 2、p d 1 2、p d 0 2 のラインに垂直エッジが存在する。

【0107】

図 8 (c) では、第 2 列の画素 p d 2 2、p d 1 2、p d 0 2 から左のラインは黒、第 3 列の画素 p d 2 3、p d 1 3、p x のラインはグレー、第 4 列の画素 p d 2 4、p d 1 4 から右のラインは薄グレーであり、第 3 列の画素 p d 2 3、p d 1 3、p x のラインに

50

垂直エッジが存在する。

【0108】

図8(d)では、第3列の画素 p_{d23} 、 p_{d13} 、 p_x から左のラインは黒、第4列の画素のラインはグレー、第4列の画素 p_{d24} 、 p_{d14} の一つ右のラインよりも右のライン(図示せず)は薄グレーであり、第4列の画素 p_{d24} 、 p_{d14} のラインに垂直エッジが存在する。

【0109】

図8(b)、図8(c)、図8(d)はそれぞれ、(式601)から(式616)に従い、垂直方向の評価値 R_3 が最小と判断され、垂直方向の予測モード($mod_id = 2$)が選択され、現画素 p_x が上隣の局部復号画素 p_{d13} で予測される様子を示している。

10

【0110】

図8(a)は、(式601)から(式616)に従い、左斜め方向の評価値 R_2 が最小と判断され、左斜め方向の予測モード($mod_id = 1$)が選択され、現画素 p_x が左上隣の局部復号画素 p_{d12} で予測される様子を示している。ここで、左斜め方向の予測モードを選択しても、図8(a)の場合は、薄グレー画素間の予測であるから、大きな予測誤差となる問題を生じることはない。

【0111】

図9(a)～図9(d)は、現画素周辺に左斜めエッジがある場合について、第2の予測アルゴリズムの動作を説明する図である。図9(a)～図9(d)は、左下から右上へ進むにつれて左斜め方向のラインは黒、グレー、薄グレーと変化し、いずれかの左斜め方向のラインにおいて水平エッジが存在する。

20

【0112】

図7(a)～図7(d)では、濃淡で示す画素値が垂直方向に徐々に変化し、水平エッジが存在したが、図9(a)～図9(d)では、濃淡で示す画素値の変化が右斜め方向に徐々に変化し、左斜めエッジが存在する。図9(a)では、グレーで示される画素 p_{d11} 、 p_{d02} の左斜めラインに左斜めエッジが存在する。図9(b)では、グレーで示される画素 p_{d21} 、 p_{d12} 、 p_x の左斜めラインに左斜めエッジが存在する。図9(c)では、グレーで示される画素 p_{d22} 、 p_{d13} の左斜めラインに左斜めエッジが存在する。図9(d)では、グレーで示される画素 p_{d23} 、 p_{d14} の左斜めラインに左斜めエッジが存在する。

30

【0113】

図9(a)～図9(d)はそれぞれ、(式601)から(式616)に従い、左斜め方向の評価値 R_2 が最小と判断され、左斜め方向の予測モード($mod_id = 1$)が選択され、現画素 p_x が左上隣の局部復号画素 p_{d12} で予測される様子を示している。

【0114】

図10(a)～図10(d)は、現画素周辺に右斜めエッジがある場合について、第2の予測アルゴリズムの動作を説明する図である。図10(a)～図10(d)は、左上から右下へ進むにつれて右斜め方向のラインは黒、グレー、薄グレーと変化し、いずれかの右斜め方向のラインにおいて水平エッジが存在する。

40

【0115】

図8(a)～図8(d)では、濃淡で示す画素値が水平方向に徐々に変化し、垂直エッジが存在したが、図10(a)～図10(d)では、濃淡で示す画素値の変化が左斜め方向に徐々に変化し、右斜めエッジが存在する。図10(a)では、グレーで示される画素 p_{d23} 、 p_{d12} 、 p_{d01} の右斜めラインに右斜めエッジが存在する。図10(b)では、グレーで示される画素 p_{d24} 、 p_{d13} 、 p_{d02} の右斜めラインに右斜めエッジが存在する。図10(c)では、グレーで示される画素 p_{d25} 、 p_{d14} 、 p_x の右斜めラインに右斜めエッジが存在する。図10(d)では、グレーで示される画素 p_{d15} の右斜めラインに右斜めエッジが存在する。

【0116】

50

図10(a)、図10(b)、図10(c)はそれぞれ、(式601)から(式616)に従い、右斜め方向の評価値R4が最小と判断され、右斜め方向の予測モード(mod_id=3)が選択され、現画素p_xが右上隣の局部復号画素p_d14で予測される様子を示している。

【0117】

図10(d)は、(式601)から(式616)に従い、水平方向の評価値R1が最小と判断され、水平方向の予測モード(mod_id=0)が選択され、現画素p_xが左隣の局部復号画素p_d02で予測される様子を示している。ここで、水平方向の予測モードを選択しても、図10(d)の場合は、黒画素間の予測であるから、大きな予測誤差となる問題を生じることはない。

【0118】

図11は、本実施の形態における符号化対象画素の第3の予測アルゴリズムを説明する図である。図11では、符号化対象画素である現画素p_xに対して、予測モードに応じて左隣の局部復号画素p_d01、左上隣の局部復号画素p_d11、上隣の局部復号画素p_d12、及び、右上隣の局部復号画素p_d13の中からいずれかを選択して予測値とする。いずれの局部復号画素を選択するかは、現画素p_xを含むラインよりも符号化順で一つ前および二つ前のラインにある局部復号画素p_d11、p_d12、p_d13、p_d21、p_d22、p_d23を用いた下記の条件式(式1101)～(式1106)で決まる予測モードインデックスmod_idに従って決められる。

【0119】

第3の予測アルゴリズムでも、第1、第2の予測アルゴリズムと同様に、予測モードの選択において、現画素p_xの左隣の局部復号画素p_d01は用いず、現画素p_xを含むラインよりも符号化順で一つ前および二つ前のラインにある局部復号画素p_d11、p_d12、p_d13、p_d21、p_d22、p_d23を用いる。これにより、左隣の局部復号画素p_d01の算出が終わる前、言い換えれば、現画素p_xの符号化を開始する前に、先行して現画素p_xの符号化に用いる予測モードを選択し、予測モードインデックスmod_idを求めることができる。例えば、局部復号画素p_d12の算出が終わった後、次の局部復号画素p_d13に対する一連の予測符号化に係る処理と並列に、現画素p_xの符号化に用いる予測モードの選択処理を実行することができる。

【0120】

現画素p_xに対して、一つ前および二つ前のラインにある局部復号画素p_d11、p_d12、p_d13、p_d21、p_d22、p_d23の値を用いて、次の条件式(式1101)～(式1106)に基づいて予測モードmod_idを選択する。

【0121】

$$R1 = abs(p_d11 - p_d12) \quad (\text{式1101})$$

$$R2 = abs(p_d21 - p_d12) + \alpha \quad (\text{式1102})$$

$$R3 = abs(p_d22 - p_d12) + \alpha \quad (\text{式1103})$$

$$R4 = abs(p_d23 - p_d12) + \alpha \quad (\text{式1104})$$

$$(\alpha \geq 0)$$

【0122】

$$Rmin = MIN(R1, R2, R3, R4) \quad (\text{式1105})$$

【0123】

$$\text{if } (R1 == Rmin) \quad \text{mod_id} = 0$$

$$\text{else if } (R2 == Rmin) \quad \text{mod_id} = 1$$

$$\text{else if } (R3 == Rmin) \quad \text{mod_id} = 2$$

$$\text{else if } (R4 == Rmin) \quad \text{mod_id} = 3 \quad (\text{式1106})$$

【0124】

符号化対象画素p_xの予測値p_pは、予測モードmod_idにもとづいて次式により算出される。

【0125】

10

20

30

40

50

```

i f ( m o d _ i d == 0 )      p p = p d 0 1
e l s e   i f ( m o d _ i d == 1 )  p p = p d 1 1
e l s e   i f ( m o d _ i d == 2 )  p p = p d 1 2
e l s e   i f ( m o d _ i d == 3 )  p p = p d 1 3      ( 式 1 1 0 7 )

```

【0126】

予測誤差 $d e l t a$ は次式で得られる。

【0127】

```

d e l t a = p x - p p      ( 式 1 1 0 8 )

```

【0128】

第2の予測アルゴリズムについて述べた作用効果は、第3の予測アルゴリズムについても当てはまる。ただし、第3の予測アルゴリズムでは、図6に示した第2の予測アルゴリズムとは違って、予測モードを選択するための評価値の数を減らしている。そのため、第2の予測アルゴリズムよりも処理量が少ないという利点がある。もっとも、予測モードを選択するための評価値の種類が少ないため、誤判定は多くなるので、処理量と精度のトレードオフを考慮して、第2の予測アルゴリズムまたは第3の予測アルゴリズムを選択すればよい。

【0129】

なお、第3の予測アルゴリズムにおいて、予測モードインデックスは4値なので、2ビットで表現できる。予測モードインデックス記憶部107は、凡そ1ライン分の2ビットメモリを用いて構成することができるので、この分を加味しても、メモリ量削減効果は十分にある。さらに、第2の予測アルゴリズムに比べて、予測モードインデックス $m o d_i d$ を求める際に用いる局部復号画素の数が少なく、より簡便に、予測モードインデックス $m o d_i d$ を求めることができる。

【0130】

図12は、図1の動画像符号化装置による画像符号化処理を説明するフローチャートである。

【0131】

局部復号記憶部105と予測モードインデックス記憶部107を初期化する（S201）。

【0132】

ステップS203からステップS210までの予測値算出処理と、ステップS211からステップS212までの予測モード選択処理とを並列に処理するように予測部108と予測モード選択部106を制御する（S202）。

【0133】

動画像符号化装置に符号化対象画素 i を入力し、符号化対象画素 i の画素値を現画素値 $p x$ に設定する（S203）。

【0134】

予測部108は、予測モードインデックス記憶部107から符号化対象画素 i の予測モードインデックス $m o d_i d(i)$ を読み出す（S204）。予測部108は、予測モードインデックス $m o d_i d(i)$ に応じて、局部復号記憶部105から隣接する局部復号画素値を読み出して、予測値 $p p$ に設定する（S205）。

【0135】

減算部101は、現画素値 $p x$ から予測値 $p p$ を減算して、予測誤差値 $d e l t a$ を算出する（S206）。予測誤差符号化部102は、予測誤差値 $d e l t a$ を符号化して予測誤差符号 $c - d e l t a$ を出力する（S207）。

【0136】

予測誤差復号部103は、予測誤差符号 $c - d e l t a$ を復号して予測誤差復号値 $d - d e l t a$ を求める（S208）。加算部104は、予測値 $p p$ と予測誤差復号値 $d - d e l t a$ を加算して、局部復号値 $d x$ を算出し（S209）、局部復号値 $d x$ を局部復号記憶部105に書き込む（S210）。

【0137】

一方、予測モード選択部106は、局部復号記憶部105から局部復号値を読み出して、例えば、第1の予測アルゴリズムを用いる場合は(式301)から(式303)に従い、第2の予測アルゴリズムを用いる場合は(式601)から(式616)に従い、第3の予測アルゴリズムを用いる場合は(式1101)から(式1106)に従い、後で符号化する画素kの予測モードインデックス $mod_id(k)$ を求める(S211)。

【0138】

予測モード選択部106は、求めた予測モードインデックス $mod_id(k)$ を予測モードインデックス記憶部107に書き込む(S212)。

【0139】

ステップS203からステップS210までの予測値算出処理と、ステップS211からステップS212までの予測モード選択処理とがともに完了するのを待つ(S213)。

【0140】

画面内の全画素を符号化したか否かを判断して、画面内の全画素を符号化した場合には、一連の処理を終了する。また、画面内の全画素を符号化していない場合は、ステップS202に戻る(S214)。

【0141】

図13は、実施の形態に係る動画像復号装置の構成を示すブロック図である。動画像復号装置は、予測誤差復号部301、加算部302、局部復号記憶部303、予測モード選択部304、予測モードインデックス記憶部305、および予測部306を備える。

【0142】

予測誤差復号部301は、入力される予測誤差符号 c_delta を、例えば、符号化に対応して逆量子化して、予測誤差復号値 d_delta を出力する。

【0143】

加算部302は、予測誤差復号部301から供給される予測誤差復号値 d_delta と、予測部306から供給される予測値 pp とを、加算して、現画素の局部復号値 dx を出力する。

【0144】

局部復号記憶部303は、加算部302からの局部復号値 dx を、後に復号する画素を予測するため、少なくとも、局部復号値 dx を予測モードの選択や予測値の算出に用いる可能性のある、後に復号する全ての画素を復号するまでの期間、保持する。

【0145】

予測モード選択部304は、後に復号する画素kの予測モードを選択するため、複数の局部復号画素値を、局部復号記憶部303から読み出して、予測アルゴリズムに応じた所定の条件式に基づき、選択する予測モードを示す予測モードインデックス $mod_id(k)$ を出力する。

【0146】

予測モードインデックス記憶部305は、予測モード選択部304から供給される、後に復号する画素kの予測モードインデックス $mod_id(k)$ を、少なくとも、対応する画素kを復号するまでの期間、保持する。

【0147】

予測部306は、現画素iの予測モードインデックス $mod_id(i)$ を、予測モードインデックス記憶部305から読み出して、 $mod_id(i)$ に基づき、所定の予測モードで、局部復号記憶部303から読み出した複数の局部復号画素値を用いて、現画素iの予測値 pp を求めて出力する。ここで、復号に用いる予測アルゴリズムは、符号化で用いる予測アルゴリズムと同じアルゴリズムである。

【0148】

図14は、図13の動画像復号装置による画像復号処理を説明するフローチャートである。図13の動画像復号装置による復号処理は、図1の動画像符号化装置による符号化処

10

20

30

40

50

理に対応して行われる。

【0149】

局部復号記憶部303と予測モードインデックス記憶部305を初期化する(S401)。

【0150】

ステップS403からステップS408までの予測値算出処理と、ステップS409からステップS410までの予測モード選択処理とを並列に処理するように予測部306と予測モードインデックス記憶部305を制御する(S402)。

【0151】

動画像復号装置に復号対象画素iの予測誤差符号を入力し、予測誤差符号の値をc-d e l t aに設定する(S403)。

10

【0152】

予測誤差復号部301は、予測誤差符号c-d e l t aを復号して予測誤差復号値d-d e l t aを求める(S404)。

【0153】

予測部306は、予測モードインデックス記憶部305から復号対象画素iの予測モードインデックスm o d _ i d (i)を読み出す(S405)。予測部306は、予測モードインデックスm o d _ i d (i)に応じて、局部復号記憶部303から隣接する局部復号画素値を読み出して、予測値p pに設定する(S406)。

20

【0154】

加算部302は、予測値p pと予測誤差復号値d-d e l t aを加算して、局部復号値d xを算出し(S407)、局部復号値d xを局部復号記憶部303に書き込む(S408)。

【0155】

一方、予測モード選択部304は、局部復号記憶部303から局部復号値を読み出して、例えば、第1の予測アルゴリズムを用いる場合は(式301)から(式303)に従い、第2の予測アルゴリズムを用いる場合は(式601)から(式616)に従い、第3の予測アルゴリズムを用いる場合は(式1101)から(式1106)に従い、後で符号化する画素kの予測モードインデックスm o d _ i d (k)を求める(S409)。

【0156】

予測モード選択部304は、求めた予測モードインデックスm o d _ i d (k)を予測モードインデックス記憶部305に書き込む(S410)。

30

【0157】

ステップS403からステップS408までの予測値算出処理と、ステップS409からステップS410までの予測モード選択処理とがともに完了するのを待つ(S411)。

【0158】

画面内の全画素を符号化したか否かを判断して、画面内の全画素を符号化した場合には、一連の処理を終了する。また、画面内の全画素を符号化していない場合は、ステップS402に戻る(S412)。

40

【0159】

以上述べたように、本発明の実施の形態によれば、当該画素の符号化や復号における予測モードの選択に係る演算を、凡そ1ライン先行して行い、選択した予測モードのインデックスをメモリに保持しておく。当該画素の符号化や復号において、メモリから読み出した予測モードのインデックスに従い、予測値を算出する。

【0160】

これにより、予測モードの選択に係る演算を、画素ごとの一連の演算から独立させて並列処理することができるので、多くの予測モードから選択したり、予測モードの選択に係る演算量を増加させても、高速な演算器を必要とせず、低速な演算器を用いることができるので、実用化コストを低減したり、実用化を簡易にしたりできる。

50

【0161】

また、水平・垂直エッジだけでなく、左斜め・右斜めエッジを検出して予測モードを選択して予測誤差をより小さくできるので、量子化歪低減による画質の向上や、発生符号量低減による符号化効率の向上を図ることができる。

【0162】

また、非特許文献2では、水平・垂直エッジだけでなく、左斜め・右斜めエッジに適応して予測モードの選択、及び、予測値の算出のために、局部復号画素を蓄積する少なくとも2ライン分のメモリを必要とする。局部復号画素1ライン分のメモリで実現可能な非特許文献1の方式に比べて、必要とするメモリ量が増加する。

【0163】

それに対して、本実施の形態では、凡そ1ライン先行して予測モードを選択することで、凡そ局部復号画素1ライン分のメモリで、水平・垂直エッジだけでなく、左斜め・右斜めエッジに適応して予測モードの選択、及び、予測値の算出ができるので、メモリ量を削減してコストを低減したり、メモリ帯域を削減して省電力化したりすることができる。

【0164】

また、復号においても符号化同様に、第1～第3の予測アルゴリズムを用いることで、従来に比べて、一連の予測符号化に係る処理から分離しても、良好な予測モードの選択に係る処理ができ、かつ、より低速な演算器で実現することができる。また、メモリ量を削減することができる。

【0165】

以上の符号化及び復号に関する処理は、ハードウェアを用いた伝送、蓄積、受信装置として実現することができるのは勿論のこと、ROM（リード・オンリ・メモリ）やフラッシュメモリ等に記憶されているファームウェアや、コンピュータ等のソフトウェアによっても実現することができる。そのファームウェアプログラム、ソフトウェアプログラムをコンピュータ等で読み取り可能な記録媒体に記録して提供することも、有線あるいは無線のネットワークを通してサーバから提供することも、地上波あるいは衛星デジタル放送のデータ放送として提供することも可能である。

【0166】

以上、本発明を実施の形態をもとに説明した。実施の形態は例示であり、それらの各構成要素や各処理プロセスの組合せにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

【符号の説明】

【0167】

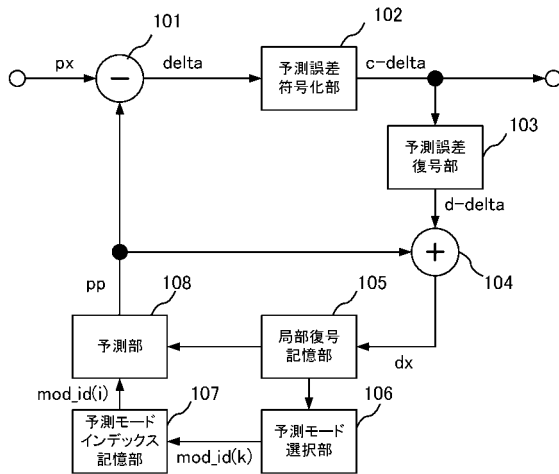
101 減算部、 102 予測誤差符号化部、 103 予測誤差復号部、 104 加算部、 105 局部復号記憶部、 106 予測モード選択部、 107 予測モードインデックス記憶部、 108 予測部、 301 予測誤差復号部、 302 加算部、 303 局部復号記憶部、 304 予測モード選択部、 305 予測モードインデックス記憶部、 306 予測部。

10

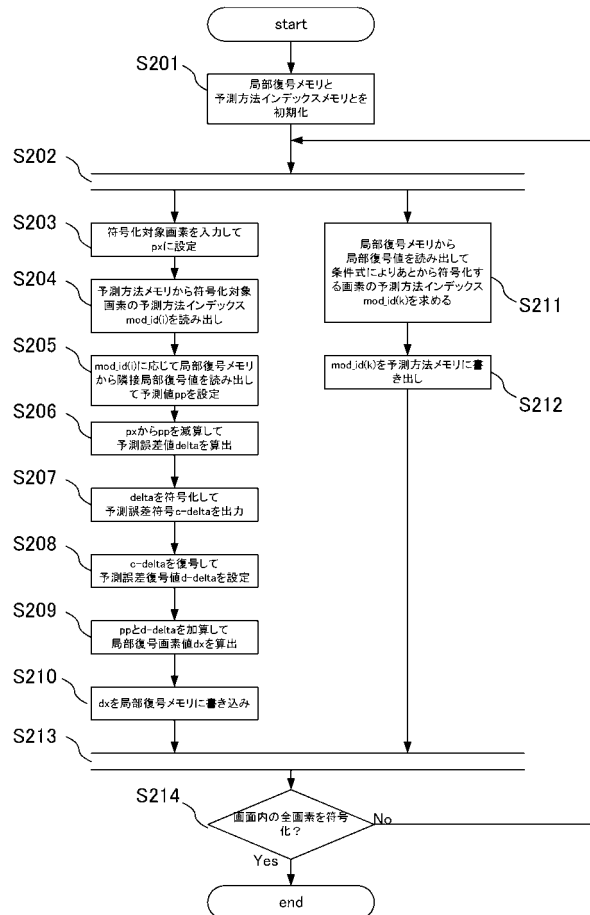
20

30

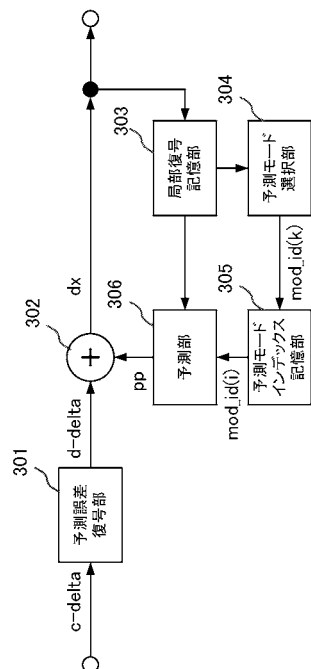
【図 1】



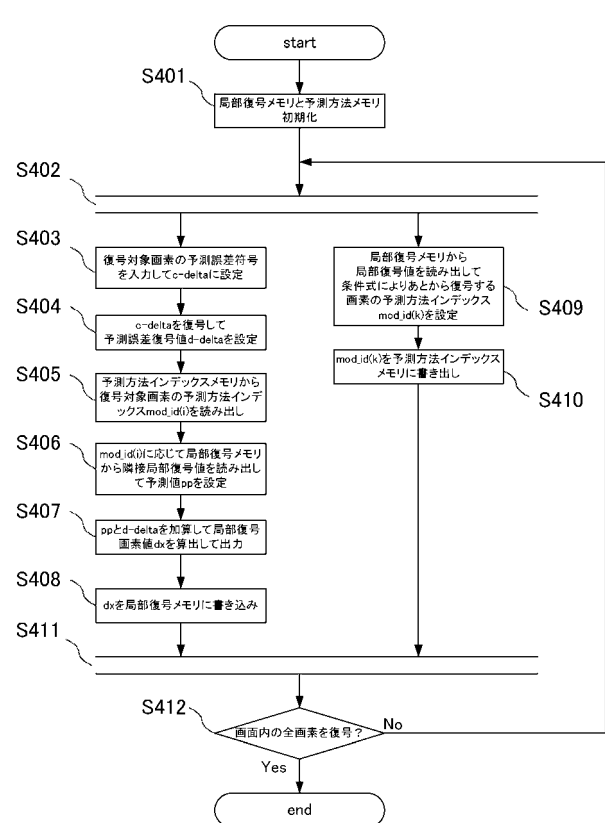
【図 1 2】



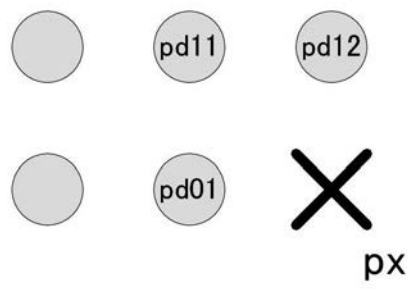
【図 1 3】



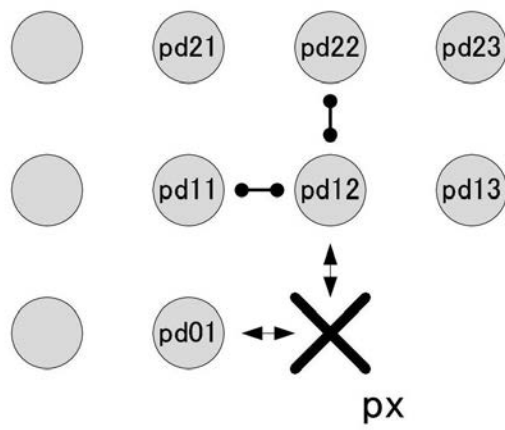
【図 1 4】



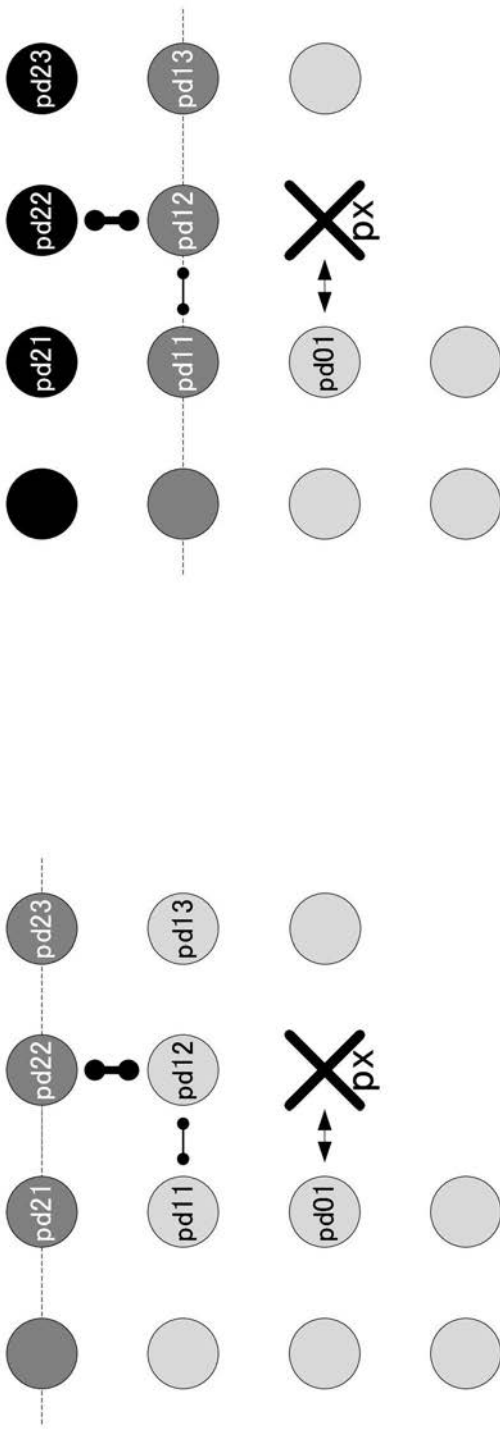
【図 2】



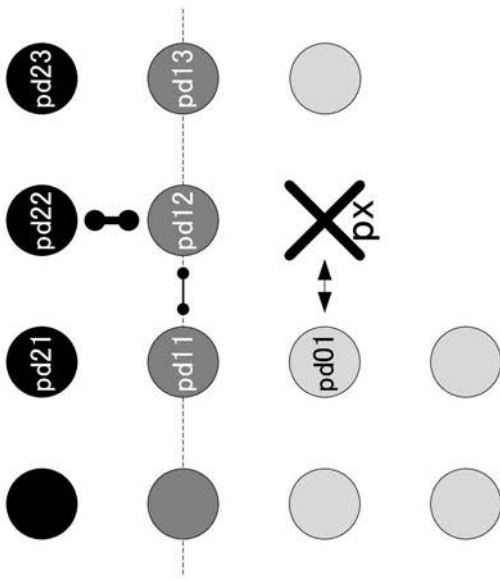
【図 3】



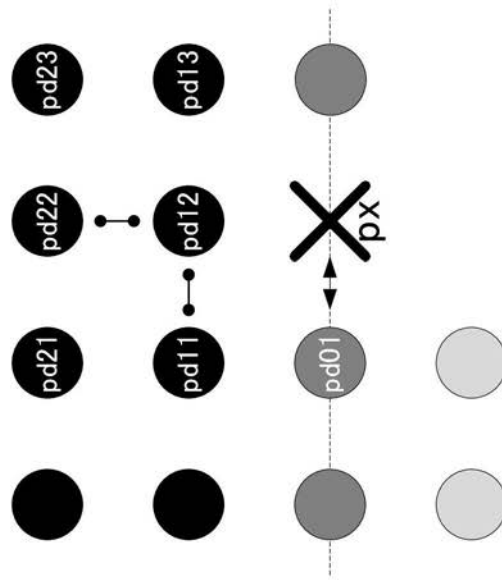
【 図 4 】



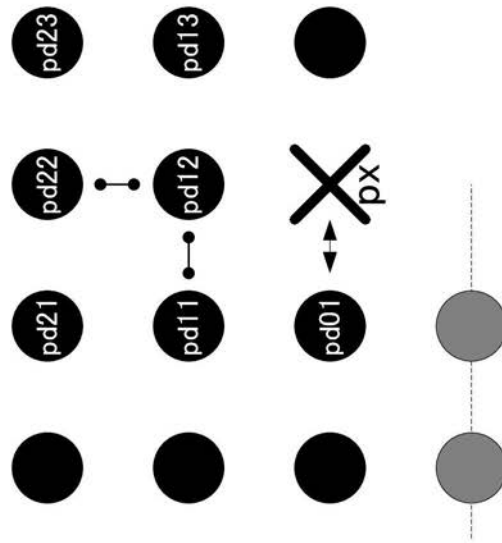
(a)



(b)

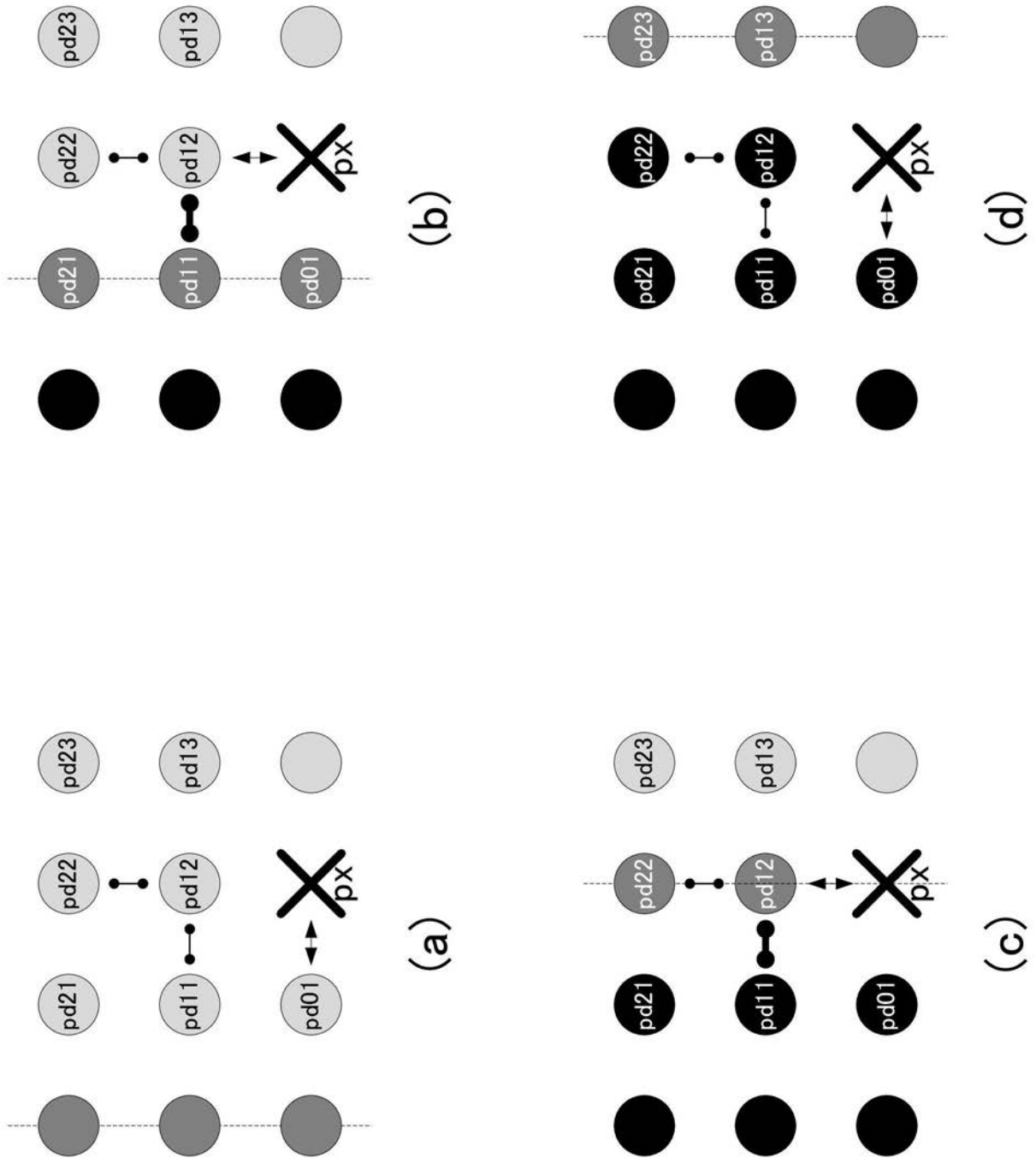


(c)

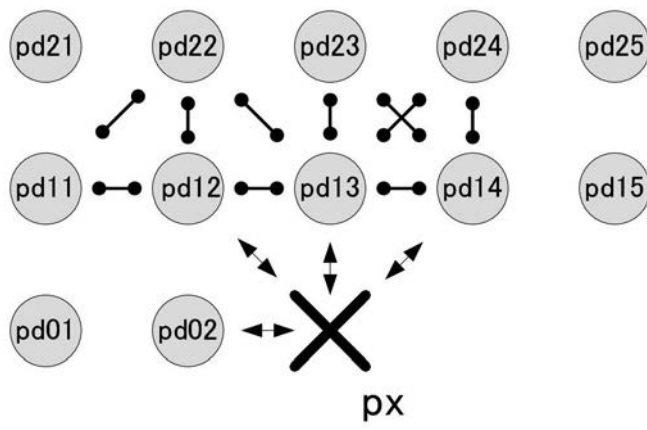


(d)

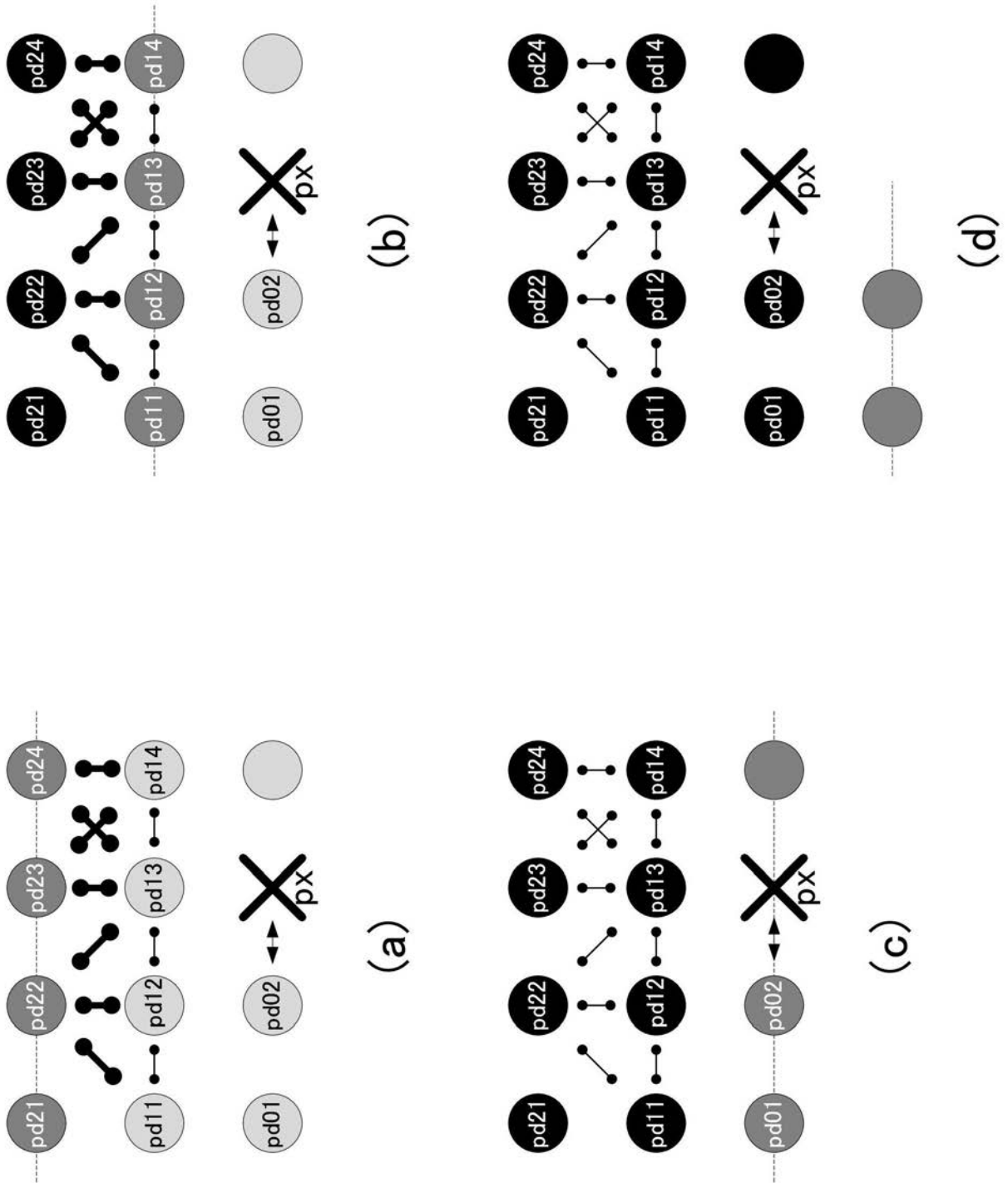
【図 5】



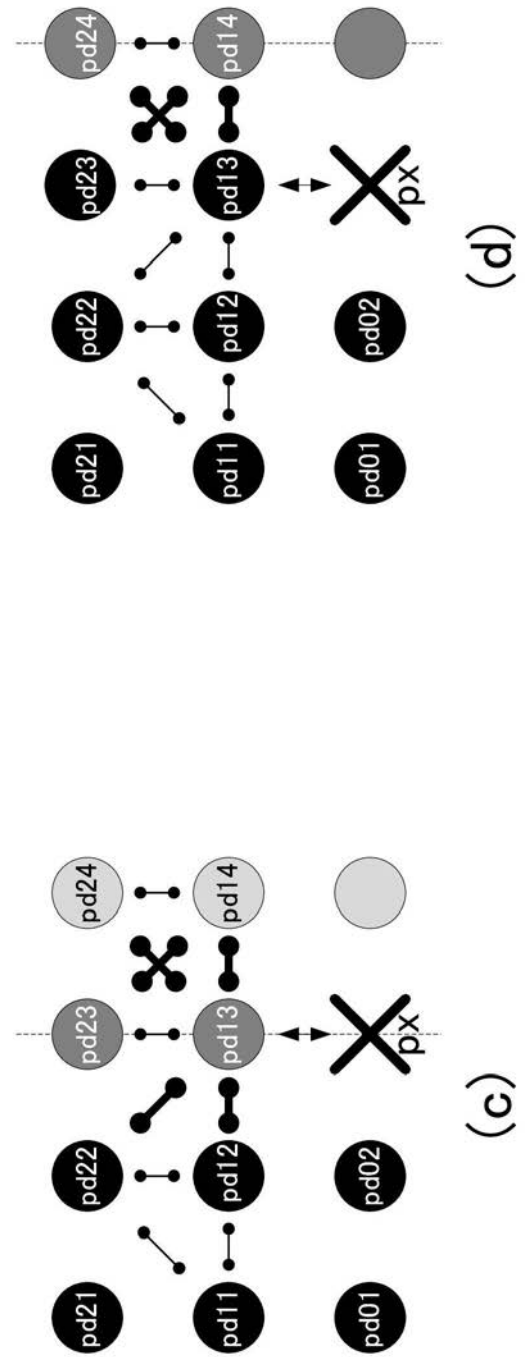
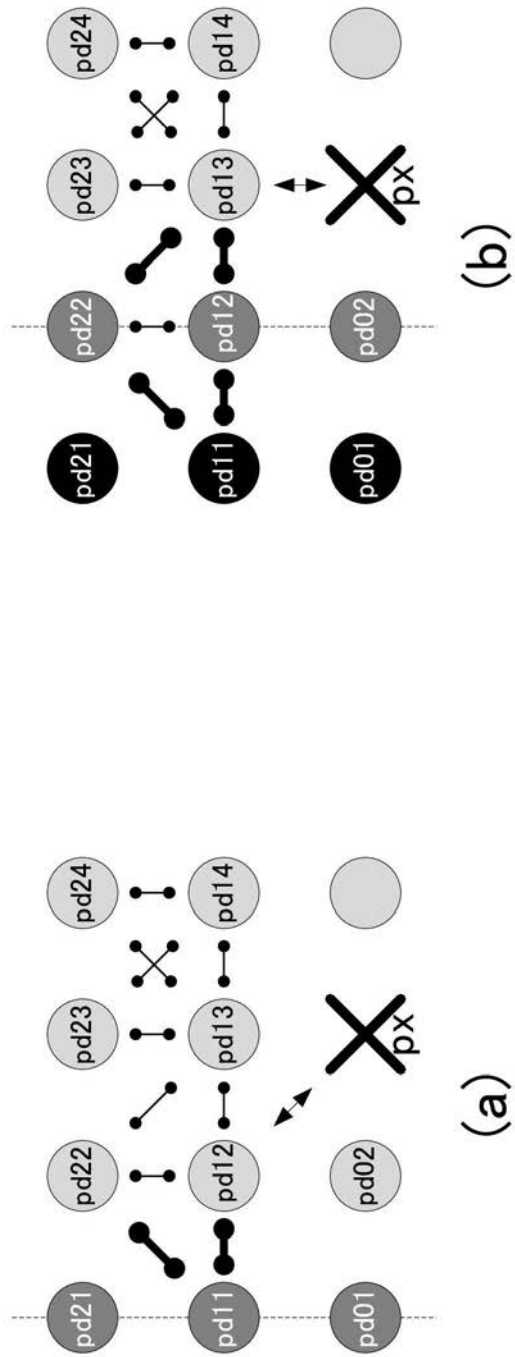
【図 6】



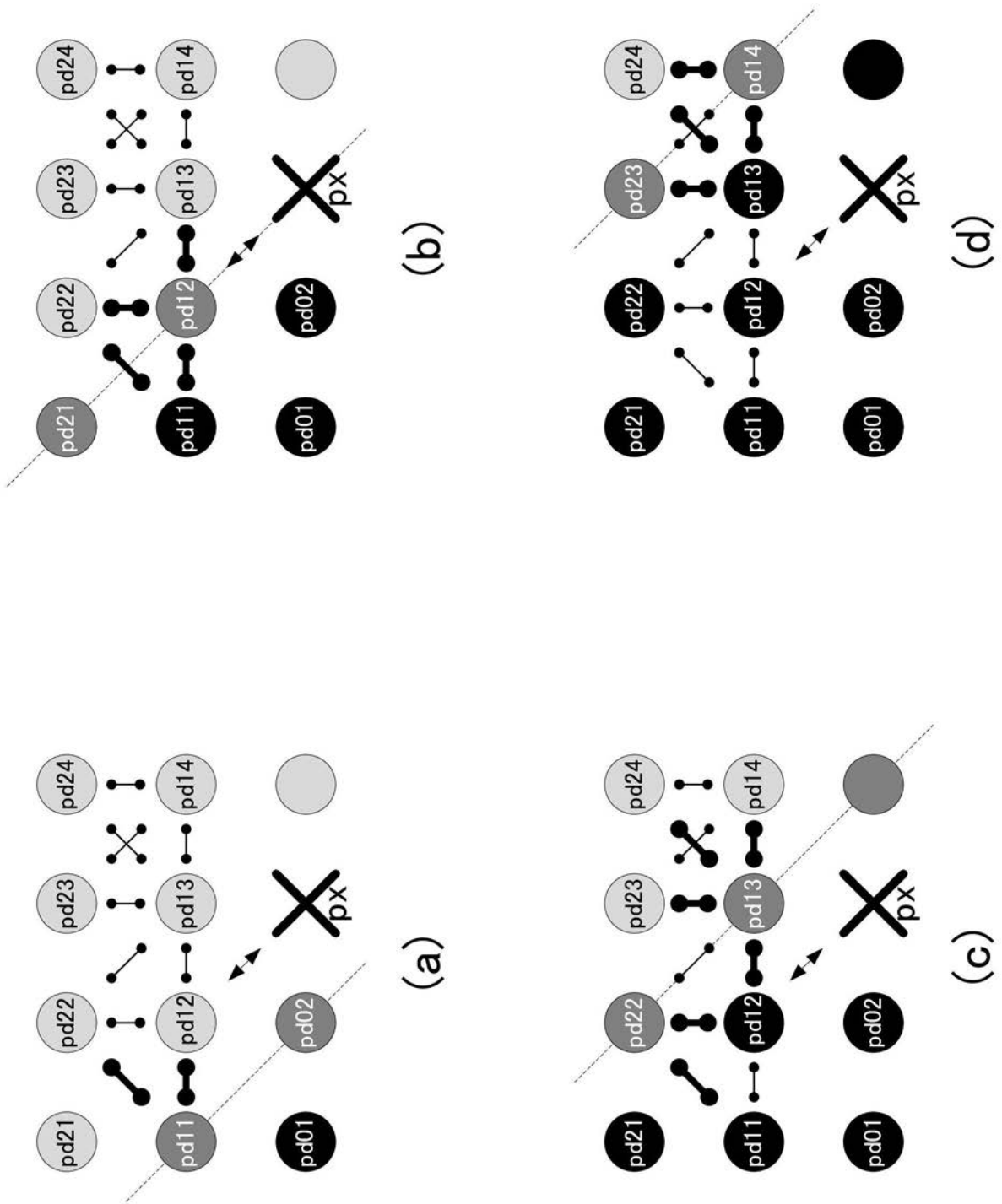
【 図 7 】



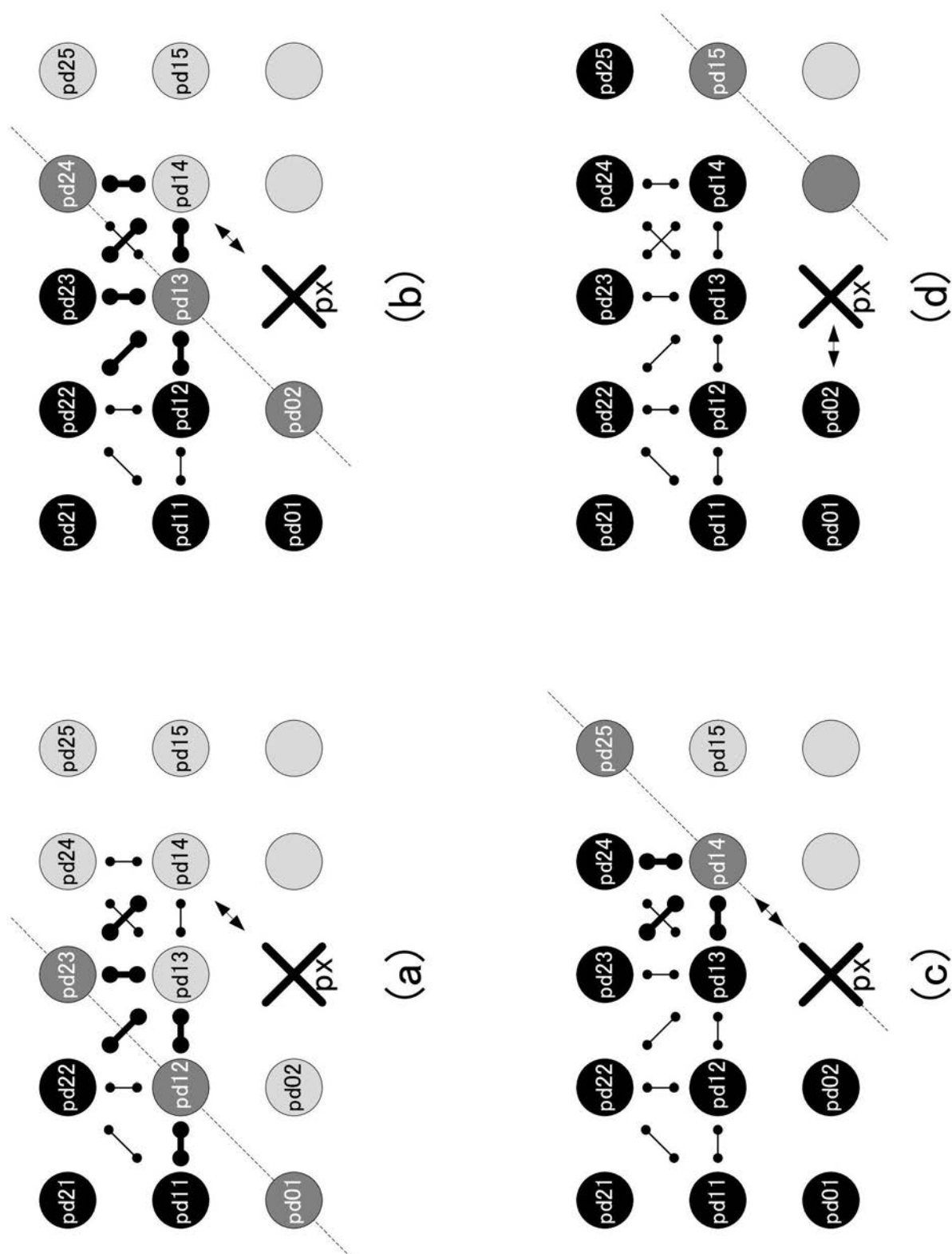
【 図 8 】



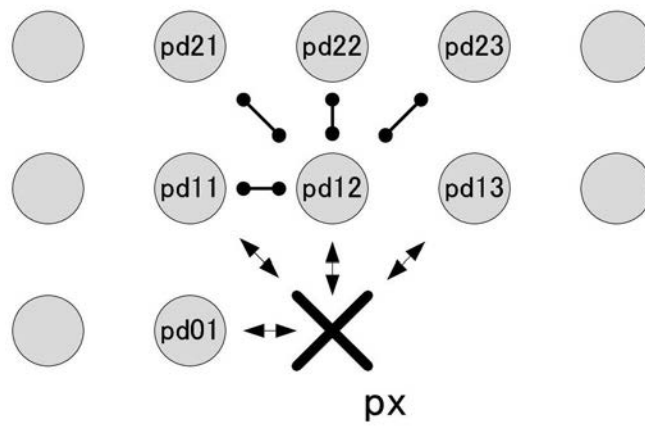
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J064 AA01 BB03 BC01 BC08 BD02 BD03